

Anteprojeto de Engenharia para a Recuperação da Orla de Guaratuba/PR

Memorial descritivo e de cálculo

Drenagem Urbana



META 2

ANTEPROJETO DE ENGENHARIA PARA A RECOMPOSIÇÃO DA ORLA DE GUARATUBA/PR

MEMORIAL DESCRITIVO DAS OBRAS DE DRENAGEM

RELATÓRIO FINAL

CURITIBA
2025

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – EQUIPE TÉCNICA.	10
QUADRO 2 – CRONOGRAMA DAS OBRAS DE DRENAGEM	67

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DADOS DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO ESTAÇÃO GUARATUBA (CÓDIGO 2548053).....	32
TABELA 2 – INTENSIDADE MÁXIMA DAS CHUVAS (MM/H) EM GUARATUBA.....	33
TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO (ORLA CENTRAL)	38
TABELA 4 – CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO (ORLA DA PRAINHA)	38
TABELA 5 – PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM NA ORLA CENTRAL	39
TABELA 6 – QUANTITIVO DE GALERIAS DE MACRODRENAGEM	39
TABELA 7 – QUANTITIVO DE CAIXAS DE POÇOS DE VISITA NA MACRODRENAGEM	40
TABELA 8 – DIMENSIONAMENTO DAS CANALETAS NA ORLA CENTRAL	46
TABELA 9 – QUANTITIVO DE GALERIAS DE MICRODRENAGEM (ORLA CENTRAL)	49
TABELA 10 – QUANTITATIVO DE BOCAS DE LOBO	49
TABELA 11 – PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM (ORLA DE CAIEIRAS)	50
TABELA 12 – QUANTITIVO DA GALERIA DE MACRODRENAGEM (ORLA DE CAIEIRAS)	50
TABELA 13 – QUANTITIVO DE CAIXAS DE PASSAGEM DA MACRODRENAGEM (ORLA DE CAIEIRAS)	50
TABELA 14 – DIMENSIONAMENTO DAS CANALETAS NA ORLA DE CAIEIRAS	55
TABELA 15 – QUANTITIVO DA GALERIA DE MICRODRENAGEM (ORLA DE CAIEIRAS).....	57
TABELA 16 – PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO DA MACRODRENAGEM (ORLA DA PRAINHA)	57
TABELA 17 – DIMENSIONAMENTO DAS CANALETAS NA ORLA DA PRAINHA	62
TABELA 18 – QUANTITIVO DA GALERIA DE MICRODRENAGEM (ORLA DA PRAINHA).....	64
TABELA 19 – QUANTITIVO DE CAIXAS DE PASSAGEM (ORLA DA PRAINHA)	64

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ÁREA DE ESTUDO.	13
FIGURA 2 – ÁREA URBANA DE GUARATUBA.	14
FIGURA 8 – PONTO 01 DA PRAIA CENTRAL	16
FIGURA 9 – PONTO 02 DA PRAIA CENTRAL	17
FIGURA 10 – PONTO 03 DA PRAIA CENTRAL	18
FIGURA 11 – PONTO 04 DA PRAIA CENTRAL	19
FIGURA 12 – PONTO 05 DA PRAIA CENTRAL	19
FIGURA 13 – SITUAÇÃO ATUAL DA DRENAGEM NA ORLA DA PRAIA CENTRAL	20
FIGURA 14 – ESTRUTURAS DE MICRODRENAGEM NAS ADJACÊNCIAS DA ORLA DE CAIEIRAS	21
FIGURA 15 – CHEGADA DO SISTEMA DE DRENAGEM NA ORLA DE CAIEIRAS AO LESTE	22
FIGURA 16 – CHEGADA DO SISTEMA DE DRENAGEM NA ORLA DE CAIEIRAS AO NORTE	22
FIGURA 17 – SITUAÇÃO ATUAL DA DRENAGEM NA ORLA DA PRAIA DE CAIEIRAS	23
FIGURA 18 – ESTRUTURAS DE MICRODRENAGEM NAS ADJACÊNCIAS DA ORLA DA PRAINHA.....	24
FIGURA 19 – DESÁGUE DO RIO DO MEIO NA ORLA DA PRAINHA.....	25
FIGURA 20 – DESÁGUE DO RIO PRAINHA NA ORLA DA PRAINHA	25
FIGURA 21 – SITUAÇÃO ATUAL DA DRENAGEM NA ORLA DA PRAINHA.....	26
FIGURA 22 – REPRESENTAÇÃO DAS ÁREAS PARA CÁLCULO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL MÉDIO	29
FIGURA 23 – ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO PARA CALCULO DA VAZÃO	30
FIGURA 24 – GRÁFICO INTENSIDADE X DURAÇÃO X FREQUÊNCIA (IDF) DE GUARATUBA (PR).	34
FIGURA 25 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DA ORLA CENTRAL	35
FIGURA 26 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DA ORLA DE CAIEIRAS	36
FIGURA 27 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DA ORLA DA PRAINHA	37
FIGURA 28 – PROPOSTA DA MACRODRENAGEM PARA ORLA CENTRAL	41
FIGURA 29 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO NORTE DA ORLA CENTRAL.....	43
FIGURA 30 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO CENTRAL DA ORLA CENTRAL	44
FIGURA 31 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO SUL DA ORLA CENTRAL	45
FIGURA 32 – SEÇÃO PROPOSTA DA REDE DE DRENAGEM	49
FIGURA 33 – PROPOSTA DA MACRODRENAGEM PARA ORLA DE CAIEIRAS	51
FIGURA 34 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO NORTE DA ORLA DE CAIEIRAS.....	53
FIGURA 35 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO SUL DA ORLA DE CAIEIRAS	54
FIGURA 36 – PROPOSTA DE MACRODRENAGEM PARA ORLA DE PRAINHA.....	58
FIGURA 37 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO OESTE DA ORLA DA PRAINHA.....	60
FIGURA 38 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO LESTE DA ORLA DA PRAINHA.....	61
FIGURA 39 – ESQUEMA DE VALA ESCAVADA	69
FIGURA 40 – EXEMPLO DE ESCORAMENTO DE VALA	70
FIGURA 41 – EXEMPLO DE IÇAMENTO DE ADUELA	72
FIGURA 42 – EXEMPLO DE VEDAÇÃO ENTRE ADUELAS.....	73

FIGURA 43 – EXEMPLO DE BOCA DE LOBO	76
---	----

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	8
1 INFORMAÇÕES CONTRATUAIS	9
1.1 CONTRATANTE	9
1.2 CONTRATADA	9
1.3 EQUIPE TÉCNICA.....	10
2 INTRODUÇÃO.....	12
3 ÁREA DE ESTUDO	13
4 ESCOPO DOS ESTUDOS.....	15
5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	16
5.1 ORLA CENTRAL	16
5.2 ORLA DE CAIEIRAS	21
5.3 ORLA DA PRAINHA	24
6 MEMORIAL DE CÁLCULO	27
6.1 INTENSIDADE DA CHUVA E TEMPO DE RECORRÊNCIA	27
6.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	27
6.3 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	28
6.4 ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO	30
6.5 CÁLCULO DAS VAZÕES	30
6.6 DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES.....	31
7 ESTUDO HIDROLÓGICO	32
8 ANTEPROJETO DAS OBRAS DE DRENAGEM.....	39
8.1 ORLA CENTRAL	39
8.2 ORLA DE CAIEIRAS	50
8.3 ORLA DA PRAINHA	57
9 EQUIPAMENTOS.....	65
10 MÃO DE OBRA	66
11 CRONOGRAMA	67
12 ORÇAMENTO	68
13 METODOLOGIA CONSTRUTIVA	69
13.1 ESCAVAÇÃO.....	69

13.2	ESCORAMENTO	69
13.3	REBAIXAMENTO DO NÍVEL FREÁTICO	70
13.4	ASSENTAMENTO DA GALERIA	71
13.5	CAIXAS DE PASSAGEM E BOCAS DE LOBO	73
13.6	REATERRO	77
14	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
	REFERÊNCIAS	80

APRESENTAÇÃO

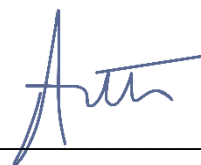
O presente documento foi elaborado pela Universidade Livre do Meio Ambiente (UNILIVRE), no âmbito do Contrato de Prestação de Serviços nº 523/2023-PMG, celebrado entre a Prefeitura Municipal de Guaratuba e a Universidade Livre do Meio Ambiente (UNILIVRE), com o objetivo de apresentar as atividades desenvolvidas no âmbito da **Meta 2 – Anteprojeto de Engenharia** para a Recuperação da Orla de Guaratuba, no litoral do estado do Paraná.

Este documento consiste no **Memorial Descritivo das Obras de Drenagem**, sendo um dos volumes integrantes do Anteprojeto de Engenharia. As intervenções propostas são separadas em três categorias:

- **Obras Marítimas:** divididas entre estruturas flexíveis como o engordamento artificial das praias (ampliação da faixa de areia) e estruturas semirrígidas, tais como espigões, *headlands* e guias de correntes.
- **Obras de Drenagem:** readequação das estruturas de macrodrenagem e microdrenagem ao longo das orlas das praias;
- **Recuperação Urbanística e Paisagística:** construção e recuperação de calçadas, pavimentos, ciclovias, pistas de caminhada, iluminação, paisagismo e acessibilidade.

Portanto, os memoriais descritivos relativos às obras marítimas e às obras de recuperação urbanística e paisagística são apresentados em outros volumes do Anteprojeto.

Curitiba, 1 de dezembro de 2025.



Prof. Dr. Eduardo Ratton
Coordenador Geral do Projeto

1 INFORMAÇÕES CONTRATUAIS

A seguir são apresentados os dados cadastrais da Contratante e da Contratada, bem como da equipe técnica participante do projeto.

1.1 CONTRATANTE

Município de Guaratuba	CNPJ: 76.017.474/0001-08
Endereço: Rua Dr. João Cândido, 380, Centro	Bairro: Centro
Município-UF: Guaratuba- PR	CEP: 83280-000
Nome do Responsável	Cargo
Mauricio Lense	Prefeito Municipal

1.2 CONTRATADA

Universidade Livre do Meio Ambiente (UNILIVRE)	CNPJ: 85.075.778/0001-12
Endereço: Av. Comendador Franco, 1341	Bairro: Jardim Botânico
Município-UF: Curitiba-PR	CEP: 80.215-090
Fone: (41) 99879-6032	E-mail: adm@unilivre.org.br
Nomes dos Responsáveis	Cargo
Francisco A. Gevaerd	Diretor Superintendente
Raul Baglioli Filho	Diretor Técnico
Eduardo Ratton	Coordenador Geral

1.3 EQUIPE TÉCNICA

O Anteprojeto de Engenharia para a recuperação da orla de Guaratuba, litoral do estado do Paraná, foi elaborado por um corpo técnico multidisciplinar que contempla profissionais de diversas áreas do conhecimento e abrange as variadas disciplinas envolvidas na completude das análises previstas. A lista dos profissionais participantes do estudo é apresentada no QUADRO 1.

QUADRO 1 – EQUIPE TÉCNICA.

NOME	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	ATIVIDADES / FUNÇÃO NO PROJETO
RAUL BAGLIOLI FILHO CREA-PR: 4765/D ART: 1720244607935	Engenheiro Civil Mestre em Gestão Empresarial	Supervisão
EDUARDO RATTON CREA-PR: 7.657/D ART: 1720243933260	Engenheiro Civil M.Sc. Geotecnia Dr. Geotecnia	Coordenação geral
PHILIPPE RATTON CREA-PR: 108.813/D ART: 1720244570934	Engenheiro Civil M.Sc. Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental Dr. Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental	Coordenação executiva
AMANDA CHRISTINE GALLUCCI SILVA CREA-PR 170306/D ART: 1720244578889	Engenheira Civil M. Sc. Geotecnia Doutoranda em Sustentabilidade Ambiental Urbana	Estudos socioeconômicos
DONIZETI ANTONIO GIUSTI CREA-SP: 63947/D ART: 1720244575146	Geólogo M.Sc. Geociência Dr. Geociências e Meio Ambiente, Pós-Dr em Hidrogeologia	Estudos geológicos
GABRIEL TROYAN RODRIGUES CREA-PR: 189.287/D ART: 1720244576819	Engenheiro Ambiental Esp. Geoprocessamento M.Sc. Gestão Urbana Doutorando em Gestão Urbana	Anteprojeto de Drenagem
GABRIELA COSTANARO GONÇALVES CAU-PR A3055507	Arquiteta e Urbanista Esp. em Gestão Urbana Mestranda em Planejamento Urbano	Estudos urbanísticos e de paisagem
GUILHERME MARQUES COLOMBO	Engenheiro Civil Esp. em Engenharia de Pavimentação MBA Gerenciamento de Projetos	Orçamento e cronograma
GUSTAVO PACHECO TOMAS CREA-SC 107305-9 ART: 1720244631208	Engenheiro Civil M.Sc. Engenharia Recursos Hídricos e Ambiental Dr. Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental	Estudos hidromorfológicos

NOME	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	ATIVIDADES / FUNÇÃO NO PROJETO
JHON WESLEY DA SILVA GOMES	Graduando Engenharia Civil	Quantitativos e desenhos técnicos
FLAVIA CRISTINA ARENAS ART: 1720244629661	Engenheira Cartógrafa e Agrimensora Esp. Análise Ambiental	Elaboração de mapas temáticos
RODRIGO DE CASTRO MORO CREA-PR: 137.730/D ART: 1720244575006	Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor M.Sc. Ciência da Computação e Inteligência Artificial	Elaboração de mapas temáticos
WANDERSON SCHMIDT AMARAL CAU-PR A1936492	Arquiteto e Urbanista M.Sc em Planejamento Urbano	Estudos urbanísticos e de paisagem
EQUIPE DE APOIO		
GIOVANNA SOUZA VALE	Graduanda em Tecnologia em Processos Gerenciais Assistente administrativo	Suporte nas questões administrativas
JONATAS DANIEL SILVERIO	Graduando em Inteligência Artificial Aplicada Graduando em Engenharia da Computação	Suporte de tecnologia e informação
LUIZ GUILHERME GONÇALVES DA SILVA BORGES	Graduando em Tecnologia em Design Gráfico	Identidade visual
VILMA MACHADO CRB-PR: 1.563/O	Biblioteconomia Esp. Gestão da Informação e Inovações Tecnológicas M.Sc. Gestão de Políticas Públicas Doutoranda em Gestão da Informação	Edição de Relatórios

2 INTRODUÇÃO

O litoral do Estado do Paraná possui uma curta extensão em comparação com os demais estados costeiros, com aproximadamente 90 km, dos quais apenas 50 km são constituídos de praias. Guaratuba contribui com aproximadamente 14,5 km destas praias, que são frequentados por grande número de pessoas, principalmente durante o verão. De acordo com o Relatório de Revisão do Plano Diretor Municipal de 2023, no ano de 2006 foram contabilizados mais de 1,8 milhão de turistas em todo o Litoral Paranaense, sendo cerca de 543 mil apenas no município de Guaratuba.

Ao longo dos anos, a erosão marinha tem sido observada no município de Guaratuba, com a ocorrência de ressacas que destroem a infraestrutura da praia, como calçadas, ruas e até residências, além da retirada de areia das praias nas marés altas, prejudicando a balneabilidade. A evolução da erosão é um problema para o município, trazendo impactos negativos para a população, como danos a estruturas existentes ao longo da costa, prejuízos ao comércio, redução de áreas de lazer, risco à vida humana e desequilíbrio de ecossistemas ambientais.

Conforme o Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira, elaborado pelo Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO), do Governo Federal, as regiões costeiras são áreas complexas e sensíveis, estando sob influência da interação entre os ambientes marinhos e continentais. Esta característica, associada ao fenômeno das mudanças climáticas e à ocupação humana, acarreta um desequilíbrio do ambiente, aumentando as taxas de erosão ao longo da costa.

Neste contexto, com o objetivo de executar um projeto de controle da erosão costeira e de atender aos anseios e a reivindicação da população local e dos veranistas, que há tempos aguardam a ação governamental para a minimização dos impactos da erosão costeira e melhoria no sistema de drenagem, o governo municipal solicitou ao Instituto Água e Terra (IAT) um Termo de Referência (TR) para a elaboração de estudos para a recuperação da orla de Guaratuba, divididos em 3 metas principais:

- Meta 1: Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA);
- Meta 2: Elaboração de Anteprojeto de Engenharia (obras marítimas, drenagem, recuperação urbanística e orçamentos);
- Meta 3: Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA).

3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo do projeto é a orla do município de Guaratuba/PR, englobando três praias: Central, Caieiras e Prainha (FIGURA 1), com extensão total de aproximadamente 4,7 km. Adicionalmente, a área urbana de Guaratuba também foi considerada para a definição das áreas de contribuição de drenagem (FIGURA 2).

FIGURA 1 – ÁREA DE ESTUDO.



FIGURA 2 – ÁREA URBANA DE GUARATUBA.



4 ESCOPO DOS ESTUDOS

O Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) das obras de recuperação da orla de Guaratuba foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a viabilidade de implantação e operação das intervenções propostas considerando aspectos técnicos, econômicos e ambientais. No caso de Guaratuba, são estabelecidos 3 tipos diferentes de intervenções, as quais estão associadas entre si na medida em que deverão contribuir para o desenvolvimento do município, redução de impactos ambientais e melhoria da qualidade de vida da população. As 3 intervenções previstas são:

- 1) **Obras Marítimas:** são intervenções voltadas para a mitigação e controle de processos erosivos ao longo da orla, compreendendo obras de engenharia como o engordamento das praias (ampliação da faixa de areia) e a construção de estruturas para a fixação da areia através da redução da energia e influência das ondas e correntes, tais como espigões, *headlands* e guias de correntes.
- 2) **Obras de Drenagem:** são intervenções que têm o objetivo de facilitar o escoamento das águas acumuladas na cidade em direção ao mar, buscando mitigar inundações e alagamentos na área urbana. As intervenções previstas para Guaratuba envolvem a readequação das estruturas de macrodrenagem e microdrenagem ao longo das orlas das praias, propondo-se soluções adequadas para a realidade local;
- 3) **Recuperação Urbanística e Paisagística:** são obras de construção e recuperação de calçadas, pavimentos, ciclovias, pistas de caminhada, iluminação, paisagismo e acessibilidade. Considerando a precariedade atual da infraestrutura urbana de Guaratuba, essas intervenções deverão promover melhorias na qualidade de vida da população local e também para os turistas que frequentam o litoral anualmente.

Em função da alternativa selecionada no EVTEA como sendo a mais viável, para cada tipo de intervenção, considerando o tripé técnico-econômico-ambiental, o Anteprojeto de Engenharia foi elaborado contemplando o detalhamento das informações, tais como: memorial descritivo de dimensionamento, desenhos técnicos, método executivo, orçamento e cronograma previsto para execução das obras. O Anteprojeto apresenta elementos suficientes para a posterior elaboração do Projeto Executivo de Engenharia.

Neste relatório, é apresentado o Memorial Descritivo das Obras de Drenagem. Os memoriais descritivos das outras intervenções propostas são apresentados em outros volumes integrantes do Anteprojeto.

5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As obras de drenagem são necessárias devido à existência de pontos exutórios de drenagem e corpos hídricos contaminados com esgotamento sanitário por lançamentos irregulares. Atrelado a isso, tem-se o espraiamento desses lançamentos causando o acúmulo de água ao longo das praias, formando lagoas e propiciando um ambiente insalubre. Desse modo, as três orlas em estudo foram visitadas e caracterizadas quanto aos problemas existentes, sendo descritas a seguir.

5.1 ORLA CENTRAL

A Praia Central conta com estruturas de microdrenagem nas vias de acesso e entorno da orla. Possui cinco pontos de deságue de macrodrenagem, os quais serão detalhados a seguir. O primeiro local trata-se do exutório de um corpo hídrico não nomeado, canalizado em uma galeria em concreto, com dimensões de 1,5 x 1,5 metro, o qual recebe as águas pluviais das adjacências do extremo norte da Praia Central. Pode-se constatar visualmente que, apesar da presença de sacolas plásticas, a água não apresenta contaminação por esgotamento sanitário, e nem odor (FIGURA 3).

FIGURA 3 – PONTO 01 DA PRAIA CENTRAL



Em sequência, o Ponto 02 trata-se de um ponto de lançamento do sistema de drenagem das adjacências da orla, com diâmetro de 40 centímetros, o qual é coberto por pedras com o objetivo de proteger as tubulações das intempéries da maré. O local que deveria receber apenas as contribuições das águas pluviais, ou seja, ter vazão apenas em momentos de precipitação, também recebe lançamento de esgotamento sanitário de forma clandestina, motivo pelo qual se acumula na areia devido à baixa vazão, promovendo mau cheiro (FIGURA 4).

FIGURA 4 – PONTO 02 DA PRAIA CENTRAL



O Ponto 3 (FIGURA 5) também se refere ao exutório de um corpo hídrico perene, canalizado por manilhas de diâmetro de 1 metro, o qual recebe contribuição das águas pluviais das áreas adjacentes. Pode-se notar visualmente a presença do esgotamento sanitário, resultando no mau odor e coloração da água. Devido ao maior volume de escoamento, mesmo sem precipitação, a água escoava pela areia até o mar, se acumulando em alguns locais devido aos processos erosivos.

FIGURA 5 – PONTO 03 DA PRAIA CENTRAL



Por fim, os pontos 04 (FIGURA 6) e 05 (FIGURA 7), tratam-se de dois rios perenes, sendo o rio Brejatuba e outro de nome não identificado, que desaguam na orla. Pode-se visualizar que possuem um fluxo maior que os anteriores, apresentando nitidamente a contaminação por esgotamento sanitário. Esses rios se encontram na areia antes da chegada ao mar, formando uma lagoa de acumulação, ocasionando forte odor.

FIGURA 6 – PONTO 04 DA PRAIA CENTRAL



FIGURA 7 – PONTO 05 DA PRAIA CENTRAL

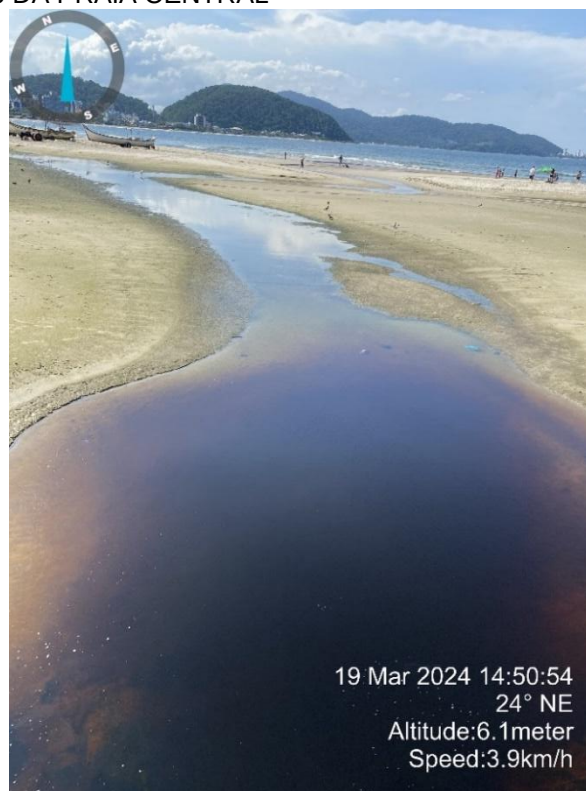


FIGURA 8 – SITUAÇÃO ATUAL DA DRENAGEM NA ORLA DA PRAIA CENTRAL



5.2 ORLA DE CAIEIRAS

A praia de Caieiras possui apenas dois pontos de deságue na orla (FIGURA 12). Entretanto, devido à ausência da rede de esgotamento sanitário, a população local adota o sistema combinado, ou seja, destinam o esgoto sanitário ao sistema de drenagem das águas pluviais (FIGURA 9), resultando na chegada de uma água contaminada na areia da orla, a qual se acumula devido à baixa vazão na ausência de precipitação (FIGURA 10 e FIGURA 11). Cabe destacar que para o ano de 2025 está previsto o início da implantação por parte da SANEPAR da rede de coleta de esgotamento sanitário no local.

FIGURA 9 – ESTRUTURAS DE MICRODRENAGEM NAS ADJACÊNCIAS DA ORLA DE CAIEIRAS



FIGURA 10 – CHEGADA DO SISTEMA DE DRENAGEM NA ORLA DE CAIEIRAS AO LESTE

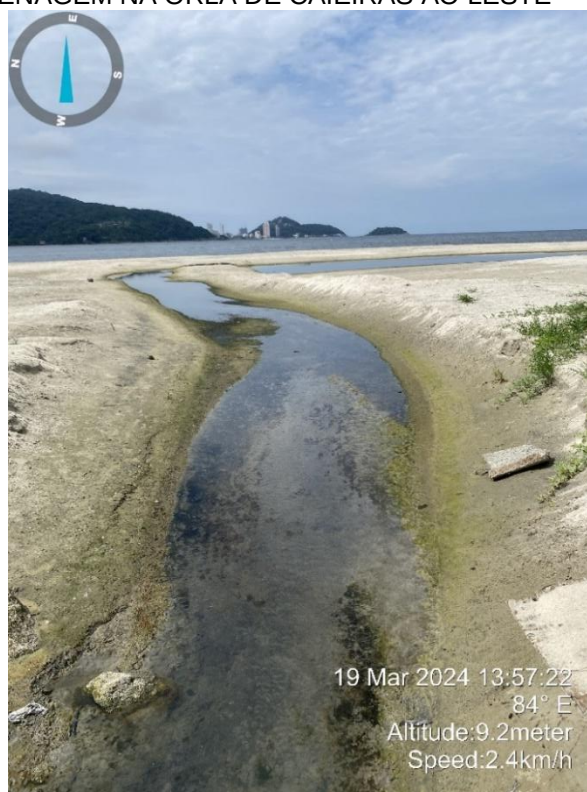
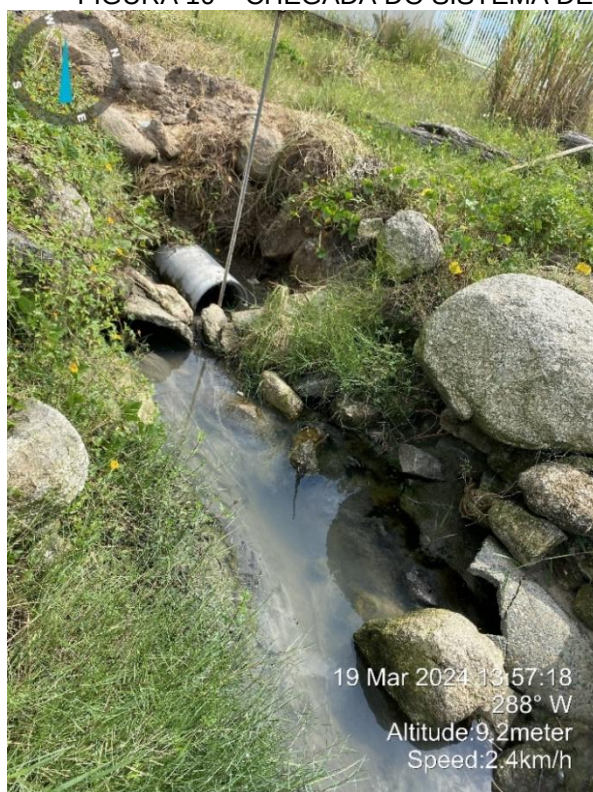


FIGURA 11 – CHEGADA DO SISTEMA DE DRENAGEM NA ORLA DE CAIEIRAS AO NORTE



FIGURA 12 – SITUAÇÃO ATUAL DA DRENAGEM NA ORLA DA PRAIA DE CAIEIRAS



5.3 ORLA DA PRAINHA

A Prainha apresenta também apenas dois pontos de deságue, sendo o Rio do Meio (FIGURA 15) e o Rio Prainha (FIGURA 16). Também foi identificado sistema de microdrenagem nas vias das proximidades (FIGURA 13 e FIGURA 14), as quais contribuem para esses corpos hídricos.

FIGURA 13 – ESTRUTURAS DE MICRODRENAGEM NAS ADJACÊNCIAS DA ORLA DA PRAINHA



FIGURA 14 – DESÁGUE DO RIO DO MEIO NA ORLA DA PRAINHA



FIGURA 15 – DESÁGUE DO RIO PRAINHA NA ORLA DA PRAINHA



[illegible]

6 MEMORIAL DE CÁLCULO

O memorial de cálculo do dimensionamento da macrodrenagem do anteprojeto foi estruturado segundo os parâmetros básicos fixados pelas normas do Instituto Água e Terra (IAT), que foram organizadas na Resolução da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável (SEDEST) nº 050 de 2022.

6.1 INTENSIDADE DA CHUVA E TEMPO DE RECORRÊNCIA

A adoção do período de recorrência de chuva crítica considera o nível de segurança desejado para o sistema. Quanto maior o período de recorrência, maiores serão as intensidades das chuvas de projeto, resultando em maior segurança para o sistema, contudo, também resulta em custos mais elevados para as obras de implantação.

Assim, para utilizar dados de chuva em projetos de drenagem, é necessário conhecer a relação entre as quatro características fundamentais da chuva: intensidade, duração, frequência e distribuição. Essa relação pode ser representada graficamente ou por meio de uma equação, apresentada na Equação 1:

$$i = \frac{K \cdot Tr^m}{(t + t_0)^n} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

i – Intensidade de precipitação máxima (mm/h);

Tr – Tempo de recorrência (anos);

t – Tempo de duração da chuva (min);

K, t_0 , m, n – Parâmetros determinados para a estação pluviométrica.

A referida resolução recomenda um período de recorrência de 3 anos para dimensionamento de rede de galerias, e 10 anos para emissários e canais.

6.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração para sistemas de galerias de águas pluviais em drenagens urbanas é o tempo necessário para que a água percorra a superfície até a boca de lobo mais próxima, somado ao tempo de escoamento dentro do coletor, desde a abertura

de engolimento até a seção considerada. O tempo de concentração em uma determinada seção de galerias é calculado pela Equação 2:

$$tc = ts + te \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

tc - Tempo de concentração;

ts - Tempo de escoamento superficial;

te - Tempo de escoamento nas galerias até a seção considerada.

Para determinar o tempo de escoamento superficial inicial, existem fórmulas e recomendações que sugerem que esse tempo fique entre cinco (5) e vinte (20) minutos. Contudo, de acordo com o Anexo Técnico do Relatório para Controle de Erosão no Noroeste do Estado do Paraná, citada na Resolução SEDEST nº 050 de 2022, esse valor não deve ultrapassar dez (10) minutos. O tempo de escoamento é calculado dividindo a velocidade média de escoamento na galeria pela extensão do percurso.

A Equação 3 representa a equação de George Ribeiro (DNIT, 2005) para o cálculo do tempo de concentração:

$$t_c = \frac{16 L}{(1,05 - 0,2p_r) \cdot (100I)^{0,04}} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

t_c - tempo de concentração (min);

L - comprimento do curso d'água (km);

I - declividade (m/m); e

p_r - parâmetro dado pela porção da bacia coberta por vegetação.

6.3 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Para determinar o coeficiente de escoamento superficial, existem valores específicos para cada tipo de cobertura do terreno. O Instituto Água e Terra adota os seguintes valores principais:

C = 0,30 – para áreas não pavimentadas;

C = 0,90 – para áreas pavimentadas ou cobertas.

Para simplificar o cálculo, pode-se determinar um coeficiente médio (C_m) que represente as áreas cobertas, como ruas pavimentadas com asfalto, calçadas revestidas e

uma faixa lateral contínua de 10 metros de largura em ambos os lados da rua, como ilustrado na FIGURA 17, representando as áreas permeáveis, as áreas internas dos quarteirões. A fórmula para cálculo do C_m é apresentada na Equação 4:

$$C_m = \frac{C1 \cdot A1 + C2 \cdot A2}{At} \quad (\text{Equação 4})$$

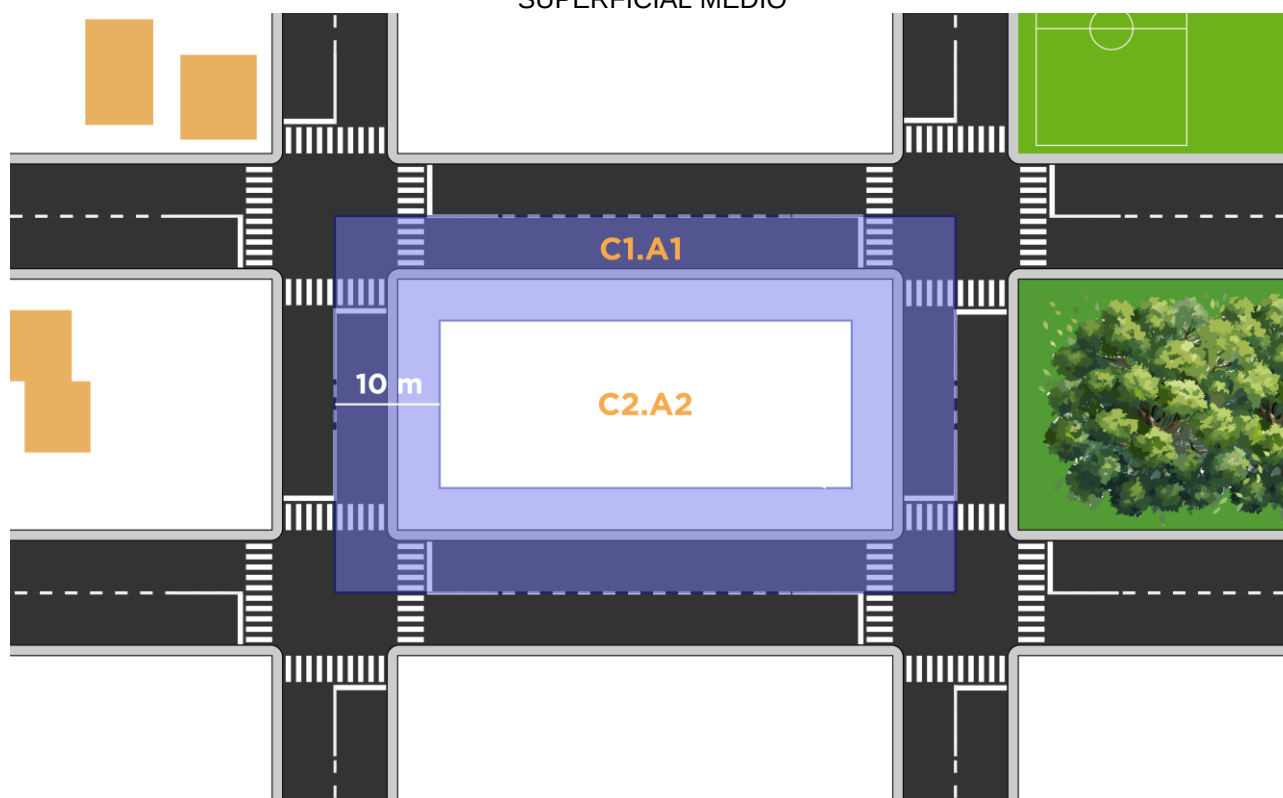
Onde:

$C1 \cdot A1$ – Área contribuinte pavimentada;

$C2 \cdot A2$ – Área contribuinte não pavimentada;

At – Área total.

FIGURA 17 – REPRESENTAÇÃO DAS ÁREAS PARA CÁLCULO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL MÉDIO



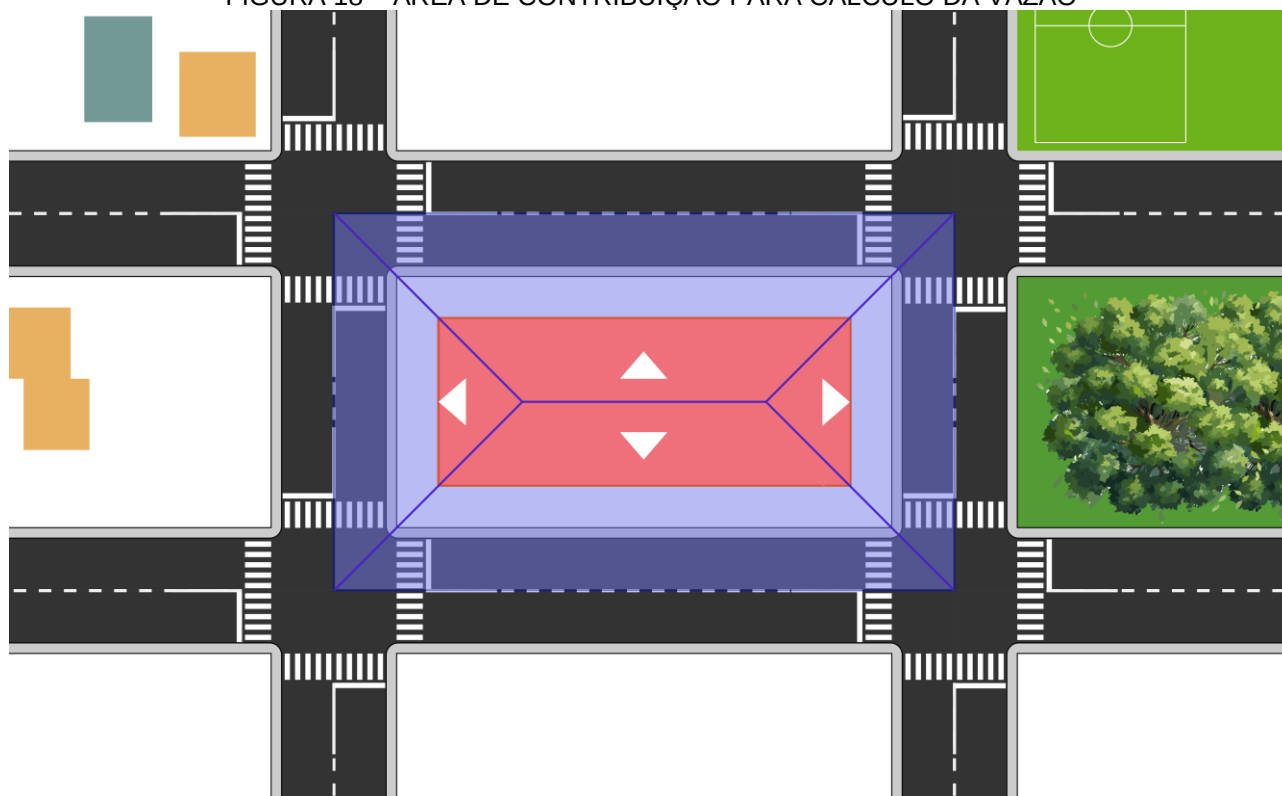
A referida resolução ainda indica também que o coeficiente pode ser adotado de acordo com o Plano Diretor do Município e o máximo permitido de áreas impermeabilizadas nos lotes, temos o coeficiente de escoamento superficial resultante:

- Lotes 100% impermeabilizados: $C = 0,90$;
- Lotes 90% impermeabilizados: $C = 0,84$;
- Lotes 80% impermeabilizados: $C = 0,78$;
- Lotes 70% impermeabilizados: $C = 0,72$.

6.4 ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO

O critério de cálculo utilizado para determinar a área contribuinte, onde o arruamento está claramente definido, é ilustrado na FIGURA 18. Para as demais áreas, a divisão das bacias foi traçada considerando o divisor perpendicular às curvas de nível, a partir da seção em estudo.

FIGURA 18 – ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO PARA CÁLCULO DA VAZÃO



6.5 CÁLCULO DAS VAZÕES

As vazões de contribuição devem ser calculadas pelo Método Racional (Equação 5), para bacias contribuintes pequenas (menor que 2,5 km²), utilizando-se:

$$Q = \epsilon . C . i . A \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

Q - Vazão do projeto (m³ /s);

ϵ - Coeficiente de distribuição da precipitação (considerar igual a um, pois as bacias de contribuição são relativamente pequenas, podendo ser desprezado o efeito de dispersão das chuvas);

- C - Coeficiente de escoamento superficial;
i - Intensidade de precipitação pluviométrica (m³/s.ha);
A - Área da bacia contribuinte (ha).

6.6 DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES

Para o dimensionamento dos coletores foi utilizado a fórmula de Manning, apresentada na Equação 5:

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot I^{1/2}}{n} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

- V – Velocidade de escoamento em m/s;
R – Raio hidráulico da seção de vazão em um;
I – Declividade superficial de linha d'água;
n – Coeficiente de rugosidade (n = 0,015 p/ galeria em concreto).

As galerias são dimensionadas para operarem a seção plena e as velocidades limites adotadas são as seguintes:

- Velocidade Mínima – 0,75 m/s. Para galerias com diâmetro de 0,40m e 0,60m, em regiões com solos facilmente carreáveis, adota-se uma declividade mínima de 1,5% e 1,2%, respectivamente, para impedir o assoreamento. O ideal seria usar uma velocidade mínima sanitária de 2 m/s para garantir a limpeza das galerias.
- Velocidade Máxima – 5 m/s. Uma pesquisa contratada pela Universidade Católica do Paraná concluiu que este limite pode ser aumentado para 7 m/s. O aumento deste limite máximo permite a redução do diâmetro e, conseqüentemente, dos acessórios das redes de galerias de águas pluviais, reduzindo seus custos.

Os diâmetros comerciais no Paraná geralmente mais adotados são 0,40m, 0,60m, 0,80m, 1,00m, 1,20m, 1,50m, 2,00m e 2,20m.

7 ESTUDO HIDROLÓGICO

Para a utilização dos dados de chuva em projetos de drenagem, é necessário compreender a relação entre intensidade, duração, frequência e distribuição das chuvas, a qual é determinada a partir de dados históricos obtidos através de estações pluviométricas (Fendrich, 1998).

Em consulta ao Instituto Água e Terra (IAT) pela plataforma Sistema de Informações Hidrológicas (SIH), foram localizadas três estações de monitoramento pluviométrico ativas no município de Guaratuba, das quais foram obtidas e avaliadas as alturas mensais de precipitação. Foi selecionada a Estação Guaratuba (Código 2548053), por apresentar maior período de monitoramento (últimos 20 anos) e estar localizada mais próxima da área de estudo (TABELA 1).

TABELA 1 – DADOS DE MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO ESTAÇÃO GUARATUBA (CÓDIGO 2548053)

Alturas mensais de precipitação (mm)												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2004	224,3	169,3	180,7	179,1	150,7	56,5	181,2	20,5	128,9	123,8	130,0	310,8
2005	250,9	89,4	153,8	155,1	87,5	39,3	91,1	135,2	192,5	134,2	209,2	183,7
2006	154,8	310,8	375,1	108,7	43,2	85,5	81,8	44,5	194,7	136,2	420,9	205,5
2007	348,2	228,8	258,7	265,9	234,3	12,9	112,3	57,2	114,9	193,3	210,7	220,0
2008	729,3	689,0	324,5	264,2	141,4	114,7	35,2	162,7	141,2	446,2	822,7	245,1
2009	355,5	374,1	550,0	148,2	80,4	101,8	314,9	126,8	352,0	217,7	196,6	172,0
2010	592,1	244,5	478,2	335,7	236,9	179,1	159,5	99,0	86,4	228,4	154,2	364,2
2011	339,6	423,9	407,3	79,0	82,1	86,1	125,9	333,1	113,9	179,2	198,3	451,6
2012	345,6	123,0	58,0	275,5	193,7	275,8	160,9	47,7	57,0	191,4	180,1	217,9
2013	282,3	327,5	458,9	116,0	124,4	223,1	184,2	86,9	171,5	107,7	181,3	232,0
2014	180,7	156,0	257,2	159,0	95,1	167,3	75,3	71,7	185,6	47,6	139,9	235,7
2015	274,3	370,9	426,0	226,0	323,3	87,3	157,9	30,8	159,8	280,9	348,9	371,3
2016	212,3	257,4	255,4	200,1	158,4	133,4	101,6	134,9	99,6	240,7	108,1	129,8
2017	416,7	209,7	271,3	172,6	230,4	119,4	36,9	47,2	146,4	167,8	150,2	262,5
2018	452,3	129,0	237,7	193,6	111,1	82,7	28,4	88,1	81,6	267,7	120,7	165,2
2019	333,6	565,3	305,1	135,9	253,9	184,4	34,4	45,4	188,9	155,3	127,8	119,9
2020	209,2	378,8	71,1	58,2	23,9	113,0	83,3	97,1	45,8	174,2	288,8	517,4
2021	602,7	321,5	292,5	314,6	119,2	63,4	35,0	131,3	142,7	329,9	162,2	301,9
2022	223,4	70,8	132,9	89,9	112,8	138,3	17,0	220,6	172,0	170,8	228,3	170,7
2023	264,0	250,4	229,4	184,3	31,1	167,5	149,1	77,9	87,1	497,7	119,1	102,4
Valores anuais												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	339,6	284,5	286,2	183,1	141,7	121,6	108,3	102,9	143,1	214,5	224,9	249,0
Mínima	154,8	70,8	58,0	58,2	23,9	12,9	17,0	20,5	45,8	47,6	108,1	102,4
Máxima	729,3	689,0	550,0	335,7	323,3	275,8	314,9	333,1	352,0	497,7	822,7	517,4

Fonte: IAT (2023).

Destacam-se os meses de janeiro, fevereiro e março com as maiores médias mensais de precipitação, e inversamente, os meses de julho e agosto com as menores médias mensais pluviométricas.

Para estimar a intensidade de chuvas do município, consequentemente na Bacia Hidrográfica em estudo, recorre-se a uma fórmula denominada “equação de chuvas intensas” (Equação 1). O software PLUVIO 2.1, fornece as referidas constantes para qualquer região do Brasil, ao inserir dados como o nome da cidade desejada ou pela latitude e longitude do local, utilizando como referência os trabalhos de FENDRICH (1998). Ao preencher os dados para a região de estudo, obteve-se as constantes apresentadas a seguir:

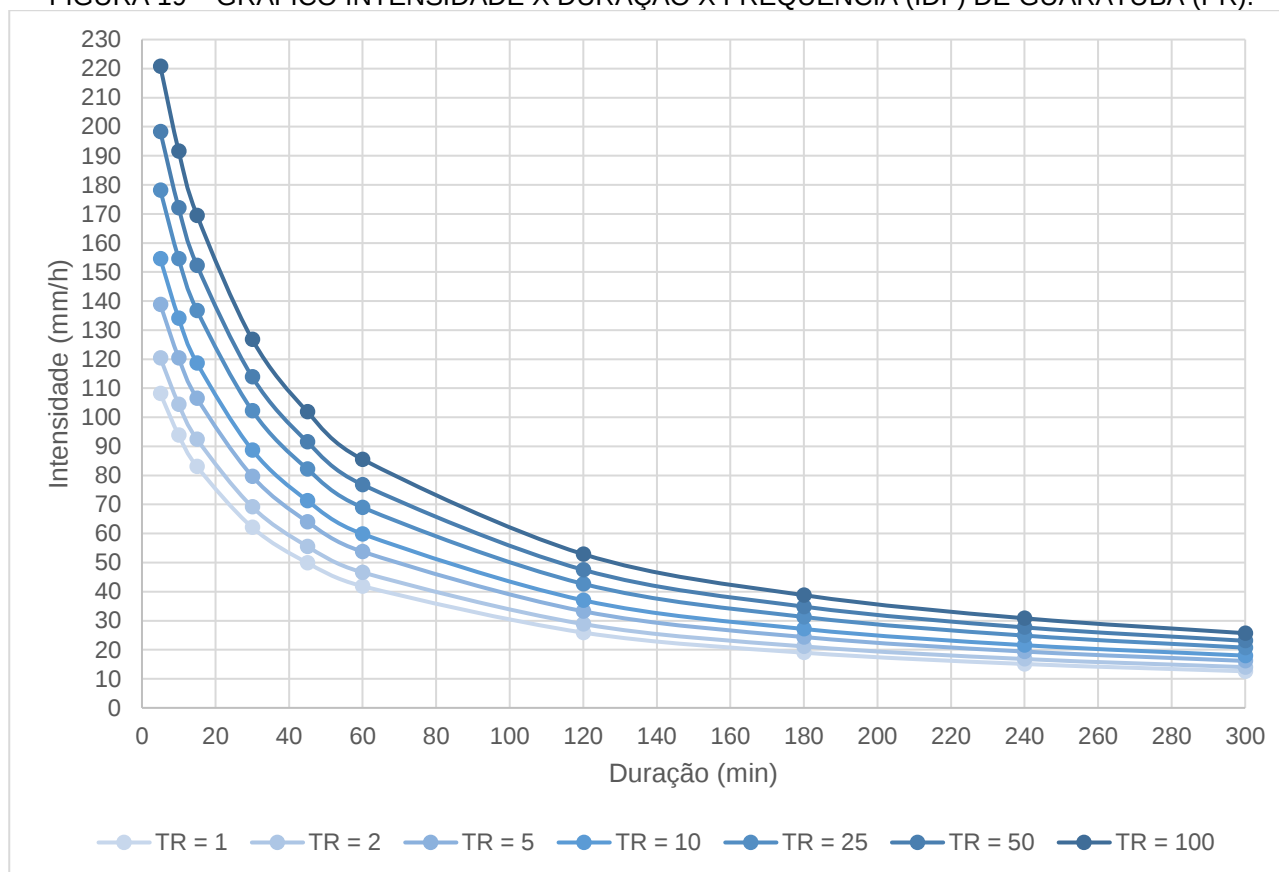
$$i_{\text{máx}} = \frac{2.158,42 \cdot T_R^{0,155}}{(t + 23,90)^{0,890}}$$

A TABELA 2 apresenta os dados de intensidades máximas de chuvas previstas para diferentes Durações (t) e Tempos de Recorrência (T_R) no município de Guaratuba, conforme fórmula apresentada anteriormente, também ilustrados pela FIGURA 19.

TABELA 2 – INTENSIDADE MÁXIMA DAS CHUVAS (MM/H) EM GUARATUBA

Duração - t (min)	Tempo de Recorrência - TR (anos) – mm/h						
	1	2	5	10	25	50	100
300	12,59	14,01	16,15	17,98	20,73	23,08	25,70
240	15,10	16,82	19,38	21,58	24,87	27,69	30,84
180	19,00	21,16	24,38	27,15	31,29	34,84	38,79
120	25,91	28,85	33,25	37,02	42,67	47,51	52,90
60	41,88	46,63	53,74	59,84	68,97	76,79	85,50
45	49,90	55,56	64,04	71,31	82,19	91,51	101,89
30	62,09	69,13	79,68	88,72	102,26	113,86	126,77
15	83,00	92,41	106,52	118,60	136,70	152,20	169,47
10	93,81	104,45	120,39	134,05	154,50	172,03	191,54
5	108,13	120,39	138,76	154,50	178,08	198,28	220,77

FIGURA 19 – GRÁFICO INTENSIDADE X DURAÇÃO X FREQUÊNCIA (IDF) DE GUARATUBA (PR).



Para o cálculo da vazão de projeto aplicou-se o método racional, considerando a intensidade da chuva para o tempo de recorrência de dez anos de 134 mm/hora. Para o coeficiente de escoamento superficial (adimensional) adotou-se o valor de 0,70 conforme indicado pela referida resolução SEDEST para áreas urbanas.

Em complementação, para definição das áreas de contribuição foram utilizados o Modelo Digital de Terreno (MDT) e quadras no perímetro urbanizado, ilustradas na FIGURA 20, FIGURA 21 e FIGURA 22.

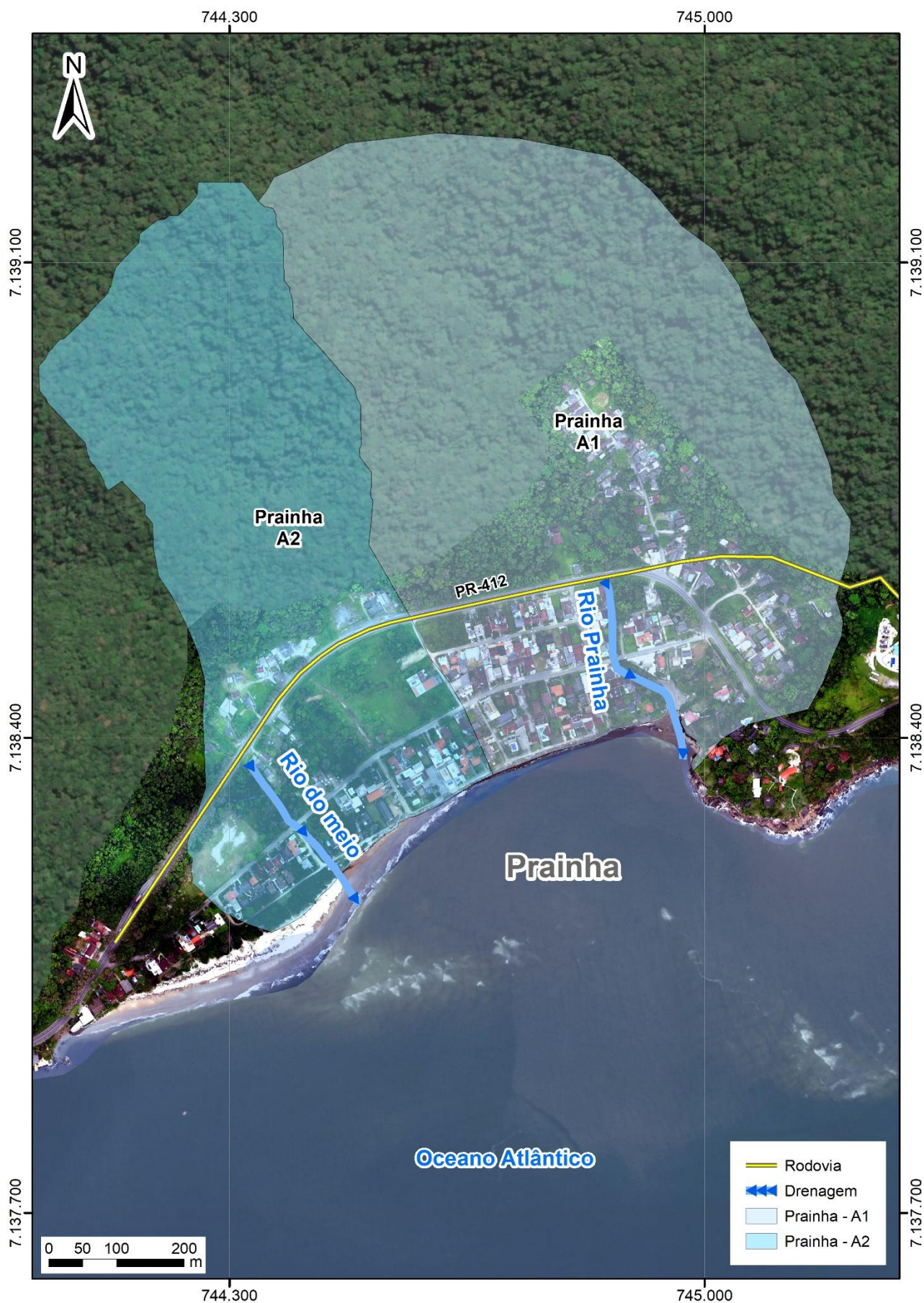
FIGURA 20 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DA ORLA CENTRAL



FIGURA 21 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DA ORLA DE CAIEIRAS



FIGURA 22 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DA ORLA DA PRAINHA



Considerando a inexistência do cadastro da rede de drenagem pluvial em Guaratuba, e da ausência dos projetos executados que pudessem conter informações pertinentes, o tempo de concentração para as bacias de contribuição foram calculados considerando a maior distância até o exutório. Utilizando o Modelo Digital de Elevação foram obtidas as altitudes ortométricas máximas e mínimas de cada área, onde obteve-se a declividade média para cada trecho.

TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO (ORLA CENTRAL)

ID	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Área (Km ²)	0,2601	0,068	0,0472	0,2434	0,1752	0,1300
Extensão (m)	822	536	325	766	667	525
Declividade	0,61%	0,37%	0,62%	0,26%	0,60%	0,19%
Pr (% cobertura por vegetação)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Tempo de concentração (min)	13,55	9,01	5,36	13,06	11,00	9,07
Intensidade (mm/h)	122,67	137,63	152,83	124,11	130,62	137,42
Coeficiente escoamento superficial	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Vazão (m ³ /s)	6,21	1,82	1,40	5,88	4,45	3,48

Para orla de Caieiras, utilizou-se a área de contribuição 01 de 0,238 Km², a declividade mínima de 0,50%, o tempo de concentração de 10 minutos, a intensidade da chuva de 134,05 mm/h, o Coeficiente escoamento superficial de 0,70, resultando na vazão de 6,21 m³/s. Em relação a área de contribuição 02, que possui uma área de 0,012 km², aplicando a mesma metodologia resultou em uma vazão de 0,31 m³/s, a qual será atendida pela microdrenagem devido à dimensão necessária.

Na orla da Prainha, de igual maneira foram aplicados os mesmos critérios para as duas áreas de contribuição, resultando nas informações constantes na TABELA 4.

TABELA 4 – CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO (ORLA DA PRAINHA)

ID	Área (Km ²)	Coeficiente escoamento superficial	Intensidade (mm/h)	Vazão (m ³ /s)
A1	0,550	0,70	134,05	14,35
A2	0,352	0,70	134,05	9,18

Deste modo, a macrodrenagem foi dimensionada considerando as áreas de contribuição anteriormente ilustradas (FIGURA 20, FIGURA 21 e FIGURA 22). Em relação à microdrenagem, foram consideradas as áreas de contribuição das vias onde estão propostas interferências, sendo desenhadas conforme ilustrada na FIGURA 18.

8 ANTEPROJETO DAS OBRAS DE DRENAGEM

O dimensionamento obtido para as estruturas é apresentado a seguir para cada orla, bem como, as figuras com as propostas de locação e a síntese de quantitativos. O detalhamento de implantação das estruturas encontra-se disponível no Caderno de Obras de Drenagem.

8.1 ORLA CENTRAL

A Orla Central é dividida em dois Trechos de Drenagem, denominados neste projeto como Trecho Norte e Sul (FIGURA 23), sendo proposta uma galeria ao norte com aproximadamente 949 metros de extensão. E outro trecho ao sul, com 450 metros de extensão, convergindo para a foz do rio Brejatuba. A TABELA 5 apresenta os parâmetros de dimensionamento.

TABELA 5 – PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM NA ORLA CENTRAL

Trecho	Extensão (m)	Área de Contribuição		Vazão (m³/s)	Dimensões da Galeria	
		Descrição	Valor (km²)		Altura (m)	Largura (m)
1N	949,00	A2 + A3	0,068+0,047=0,115	3,23	1,00	1,50
1S	155,00	A4	0,243	5,88	1,00	2,50
2S	-	Trecho 1 Sul + A5 + A6	0,243+0,175+0,130=0,549	13,81	Guia-corrente	
2S	276,00	A6	0,130	3,48	1,00	1,50

A TABELA 6, apresenta a síntese dos quantitativos de macrodrenagem para Orla Central, compreendendo as extensões das galerias e as caixas de passagem ou poços de visita com tampas removíveis que vão possibilitar a manutenção e limpeza das mesmas (TABELA 7).

TABELA 6 – QUANTITATIVO DE GALERIAS DE MACRODRENAGEM

QUANTITATIVO DE GALERIAS DE MACRODRENAGEM - PRAIA CENTRAL					
REDES	TRECHOS	COMP (m)	PEÇAS (UN)	DIMENSÃO (cm)	CAIXA DE PASSAGEM
NORTE	1	948,59	949	150X100	17
SUL	1	154,29	155	250x100	6
SUL	2	275,98	276	150x100	7

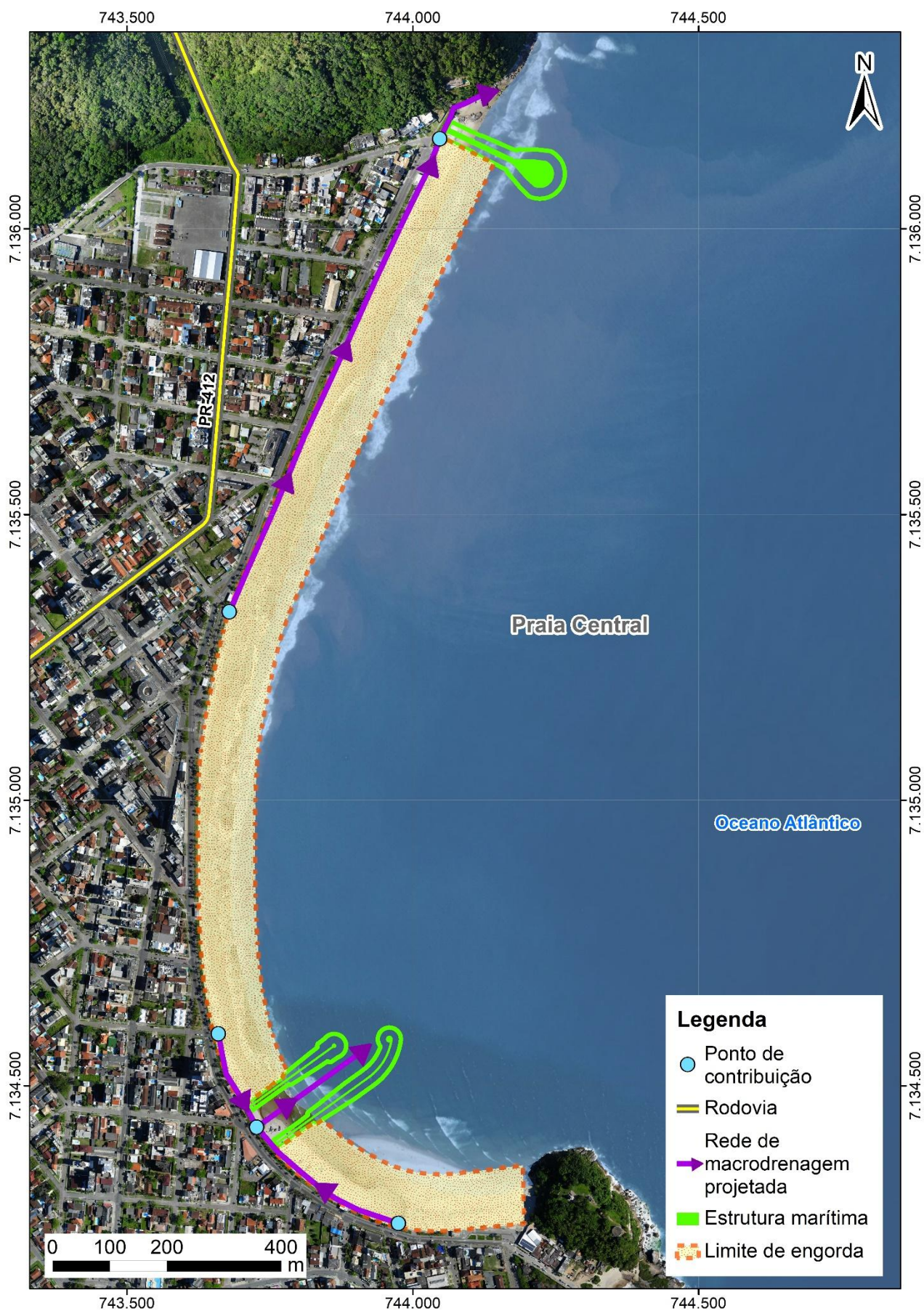
Fonte: UNILIVRE, 2024.

TABELA 7 – QUANTITIVO DE CAIXAS DE POÇOS DE VISITA NA MACRODRENAGEM

CAIXAS DE PASSAGEM - PV - MACRODRENAGEM- PRAIA CENTRAL

REDE	DIMEN. (cm)	QUANT. (UN)
NORTE	250X250	17
SUL	350X350	6
	250x250	7

FIGURA 23 – PROPOSTA DA MACRODRENAGEM PARA ORLA CENTRAL



Em complementação, também é prevista a implantação de uma nova rede de microdrenagem em toda extensão de revitalização da Avenida Atlântica, considerando o tempo de recorrência de dez anos e o tempo de concentração inicial de dez minutos para o dimensionamento. As áreas de contribuição para o trecho norte, central e sul da Orla Central são apresentadas nas FIGURA 24, FIGURA 25 e FIGURA 26, respectivamente.

Para verificação do dimensionamento foram conferidas as capacidades de escoamento na seção (vazão/seção plena) não superiores à 80% e a velocidade de escoamento maior que 0,50 m/s e inferior a 5,0 m/s). A declividade, em todos os trechos, foi fixada em 0,50%. Os resultados de dimensionamento e verificação encontram-se disponíveis na TABELA 8.

FIGURA 24 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO NORTE DA ORLA CENTRAL



FIGURA 25 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO CENTRAL DA ORLA CENTRAL



FIGURA 26 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO SUL DA ORLA CENTRAL



TABELA 8 – DIMENSIONAMENTO DAS CANALETAS NA ORLA CENTRAL

Dados de Entrada – Terreno				Dimensionamento			Verificações	
Trecho	ID	Área Acum. (ha)	Extensão (m)	Vazão (m³/s)	Largura (m)	Altura (m)	Qp (m³/s)	Q/Qp
Norte								
40	40	0,0525	3,35	0,014	0,50	0,50	0,271	0,052
39	39	0,1240	3,32	0,033	0,50	0,50	0,271	0,122
Rede 1		0,1240	48,07	0,033	0,50	0,50	0,271	0,122
37	37	0,0310	3,32	0,008	0,50	0,50	0,271	0,030
38	38	0,0962	3,39	0,026	0,50	0,50	0,271	0,096
Rede 2		0,2202	70,27	0,058	0,50	0,50	0,271	0,214
36	36	0,0341	3,52	0,009	0,50	0,50	0,271	0,033
35	35	0,0965	3,52	0,026	0,50	0,50	0,271	0,096
Rede 3		0,3167	47,38	0,081	0,50	0,50	0,271	0,299
34	34	0,1161	9,75	0,031	0,50	0,50	0,271	0,114
33	33	0,2440	4,97	0,065	0,50	0,50	0,271	0,240
Rede 4		0,5607	106,13	0,141	0,50	0,50	0,271	0,520
31	31	0,1170	9,32	0,031	0,50	0,50	0,271	0,114
32	32	0,2414	5,91	0,065	0,50	0,50	0,271	0,240
30	30	0,0845	2,27	0,023	0,50	0,50	0,271	0,085
29	29	0,1786	18,06	0,048	0,50	0,50	0,271	0,177
27	27	0,0345	3,49	0,009	0,50	0,50	0,271	0,033
28	28	0,0930	18,63	0,025	0,50	0,50	0,271	0,092
26	26	0,0639	3,92	0,017	0,50	0,50	0,271	0,063
25	25	0,1406	22,07	0,038	0,50	0,50	0,271	0,140
24	24	0,0506	3,34	0,014	0,50	0,50	0,271	0,052
23	23	0,1072	21,78	0,029	0,50	0,50	0,271	0,107
22	22	0,0517	3,29	0,014	0,50	0,50	0,271	0,052
21	21	0,1065	21,84	0,028	0,50	0,50	0,271	0,103
20	20	0,0466	3,49	0,012	0,50	0,50	0,271	0,044
19	19	0,0972	23,23	0,026	0,50	0,50	0,271	0,096
18	18	0,0510	2,75	0,014	0,50	0,50	0,271	0,052
17	17	0,1096	27,60	0,029	0,50	0,50	0,271	0,107
16	16	0,0500	3,46	0,013	0,50	0,50	0,271	0,048

Dados de Entrada – Terreno			
Trecho	ID	Área Acum. (ha)	Extensão (m)
15	15	0,1098	27,73
14	14	0,0533	3,41
13	13	0,1116	26,27
12	12	0,0641	3,32
11	11	0,1206	26,23
10	10	0,0621	3,43
9	9	0,1277	26,55
8	8	0,0564	3,47
7	7	0,1377	26,65
6	6	0,0398	3,27
5	5	0,1200	26,35
4	4	0,0370	3,29
3	3	0,1086	26,62
2	2	0,0668	5,69
1	1	0,1078	26,40
Central			
41	41	0,0820	3,30
42	42	0,1934	3,67
Rede 5		0,1934	111,56
43	43	0,1227	3,25
44	44	0,2151	3,39
Rede 6		0,4085	57,91
45	45	0,0597	3,49
46	46	0,1099	3,49
Rede 7		0,5184	55,88
48	48	0,2145	3,21
47	47	0,3073	3,62
50	50	0,2171	3,34
49	49	0,3293	20,96
52	52	0,0499	3,28
51	51	0,0990	21,55
54	54	0,0845	3,35

Dimensionamento		
Vazão (m³/s)	Largura (m)	Altura (m)
0,029	0,50	0,50
0,014	0,50	0,50
0,030	0,50	0,50
0,017	0,50	0,50
0,032	0,50	0,50
0,017	0,50	0,50
0,034	0,50	0,50
0,015	0,50	0,50
0,037	0,50	0,50
0,011	0,50	0,50
0,032	0,50	0,50
0,010	0,50	0,50
0,029	0,50	0,50
0,018	0,50	0,50
0,029	0,50	0,50
0,022	0,50	0,50
0,052	0,50	0,50
0,052	0,50	0,50
0,033	0,50	0,50
0,058	0,50	0,50
0,105	0,50	0,50
0,016	0,50	0,50
0,029	0,50	0,50
0,131	0,50	0,50
0,057	0,50	0,50
0,082	0,50	0,50
0,058	0,50	0,50
0,088	0,50	0,50
0,013	0,50	0,50
0,026	0,50	0,50
0,023	0,50	0,50

Verificações	
Qp (m³/s)	Q/Qp
0,271	0,107
0,271	0,052
0,271	0,111
0,271	0,063
0,271	0,118
0,271	0,063
0,271	0,125
0,271	0,055
0,271	0,137
0,271	0,041
0,271	0,118
0,271	0,037
0,271	0,107
0,271	0,066
0,271	0,107
0,271	0,081
0,271	0,192
0,271	0,192
0,271	0,122
0,271	0,214
0,271	0,387
0,271	0,059
0,271	0,107
0,271	0,483
0,271	0,210
0,271	0,303
0,271	0,214
0,271	0,325
0,271	0,048
0,271	0,096
0,271	0,085

Dados de Entrada – Terreno			
Trecho	ID	Área Acum. (ha)	Extensão (m)
53	53	0,1356	21,71
56	56	0,1044	3,39
55	55	0,1689	19,45
Sul			
73	73	0,1092	4,46
74	74	0,0444	2,69
Rede 8		0,0444	59,96
76 + 67	76 e 67	0,1731	2,68
75	75	0,3167	4,40
Rede 9		0,5343	47,80
65 + 64	65 e 64	0,1136	2,80
66	66	0,1780	4,14
Rede 10		0,2916	58,48
68+63	68 e 63	0,0782	2,70
77	77	0,1370	4,35
Rede 11		0,5068	19,76
62	62	0,0798	3,39
78	78	0,1276	20,21
61	61	0,0682	3,61
79	79	0,0957	19,74
60	60	0,0986	3,67
72	72	0,1455	19,86
59	59	0,0905	3,22
71	71	0,1582	21,22
58	58	0,0795	3,31
70	70	0,1285	22,39
57	57	0,0372	3,34
69	69	0,0750	22,88

Dimensionamento		
Vazão (m³/s)	Largura (m)	Altura (m)
0,036	0,50	0,50
0,028	0,50	0,50
0,045	0,50	0,50
0,029	0,50	0,50
0,012	0,50	0,50
0,012	0,50	0,50
0,046	0,50	0,50
0,085	0,50	0,50
0,140	0,50	0,50
0,030	0,50	0,50
0,048	0,50	0,50
0,075	0,50	0,50
0,021	0,50	0,50
0,037	0,50	0,50
0,128	0,50	0,50
0,021	0,50	0,50
0,034	0,50	0,50
0,018	0,50	0,50
0,026	0,50	0,50
0,026	0,50	0,50
0,039	0,50	0,50
0,024	0,50	0,50
0,042	0,50	0,50
0,021	0,50	0,50
0,034	0,50	0,50
0,010	0,50	0,50
0,020	0,50	0,50

Verificações	
Qp (m³/s)	Q/Qp
0,271	0,133
0,271	0,103
0,271	0,166
0,271	0,107
0,271	0,044
0,271	0,044
0,271	0,170
0,271	0,314
0,271	0,517
0,271	0,111
0,271	0,177
0,271	0,277
0,271	0,077
0,271	0,137
0,271	0,472
0,271	0,077
0,271	0,125
0,271	0,066
0,271	0,096
0,271	0,096
0,271	0,144
0,271	0,089
0,271	0,155
0,271	0,077
0,271	0,125
0,271	0,037
0,271	0,074

A TABELA 9 e TABELA 10 demonstram os quantitativos para implantação da microdrenagem na Avenida Atlântica.

TABELA 9 – QUANTITATIVO DE GALERIAS DE MICRODRENAGEM (ORLA CENTRAL)

QUANTITATIVO DE GALERIAS DE MICRODRENAGEM					
REDES	DIMENSÃO (CM)	COMP (M)	PEÇAS (UN)	BOCA DE LOBO(UN)	POÇO DE VISITA (UN)
NORTE	50X50	757,36	758	40	6
SUL	50X50	885,81	886	36	12

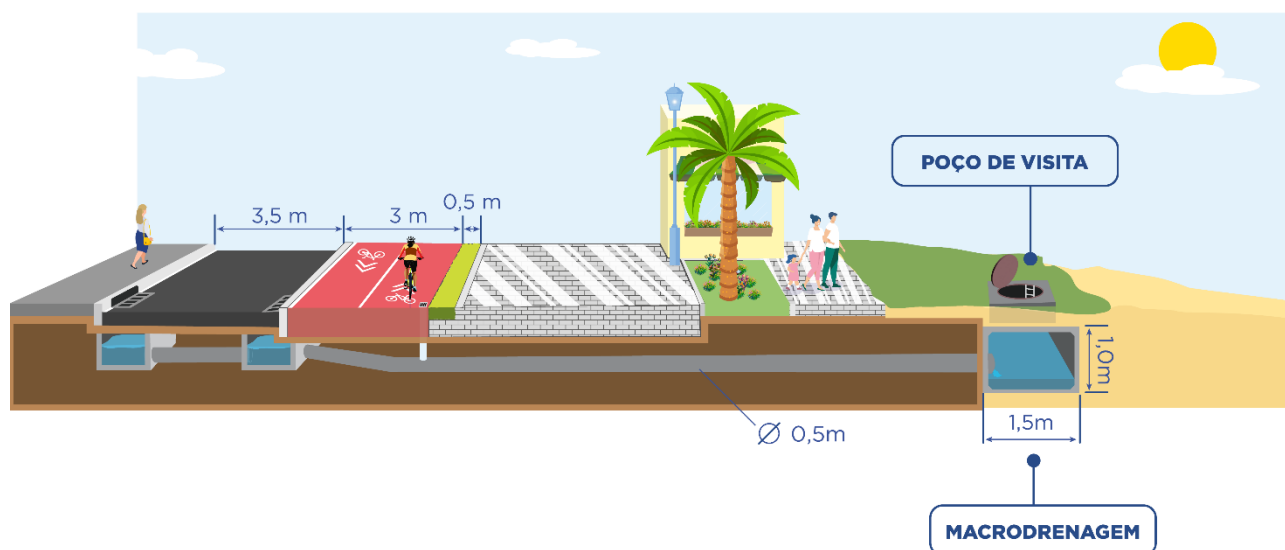
Fonte: UNILIVRE, 2024.

TABELA 10 – QUANTITATIVO DE BOCAS DE LOBO

REDES	DIMENSÃO (CM)	TIPO	PEÇAS (UN)
NORTE	30X90	Boca de lobo Simples (BLS)	20
	100X130	Boca de lobo Combinada (BLC)	20
SUL	30X90	Boca de lobo Simples (BLS)	18
	100X130	Boca de lobo Simples (BLS)	18

A FIGURA 27 ilustra uma seção da proposta de rede de micro e macrodrenagem na orla da Praia Central.

FIGURA 27 – SEÇÃO PROPOSTA DA REDE DE DRENAGEM



8.2 ORLA DE CAIEIRAS

Em Caieiras, a macrodrenagem foi direcionada no sentido norte para as proximidades do morro e das estacas da ponte como ponto de exutório, acrescentando um trecho de aproximadamente 362 metros em galerias (FIGURA 28). A TABELA 11 apresenta os parâmetros de dimensionamento das estruturas.

TABELA 11 – PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM (ORLA DE CAIEIRAS)

Extensão (m)	Declividade mínima (m/m)	Área de Contribuição		Vazão (m³/s)	Dimensões da Galeria	
		Descrição	Valor (km²)		Altura (m)	Largura (m)
362	0,50%	Caieiras	0,238	7,74	1,00	2,50

Fonte: UNILIVRE, 2024.

A TABELA 12 e TABELA 13 apresenta a síntese dos quantitativos para implantação de rede de macrodrenagem na Orla de Caieiras.

TABELA 12 – QUANTITIVO DA GALERIA DE MACRODRENAGEM (ORLA DE CAIEIRAS)

QUANTITATIVO DA GALERIA DE DRENAGEM - CAIEIRAS		
DIMEN (cm)	COMP (m)	PEÇAS (UN)
250X100	361,33	362

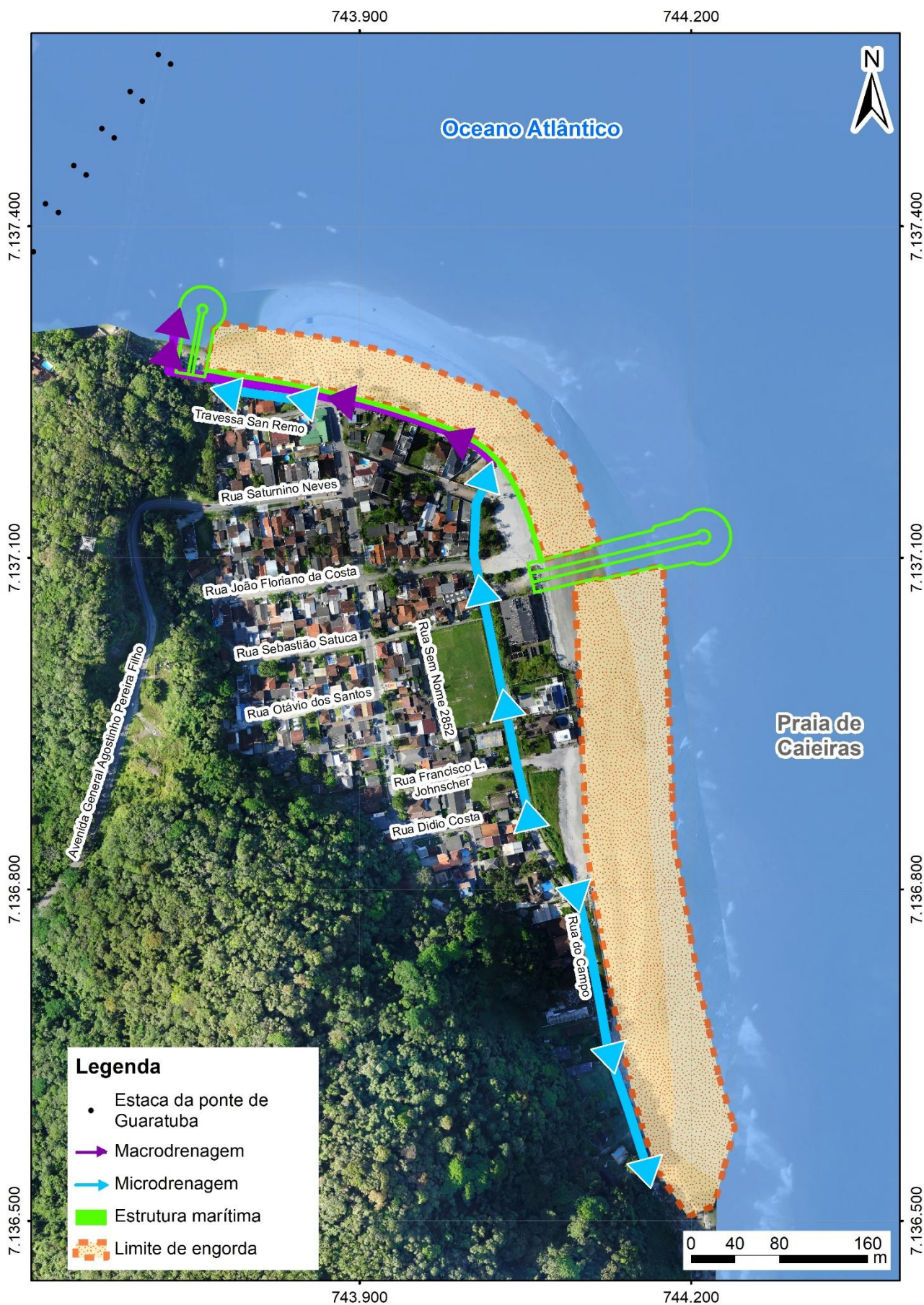
Fonte: UNILIVRE, 2024.

TABELA 13 – QUANTITIVO DE CAIXAS DE PASSAGEM DA MACRODRENAGEM (ORLA DE CAIEIRAS)

CAIXAS DE PASSAGEM	
DIMEN. (cm)	QUANT. (UN)
150X150	3
350X350	7
150X150	1

Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 28 – PROPOSTA DA MACRODRENAGEM PARA ORLA DE CAIEIRAS



Em complementação, também é prevista a implantação de uma nova rede de microdrenagem Rua/Travessa San Remo e da rua do Campo no sentido norte, considerando o tempo de recorrência de dez anos e o tempo de concentração inicial de dez minutos para o dimensionamento. As áreas de contribuição para o trecho norte e sul da Orla de Caieiras são apresentadas na FIGURA 29 e FIGURA 30 respectivamente.

Para verificação do dimensionamento foram conferidas as capacidades de escoamento na seção (vazão/seção plena) não superiores à 80% e a velocidade de escoamento (maior que 0,50 m/s e inferior a 5,0 m/s). A declividade, em todos os trechos, foi fixada em 0,50%. Os resultados de dimensionamento e verificação encontram-se disponíveis na TABELA 14.

FIGURA 29 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO NORTE DA ORLA DE CAIEIRAS



FIGURA 30 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO SUL DA ORLA DE CAIEIRAS



TABELA 14 – DIMENSIONAMENTO DAS CANALETAS NA ORLA DE CAIEIRAS

Dados de Entrada – Terreno				Dimensionamento			Verificações	
Trecho	ID	Área Acum. (ha)	Extensão (m)	Vazão (m³/s)	Largura (m)	Altura (m)	Qp (m³/s)	Q/Qp
Sul								
Rede 1	37	0,1055	33,48	0,028	0,50	0,50	0,271	0,103
Rede 2	38	0,2286	27,01	0,061	0,50	0,50	0,271	0,225
36	36	0,0298	6,12	0,008	0,50	0,50	0,271	0,030
35	35	0,0501	1,18	0,013	0,50	0,50	0,271	0,048
39	39	0,0403	7,88	0,011	0,50	0,50	0,271	0,041
Rede 3		0,3085	43,47	0,081	0,50	0,50	0,271	0,299
40	40	0,0374	5,58	0,010	0,50	0,50	0,271	0,037
Rede 4		0,3488	13,80	0,090	0,50	0,50	0,271	0,332
41	41	0,0445	1,87	0,012	0,50	0,50	0,271	0,044
Rede 5		0,3933	52,32	0,101	0,50	0,50	0,271	0,373
42	42	0,0349	4,15	0,009	0,50	0,50	0,271	0,033
43	43	0,0567	1,88	0,015	0,50	0,50	0,271	0,055
Rede 6		0,4500	52,32	0,119	0,50	0,50	0,271	0,439
44	44	0,0280	4,09	0,007	0,50	0,50	0,271	0,026
45	45	0,0502	1,88	0,013	0,50	0,50	0,271	0,048
Rede 7		0,5002	36,76	0,131	0,50	0,50	0,271	0,483
46	46	0,0387	1,40	0,010	0,50	0,50	0,271	0,037
47	47	0,1099	1,40	0,029	0,50	0,50	0,271	0,107
Rede 8		0,6488	110,08	0,174	0,50	0,50	0,271	0,642
Norte								
33	33	0,0202	5,12	0,005	0,50	0,50	0,271	0,018
34	34	0,0291	1,88	0,008	0,50	0,50	0,271	0,030
31	31	0,0271	14,47	0,007	0,50	0,50	0,271	0,026
32	32	0,0156	5,33	0,004	0,50	0,50	0,271	0,015
28	28	0,0374	10,81	0,010	0,50	0,50	0,271	0,037
30	30	0,0389	4,89	0,010	0,50	0,50	0,271	0,037
27	27	0,0690	6,93	0,018	0,50	0,50	0,271	0,066
29	29	0,1234	41,84	0,033	0,50	0,50	0,271	0,122
25	25	0,0271	7,02	0,007	0,50	0,50	0,271	0,026

Dados de Entrada – Terreno			
Trecho	ID	Área Acum. (ha)	Extensão (m)
26	26	0,1520	39,08
23	23	0,0465	6,94
24	24	0,1736	39,90
21	21	0,0392	6,94
20	20	0,0219	5,55
19	19	0,0363	12,35
17	17	0,0537	7,00
22	22	0,2450	20,33
18	18	0,3163	28,69
13	13	0,0219	5,87
14	14	0,0450	15,07
15	15	0,0920	6,98
16	16	0,4234	86,61
9	9	0,0244	7,37
11	11	0,0537	43,45
12	12	0,0790	9,72
10	10	0,1013	17,30
Rede 9		0,5247	186,86
8	8	0,0083	4,24
Rede 10		0,5331	105,15
4	4	0,0468	10,46
5	5	0,1244	20,92
7	7	0,0446	26,41
6	6	0,2038	42,58
1	1	0,0525	20,81
2	2	0,1226	16,57
3	3	0,3913	2,83
Rede 11		0,9244	97,21

Dimensionamento		
Vazão (m³/s)	Largura (m)	Altura (m)
0,040	0,50	0,50
0,012	0,50	0,50
0,045	0,50	0,50
0,010	0,50	0,50
0,006	0,50	0,50
0,010	0,50	0,50
0,014	0,50	0,50
0,063	0,50	0,50
0,081	0,50	0,50
0,006	0,50	0,50
0,012	0,50	0,50
0,025	0,50	0,50
0,106	0,50	0,50
0,007	0,50	0,50
0,014	0,50	0,50
0,021	0,50	0,50
0,027	0,50	0,50
0,125	0,50	0,50
0,002	0,50	0,50
0,121	0,50	0,50
0,013	0,50	0,50
0,033	0,50	0,50
0,012	0,50	0,50
0,054	0,50	0,50
0,014	0,50	0,50
0,033	0,50	0,50
0,100	0,50	0,50
0,196	0,50	0,50

Verificações	
Qp (m³/s)	Q/Qp
0,271	0,148
0,271	0,044
0,271	0,166
0,271	0,037
0,271	0,022
0,271	0,037
0,271	0,052
0,271	0,232
0,271	0,299
0,271	0,022
0,271	0,044
0,271	0,092
0,271	0,391
0,271	0,026
0,271	0,052
0,271	0,077
0,271	0,100
0,271	0,461
0,271	0,007
0,271	0,446
0,271	0,048
0,271	0,122
0,271	0,044
0,271	0,199
0,271	0,052
0,271	0,122
0,271	0,369
0,271	0,723

A TABELA 15 demonstra os quantitativos para implantação da microdrenagem na Rua/Travessa San Remo e da rua do Campo no sentido norte. Ainda em relação a microdrenagem, tendo em vista a recuperação da rua do Campo, tem-se uma segunda área de contribuição (0,012 km²), onde atualmente não existe pavimentação e consequentemente sistema de drenagem. Cabe ressaltar, que por se tratar apenas de águas pluviais, e também considerando a vazão e dimensão da galeria, não é necessária uma estrutura marítima para auxiliar o deságue, serão aproveitadas as rochas existentes.

TABELA 15 – QUANTITIVO DA GALERIA DE MICRODRENAGEM (ORLA DE CAIEIRAS)

REDE	DIMENSÃO (cm)	COMP (m)	PEÇAS (UN)	BL (UN)
Norte	50x50	674,75	675	35
Sul	50x50	395,81	396	11

Fonte: UNILIVRE, 2024.

8.3 ORLA DA PRAINHA

Na Orla da Prainha, a macrodrenagem será realizada junto às obras marítimas (FIGURA 44), tendo em vista que as alterações propostas são referentes à implantação de guias-correntes para mitigar o espriamento na faixa de areia e o controle de erosão. A TABELA 16, apresenta a vazão calculada para o tempo de retorno de dez anos.

TABELA 16 – PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO DA MACRODRENAGEM (ORLA DA PRAINHA)

Corpo Hídrico	Área de Contribuição (km ²)	Vazão (m ³ /s)
Rio Prainha	0,550	14,34
Rio do Meio	0,352	9,18

Fonte: UNILIVRE, 2024.

FIGURA 31 – PROPOSTA DE MACRODRENAGEM PARA ORLA DE PRAINHA



A microdrenagem será implantada na Avenida Beira Mar, que atualmente não dispõe desse sistema, cuja execução é essencial para o controle da erosão costeira. Foi considerado o tempo de recorrência de dez anos e o tempo de concentração inicial de dez minutos para o dimensionamento. As áreas de contribuição para o trecho oeste e leste da Orla da Prainha são apresentadas na FIGURA 32 e FIGURA 33 respectivamente.

Para verificação do dimensionamento foram conferidas as capacidades de escoamento na seção (vazão/seção plena) não superiores à 80% e a velocidade de escoamento (maior que 0,50 m/s e inferior a 5,0 m/s). A declividade, em todos os trechos, foi fixada em 0,5%. Os resultados de dimensionamento e verificação encontram-se disponíveis na TABELA 17.

FIGURA 32 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO OESTE DA ORLA DA PRAINHA

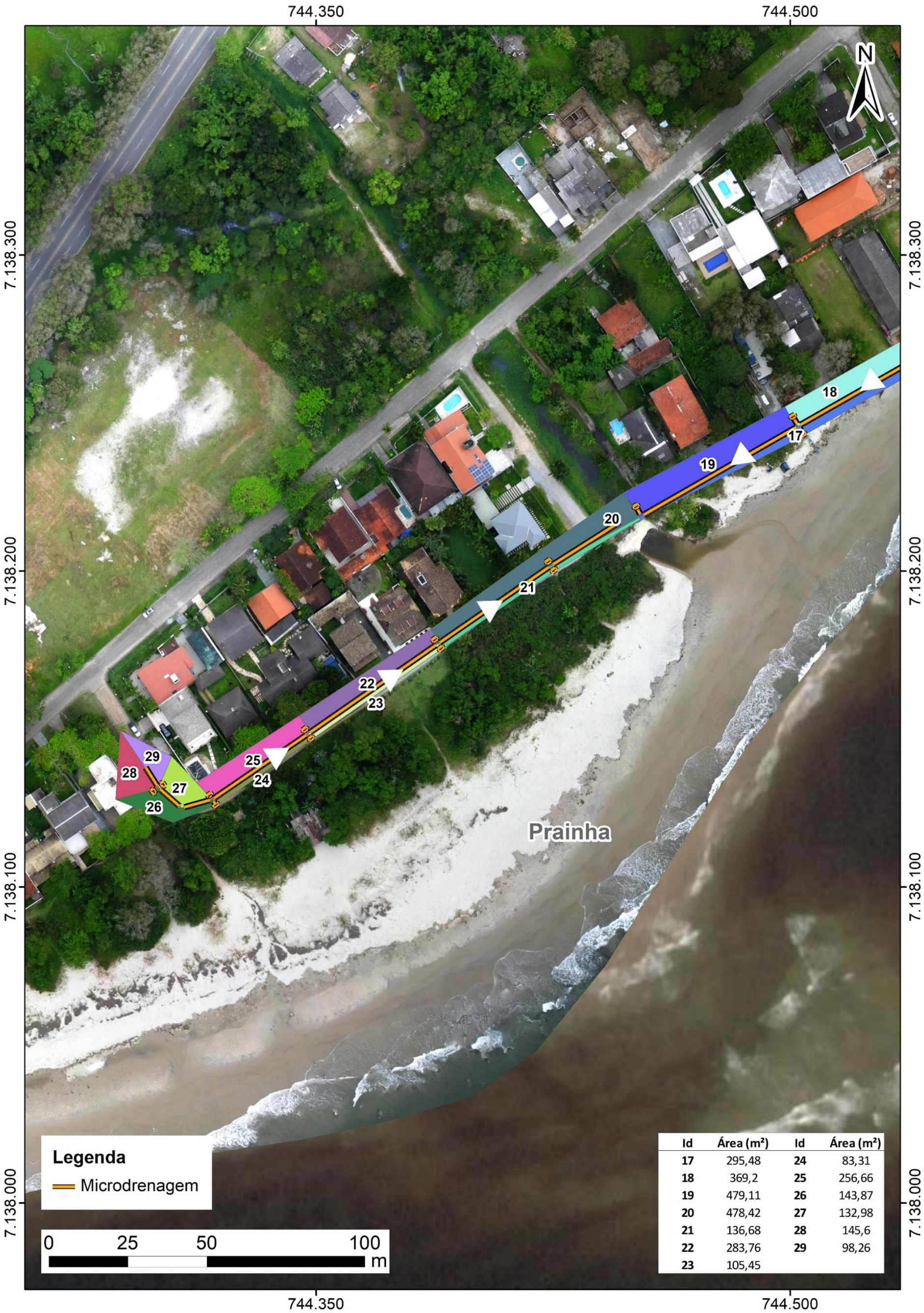


FIGURA 33 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O TRECHO LESTE DA ORLA DA PRAINHA



TABELA 17 – DIMENSIONAMENTO DAS CANALETAS NA ORLA DA PRAINHA

Dados de Entrada – Terreno				Dimensionamento			Verificações	
Trecho	ID	Área Acum. (ha)	Extensão (m)	Vazão (m³/s)	Largura (m)	Altura (m)	Qp (m³/s)	Q/Qp
LESTE								
TL - 1	1	0,0087	1,83	0,002	0,40	0,40	0,149	0,013
TL - 2	2	0,0058	1,72	0,002	0,40	0,40	0,149	0,013
Rede - 1		0,0145	23,74	0,004	0,40	0,40	0,149	0,027
TL - 3	3	0,0152	1,79	0,004	0,40	0,40	0,149	0,027
TL - 4	4	0,0095	2,00	0,003	0,40	0,40	0,149	0,020
Rede - 2		0,0392	68,47	0,010	0,40	0,40	0,149	0,067
TL - 5	5	0,0494	2,22	0,013	0,40	0,40	0,149	0,087
TL - 6	6	0,0247	1,73	0,007	0,40	0,40	0,149	0,047
Rede - 3		0,1132	62,30	0,029	0,40	0,40	0,149	0,195
TL - 7	7	0,0466	2,23	0,012	0,40	0,40	0,149	0,081
TL - 8	8	0,0215	1,73	0,006	0,40	0,40	0,149	0,040
Rede - 4		0,1813	37,26	0,046	0,40	0,40	0,149	0,309
TL - 9	9	0,0308	2,23	0,008	0,40	0,40	0,149	0,054
TL - 10	10	0,0124	1,73	0,003	0,40	0,40	0,149	0,020
Rede - 5		0,2245	56,78	0,056	0,40	0,40	0,149	0,376
TL - 11	11	0,0409	2,22	0,011	0,40	0,40	0,149	0,074
TL - 12	12	0,0196	1,73	0,005	0,40	0,40	0,149	0,034
Rede - 6		0,2849	67,17	0,070	0,40	0,40	0,149	0,470
TL - 13	13	0,0490	2,23	0,013	0,40	0,40	0,149	0,087
TL - 14	14	0,0232	1,73	0,006	0,40	0,40	0,149	0,040
Rede - 7		0,3571	46,16	0,086	0,40	0,40	0,149	0,577
TL - 15	15	0,0159	1,73	0,004	0,40	0,40	0,149	0,027
TL - 16	16	0,0337	2,23	0,009	0,40	0,40	0,149	0,060
Rede - 8		0,4067	50,48	0,096	0,40	0,40	0,149	0,644
TL - 17	17	0,0295	1,71	0,008	0,40	0,40	0,149	0,054
TL - 18	18	0,0369	2,23	0,010	0,40	0,40	0,149	0,067
Rede - 9		0,4732	57,27	0,110	0,40	0,40	0,149	0,738
TL - 19	19	0,0479	2,25	0,013	0,40	0,40	0,149	0,087
OESTE								

Dados de Entrada – Terreno			
Trecho	ID	Área Acum. (ha)	Extensão (m)
TL - 29	29	0,0098	0,47
TL - 28	28	0,0146	0,79
Rede - 10		0,0244	19,79
TL - 27	27	0,0133	0,34
TL - 26	26	0,0144	0,72
Rede - 11		0,0521	36,73
TL - 25	25	0,0257	0,43
TL - 24	24	0,0083	0,42
Rede - 12		0,0861	50,00
TL - 23	23	0,0105	0,42
TL - 22	22	0,0284	0,43
Rede - 13		0,1250	43,13
TL - 21	21	0,0137	0,41
TL - 20	20	0,0478	0,30
Rede - 14		0,1865	26,85

Dimensionamento		
Vazão (m³/s)	Largura (m)	Altura (m)
0,003	0,40	0,40
0,004	0,40	0,40
0,007	0,40	0,40
0,004	0,40	0,40
0,004	0,40	0,40
0,014	0,40	0,40
0,007	0,40	0,40
0,002	0,40	0,40
0,023	0,40	0,40
0,003	0,40	0,40
0,008	0,40	0,40
0,033	0,40	0,40
0,004	0,40	0,40
0,013	0,40	0,40
0,050	0,40	0,40

Verificações	
Qp (m³/s)	Q/Qp
0,149	0,020
0,149	0,027
0,149	0,047
0,149	0,027
0,149	0,027
0,149	0,094
0,149	0,047
0,149	0,013
0,149	0,154
0,149	0,020
0,149	0,054
0,149	0,221
0,149	0,027
0,149	0,087
0,149	0,336

Ainda em relação à rede de microdrenagem, a TABELA 18 e TABELA 19 sintetizam os quantitativos previstos. Cabe ressaltar que o comprimento da rede de microdrenagem é inferior ao número de peças pelo fato de algumas unidades terem sido projetadas com o comprimento inferior ao padrão de 1,0 metro.

TABELA 18 – QUANTITATIVO DA GALERIA DE MICRODRENAGEM (ORLA DA PRAINHA)

QUANTITATIVO DA GALERIA DE MICRODRENAGEM - PRAINHA					
TRECHOS	COMP (m)	PEÇAS (UN)	POÇOS (UN)	DIMENSÃO (cm)	BL (UN)
LESTE	485	517	-	40X40	29
OESTE	185	193	-	40X40	

Fonte: UNILIVRE, 2024.

TABELA 19 – QUANTITATIVO DE CAIXAS DE PASSAGEM (ORLA DA PRAINHA)

CAIXAS DE PASSAGEM		
REDE	DIMENSÃO (cm)	QUANT. (UN)
LESTE	150X150	13
OESTE	150X150	6
CENTRAL	250X250	1

Fonte: UNILIVRE, 2024.

9 EQUIPAMENTOS

A seguir é apresentada a lista de equipamentos previstos para as diferentes etapas das obras de drenagem nas três orlas.

Caminhões:

- 1 caminhão basculante de 14 m³, com cavalo mecânico de capacidade máxima de tração combinado de 36.000 kg;
- 3 caminhões basculantes de 18 m³, com cavalo mecânico de capacidade máxima de tração combinado de 45.000 kg;
- 1 caminhão basculante com capacidade de 10 m³;
- 1 caminhão basculante com capacidade de 6 m³;
- 4 caminhões carroceria com capacidade de 15 t;
- 1 caminhão pipa 10.000 l trucado, peso bruto total 23.000 kg;
- caminhões toco, pbt 16.000 kg, carga útil máx. 10.685 kg; e
- caminhões toco, peso bruto total 16.000 kg, carga útil máxima de 10.685 kg.

Tratores:

- 1 trator de esteiras, peso operacional 9,4 t;
- 1 trator de esteiras, peso operacional 16,7 t; e
- 1 trator sobre esteiras com lâmina.

Equipamentos especiais:

- carregadeiras de pneus com capacidade de 1,72 m³;
- 8 escavadeiras hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80 m³;
- 7 guindastes hidráulicos autopropelidos, com lança telescópica 40 m, capacidade máxima 60 t;
- 1 guindaste hidráulico, capacidade máxima de carga 6.200 kg;
- pás carregadeiras sobre rodas;
- 1 pá carregadeira sobre rodas; e
- retroescavadeiras sobre rodas com carregadeira, tração 4x4.

10 MÃO DE OBRA

A equipe mínima prevista para a execução das obras de drenagem nas três orlas totaliza 166 funcionários ao longo de todo período executivo, compreendendo:

- 29 ajudantes gerais;
- 1 ajudante de armador com encargos complementares;
- 1 ajudante de carpinteiro com encargos complementares;
- 1 armador com encargos complementares;
- 5 assentadores de galerias com encargos complementares;
- 17 carpinteiros;
- 2 carpinteiros de formas com encargos complementares;
- 6 eletricitas com encargos complementares;
- 1 encarregado geral com encargos complementares;
- 1 jardineiro com encargos complementares;
- 6 operadores de betoneira estacionária/misturador com encargos complementares;
- 20 pedreiros com encargos complementares;
- 75 serventes; e
- 1 topógrafo com encargos complementares.

11 CRONOGRAMA

O prazo total previsto para a execução das obras de drenagem é de 7 meses, sendo 3 meses e meio para a execução das estruturas de macrodrenagem, e mais 3 meses e meio para implantação da rede de microdrenagem. O cronograma resumido previsto é indicado no QUADRO 2.

QUADRO 2 – CRONOGRAMA DAS OBRAS DE DRENAGEM

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	N MESES
4.0	MACRODRENAGEM																			
4.1	GERAL								##	##	##	##								3,5
5.0	MICRODRENAGEM																			
5.1	GERAL											##	##	##	##					3,5

O cronograma detalhado com todas as etapas construtivas das diferentes fases do empreendimento é apresentado em volume à parte deste relatório, na pasta intitulada “Orçamento”, no arquivo nomeado “Cronograma Físico-Financeiro”.

12 ORÇAMENTO

As composições de custos para a execução das obras de drenagem foram desenvolvidas utilizando como base pesquisas de mercado e custos referenciais provenientes: 1) do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO), do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT); e 2) do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), da Caixa Econômica Federal. Os custos provenientes do SICRO Referenciais de Obras (SICRO) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), data base de julho de 2025. Os custos provenientes do SINAPI são referentes ao Estado do Paraná, data base de julho de 2025.

O detalhamento do orçamento das intervenções propostas é apresentado em volume à parte deste relatório, na pasta intitulada Orçamento, incluindo arquivos com as seguintes informações:

- Orçamento Analítico;
- Orçamento Sintético;
- Serviços Técnicos;
- Cronograma Físico-Financeiro;
- Curva ABC de Insumos;
- Curva ABC de Serviços;
- Curva S Geral;
- Detalhamento das Composições Unitárias;
- Histograma de Insumos.

13 METODOLOGIA CONSTRUTIVA

Recomenda-se que as obras de drenagem sejam iniciadas após as obras de terraplenagem e de contenção (proteção costeira). Apresentam-se a seguir as recomendações para execução das obras de micro e macrodrenagem nas orlas de Guaratuba.

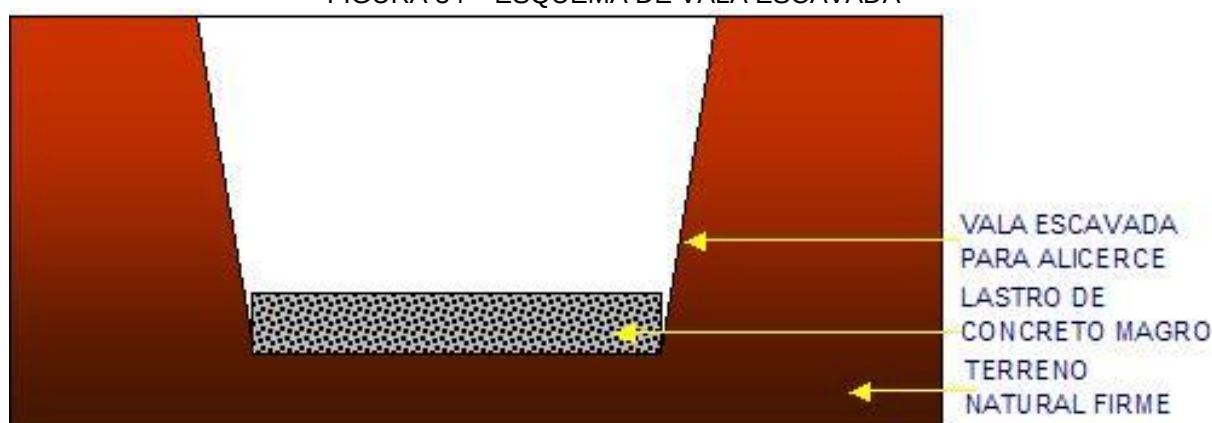
13.1 ESCAVAÇÃO

O serviço considera que a escavação é realizada em uma vala, ou seja, uma escavação com comprimento maior do que a largura. A profundidade considerada é a média entre os pontos de montante e jusante da vala. A geometria da vala deve atender às especificações da norma NBR 17.015/2023 (FIGURA 34).

Alguns trechos de implantação da galeria ficam acima da cota do terreno e necessitam de um pequeno aterro com material adequado e compactação até que se atinja 100% do próctor normal para o assentamento da galeria, sem que haja problemas de recalques futuros.

A escavação deve ser feita até a profundidade especificada seguindo o alinhamento projetado, promovendo a retirada do material até a cota especificada que varia conforme a necessidade de inclinação da galeria projetada com 1 (um) metro de altura mais o cobrimento da aduela (material de cobertura e proteção da aduela) em ao menos 20 (vinte) centímetros.

FIGURA 34 – ESQUEMA DE VALA ESCAVADA



EBANATAW, 2009.

13.2 ESCORAMENTO

O serviço de escoramento pode ser realizado utilizando tábuas e longarinas de madeira tendo em vista garantir a estabilidade das paredes das valas durante a execução das obras de escavação. O escoramento será feito com o uso de tábuas de madeira de 2,5 centímetros de espessura por 30 centímetros de largura, combinadas com longarinas de 6 centímetros de altura por 16 centímetros de largura, que serão instalados de forma contínua ao longo da vala, sendo sustentadas por estroncas a cada metro.

A madeira empregada no escoramento será de uso repetido, podendo ser reutilizada em até três intervenções conforme avaliação das condições de preservação do material.

FIGURA 35 – EXEMPLO DE ESCORAMENTO DE VALA



13.3 REBAIXAMENTO DO NÍVEL FREÁTICO

Em situações onde o nível freático está próximo, é necessário realizar o rebaixamento para permitir a escavação, a integridade do solo onde a galeria será assentada e evitar alagamentos durante as obras.

Por se tratar de uma obra em área marítima, o serviço de esgotamento de vala e rebaixamento do nível freático envolve a utilização de uma bomba submersa e o acompanhamento por um eletricista responsável pela operação do sistema. O eletricista terá a função de acionar e desligar a bomba durante todo o processo. A bomba submersa

é o equipamento principal utilizado para a retirada da água acumulada na vala, com o objetivo de garantir o rebaixamento adequado do nível freático.

13.4 ASSENTAMENTO DA GALERIA

Após a escavação, escoramento e o rebaixamento do lençol, inicia-se o processo de assentamento das galerias, estas devem ser posicionadas à garantir o alinhamento e a inclinação especificados para cada situação.

O assentamento deve ser feito sobre material adequado e com resistência mecânica suficiente para evitar recalques em trechos das galerias tanto em corte quanto em trechos aterrados, utilizando de guias e prumos para garantir a precisão no assentamento, devendo também garantir a adequada vedação entre as aduelas de concreto e na junção das aduelas com as caixas de passagem e bocas de lobo.

Os locais de assentamento onde existirem necessidade de aterro devem ser compactados e aferida resistência destes trechos para garantir a estabilidade da galeria.

O pedreiro é o profissional designado para realizar o assentamento e o rejuntamento das aduelas de concreto, enquanto o servente auxilia nesse processo, utilizando argamassa para vedação dos encaixes das aduelas, formando uma junta rígida entre elas. As aduelas de concreto são transportadas para a vala utilizando diferentes equipamentos, como a escavadeira hidráulica e a pá carregadeira.

A escavadeira hidráulica poderá ser utilizada para transportar as aduelas para dentro da vala. Já a pá carregadeira é responsável por transportar as aduelas do canteiro de obras ou do início da rua até a lateral da vala (FIGURA 36).

Para a quantificação dos serviços, considera-se o comprimento da rede de drenagem com as aduelas de concreto fechada, efetivamente instalada nas valas. A aferição leva em conta que as aduelas de concreto armado possuem comprimento de 1 metro.

A execução do serviço envolve, inicialmente, o transporte das aduelas com o auxílio da pá carregadeira, que as move do canteiro de obras ou do início da rua até a lateral da vala. Antes de iniciar o assentamento, é necessário que o fundo da vala esteja regularizado e apresente a declividade prevista no projeto.

Após isso, a escavadeira hidráulica transporta as aduelas da lateral da vala para dentro da vala, com cuidado para evitar danos às peças. O processo de assentamento envolve posicionar o encaixe macho de uma aduela junto ao encaixe fêmea da aduela já assentada, garantindo o alinhamento correto da rede e o encaixe adequado.

FIGURA 36 – EXEMPLO DE IÇAMENTO DE ADUELA



A montagem das aduelas deve ocorrer de jusante para montante, ou seja, cada aduela assentada deve ter uma extremidade livre (fêmea), onde será acoplada a ponta macho da aduela subsequente. Após o assentamento de todas as aduelas, realiza-se a execução das juntas rígidas, que são feitas com argamassa estrutural.

A argamassa é aplicada em todo o perímetro interno das aduelas, bem como nas laterais externas e na parte superior de cada peça. Além disso, os buracos utilizados para o içamento das aduelas também devem ser preenchidos e rejuntados com argamassa, garantindo a vedação completa e a estabilidade da estrutura (FIGURA 37).

FIGURA 37 – EXEMPLO DE VEDAÇÃO ENTRE ADUELAS



13.5 CAIXAS DE PASSAGEM E BOCAS DE LOBO

As caixas de passagem e bocas de lobo serão executadas *in loco* com formas de chapas de madeira compensada e concreto lançado através de bombeamento, sobre lastro de concreto magro preparado mecanicamente com betoneira.

Na vala escavada, para execução do lastro, o concreto será preparado com Cimento Portland Composto CP II-32, areia média na umidade natural, brita 1, e será misturado na betoneira, com a utilização de mão de obra qualificada, composta por operador de betoneira e servente.

Primeiro, os materiais como o cimento, a areia e a brita são selecionados conforme as especificações: a areia deve ser peneirada caso contenha impurezas, e a brita deve ter dimensões granulométricas entre 9,5 e 19 mm, de acordo com a norma ABNT NBR 7211. A areia, sendo de média granulometria, possui um coeficiente de inchamento de aproximadamente 1,30, o que precisa ser levado em consideração no cálculo do volume necessário.

O processo de execução do concreto começa com a betoneira, que possui capacidade nominal de 400 litros, sendo capaz de misturar até 280 litros de concreto por

vez. O operador da betoneira é responsável por carregar e descarregar o equipamento, enquanto o servente auxilia no carregamento e descarregamento dos materiais.

A execução do serviço segue uma sequência rigorosa; adicionando primeiro 1/3 do volume de água e toda a brita na betoneira, que é colocada em movimento. Em seguida, adiciona-se toda a quantidade de cimento, conforme a dosagem indicada, juntamente com 1/3 do volume restante de água. Após algumas voltas da betoneira, a areia é adicionada, seguida do restante da água. É essencial que o tempo de mistura seja respeitado conforme a norma técnica e/ou o fabricante do equipamento, garantindo que todos os materiais sejam homogêneos.

Assim seguindo para a execução com a montagem das formas de madeira, que devem ser escoradas com piquetes de madeira, devendo ser empregados em toda a face exposta, utilizando desmoldante aplicado com brocha ou spray de maneira uniforme para garantir que o concreto não grude na madeira durante a desforma.

As telas de aço soldada, que têm a função de reforçar a estrutura, são posicionadas de acordo com as especificações do projeto. O espaçamento das armaduras deve ser garantido com o uso de espaçadores soldados, de forma a evitar qualquer movimentação durante a concretagem. As armaduras de reforço (vergalhões ou segmentos de tela eletrosoldada) também devem ser posicionadas conforme o projeto estrutural, e são amarradas com arame recozido para garantir que fiquem fixas e não se movam durante a execução do concreto. As esperas para as laterais da caixa devem ser posicionadas da mesma forma de acordo com o projeto estrutural.

Antes do lançamento do concreto, é imprescindível verificar se a resistência característica do concreto corresponde à especificação do projeto, além de garantir que o traço e a trabalhabilidade estejam adequados para a execução. O concreto é então lançado utilizando bomba, e deve ser adensado com o uso de vibrador de imersão, garantindo que toda a armadura seja completamente envolvida pela massa do concreto. O acabamento é feito com o uso de sarrafo, e a superfície é regularizada com rodo de corte.

Após a execução da concretagem, a cura do concreto deve ser realizada para garantir que ele atinja a resistência necessária. A retirada das formas ocorre somente quando o concreto atingir a resistência suficiente para suportar as cargas, conforme a ABNT NBR 14931:2004. Após a desforma, as formas devem ser limpas e armazenadas adequadamente para serem reutilizadas.

Assim passam a ser realizadas as medições, marcações, corte e pré-montagem das laterais das formas das caixas de passagem, utilizando chapas de madeira

compensada resinada, sarrafos de madeira nativa, pregos 17x21 para a montagem das formas e o corte é feito com serra circular de bancada.

Na execução do serviço, é fundamental seguir os projetos de fabricação da fôrma, conferindo as medidas e realizando os cortes das chapas compensadas e das peças de madeira, sempre com atenção à marcação precisa das posições de corte. Para isso, são utilizados instrumentos como trenas metálicas calibradas, esquadros de braços longos e transferidores mecânicos ou marcadores eletrônicos de ângulo. Uma vez cortadas e montadas as peças, utiliza-se sarrafos e pontaletes para montar a grelha de suporte da fôrma. A chapa compensada é então pregada na grelha, e outros dispositivos de travamento são executados conforme o projeto de fabricação. Para auxiliar na montagem, as faces das peças são marcadas de forma clara. Além disso, é utilizado desmoldante protetor, de base oleosa e hidrossolúvel, para evitar que o concreto grude nas superfícies das fôrmas. Outras ferramentas, como vigas sanduíche metálicas, barras de ancoragem e porcas flangeadas, são empregadas para travamento das fôrmas e manutenção das dimensões corretas durante o lançamento do concreto.

Com os cortes necessários feitos, começa-se com o posicionamento dos ganchos dos pés dos pilares, com a ajuda de trenas metálicas, esquadros de braços longos e níveis a laser para garantir que a estrutura fique bem alinhada. A fixação dos ganchos é realizada com pregos de aço ou similares. As faces da fôrma são posicionadas e fixadas nos ganchos, enquanto os aprumadores metálicos são usados para garantir o prumo, nível e a ortogonalidade da estrutura. Após a aplicação do desmoldante nas faces internas da fôrma, as armaduras e os espaçadores são colocados no local adequado. A quarta face da fôrma é então posicionada e travada com as vigas metálicas e barras de ancoragem, garantindo a rigidez e as dimensões exigidas pelo projeto. O trabalho é verificado por meio de conferências de prumo, nível e estanqueidade da fôrma, com a instalação de contraventamentos conforme o projeto estrutural.

Da mesma forma como na base da caixa, a fôrma é removida apenas quando o concreto atinge a resistência necessária para suportar as cargas, conforme as normas da ABNT NBR 14931:2004. A retirada das fôrmas deve ser feita de forma cuidadosa, e, logo após, as peças são limpas e armazenadas corretamente para evitar danos, como empenamento, para que possam ser reutilizadas.

Por fim, a tampa da caixa é executada da mesma forma, utilizando os materiais para formas de laje maciça, realizando a montagem e escoramento das formas, aplicação de desmoldante; seguindo para a armação de laje posicionando as ferragens e

espaçadores conforme projeto estrutural e finalizando com a concretagem via lançamento por bomba seguindo os procedimentos de concretagem e adensamento. Algumas caixas de passagem preveem acesso pela tampa, previsto em projeto.

FIGURA 38 – EXEMPLO DE BOCA DE LOBO



Para as bocas de lobo, segue-se o mesmo processo para execução da base do radier das caixas de passagem com dimensões específicas em projeto.

As bocas de lobo serão feitas em alvenaria de blocos vazados de concreto, preenchidos e armados conforme projeto. O serviço de alvenaria de vedação envolve uma série de etapas e responsabilidades específicas para a execução adequada da obra. O pedreiro é o responsável por realizar a transferência de eixos, marcação, elevação e verificação de alinhamento e nível das paredes, enquanto o servente auxilia o pedreiro em todas as atividades, incluindo o abastecimento de argamassa no andar. A argamassa utilizada é composta por cimento, cal e areia média, no traço 1:2:8, e é preparada com betoneira, a espessura média da junta é de 10 (dez) milímetros.

Para a execução, são utilizados blocos vazados de concreto, com dimensões de 14x19x39 cm, destinados à alvenaria de vedação. Além disso, é empregada uma tela metálica eletrossoldada com malha de 15x15 mm, fio de 1,24 mm e dimensões de 12x50 cm, que tem a função de amarrar a alvenaria. A fixação das telas é feita por pinos de aço com furo, sendo utilizado um pino para blocos de espessura de 9 cm e dois pinos para

blocos maiores que 9 cm. No entanto, quando as paredes de alvenaria são amarradas entre si com telas, não é necessário o uso dos pinos.

O processo de execução começa com o posicionamento dos dispositivos de amarração da alvenaria, que devem ser fixados conforme as especificações do projeto utilizando resina epóxi. Em seguida, é realizada a demarcação da alvenaria, com a materialização dos eixos de referência e o posicionamento dos escantilhões para demarcação vertical das fiadas. A execução da alvenaria inclui o assentamento dos blocos com o uso de argamassa aplicada com palheta, bisonha ou colher de pedreiro, formando dois cordões contínuos, e posicionando os vergalhos necessários nos furos conforme especificações. O tampo seguirá o mesmo procedimento de forma, armação e concretagem de laje especificado acima.

13.6 REATERRO

O serviço de reaterro de valas envolve a execução de atividades específicas que garantem a recomposição do solo após a instalação das galerias, atendendo aos requisitos do projeto e normas vigentes.

O servente é o profissional que auxilia no trabalho da escavadeira, enquanto o caminhão pipa é utilizado para umedecer o solo, a fim de atingir o teor de umidade ideal para compactação. A escavadeira hidráulica sobre esteiras é responsável por lançar a terra dentro da vala. O compactador de solos de percussão (sapo) é utilizado para a compactação do solo no aterro da vala.

O volume de reaterro é quantificado com base no volume geométrico definido no projeto, descontado o volume da galeria e a compactação do solo é feita em etapas e camadas sucessivas.

A execução do serviço começa com a umidificação do solo, quando necessário, para atingir o teor de umidade ideal. Em seguida, realiza-se o reaterro lateral e a região que cobre a galeria, garantindo que a galeria fique corretamente posicionada sobre o berço de assentamento. O reaterro superior, com 30 cm de altura sobre a geratriz superior da galeria, é compactado nas regiões entre o plano vertical tangente à galeria e a parede da vala. A parte diretamente acima da galeria não é compactada para evitar deformações das galerias. Após a compactação do reaterro superior, realiza-se o reaterro final até a superfície do terreno ou a cota prevista no projeto, em camadas sucessivas e compactadas para garantir que o terreno se mantenha no mesmo estado das laterais da vala.

O escoramento da vala deve ser retirado simultaneamente ao aterro, garantindo o preenchimento completo da vala. Em algumas situações, o projeto pode exigir a compactação dos últimos 30 cm da camada do reaterro final com rolo compactador para evitar patologias no elemento sobre o qual o reaterro é feito.

O material que não pode ser reaproveitado para o reaterro, seja por questões de qualidade ou volume excedente, é transportado para o local de bota fora. O transporte é realizado com caminhões basculantes retirando o material excedente diretamente da área de escavação. Esta operação será realizada em via urbana pavimentada com percurso de até 30 (trinta) quilômetros até o local destinado ao bota fora, seguindo um plano de transporte definido.

O material excedente será descarregado no local de bota fora previamente aprovado em conformidade com as regulamentações ambientais e urbanísticas vigentes. Por fim o material descarregado é distribuído de forma controlada no terreno respeitando as limitações e os critérios ambientais definidos no plano de manejo do solo e será espalhado no terreno, visando o adequado acondicionamento e a redução dos impactos ambientais, como erosão e contaminação do solo.

14 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Relatório constitui o Memorial Descritivo do Anteprojeto de Engenharia das Obras de Drenagem para a Recomposição da Orla de Guaratuba/PR, contemplando três praias: Praia Central, Caieiras e Prainha. Neste volume, consta o dimensionamento das obras drenagem propostas, a saber: 1) Macrodrenagem e 2) Microdrenagem.

A não execução das obras de drenagem podem resultar em uma série de consequências negativas importantes tanto para o meio ambiente quanto para a comunidade local e visitantes. Em caso de não execução das obras, prevê-se a continuação da erosão costeira, a degradação dos ecossistemas e a redução da qualidade da água nas praias. Em relação ao meio socioeconômico, a não realização das obras pode causar perda da atratividade turística, danos às infraestruturas costeiras, deslocamento de populações e perda de patrimônio natural e cultural.

Assim, a implantação das obras é fundamental para erradicar os pontos de água acumulada na areia das três orlas, de forma a assegurar a sustentabilidade e a resiliência da região, promovendo benefícios a longo prazo para a economia, o meio ambiente e a qualidade de vida dos moradores e visitantes.

Ademais, as obras de drenagem irão contribuir para a segurança do município de Guaratuba frente às mudanças climáticas e seus impactos, minimizando principalmente os efeitos das chuvas torrenciais que impactam negativamente a cidade por meio dos alagamentos e inundações.

REFERÊNCIAS

DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes). **Manual de hidrologia básica para estrutura de drenagem**. Ministério dos Transportes. 2 ed. - Rio de Janeiro, 2005.

EBANATAW. **Fundamentos de Engenharia de Fundações**: Capítulo 09. 2009. Disponível em: <<https://www.ebanataw.com.br/roberto/fundacoes/fpp09.htm>>. Acesso em: 3 abr. 2025.

FENDRICH, R. **Chuvas Intensas para Obras de Drenagem no Estado do Paraná**. Curitiba: Champagnat 1998, 99 p.

IAT (Instituto Água e Terra). **Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em: <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Sistema-de-Informacoes-Hidrologicas>>. Acesso em: 15 fev. 2024.

PARANÁ. **Resolução SEDEST Nº 50**, de 23 de outubro de 2022. Estabelece procedimentos para a integração entre procedimentos de licenciamento ambiental e de Outorga para uso de recursos hídricos no território paranaense. Anexo VI - Termo de Referência Projeto de Drenagem Superficial. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2022-09/resolucao_sedest_050_2022_-_anexos.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2024.

SÃO PAULO. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais – aspectos tecnológicos**: fundamentos. Volume II. Plano Municipal de Gestão do Sistema Público de Águas Pluviais de São Paulo. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. São Paulo, 2012.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393 p.