

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJAÍ

CNPJ 83.102.277/0001-52

PROJETO DE DRENAGEM URBANA

TOMO I

ESTUDO HIDROLÓGICO

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

Rua Dr. Reinaldo Schmithausen e BR-101

Bairro Cordeiros, Itajaí/SC

Novembro/2023

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	5
2	IDENTIFICAÇÃO	7
2.1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	7
2.2	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	7
2.3	IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA	7
3	LOCALIZAÇÃO HIDROGRÁFICA	8
4	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	9
4.1	MODELAGEM HIDRODINÂMICA	9
4.2	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	9
4.3	DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO	10
4.4	PERÍODO DE RETORNO	10
5	MODELAGEM HIDRODINÂMICA	13
5.1	DIAGNÓSTICO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	15
6	MEDIDAS MITIGADORAS	18
7	DIMENSIONAMENTO DO CANAL	22
8	GALERIAS	27
8.1	GALERIAS BR-101	27
8.1.1	Dimensionamento da galeria	27
8.2	GALERIAS RUA DR. REINALDO SCHMITHAUSEN	28
8.2.1	Dimensionamento da galeria	29
9	RELATÓRIO DE SONDAGEM SPT	30
10	MEMORIAL DE EXECUÇÃO	38
10.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	38
10.1.1	Aquisição e assentamento de placa de obra – Padrão PMI (240x120cm) para indicação da obra	39
10.1.2	Locação de 2 containers para escritório completo	39
10.1.3	Locação de 2 banheiros químicos com 2 limpezas semanais	39
10.1.4	Serviços topográficos, considerando a largura da vala de escavação	39
10.2	GALERIA PLUVIAL – MÉTODO DESTRUTIVO	39
10.2.1	Corte de pavimento com disco diamantado	39
10.2.2	Escavação mecânica de material de 1º categoria, com escavadeira hidráulica, com profundidade de até 1,5	40
10.2.3	Carga, manobras e descarga do material	40
10.2.4	Transporte de material com caminhão basculante 10m³	40

10.2.5 Escoramento contínuo com chapas e perfis metálicos	40
10.2.6 Mobilização, desmobilização e transporte de equipamentos	41
10.2.7 Geotêxtil não tecido 200g/m ² , tipo Bidim, fornecimento e instalação, L=30cm	41
10.2.8 Fornecimento e espalhamento de pedra tipo rachão	41
10.2.9 Fornecimento e assentamento de galeria BSCC 2,00x2,00m	41
10.2.10 Boca de ala de concreto	41
10.2.11 Reaterro de vala com material granular de empréstimo, adensado e vibrado	42
10.3 TUNNEL LINER – MÉTODO NÃO DESTRUTIVO	42
10.3.1 Contenção em solo-cimento encasado (ensecadeira)	42
10.3.2 Enfilagens	43
10.3.3 Bueiros metálicos diâmetro interno de 1,80m	43
10.3.4 Revestimento interno de concreto projetado fck=21MPa e tela Q92, esp.=5cm	44
10.3.5 Boca de ala de concreto	44
10.4 PAVIMENTAÇÃO	45
10.4.1 Remoção e demolição	45
10.4.2 Base de brita graduada, e=20cm, fornecimento e execução	45
10.4.3 Carga, manobras e descarga do material	47
10.4.4 Transporte de material com caminhão basculante 10m ³	47
10.4.5 Fornecimento e assentamento de ladrilhos, fck=15MPa	47
10.4.6 Fornecimento e colocação lastro de brita, e=5cm	48
10.4.7 Fornecimento e colocação de piso podotátil	48
10.5 ADMINISTRAÇÃO LOCAL	49
10.5.1 Engenheiro pleno de obra	49
10.5.2 Mestre de obras	49
10.5.3 Encarregado de obras	49
10.5.4 Técnico de segurança do trabalho	49
10.5.5 Topógrafo	49
10.6 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE EXECUÇÃO	49
10.6.1 Normas gerais de trabalho	49
10.6.2 Segurança preventiva	50
10.6.3 Especificações técnicas	51
10.6.3.1 Medição dos serviços executados	51
11 LOCALIZAÇÃO DO BOTA-FORA	53
12 CONCLUSÃO	55

CONTROLE DE REVISÕES

[illegible]

1 APRESENTAÇÃO

O município de Itajaí, bem como outros sediados na Bacia do Rio Itajaí, apresentam histórico de prejuízos materiais e humanos associados a episódios de inundações e alagamentos. Tais fenômenos possuem menor intensidade, porém maior frequência e infringem transtornos e prejuízos para a comunidade e infraestrutura pública.

Estes problemas são causados principalmente pela ineficiência do sistema de drenagem existente em escoar a água para o Rio Itajaí ou ao mar, associado à baixa quantidade de áreas permeáveis ou bacias de retenção em áreas urbanas.

Segundo o Atlas de Itajaí (2010), comparando as enchentes ocorridas no município nos anos de 1983, 1984, 2008 e 2011, grande parte do município foi tomado pelas inundações, sendo os bairros mais atingidos: Dom Bosco e Cidade Nova, São Judas, Salseiros e Cordeiros, sendo o último a localização do trecho em estudo.

Devido a isso, o estudo de modelagem hidrodinâmica e a determinação da cota de alagamento da região torna-se objeto essencial para a análise do problema e a tomada de providências para assegurar o escoamento das águas pluviais.

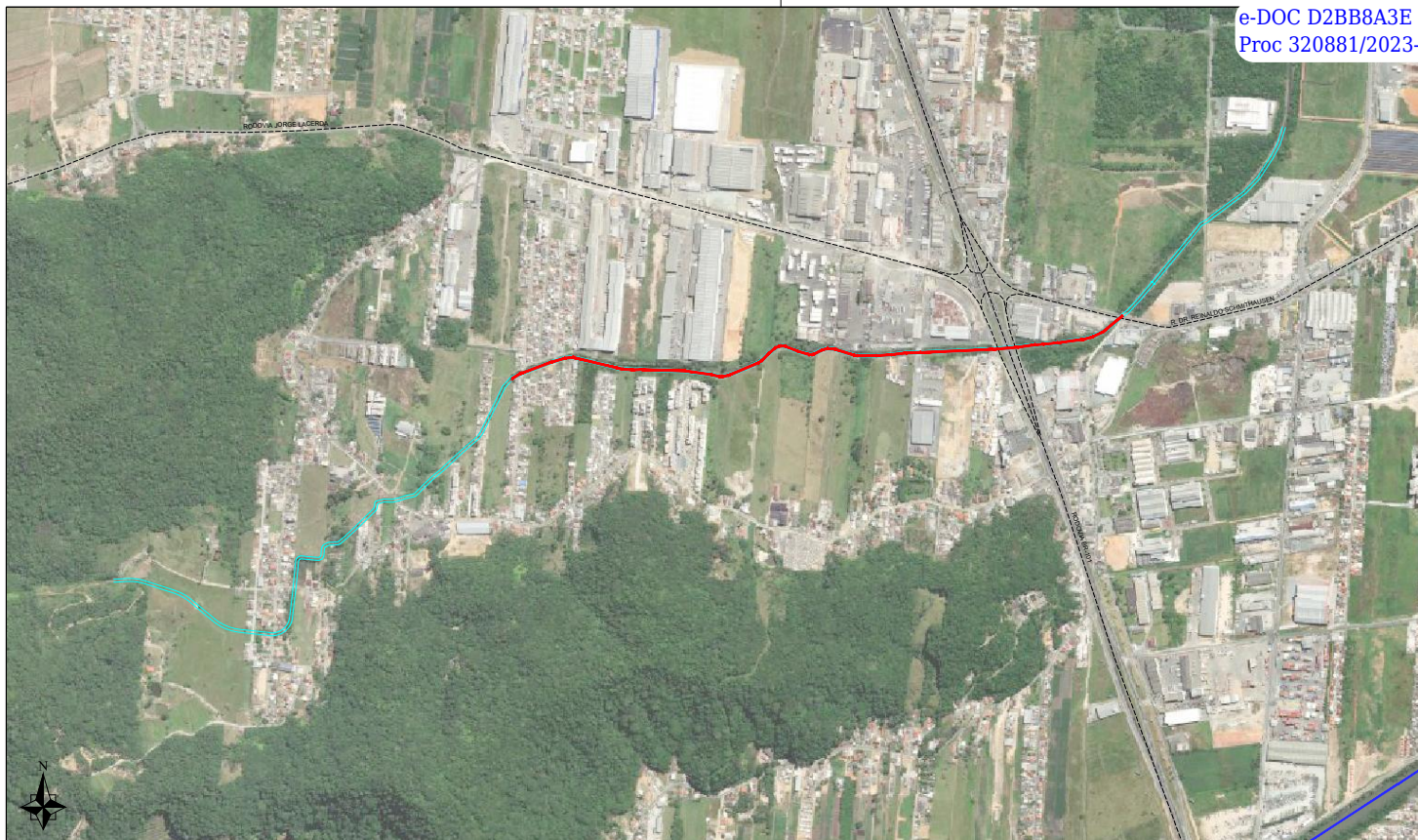
Segundo mapa de áreas atingidas por inundações em Itajaí, disponibilizado pela Defesa Civil no Sistema de Informações Geográficas de Itajaí (GeolItajaí), o trecho em estudo, localizado entre a Rua Irineu Maria e a Rua Dr. Reinaldo Schmithausen, no bairro Cordeiros, Itajaí/SC, encontra-se inserido na área atingida.





A suscetibilidade do trecho ao alagamento se deve ao fato deste ser percorrido pela calha do Ribeirão da Murta, conforme mapa de localização apresentado na página a seguir.

Logo, este estudo tem por objetivo analisar a suscetibilidade da região lindeira ao trecho a alagamentos, determinar uma cota de alagamento e propor medidas mitigatórias de acordo com a modelagem computacional, elaborada com auxílio do software **HEC-RAS**.

Na sequência, é apresentado o memorial descritivo referente ao Projeto de Drenagem Urbana elaborado para a Prefeitura Municipal de Itajaí com finalidade de detalhar as medidas mitigadoras desenvolvidas para o cenário de alagamento e inundação do bairro Cordeiros em Itajaí/SC.

Sendo assim, esse documento tem como finalidade orientar e definir elementos essenciais para a implantação do projeto desenvolvido a esse fim. A implantação deste projeto deverá ser acompanhada por um técnico habilitado.



 ambient ENGENHARIA E CONSULTORIA Rua Marquês de Olinda, 2795 - América CEP 89216-100 Joinville - SC ambient@ambient.srv.br (47) 3422-6164 CREA/SC 68.738-0	Mapa de localização		- Mapa de trechos - Áreas de contribuição	Folha 01/01	Legenda  Ribeirão da Murta  Trecho em estudo
	Endereço da Obra: Trecho Ribeirão da Murta entre a Rua Irineu Maria e Rua Dr. Reinaldo Schmitthausen		Responsável Técnico:  Eng. Eduardo Diego Orsi CREA/SC 145.007-8		
	Data: 07/2023	Escala: Indicada			
	Desenho: Amanda de Carvalho				
	Arquivo: LOC-UN-ITAJAI-RI01-001-MAP-RV01.dwg				
Nota: Direitos autorais protegidos pela lei 5.988 de 14/12/73. Fica vedada a reprodução, alteração, cópia total ou parcial, sem autorização expressa do autor					

2 IDENTIFICAÇÃO

2.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Tabela 1 - Dados do empreendedor

NOME	Prefeitura Municipal de Itajaí
CNPJ	83.102.277/0001-52
Endereço	R. Alberto Werner, 100 - Vila Operaria, Itajaí – SC

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

2.2 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Tabela 2 - Dados do terreno de estudo

ENDEREÇO	Trecho entre Rua Irineu Maria e Rua Dr. Reinaldo Schmithausen, bairro Cordeiros, Itajaí/SC
EXTENSÃO	2091,89 m

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

2.3 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA

Tabela 3 - Dados do responsável pelo estudo

EMPRESA CONSULTORA	AMBIENT Engenharia e Consultoria Ltda.
CNPJ	05.696.728/0001-13
REG. CREA / SC	68.738-0
ENDEREÇO	Rua Marquês de Olinda, 2795, Glória – Joinville/SC
CONTATO	(47) 3422 6164
RESPONSÁVEL	Eduardo Diego Orsi
GRADUAÇÃO	Engenheiro Civil
REG. CREA/SC	145.007-8

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

3 LOCALIZAÇÃO HIDROGRÁFICA

A Região hidrográfica do Vale do Itajaí (RH7), abrange área de duas bacias hidrográficas de Santa Catarina: a Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu e a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú. A Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu tem limites geográficos estabelecidos pelas configurações fisiológicas das Serras: Geral, Espigões, as Boa Vista, dos Faxinais, do Tijucas, da Moema e do Jaraguá, além do Oceano atlântico.

O maior curso d'água da bacia é o Rio Itajaí-Açu, formado pela junção dos rios Itajaí do Oeste e Itajaí do Sul. É dividida em 7 sub-bacias hidrográficas principais: Itajaí do Sul, Itajaí do Oeste, Itajaí do Norte, Benedito, Luiz Alves, Itajaí-Mirim e Itajaí-Açu, sendo o último em estudo.

O curso do rio Itajaí-Açu pode ser dividido em três principais segmentos: Alto Itajaí-Açu, Médio Itajaí-Açu e Baixo Itajaí-Açu. O município de Itajaí encontra-se na área do Baixo Itajaí-Açu, onde o rio recebe o aporte da bacia do Rio Itajaí-Mirim, passando então a se chamar somente Itajaí até a desembocadura no Oceano Atlântico, em um trecho de cerca de 80 km de extensão e área de 15.111 km². A região do Baixo do Itajaí é caracterizada pela grande extensão de planícies, grande causador das inundações na região.

Sendo um rio de ordem 9, o Itajaí-Açu é suprido por 54 rios e ribeirões, sendo os principais tributários no município de Itajaí os ribeirões Murta, Caetana e do Schneider, além do Rio Itajaí-Mirim. No projeto em questão, a requalificação ocorrerá no trecho do Ribeirão da Murta, entre a Rua Irineu Maria e Rua Dr. Reinaldo Schmithausen, no bairro Cordeiros.

Destaca-se que, para elaboração deste projeto, foram utilizadas restituições aerofotogramétricas da região para elaboração da superfície natural. Entretanto, para obtenção das cotas do fundo do canal e das galerias existentes, foi realizado levantamento topográfico. Além disso, as sondagens apresentadas foram realizadas próximas ao local de intervenção e disponibilizadas pela concessionária Autopista Litoral Sul. Porém, antes do início das obras, serão realizadas novas sondagens, de forma comprobatória.

4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

O presente estudo, tomou como base para a elaboração das modelagens, os dados de inundação contidos no Sistema de Informações Geográficas de Itajaí (Geoltajaí), base cartográfica da Restituição Aerofotogramétrica de 2020 da PMI, além de informações hidrológicas do município de Itajaí, contidas no Plano Municipal de Drenagem Manejo de Águas Pluviais de Itajaí.

O software utilizado para a elaboração da modelagem hidrodinâmica é o **HEC-RAS versão 6.3.1**, desenvolvido pelo departamento de engenharia do exército dos Estados Unidos.

Já para a determinação da vazão de escoamento superficial no Ribeirão da Murta, no trecho de análise, utilizou-se o Software ABC do Laboratório de Sistemas de Suporte às Decisões Hidráulicas do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

4.1 MODELAGEM HIDRODINÂMICA

O estudo hidrodinâmico para determinação da vazão de escoamento do curso hídrico utilizou o método do *Soil Conservation Service – SCS* apresenta uma metodologia para determinação da chuva efetiva incidente sobre uma Bacia Hidrográfica, baseada nas características pluviométricas locais.

Na elaboração do diagnóstico, se utilizou os dados do Método SCS (Condição de Umidade II), para a determinação do CN (número de curva) de acordo com as características do solo apontadas para a região no diagnóstico, bem como estimar o percentual de área impermeável.

A área da bacia do trecho em estudo considera a área de contribuição total do Ribeirão da Murta no trecho, possuindo área total de contribuição de 5,28 km² para a área em estudo.

4.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Por definição tempo de concentração (t_c) é o tempo necessário para que toda a bacia hidrográfica considerada contribua para o escoamento superficial da seção estudada. O tempo de concentração não é uma constante para uma dada área, mas varia com o estado do recobrimento vegetal, relevo, taxa de permeabilidade do solo e distribuição da chuva sobre a Bacia Hidrográfica.

Conforme dados apresentados na Tabela 4 abaixo, foi determinado para o Ribeirão da Murta, o tempo de concentração, calculado a partir da fórmula de Kerby, a qual possui a seguinte relação matemática:

$$t_c = 7,23 \cdot \left(\frac{L \cdot c}{S^{0,5}} \right)^{0,467}$$

Onde:

Tc = Tempo de Concentração da Bacia (horas);

L = Comprimento do talvegue (m);

c = rugosidade de retardo;

S = declividade (m/Km);

Tabela 4 - Características Fisiográficas dos leitos

Área de drenagem (km²)	5,28
Área impermeável (%)	30
Extensão (km)	2.091,89
Cota montante (m)	5,996
Cota jusante (m)	0,176
Declividade (m/km)	2,868
Tempo de concentração (h)	1,67

Fonte: ABC, 2023.

O tempo de concentração + 18min considera o tempo de acesso à rede de drenagem, ou seja, considera-se que as águas pluviais vão levar um tempo de 18min para ir desde os telhados e áreas internas até ingressar na rede de drenagem.

4.3 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

As características pluviométricas locais são representadas pelas relações entre intensidade de chuva, normalmente medida em mm/h, com sua duração mensurada em minutos, e sua probabilidade de retorno, estimado em percentagem ou em anos.

4.4 PERÍODO DE RETORNO

A escolha da tormenta de projeto para as obras de drenagem urbana deve considerar a natureza do local estudado. Para tanto, são levados em consideração os riscos envolvidos quanto à segurança da população e as perdas materiais.

A probabilidade de ocorrer, pelo menos, uma tormenta de período de retorno de “T” anos num período “N” de anos é obtida por uma distribuição binominal e expressa por:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

Onde:

T = Período de retorno da tormenta (anos);

N = Vida útil da obra (anos).

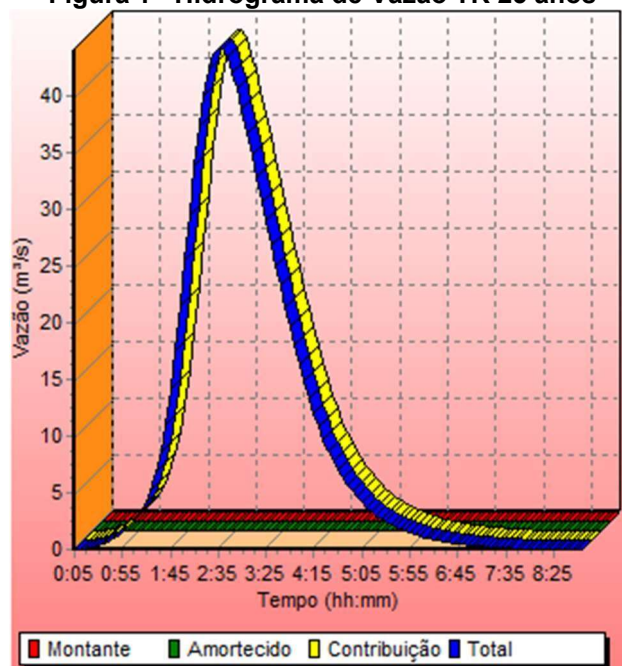
As dificuldades existentes na escolha do período de retorno levam a escolher valores aceitos pelo meio técnico. Essa escolha deve ser analisada com maior critério, principalmente nas grandes cidades, onde o grau de impermeabilização e a complexidade do sistema de drenagem são muito grandes, o que agrava as consequências das cheias. A Tabela 5 apresenta os períodos de retorno usualmente utilizados para cada tipo de obra.

Tabela 5 – Período de Retorno Convencionado.

Tipo de Obra	Tipo de Ocupação	T (anos)
Microdrenagem	Residencial	5
	Comercial	5-10
	Vias de tráfego expressas	10-25
	Terminais e áreas correlatadas	10-25
Macro drenagem	Áreas residenciais e comerciais	25-100
	Bacias de Detenção	
	Definição do volume útil	10-100
	Extravaso de emergência	100-500
	Pontes urbanas e rodoviárias	100

Para a elaboração deste laudo, será adotado um período de retorno de chuvas de 25 anos, a fim de se determinar a mancha de alagamento do imóvel e análise da capacidade de escoamento dos dispositivos de drenagem. A figura abaixo indica o hidrograma de vazão para o Ribeirão da Murta.

Figura 1 - Hidrograma de Vazão TR 25 anos



Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

A vazão é descrita na Tabela 6.

Tabela 6 – Vazões máximas para o Ribeirão da Murta

VAZÃO MÁXIMA	TR 25 anos
Q (m ³ /s)	44,17

Fonte: ABC, 2023.

5 MODELAGEM HIDRODINÂMICA

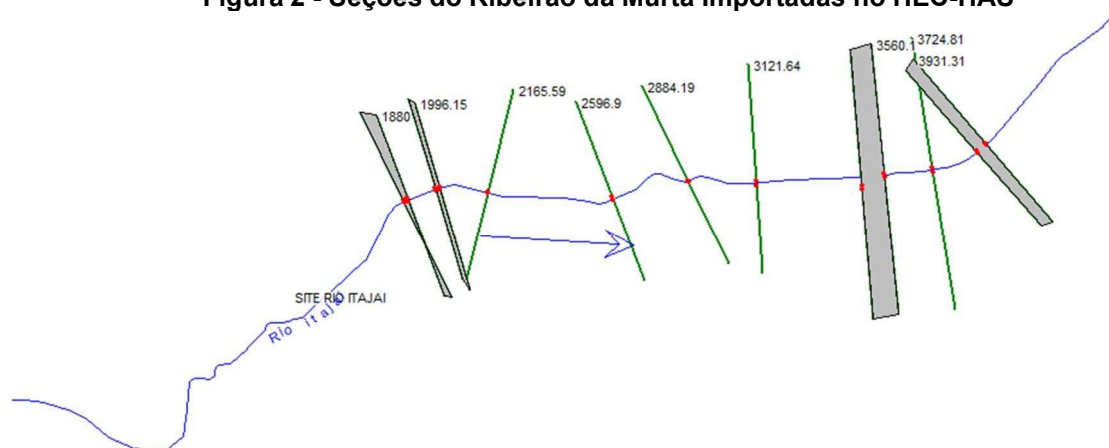
Com o objetivo de realizar a análise hidrodinâmica da região do entorno onde pretende-se instalar o empreendimento, utilizou-se o software **AUTOCAD CIVIL 3D** para processamento da topografia da região, utilizando o levantamento aerofotogramétrico de 2020 disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Itajaí, bem como levantamentos planialtimétricos adicionais.

Através do projeto AutoCAD Civil 3D, delimitou-se além da topografia da área de estudo, as seções transversais do trecho do Ribeirão da Murta, a fim de aferir as interferências de ambas as bacias na região.

O AutoCAD Civil 3D possui de maneira nativa, uma interface de exportação para o software HEC-HAS, que permite a importação dos perfis transversais do canal de escoamento, diretamente para o programa de modelagem.

A Figura 2 indica no módulo de “Geometric Data” do HEC-RAS a localização das seções transversais das hidrografias em estudo.

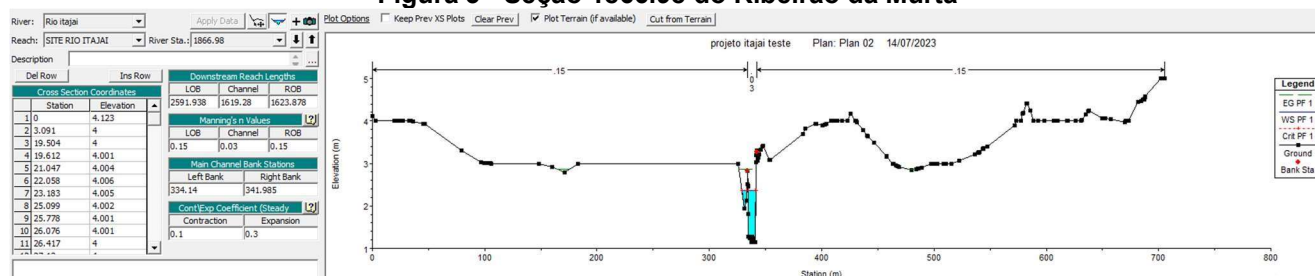
Figura 2 - Seções do Ribeirão da Murta Importadas no HEC-HAS



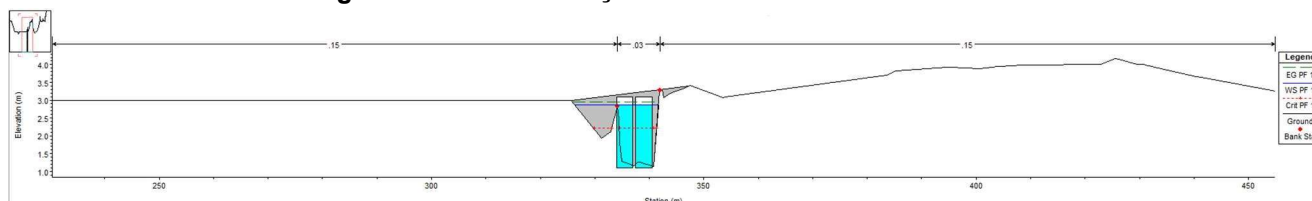
Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

A Figura 3 abaixo apresenta a seção 1866.98 do Ribeirão da Murta, seção inicial do estudo e a Figura 4, representa a travessia com galeria, conforme cenário atual.

Figura 3 - Seção 1866.98 do Ribeirão da Murta

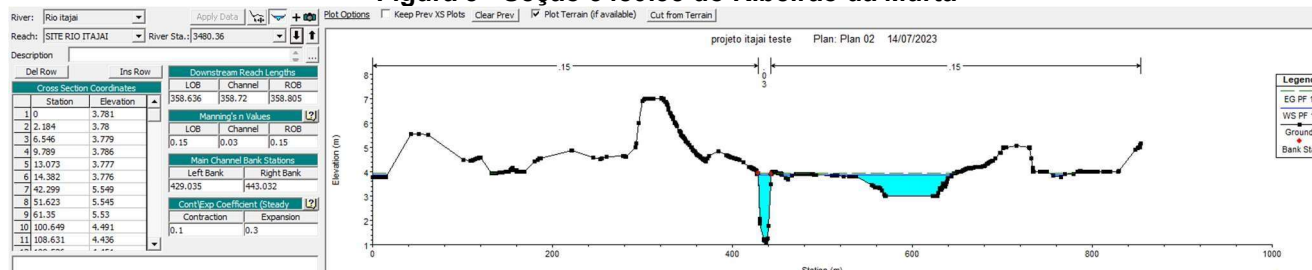


Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

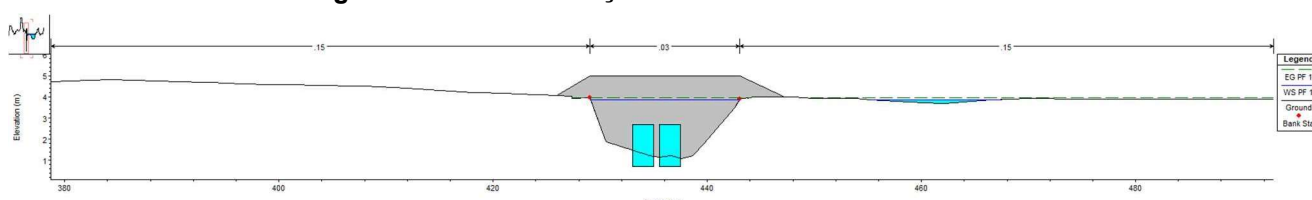
Figura 4 - Travessia seção 1866.98 do Ribeirão da Murta


Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

Já a Figura 5, apresenta a seção 3480.35 do Ribeirão da Murta, seção que antecede a travessia da BR-101, que cruza sobre o canal e a Figura 6 apresenta a travessia com galerias na mesma seção, apresentando o cenário atual.

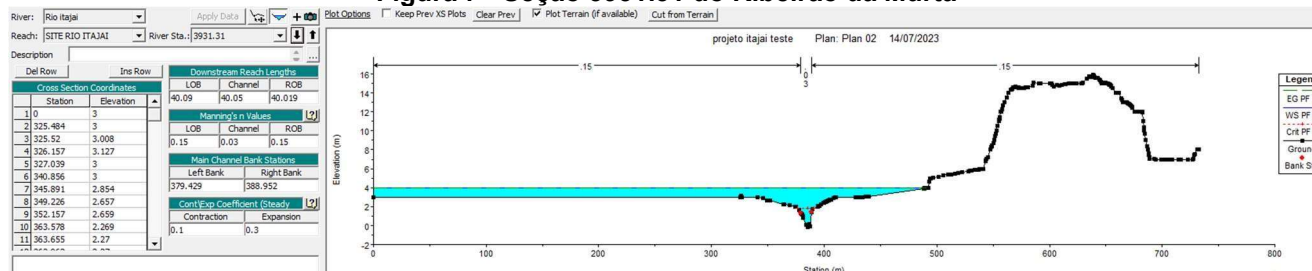
Figura 5 - Seção 3480.35 do Ribeirão da Murta


Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

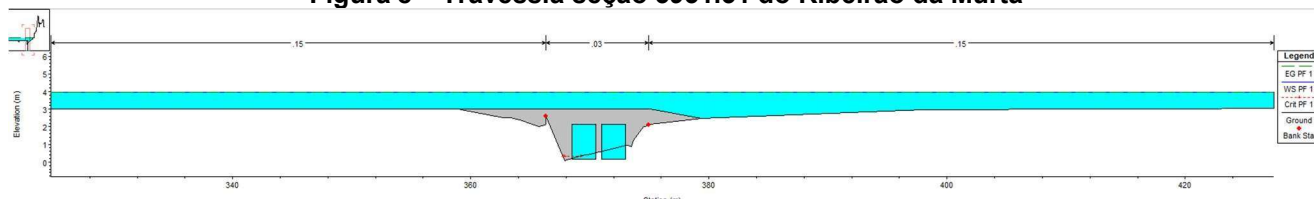
Figura 6 – Travessia seção 3480.35 do Ribeirão da Murta


Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

Por fim, a Figura 7 abaixo apresenta a seção 3931.31 do Ribeirão da Murta, seção final do trecho em estudo e a Figura 8 apresenta a travessia com galerias, representando o cenário atual.

Figura 7 - Seção 3931.31 do Ribeirão da Murta


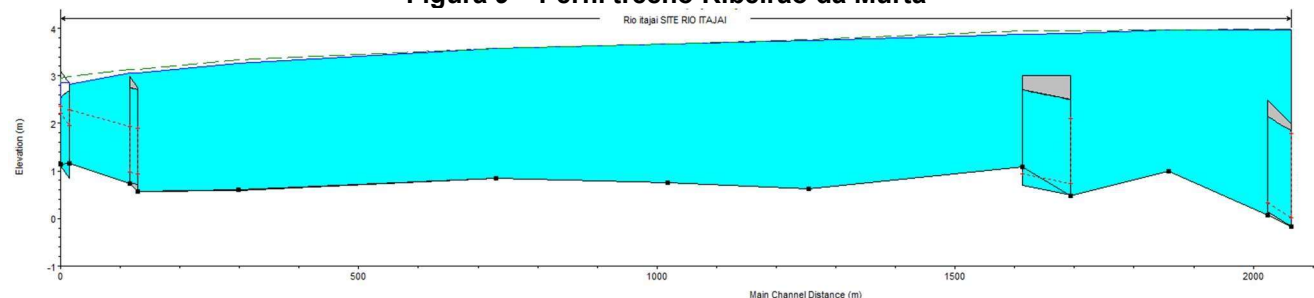
Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

Figura 8 – Travessia seção 3931.31 do Ribeirão da Murta


Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

Além das seções transversais, é possível representar o perfil do trecho em análise, conforme Figura 9 abaixo, iniciando na seção 1866.98 na esquerda e finalizando na seção 3931.31 na direita. O perfil também apresenta as áreas de travessias com galerias já existentes.

Com isso, é possível identificar que as cotas de fundo do canal possuem diversas irregularidades quanto a topografia, indicando por vezes o assoreamento de algumas áreas do canal, além da baixa declividade no trecho, onde as cotas de fundo do canal variam de 1,13m a 0,5m, tendo esse uma declividade de 2,868 m/km.

Figura 9 – Perfil trecho Ribeirão da Murta


Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

As condições de contorno configuradas para o Ribeirão da Murta seguiram o hidrograma de vazões apresentados neste laudo e consideraram a existência de travessias com galerias existentes.


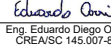
5.1 DIAGNÓSTICO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Através das simulações hidrodinâmicas do software *HEC-RAS*, têm-se que a calha do Ribeirão da Murta, no ponto a jusante ocupa cota de 3,98 m para do hidrograma de vazões dimensionado.

Com essa condição de escoamento do Ribeirão da Murta, têm-se a seguinte Mancha de Inundação na região, apresentada na página a seguir.

É possível observar que em função da vazão de escoamento do Ribeirão da Murta, a região já é impactada por cheias com tempo de recorrência de 25 anos.



 ambient <small>ENGENHARIA E CONSULTORIA</small> Rua Marquês de Olinda, 2795 - América CEP 89216-100 Joinville - SC ambient@ambient.srv.br (47) 3422-6164 CREA/SC 68.738-0	Mapa de Alagamento		- Mancha de alagamento cenário atual	Folha	Legenda	
	Endereço da Obra: Trecho Ribeirão da Murta entre a Rua Irineu Maria e Rua Dr. Reinaldo Schmithausen			01/01	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: blue; margin-right: 5px;"></div> Mancha de alagamento (3,98m) </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: lightblue; margin-right: 5px;"></div> Ribeirão da Murta </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> Trecho em estudo </div>	
	Data: 07/2023	Escala: Indicada	Responsável Técnico:		<small>Nota: Direitos autorais protegidos pela lei 5.988 de 14/12/73. Fica vedada a reprodução, alteração, cópia total ou parcial, sem autorização expressa do autor</small>	
	Desenho: Amanda de Carvalho		 Eng. Eduardo Diego Orsi CREA/SC 145.007-8			
	Arquivo: ALG-UN-ITAJAI-RI01-001-MAP-RV00.dwg					

As cotas de alagamento do período de 25 anos para o Ribeirão da Murta é descrita na Tabela 7.

Tabela 7 – Cotas de alagamento TR 25 anos

Cota	Ribeirão da Murta
Cota (m)	3,98

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

6 MEDIDAS MITIGADORAS

Através dos dados levantados pelo estudo, percebeu-se a necessidade da implantação de medidas mitigadoras para reduzir os impactos decorrentes do alagamento da região para um tempo de retorno de 25 anos.

Analisando o perfil do trecho, apresentado pela Figura 9, as cotas de fundo do canal apresentam grandes irregularidades que influenciam no escoamento das águas pluviais, afetando diretamente as inundações na região. Além disso, através de verificações, foi possível constatar que a vazão que escoar pela galeria existente na seção 3480.36, na travessia da BR-101 é inferior a vazão encontrada para a bacia de contribuição. Desta forma, é necessária a realização de intervenções para que a área de vazão na seção seja suficiente.

Considerando a regularização do leito do Ribeirão da Murta no trecho analisado, o aumento de seções livres e área de vazão nas travessias presentes na seção 3480.36 (BR-101) e 3891.26 (Rua Dr. Reinaldo Schmithausen), conforme apresentado no projeto de drenagem, é possível simular a cota de alagamento da região com essas condicionantes de forma a verificar a eficácia da solução adotada.

O dimensionamento das galerias adicionais nas travessias da BR-101 e da Rua Dr. Reinaldo Schmithausen, bem como as dimensões das calhas do canal por trechos, é apresentado detalhadamente no memorial de cálculo do projeto de drenagem.

Visto que a seção crítica do trecho se encontra na travessia da BR-101, estas dimensões foram utilizadas para a verificação da cota de alagamento pós-intervenções. A Tabela 8 abaixo apresenta os dados considerados na análise

Tabela 8 – Dados análise de verificação

n (tabelado)	0,10
Cota montante (m)	1,13
Cota jusante (m)	0,50
Comprimento trecho (m)	2.091,89
Declividade (m/m)	0,002868
$\alpha 1$ (°)	14,03
$\alpha 2$ (°)	14,73
b (m)	10,50
Q_{bacia} (m³/s)	45,00

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.

Através de processos iterativos, foi possível estimar a cota de alagamento para a seção crítica no ponto final do trecho, conforme Mapa de Inundação apresentado na próxima página. A cota

estimada com as intervenções apresentadas traz significativas mudanças no nível de alagamento da região, considerando a atual morfologia, a magnitude dos impactos socioeconômicos e físicos da região.






A Tabela 9 apresenta a cota de alagamento estimada para o trecho com um tempo de retorno de 25 anos, considerando as intervenções propostas no estudo.

Tabela 9 – Cotas de alagamento TR 25 anos com intervenções

Cota	Ribeirão da Murta
Cota (m)	2,72

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria, 2023.



 ambient <small>ENGENHARIA E CONSULTORIA</small> Rua Marquês de Olinda, 2795 - América CEP 89216-100 Joinville - SC ambient@ambient.srv.br (47) 3422-6164 CREA/SC 68.738-0	Mapa de Alagamento		- Mancha de alagamento estimada pós intervenções	Folha 01/01	Legenda  Mancha de alagamento (2,70m)  Ribeirão da Murta  Trecho em estudo
	Endereço da Obra: Trecho Ribeirão da Murta entre a Rua Irineu Maria e Rua Dr. Reinaldo Schmithausen				
	Data: 07/2023	Escala: Indicada	Responsável Técnico:  Eng. Eduardo Diego Orsi CREA/SC 145.007-8		
	Desenho: Amanda de Carvalho		Arquivo: ALG-UN-ITAJAI-RI01-002-MAP-RV00.dwg		

Nota: Direitos autorais protegidos pela lei 5.988 de 14/12/73. Fica vedada a reprodução, alteração, cópia total ou parcial, sem autorização expressa do autor

Embasando-se em dados do diagnóstico do Plano Municipal de Drenagem Manejo de Águas Pluviais de Itajaí e apresentada na Mancha de Alagamento do entorno do trecho em estudo, encontrou-se a cota de alagamento de 3,98m, para um período de retorno igual a 25 anos.

Com os dados simulados no HEC-RAS e o levantamento planialtimétrico da região, percebeu-se a necessidade de regularização do fundo do canal e a necessidade do aumento da área livre e área de vazão nas galerias existentes nas travessias da BR-101 e Rua Dr. Reinaldo Schmithausen que cruzam o canal. Desta forma, faz-se necessária a implantação de medidas mitigadoras propostas no projeto de drenagem, de forma a reduzir os impactos de inundações provenientes das águas do Ribeirão da Murta, no período de retorno estudado.

Sendo assim, adotadas as medidas propostas, referentes a regularização do fundo do canal, alargamento da seção livre e da área de vazão nas travessias citadas, verifica-se que as medidas mitigadoras garantirão a redução dos impactos relativos às cheias na região lindeira ao trecho em estudo no período de retorno estipulado.

7 DIMENSIONAMENTO DO CANAL

Com base nos dados obtidos anteriormente, realizou-se o dimensionamento da largura necessária do canal para que este tenha capacidade de atender a vazão de contribuição da bacia.

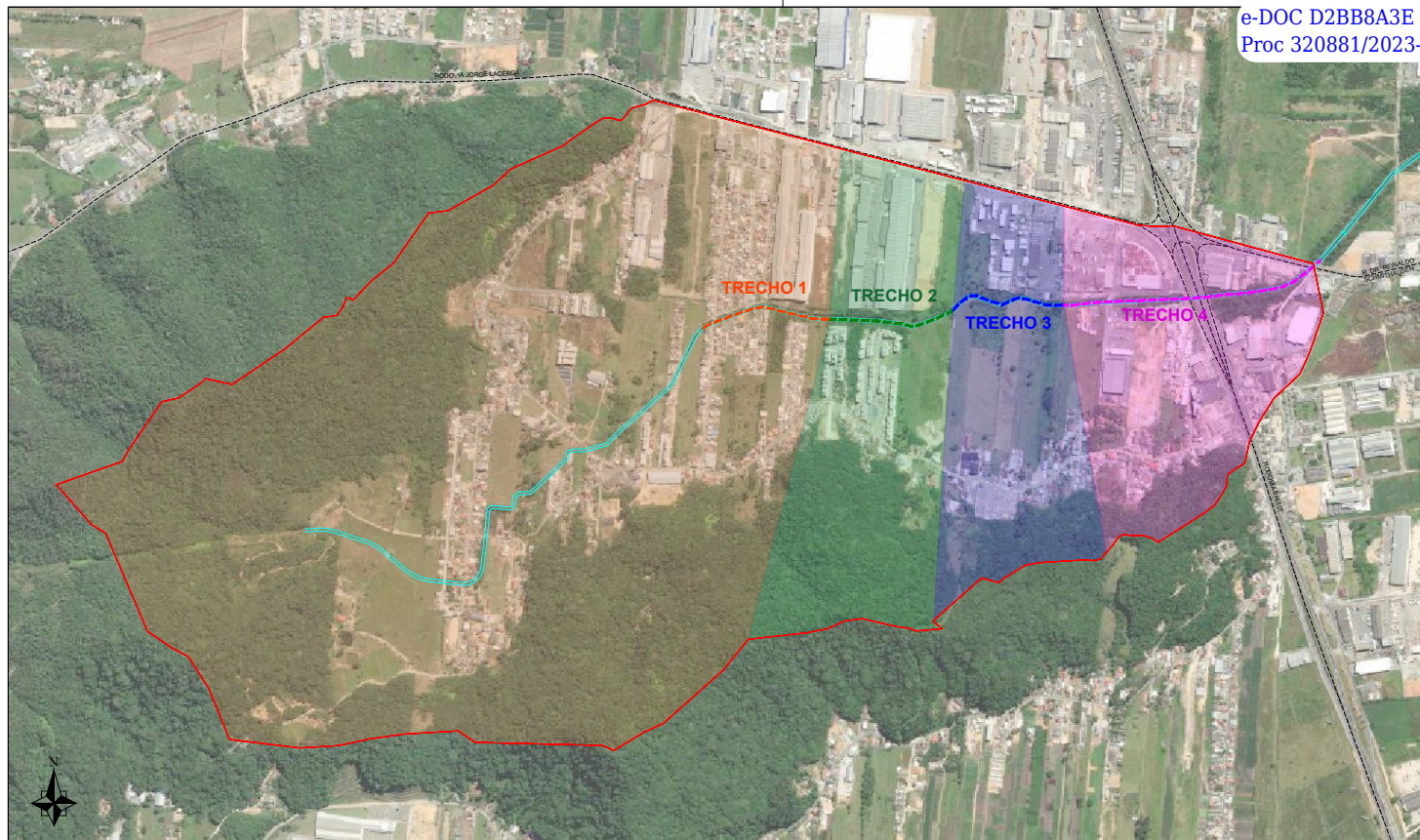
A bacia hidrográfica possui 5,28 km², conforme mostrado no **Mapa de Bacia de Contribuição**. Para facilitar a execução em campo, optou-se pela otimização das seções transversais. Sendo assim, o canal em estudo foi dividido em 4 trechos, para os quais determinou-se a largura necessária. Os comprimentos dos trechos analisados são apresentados na Tabela 10 abaixo.





Tabela 10 – Extensão trechos de análise

Trecho	TRECHO 1	TRECHO 2	TRECHO 3	TRECHO 4
Extensão (m)	432,33	412,72	397,67	873,30

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria LTDA, 2023.

Os trechos foram divididos conforme mapa apresentado na página a seguir.



 Rua Marquês de Olinda, 2795 - América CEP 89216-100 Joinville - SC ambient@ambient.srv.br (47) 3422-6164 CREA/SC 68.738-0	Mapa de bacia de contribuição Endereço da Obra: Trecho Ribeirão da Murta entre a Rua Irineu Maria e Rua Dr. Reinaldo Schmithausen		- Mapa de trechos - Áreas de contribuição	Folha 01/01	Legenda  Área de contribuição total  Ribeirão da Murta
	Data: 07/2023	Escala: Indicada	Responsável Técnico:  Eng. Eduardo Diego Orsi CREA/SC 145.007-8		
	Desenho: Amanda de Carvalho				
	Arquivo: LDO-UN-ITAJAI-RI01-001-MAP-RV01.dwg				
Nota: Direitos autorais protegidos pela lei 5.988 de 14/12/73. Fica vedada a reprodução, alteração, cópia total ou parcial, sem autorização expressa do autor.					

Para o dimensionamento da seção transversal do canal, foram utilizados os dados obtidos do estudo hidrológico com modelagem hidrodinâmica no trecho em questão.

Através do levantamento aerofotogramétrico de 2020 disponibilizado no Sistema de Informações Geográficas de Itajaí (Geoltajaí) e por levantamentos planialtimétricos adicionais, foi possível perceber que a topografia atual do canal possui diversas irregularidades tanto nas seções transversais quanto no perfil longitudinal, que influenciam na inundação das regiões lindeiras. Tanto as irregularidades na topografia do leito quanto a incapacidade de escoamento das seções atuais justificam a necessidade da regularização do canal.

O método de dimensionamento leva em consideração dados como a largura do leito do canal, área hidráulica, raio hidráulico, vazão e altura da lâmina d'água.

De forma a dimensionar o canal mais eficientemente, as áreas de contribuição foram seccionadas por trecho, conforme apresentado no mapa de trechos. Considerando a vazão total de projeto estimada no estudo hidrológico, tem-se as áreas de contribuição ponderadas por trecho, conforme apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 – Áreas de contribuição ponderadas por trecho

Trecho	TRECHO 1	TRECHO 2	TRECHO 3	TRECHO 4
Área de contribuição (km²)	3,55	0,71	0,51	0,50

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria LTDA, 2023.

Com os dados da área de contribuição, é possível estimar as vazões ponderadas por trecho, utilizando o método racional, definida pela equação abaixo.

$$Q_p = K \cdot \frac{C \cdot i_{t,T} \cdot A}{60.000}$$

Sendo:

Q_p - Vazão de pico (m³/s);

C - Coeficiente de Escoamento;

$i_{t,T}$ - Intensidade média da chuva para uma duração t e um tempo de retorno T (mm/min);

A - Área da bacia hidrográfica (m²).

K - O fator de correção de distribuição das chuvas sendo igual a 1 para bacias menores que 1 km² e $n = A^{-0,1}$ para bacias entre 1km² e 4km²;

Como os trechos 2, 3 e 4 possuem área de contribuição inferiores à 1km², segundo recomendações do Manual de Hidrologia do DNIT (2005) e de outros autores, pode-se utilizar sem

perda de eficiência na estimativa das cargas das bacias. Para o trecho 1, deve-se considerar a perda de eficiência na estimativa das cargas das bacias.

O coeficiente “C” é, sobretudo, função do uso do solo, podendo-se igualmente fazer intervir em seu cálculo outras variáveis tais como: o tipo de solo, declividade da bacia hidrográfica, intensidade da precipitação e o tempo de retorno na precipitação.

Para a situação atual da região lindeira ao trecho em estudo, será considerado um coeficiente “C” no valor de **0,50**, por se tratar de uma superfície mediantemente antropizada, com área parcialmente impermeáveis.

A intensidade da precipitação é obtida diretamente por meio da equação de chuvas intensas, do tipo IDF, para a duração do evento igual ao tempo de concentração da bacia e segundo o tempo de retorno adotado em projeto.

A vazão estimada por trecho é apresentada na Tabela 12 abaixo.

Tabela 12 – Vazão ponderada de projeto por trecho

Trecho	TRECHO 1	TRECHO 2	TRECHO 3	TRECHO 4
Q proj (m³/s)	30,8	36,20	41,1	45,3

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria LTDA, 2023.

Em posse das vazões ponderadas por trecho, considerando a geometria da calha do canal sendo trapezoidal, que os taludes laterais seguem uma proporção de 1V:1H e a altura da lâmina d’água de 2m, pode-se dimensionar a largura do leito do canal para cada trecho conforme equações abaixo.

$$Q_{\text{proj}} = \frac{A \times R h^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{d}}{n}$$

$$A = \frac{y \times (b + (2 \times z \times y))}{2}$$

Onde:

n= Coeficiente de escoamento (tabelado);

b= Largura do leito do canal no trecho;

y= Altura da lâmina d’água;

A= Área hidráulica;

Rh= Raio hidráulico;

A Tabela 13 apresenta os dados utilizados para o dimensionamento da largura do leito.

Tabela 13 – Dados utilizados para dimensionamento da largura do leito

Trecho	TRECHO 1	TRECHO 2	TRECHO 3	TRECHO 4
n	0,03	0,03	0,03	0,03
y (m)	2,00	2,00	2,00	2,00
A (m ²)	18,00	20,60	23,00	25,00
Rh (m)	1,42	1,48	1,52	1,55

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria LTDA, 2023.

Desta forma, a largura do leito necessária para a condição estabelecida e cada trecho é apresentada na Tabela 14.

Tabela 14 – Largura do leito por trecho

Trecho	TRECHO 1	TRECHO 2	TRECHO 3	TRECHO 4
Largura leito (m)	7,00	8,30	9,50	10,50

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria LTDA, 2023.

8 GALERIAS

8.1 GALERIAS BR-101

A fim de mitigar os impactos no sistema de transporte e logísticas de Itajaí, as intervenções realizadas na travessia da BR-101 devem ser executadas através de métodos não destrutivos.

Os métodos não destrutivos são definidos como métodos, equipamentos e materiais utilizados na construção, recuperação, substituição, locação e detecção de vazamentos de infraestruturas subterrâneas com pouca ou nenhuma escavação superficial e baixa influência no tráfego, comércio e atividades locais.

Sendo assim, a implantação das galerias projetadas na travessia da BR-101 deve ser feita pelo método *Tunnel Liner*, cuja execução é realizada simultaneamente em segmentos e quando montadas formam uma estrutura monolítica. Deverão apresentar revestimento interno em concreto projetado, a fim de otimizar o escoamento, e diâmetro interno de 1,80m.

8.1.1 Dimensionamento da galeria

Conforme determinado no estudo hidrológico, a vazão de contribuição do trecho que deságua na travessia da BR-101 é de 43,9 m³/s. Sendo assim, é possível verificar se as galerias propostas atendem a área da bacia de contribuição de drenagem.

A vazão de projeto é dada pela fórmula de Manning:

$$Q_{\text{proj}} = \frac{A \times Rh^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{d}}{n}$$

Onde:

n= Coeficiente de escoamento (tabelado);

b= Largura do leito do canal no trecho;

y= Altura da lâmina d'água;

A= Área hidráulica;

Rh= Raio hidráulico;

Como área hidráulica é levada em consideração a área composta pelas galerias existentes, de dimensões 2,00x2,00m e as tubulações projetadas de diâmetro 1,80m. A declividade é dada pela relação entre a diferença de cotas da entrada e saída da travessia e seu comprimento, sendo de 0,25% para a tubulação projetada e 0,87% para a galeria existente. Já o coeficiente de Manning é

considerado 0,013 para tubos e concreto pré-moldados e 0,015 para revestimentos de concreto moldado in loco.

Ressalta-se que as galerias de Ø1,80m terão revestimento de concreto projetado de 5cm de espessura. Sendo assim, o diâmetro útil será de 1,70m, valor utilizado para dimensionamento da vazão de projeto.

Tabela 15 – Dimensionamento travessia BR-101

Dimensão	Área molhada A (m²)	Raio hidráulico Rh (m)	Declividade d (m/m)	Coef. Manning n	Vazão de projeto Qproj (m³/s)
2 galerias 2,00 x 2,00m	4,00	0,50	0,0087	0,013	36,26
2 tubos Ø1,80m*	2,27	0,43	0,0025	0,015	8,55
Qproj total					44,81
*: revestimento concreto projetado de 5cm (Øefetivo=1,70m)					

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria LTDA, 2023.

A partir do dimensionamento apresentado, pode-se concluir que as tubulações têm capacidade para atender a vazão de contribuição da bacia hidrográfica.

8.2 GALERIAS RUA DR. REINALDO SCHMITHAUSEN

As intervenções realizadas na travessia da Rua Dr. Reinaldo Schmithausen serão realizadas com método de escavação convencional. As obras serão realizadas em duas etapas, sendo a primeira nas faixas no sentido de quem entra no município e a segunda etapa nas faixas no sentido de quem deixa o município. Deve-se atentar ao projeto de sinalização viária provisória.

Após a devida interdição do sentido a ser executado, deverá ser feita a retirada do pavimento existente somente na área interditada. Então, inicia-se a escavação da vala até a cota desejada das galerias, conforme previsto no projeto de drenagem. Os taludes laterais provisórios devem cumprir inclinação de 1H:1V.

Deve ser executada uma camada de rachão de 30cm e acima, uma cada de 15cm de brita graduada simples (BGS), antes do assentamento das galerias. As estruturas devem ter dimensões de 2m x 2m, executadas em concreto armado, locadas conforme projeto de drenagem.

Após a execução do assentamento das galerias, deve-se proceder com o reaterro da área. Nessa etapa, é necessário atentar-se a qualidade do material escavado e verificar sua possibilidade de utilização. O material de reaterro não poderá conter resíduos da pavimentação existente nem matéria orgânica e deve apresentar características semelhantes ao solo adjacente. O reaterro deve ser realizado em camadas de 30 cm com equipamento compatível ao tipo de solo.

Por fim, a via interditada deve ser repavimentada para então a liberação da área.

A segunda etapa somente deve ser iniciada após o término completo da primeira etapa e a região esteja apta a receber o fluxo de veículos anteriormente existente.

8.2.1 Dimensionamento da galeria

Já para a travessia existente na Rua Dr. Reinaldo Schmithausen, a vazão de contribuição do trecho é de 45,3 m³/s. Sendo assim, é possível verificar se as galerias propostas atendem a área da bacia de contribuição de drenagem.

Nesse caso, a área hidráulica corresponde às áreas das galerias existentes, de dimensões 2,00x2,00m e as galerias projetadas de mesma dimensão. A declividade é dada pela relação entre a diferença de cotas da entrada e saída da travessia e seu comprimento, sendo de 0,80%. Já o coeficiente de Manning é considerado 0,013.

Tabela 16 – Dimensionamento travessia Rua Dr Reinaldo Schmithausen

Dimensão	Área molhada A (m ²)	Raio hidráulico Rh (m)	Declividade d (m/m)	Coef. Manning n	Vazão de projeto Qproj (m ³ /s)
4 galerias 2,00 x 2,00m	4,00	0,50	0,0025	0,013	69,35
Qproj total					69,35

Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria LTDA, 2023.

A partir do dimensionamento apresentado, pode-se concluir que as tubulações têm capacidade para atender a vazão de contribuição de toda a bacia hidrográfica.

9 RELATÓRIO DE SONDAGEM SPT

Assim como todas as obras subterrâneas, a execução do método não destrutivo do tipo Tunnel Liner também requer a realização prévia de sondagens e informações a respeito do solo local, para nortear, principalmente, quanto a escolha do tipo de escoramento do túnel.


A seguir são apresentadas sondagens preliminares realizadas próximas ao local de intervenção e disponibilizadas pela concessionária Autopista Litoral Sul. Destaca-se que, antes do início das obras, serão realizadas novas sondagens, de forma comprobatória.

Tabela 17 – Localização pontos de sondagem preliminar

Ponto	Coordenada E	Coordenada N
SM-116S03	726.367,51	7.023.527,76
SP-117S10B	726.358,65	7.023.552,82

Fonte: Adaptado de Autopista Litoral Sul, 2017.

A partir da observação dos relatórios de sondagem, denota-se que o solo da área é predominantemente composto por argila de consistência mole a muito mole. Por conta disso, é imprescindível a previsão de enfilagens, cujas características estão especificadas adiante neste memorial e nas pranchas de projeto.

PERFIL INDIVIDUAL SONDAGEM MISTA			CLIENTE: Arteris - Engeti			COTA: 4,992		INC: VERTICAL*		DATA: 08/08/18					
SM-116S03			OBRA: Navegantes - Itajaí			COORDENADAS		DIR: 01/07/18		FOLHA: 01 / 02					
			LOCAL: BR101 km 117+300			N: 7.023.527,7600		INICIO: 01/07/18		REVISÃO: 00					
						E: 726.367,5078		TERMINO: 03/07/18		RESP. TÊC.: Gustavo Cavalli Ciotto					
						FUSO:		REF.:		CREA 5062056824					
ESCALA -	DIÂMETRO DO FURO	REVESTIMENTO / NA	PROFUNDIDADE DAS CAMADAS	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DO MATERIAL (análise tátil-visual)	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DAS MANOBRAS	CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS DESCONTINUIDADES	SOLO RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO 30 cm FINAIS 30 cm INICIAIS	ROCHAS % DE RECUPERAÇÃO	SPT Nº DE GOLPES INICIAIS FINAIS	TORQUE	RECUPERAÇÃO DE TESTEMUNHOS % R.Q.D.	GRAU DE ALTERAÇÃO	GRAU DE FRATURAMENTO	GRAU DE COERÊNCIA
			0,20	Argila arenosa (areia fina) com detritos vegetais (raízes, marrom escura, (ATERRO))						4	4	-			
			2,58	Argila siltoarenosa (areia fina a media), com pedregulhos finos a médios esparsos, marrom escura, muito mole a mole, (ATERRO).						2 47	1 21	-			
			2,80	Argila siltosa, com matéria orgânica disseminada, muito plástica, preta, muito mole, (SEDIMENTO FLUVIO MARINHO)						1 50	-	-			
			6,00	Argila arenosa (areia fina a media), com pedregulhos finos esparsos, plástica, cinza escura, muito mole a mole, (SEDIMENTO FLUVIO MARINHO)						P 54	-	-			
										P 48	-	-			
										1 36	2 37	-			
										1 47	1	-			
										2 55	1 15	-			
										4 31	5 32	-			
										2 49	1 19	-			
										1 54	1 18	-			
										1 47	1 17	-			
										2 47	1 21	-			
			14,00	Argila siltosa, muito plástica, marrom e cinza, muito mole a mole, (SEDIMENTO FLUVIO MARINHO)						2 37	2	-			
										2 32	2 32	-			
										2 34	2	-			
			17,00	Argila siltosa, pouco arenosa (areia fina a media), com pedregulhos finos, cinza, muito mole, (SEDIMENTO F. MARINHO)						2 33	2 26	-			
			17,50	Areia fina a media argilosa, com pedregulhos finos esparsos, marrom escura, (SEDIMENTO FLUVIO MARINHO)						5	5	-			
			18,00	Areia fina e media argilosa, com pedregulhos finos esparsos, marrom e amarela, pouco compacta, (SEDIMENTO FLUVIO MARINHO)						5	6	-			
			20,00							5	7	-			
OBSERVAÇÕES: P = Corresponde a penetração do amostrador apenas com o apoio da cabeça de bater.															
<div><div></div><div><p>GRAU DE ALTERAÇÃO — A1 - ROCHA SÁ • A2 - ROCHA ALTERADA DURA • A3 - ROCHA ALTERADA MOLE • A4 - SOLO DE ALTERAÇÃO</p><p>GRAU DE COERÊNCIA — C1 - MUITO RESISTENTE • C2 - RESISTENTE • C3 - MEDIANAMENTE RESISTENTE • C4 - ROCHA BRANDA • C5 - MUITO BRANDA</p><p>GRAU DE RQD — D1 - 75 A 100 - BOA/EXCEL. • D2 - 50 A 75 - REGULAR • D3 - 25 A 50 - POBRE • D4 - 0 A 25 - MUITO POBRE</p><p>GRAU DE FRATURAMENTO — F1 - MUITO POUCO • F2 - POUCO FRATURADA • F3 - MEDIANA FRATURADA • F4 - MUITO FRATURADA 11-20 • F5 - EXTREMAMENTE FRATURADA >20</p><p>ORIENT. DESCONTINUIDADES — H - HORIZONTAL • SH - SUB HORIZONTAL (1° a 25°) • I - INCLINADA (26° a 70°) • SV - SUBVERTICAL (71° a 90°)</p><p>CARACT. DESCONTINUIDADES — P - PLANA • R - RUGOSA • E - ESTRADA • S - SEDOSAS • O - ONDADA</p><p>N.A. N.F.E. — NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO</p></div></div>															
Rua Flôr de Ióê, 45 - São Paulo - SP, CEP 04060-070 - E-mail: comercial@gecoring.com.br - Fone: 11 4268-1406 - 11 97652-1923															

PERFIL INDIVIDUAL SONDAGEM MISTA SM-116S03				CLIENTE: Arteris - Engeti OBRA: Navegantes - Itajaí LOCAL: BR101 km 117+300		COTA: 4,992 COORDENADAS N: 7.023.527,7600 E: 726.367,5078 FUSO:		INC: VERTICAL* DIR.: INÍCIO: 01/07/18 TÉRMINO: 03/07/18 REF.:		DATA: FOLHA: 02 / 02 REVISÃO: 00 RESP. TÊC.: Gustavo Cavali Ciotto CREA 5062055824				
ESCALA -	DIÂMETRO DO FURO	REVESTIMENTO / NA	PROFUNDIDADE DAS CAMADAS	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DO MATERIAL (análise tátil-visual)	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DAS MANOBRAS	CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS DESCONTINUIDADES	SOLO RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO 30 cm FINAIS 30 cm INICIAIS ROCHAS % DE RECUPERAÇÃO	SPT Nº DE GOLPES INICIAIS FINAIS	TORQUE	RECUPERAÇÃO DE TESTEMUNHOS % R.Q.D.	GRAU DE ALTERAÇÃO	GRAU DE FRATURAMENTO	GRAU DE COERÊNCIA
				Areia fina e média argilosa, com pedregulhos finos esparsos, marrom e amarela, pouco compacta. (SEDIMENTO FLUVIO MARINHO)					5	7	-			
				31					31					
				4					4					
				5					7					
				8					11					
				8					12					
				9					12					
				8					11					
				9					12					
				19					20					
50	30													
25	10													
50	25													
21	6													
45	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
45	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

OBSERVAÇÕES:

GRAU DE ALTERAÇÃO A1 - ROCHA Sã • A2 - ROCHA ALTERADA DURA • A3 - ROCHA ALTERADA MOLE • A4 - SOLO DE ALTERAÇÃO
GRAU DE COERÊNCIA C1 - MUITO RESISTENTE • C2 - RESISTENTE • C3 - MEDIANAMENTE RESISTENTE • C4 - ROCHA BRANCA • C5 - MUITO BRANCA
GRAU DE RQD D1 - 75 A 100 - BOA EXCEL. • D2 - 50 A 75 - REGULAR • D3 - 25 A 50 - POBRE • D4 - 0 A 25 - MUITO POBRE
GRAU DE FRATURAMENTO F1 - MUITO POUCO • F2 - POUCO FRATURADA • F3 - MEDIANA FRATURADA • F4 - MUITO FRATURADA 11-20 • F5 - EXTREMAMENTE FRATURADA >20
ORIENT. DESCONTINUIDADES H - HORIZONTAL • SH - SUB HORIZONTAL (1° a 20°) • I - INCLINADA (20° a 70°) • SV - SUBVERTICAL (70° a 90°)
CARACT. DESCONTINUIDADES P - PLANA • R - RUGOSA • E - ESTRIADA • S - SEDOSAS • O - OXIDADA
N.A. N.F.E. NÍVEL D'ÁGUA NÃO FOI ENCONTRADO

Rua Flôr de Ipê, 45 - Saúde - São Paulo - SP, CEP 04050-070 - Email: comercial@geocoring.com.br - Fone: 11 4268-1406 - 11 97652-1923



2F Engenharia
Douglas Scapin Eirelli - ME

e-DOC D2BB8A3E
Proc 320881/2023-e

01 / 02

Referência
R035

SONDAGEM A PERCUSSÃO

Diâmetro nominal do revestimento : BW

Data de início : 31/01/2018

Diâmetro amostrador: Ø int. = 34,9 mm Ø ext. = 50,8mm

Data de término : 01/02/2018

Cliente : AUTOPISTA LITORAL SUL S.A.

Responsável :

Local do serviço : BR-101 - Km 117 - Itajaí - SC.

Geol. Lucieli Da Pieve
CREA-SC 148041-0

Sondagem nº : SP-117S10B

Cota = 5,356

Escala : 1/100

Reves- timento (m)	Cota da camada (m)	Amostr Nº	ENSAIO DE PENETRAÇÃO				Prof. (m)	CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS	
			Golpes / cm		GRÁFICO				
			1º + 2º	cm	2º + 3º	cm			
3,00	4,356	1*	18	30	26	30	0,00	1,00	Aterro - Silte arenoso, com pedras, brita e estos de asfalto, variegado.
	1,856	2*	20	30	24	30	1,00		Idem, compacto.
		3*	5	30	4	30	2,00	3,50	Idem, fofo.
		4	2	30	2	30	3,00		Argila, cinza escura, muito mole.
		5	2	30	2	30	4,00		
		6*	0	45			5,00		
		7*	0	51			6,00		
		8	2	30	2	30	7,00		
		9	2	30	2	30	8,00		
		10	2	30	2	30	9,00		
		11	2	30	2	30	10,00		
		12	2	30	2	30	11,00		
		13	2	30	2	30	12,00		
		14	2	30	2	30	13,00		
		15	2	30	2	30	14,00		
		16	2	30	3	30	15,00		
	-6,594	17	3	30	5	30	16,00	11,95	Argila, cinza clara, muito mole a mole.
						17,00			
Obs.: (*) Não veio amostra									



2F Engenharia
Douglas Scapin Eireli - ME

Fol

02 / 02

Referência
R035**SONDAGEM A PERCUSSÃO**Diâmetro nominal do revestimento : **BW**Data de início : **31/01/2018**Diâmetro amostrador: **Ø int. = 34,9 mm Ø ext. = 50,0mm**Data de término : **01/02/2018**Cliente : **AUTOPISTA LITORAL SUL S.A.**

Responsável :

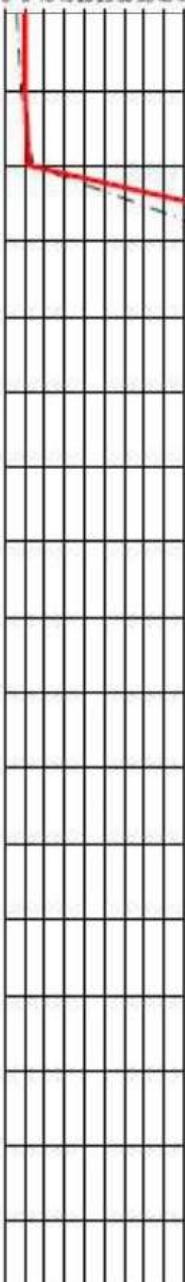
Local do serviço : **BR-101 - Km 117 - Itajaí - SC.**

Geol. Lucieli Dâ-Pieve

Sondagem nº : **SP-117S10B**Cota = **5,356**

Escala : 1/100

CREA-SC 148041-0

Reves- timento (m)	Cota da camada (m)	Amostr Nº	ENSAIO DE PENETRAÇÃO				Prof. (m)	CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS		
			Golpes / cm						GRÁFICO	
			---		---					
			1º + 2º	cm	2º + 3º	cm				
		17	3	30	5	30	17,00		Argila, cinza clara, mole a média.	
		18	4	30	5	30	18,00			
		19	7	30	6	30	19,00			
	-14,704	20*	30	2			20,00		20,06	Impenetrabilidade ao trépano de lavagem.
							21,00			
							22,00			
							23,00			
							24,00			
							25,00			
							26,00			
							27,00			
							28,00			
							29,00			
							30,00			
							31,00			
							32,00			
							33,00			
							34,00			

NA após 24hs(m): 1,33 Cota do NA: 4,026

Obs.: (*) Não veio amostra

Coordenadas:
E= 726.358,6540
N= 7.023.552,8170
Cota= 5,356

ENSAIO DE LAVAGEM

PERÍODO	DE (m)	A (m)	AVANÇO (m)
1º 10 min	20,02	20,04	0,02
2º 10 min	20,04	20,06	0,02
3º 10 min	20,06	20,06	0,00

Apesar da grande aplicação da técnica de enfilagem, não há um método de dimensionamento universalmente aceito para projetos. Sendo assim, é necessário recorrer à diversas definições e parâmetros da geotecnia.

Nesse caso, a enfilagem tem a função de estabilizar eventuais rupturas locais no contorno da escavação. Portanto, seu dimensionamento se dá em função da massa de solo que tende a cair, caso não estivesse instalada. Dessa forma, aplicam-se conceitos relacionados ao fator de segurança semelhantes aos de ruptura de muros reforçados. As equações utilizadas são citadas na norma BS 8006-1 e relacionam os coeficientes de segurança requeridos e as cargas exercidas sobre as enfilagens.

O dimensionamento é pautado, então, com base nas duas equações apresentadas:

$$L = \frac{FS \times E}{(\gamma \times H + q) \operatorname{tg} \phi}$$

$$L = \frac{2 \times FS \times E \times y}{(\gamma \times H + q)}$$

Onde:

L = Comprimento mínimo da enfilagem;

FS = Fator de segurança;

E = Empuxo ativo;

y = Distância de aplicação da força de empuxo;

γ = Peso específico do solo;

H = Comprimento inicial da enfilagem;

q = Sobrecarga uniformemente distribuída;

ϕ = Ângulo de atrito;

O fator de segurança considerado é de 1,50. Como há poucas informações a respeito do solo existente, adotou-se como peso específico o valor de 20 kN/m³. Já o ângulo de atrito pode ser estimado de forma empírica a partir do valor de N_{SPT}, através da expressão desenvolvida por Teixeira (1996):

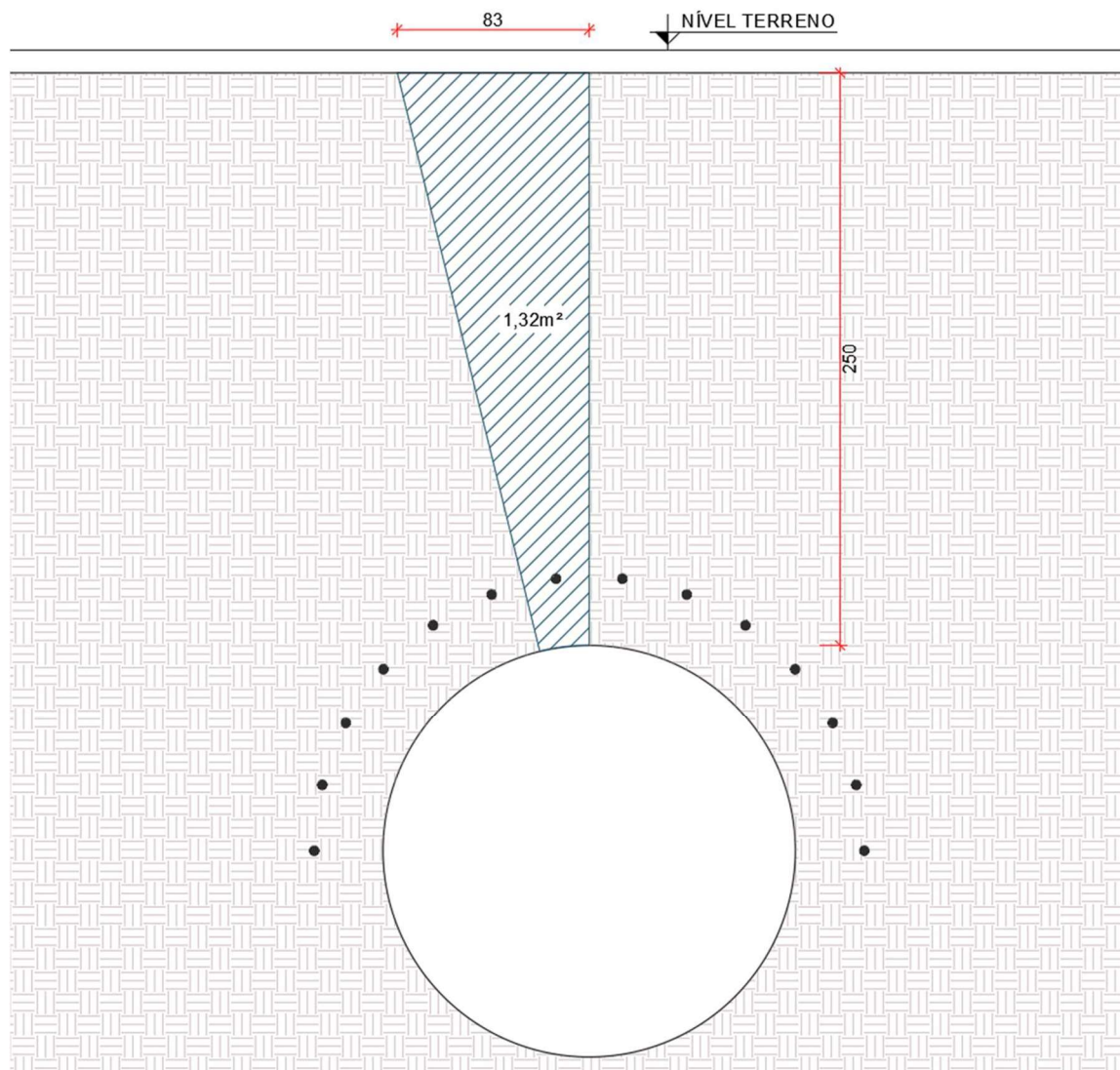
$$\phi = \sqrt{20N_{spt}} + 15$$

A partir da observação das sondagens apresentadas anteriormente, define-se o N_{SPT} médio como 2 e então, o ângulo de atrito considerado é de 21,3°.

Como valor inicial da enfilagem para dimensionamento, definiu-se o comprimento de 7,5m. Já a sobrecarga considerada equivale às cargas geradas pelo tráfego de veículos na rodovia, sendo igual a 20 kN/m².

Para determinar a carga atuante sobre cada enfilagem, têm-se o seguinte desenho esquemático:

Figura 10 – Corte esquemático – carga atuante nas enfilagens



Fonte: AMBIENT Engenharia e Consultoria LTDA, 2023.

A carga total atuante nas enfilagens se dá pela soma entre:

- Carga devido ao solo: produto entre o peso específico do solo (20kN/m^3) e a área de abrangência da enfilagem ($1,32\text{m}^2$), resultando em $26,4\text{ kN/m}$;
- Carga devido ao tráfego de veículos na rodovia: produto entre a carga de 20kN/m^2 e a largura da faixa de abrangência de cada enfilagem ($0,83\text{m}$), resultando em $16,6\text{ kN/m}$.

A partir dos valores indicados, têm-se então:

$$L = \frac{1,5 \times (26,4 + 16,6) \times 7,5}{(20 \times 7,5 + 20) \operatorname{tg} 21,3} = 7,30\text{ m}$$

$$L = \frac{2 \times 1,5 \times (26,4 + 16,6) \times 7,5}{(20 \times 7,5 + 20)} = 5,69 \text{ m}$$

Sendo assim, conclui-se que o comprimento estimado de 7,5m cumpre com os requisitos estabelecidos a partir dos coeficientes de segurança.

10 MEMORIAL DE EXECUÇÃO

No caso do referido projeto, serão adotados dois métodos: o Método Tradicional ou Convencional, para a obra da Avenida Dr. Reinaldo Schmithausen, e o Método Não Destrutivo, para a obra da BR-101.

A execução do Método Tradicional consiste em escavações em toda a extensão da rede proposta, assentamento das tubulações sobre um berço de rachão e BGS, reaterro e compactação. Nas áreas pavimentadas, será necessário prever a recomposição do pavimento.

Já o Método Não Destrutivo, o solo é perfurado horizontalmente e a colocação da tubulação ocorre simultaneamente à perfuração. É indicado para a realização de obras subterrâneas em diversos tipos de solos, especialmente em áreas urbanas. Os serviços básicos de execução incluem a escavação do solo com equipamentos mecânicos automatizados ou manuais, remoção do material escavado, montagem do sistema de contenção e preenchimento de eventuais vazios. Nesse método, não há a necessidade do rompimento de vias, mantendo o fluxo de veículos.

Durante a execução da obra, é necessário atentar-se às infraestruturas existentes na região próxima a implantação das travessias, como as redes de fibra ótica, gás natural, abastecimento de água e coleta de esgoto apontadas em projeto. O traçado das redes foi disponibilizado pela concessionária e deve ser confirmado in loco para evitar transtornos durante as obras.

Para a correta execução da rede de drenagem, é importante seguir as observações explanadas na sequência.

Antes do início da obra, é necessária a realização de sondagens para confirmação dos dados indicados em projeto. As sondagens de reconhecimento do terreno devem ser realizadas ao longo do eixo das travessias, conter informações do nível do lençol freático, o tipo de solo e índice de resistência à penetração SPT.

10.1 SERVIÇOS PRELIMINARES

Inicialmente, deverá ser realizada a locação e nivelamento da obra, obedecendo ao projeto, observando as distâncias e a cota de cada estaca, a serem feitos com equipamento tipo Estação Total, por profissional de topografia habilitado.

As obras deverão ser sinalizadas e ter proteções para a segurança dos funcionários e dos transeuntes.

10.1.1 Aquisição e assentamento de placa de obra – Padrão PMI (240x120cm) para indicação da obra

A placa de indicação da obra deverá ser em chapa metálica, com as dimensões mínimas de 2,40 m de largura e 1,20 m de altura, resultando em 5,76m². Será prevista a colocação de 2 (duas) placas de indicação de obra, com as informações da obra.

10.1.2 Locação de 2 containers para escritório completo

O abrigo provisório deverá abrigar o escritório da obra em formato de container de 2,43x4,00m em chapa de aço nervurado trapezoidal, com isolamento termoacústico e chassi reforçado com piso de compensado naval, inclusive instalações elétricas.

O canteiro de obras deverá apresentar boas condições de segurança e limpeza, e ordenada circulação, nele se instalando depósitos e escritório, e onde serão mantidos placas de identificação da obra, diário de obra, toda a documentação relativa aos serviços, na qual se incluem desenhos, especificações, contratos, cronogramas etc.

O canteiro de obras deverá ser mantido limpo, removendo-se periodicamente lixo e entulhos.

10.1.3 Locação de 2 banheiros químicos com 2 limpezas semanais

Os banheiros químicos deverão ficar locados em obra e terão 2 limpezas semanais sob responsabilidade da empresa locadora.

10.1.4 Serviços topográficos, considerando a largura da vala de escavação

A locação geral da obra ficará sob responsabilidade de profissionais legalmente habilitados, e será indicada no projeto compreendendo o eixo longitudinal e as referências de nível.

Para a execução deste serviço deverão ser utilizados equipamentos topográficos de precisão, inclusive sistema de nivelamento para controles horizontais, verticais e de alinhamentos, bem como seus acessórios.

10.2 GALERIA PLUVIAL – MÉTODO DESTRUTIVO

10.2.1 Corte de pavimento com disco diamantado

Para possibilitar a escavação das valas de assentamento das tubulações, deverá ser feito o corte do pavimento com disco diamantado nas faixas indicadas em projeto. Deve-se manter inclinação exata do disco durante o corte, evitando oscilações e movimentos laterais da máquina.

10.2.2 Escavação mecânica de material de 1º categoria, com escavadeira hidráulica, com profundidade de até 1,5

As escavações das valas serão mecanizadas, com seção e profundidade de acordo com o memorial de cálculo. O material escavado deverá ser transportado para área de bota determinada pela Fiscalização.

10.2.3 Carga, manobras e descarga do material

É de responsabilidade da empresa contratada todos os serviços de movimentação e remoção do material escavado, os caminhões deverão apresentar boa vedação e capacidade mínima de carregamento de 6m³, devendo atender às normas e horários estipulados pelos órgãos competentes do Município.

10.2.4 Transporte de material com caminhão basculante 10m³

É responsabilidade da empresa contratada o transporte do material a ser utilizado na obra.

A medição dos volumes transportados será feita, com base nos volumes geométricos efetivamente removidos, medidos no corte (estado natural) ou depositados, medidos na pista compactados (saibro, brita, areia, etc.).

Os caminhões deverão apresentar boa vedação e capacidade mínima de carregamento de 10 m³, devendo atender às normas e horários estipulados pelos órgãos competentes do Município.

10.2.5 Escoramento contínuo com chapas e perfis metálicos

Deve ser executado com chapas metálicas com dimensões definidas em projeto de forma a obter um conjunto rígido a cobrir as paredes da vala. À medida que a escavação vai sendo aprofundada, as chapas vão sendo cravadas verticalmente com auxílio do próprio equipamento de escavação.

Entre as chapas contíguas deve ter uma sobreposição de, no mínimo, 50 cm, onde é cravado perfil H metálico, em ambos os lados da vala, para receberem o entroncamento que pode ser de perfil metálico de madeira (eucalipto) com diâmetro de, no mínimo, 15 cm, conforme projeto. O citado perfil deve ser cravado com uma ficha mínima de 50 cm para garantir que não haja o fechamento do escoramento; caso se verifique que o solo apresente baixa consistência esta ficha deverá ser aumentada até se obter resistência suficiente para não ocorrer o fechamento do escoramento.

Caso a vala tenha profundidade superior a 3,00m, deve ser efetuada uma complementação com chapa metálica de maneira a cobrir todas as paredes da vala. Para tanto, a chapa complementar

deve ser provida de sistema de encaixe, para apoiar sobre a chapa já instalada, de modo que ao haja escorregamento entre elas.

10.2.6 Mobilização, desmobilização e transporte de equipamentos

Estão inclusos neste item a mobilização e desmobilização do conjunto de máquinas, equipamentos e dispositivos e custos de operação diária do conjunto.

10.2.7 Geotêxtil não tecido 200g/m², tipo Bidim, fornecimento e instalação, L=30cm

A emenda das galerias será vedada com manta geotêxtil, será colocada na parte superior e laterais das galerias com largura de 30cm.

10.2.8 Fornecimento e espalhamento de pedra tipo rachão

Na escavação de vala será executado, nas tubulações, lastro de brita compactada com altura mínima de 30 cm e largura conforme planilha de escavações.

A apropriação dos serviços será por metro cúbico.

10.2.9 Fornecimento e assentamento de galeria BSCC 2,00x2,00m

A galeria celular a ser implantada será em concreto armado do tipo pré-fabricado, seção fechada, retangular, dimensões internas 200x200cm, espessura das paredes de 20cm, comprimento útil mínimo de cada peça de 1000mm, juntas rígidas, encaixe tipo macho/fêmea com rejuntamento argamassado 1:3 (cim:areia), envolto com geotêxtil tipo bidim, atendendo as características deste memorial e as prescrições das normas ABNT NBR 15396:2006 e NBR 15.645:2008.

10.2.10 Boca de ala de concreto

A boca de bueiro deverá ser moldada no local através de fôrmas de madeira ou madeirite, devidamente travadas, evitando a abertura das mesmas durante o lançamento do concreto.

As desformas das laterais poderão ser feitas após 7 dias da data da concretagem, devendo a laje (se houver) ficar escorada por um período mínimo de 14 dias.

Todos os materiais a serem empregados na construção das peças deverão ser controlados tecnologicamente (concreto e areia, matéria orgânica e salinidade), cujos relatórios de ensaios deverão ser apresentados para a PMI.

O concreto deverá ser no mínimo da classe C25, com cobrimento mínimo de 4,0cm para as faces internas e 3,0cm para as faces externas, conforme as normas da ABNT. As ferragens deverão seguir rigorosamente o projeto.

A altura final das alas deverá ser o suficiente para enclausurar todo o aterro necessário para que seja executada a pavimentação sobre a galeria. A mesma deverá ser executada de forma a englobar a galeria existente e a projetada.

O pagamento dos serviços será feito pelo preço unitário proposto, incluindo a totalidade dos trabalhos e materiais necessários para a execução, além da mão de obra, despesas e encargos indiretos, ferramentas, etc.

10.2.11 Reaterro de vala com material granular de empréstimo, adensado e vibrado

O reaterro das valas de drenagem será com material de empréstimo, areia média, compactado em camadas de 20 cm, até atingir na superfície (cota da base). Não existe o aproveitamento do material escavado no reaterro da vala, pois o material encontrado não possui qualidade o suficiente para ser reutilizado.

10.3 TUNNEL LINER – MÉTODO NÃO DESTRUTIVO

10.3.1 Contenção em solo-cimento encasado (ensecadeira)

Para possibilitar a execução do tunnel liner, será necessário a adoção de uma estrutura auxiliar denominada “ensecadeira”, dispositivo de proteção utilizado para contenção temporária da ação das águas, para permitir a execução de obras em áreas geralmente submersas. Como a lâmina d'água, em condições comuns, é de pequena altura, optou-se por adotar ensecadeira constituída de solo-cimento encasado.

Os sacos a serem utilizados devem ser de fibras têxteis, o solo do tipo arenoso e cimento Portland comum. A mistura entre solo e cimento deve ser realizada atendendo à proporção de 1:15 em volume. Efetivada a mistura na umidade natural do solo, deve-se proceder com o umedecimento da mistura com auxílio de bicos espargidores, até que a sua aparência seja a de uma farofa úmida. A mistura homogeneizada deve ser colocada nos sacos até aproximadamente 2/3 do seu volume útil. Os sacos de solo-cimento devem ser transportados e gradualmente depositados, no local de construção da ensecadeira e compactados manualmente.

A mistura solo-cimento não pode apresentar teor de cimento inferior a 4%.

A ensecadeira deve ser inspecionada com frequência, principalmente para se garantir que o solo contido nos sacos não seja carregado pelo fluxo de água.

Finalizada a execução do tunnel liner por completo, a ensecadeira deverá ser removida.

10.3.2 Enfilagens

A proteção da abóboda do túnel pode ser feita com enfilagens tubulares, promovendo segurança ao avanço da escavação pelo seu efeito de estabilização do solo. Este método consiste na escavação de furos no contorno da abóbada com equipamento adequado, e colocação de tubos com injeção de calda de cimento.

Ao redor da projeção superior do tunnel liner serão inseridos tubos do tipo AT-76 espaçados em 29 cm entre si e 30 cm da chapa metálica. Os tubos serão inseridos em um ângulo de 8° com a horizontal, terão comprimento e transpasse conforme especificado em projeto.

O espaçamento, quantidade e armação dos furos dependem do tipo de solo e do diâmetro do túnel, e devem seguir as especificações de projeto.

A seguir, são apresentadas as especificações do tubo indicado.

Tabela 18 – Especificações tubo AT-76

Sistema	Módulo de elasticidade (N/mm ²)	Carga (N/mm ²)	Diâmetro (mm)	Espessura (mm)	Peso (kg/m)	Momento inércia (cm ⁴)	Seção (cm ³)
AT-76	210	355	76,1	6,3	10,8	85	22

Fonte: Adaptado de DSI Underground Brasil, 2023.

Antes da perfuração, devem ser verificadas a locação da enfilagem e ângulo de perfuração.

É feita a preparação e posicionamento dos tubos de aço no jumbo eletro-hidráulico e posterior perfuração do maciço com simultânea inserção do tubo. Na sequência, é feita a injeção da nata de cimento no tubo por meio de conjunto misturador com boma para grauteamento. A conexão típica entre os tubos é feita por meio de roscas.

10.3.3 Bueiros metálicos diâmetro interno de 1,80m

O traçado deve ser locado de acordo com as especificações de projeto, utilizando-se aparelhos topográficos. Para melhor orientação das profundidades e declividade da canalização, recomenda-se a utilização de gabaritos e assentamento através de cruzetas.

A primeira etapa consiste na escavação do solo através de equipamentos mecânicos automatizados e em seguida, remoção do material escavado. A escavação deverá restringir-se ao perímetro mais próximo possível da circunferência externa do bueiro, com profundidade aproximadamente igual a dos anéis que serão montados em cada lance. Na sequência é feita a montagem modular, a cada 0,46m de chapas metálicas corrugadas e conectadas entre si através de parafusos, até se formar um anel no diâmetro desejado de 1,80m.

A fim de evitar-se possíveis recalques é necessário fazer injeção de argamassa de solo-cimento nos furos existentes nas chapas para preencher vazios entre a superfície externa do bueiro metálico e o solo escavado. A argamassa deve possuir a consistência adequada para a injeção e preenchimento dos vazios.

As chapas devem ser revestidas em epoxy para proteção contra a corrosão.

Para preenchimento dos vazios existentes entre a face externa das chapas metálicas e o solo será utilizada argamassa fluida constituída de solo argiloso, cimento e água, obedecendo o traço aproximado de cimento=13kg, água = 20L, argila peneirada=250kg. A argamassa preparada deverá apresentar fck mínimo de 1,5MPa.

Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado, antes do início da execução do serviço de modo a garantir as condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada a sua utilização.

10.3.4 Revestimento interno de concreto projetado fck=21MPa e tela Q92, esp.=5cm

O revestimento interno deve ser feito de concreto projetado com tela metálica do tipo Q92. Para isso, a tela deve ser fixada a cada 15 cm, sobre a qual se projeta o concreto na espessura fixada em projeto. O concreto deve apresentar resistência característica (fck) de 21MPa e diâmetro máximo do agregado de 19mm. A relação água/cimento deve ser de, no máximo, 0,50 L/kg. A espessura do concreto projetado é de 5cm. Utilizar cimento Portland RS (resistente a sulfatos).

A declividade e alinhamento definidos em projeto devem ser controlados através da topografia a cada três anéis montados. Devem ser ainda verificados topograficamente, os pontos definidos ao longo da seção transversal do túnel, para controle das deformações no plano da frente de escavação.

10.3.5 Boca de ala de concreto

A boca de bueiro deverá ser moldada no local através de fôrmas de madeira ou madeirite, devidamente travadas, evitando a abertura das mesmas durante o lançamento do concreto.

As desformas das laterais poderão ser feitas após 7 dias da data da concretagem, devendo a laje (se houver) ficar escorada por um período mínimo de 14 dias.

Todos os materiais a serem empregados na construção das peças deverão ser controlados tecnologicamente (concreto e areia, matéria orgânica e salinidade), cujos relatórios de ensaios deverão ser apresentados para a PMI.

O concreto deverá ser no mínimo da classe C25, com cobrimento mínimo de 4,0cm para as faces internas e 3,0cm para as faces externas, conforme as normas da ABNT. As ferragens deverão seguir rigorosamente o projeto.

A altura final das alas deverá ser o suficiente para enclausurar todo o aterro necessário para que seja executada a pavimentação sobre a galeria. A mesma deverá ser executada de forma a englobar a galeria existente e a projetada.

O pagamento dos serviços será feito pelo preço unitário proposto, incluindo a totalidade dos trabalhos e materiais necessários para a execução, além da mão de obra, despesas e encargos indiretos, ferramentas, etc.

10.4 PAVIMENTAÇÃO

10.4.1 Remoção e demolição

A remoção consistirá em afrouxamento, remoção, carga, transporte, descarga e depósito ou bota-fora em local escolhido e aprovado pela fiscalização.

Esta operação deverá ser executada de modo a evitar danos às estruturas existentes e não previstas na área de demolição e quaisquer outros equipamentos e/ou elementos de propriedade pública ou privada.

A largura da pavimentação a ser removida está indicada em projeto.

O material proveniente do rompimento deverá ser carregado e transportado a bota-fora.

10.4.2 Base de brita graduada, e=20cm, fornecimento e execução

Serão empregados, exclusivamente, produtos de britagem, previamente classificados, na instalação de britagem, nas três bitolas seguintes:

$2" \geq D > 1"$;

$1" > D > 3/8"$;

$3/8" > D$

Os materiais classificados nas três bitolas acima enumerados em instalação adequada, de modo que o produto resultante atenda às imposições granulométricas da faixa a seguir discriminada:

Peneira	2"	1 1/2"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 40	Nº 200
% passante	100%	90-100%	50-85%	34-60%	25-45%	8-22%	2-9%

A diferença entre as percentagens que passam na peneira nº 4 e na peneira nº 40 deverá variar entre 15% a 25%. A fração que passa na peneira nº 40 deverá apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%; quando esses limites forem ultrapassados, o equivalente de areia deverá ser maior que 30%. A porcentagem do material que passa na peneira nº 200 não deverá ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40.

O Índice de Suporte Califórnia não deverá ser inferior a 80% e a expansão máxima será de 0,5%, determinados segundo o ensaio de compactação realizado com a energia do ensaio Modificado de compactação.

O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, de matéria vegetal ou outra substância prejudicial. No ensaio de abrasão Los Angeles, o desgaste deverá ser inferior a 55%.

São indicados os seguintes tipos de equipamento para a execução de base ou sub-base de pedra britada graduada:

- carro-tanque distribuidor de água;
- motoniveladora pesada com escarificador;
- rolo compactador vibratório liso;
- rolo pneumático de pressão variável;
- ferramentas manuais;
- central de mistura dotada de unidade dosadora, com três silos (no mínimo), dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo " pug-mill".
- veículos transportadores.

A critério da fiscalização, poderão ser utilizados outros equipamentos que não os relacionados.

Na central de mistura, as três bitolas de brita serão convenientemente proporcionadas, de modo a fornecer o produto final de acordo com a faixa especificada; também será adicionada a água necessária à condução da mistura de agregados à unidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas das operações construtivas subsequentes.

A brita graduada proveniente da central de mistura será transportada em caminhões basculantes, que descarregarão as cargas na pista, onde o espalhamento será efetuado pela motoniveladora. A seguir, será efetuado o acabamento manual, em espessura solta de acordo com a compactação desejada para a camada.

A compactação terá início com o rolo pneumático de pressão variável, para evitar ondulação, e terá prosseguimento com o rolo compactador vibratório liso; durante a operação de compactação não poderão ser efetuadas, na área objeto de compressão, manobras que impliquem em variações direcionais. Em cada passada, o equipamento utilizado deverá recobrir pelo menos a metade da faixa anteriormente comprimida. Durante a compactação, se necessário, poderá ser promovido umedecimento adicional da camada, mediante emprego do carro-tanque distribuidor de água.

Em locais inacessíveis ao equipamento especificado, a compactação requerida far-se-á com o uso de compactadores vibratórios portáteis aprovados pela fiscalização.

O grau de compactação alcançado deverá ser, no mínimo, igual a 100%, com relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação com energia do ensaio Modificado

de compactação, com a umidade do material compreendida dentro dos limites de umidade ótima $\pm 2\%$.

O espalhamento do material destinado a preencher os vazios far-se-á por meios manuais ou mecânicos, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado, mas espalhado em camadas finas e sucessivas, durante o que deve continuar a compressão.

Não sendo mais possível a penetração do material de enchimento a seco, deve-se proceder a necessária irrigação, ao mesmo tempo em que se espalha mais material de enchimento e se continua com as operações de compressão.

10.4.3 Carga, manobras e descarga do material

É de responsabilidade da empresa contratada todos os serviços de movimentação e remoção do material escavado, os caminhões deverão apresentar boa vedação e capacidade mínima de carregamento de $6m^3$, devendo atender às normas e horários estipulados pelos órgãos competentes do Município.

10.4.4 Transporte de material com caminhão basculante $10m^3$

É responsabilidade da empresa contratada o transporte do material a ser utilizado na obra.

A medição dos volumes transportados será feita, com base nos volumes geométricos efetivamente removidos, medidos no corte (estado natural) ou depositados, medidos na pista compactados (saibro, brita, areia, etc.).

Os caminhões deverão apresentar boa vedação e capacidade mínima de carregamento de $10 m^3$, devendo atender às normas e horários estipulados pelos órgãos competentes do Município.

10.4.5 Fornecimento e assentamento de ladrilhos, $fck=15MPa$

Após o reaterro das valas e a regularização do subleito, nos trechos onde será feita a pavimentação em ladrilhos, deverão ser feitos os seguintes passos: para delimitar os limites da calçada devem ser utilizadas barras de contenção de madeira; a sub base será composta por uma camada de material granular, bem graduado e limpo, cuja espessura é de 5cm. A seguir, deve ser executada a base de concreto de resistência mínima de 15 MPa com espessura de 6cm. Por fim, deve ser feito o assentamento com argamassa dos ladrilhos previamente molhados.

Deve ser feita a limpeza das peças para que não fiquem resquícios de rejunte e argamassa.

Os ladrilhos deverão ter as mesmas características das peças componentes do piso existente, tanto acabamento quanto dimensões.

O fornecimento de ladrilhos, mão-de-obra e qualquer outro material que possa vir a ser utilizado é de responsabilidade da contratada.

10.4.6 Fornecimento e colocação lastro de brita, e=5cm

Deverão ser respeitadas as dimensões e alinhamentos especificados nos detalhes e projeto. A camada que compõe o lastro de brita deverá ter no mínimo 5 cm de espessura. A apropriação dos serviços será por metro cúbico.

10.4.7 Fornecimento e colocação de piso podotátil

Para completar a pavimentação dos passeios deverão ser utilizadas peças da sinalização tátil de alerta com dimensões 40 x 40 x 2,5 cm na cor vermelha em concreto com fck não inferior a 35 MPa, tomando-se o cuidado de as peças possuírem dimensões uniformes, espaçadores para garantir as juntas necessárias, cor, tonalidade segundo padrões estabelecidos em projeto.

O assentamento e posição das peças devem obedecer aos detalhes em projeto. As peças devem ser colocadas juntas umas das outras, com o espaço somente do espaçador existentes em cada peça. O ajuste deve ser feito com martelo de borracha nas laterais da peça. O alinhamento do tipo do assentamento deve ser mantido.

Para os ajustes as peças devem ser cortadas com 2 mm menores que o espaço a ocuparem. Se o espaço a ser preenchido for menor que 1/4 do tamanho da peça ele deve ser preenchido com argamassa seca. As peças devem ser cortadas com serra circular de corte.

O transporte e estocagem das peças devem ser feitos sobre pallets. Para otimização do trabalho do calceteiro, deixar as peças próximas a ele e organizadas de acordo com o tipo de assentamento.

Após o assentamento, o pavimento deverá ser vibrado com plataforma vibratória e manter distância mínima de 1,50 m da borda livre (sem confinamento). A compactação inicial deve ser realizada com passadas em todas as direções e com recobrimento dos percursos, evitando degraus. Não deixar áreas grandes sem compactação.

Antes do rejunte com areia as peças danificas após a compactação devem ser retiradas e substituídas. A areia de rejuntamento deve ser a mesma usada na camada de assentamento. Espalhar uma camada fina de areia e ir preenchendo as juntas;

A compactação final deverá ser realizada da mesma forma que a compactação inicial, descrita acima.

Verificar se todas as juntas estão totalmente preenchidas e repetir a operação caso necessário. Uma ou duas semanas depois deve-se refazer a selagem com nova varrição;

O piso podotátil deverá ser assentado e coberto com lona plástica antes da concretagem dos passeios.

A apropriação dos serviços será por metro quadrados.

10.5 ADMINISTRAÇÃO LOCAL

10.5.1 Engenheiro pleno de obra

Para o acompanhamento da obra prevê-se no orçamento o serviço de Engenheiro Pleno, exige-se deste serviço a atuação do profissional por 20 (vinte) horas semanais, resultando em 88 (oitenta e oito) horas mensais, sendo no total 22 dias mensais. O total de horas é contabilizado de acordo com o cronograma estabelecido por obra.

10.5.2 Mestre de obras

Para o acompanhamento da obra prevê-se no orçamento o serviço de Mestre de Obras, exige-se deste serviço a atuação do profissional durante o tempo integral da obra.

10.5.3 Encarregado de obras

Para o acompanhamento da obra prevê-se no orçamento o serviço de Mestre de Obras, exige-se deste serviço a atuação do profissional durante o tempo integral da obra.

10.5.4 Técnico de segurança do trabalho

Para o acompanhamento da obra prevê-se no orçamento o serviço de Mestre de Obras, exige-se deste serviço a atuação do profissional durante o tempo integral da obra.

10.5.5 Topógrafo

Para o acompanhamento da obra prevê-se no orçamento o serviço de Mestre de Obras, exige-se deste serviço a atuação do profissional durante o tempo integral da obra.

10.6 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE EXECUÇÃO

10.6.1 Normas gerais de trabalho

A empresa contratada vencedora deverá submeter-se à equipe de fiscalização.

Os serviços deverão obedecer ao traçado geométrico, às cotas, as seções transversais, as dimensões, as tolerâncias e as exigências de qualidade dos materiais indicados pela equipe de fiscalização, do Projeto e das Especificações de Serviços. Embora as medições, amostragens e os ensaios possam ser considerados como evidência dessa observação, ficará a exclusivo critério da fiscalização, julgar se os serviços e materiais apresentam desvio em relação ao projeto e às especificações de serviços. Sua decisão, quanto aos desvios permissíveis dos mesmos, deverá ser final.

A contratada deverá, durante todo o tempo, proporcionar supervisão adequada, mão de obra

e equipamentos suficientes para executar os serviços até a sua conclusão, dentro do prazo requerido no contrato, como também será considerada responsável pelos danos por ela causados nos serviços.

Todo o pessoal da contratada e ou das empresas subcontratadas deverá possuir habilitação e experiência para executar, adequadamente, os serviços que lhes forem atribuídos. Qualquer encarregado, operário ou empregado da contratada, ou de qualquer subcontratante que na opinião da equipe de fiscalização, não executar o seu trabalho de maneira correta e adequada, ou seja, desrespeitoso, temperamental, desordenado ou indesejável por outros motivos, deverá, mediante solicitação por escrito da equipe de fiscalização, ser afastado, imediatamente pela contratada.

A contratada deverá fornecer equipamentos do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para executar, satisfatoriamente, os serviços. Todos os equipamentos usados deverão ser adequados de modo a atender as exigências dos serviços e produzir qualidade e quantidade satisfatória dos mesmos. A equipe de fiscalização poderá ordenar a remoção e exigir a substituição de qualquer equipamento não satisfatório.

Todos os materiais utilizados devem estar de acordo com as especificações vigentes. Caso a equipe de fiscalização julgue necessária, poderá solicitar da contratada a apresentação de informações, por escrito, dos locais de origem dos materiais acompanhados, quando necessário, dos ensaios de laboratório.

A contratada deverá efetuar todos os controles necessários para assegurar que a qualidade dos materiais empregada está em conformidade com as normas técnicas. Os ensaios e verificação a seu cargo serão executados pelo laboratório designado pela contratada ou, quando necessário e justificado, pelo laboratório designado pela equipe de fiscalização.

10.6.2 Segurança preventiva

A sinalização preventiva e indicativa para execução da obra deverá atender os seguintes itens:

a) A empresa responsável pela execução da obra deverá, até o término desta, adequar e manter a sinalização de obra nos locais previstos e definidos pela equipe de fiscalização, obedecendo às leis municipais vigentes. Qualquer incidente que ocorra ao longo da obra e constatado que veio a ser ocasionado pelo não cumprimento da sinalização de obra, os danos ocorridos serão de responsabilidade da empresa executora.

b) As placas deverão ser mantidas em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade dos padrões de cores, durante todo o período de execução da obra, substituindo-as ou recuperando-as quando verificado o seu desgaste ou precariedade, ou ainda por solicitação da equipe de fiscalização.

c) Toda sinalização preventiva e indicativa da obra deverá rigorosamente seguir os padrões da legislação vigente. As operações e encargos para a sua execução, inclusive fornecimento e instalação serão pagos nos itens descritos na “Sinalização Preventiva e Indicativa” constantes no contrato.

d) Todos os elementos utilizados na sinalização preventiva e indicativa da obra que estiverem

relacionados do item de contrato, após a conclusão da obra deverão ser entregues a Secretaria de Obras da Prefeitura Itajaí.

e) Planta esquemática e os detalhes tipo dos dispositivos de uso temporário, da placa informativa e das placas de sinalização da obra estão à disposição junto à fiscalização da obra.

Os materiais utilizados nas execuções dos serviços de Sinalização Preventiva e Indicativa deverão atender a norma DNER ES 340/97 e as diretrizes e orientações da Secretaria de Obras da Prefeitura de Itajaí.

10.6.3 Especificações técnicas

As especificações têm como premissa zelar pela segurança, eficiência e qualidade das obras durante sua implantação nas etapas de terraplenagem, drenagem, pavimentação e sinalização.

A metodologia de execução do conjunto de serviços projetados na BR-101 e Avenida Dr Reinaldo Schmithausen deverá estar em conformidade com as especificações estabelecidas pelo DNIT, materializadas no Manual de controle de qualidade intitulado como “Especificações Gerais para Obras Rodoviárias”.

10.6.3.1 Medição dos serviços executados

a) Os serviços serão medidos com base no Manual de controle de qualidade intitulado como “Especificações Gerais para Obras Rodoviárias”.

b) Os serviços executados que não atenderem os requisitos mínimos estabelecidos pela Secretaria de Obras da Prefeitura de Itajaí ou pelas especificações do DEINFRA/SC e do DNIT deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

c) Somente será efetuada a medição dos serviços que forem aceitos, ou seja, atender as especificações técnicas do DEINFRA/SC e do DNIT ou aprovação da Secretaria Municipal de Obras da Prefeitura de Itajaí.

d) A medição deverá ser composta por corpo de medição anexando planilhas de volumes e áreas dos serviços realizados, incluindo croquis de localização, para melhor detalhamento físico e planilhas de quantidades dos serviços executados anexados ao da licitação da obra, bem como o diário de obra do período em questão.





e) A liberação e medições dos serviços, nas unidades previstas no projeto, seguirão as especificações do DEINFRA/SC e do DNIT. Qualquer alteração nos componentes previstos deverá ser aprovada previamente pela Prefeitura de Itajaí.

11 LOCALIZAÇÃO DO BOTA-FORA

A localização do bota-fora foi definido pela fiscalização, cujo endereço é Rua Luiz Castro no bairro Volta de Cima no município de Itajaí. As coordenadas geográficas do bota-fora são 26°52'16.4"S 48°45'00.7"W.

Abaixo é apresentado o Mapa de Localização do Bota-fora.



 ambient ENGENHARIA E CONSULTORIA Rua Marquês de Olinda, 2795 - América CEP 89216-100 Joinville - SC ambient@ambient.srv.br (47) 3422-6164 CREA/SC 68.738-0	Mapa de Localização do Bota-fora		- Localização das obras - Áreas de bota-fora	Folha 01/01	Legenda
	Endereço da Obra: Trecho Ribeirão da Murta entre a Rua Irineu Maria e Rua Dr. Reinaldo Schmithausen				 Ribeirão da Murta
	Data: 09/2023	Escala: Indicada			 Local da obra
	Desenho: Mariana Molon		Responsável Técnico:		
	Arquivo: BTF-UN-ITAJAI-RI01-MAP-RV00.dwg		 Eng. Eduardo Diego Orsi CREA/SC 145.007-8		
					<small>Nota: Direitos autorais protegidos pela lei 5.988 de 14/12/73. Fica vedada a reprodução, alteração, cópia total ou parcial, sem autorização expressa do autor</small>

12 CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos no estudo hidrológico, foi possível idealizar medidas mitigadoras para o atual cenário de alagamento na região. Sendo assim, concluiu-se que é necessária a realização de dragagem do Ribeirão da Murta, com objetivo de limpar o canal e melhorar as condições de escoamento.

Além disso, durante a execução desse procedimento, propõe-se o alargamento da seção do canal conforme trechos indicados ao longo deste memorial, adotando-se seções de base igual a 7,0, 8,30, 9,30 e 10,00 metros.

Constatou-se, também, que as travessias mais críticas e que causam estrangulamentos no canal são as travessias da Rodovia BR-101 e Rua Dr. Reinaldo Schmithausen. Sendo assim, como forma de aumentar a área hidráulica, foi feito o dimensionamento de tubulações anexas às existentes.

No caso da BR-101, propõe-se a implantação de duas tubulações de diâmetro de 1,80m, ao lado das galerias existentes, executadas por método não destrutivo (MND) a fim de evitar interferência no tráfego da rodovia. Já na Rua Dr. Reinaldo Schmithausen, indica-se a implantação de aduelas de concreto de dimensões 2,00x2,00m, ao lado das galerias existentes, por meio de método destrutivo. Os detalhes das medidas mitigadoras podem ser observados nas pranchas do Projeto de Drenagem Urbana anexo a este memorial.

AMBIENT – Engenharia e Consultoria LTDA

Reg. IBAMA nº 348210

Reg. CREA/SC nº 68.738-0

Rua Marquês de Olinda, 2795 - América

CEP 89.204-041 – Joinville – SC

Fone/Fax: (0**47) 3422-6164

E-mail: ambient@ambient.srv.br

Robison Negri*Engenheiro Civil*

CREA/SC: 65.464-5