

**MACRODRENAGEM DA ORLA DA PRAIA CENTRAL DE
BALNEÁRIO CAMBORIÚ – TRECHO SUL**
Relatório Técnico de Projeto

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	7
1.1	OBJETIVO GERAL	7
2	CARACTERÍSTICAS GERAIS	8
2.1	O MUNICÍPIO DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ	8
2.2	BACIA HIDROGRÁFICA	8
2.3	CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA GEOTÉCNICA	11
2.4	CLIMA	14
2.5	EVENTOS DE INUNDAÇÕES E SECAS	16
3	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS BACIAS	17
3.1	DIVISÃO EM SUB-BACIAS	18
3.2	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ATUAL	19
3.3	RELEVO	20
3.4	HIDROGRAFIA	22
3.5	CADASTRO DO SISTEMA DE DRENAGEM E INTERFERÊNCIAS	22
3.6	PONTOS CRÍTICOS DE INUNDAÇÃO	25
4	CARACTERIZAÇÃO DA FOZ DOS RIOS MARAMBAIA E CAMBORIÚ	27
4.1	NÍVEIS DE ÁGUA	27
4.2	REFERÊNCIA DE NÍVEL	29
5	ESTUDO HIDROLÓGICO	31
5.1	PRECIPITAÇÃO DE PROJETO (FREQUÊNCIA T – INTENSIDADE IDF – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL – DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL)	31
5.2	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	35
5.3	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	37
5.4	MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO SINTÉTICO	38

5.5	ESQUEMA HIDROGRÁFICO DA SUB-BACIA DA GALERIA PROJETADA – TRECHO SUL	39
5.5.1	BACIA 01	40
5.5.2	BACIA 02	41
5.5.3	BACIA 03	42
5.5.4	BACIA 04	43
5.5.5	BACIA 05	44
5.5.6	BACIA 06	45
5.5.7	BACIA 07	46
5.5.8	BACIA 08	47
5.5.9	BACIA 09	48
5.5.10	BACIA 57	49
5.5.11	TRECHO 09	50
5.5.12	TRECHO 10	51
5.5.13	TRECHO 11	52
5.5.14	TRECHO 12	53
5.5.15	TRECHO 13	54
5.5.16	TRECHO 14	55
5.5.17	TRECHO 15	56
5.5.18	TRECHO 16	57
5.5.19	TRECHO 17	58
5.5.20	TRECHO 18	59
5.5.21	VAZÕES PONTUAIS - RUAS COM PREVISÃO DE EXTRAVASORES – TR 25 ANOS	60
5.5.22	VAZÕES PONTUAIS - RUAS COM PREVISÃO DE EXTRAVASORES – TR 100 ANOS	63
5.5.23	RESUMO DOS DADOS E RESULTADOS – SUB-BACIA PARCIA DO RIO CAMBORIÚ	66
5.6	VAZÃO MÉDIA DE LONGO TERMO	66
6	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	68
6.1	DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS E CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	68
6.1.1	ÁREA MOLHADA (A)	68
6.1.2	PERÍMETRO MOLHADO (P)	68
6.1.3	LARGURA DA SUPERFÍCIE (B)	69
6.1.4	PROFUNDIDADE NORMAL (Y _N)	69
6.1.5	PROFUNDIDADE CRÍTICA (Y _C)	69

6.1.6	NÚMERO DE FROUDE (FR)	69
6.1.7	VELOCIDADE MÉDIA DO ESCOAMENTO DA ÁGUA NO CANAL (V)	70
6.1.8	ENERGIA ESPECÍFICA (E)	70
6.1.9	COEFICIENTE DE MANNING	70
6.1.10	CÁLCULOS	71
6.2	DIMENSIONAMENTOS HIDRÁULICOS – TRECHO SUL	71
6.2.1	CÁLCULO DA CAPACIDADE DE VAZÃO DAS GALERIAS EXISTENTES AO LONGO DO TRECHO SUL DA AVENIDA ATLÂNTICA	71
6.2.2	CÁLCULO DAS VAZÕES FINAIS NOS TRECHOS 09 A 18 E DAS GALERIAS PROJETADAS NAS RUAS	74
6.3	VERIFICAÇÕES	80
6.3.1	VERIFICAÇÃO DA LINHA D'ÁGUA	80
6.3.2	VERIFICAÇÃO PARA CHUVAS COM TR-100 ANOS – TRECHO SUL	84
7	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	89
7.1	ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRA	89
7.2	SERVIÇOS PRELIMINARES	89
7.2.1	CANTEIRO DE OBRAS	89
7.2.2	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	93
<input checked="" type="checkbox"/>	<u>PLACAS REFLETIVAS DE OBRAS, DESVIO, VELOCIDADE, PEDESTRES/CICLISTAS, PROIBIDO ENTRAR.</u>	
	<u>94</u>	
7.2.3	LOCAÇÃO DA OBRA	96
7.3	REMOÇÕES, DEMOLIÇÕES E RELOCAÇÕES	98
7.3.1	REMOÇÕES E DEMOLIÇÕES	98
7.3.2	RELOCAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	99
7.4	MOVIMENTAÇÃO DE SOLO	99
7.4.1	ESCAVAÇÃO MECANIZADA	99
7.4.2	REATERRO DE ESCAVAÇÃO	100
7.4.3	DEPOSIÇÃO LATERAL DE AREIA E ESPALHAMENTO	100
7.4.4	LIMPEZA DE AREIA	101
7.4.5	TRANSPORTE DO MATERIAL EXCEDENTE	101
7.4.6	ESCORAMENTO METÁLICO DE VALA TIPO BLINDAGEM	102

7.4.7	REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO	104
7.5	FORNECIMENTO DE GALERIAS PRÉ-FABRICADAS	106
7.6	ASSENTAMENTO DAS GALERIAS PRÉ-FABRICADAS	109
7.6.1	ASSENTAMENTO	109
7.6.2	SEQUÊNCIA CONSTRUTIVA PARA ASSENTAMENTO DAS GALERIAS	111
7.6.3	BASE DE PEDRA DE MÃO	111
7.6.4	CAMADA DRENANTE	111
7.7	CAIXAS DE DRENAGEM MOLDADOS NO LOCAL	112
7.8	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	116
7.8.1	EXTRAVASORES DE EMERGÊNCIA	116
7.8.2	CONTENÇÃO E PROTEÇÃO DE BOCA DE BUEIRO	122
7.8.3	RECOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	122
7.8.4	RECOMPOSIÇÃO DE PASSEIOS E MICRODRENAGEM	133
7.8.5	BOCA DE LOBO	134
7.8.6	TUBULAÇÕES DE CONCRETO PARA MICRODRENAGEM	134
7.8.7	CAIXAS DE PASSAGEM	135
8	REFERÊNCIAS CONSULTADAS	137

1 APRESENTAÇÃO

Este estudo compreende definição, análise das áreas de contribuição e modelagem numérica para subsidiar o planejamento e elaboração do projeto de macro drenagem a ser implantado no TRECHO SUL da orla da Praia Central de Balneário Camboriú.

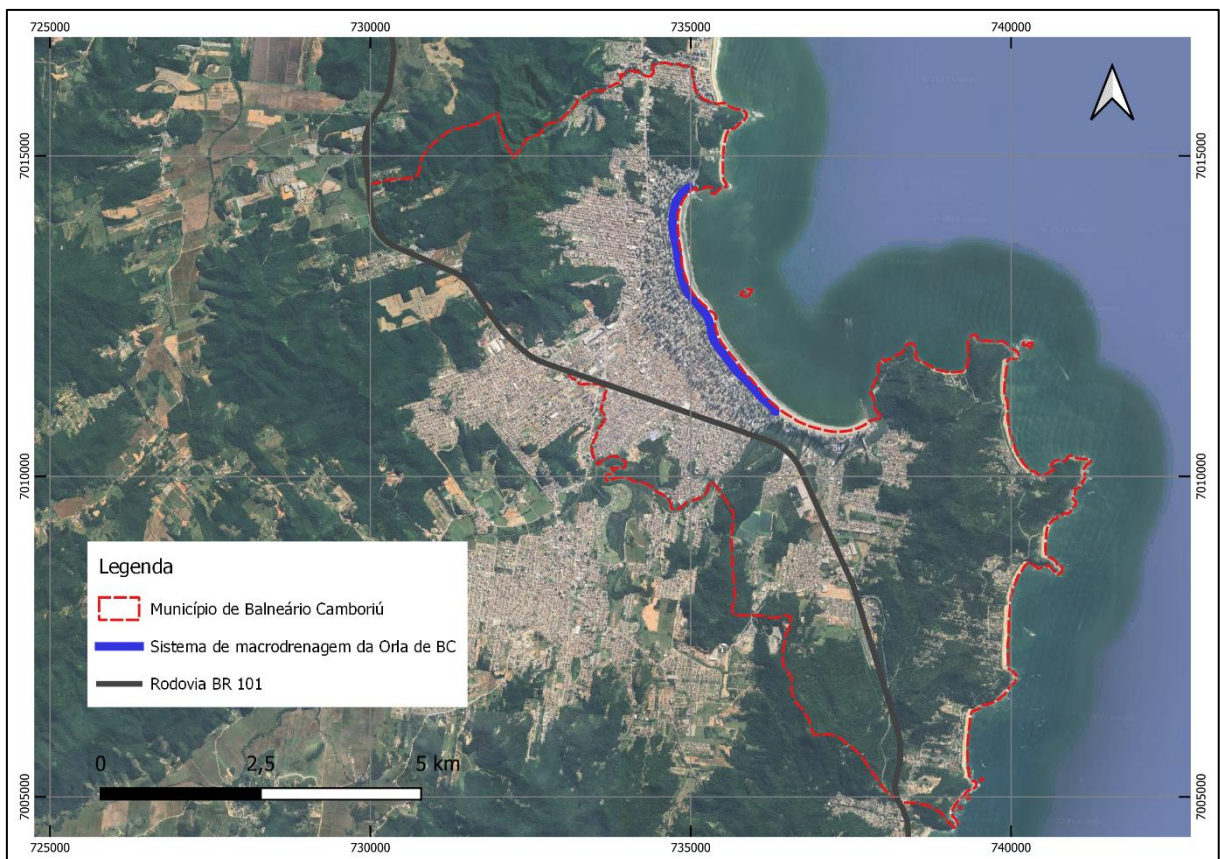


Figura 1 – Localização da área em estudo

1.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo é viabilizar as soluções de curto a médio prazo para minimizar as recorrentes inundações causadas, a exemplo dos eventos hidrológicos mais recentes no município de Balneário Camboriú, de modo a:

- ✓ Reduzir a exposição da população e das propriedades ao risco de inundações;
- ✓ Reduzir sistematicamente o nível de danos nas infraestruturas causadas pelas inundações;
- ✓ Melhorar as condições de balneabilidade das praias;
- ✓ Proteger a qualidade ambiental e o bem-estar social.

2 CARACTERÍSTICAS GERAIS

2.1 O município de Balneário Camboriú

O município de Balneário Camboriú é um município da Região Metropolitana da Foz do Rio Itajaí, no litoral norte do estado de Santa Catarina, que fica na microrregião de Itajaí e mesorregião do Vale do Itajaí, distante cerca de até 80km da capital do Estado Florianópolis. O município possui área territorial de 45,214 km², limitando-se ao norte com o município de Itajaí, oeste com Camboriú, sul com Itapema e leste com o Oceano Atlântico (IBGE, 2022).

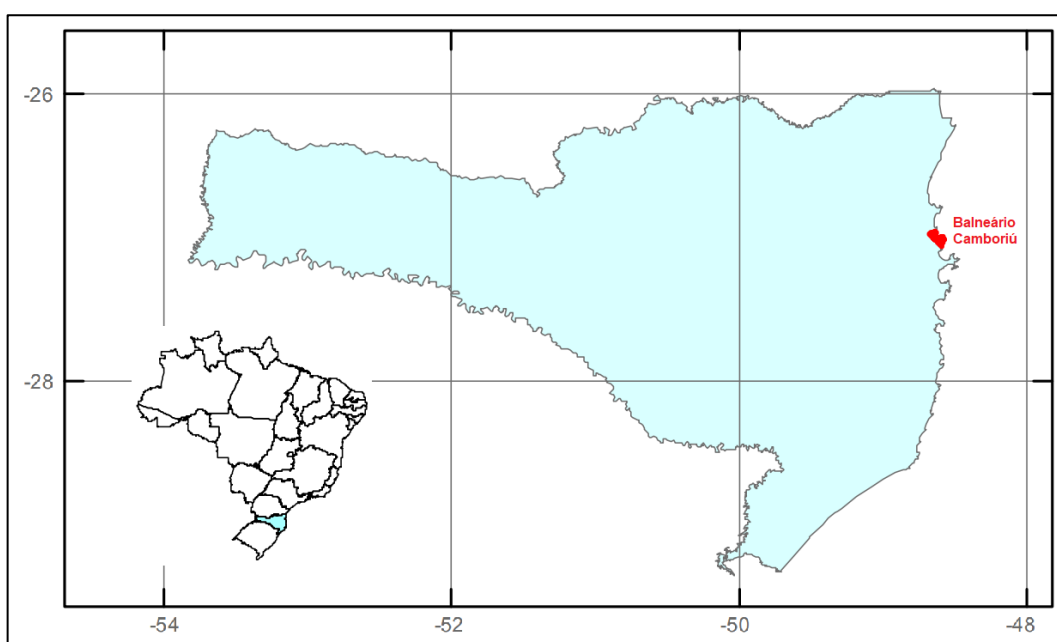


Figura 2 – Localização do município de Balneário Camboriú

A sede municipal situa-se a 26°59'26" de latitude Sul e a 48°38'05" de longitude Oeste, com altitude a nível do mar de 18 metros. De acordo com o Censo Demográfico do IBGE de 2019, a população de Balneário Camboriú era de 113915 habitantes e densidade demográfica estimada em 3.077,70 hab./km².

2.2 Bacia Hidrográfica

Do ponto de vista hidrográfico, a área do município de Balneário Camboriú está inserida na Bacia do Rio Camboriú, do Rio Marambaia e outras drenagens na região Interpraias e Praia dos Amores. A Figura 3 apresenta o mapa de localização da área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contíguas e a área do município.

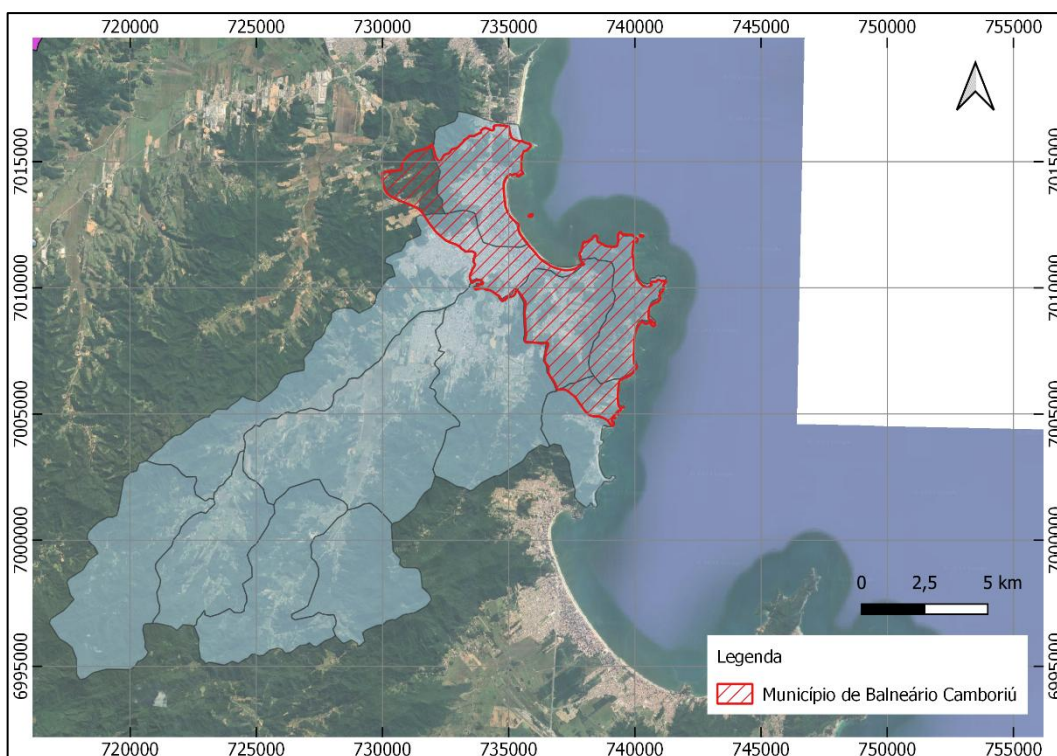


Figura 3 – Localização do município de Balneário Camboriú na Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contíguas

Com relação aos recursos hídricos superficiais na área da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contíguas, existem aproximadamente 528,83 km de cursos d’água, o que resulta em uma alta densidade de drenagem, aproximadamente 2,40 km/km².

O Rio Camboriú, principal rio da área de abrangência da Bacia Hidrográfica, apresenta importância estratégica para o desenvolvimento econômico da região, pois é o principal manancial para captação de água que abastece os municípios de Camboriú e Balneário Camboriú. Possui suas nascentes no município de Camboriú, e deságua no Oceano Atlântico, no município de Balneário Camboriú, na porção sul da praia Central (Figura 5). Formado pela confluência dos Rios do Braço e Canoas, trata-se de um rio pouco sinuoso, com um comprimento de aproximadamente 33,231 km e largura média de aproximadamente 23 m. Seu principal afluente é o Rio Pequeno, localizado na margem direita. A Figura 4 apresenta a rede hidrográfica detalhada da área da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contíguas

Com relação aos sistemas de drenagens independentes localizados na área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contíguas, destaca-se o Rio Marambaia. Com cerca de 4 km de extensão, este rio possui suas nascentes no município de Balneário Camboriú e desagua no Oceano Atlântico, no extremo norte da praia Central do mesmo município (Figura 5). O Rio Marambaia é responsável por drenar a região norte do município de Balneário Camboriú, sofrendo intensa pressão antrópica, como o avanço de construções, retificação, aterramento e canalização.

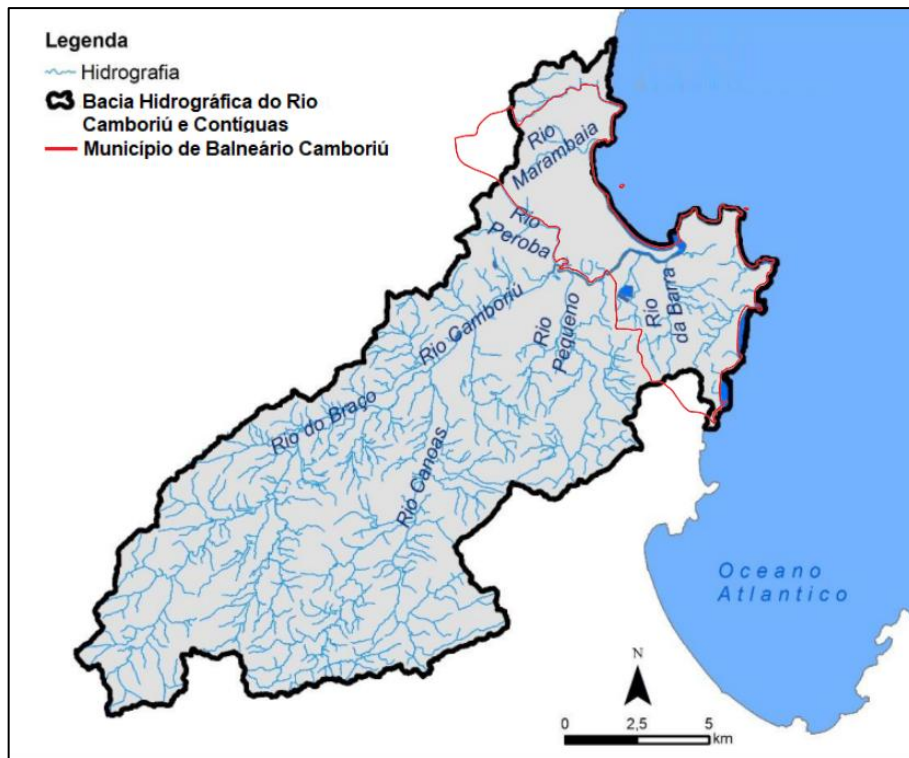


Figura 4 – Rede hidrográfica superficial na Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contiguas



Figura 5 – Principais pontos de deságue no oceano atlântico

2.3 Caracterização geológica geotécnica

De acordo com o Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM), a área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contígvas apresenta 7 (sete) diferentes unidades litoestratigráficas em sua área, sendo elas: Complexo Águas Mornas; Grupo Brusque; Complexo Granulítico Santa Catarina; Unidade Depósitos Aluvionares; Unidade Depósitos Litorâneos; Corpo Granito Guabiruba; e Corpo Granito Valsungana. A Figura 6 apresenta a distribuição espacial das unidades litoestratigráficas.

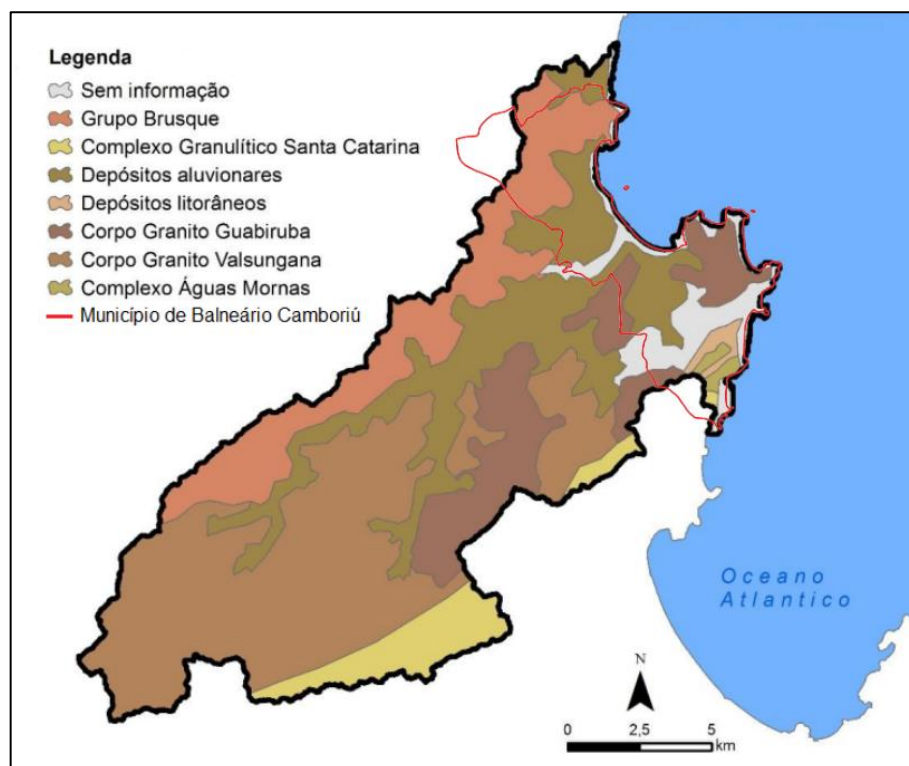


Figura 6 – Distribuição espacial das unidades litoestratigráficas presentes na área da bacia Hidrográfica

Com relação ao relevo da área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contígvas, levando em conta a classificação do relevo com base na declividade do terreno proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979), observa-se que a região apresenta a maior parte do relevo classificado como fortemente ondulado, cerca de 44,68% com declividades variando entre 20% e 45%. As classes de relevos do tipo Plano e suavemente ondulado, cobrem em conjunto cerca de 27,23% da área, ocorrendo principalmente nas planícies de inundação e próximo à foz dos Rios Camboriú e Marambaia, na região urbanizada do município de Balneário Camboriú. A Figura 7 apresenta a distribuição espacial das classes de relevo presentes na área da bacia hidrográfica do Rio Camboriú e Contígvas.

Com relação à geomorfologia, a área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contíguas apresenta 3 (três) unidades geomorfológicas: planícies litorâneas e barreiras marinhas; serras e montanhas; e regiões montanhosas com relevo intensamente dissecado. A Figura 8 apresenta a distribuição espacial das unidades geomorfológicas presentes na área da bacia hidrográfica do Rio Camboriú e Contíguas.

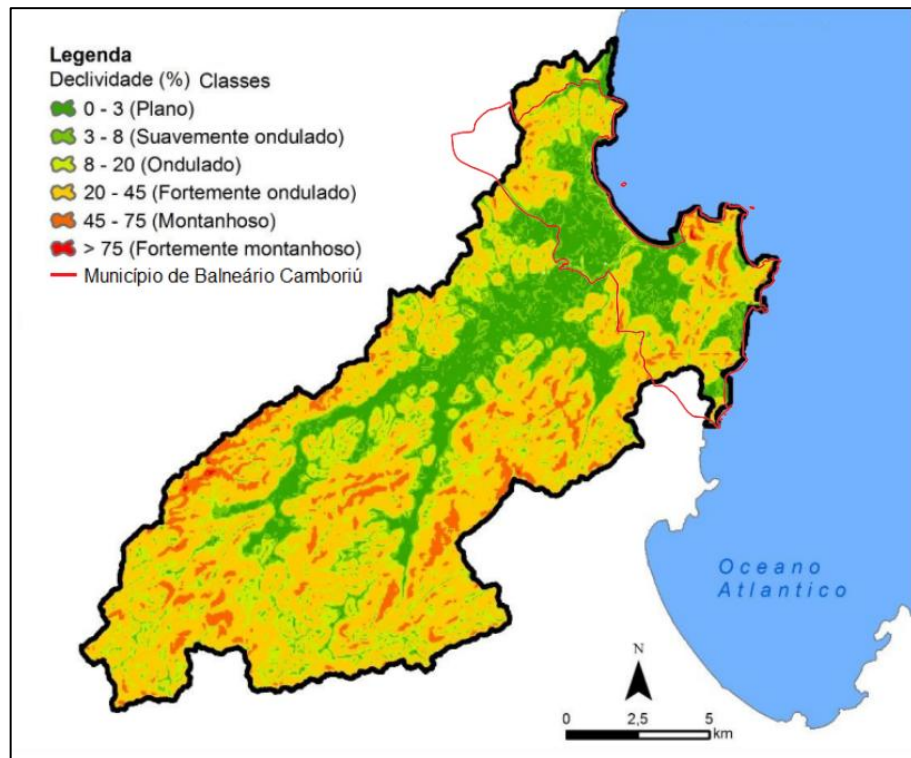


Figura 7 – Distribuição espacial das classes de relevo presentes na bacia hidrográfica

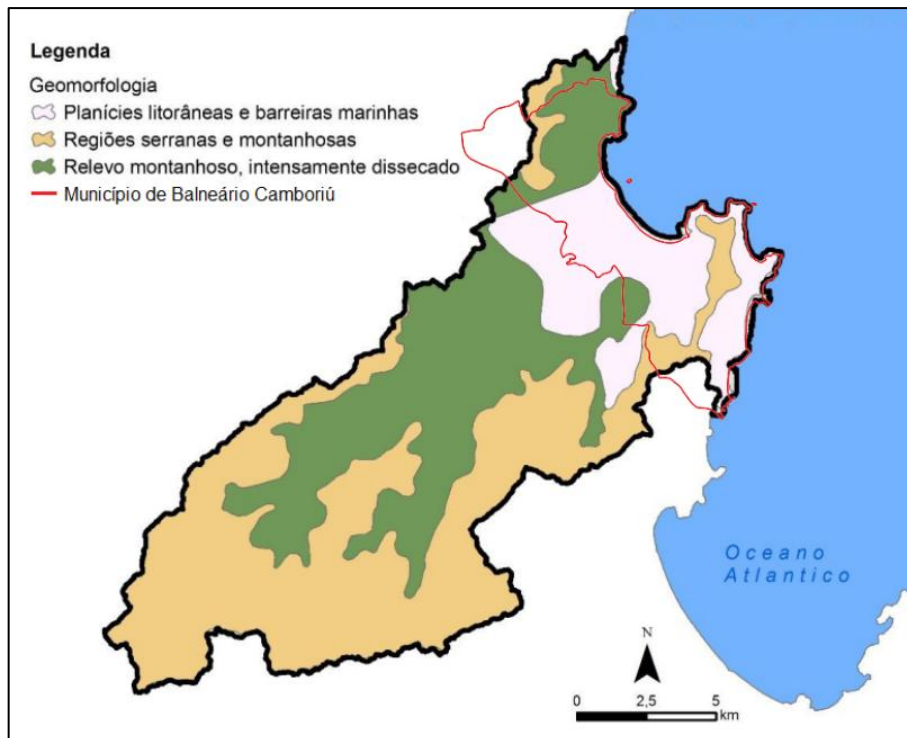


Figura 8 – Distribuição espacial das unidades geomorfológicas presentes na bacia hidrográfica

Com relação à pedologia, a área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contígvas apresenta 6 (seis) variedades de solos: Argissolo vermelho-amarelo; Cambissolo Háplico; Espodossolo cárbico; Gleissolo háplico; Neossolo lítóico; e Neossolo quartzarênico. A Figura 9 apresenta a distribuição espacial das variedades de solo na área de abrangência Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contígvas.

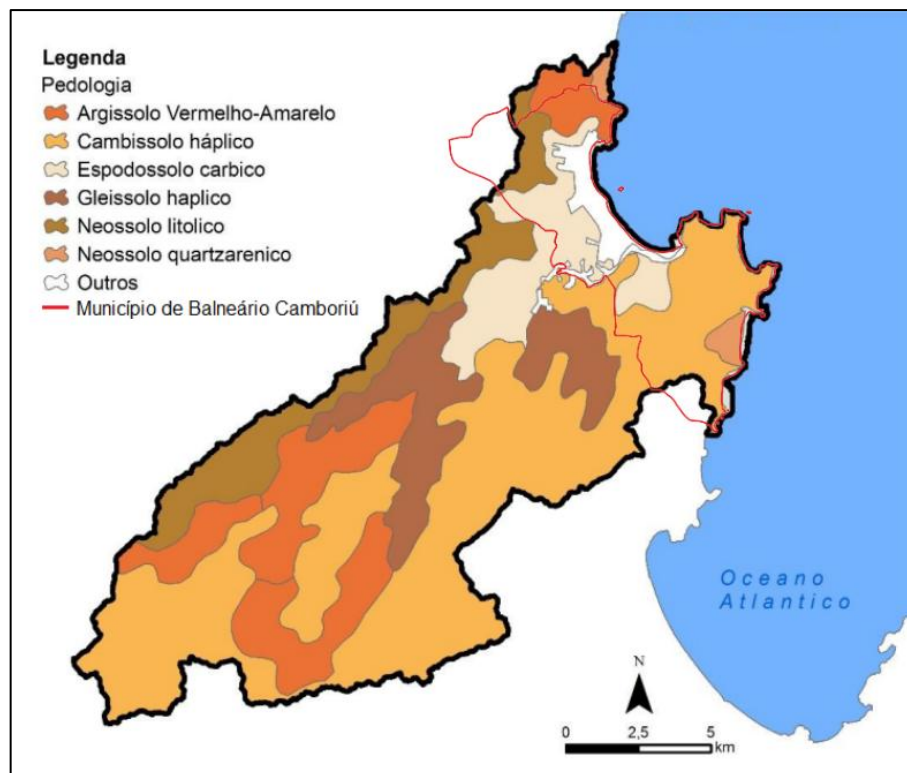


Figura 9 – Distribuição espacial das variedades de solo presentes na bacia hidrográfica

2.4 Clima

De acordo com os dados publicados pela Epagri, e levando em conta o esquema de classificação climática proposta por Köppen, a área da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contígua apresenta 2 (dois) tipos de clima: o subtropical mesotérmico úmido com verões quentes (Cfa) e o subtropical mesotérmico úmido com verões amenos (Cfb). O clima do tipo Cfa é o predominante na região, ocorrendo em cerca de 80% da área.

A precipitação total anual varia espacialmente entre 1.510 mm e 1.590 mm, apresentando um gradiente positivo no sentido sul-norte ao longo de todo ano, sendo os menores valores observados na porção sul e os maiores na porção norte.

Com relação a sua sazonalidade, a precipitação se distribui de maneira irregular ao longo do ano, variando, em média, entre 200 mm (fevereiro) e 90 mm (julho). A Figura 10 apresenta a distribuição espacial da precipitação total anual na área de abrangência Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contígua.

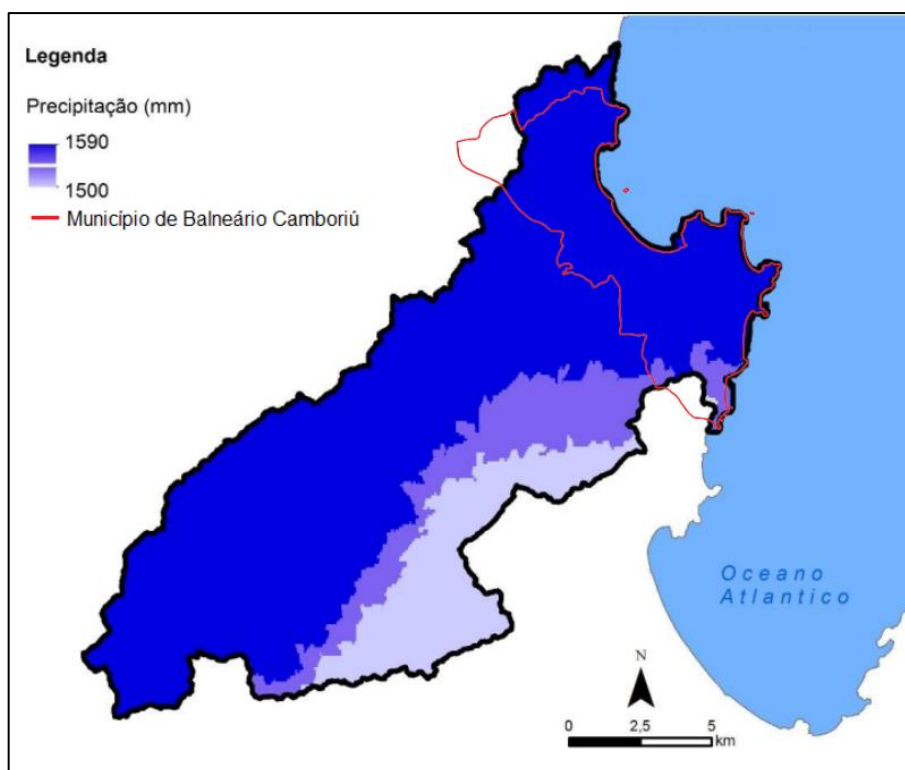


Figura 10 – Distribuição espacial da precipitação total anual na área da bacia hidrográfica

Para o município de Balneário Camboriú, de acordo com CPRM, 2015, a precipitação total anual média é de 1708mm. A Figura 11 apresenta a distribuição da precipitação mensal média no município de Balneário Camboriú.

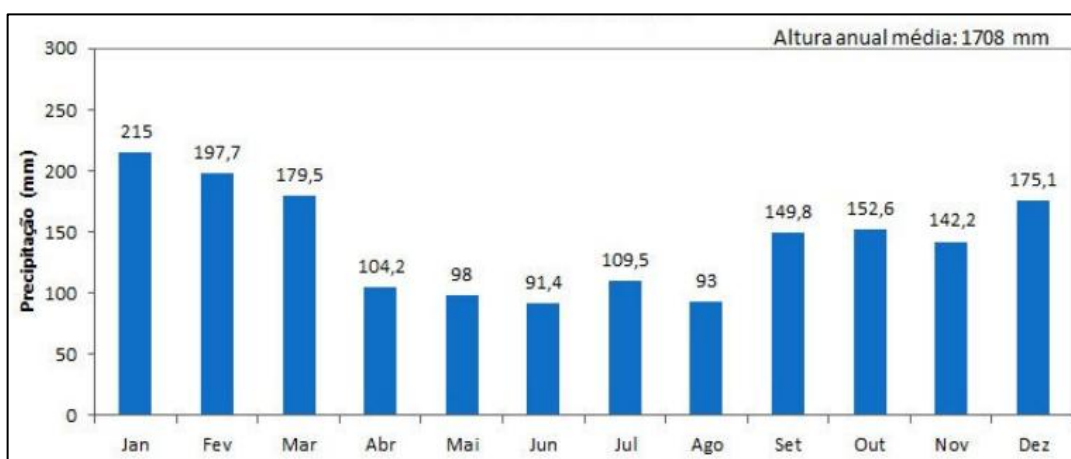


Figura 11 – Precipitação média mensal (mm/mês) no município de Balneário Camboriú

A temperatura média anual do ar varia espacialmente entre 16°C e 20°C, com média de 19,5°C para toda região, apresentando um gradiente positivo no sentido sudoeste-nordeste, acompanhando o gradiente altimétrico da bacia. Com relação a sua sazonalidade, a temperatura do ar varia, em média,

entre 15°C (julho) e 24°C (janeiro), com média das temperaturas mínimas de 10°C e máximos de 29°C. Com relação a distribuição espacial da temperatura, o mesmo padrão é observado em todos os meses do ano. A Figura 12 apresenta a distribuição espacial da temperatura média anual do ar na área da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Contígvas.

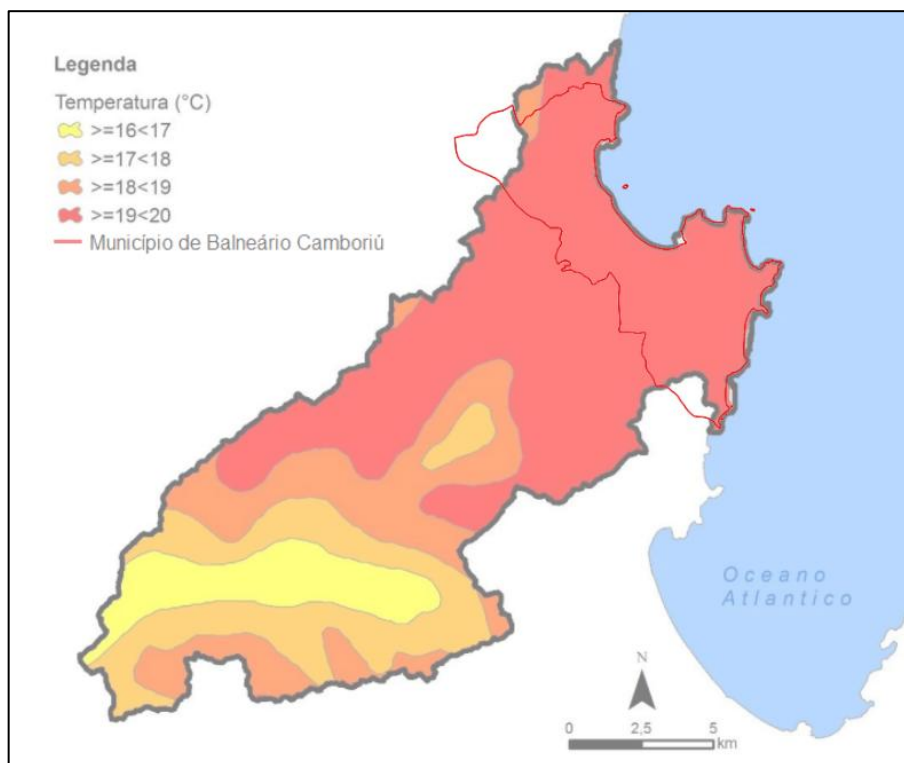


Figura 12 – Distribuição espacial da temperatura média anual do ar na bacia hidrográfica

2.5 Eventos de inundações e secas

Os eventos de inundação representam o transbordamento de água da calha normal de rios, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas. Por outro lado, os eventos de seca caracterizam-se pela ausência prolongada, deficiência acentuada ou fraca distribuição de precipitação provocando grave desequilíbrio hidrológico e consequente redução das reservas hídricas existentes.

De acordo com dados mais atualizados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (SNIRH/ANA, 2016) e no Atlas de Desastres Naturais de Santa Catarina (CEPED/UFSC, 2013) entre os anos de 1992 e 2015 não foi registrado nenhum evento de seca e estiagem no município de Balneário Camboriú.

Por outro lado, foram registrados cerca de 32 eventos de enxurradas e 2 inundações neste mesmo período. O município mais afetado por eventos de enxurradas e inundação foi Camboriú, com 22 (vinte e dois) eventos registrados no período. Já o município de Balneário Camboriú registrou 12 (doze) eventos no período analisado. Com relação especificamente aos eventos de inundação, um

recente estudo contratado pela SDS e executado pelo Banco Mundial mapeou as áreas de inundação para diferentes tempos de retorno em todo o Estado de Santa Catarina. Esse mapeamento foi realizado utilizando técnicas de modelagem numérica bidimensional e validado com dados observados em campo. A Figura 13 apresenta a distribuição espacial das áreas de inundação para a Bacia do Rio Camboriú e Contíguas para os diferentes períodos de retorno.

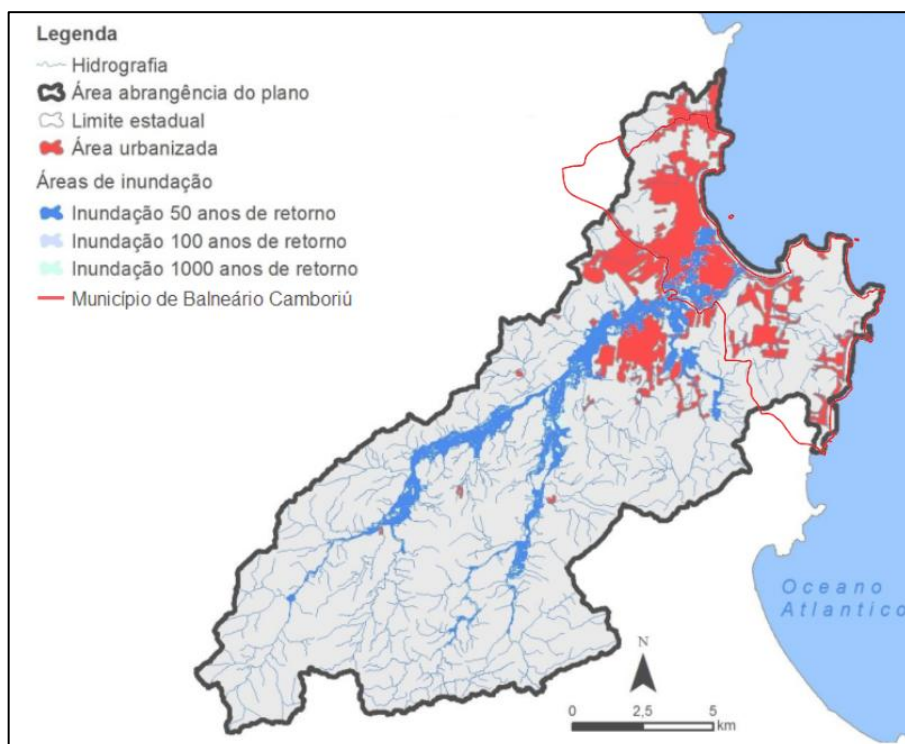


Figura 13 – Distribuição espacial das áreas de inundação, por tempo de retorno, para a bacia hidrográfica

3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS BACIAS

Para desenvolvimento de estudos e planejamento das ações em drenagem, assume-se as bacias hidrográficas como unidades de planejamento, pois as bacias, com seus limites definidos pelas cotas de seus divisores de água, são eficientes unidades físicas de gestão. Dessa forma, foram definidas as sub-bacias que serão utilizadas como unidades de planejamento para o projeto de macrodrenagem da Orla de Balneário Camboriú.

É importante adotar as bacias hidrográficas como unidade de planejamento, pois são áreas que formam um ambiente independente que precisam de intervenções específicas e individuais para gestão das suas águas. O Plano Municipal de Saneamento Básico de Balneário Camboriú, delimitou as bacias hidrográficas no território municipal. A Figura 14 apresenta a divisão definida pela PMSB e as áreas de contribuição definidas no estudo, considerando também as redes de drenagem existentes na área de intervenção.

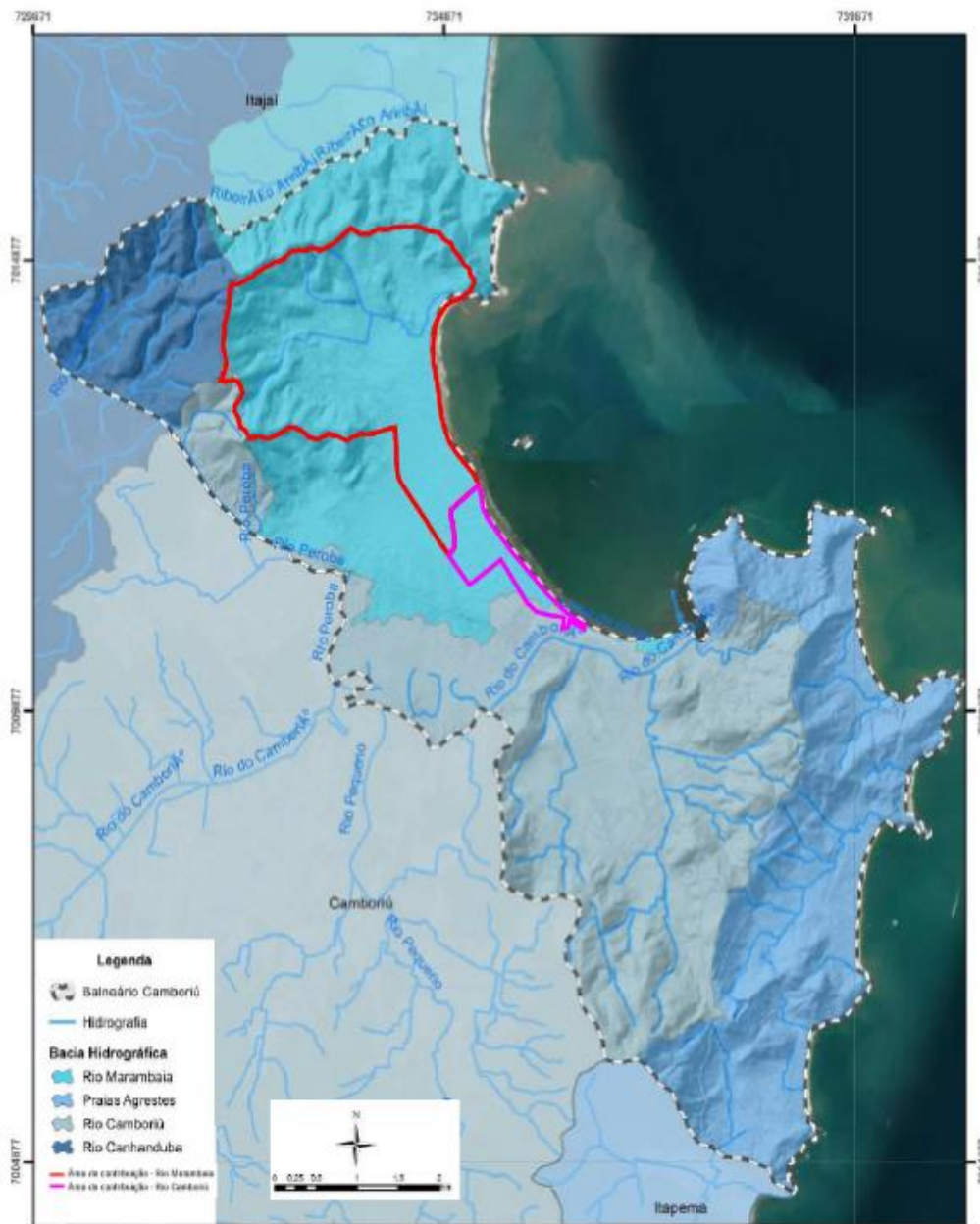


Figura 14 – Delimitação das bacias hidrográficas pelo PMSB-BC, 2023

3.1 Divisão em sub-bacias

A orla de Balneário Camboriú, possui dois pontos de deságue em suas extremidades. Ao Norte o Rio Marambaia e ao Sul o Rio Camboriú. Considerando a topografia e a drenagem existente, foram delimitadas duas bacias hidrográficas, apresentadas na Figura 15.

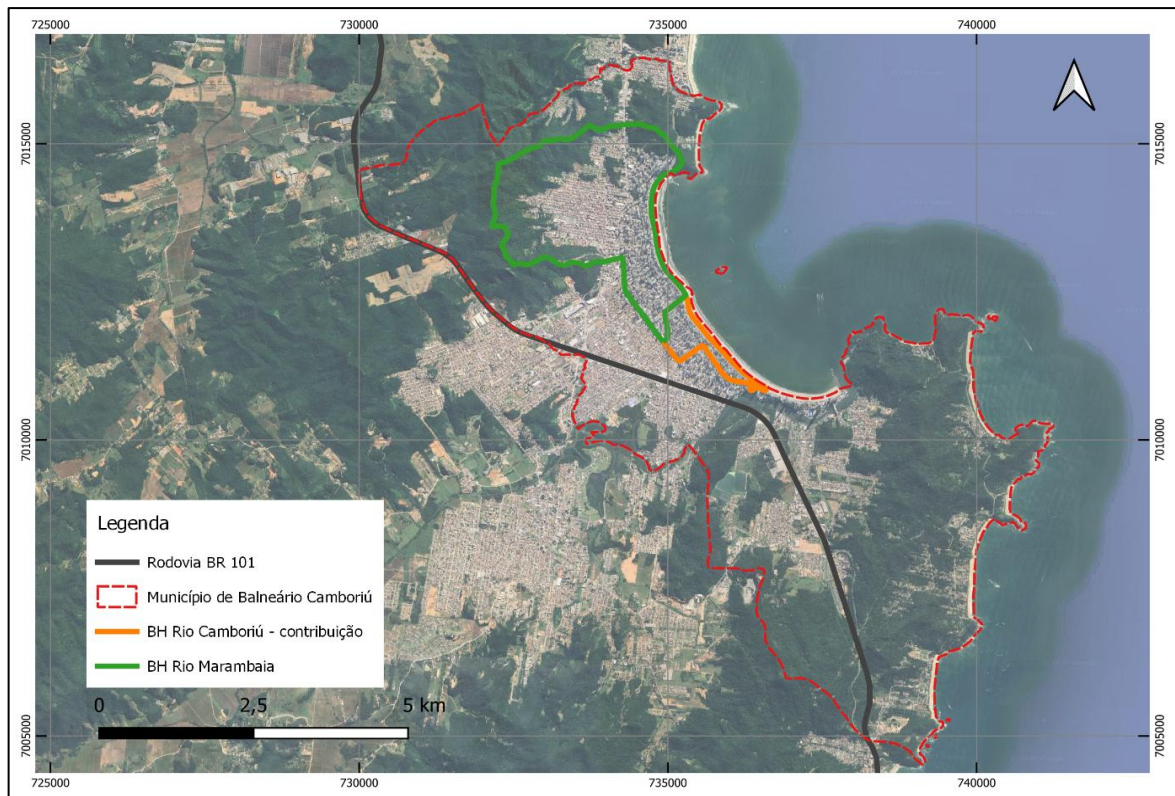


Figura 15 – Delimitação das Bacias Hidrográficas da área de estudo

3.2 Uso e ocupação do solo atual

O PMSB (2023) elaborou o mapeamento do uso do solo de Balneário Camboriú a partir da imagem de ortofotos do ano de 2019 fornecida pela Secretaria de Planejamento, com resolução espacial de 10 cm. A classificação utilizada foi do tipo Máxima Verossimilhança e a imagem foi classificada em: Vegetação Densa, Vegetação Gramínea, Solo Exposto, Urbanização e Água.

Foram classificados como áreas urbanizadas todos os tipos de cobertura das construções e as superfícies impermeáveis em geral, altamente impermeabilizados. A Figura 16 apresenta a espacialização do uso e ocupação do solo do município de Balneário Camboriú.

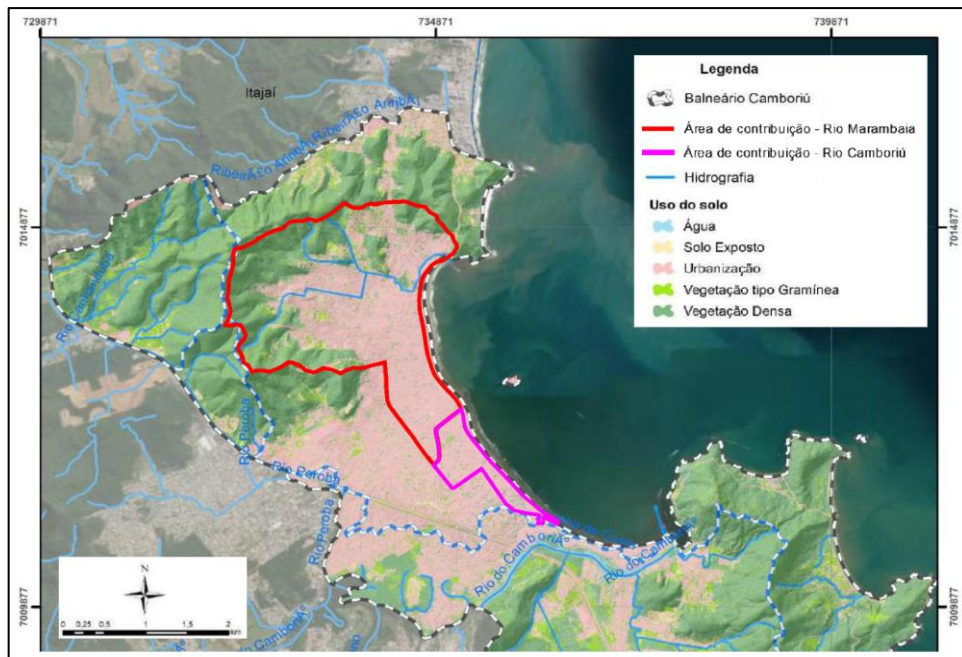


Figura 16 – Uso e ocupação do solo na área de estudo

3.3 Relevo

A concentração de grande parte da população ocorre onde a altitude da porção continental se encontra em áreas de cotas inferiores ou iguais a 5 metros, com predominância de áreas planas na área densamente urbanizada, região central. A Figura 17 apresenta o mapa com o modelo digital de elevação de Balneário Camboriú com identificação das cotas mínimas e máximas.

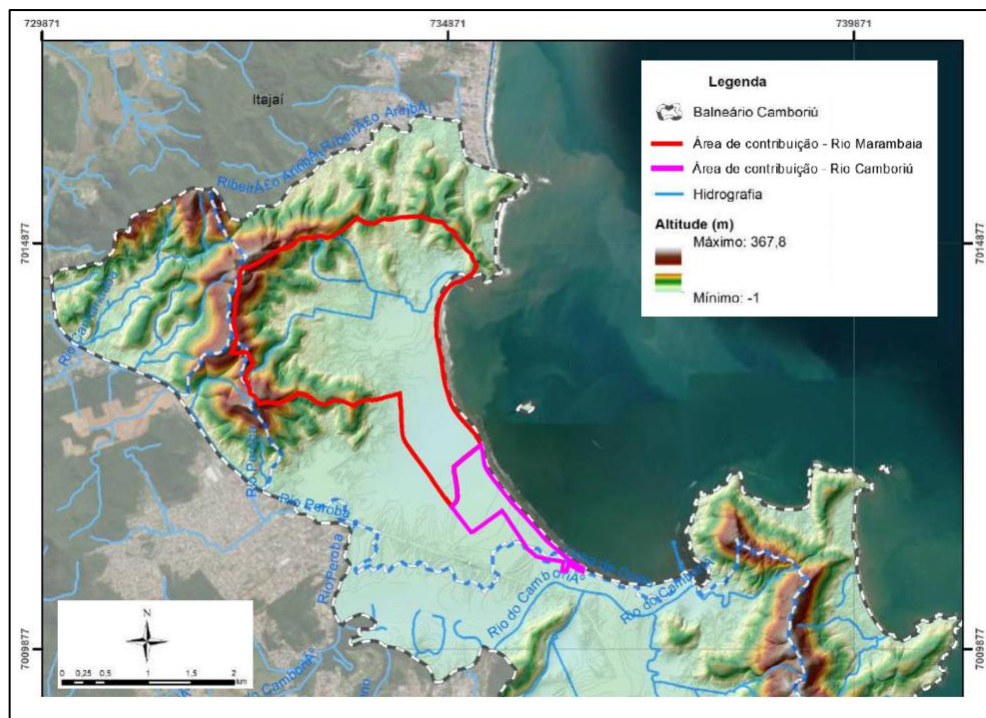


Figura 17 – Modelo digital de elevação da área em estudo

No que tange à declividade, a área de estudo é predominantemente plano em porção densamente urbanizada, entretanto, a predominância quando se analisa a área total da bacia do Rio Marambaia é de relevo bastante acentuado, possuindo relevos superiores à 15% em 42% do território.

Terrenos compreendidos pela classe de declividade inferior a 2% são caracterizados por serem locais propícios à alagamento, principalmente quando próximos de redes de drenagem. Observa-se que a área predominantemente urbanizada é formada por superfícies com essa característica.

A próxima classe mais incidente é entre 15 e 30% de declividade. Esta, somada às áreas com declividades superiores à 30%, compreendem os morros com vegetação densa que são áreas que apresentam risco de escorregamento, especialmente quando há supressão de vegetação.

Áreas com declividade entre 2 e 5% e com declividade 5 a 15%, são caracterizadas por serem áreas com superfícies levemente onduladas a onduladas, respectivamente.

Áreas com declividade acima de 30% são insatisfatórias para ocupação, sendo proibido o parcelamento do solo conforme Lei Federal 6.766/79, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano. A Figura 18 apresenta o mapa de declividades da área em estudo.

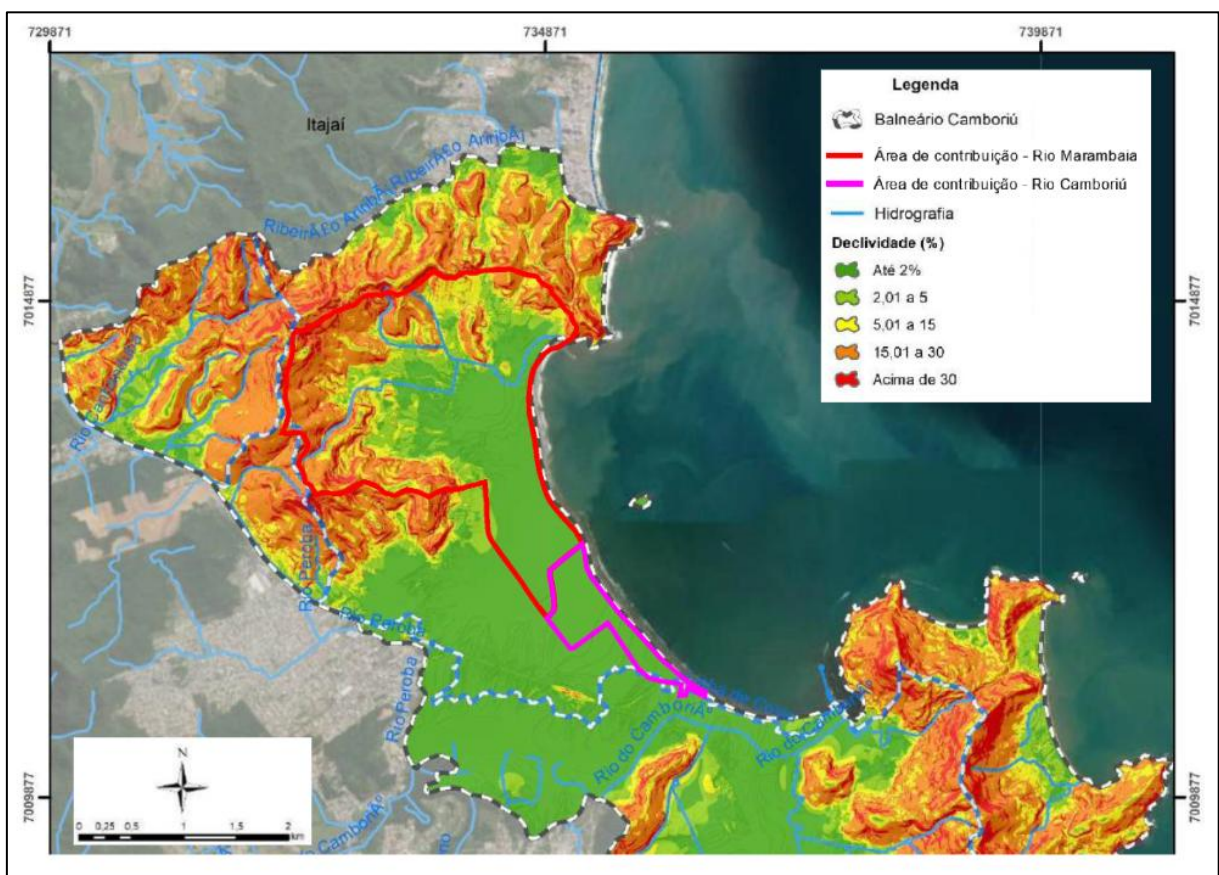


Figura 18 – Declividades da área em estudo

3.4 Hidrografia

O município não possui cadastro de macro drenagem, mas informa ao SNIS (2021) a existência de 155 km de cursos d'água naturais ou perenes, sendo 108 km abertos e 47km em canais fechados.

O Canal do Marambaia encontra-se na maior parte tubulado, e o trecho do canal aberto sofre com assoreamento. A EMASA obteve a autorização do órgão ambiental para limpeza e dragagem recentemente, no mês de agosto de 2022. A dragagem iniciou-se pelo trecho da rua 2001 e seguiu em direção à sua foz.

A região central do município possui trechos importantes com inundações e alagamentos em função da drenagem que fica prejudicada em eventos de cheias dos rios e canais de macro drenagem. A influência da maré impacta negativamente quando associa chuvas intensas às marés altas.

A Figura 19 apresenta a hidrografia da área em estudo.

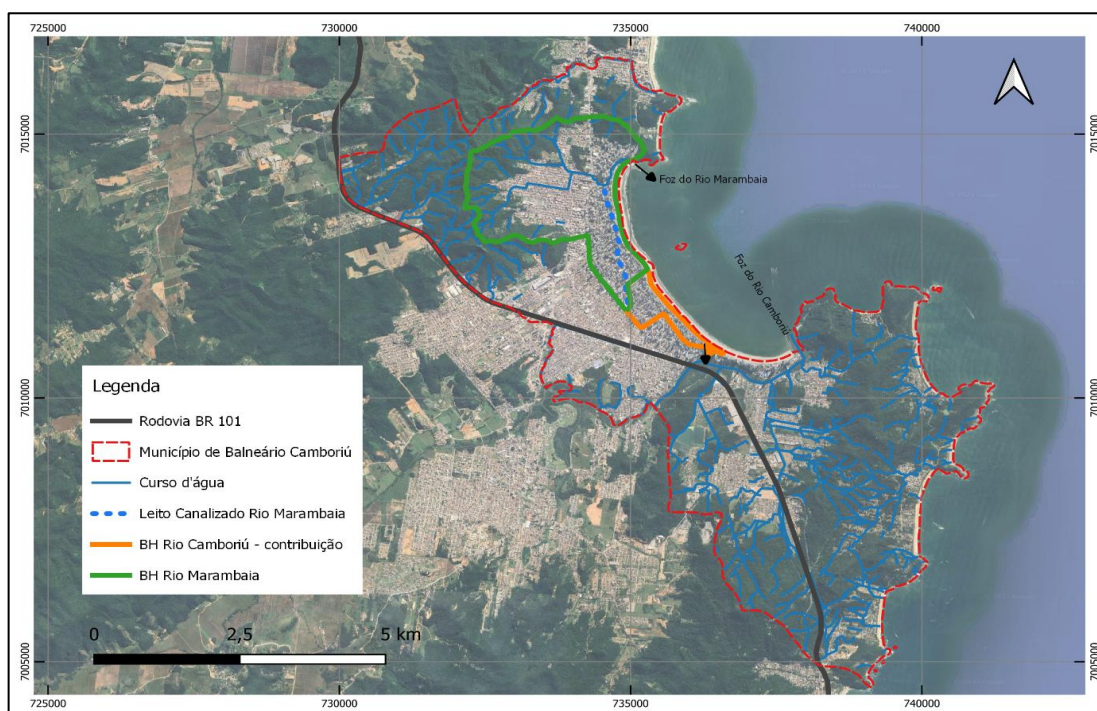


Figura 19 – Hidrografia da área em estudo

3.5 Cadastro do sistema de drenagem e interferências

O cadastro inicial dos sistemas de drenagens existentes na área de intervenção, foi elaborado com base nas informações e croquis fornecidos pela Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú. Esse cadastro preliminar é utilizado no estudo hidrológico como base para delimitação das bacias de contribuição locais, e a compreensão do funcionamento das redes de drenagem existentes na região em estudo. Cabe ressaltar que o levantamento topográfico cadastral complementar será apresentado juntamente com o projeto executivo, com objetivo de conferir e complementar essas informações das redes de drenagem existentes.

A bacia do rio Marambaia tem a sua nascente urbana localizada próxima a Rua 2450 no cruzamento com a Rua 2328. Deste ponto inicial, a drenagem segue canalizada com tubos de concreto de diâmetros variados até a Rua 1400, próximo ao cruzamento com a Rua 900. Entre as Rua 1400 e a Avenida Central, o trecho de aproximadamente 230m de extensão o rio é canalizado com galerias pluviais retangulares com dimensões de 200x100cm.

Entre a Avenida Central e a Avenida Alvin Bauer, o sistema de drenagem do rio Marambaia é canalizado com galerias retangulares de 200x150cm. A partir desse local, inicia-se o trecho mais longo com canalizações, com aproximadamente 1150m de extensão, utilizando galerias pluviais retangulares de 300x150cm até o encontro com a galeria existente na Rua 1951. Cabe ressaltar que ao longo deste trecho extenso, existem alguns locais onde o canal encontra-se aberto, permitindo o acesso para conferência das condições atuais da canalização.

A partir da Rua 1951, o rio Marambaia passa a receber diversas outras contribuições significativas de águas pluviais, principalmente aquelas provenientes do bairro das Nações, localizado a montante da área de estudo. Entre a Rua 1951 e a sua foz junto ao molhe norte, o rio Marambaia encontra-se aberto e em leito natural, apresentando a maior seção identificável ao longo de seu curso.

Complementarmente ao Rio Marambaia, o sistema de macrodrenagem atual é composto por pluviais quadradas e retangulares instaladas ao longo da Avenida Atlântida. Especificamente entre a Avenida Alvin Bauer e a foz do rio Marambaia, foram executadas algumas descargas de drenagem ligadas diretamente no rio Marambaia, como forma paliativa de mitigar os recorrentes problemas de alagamentos na região.

Apesar da baixa declividade das galerias implantadas ao longo do eixo da Avenida Atlântida, as informações fornecidas pela Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú indicam que próximo a Rua 2000 ocorre a mudança do sentido do escoamento. Desta forma, para o escoamento das águas pluviais no sentido norte, existe uma galeria quadrada de seção 100x100cm implantada na Avenida Atlântida entre a Rua 2000 e a Avenida Alvin Bauer. A partir dessa avenida, a galeria passa a ter seção retangular de 300x150cm até o seu deságue no sentido norte, na foz do Rio Marambaia.

O sistema pluvial existente no trecho sul inicia-se próximo à Rua 2000, canalizado com galeria pluvial quadrada de seção 100x100cmm ao longo da Avenida Atlântida, até a esquina com a Rua 2300. A partir da Rua 2300 até a Rua 2500 a galeria passa a ter dimensões de 200x150cm, entre a Rua 2500 e a Rua 2800 a seção identificada é de 250x150cm. A partir da Rua 2800 até a Rua 3900, por onde passa uma descarga até o Rio Camboriú, a seção da galeria pluvial existente é de 300x150cm.

Cabe ressaltar que a bacia de contribuição a montante do Rio Marambaia é delimitada na sua grande parte pela galeria de macrodrenagem existente ao longo da Avenida do Estado e da Terceira Avenida. Essa galeria intercepta grande parte das águas pluviais proveniente das micro drenagens locais, com deságue final ao sul diretamente no Rio Camboriú. A imagem a seguir, retirada da prancha do estudo hidrológico, detalha a delimitação das sub-bacias do projeto, bem como apresenta o cadastro dos sistemas de drenagens existentes no local. A Figura 20 apresenta a delimitação das sub-bacias de contribuição utilizadas nesse estudo, considerando a topografia local e o cadastro disponível das redes de macrodrenagem existentes.



Figura 20 – Divisão das bacias de contribuição (Fonte: Alleanza, 2023)

3.6 Pontos críticos de inundação

O conteúdo exposto nos tópicos anteriores traz a justificativa de situações vivenciadas pelo município em eventos de chuvas intensas, como os alagamentos e as inundações dos corpos d'água. Quanto aos casos de alagamento, inundações e enxurradas no município, a defesa civil especializou as principais áreas sensíveis identificadas no período de 2017 a 2021, tendo construído um banco de dados com 118 registros e ocorrências, além de 77 áreas alagáveis e inundáveis, que foi compartilhado para utilização neste estudo.

A PMBC, por meio da Secretaria de Obras, também possui levantamento das áreas críticas e sujeitas à inundação e alagamentos no município. São 31 áreas que foram visitadas pelas equipes técnicas, fotografadas e acrescentadas no banco de dados para geração de uma única base.

O PMSB elaborou um mapa de pontos críticos de inundação. O resultado é um banco de dados único com 226 pontos críticos com problemas em alagamentos e inundações, que são apresentados no mapa da Figura 21.

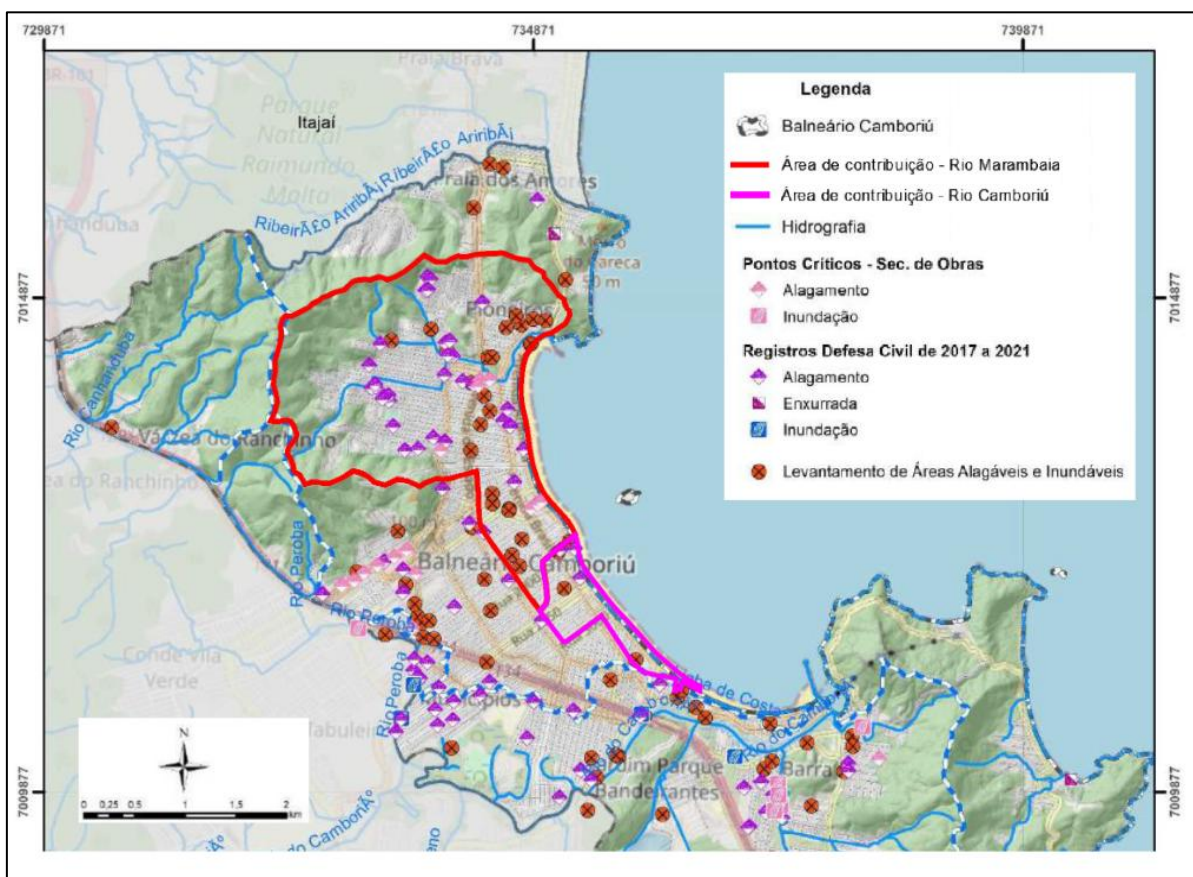


Figura 21 – Pontos críticos de inundação da área de estudo

A seguir serão apresentadas uma série de fotos de eventos climáticos que resultaram em alagamentos e inundações na área de intervenção.

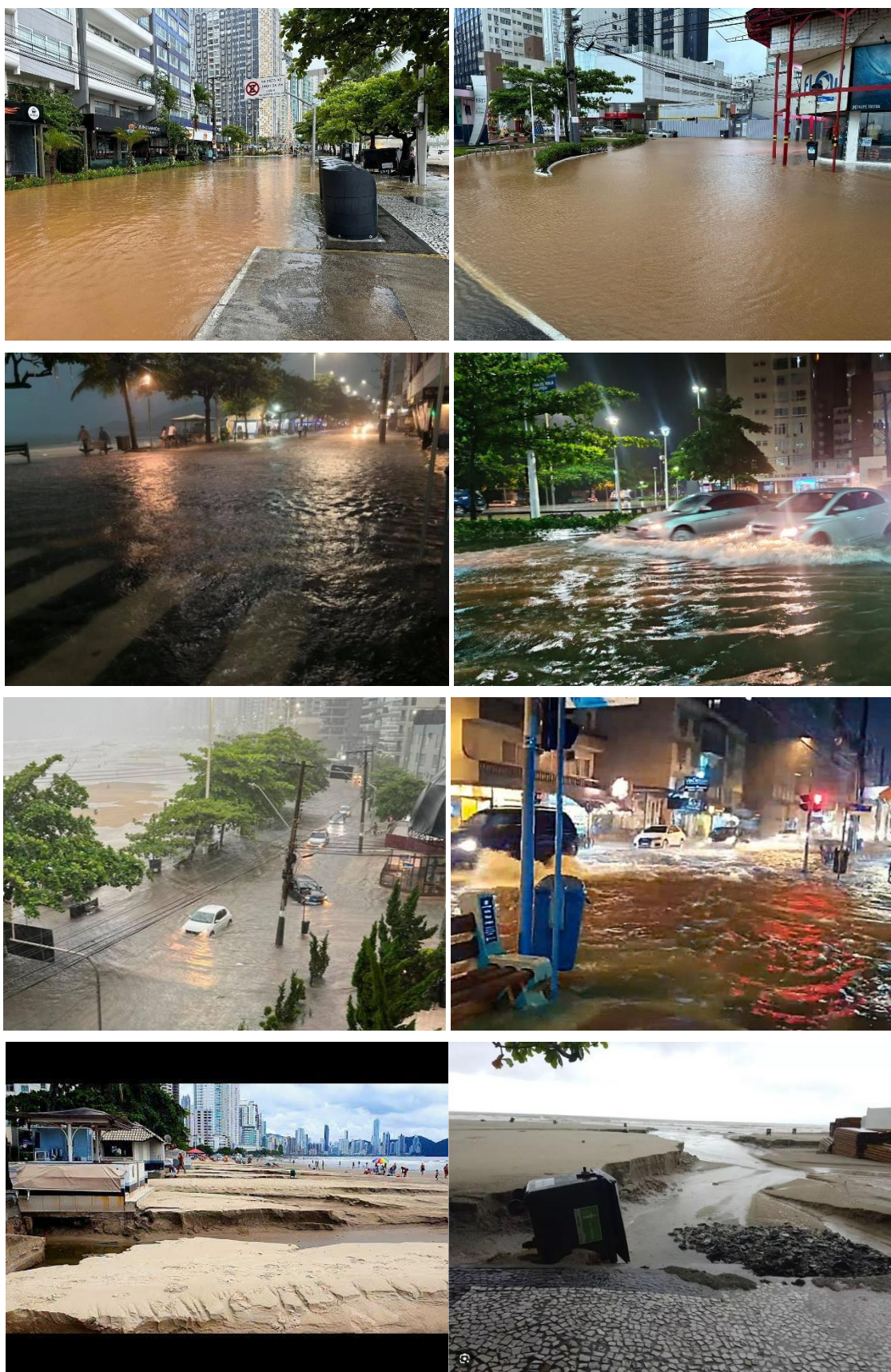


Figura 22 – Imagens de inundações no Centro de Balneário Camboriú

4 CARACTERIZAÇÃO DA FOZ DOS RIOS MARAMBAIA E CAMBORIÚ

4.1 Níveis de água

O presente estudo tem por objetivo analisar a influência da maré nos eventos de cheias na área em estudo. O nível da água desempenha um papel importante no processo escoamento das águas dos rios. A orla de Balneário de Camboriú frequentemente sofre com alagamentos que ocorrem como combinação de maré astronômica e pela elevação do nível do mar causada por fatores meteorológicos, frequentemente referidos como “maré meteorológica” a qual é associada com a passagem de frentes frias.

A maré astronômica é resultado da força gravitacional provocada pelo alinhamento do Sol, da Lua e da Terra. A amplitude das ondas de maré astronômica depende da localização geográfica na terra e também das características da plataforma. A maré astronômica no local é semidiurna com duas marés altas e duas baixas por dia. A maré astronômica é totalmente previsível (Tábuas de Maré).

O nível de água no atual local é fortemente influenciado pelas condições atmosféricas. Estas condições podem ser interpretadas por dois fenômenos, pressão atmosférica e vento. A pressão atmosférica tem impacto estático no nível do mar (Barômetro Invertido).

O efeito do vento no nível do mar pode ser subdividido em três componentes. Primeiro, a inclinação da superfície da água causada pela tensão de arraste induzido pelo vento (*wind set-up*). Este componente frequentemente é chamado “Maré de tempestade” (*storm surge*). Segundo a inclinação do nível do mar associada com a arrebentação de ondas geradas pelo vento, normalmente chamada *Wave set-up*, por falta de uma expressão em português. Terceiro, a inclinação do nível do mar durante situações com vento paralelo à costa devido ao efeito da força de Coriolis que está associada com a rotação da terra. Este mecanismo corresponde à “maré meteorológica”. Os componentes responsáveis pela variação do nível do mar são apresentados em maiores detalhes em seguida.

Simulações realizadas durante a elaboração do projeto de alimentação artificial da Praia de Balneário Camboriú (DHI,2017), indicam que o nível máximo normalmente é na faixa de 0,80 m acima do nível médio do mar (NMM). A Figura 23 representa os níveis altos que foram observados durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2016. Estes níveis altos foram o resultado de uma combinação de maré meteorológica, maré de tempestade e ondas grandes.

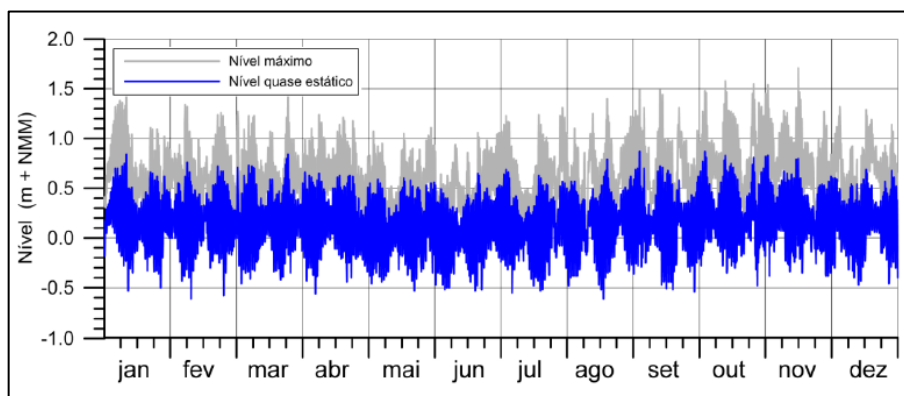


Figura 23 – Níveis de água simulados durante 2016 (DHI, 2017)

A partir destes estudos, foram apresentadas as distribuições estatísticas dos níveis d'água para os lados norte e sul da praia respectivamente (Figura 23). Os níveis apresentados aqui dizem respeito ao nível médio d'água.

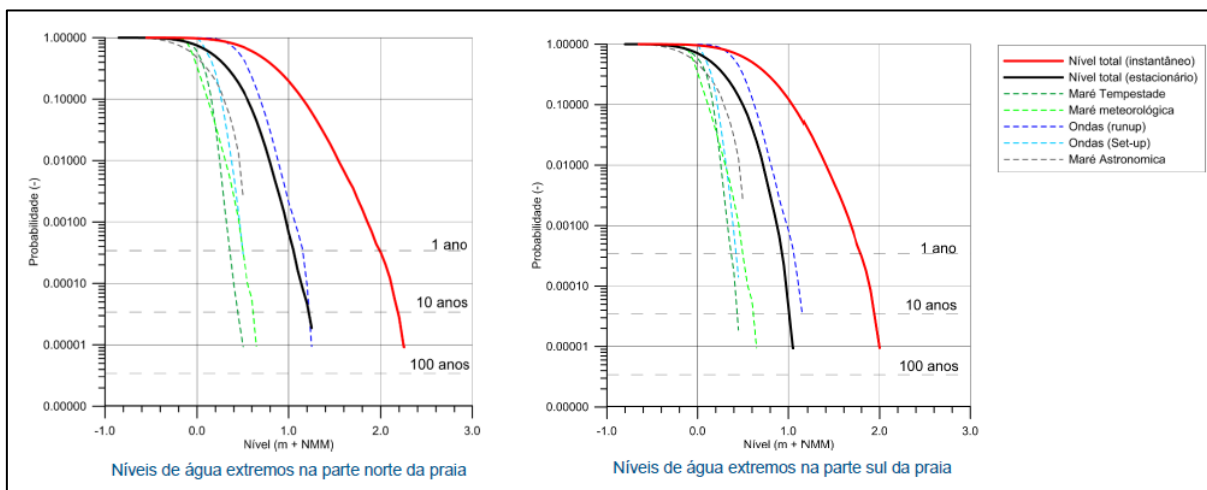


Figura 24 – Níveis de água extremos

A curva na cor preta indica o nível “estacionário” que é o resultado dos componentes de maré astronômica, maré de tempestade, maré meteorológica e a parte (quase) estática do aumento do nível do mar pelas ondas (*wave setup*).

A curva na cor vermelha indica os níveis máximos instantâneos que podem acontecer com o resultado da combinação do nível estacionário com as variações no nível do mar causados pelo espraiamento de ondas (*wave runup*).

A partir das análises estatísticas foram obtidas estatísticas de níveis d'água extremos. Isto foi feito por meio da extrapolação manual das distribuições calculadas para os valores correspondentes a períodos de retorno de 1 ano, 10 anos e 100 anos. Os níveis d'água para os diferentes períodos de retorno estão apresentados na Tabela 1. Os valores os níveis estacionários, quase estáticos e os valores em vermelho representam os níveis máximos que podem acontecer instantaneamente devido ao espraiamento de ondas.

Tabela 1 – Níveis d'água extremos calculados para vários períodos de retorno em relação ao nível médio do mar (NMM)

Posição	Tempo de recorrência		
	1 ano	10 anos	100 anos
Norte	1,05 (2.00)	1,20 (2.30)	1,40 (2.60)
Sul	0,95 (1.80)	1,00 (2.10)	1,05 (2.40)

4.2 Referência de nível

Estudos sobre marés utilizam como referência vertical as cartas náuticas com referência o nível médio do mar a partir de um NR do DHN (local), enquanto os dados de altimetria são geralmente referenciados pelo Datum IBGE. Para correlacionar os dois zeros, foram utilizadas informações das estações maregráficas disponibilizadas pelo Centro de Hidrografia Marinha da Marinha do Brasil. Como referência local foi adotada a estação maregráfica do Porto de Itajaí (Figura 25). Com base nas informações das referências de nível do Datum IBGE e DHN, foi possível gerar um gráfico de referência auxiliar para relacionar estas referências.

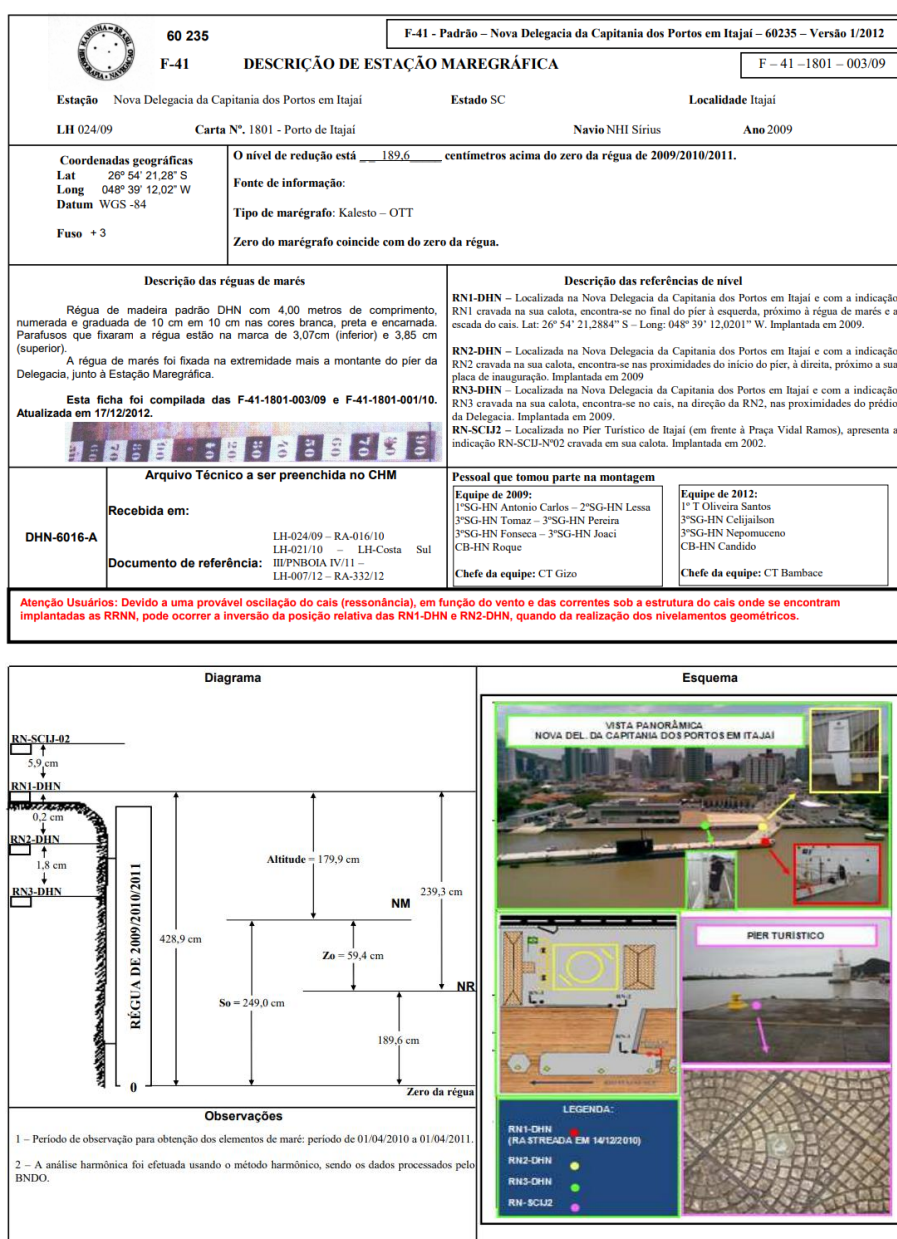


Figura 25 – Diagrama e Esquema da estação maregráfica Porto de Itajaí. (Fonte: CHM)

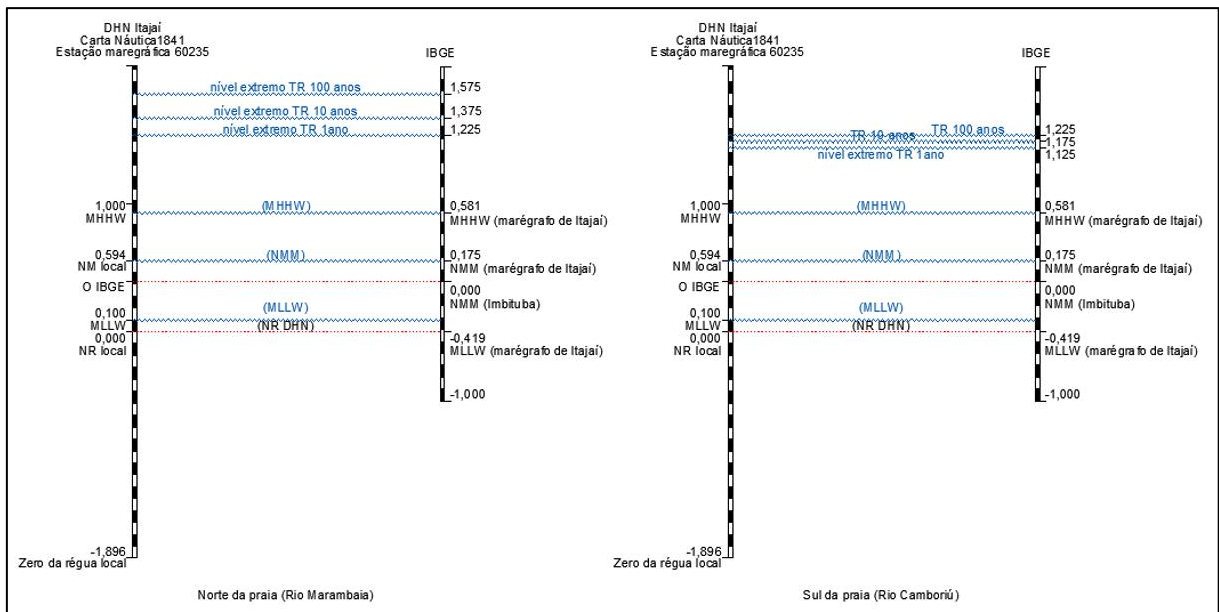


Figura 26 – Gráfico de Referência auxiliar para relação de níveis

5 ESTUDO HIDROLÓGICO

Este estudo tem por objetivo fornecer as vazões máximas e hidrogramas de cheias quando houver a necessidade de dimensionar ou analisar o efeito de eventos extremos. Nos casos de bacias alongadas que possuam tributários de porte apreciável em sua porção de jusante, é recomendável estabelecer os respectivos hidrogramas individuais por sub-bacias e efetuar em seguida a composição do hidrograma global afluente a cada ponto de interesse ao longo do canal principal.

A forma de considerar as vazões máximas ao longo do canal pode ser consubstanciada numa curva envoltória de picos de cheia, sejam elas obtidas por cálculos diretos, sejam através da composição de hidrogramas. A distribuição final de vazões a adotar poderá ser efetuada de modo a considerar sub-trechos com vazões constantes para maior simplicidade dos cálculos.

Para a realização dos estudos referentes à determinação das vazões máximas a serem analisadas, será utilizado o *Método do Hidrograma Unitário Sintético* para a determinação das vazões de projeto. Este método é indicado para o dimensionamento de canais e pontos de despejos quando a área drenagem excede 2,00 km², como é o caso.

5.1 Precipitação de Projeto (frequência T – intensidade IDF – distribuição espacial – distribuição temporal)

Nos estudos de drenagem urbana em cursos d'água, geralmente desprovidos de registros fluviométricos, a estimativa das vazões de projeto é feita com base nos dados de chuvas intensas que ocorrem nas respectivas bacias.

No dimensionamento de estruturas hidráulicas, tais como, galerias pluviais, bueiros, sistemas de drenagem e barragens, deve-se levar em conta um risco de falha da estrutura, o qual é definido em função da vida útil, de critérios de segurança e econômicos, entre outros. Assim, estruturas com menor risco de falha terão maior porte e, em consequência, terão maior custo.

Como algumas das variáveis que condicionam o projeto destas estruturas são eventos naturais – precipitações, vazões etc. – o risco hidrológico está associado a frequência de ocorrência dos eventos cuja magnitude pode causar danos as estruturas, tornando de suma importância a elaboração de um estudo de frequência de eventos raros, incluindo variáveis de eventos naturais como precipitações e vazões.

No caso da utilização dos dados de chuva nos trabalhos de engenharia, além da magnitude e da frequência, mencionadas acima, a duração e a distribuição espacial também são de fundamental importância. A magnitude é expressa pela intensidade da precipitação, ou seja, a altura de chuva que precipita em um intervalo de tempo, por exemplo, milímetros por hora (mm/h) ou por minuto (mm/min.). A duração é o período de tempo do evento chuvoso, e a frequência refere-se a expectativa de ocorrência de intensidades de chuva iguais ou superiores a um dado valor, para uma duração determinada. A distribuição espacial reflete a variação das relações entre a intensidade, a duração e a

frequência de uma precipitação de uma localidade para outra, podendo ser obtida através de uma análise regional dos diversos postos de coleta de dados localizados na área de interesse.

As características, intensidade, duração e frequência podem ser sintetizadas através de curvas chamadas curvas IDF (Intensidade-Duração-Frequência) ou equações que refletem essas relações. As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, as quais serão utilizadas nas análises de eventos extremos e no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos.

O período de retorno ou tempo de retorno (T), é o inverso da probabilidade de um determinado evento hidrológico ser igualado ou excedido em um ano qualquer. Ao se decidir, portanto, que uma obra será projetada para uma vazão com T recorrência em anos, automaticamente, decide-se o grau de proteção conferida à população. Trata-se de escolher qual o “risco aceitável” pela comunidade (TUCCI *et. al.*, 1995).

Desta forma, o período de retorno adotado em um projeto de macro drenagem, deve ser definido para o funcionamento adequado do sistema, visando à prevenção ou minimização dos danos às propriedades e danos à saúde. A Tabela 2 apresenta os períodos de retornos mínimos a serem adotados, a depender do tipo da obra e a ocupação da região. Por se tratar de um projeto de macro drenagem urbana, localizada em uma região densamente ocupada por residências e comércios, será adotado o período de retorno (T) de 25 anos, com verificação do sistema para período de retorno (T) de 100 anos, conforme recomendação apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Recomendação para utilização de período de retorno em relação ao tipo de ocupação (NMM)

Tipo da Obra	Tipo de Ocupação	Período de retorno (T) (anos)
Micro drenagem	Residencial	2 – 5
	Comercial	5 – 10
	Vias de tráfego expressa	10 – 25
	Terminais e áreas correlatas	10 – 25
Macro drenagem	Áreas residenciais e comerciais	25 – 100
	Bacias de detenção	10 – 100
	Definição do volume útil	
	Extravasador de emergência	100 – 500
	Pontes	100

A principal forma de caracterização de chuvas intensas é por meio da equação de intensidade, duração e frequência da precipitação. Para este projeto foi adotada a equação de chuvas de Balneário Camboriú, elaborada pelo CPRM, em 2013.

$$i = \frac{\{[(6,6802 \ln(T) + 14,9383) \cdot \ln(t + (1/60))] + 16,4059 \ln(T) + 36,7398\}}{t}$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (horas)

Esta equação é válida para tempos de retorno até 100 anos.

Precipitações resultantes de tempos quentes, podendo ser acompanhadas de trovoadas, clarões e ventos locais, são, em geral, de grande intensidade e curta duração e concentram-se em pequenas áreas, sendo, portanto, importantes nos projetos que envolvem pequenas bacias hidrográficas.

Para grandes bacias, com base na experiência com outras bacias já analisadas, há consenso técnico dentro do DAEE-SP de que as chuvas com duas horas de duração são bastante representativas para se analisar os efeitos das chuvas nas diversas estruturas hidráulicas intervenientes na rede de drenagem. Portanto serão adotadas chuvas de duração igual a 2 horas para o diagnóstico de sub-bacias porque são estas chuvas que provocam os danos e transtornos mais frequentes.

O hietograma foi desenvolvido com a metodologia de blocos alternados a partir de uma curva intensidade-duração-frequência. A forma do hietograma produzido por este método especifica a altura de precipitação que ocorre em n intervalos de tempo sucessivos de mesma duração. Seleciona-se o período de retorno de projeto, lendo-se na curva intensidade-duração-frequência a intensidade da precipitação para cada período de duração. Multiplicando-se a intensidade pela duração tem-se a altura precipitada acumulada. A diferença entre alturas sucessivas dá a precipitação no período.

Serão considerados intervalos de 10 minutos em hietogramas com duração total de até 2 horas.

Estas alturas de precipitação encontradas são então colocadas de forma decrescente no gráfico partindo-se do intervalo de tempo central e colocando-se as alturas seguintes alternadamente do lado esquerdo e direito deste intervalo.

O estudo das relações intensidade-duração-frequência (IDF) das precipitações extremas é de grande interesse para o planejamento dos recursos hídricos devido à frequente aplicação na estimativa das vazões de projeto para dimensionamento de obras de engenharia e em estudos de prevenção de desastres naturais. Os desastres naturais são resultados do impacto de eventos naturais adversos e intensos sobre um ecossistema, causando sérios danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.

A seguir apresenta-se a aplicação do método utilizando-se a curva intensidade-duração-frequência de Balneário Camboriú, para período de retorno de 25 anos (100 anos para verificação) e duração de 2 horas.

Tabela 3 – Intensidade da chuva em mm/h, para um período de retorno de 25 anos)

tempo (min)	i (mm/h)	altura (mm)	incremento	altura (mm)
10	166,368	27,728	27,728	3,44
20	153,875	51,292	23,564	4,24
30	130,968	65,484	14,192	5,53
40	113,509	75,673	10,188	7,95
50	100,351	83,626	7,953	14,19
60	90,151	90,151	6,525	27,73
70	82,014	95,683	5,532	23,56
80	75,363	100,484	4,802	10,19
90	69,818	104,727	4,242	6,52
100	65,116	108,526	3,799	4,80
110	61,073	111,966	3,440	3,80
120	57,555	115,110	3,143	3,14
Total (mm)				57,55

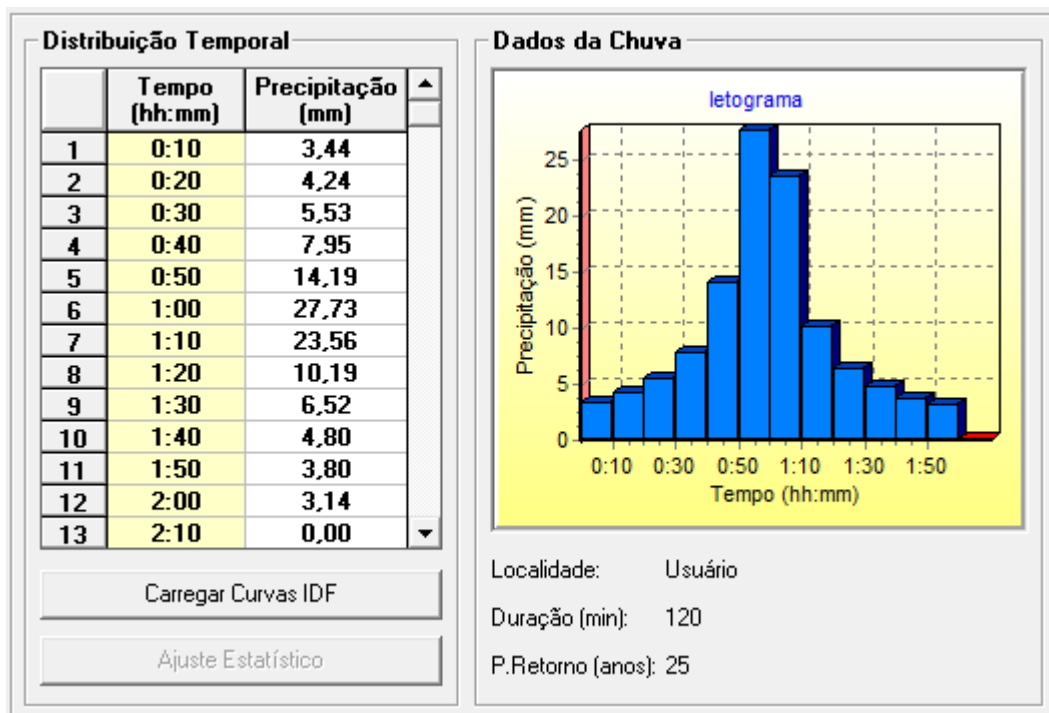


Figura 27 – Hietograma para período de retorno TR=25 anos

Tabela 4 – Intensidade da chuva em mm/h, para um período de retorno de 100 anos)

tempo (min)	i (mm/h)	altura (mm)	incremento	altura (mm)
10	208,566	34,761	34,761	4,31
20	192,939	64,313	29,552	5,32
30	164,225	82,112	17,799	6,94
40	142,335	94,890	12,778	9,97
50	125,837	104,864	9,975	17,80
60	113,047	113,047	8,183	34,76
70	102,844	119,985	6,938	29,55
80	94,505	126,007	6,022	12,78
90	87,551	131,327	5,320	8,18
100	81,655	136,092	4,765	6,02
110	76,586	140,407	4,315	4,76
120	72,175	144,349	3,942	3,94
Total (mm)				72,17

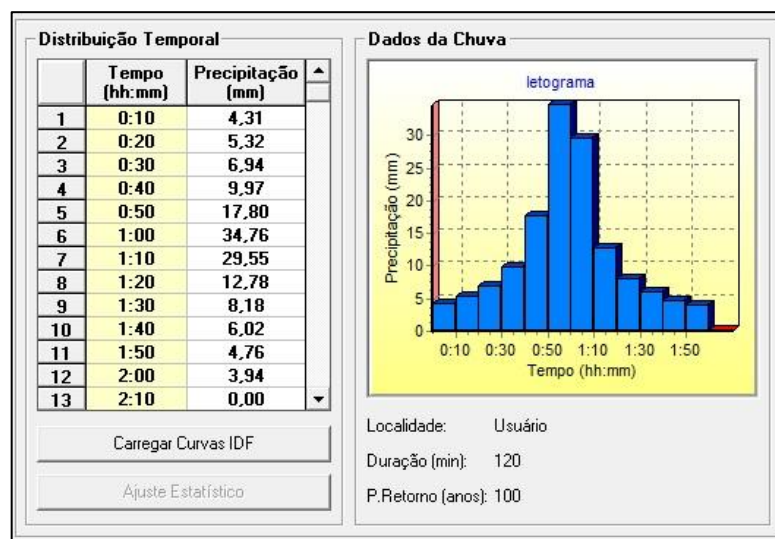


Figura 28 – Hietograma para período de retorno TR=100 anos

5.2 Escoamento Superficial

As bacias hidrográficas podem ser consideradas sistemas onde a precipitação (chuva) é a entrada e a vazão (fluxo de água nos cursos de água, drenagens ou superfícies) são as saídas. O escoamento superficial e o seu desenvolvimento e/ou encaminhamento ao longo dos rios e/ou nos sistemas de drenagem urbana são informações importantes para o estudo.

A partir da relação entre volume escoado superficialmente e o volume precipitado, pode-se determinar o Coeficiente de Escoamento Superficial (C). Este coeficiente parte do percentual de impermeabilização da bacia e das características das superfícies. O coeficiente “C” varia entre 0 e 1 e

quanto mais próximo de 1 maior será o escoamento superficial, ou seja, a água infiltra menos e a superfície é considerada impermeável. Valores do coeficiente mais próximo de 0 infere que grande parte da água é infiltrada no solo, retida na vegetação e uma pequena parte é escoada.

Foram classificados como áreas Urbanizadas todos os tipos de cobertura das construções e as superfícies impermeáveis em geral, altamente impermeabilizados e com coeficiente de escoamento superficial médio adotado de 0,95.

O escoamento superficial direto (ESD) ou chuva excedente é a parcela da chuva total que esco inicialmente pela superfície do solo, concentrando-se em enxurradas e posteriormente em cursos de água maiores e mais bem definidos. A chuva excedente é a maior responsável pelas vazões de cheia, principalmente em bacias urbanizadas, como é o caso das bacias estudadas.

É importante ressaltar que quando corre uma precipitação sobre uma dada bacia hidrográfica, as águas precipitadas encaminham-se naturalmente para os pontos mais baixos do terreno, atingindo finalmente os rios ou canais de drenagem, que as conduzem ao seu destino final. Naturalmente estas precipitações provocam variações de vazão ao longo do tempo em uma dada seção do canal de drenagem. O hidrograma de uma onda de cheia é exatamente a representação da variação da vazão em uma dada seção do canal, representando, portanto, os efeitos da bacia hidrográfica a montante desta seção sobre a distribuição temporal da chuva

Com base nestas informações, será utilizado o método "Soil Conservation Service" (SCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Existe uma adaptação do método para os solos do Estado de São Paulo (Setzer et al, 1979), suficientemente abrangente para ser aplicada a solos de outros Estados.

A equação proposta pelo SCS é:

$$h_e = \frac{(h - 0,2S)^2}{h + 0,8S} \text{ para } h > 0,2S$$

onde:

- h_e chuva excedente, em mm
- h chuva acumulada, em mm
- S retenção potencial do solo, em mm

$$S = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

onde:

- CN número de curva e varia entre 0 e 100.

A fórmula do SCS aplica-se à precipitação acumulada e, para um determinado valor da chuva total fornece sempre o mesmo valor da chuva excedente, qualquer que seja a distribuição temporal do hietograma de entrada.

A aplicação dos métodos baseados na teoria do hidrograma unitário exige a determinação de um hietograma de chuva excedente, que pode ser obtido do hietograma de precipitação pela aplicação da fórmula do SCS aos valores acumulados da chuva, a cada intervalo de tempo.

5.3 Tempo de Concentração

Para os trechos do projeto de drenagem em estudo, o tempo de concentração foi calculado pelo método da Onda Cinemática, pois é o ideal para os trechos a serem canalizados de uma determinada bacia, já que as velocidades do escoamento dependem das características das obras.

$$t_c = 55 \times \left(\frac{n^{0,6} \times L^{0,6}}{I^{0,4} \times S^{0,3}} \right)$$

Onde:

L = comprimento do talvegue (m);

S = declividade (m/km);

n = rugosidade de Manning;

I = intensidade de precipitação (mm/h).

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se esperar que funcione bem em pequenas bacias, uma vez que, neste caso, prevalece esse tipo de escoamento.

Existem inúmeras equações que expressam o fator de resistência ao escoamento. A rugosidade de Manning representa um recurso bastante interessante. Dentro do que é usual em projetos de drenagem urbana, serão considerados os casos de canalizações em concreto, gabiões, enrocamentos, canais escavados em terra com taludes gramados, combinações de todos estes e, finalizando, os canais naturais, sem qualquer tratamento.

Os canais de concreto (com revestimento em todo o seu perímetro molhado), apresentam normalmente um baixo valor de fator de resistência ao escoamento. A literatura especializada indica, para revestimentos lisos bem acabados, valores de n variando entre 0,012 a 0,014. Estes valores são compatíveis com o tipo de acabamento de revestimento em concreto, desde que atendam a cuidados construtivos rigorosos, que serão utilizados na implantação da nova rede de macrodrenagem. Desta forma será adotado o coeficiente de rugosidade de 0,013 para as novas galerias a serem implantadas

No entanto, mesmo se tomando todos os cuidados na fase construtiva, no decorrer da vida útil da canalização ocorrem naturalmente desgastes na superfície do concreto devido à abrasão natural, principalmente no período de cheias. Nestas ocasiões as solicitações hidrodinâmicas são mais intensas e as velocidades são mais elevadas com um conseqüente transporte de grande quantidade de material detrítico pesado, capaz de produzir um efeito de “martelamento” sobre a superfície de concreto.

Além destes fatores, ocorrem os desgastes naturais do intemperismo, eventuais recalques localizados ou deformações, produzindo desalinhamentos, principalmente nos pontos de juntas. Finalizando, há que se considerar o apreciável incremento da rugosidade decorrente de depósitos localizados de sedimentos, lixo e vegetação nativa ou transportada, que se acumulam ao longo da canalização. A drenagem existente, devido ao processo construtivo e canalização que ocorreu ao longo

dos anos, é necessário considerar os efeitos de depósitos localizados e os efeitos naturais de desgastes. Para a drenagem existente, devido à falta de informações sobre as condições atuais do revestimento, será utilizado um fator de atrito de Manning igual a 0,018.

Nos canais naturais, desde que em condições razoáveis, sem vegetação obstruindo o canal, depósitos importantes de detritos, irregularidades de seções ou outras anomalias, é razoável que o fator de atrito se situe numa faixa entre 0,030 e 0,035. No estudo hidrológico será utilizado o valor de 0,035, bastante compatível com as rugosidades de forma que se encontram em rios aluvionares com fundo arenoso.

O intervalo de tempo considerado para análise é de 10 minutos. Sendo assim, para valores de t_c inferiores ao intervalo definido, será considerado o valor do intervalo adotado (definido na tabela como USUÁRIO).

5.4 Método do Hidrograma Unitário Sintético

Para bacias maiores que 2,00 km² é recomendado que a descarga de projeto seja calculada aplicando-se os hidrogramas unitários sintéticos. Define-se como *hidrograma unitário* de uma bacia, ao hidrograma do deflúvio superficial direto de volume unitário, que é produzido por uma chuva efetiva unitária. O volume unitário é considerado no âmbito do presente memorial como sendo o volume correspondente a uma chuva efetiva de 1,00 cm sobre a área da drenagem da bacia. A chuva unitária é definida por sua vez, como uma chuva de duração tal que o intervalo de tempo abrangido pelo deflúvio direto correspondente, não seja apreciavelmente menor que uma chuva de duração inferior. O hidrograma unitário engloba os efeitos de vários fatores, tais como área tributária e sua forma, gabarito das ruas, capacidade dos canais, declividade das ruas e dos terrenos, etc.

Para se aplicar o hidrograma unitário, a chuva de projeto efetiva é dividida em intervalos de tempos iguais a duração da chuva unitária; os resultados da multiplicação das alturas pluviométricas correspondentes a cada um desses intervalos (incrementos), pelas ordenadas desse hidrograma são somados para se obter o deflúvio direto de projeto.

A premissa básica do método do hidrograma unitário é que os hidrogramas individuais, resultantes dos sucessivos incrementos da chuva de projeto efetiva, serão proporcionais em descarga, e que quando adequadamente arranjados com respeito ao tempo, as ordenadas desses hidrogramas individuais podem ser somadas, a fim de se obter as ordenadas que representam o hidrograma final.

A obtenção e aplicação do hidrograma unitário são baseadas nas seguintes hipóteses:

- A intensidade da chuva efetiva é constante durante a tormenta que produz o hidrograma unitário;
- A chuva efetiva é uniformemente distribuída em toda a área de drenagem da bacia;
- O tempo base ou tempo de duração do hidrograma do deflúvio superficial direto devido a uma chuva efetiva de duração unitária é constante;
- As ordenadas de hidrogramas do deflúvio superficial direto, com o tempo base comum, são diretamente proporcionais aos volumes desses hidrogramas;

- Os efeitos de todas as características de uma bacia de drenagem, incluindo forma, declividade, retenção, infiltração, rede de drenagem, capacidade de armazenamento do canal, etc, são refletidos na forma do hidrograma unitário da bacia.

Para a obtenção dos hidrogramas unitários, foi utilizado o software ABC6 – Análise Hidrológica em Bacias Complexas do departamento de Engenharia Hidráulica e sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, fornecendo-se os seguintes dados de entrada:

5.5 Esquema hidrográfico da sub-bacia da galeria projetada – Trecho Sul

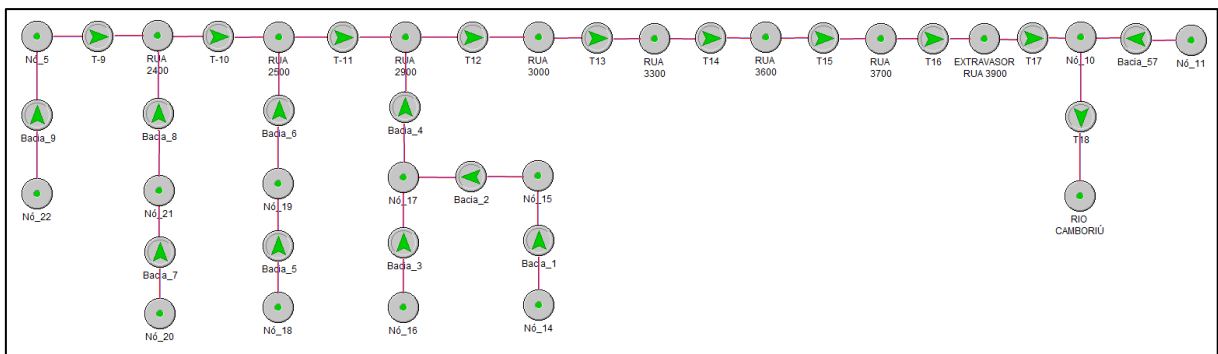


Figura 29 – Esquema para bacia hidrográfica da galeria projetada – Trecho Sul com deságue no Rio Camboriú (Software ABC6)

5.5.1 Bacia 01

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} Aimp ≥ Adir

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento (0<x<0.5):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

Bransby-Williams: 36

Dooge: 20

Kerby: 11

Kirpich I: 27

Kirpich II: 27

Onda Cinemática: 35

SCS: 73

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

c: rugosidade de retardo

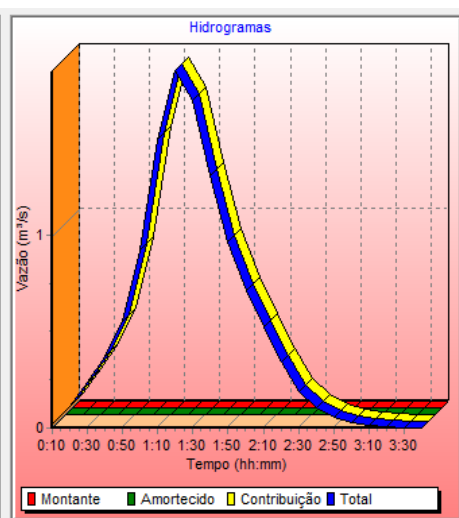
h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)

Tempo (hh:mm)	Montante (m³/s)	Amortecido (m³/s)	Contribuição (m³/s)	Total (m³/s)
0:10	0,000	0,000	0,022	0,022
0:20	0,000	0,000	0,111	0,111
0:30	0,000	0,000	0,235	0,235
0:40	0,000	0,000	0,368	0,368
0:50	0,000	0,000	0,557	0,557
1:00	0,000	0,000	0,928	0,928
1:10	0,000	0,000	1,500	1,500
1:20	0,000	0,000	1,857	1,857
1:30	0,000	0,000	1,702	1,702
1:40	0,000	0,000	1,311	1,311
1:50	0,000	0,000	0,964	0,964
2:00	0,000	0,000	0,714	0,714
2:10	0,000	0,000	0,524	0,524
2:20	0,000	0,000	0,341	0,341
2:30	0,000	0,000	0,192	0,192
2:40	0,000	0,000	0,103	0,103
2:50	0,000	0,000	0,054	0,054
3:00	0,000	0,000	0,027	0,027
3:10	0,000	0,000	0,013	0,013
3:20	0,000	0,000	0,006	0,006
3:30	0,000	0,000	0,003	0,003



Vazão=1,857 m³/s

5.5.2 Bacia 02

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} Aimp ≥ Adir

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento (0 < x < 0.5):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

Bransby-Williams: 16

Dooge: 15

Kerby: 9

Kirpich I: 18

Kirpich II: 18

Onda Cinemática: 25

SCS: 54

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

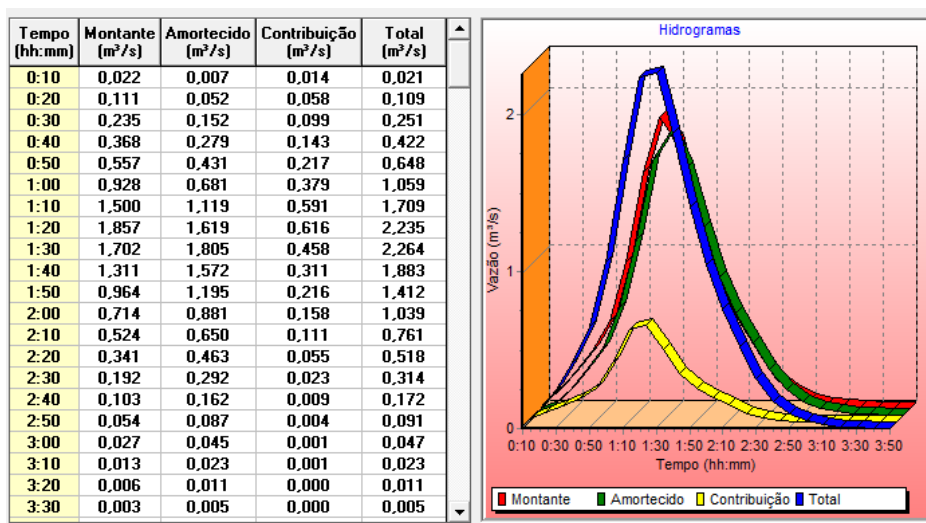
c: rugosidade de retardo

h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)



Vazão=2,264 m³/s

5.5.3 Bacia 03

Características Físicas

Área (Km²): 0,083
 Área Impermeável (%): 95,0
 Área Diretamente Conectada (%): 95,0 } Aimp ≥ Adir

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h): 0,63
 Calculado por: Onda Cinemática Equações Empíricas

Dados do Canal

Comprimento (m): 560,0
 Velocidade (m/s): 0,98
 Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h): 0,11
 Coeficiente de Amortecimento (0<x<0.5): 0,25000

Fórmulas Empíricas

TC (min)

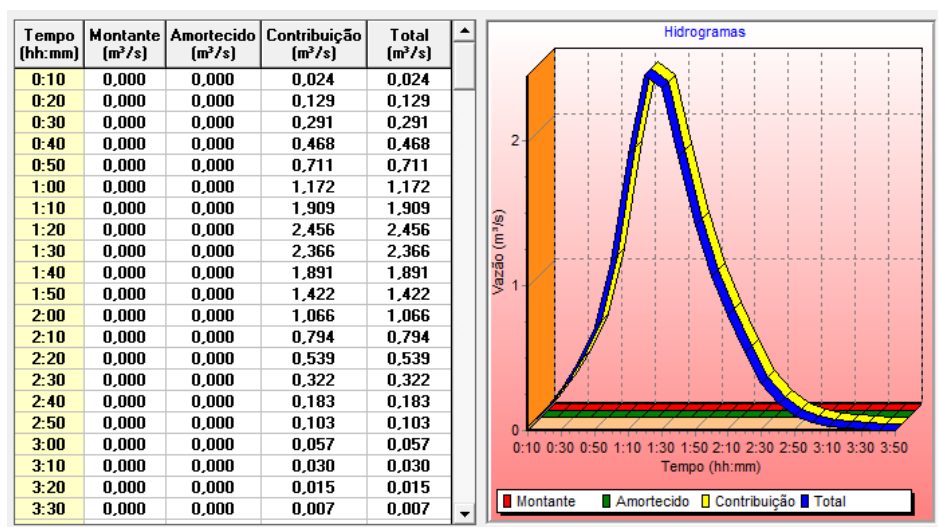
Bransby-Williams: 38
 Dooge: 24
 Kerby: 12
 Kirpich I: 31
 Kirpich II: 31
 Onda Cinemática: 38
 SCS: 83

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m) 560,0
 A: área da bacia (Km²) 0,083
 S: declividade (m/Km) 1,600
 c: rugosidade de retardo 0,0070 Tabela Rugosidades
 h: diferença de cotas (m) 0,896
 n: rugosidade de Manning 0,018 Manning Composto
 I: intensidade da precipitação (mm/h) 57,55 Curvas IDF
 CN: número da curva (método SCS) 92 Curvas CN



Vazão=2,456 m³/s

5.5.4 Bacia 04

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} Aimp ≥ Adir

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento (0<x<0.5):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

Bransby-Williams: 14

Dooge: 17

Kerby: 8

Kirpich I: 16

Kirpich II: 16

Onda Cinemática: 23

SCS: 49

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

c: rugosidade de retardo

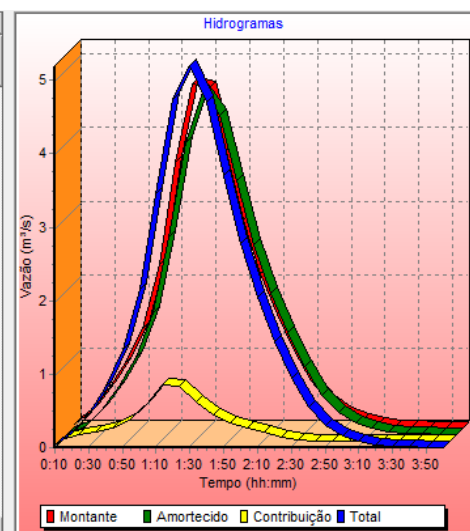
h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)

Tempo (hh:mm)	Montante (m³/s)	Amortecido (m³/s)	Contribuição (m³/s)	Total (m³/s)
0:10	0,045	0,015	0,022	0,037
0:20	0,238	0,109	0,081	0,190
0:30	0,542	0,339	0,130	0,470
0:40	0,890	0,658	0,186	0,844
0:50	1,359	1,047	0,285	1,332
1:00	2,231	1,649	0,506	2,155
1:10	3,619	2,693	0,765	3,459
1:20	4,690	3,976	0,752	4,728
1:30	4,629	4,670	0,529	5,199
1:40	3,774	4,344	0,350	4,694
1:50	2,833	3,460	0,242	3,702
2:00	2,105	2,590	0,178	2,769
2:10	1,555	1,922	0,121	2,042
2:20	1,058	1,389	0,053	1,442
2:30	0,636	0,917	0,020	0,937
2:40	0,354	0,542	0,007	0,550
2:50	0,194	0,301	0,003	0,304
3:00	0,104	0,164	0,001	0,165
3:10	0,053	0,087	0,000	0,087
3:20	0,026	0,044	0,000	0,044
3:30	0,013	0,021	0,000	0,021
3:40	0,006	0,011	0,000	0,011
3:50	0,003	0,005	0,000	0,005



Vazão=5,199 m³/s

5.5.5 Bacia 05

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%): } $A_{imp} \geq A_{dir}$

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento (0<x<0.5):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

Bransby-Williams: 35

Dooge: 20

Kerby: 11

Kirpich I: 26

Kirpich II: 26

Onda Cinemática: **34**

SCS: 70

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

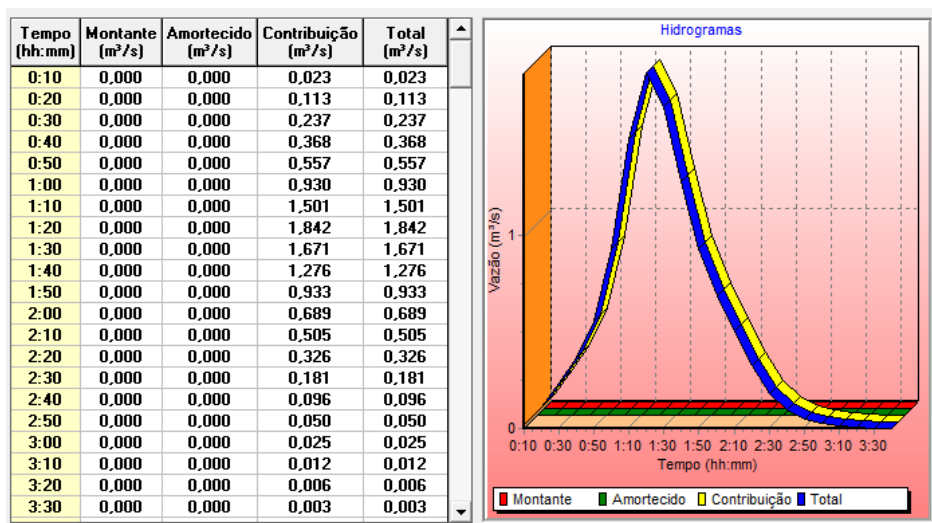
c: rugosidade de retardo

h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)



Vazão=1,842 m³/s

5.5.6 Bacia 06

Características Físicas

Área (Km²): 0,018
 Área Impermeável (%): 95,0
 Área Diretamente Conectada (%): 95,0 } $A_{imp} \geq A_{dir}$

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h): 0,38
 Calculado por: Onda Cinemática Equações Empíricas

Dados do Canal

Comprimento (m): 133,0
 Velocidade (m/s): 0,39
 Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h): 0,11
 Coeficiente de Amortecimento ($0 < \alpha < 0,5$): 0,25000

Fórmulas Empíricas

TC (min)

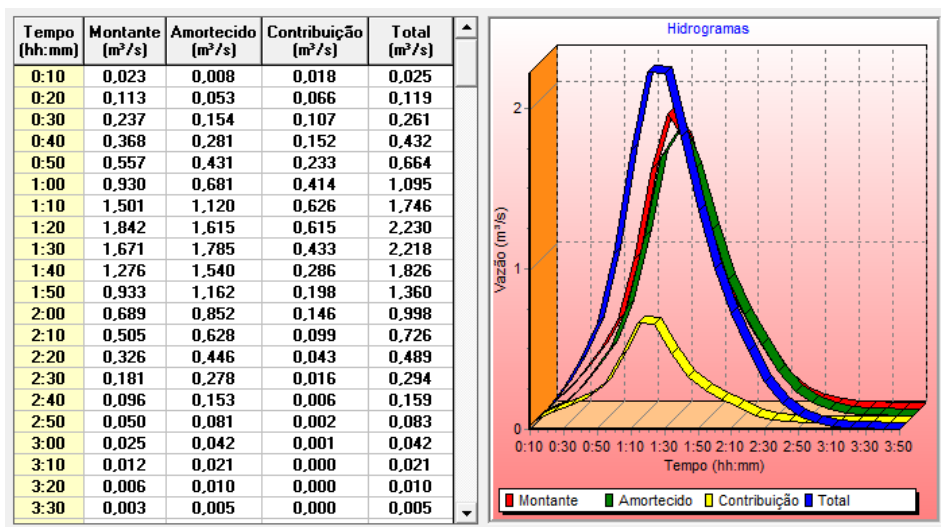
- Bransby-Williams: 13
- Dooge: 15
- Kerby: 8
- Kirpich I: 16
- Kirpich II: 16
- Onda Cinemática: 23
- SCS: 47

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m): 133,0
 A: área da bacia (Km²): 0,018
 S: declividade (m/Km): 0,500
 c: rugosidade de retardo: 0,0070 Tabela Rugosidades
 h: diferença de cotas (m): 0,067
 n: rugosidade de Manning: 0,018 Manning Composto
 I: intensidade da precipitação (mm/h): 57,55 Curvas IDF
 CN: número da curva (método SCS): 92 Curvas CN



Vazão=2,230 m³/s

5.5.7 Bacia 07

Características Físicas

Área (Km²): 0,084
 Área Impermeável (%): 95,0
 Área Diretamente Conectada (%): 95,0 } $A_{imp} \geq A_{dir}$

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h): 0,53
 Calculado por: Onda Cinemática Equações Empíricas

Dados do Canal

Comprimento (m): 478,0
 Velocidade (m/s): 0,98
 Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h): 0,11
 Coeficiente de Amortecimento ($0 < x < 0.5$): 0,25000

Fórmulas Empíricas

TC (min)

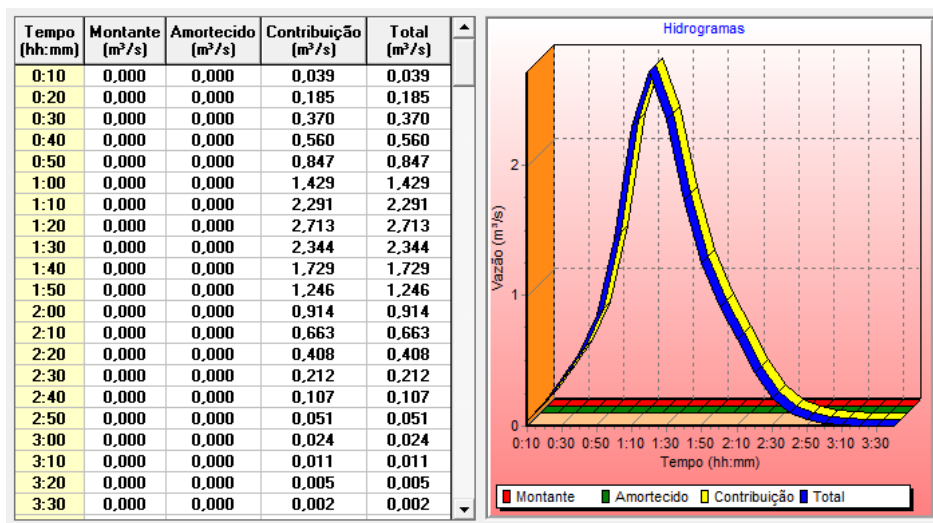
- Bransby-Williams: 31
- Dooge: 23
- Kerby: 11
- Kirpich I: 25
- Kirpich II: 25
- Onda Cinemática: 32
- SCS: 66

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m): 478,0
 A: área da bacia (Km²): 0,084
 S: declividade (m/Km): 2,000
 c: rugosidade de retardo: 0,0070 Tabela Rugosidades
 h: diferença de cotas (m): 0,956
 n: rugosidade de Manning: 0,018 Manning Composto
 I: intensidade da precipitação (mm/h): 57,55 Curvas IDF
 CN: número da curva (método SCS): 92 Curvas CN



Vazão=2,713 m³/s

5.5.8 Bacia 08

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} Aimp ≥ Adir

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento (0 < x < 0.5):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

Bransby-Williams: 14

Dooge: 21

Kerby: 9

Kirpich I: 18

Kirpich II: 18

Onda Cinemática: 25

SCS: 53

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

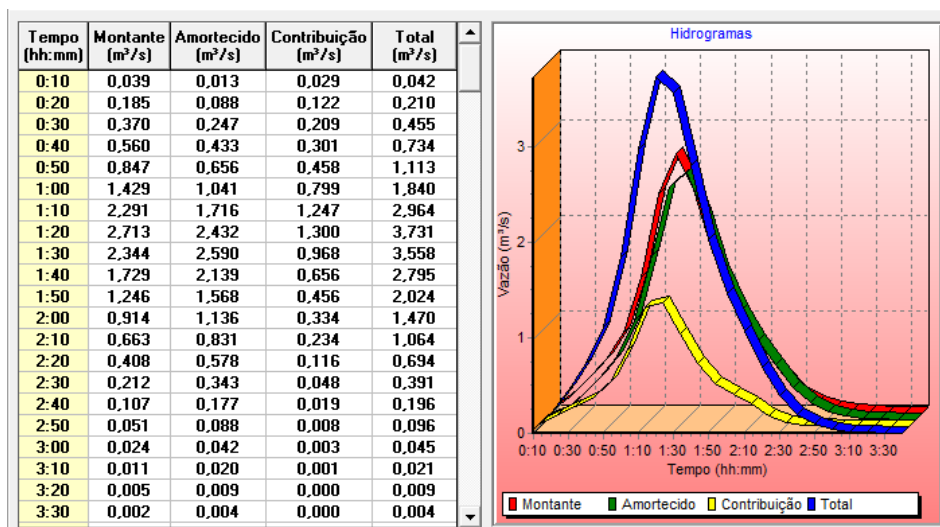
c: rugosidade de retardo

h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)



Vazão=3,731 m³/s

5.5.9 Bacia 09

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} Aimp ≥ Adir

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento (0 < x < 0,5):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

Bransby-Williams: 25

Dooge: 20

Kerby: 9

Kirpich I: 19

Kirpich II: 19

Onda Cinemática: 27

SCS: 49

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

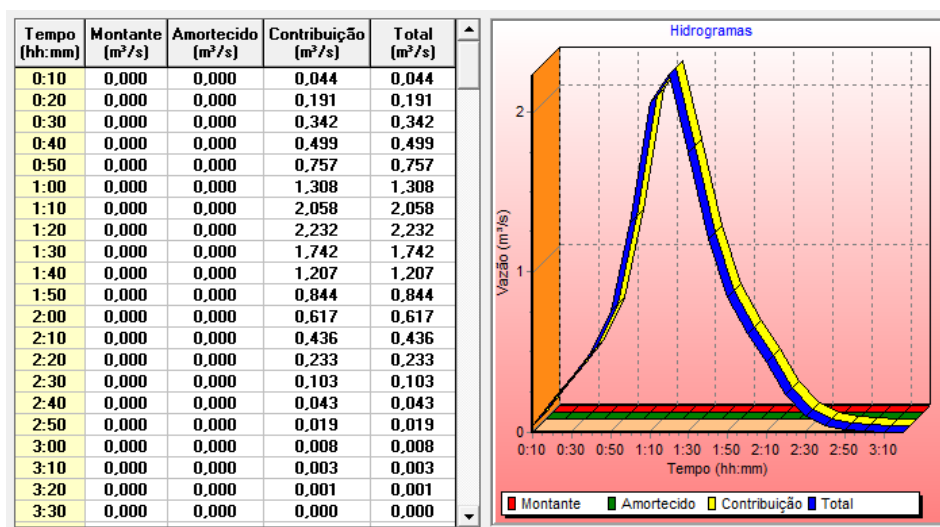
c: rugosidade de retardo

h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)



Vazão=2,232 m³/s

5.5.10 Bacia 57

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} $A_{imp} \geq A_{dir}$

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento ($0 < x < 0,5$):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

- Bransby-Williams: 22
- Dooge: 12
- Kerby: 10
- Kirpich I: 22
- Kirpich II: 22
- Onda Cinemática: 30
- SCS: 68

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

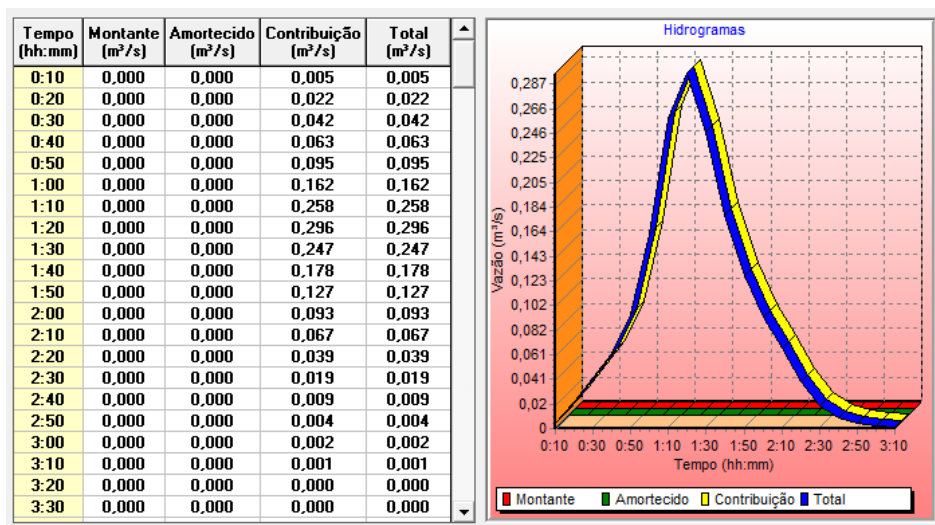
c: rugosidade de retardo

h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)



Vazão=0,296 m³/s

5.5.11 Trecho 09

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} Aimp ≥ Adir

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento (0 < x < 0.5):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

Bransby-Williams: 22

Dooge: 18

Kerby: 11

Kirpich I: 25

Kirpich II: 24

Onda Cinemática: 32

SCS: 74

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

c: rugosidade de retardo

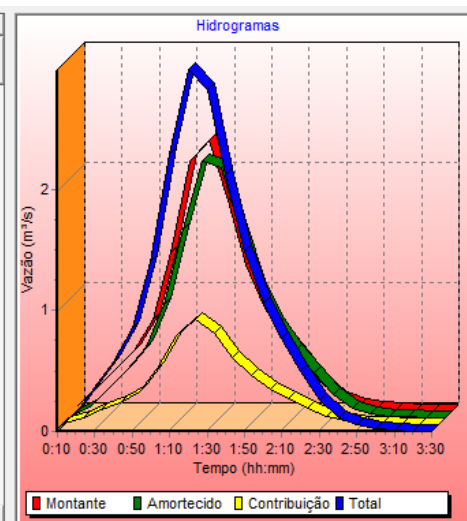
h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)

Tempo (hh:mm)	Montante (m³/s)	Amortecido (m³/s)	Contribuição (m³/s)	Total (m³/s)
0:10	0,044	0,015	0,013	0,027
0:20	0,191	0,093	0,059	0,153
0:30	0,342	0,241	0,119	0,360
0:40	0,499	0,394	0,180	0,574
0:50	0,757	0,585	0,272	0,857
1:00	1,308	0,940	0,459	1,400
1:10	2,058	1,558	0,737	2,294
1:20	2,232	2,116	0,872	2,988
1:30	1,742	2,069	0,753	2,822
1:40	1,207	1,564	0,556	2,119
1:50	0,844	1,086	0,401	1,486
2:00	0,617	0,768	0,294	1,062
2:10	0,436	0,556	0,213	0,769
2:20	0,233	0,368	0,131	0,499
2:30	0,103	0,190	0,068	0,258
2:40	0,043	0,083	0,034	0,117
2:50	0,019	0,035	0,016	0,051
3:00	0,008	0,015	0,008	0,023
3:10	0,003	0,006	0,004	0,010
3:20	0,001	0,002	0,002	0,004
3:30	0,000	0,001	0,001	0,001



Vazão=2,988 m³/s

5.5.12 Trecho 10

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} $A_{imp} \geq A_{dir}$

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento (0<x<0.5):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

- Bransby-Williams: 24
- Dooge: 15
- Kerby: 11
- Kirpich I: 25
- Kirpich II: 25
- Onda Cinemática: 32
- SCS: 76

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

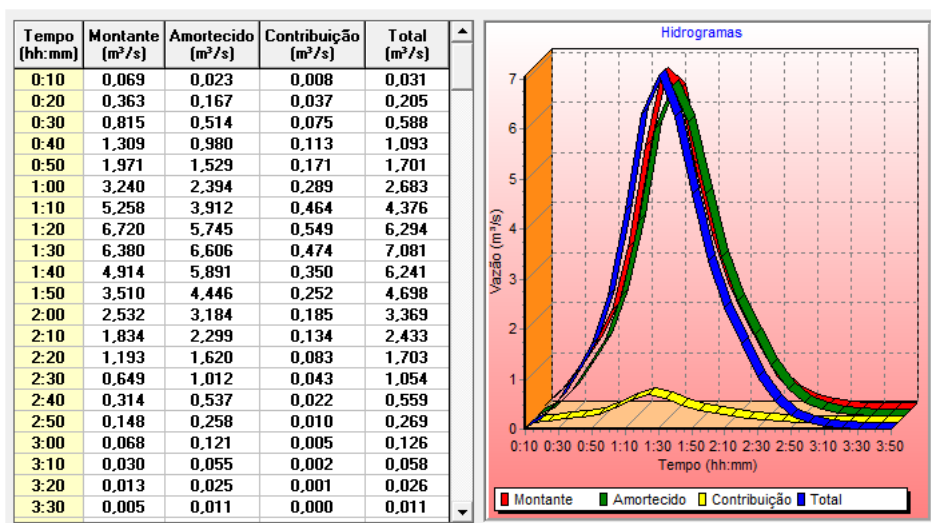
c: rugosidade de retardo

h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)



Vazão=7,081 m³/s

5.5.13 Trecho 11

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} Aimp ≥ Adir

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento (0 < x < 0.5):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

Bransby-Williams: 21

Dooge: 13

Kerby: 10

Kirpich I: 21

Kirpich II: 21

Onda Cinemática: 29

SCS: 65

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

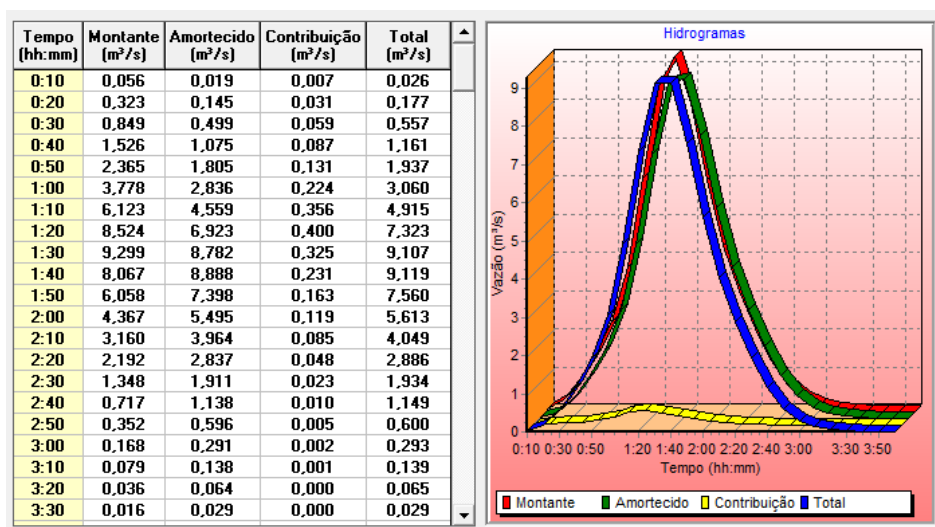
c: rugosidade de retardo

h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)



Vazão=9,119 m³/s

5.5.14 Trecho 12

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} $A_{imp} \geq A_{dir}$

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento (0<x<0.5):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

- Bransby-Williams: 20
- Dooge: 15
- Kerby: 10
- Kirpich I: 21
- Kirpich II: 21
- Onda Cinemática: 29
- SCS: 65

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

c: rugosidade de retardo Tabela Rugosidades

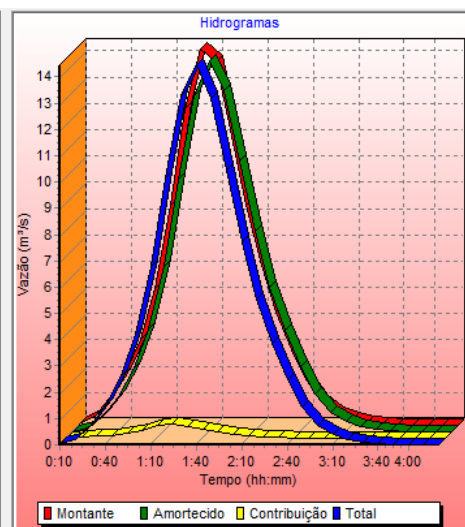
h: diferença de cotas (m) Manning Composto

n: rugosidade de Manning Curvas IDF

I: intensidade da precipitação (mm/h) Curvas CN

CN: número da curva (método SCS)

Tempo (hh:mm)	Montante (m³/s)	Amortecido (m³/s)	Contribuição (m³/s)	Total (m³/s)
0:10	0,063	0,021	0,010	0,031
0:20	0,367	0,164	0,044	0,208
0:30	1,027	0,587	0,083	0,670
0:40	2,005	1,353	0,123	1,476
0:50	3,268	2,426	0,186	2,612
1:00	5,216	3,917	0,318	4,235
1:10	8,374	6,268	0,504	6,773
1:20	12,051	9,600	0,567	10,166
1:30	14,306	12,803	0,460	13,263
1:40	13,813	14,142	0,327	14,468
1:50	11,263	12,963	0,231	13,193
2:00	8,382	10,302	0,168	10,471
2:10	6,092	7,619	0,120	7,739
2:20	4,328	5,504	0,069	5,572
2:30	2,871	3,842	0,033	3,875
2:40	1,698	2,480	0,015	2,495
2:50	0,904	1,433	0,007	1,440
3:00	0,457	0,755	0,003	0,758
3:10	0,226	0,380	0,001	0,382
3:20	0,108	0,187	0,000	0,187
3:30	0,051	0,089	0,000	0,089
3:40	0,023	0,041	0,000	0,041
3:50	0,010	0,019	0,000	0,019



Vazão=14,468 m³/s

5.5.15 Trecho 13

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} $A_{imp} \geq A_{dir}$

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento ($0 < x < 0,5$):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

- Bransby-Williams: 17
- Dooge: 23
- Kerby: 10
- Kirpich I: 21
- Kirpich II: 21
- Onda Cinemática: 28
- SCS: 63

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

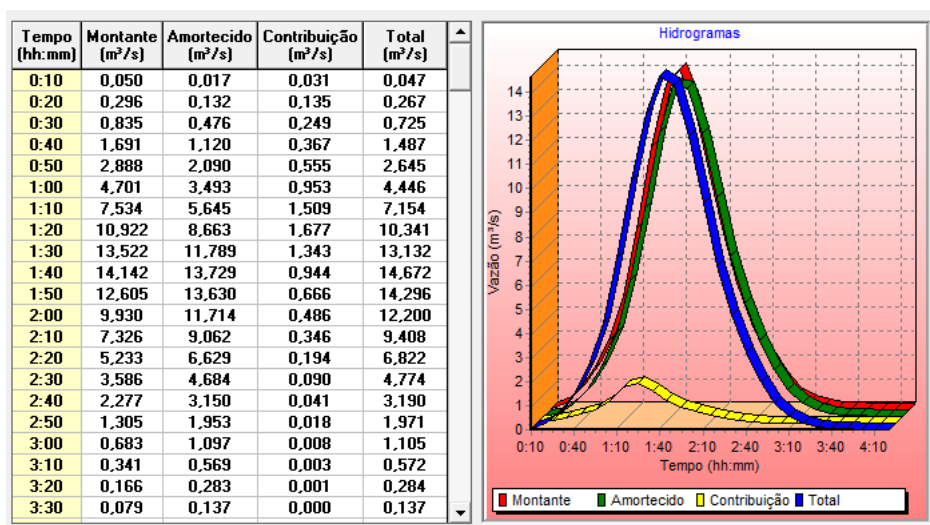
c: rugosidade de retardo

h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)



Vazão=14,672 m³/s

5.5.16 Trecho 14

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} $A_{imp} \geq A_{dir}$

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coeficiente de Amortecimento (0 < x < 0.5):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

- Bransby-Williams: 22
- Dooge: 23
- Kerby: 11
- Kirpich I: 25
- Kirpich II: 25
- Onda Cinemática: 33
- SCS: 77

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

c: rugosidade de retardo

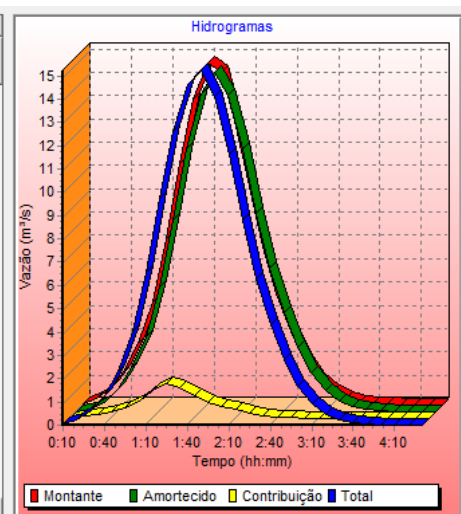
h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)

Tempo (hh:mm)	Montante (m³/s)	Amortecido (m³/s)	Contribuição (m³/s)	Total (m³/s)
0:10	0,047	0,016	0,020	0,036
0:20	0,267	0,120	0,096	0,217
0:30	0,725	0,420	0,198	0,618
0:40	1,487	0,979	0,303	1,282
0:50	2,645	1,873	0,459	2,332
1:00	4,446	3,245	0,769	4,015
1:10	7,154	5,349	1,238	6,587
1:20	10,341	8,216	1,494	9,710
1:30	13,132	11,271	1,324	12,595
1:40	14,672	13,646	0,992	14,637
1:50	14,296	14,547	0,720	15,266
2:00	12,200	13,597	0,531	14,128
2:10	9,408	11,269	0,387	11,656
2:20	6,822	8,546	0,244	8,790
2:30	4,774	6,139	0,131	6,270
2:40	3,190	4,246	0,067	4,313
2:50	1,971	2,784	0,033	2,817
3:00	1,105	1,682	0,016	1,698
3:10	0,572	0,927	0,007	0,935
3:20	0,284	0,476	0,003	0,480
3:30	0,137	0,235	0,001	0,237



Vazão=15,266 m³/s

5.5.17 Trecho 15

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} $A_{imp} \geq A_{dir}$

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento ($0 < x < 0,5$):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

Bransby-Williams: 23

Dooge: 27

Kerby: 11

Kirpich I: 27

Kirpich II: 27

Onda Cinemática: 34

SCS: 82

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

c: rugosidade de retardo

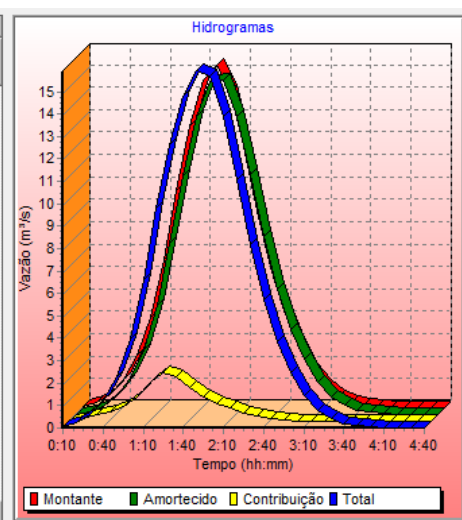
h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)

Tempo (hh:mm)	Montante (m³/s)	Amortecido (m³/s)	Contribuição (m³/s)	Total (m³/s)
0:10	0,036	0,012	0,026	0,038
0:20	0,217	0,096	0,132	0,228
0:30	0,618	0,350	0,277	0,627
0:40	1,282	0,839	0,430	1,270
0:50	2,332	1,632	0,652	2,284
1:00	4,015	2,893	1,087	3,980
1:10	6,587	4,872	1,756	6,628
1:20	9,710	7,628	2,155	9,783
1:30	12,595	10,672	1,955	12,626
1:40	14,637	13,275	1,493	14,768
1:50	15,266	14,847	1,091	15,938
2:00	14,128	14,887	0,805	15,692
2:10	11,656	13,304	0,591	13,895
2:20	8,790	10,701	0,381	11,082
2:30	6,270	7,950	0,212	8,162
2:40	4,313	5,618	0,112	5,730
2:50	2,817	3,815	0,058	3,873
3:00	1,698	2,444	0,029	2,473
3:10	0,935	1,444	0,014	1,458
3:20	0,480	0,783	0,007	0,790
3:30	0,237	0,399	0,003	0,402



Vazão=15,938 m³/s

5.5.18 Trecho 16

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} Aimp ≥ Adir

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coeficiente de Amortecimento (0<x<0.5):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

Bransby-Williams: 19
 Dooge: 18
 Kerby: 10
 Kirpich I: 20
 Kirpich II: 22
 Onda Cinemática: 29
 SCS: 65

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

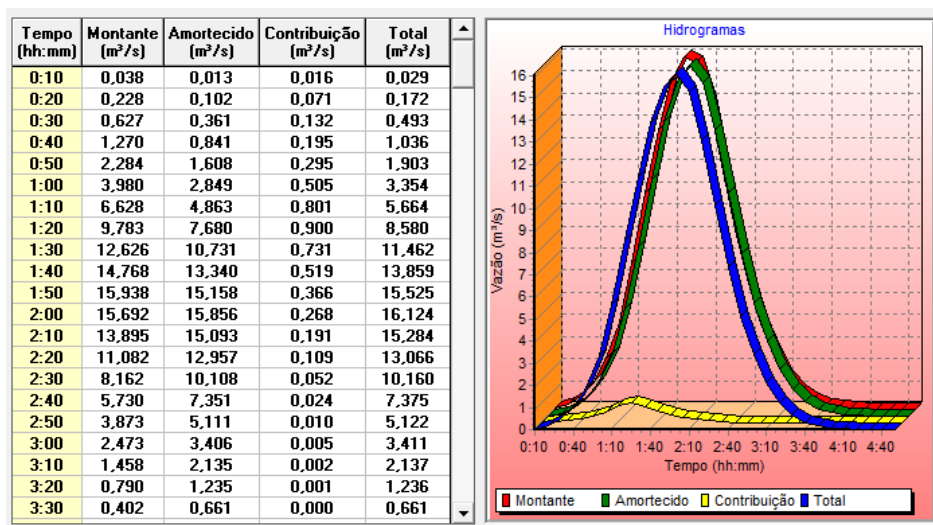
c: rugosidade de retardo

h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

CN: número da curva (método SCS)



Vazão=16,124 m³/s

5.5.19 Trecho 17

Características Físicas

Área (Km²): 0,007
 Área Impermeável (%): 95,0
 Área Diretamente Conectada (%): 95,0 } $A_{imp} \geq A_{dir}$

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h): 0,37
 Calculado por: Onda Cinemática Equações Empíricas

Dados do Canal

Comprimento (m): 130,0
 Velocidade (m/s): 0,22
 Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h): 0,11
 Coeficiente de Amortecimento (0<x<0.5): 0,25000

Fórmulas Empíricas

TC (min)

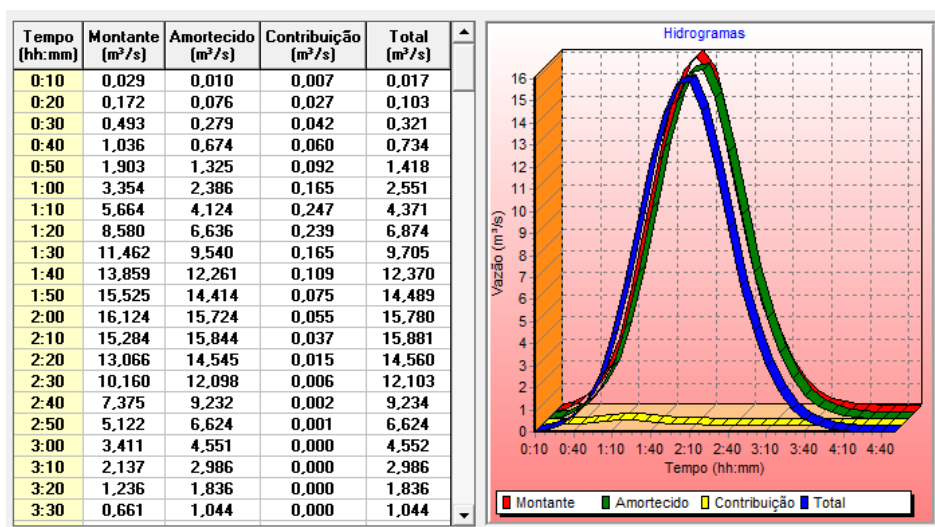
- Bransby-Williams: 14
- Dooge: 10
- Kerby: 8
- Kirpich I: 16
- Kirpich II: 16
- Onda Cinemática: 22
- SCS: 46

$$t_c = 55 \cdot \left(\frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}} \right)$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m): 130,0
 A: área da bacia (Km²): 0,007
 S: declividade (m/Km): 0,500
 c: rugosidade de retardamento: 0,0070 Tabela Rugosidades
 h: diferença de cotas (m): 0,065
 n: rugosidade de Manning: 0,018 Manning Composto
 I: intensidade da precipitação (mm/h): 57,55 Curvas IDF
 CN: número da curva (método SCS): 92 Curvas CN



Vazão=15,881 m³/s

5.5.20 Trecho 18

Características Físicas

Área (Km²):

Área Impermeável (%):

Área Diretamente Conectada (%):

} $A_{imp} \geq A_{dir}$

Tempo de Concentração

Tempo de Concentração (h):

Calculado por:

Dados do Canal

Comprimento (m):

Velocidade (m/s):

Tempo de Trânsito da Onda de Cheia (h):

Coefficiente de Amortecimento ($0 < x < 0,5$):

Fórmulas Empíricas

TC (min)

Bransby-Williams: 13

Dooge: 10

Kerby: 8

Kirpich I: 15

Kirpich II: 15

Onda Cinemática: 21

SCS: 44

$$t_c = 55 \cdot \frac{n^{0,6} \cdot L^{0,6}}{I^{0,4} \cdot S^{0,3}}$$

Essa equação foi deduzida a partir das equações de onda cinemática aplicada a superfícies, baseando-se na hipótese de precipitação constante igual ao tempo de concentração e na equação de Manning. É a solução teórica das equações que regem o escoamento turbulento em um plano e é de se

Variáveis

L: comprimento do talvegue (m)

A: área da bacia (Km²)

S: declividade (m/Km)

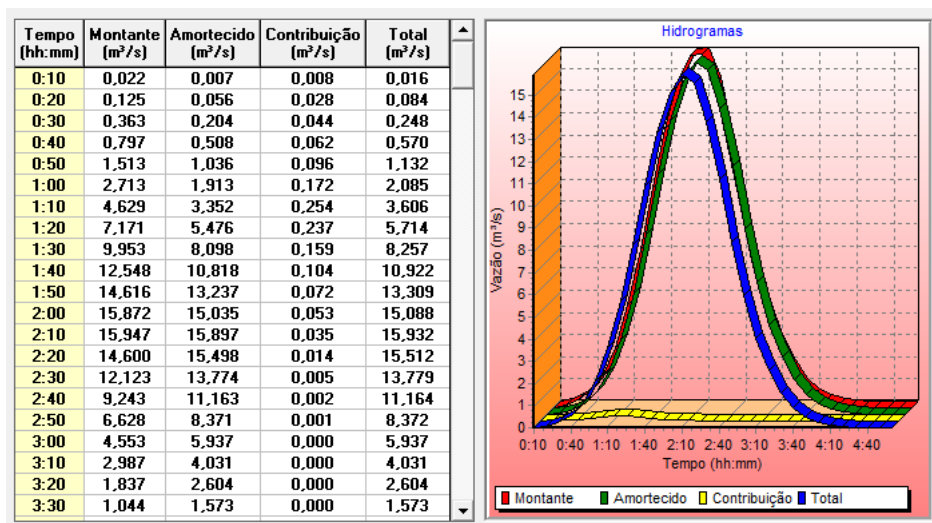
c: rugosidade de retardo

h: diferença de cotas (m)

n: rugosidade de Manning

I: intensidade da precipitação (mm/h)

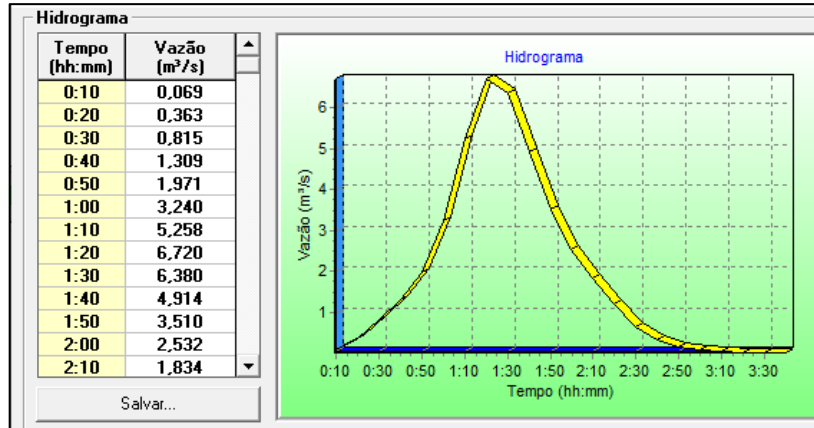
CN: número da curva (método SCS)



Vazão=15,932 m³/s

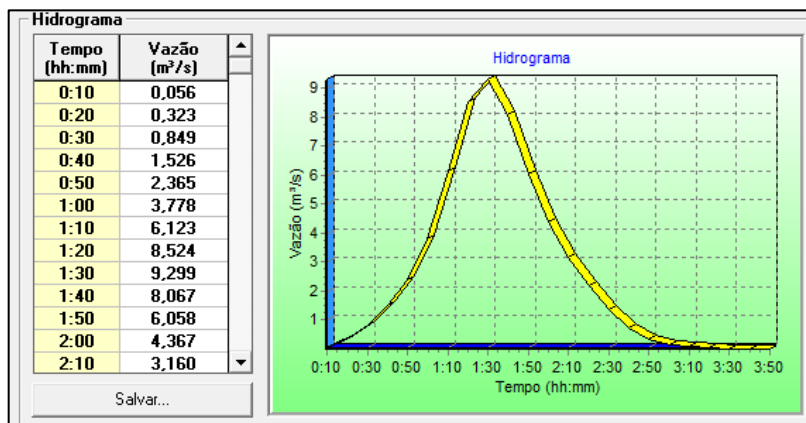
5.5.21 Vazões pontuais - Ruas com previsão de extravasores – TR 25 anos

Rua 2400



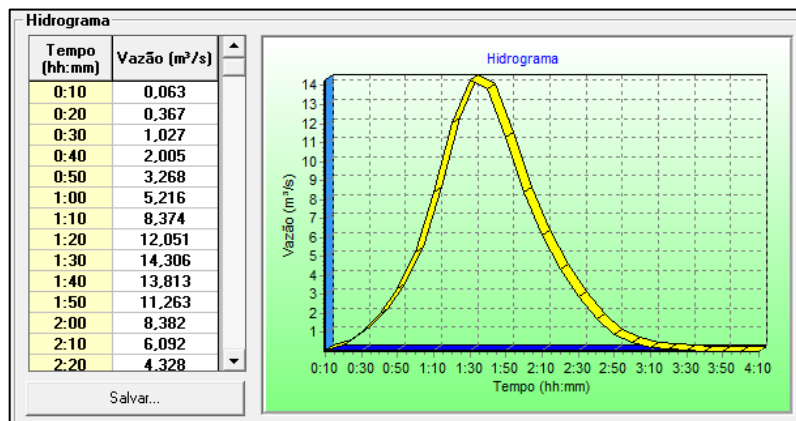
Vazão=6,720 m³/s

Rua 2500



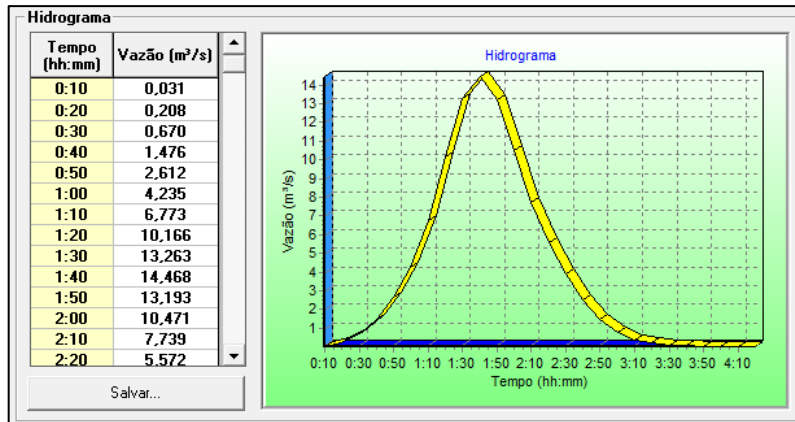
Vazão=9,299 m³/s

Rua 2900



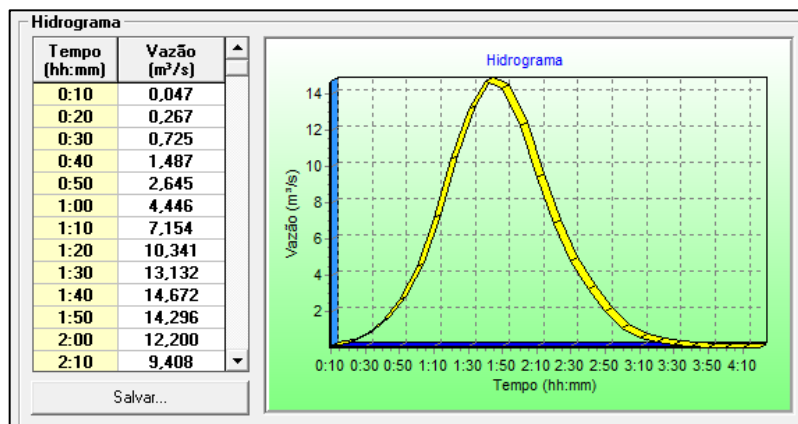
Vazão=14,306 m³/s

Rua 3000



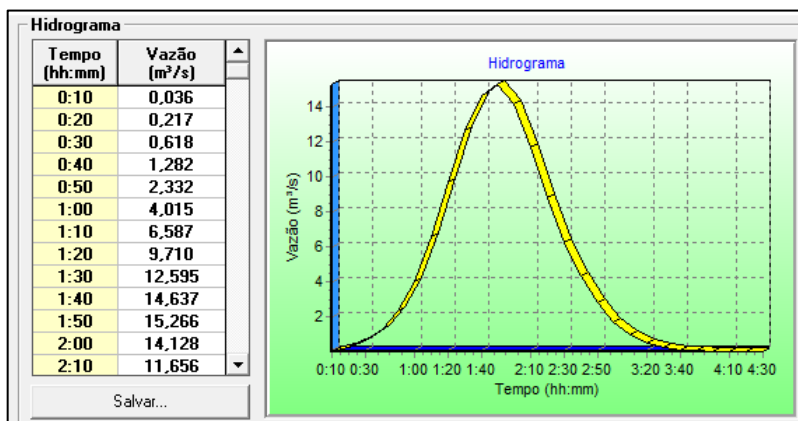
Vazão=14,468 m³/s

Rua 3300



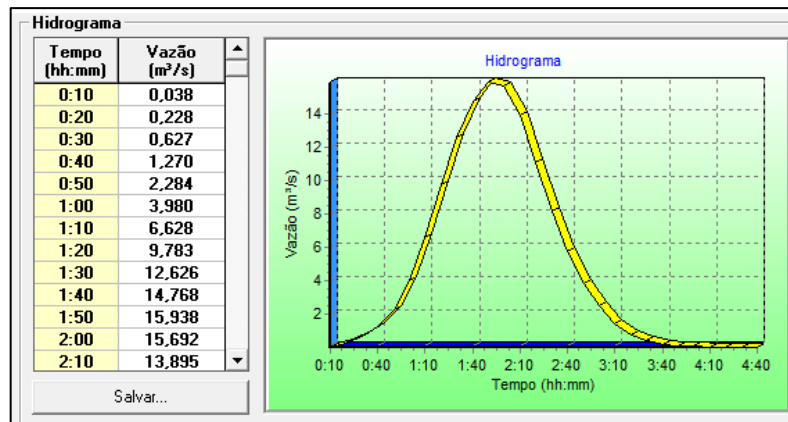
Vazão=14,672 m³/s

Rua 3600



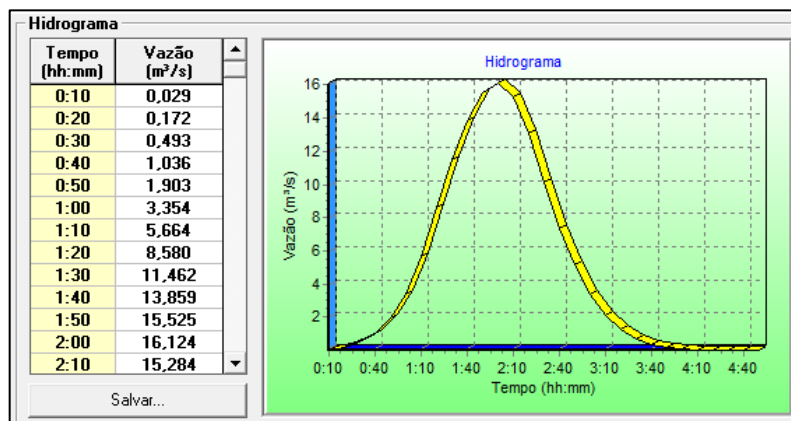
Vazão=15,266 m³/s

Rua 3700



Vazão=15,938 m³/s

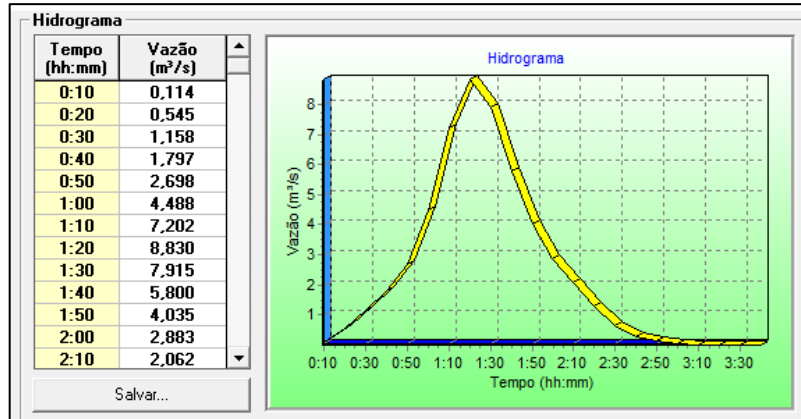
Rua 3900



Vazão=16,124 m³/s

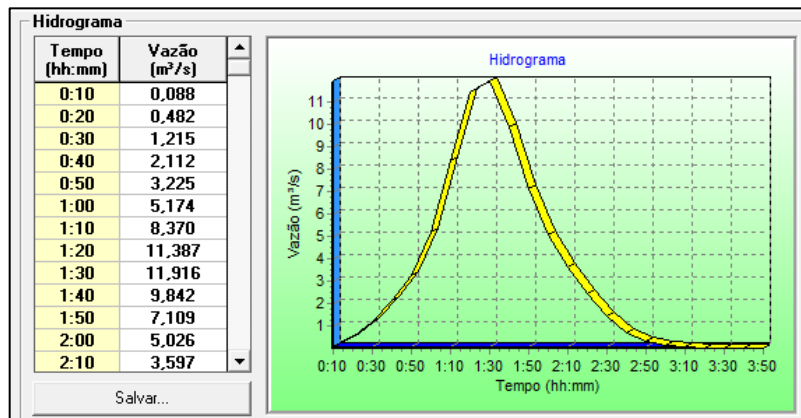
5.5.22 Vazões pontuais - Ruas com previsão de extravasores – TR 100 anos

Rua 2400



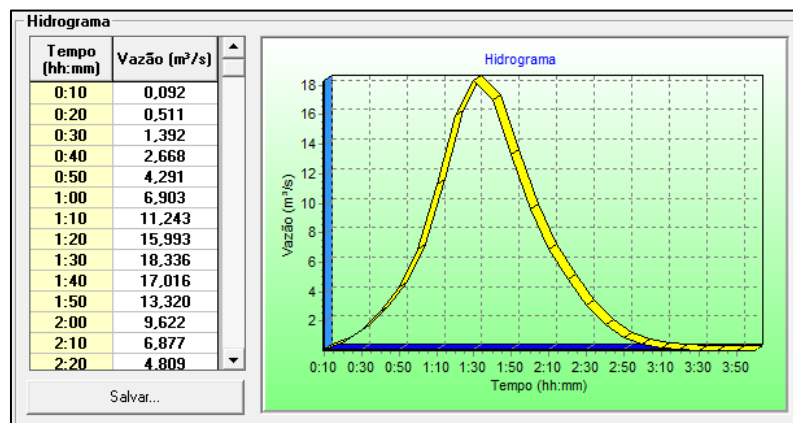
Vazão=8,830 m³/s

Rua 2500



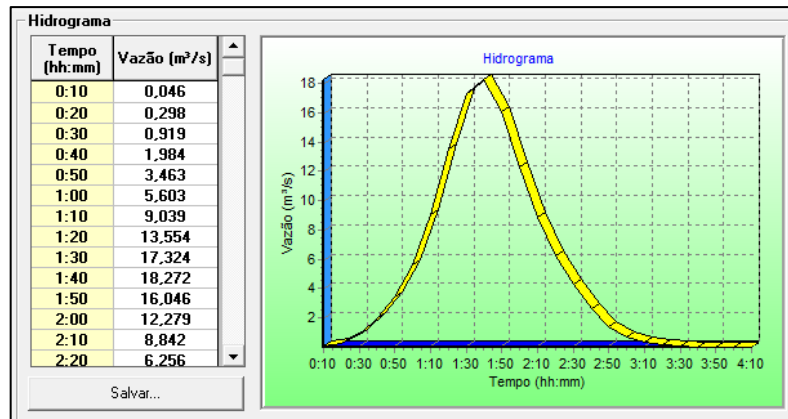
Vazão=11,916 m³/s

Rua 2900



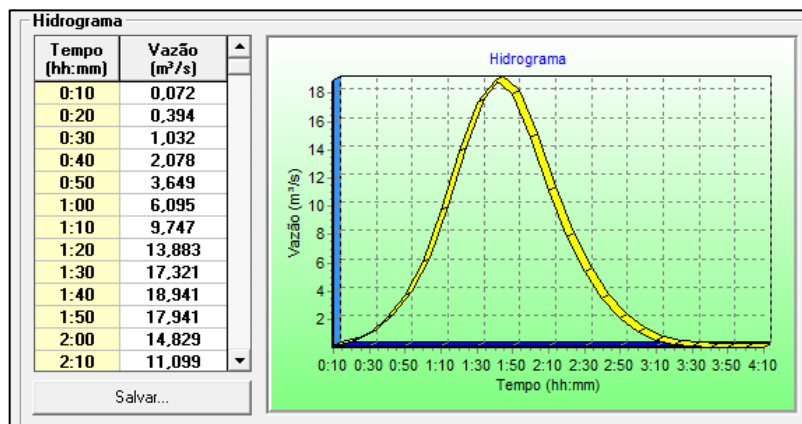
Vazão=18,336 m³/s

Rua 3000



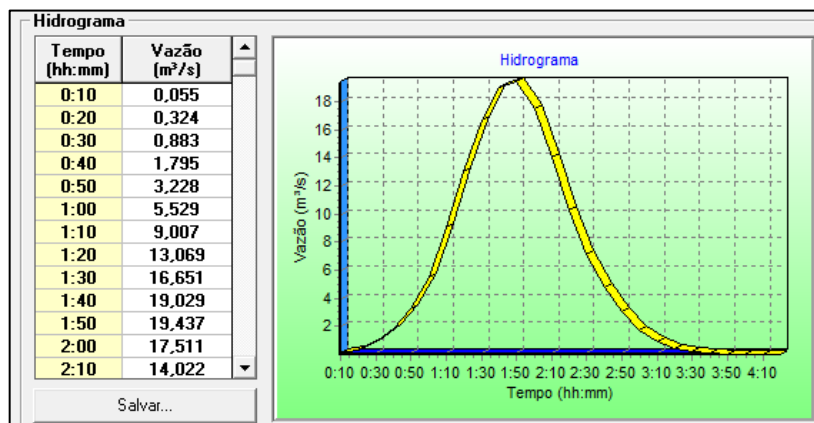
Vazão=18,272 m³/s

Rua 3300



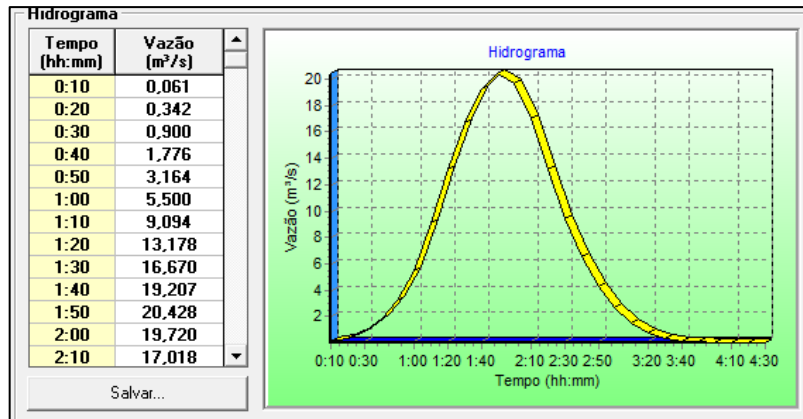
Vazão=18,941 m³/s

Rua 3600



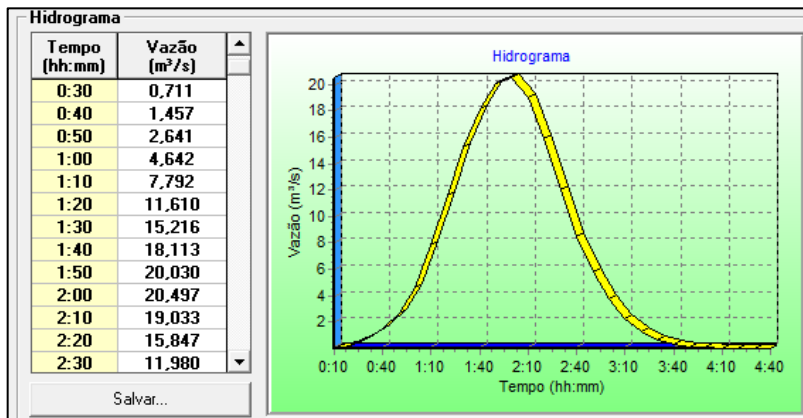
Vazão=19,437 m³/s

Rua 3700



Vazão=20,428 m³/s

Rua 3900



Vazão=20,497 m³/s

5.5.23 Resumo dos dados e resultados – Sub-bacia parcia do Rio Camboriú

Bacia	01	Bacia	02	Bacia	03	Bacia	04	Bacia	05
A total (Km ²)	0,060	A total (Km ²)	0,018	A total (Km ²)	0,083	A total (Km ²)	0,022	A total (Km ²)	0,059
A urb. (km ²)	0,060	A urb. (km ²)	0,018	A urb. (km ²)	0,083	A urb. (km ²)	0,022	A urb. (km ²)	0,059
A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000
A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0
L (m)	545	L (m)	157	L (m)	560	L (m)	140	L (m)	520
i (m/Km)	2,000	i (m/Km)	0,500	i (m/Km)	1,600	i (m/Km)	0,500	i (m/Km)	2,000
n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018
CN urb.	92	CN urb.	92	CN urb.	92	CN urb.	92	CN urb.	92
CN veg.	60	CN veg.	60	CN veg.	60	CN veg.	60	CN veg.	60
Q (m ³ /s)	1,857	Q (m ³ /s)	2,264	Q (m ³ /s)	2,456	Q (m ³ /s)	5,199	Q (m ³ /s)	1,842

Bacia	06	Bacia	07	Bacia	08	Bacia	09	Bacia	57
A total (Km ²)	0,018	A total (Km ²)	0,084	A total (Km ²)	0,038	A total (Km ²)	0,066	A total (Km ²)	0,009
A urb. (km ²)	0,018	A urb. (km ²)	0,084	A urb. (km ²)	0,038	A urb. (km ²)	0,066	A urb. (km ²)	0,009
A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000
A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0
L (m)	133	L (m)	478	L (m)	153	L (m)	405	L (m)	210
i (m/Km)	0,500	i (m/Km)	2,000	i (m/Km)	0,500	i (m/Km)	1,500	i (m/Km)	0,500
n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018
CN urb.	92	CN urb.	92	CN urb.	92	CN urb.	92	CN urb.	92
CN veg.	60	CN veg.	60	CN veg.	60	CN veg.	60	CN veg.	60
Q (m ³ /s)	2,230	Q (m ³ /s)	2,713	Q (m ³ /s)	3,731	Q (m ³ /s)	2,232	Q (m ³ /s)	0,296

Trecho	09	Trecho	10	Trecho	11	Trecho	12	Trecho	13
A total (Km ²)	0,027	A total (Km ²)	0,017	A total (Km ²)	0,012	A total (Km ²)	0,017	A total (Km ²)	0,050
A urb. (km ²)	0,027	A urb. (km ²)	0,017	A urb. (km ²)	0,012	A urb. (km ²)	0,017	A urb. (km ²)	0,050
A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000
A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0
L (m)	235	L (m)	242	L (m)	155	L (m)	198	L (m)	190
i (m/Km)	0,500	i (m/Km)	0,500	i (m/Km)	0,500	i (m/Km)	0,500	i (m/Km)	0,500
n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018
CN urb.	92	CN urb.	92	CN urb.	92	CN urb.	92	CN urb.	92
CN veg.	60	CN veg.	60	CN veg.	60	CN veg.	60	CN veg.	60
Q (m ³ /s)	2,988	Q (m ³ /s)	7,081	Q (m ³ /s)	9,119	Q (m ³ /s)	14,468	Q (m ³ /s)	14,672

Trecho	14	Trecho	15	Trecho	16	Trecho	17	Trecho	18
A total (Km ²)	0,047	A total (Km ²)	0,069	A total (Km ²)	0,027	A total (Km ²)	0,007	A total (Km ²)	0,007
A urb. (km ²)	0,047	A urb. (km ²)	0,069	A urb. (km ²)	0,027	A urb. (km ²)	0,007	A urb. (km ²)	0,007
A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000	A veg. (Km ²)	0,000
A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0	A imperm. (%)	95,0
L (m)	245	L (m)	267	L (m)	255	L (m)	130	L (m)	122
i (m/Km)	0,500	i (m/Km)	0,500	i (m/Km)	0,500	i (m/Km)	0,500	i (m/Km)	0,500
n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018	n (Manning)	0,018
CN urb.	92	CN urb.	92	CN urb.	92	CN urb.	92	CN urb.	92
CN veg.	60	CN veg.	60	CN veg.	60	CN veg.	60	CN veg.	60
Q (m ³ /s)	15,266	Q (m ³ /s)	15,938	Q (m ³ /s)	16,124	Q (m ³ /s)	15,881	Q (m ³ /s)	15,932

5.6 Vazão média de longo termo

A caracterização da vazão média da área em estudo foi baseada nos estudos hidrológicos de regionalização de vazões das bacias hidrográficas de Santa Catarina, publicado pelo Governo do Estado de Santa Catarina, que permitem a caracterização da disponibilidade hídrica natural das bacias hidrográficas.

A vazão média de longo termo ou de longo período de uma bacia hidrográfica é a média das vazões médias anuais ou a média das médias. A área de estudo está localizada na macro-região **M4** (Estudo dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e Apoio para a sua Implementação: Regionalização de vazões das bacias hidrográficas estaduais do Estado, 2006), apresenta a seguinte equação de vazão média de longo termo

$$Q_{mlt} = 9,393 \times 10^{-4} \times P^{0,362} \times AD^{1,092}$$

Onde:

Q_{mlt} = vazão média de longo termo, em m³/s

P = total precipitado anual, em mm/ano - 1708 mm (CPRM,2013)

AD = área de drenagem em km²

De acordo com a fórmula acima, o canal da foz do Rio Marambaia apresenta vazão média de longo termo de 0,112 m³/s. (7 km²)

A bacia do trecho sul da Orla, que deságua no Rio Camboriú apresenta vazão média de longo termo de 0,01 m³/s (0,7 km²)

6 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

O projeto hidráulico das obras envolve o pré-dimensionamento das mesmas e a verificação de funcionamento do conjunto para as condições e critérios previamente estabelecidos, como também a análise de desempenho hidráulico das singularidades e obras especiais, efetuando as alterações e ajustes necessários.

Os tópicos principais a serem abordados no projeto são os seguintes:

1. critérios de projeto;
2. dimensionamento de seções transversais das obras de canalização;
3. estabelecimento do perfil longitudinal final das obras;
4. características preliminares das singularidades e obras especiais.

6.1 Descrição dos parâmetros e características geométricas

6.1.1 Área molhada (A)

É a área da seção reta do escoamento, normal a direção do fluxo.

$$A = Y_n \cdot (b + z \cdot Y_n)$$

onde:

- A = área molhada, em m²;
b = largura da base do canal, em m;
Y_n = profundidade normal;
z = inclinação do talude, em m/m

6.1.2 Perímetro molhado (P)

É o comprimento da linha de contorno da seção do canal que é molhada pela água.

$$P = b + 2 \cdot Y_n \cdot \sqrt{z^2 + 1}$$

onde:

- P = perímetro molhado, em m;
b = largura da base do canal, em m;
Y_n = profundidade normal;
z = inclinação do talude, em m/m

6.1.3 Largura da superfície (B)

É a largura que a superfície livre da água ocupa na seção transversal do canal.

$$B = b + 2.z.Y_n$$

onde:

B = largura da superfície, em m;

b = largura da base do canal, em m;

Y_n = profundidade normal;

z = inclinação do talude, em m/m

6.1.4 Profundidade normal (Y_n)

É a distância vertical entre o ponto mais baixo da seção do canal e a superfície livre da água

6.1.5 Profundidade crítica (Y_c)

É a profundidade na qual a energia específica é mínima. Quando ocorre esta profundidade, o regime de escoamento é o crítico. Para profundidades maiores que a profundidade crítica, o regime de escoamento é subcrítico, e para profundidades menores o regime é supercrítico.

$$\frac{Q^2}{b^5} = \frac{g \left(1 + \frac{Y_c}{b} \cdot z \right)^3}{1 + 2 \cdot z \cdot \frac{Y_c}{b}} \cdot \left(\frac{Y_c}{b} \right)^3$$

onde:

Y_c = profundidade crítica, em m;

Q = vazão, em m³/s;

z = inclinação do talude, em m/m

b = largura da base do canal, em m;

6.1.6 Número de Froude (Fr)

Caracteriza o regime de escoamento.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{B}}}$$

onde:

Fr = número de Froude, adimensional;

V = velocidade da água no canal, em m/s;

g = aceleração da gravidade, em m/s²;

B = largura da superfície, em m;

A = área molhada, em m²;

Se $Fr < 1$ □ subcrítico ou fluvial

Se $Fr = 1$ □ crítico

Se $Fr > 1$ □ supercrítico ou torrencial

6.1.7 Velocidade média do escoamento da água no canal (V)

$$V = \frac{Q}{A}$$

onde:

V = velocidade da água no canal, em m/s;

Q = vazão, em m³/s;

A = área molhada, em m²

6.1.8 Energia Específica (E)

Energia específica é definida como sendo a distância vertical entre a linha de energia e o fundo do canal, sendo este tomado como plano de referência. É a energia total por unidade de peso da água em relação ao fundo do canal, tomado como plano de referência, ou seja, é a soma da energia cinética e da energia estática, correspondente à profundidade normal da água no canal. É calculada pela fórmula:

$$E = Y_n + \frac{V^2}{2.g}$$

onde:

E = energia específica, m;

Y_n = profundidade normal, m;

V = velocidade da água, em m/s;

g = aceleração da gravidade, em m/s².

6.1.9 Coeficiente de Manning

O fator de atrito para canais em concreto, desde que a superfície apresente condições razoáveis, sem grandes depósitos de detritos, irregularidades de seções ou outras anomalias, é razoável a utilização do coeficiente de Manning na ordem de 0,013 para as galerias novas a serem implantadas e 0,018 para as galerias existente (conforme justificado anteriormente).

6.1.10 Cálculos

A determinação das características necessárias para absorver a vazão determinada no estudo hidrológico será feita com o auxílio de uma planilha que, iterativamente calcula através da seguinte fórmula:

$$\frac{n \times Q}{\sqrt{i}} = A \times R_H^{2/3} \quad R_H = A \times P$$

onde:

R_H = raio hidráulico, em m

i = declividade longitudinal do canal, em m/m

Exemplo da planilha eletrônica utilizada no cálculo hidráulico de cada trecho do projeto:

Cálculo de Características Geométricas de Seções		
Trecho Terreno: Montante - TR05 anos		
Tipo de Seção	T	<- Entre R para retangular, T para trapezoidal, C para circular)
Vazão	20,730 (m³/s)	
Rugosidade	0,035 n Manning	
	0 (m) ε	Fórmula Universal
Declividade	0,00150 m/m	
B ou D	4,50 (m)	Base para seção retangular ou trapezoidal ou diâmetro para circular
H ou 1V: _H	2,00 (m)	Altura da Seção ou inclinação do talude na forma 1V:2H
Prof Normal	(m)	
Prof Crítica	(m)	
Velocidade	(m/s)	
Área Molhada	(m²)	
Perimetro Molhado	(m)	
Raio Hidráulico	(m)	
Relação v/B ou Y/D		

6.2 Dimensionamentos Hidráulicos – Trecho Sul

6.2.1 Cálculo da capacidade de vazão das galerias existentes ao longo do Trecho Sul da Avenida Atlântica

Para o cálculo da capacidade vazão das galerias existentes ao longo da Avenida Atlântica no Trecho Sul, foram realizados levantamentos cadastrais com inspeções e medições em campo, conflitadas com informações fornecidas pelos técnicos da Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú. Com a determinação das seções existentes, bem como a declividade medida no local, foi possível estabelecer a capacidade de vazão em cada trecho, galerias essas que são consideradas no projeto e irão contribuir com o escoamento das vazões do projeto de macro drenagem.

Foram identificadas quatro seções de galerias existentes ao longo do trecho sul da Avenida Atlântica, iniciando pelo divisor de águas na Rua 2000 até a Rua 2300 com galeria existente de seção 100x100cm e declividade média no trecho de 0,0005 m/m.

Entre a Rua 2300 e a Rua 2500, a seção da galeria existente passa para 200x150cm, mantida a mesma declividade média de 0,0005 m/m. Da Rua 2500 até a Rua 2800 a seção passa para 250x150cm, mantendo-se a declividade de 0,0005m/m. A partir da Rua 2800 até a Rua 3900 a seção existente é de 300x150cm constante, com declividades variáveis no trecho, no entanto a declividade mínima identificada foi de 0,0005 m/m.

Conforme informações recebidas dos técnicos da PMBC, as galerias existentes ao longo da Avenida Atlântica, especificamente entre a Rua 2300 e a Rua 3900, possuem instalada em seu interior uma adutora de esgoto D=700cm, que foi implantada em gestões anteriores. Conforme reunião realizadas com os técnicos da EMASA, é tecnicamente e financeiramente inviável removê-las nesse momento. Desta forma, será desconsiderada uma parcela da seção hidráulica contribuinte no cálculo da capacidade de vazão das galerias existentes nesse trecho. Por uma questão de uniformidade e trabalhando a favor da segurança, descontamos 70cm da largura útil de cada uma das seções existentes, ou seja, a seção de 200x150cm é considerada com uma seção útil de 130x150cm, a de 250x150cm passa para 180x150cm e a seção de 300x150 é considerada como 230x150cm de seção útil de cálculo hidráulico.

O último trecho da galeria existente está implantado no eixo da Rua 3900, interligado a galeria existente na Avenida Atlântica até o seu deságue no Rio Camboriú. Neste trecho foi identificada a declividade média de 0,0008m/m com seção constante de 300x150cm e não foram identificadas obstruções no local. A seguir são apresentadas as capacidades de vazão obtidas para cada seção das galerias existentes.

Capac. Galeria existente na Av. Atlântica Sul 100x100cm (sem obstruções)

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	<u>0,525 (m³/s)</u>
Rugosidade	0,018 (Manning)
Declividade	0,0005 m/m
Base	1,00 (m)
Altura	1,00 (m)
Prof Normal	0,900 (m)
Prof Crítica	1,007 (m)
Velocidade	0,583 (m/s)
Área Molhada	0,900 (m²)
Perímetro Molhado	2,800 (m)
Raio Hidráulico	0,321 (m)
Relação y/B ou Y/D	90%

Capac. Galeria existente na Av. Atlântica Sul 200x150cm (considerada 130x150cm)

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	<u>1,316 (m³/s)</u>
Rugosidade	0,018 (Manning)
Declividade	0,0005 m/m
Base	1,30 (m)
Altura	1,50 (m)
Prof Normal	1,400 (m)
Prof Crítica	1,007 (m)
Velocidade	0,723 (m/s)
Área Molhada	1,820 (m²)
Perímetro Molhado	4,100 (m)
Raio Hidráulico	0,444 (m)
Relação y/B ou Y/D	108%

Capac. Galeria existente na Av. Atlântica SUL 250x150cm (considerada 180x150cm)

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	<u>2,096 (m³/s)</u>
Rugosidade	0,018 (Manning)
Declividade	0,0005 m/m
Base	1,80 (m)
Altura	1,50 (m)
Prof Normal	1,400 (m)
Prof Crítica	1,007 (m)
Velocidade	0,832 (m/s)
Área Molhada	2,520 (m²)
Perímetro Molhado	4,600 (m)
Raio Hidráulico	0,548 (m)
Relação y/B ou Y/D	78%

Capac. Galeria existente na Av. Atlântica SUL 300x150cm (considerada 230x150cm)

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	<u>2,944 (m³/s)</u>
Rugosidade	0,018 (Manning)
Declividade	0,0005 m/m
Base	2,30 (m)
Altura	1,50 (m)
Prof Normal	1,400 (m)
Prof Crítica	1,007 (m)
Velocidade	0,914 (m/s)

Área Molhada	3,220 (m ²)
Perímetro Molhado	5,100 (m)
Raio Hidráulico	0,631 (m)
Relação y/B ou Y/D	61%

Capac. Galeria existente na Av. Atlântica SUL 300x150cm (seção plena sem obstrução)

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	<u>5,322 (m³/s)</u>
Rugosidade	0,018 (Manning)
Declividade	0,0008 m/m
Base	3,00 (m)
Altura	1,50 (m)
Prof Normal	1,400 (m)
Prof Crítica	1,007 (m)
Velocidade	1,267 (m/s)
Área Molhada	4,200 (m ²)
Perímetro Molhado	5,800 (m)
Raio Hidráulico	0,724 (m)
Relação y/B ou Y/D	47%

6.2.2 Cálculo das vazões finais nos Trechos 09 a 18 e das galerias projetadas nas ruas

As vazões de projeto atuante nos Trechos 09 a 18 na orla da praia, bem como nas Ruas 2400, 2500 e 2900, considera inicialmente as vazões obtidas pelo estudo hidrológico e apresentadas anteriormente.

Para o dimensionamento hidráulico das galerias projetadas nas ruas, é utilizada diretamente a vazão obtida no estudo hidrológico. Para o cálculo das galerias projetadas ao longo da orla da praia (paralelamente a Avenida Atlântica) é considerado no cálculo a capacidade de vazão das galerias existentes em cada trecho, reduzindo esse valor no cálculo, obtendo assim a vazão final de projeto para os Trechos 09 a 16. Ao final do Trecho 16, haverá uma caixa de ligação para a divisão da vazão de projeto em dois caminhos distintos: parte da vazão é direcionada para a galeria existente na Rua 3900 (conforme sua capacidade de vazão) e o excedente é direcionado até a Rua 3920 (Trecho 17), onde será implantada uma galeria até o deságue no Rio Camboriú (Trecho 18).

A seguir são apresentados os dimensionamentos hidráulicos das seções de projeto necessárias das galerias projetadas no Trecho Sul do projeto de macrodrenagem

BACIA 08 - Galeria da na Rua 2400

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	3,731 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)

Declividade	0,0030	m/m
Base	2,00	(m)
Altura	1,00	(m)
Prof Normal	0,771	(m)
Prof Crítica	0,708	(m)
Velocidade	2,420	(m/s)
Área Molhada	1,542	(m ²)
Perímetro Molhado	3,542	(m)
Raio Hidráulico	0,435	(m)
Relação y/B ou Y/D	39%	

BACIA 06 - Galeria da Rua 2500

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	2,230 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 n Manning
Declividade	0,0010 m/m
Base	2,00 (m)
Altura	1,00 (m)
Prof Normal	0,791 (m)
Prof Crítica	0,502 (m)
Velocidade	1,410 (m/s)
Área Molhada	1,581 (m ²)
Perímetro Molhado	3,581 (m)
Raio Hidráulico	0,442 (m)
Relação y/B ou Y/D	40%

BACIA 04 - Galeria Rua 2900

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	5,199 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0020 m/m
Base	3,00 (m)
Altura	1,00 (m)
Prof Normal	0,922 (m)
Prof Crítica	0,761 (m)
Velocidade	2,255 (m/s)
Área Molhada	2,306 (m ²)
Perímetro Molhado	4,344 (m)
Raio Hidráulico	0,531 (m)
Relação y/B ou Y/D	37%

Trecho 09 - entre a Rua 2000 e a Rua 2400

Tipo de Seção	Retangular (galeria simples)
Vazão	2,463 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0002 m/m
Base	3,00 (m)
Altura	1,50 (m)
Prof Normal	1,043 (m)
Prof Crítica	0,410 (m)
Velocidade	0,787 (m/s)
Área Molhada	3,130 (m ²)
Perímetro Molhado	5,086 (m)
Raio Hidráulico	0,615 (m)
Relação y/B ou Y/D	35%

Trecho 10 - entre a Rua 2400 e a Rua 2500

Tipo de Seção	Retangular (galeria dupla)
Vazão total	5,765 (m ³ /s)
Vazão por célula	2,883 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0002 m/m
Base	3,00 (m)
Altura	1,50 (m)
Prof Normal	1,169 (m)
Prof Crítica	0,455 (m)
Velocidade	0,822 (m/s)
Área Molhada	3,507 (m ²)
Perímetro Molhado	5,338 (m)
Raio Hidráulico	0,657 (m)
Relação y/B ou Y/D	39%

Trecho 11 - entre a Rua 2500 e a Rua 2800

Tipo de Seção	Retangular (galeria dupla)
Vazão total	7,023 (m ³ /s)
Vazão por célula	3,512 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0002 m/m
Base	3,00 (m)
Altura	1,50 (m)

Prof Normal	1,351 (m)
Prof Crítica	0,519 (m)
Velocidade	0,866 (m/s)
Área Molhada	4,053 (m ²)
Perímetro Molhado	5,702 (m)
Raio Hidráulico	0,711 (m)
Relação y/B ou Y/D	45%

Trecho 12 - entre a Rua 2800 e a Rua 3000

Tipo de Seção	Retangular (galeria dupla)
Vazão total	11,524 (m ³ /s)
Vazão por célula	5,762 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0005 m/m
Base	3,00 (m)
Altura	1,50 (m)
Prof Normal	1,389 (m)
Prof Crítica	0,722 (m)
Velocidade	1,383 (m/s)
Área Molhada	4,166 (m ²)
Perímetro Molhado	5,777 (m)
Raio Hidráulico	0,721 (m)
Relação y/B ou Y/D	46%

Trecho 13 - entre a Rua 3000 e a Rua 3300

Tipo de Seção	Retangular (galeria dupla)
Vazão total	11,728 (m ³ /s)
Vazão por célula	5,864 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0005 m/m
Base	3,00 (m)
Altura	1,50 (m)
Prof Normal	1,407 (m)
Prof Crítica	0,730 (m)
Velocidade	1,389 (m/s)
Área Molhada	4,221 (m ²)
Perímetro Molhado	5,814 (m)
Raio Hidráulico	0,726 (m)
Relação y/B ou Y/D	47%

Trecho 14 - entre a Rua 3300 e a Rua 3600

Tipo de Seção	Retangular (galeria dupla)
Vazão total	12,322 (m ³ /s)
Vazão por célula	6,161 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0006 m/m
Base	3,00 (m)
Altura	1,50 (m)
Prof Normal	1,364 (m)
Prof Crítica	0,755 (m)
Velocidade	1,506 (m/s)
Área Molhada	4,092 (m ²)
Perímetro Molhado	5,728 (m)
Raio Hidráulico	0,714 (m)
Relação y/B ou Y/D	45%

Trecho 15 - entre a Rua 3600 e a Rua 3700

Tipo de Seção	Retangular
Vazão total	12,994 (m ³ /s)
Vazão por célula	6,497 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0006 m/m
Base	3,00 (m)
Altura	1,50 (m)
Prof Normal	1,402 (m)
Prof Crítica	0,782 (m)
Velocidade	1,545 (m/s)
Área Molhada	4,205 (m ²)
Perímetro Molhado	5,803 (m)
Raio Hidráulico	0,725 (m)
Relação y/B ou Y/D	47%

Trecho 16 - entre a Rua 3700 e a Rua 3900

Tipo de Seção	Retangular (galeria dupla)
Vazão total	13,180 (m ³ /s)
Vazão por célula	6,590 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0007 m/m
Base	3,00 (m)
Altura	1,50 (m)

Prof Normal	1,354 (m)
Prof Crítica	0,789 (m)
Velocidade	1,622 (m/s)
Área Molhada	4,062 (m ²)
Perímetro Molhado	5,708 (m)
Raio Hidráulico	0,712 (m)
Relação y/B ou Y/D	45%

Trecho 17 - entre a Rua 3900 e a Rua 3920

Tipo de Seção	Retangular (galeria simples)
Vazão	10,559 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0008 m/m
Base	3,00 (m)
Altura	2,00 (m)
Prof Normal	1,838 (m)
Prof Crítica	1,081 (m)
Velocidade	1,915 (m/s)
Área Molhada	5,513 (m ²)
Perímetro Molhado	6,675 (m)
Raio Hidráulico	0,826 (m)
Relação y/B ou Y/D	61%

Trecho 18 - galeria passando pela Rua 3920 até o Rio Camboriú

Tipo de Seção	Retangular (galeria simples)
Vazão	10,519 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0008 m/m
Base	3,00 (m)
Altura	2,00 (m)
Prof Normal	1,832 (m)
Prof Crítica	1,078 (m)
Velocidade	1,914 (m/s)
Área Molhada	5,497 (m ²)
Perímetro Molhado	6,665 (m)
Raio Hidráulico	0,825 (m)
Relação y/B ou Y/D	61%

A Tabela 5 a seguir, resume as vazões de projeto atuantes nas galerias do trecho sul, bem como o resumo das seções e declividades obtidas pelo dimensionamento hidráulico.

Tabela 5 – Resumo das vazões de projeto e dimensionamentos – Galerias do Trecho Sul

Galerias Trecho Sul TR 25anos		Galerias existentes		Dimensionamento dos Trechos Sul		
Local	Vazão do estudo hidrológico (m³/s)	Galeria auxiliar existente (seção)	Capacidade de vazão (m³/s)	Vazão de dimensionamento da NOVA GALERIA (m³/s)	Seção hidráulica (cm)	Declividade (m/m)
Galeria Rua 2400	3,731			3,731	BSCC 200x100	0,0030
Galeria Rua 2500	2,230			2,230	BSCC 200x100	0,0010
Galeria Rua 2900	2,954			2,954	BSCC 300x100	0,0020
Trecho 09	2,988	BSCC 100x100	0,525	2,463	BSCC 300x150	0,0002
Trecho 10	7,081	BSCC 200x150	1,316	5,765	BDCC 300x150	0,0002
Trecho 11	9,119	BSCC 250x150	2,096	7,023	BDCC 300x150	0,0002
Trecho 12	14,468	BSCC 300x150	2,944	11,524	BDCC 300x150	0,0005
Trecho 13	14,672	BSCC 300x150	2,944	11,728	BDCC 300x150	0,0005
Trecho 14	15,266	BSCC 300x150	2,944	12,322	BDCC 300x150	0,0006
Trecho 15	15,938	BSCC 300x150	2,944	12,994	BDCC 300x150	0,0006
Trecho 16	16,124	BSCC 300x150	2,944	13,180	BDCC 300x150	0,0007
Trecho 17	15,881	BSCC 300x150	5,322	10,559	BSCC 300x200	0,0008
Trecho 18	15,932			10,610	BSCC 300x200	0,0008

6.3 Verificações

6.3.1 Verificação da linha d'água

Nos escoamentos em canais é comum que as profundidades não estejam numa situação de equilíbrio de forças (regime uniforme) e sim condicionadas a níveis impostos por estruturas hidráulicas ou qualquer tipo de singularidade. As possíveis curvas de remanso que podem ocorrer são, portanto, transições entre estes níveis impostos e a situação de equilíbrio em regime uniforme. Este último poderá vir a ocorrer ou não, dependendo da extensão do canal e da diferença da profundidade vigente em relação à normal (em regime uniforme).

Efetuar os cálculos de linha d'água não é uma condição necessária, mas é muito conveniente fazer uma análise do tipo de curva de remanso que se deve esperar e poder verificar se o andamento dos cálculos vai na direção esperada. Também nesta análise pode-se ter certeza se o ponto de partida de cálculo está correto.

O nível da água máximo pode ser alterado por efeitos com causas a jusante da obra. Para verificar esta condição, foi determinado o perfil hidráulico teórico denominado "Y" através do acréscimo de cota que sofrerá o nível da água (condição de contorno a jusante).

Como condição de contorno a jusante será adotada a altura da maré nas seguintes condições, em decorrência do deságue na foz do Rio Marambaia:

- a. Nível médio do mar, NMM = 17,5 cm em relação ao marco IBGE (59,4 cm em relação ao zero DHN-Itajaí)
- b. Maré de sizígia, MHHL = 58,1 cm em relação ao marco IBGE (100,0 cm em relação ao zero DHN-Itajaí)

Este é um fenômeno semelhante a uma contração, uma vez que com a obstrução decorrente do nível d'água a jusante, resulta a redução da área da seção transversal do fluxo e a formação de remanso a montante do obstáculo, isto é, uma elevação do nível d'água que, deverá ser verificada para estabelecer a cota de inundação na seção do rio analisada.

Desta forma, as cotas de níveis de maré acima indicadas foram determinadas como condição de contorno a jusante, servindo como limitador da lâmina d'água do escoamento.

Serão analisados preliminarmente 3 cenários:

- 1 – Situação com vazão média de longo termo, nível médio do mar
- 2 – Situação com vazão média de longo termo, maré de sizígia
- 2 – Situação com vazão (TR=25anos), nível médio do mar
- 2 – Situação com máxima vazão (TR=25anos), maré de sizígia

A partir dos estudos hidrológicos que fornecem os hidrogramas com os picos de vazões de projeto ao longo da canalização, são utilizadas equações de regime uniforme para o dimensionamento das seções hidráulicas. Os valores encontrados podem ser considerados satisfatórios (e definitivos), verificando se a linha d'água em regime gradualmente variável está sempre abaixo dos valores calculados em regime uniforme.

A partir do dimensionamento das seções hidráulicas e declividades, é feito o cálculo da linha d'água considerando o regime permanente, tomando como condição de projeto as vazões de pico do hidrograma de cada trecho. Esta condição de cálculo é conservativa e atende as necessidades de grande parte dos projetos. Cabe ressaltar que também são inseridas nos cálculos de variações da linha d'água, as singularidades encontradas ao longo das canalizações e que podem resultar em perda de carga. As singularidades são basicamente os alargamentos ou estreitamento de seção, emboques, rebaixamento de nível de fundo, confluências e bifurcações, que são resolvidos com o conjunto de equações de conservação da massa, conservação da energia e da quantidade de movimento.

6.3.1.1 Verificação da linha d'água para o Trecho Sul

A análise da galeria em situações de vazão média de longo termo com nível médio do mar indica que, o nível de maré exerce influência no nível d'água do canal em uma extensão aproximada de 1.100 m a partir do Rio Camboriú, até próximo à Rua 3100 (Figura 30), enquanto para maré de sizígia, a

influência no nível d'água do canal se dá em uma extensão aproximada de 2000 m até próximo à Rua 2000 (Figura 31).

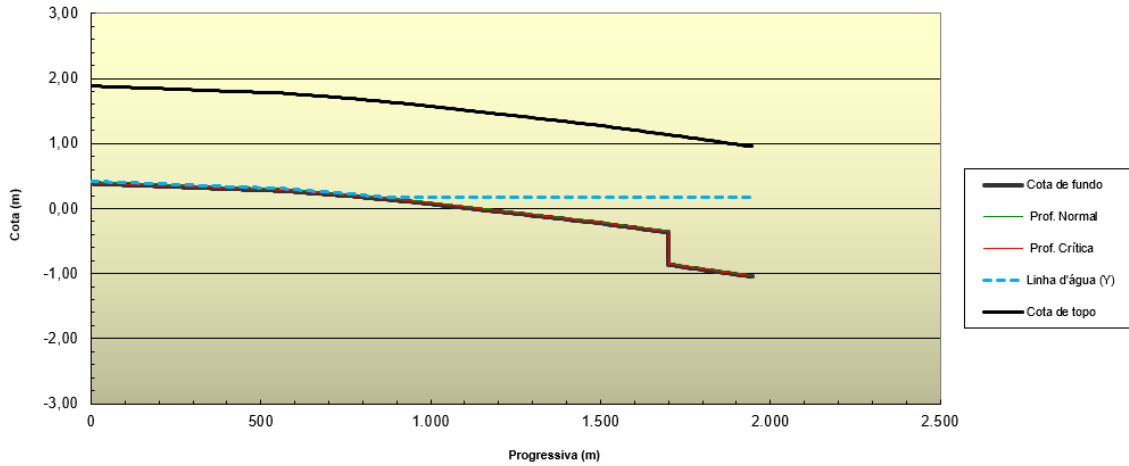


Figura 30 – Situação da galeria com vazão média de longo termo e nível médio do mar

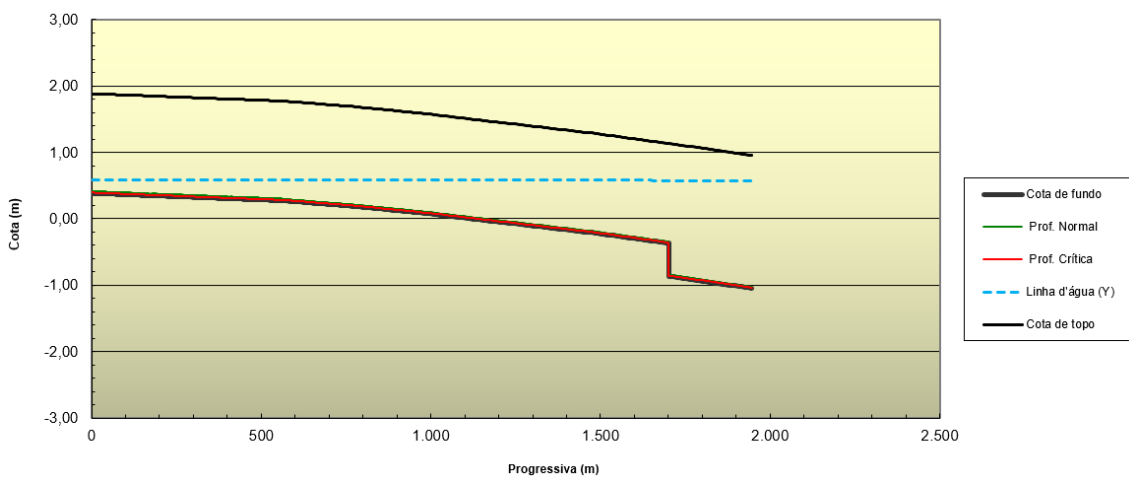


Figura 31 – Situação da galeria com vazão média de longo termo e maré de sizígia.

A análise da galeria em situações de vazão com período de retorno de 25 anos com nível médio do mar indica que, o nível de maré exerce influência no nível d'água em toda a extensão (Figura 32). Nos pontos onde se situam as caixas de ligação com a drenagem existente, há um acréscimo de vazão e mudança no regime de escoamento (quando a profundidade normal passa pela profundidade crítica). Mas logo se equalizam e não há interferência no nível de água final. Os mesmos resultados podem-se observar para a situação de vazão com período de retorno de 25 anos e maré de sizígia, conforme demonstrado na Figura 33.

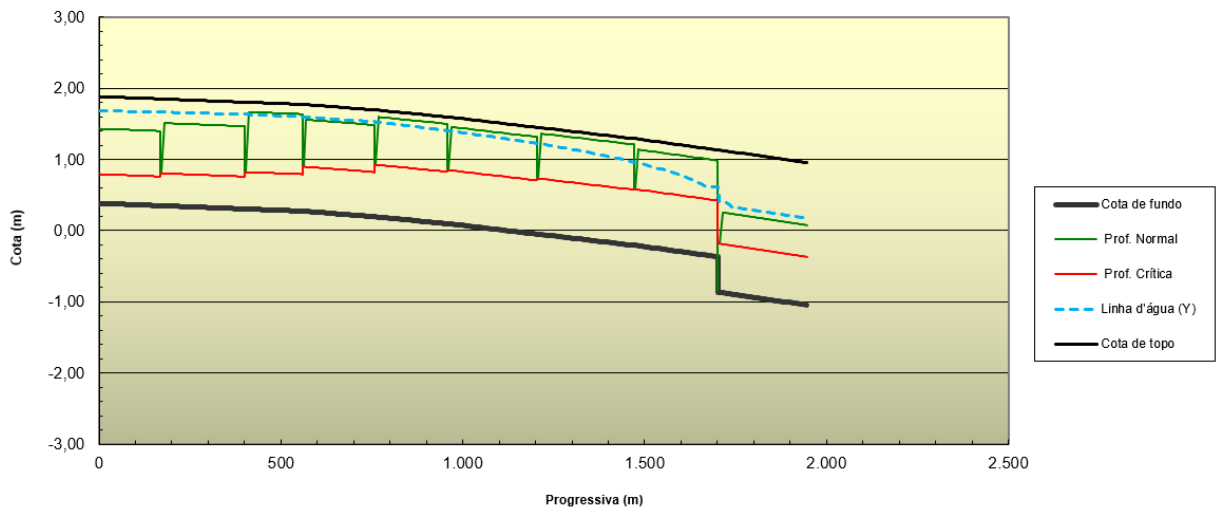


Figura 32 – Situação da galeria com vazão máxima (TR 25 anos) e nível médio do mar.

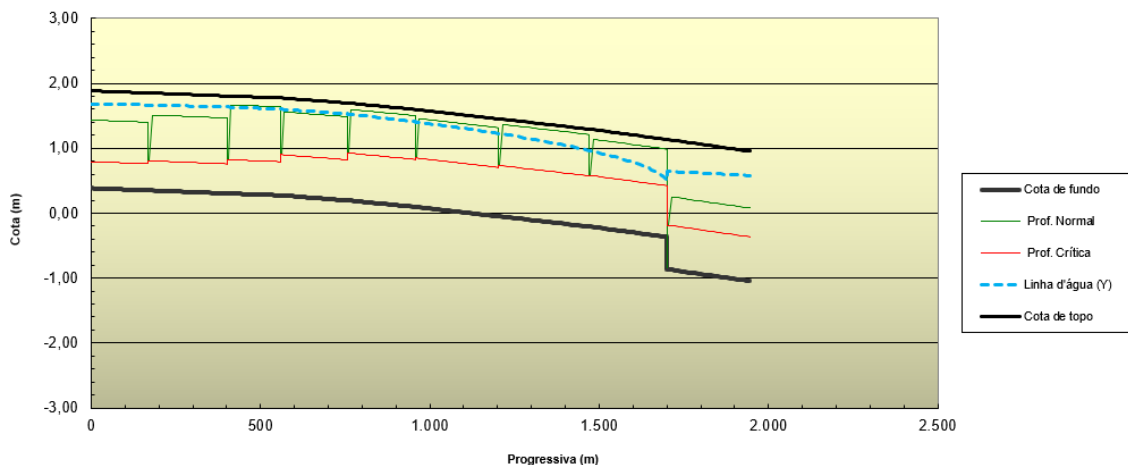


Figura 33 – Situação da galeria com vazão máxima (TR 25 anos) e maré de sizígia

Em nenhum dos casos simulados a linha do perfil hidráulico “Y” influenciada pela condição de contorno a jusante (nível de maré) ultrapassa a cota de topo da galeria. Para eventos climáticos que resultem em vazões com maior período de retorno (entre 25 e 100 anos), foram projetados extravasores para a praia, conforme detalhado nos itens a seguir.

Em situações em que ocorram vazões máximas simultaneamente com eventos extremos de maré (cota acima de 1,00m IBGE ou +1,419 m DHN), poderá ocorrer a elevação momentânea da linha d'água acima da cota superior das galerias. A Figura 34 apresenta os resultados considerando a maré de +1,00 m IBGE, que coincide com a cota superior da galeria no ponto mais a jusante, na foz do Rio Camboriú.

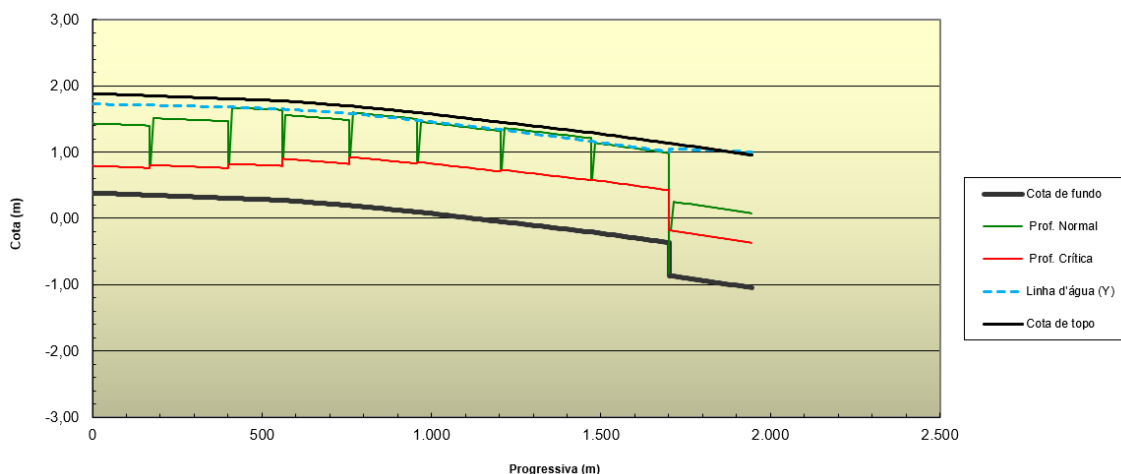


Figura 34 – Situação da galeria com vazão máxima (TR 25 anos) e maré com cota +1,00 m IBGE

6.3.2 Verificação para chuvas com TR-100 anos – Trecho Sul

Com o objetivo de garantir a integridade das infraestruturas existentes e evitar alagamentos de longa duração na área central da cidade, o projeto de macrodrenagem prevê a implantação de extravasores de emergência ao longo da galeria a ser executada da orla da praia. A solução proposta prevê a construção de estruturas que possibilitem a extravasão do excedente de água pluvial, quando da ocorrência de chuvas acima do período de retorno previsto.

Para o dimensionamento hidráulico das estruturas de extravasão de emergência, serão consideradas chuvas com período de retorno de até 100 anos. Para a análise dos extravasores do Trecho Sul toda a bacia de contribuição foi recalculada para o TR-100 anos, obtendo assim vazões maiores do que aquelas calculadas anteriormente para o dimensionamento do projeto com TR-25 anos. De posse desses novos dados, todo o procedimento de cálculo é realizado novamente, obtendo assim, vazões excedentes ao final de cada trecho da galeria na orla da praia. Por último, esses dados de vazões são utilizados para dimensionar a seção hidráulica necessária para cada um dos extravasores de emergência.

Os extravasores de emergência serão instalados ao longo da orla da praia, interligando as caixas de ligação (CL) até o seu deságue na restinga projetada, entrando em funcionamento apenas em caso emergenciais, quando a elevação da linha d'água estiver acima das cotas indicadas no projeto. Para a dispersão das águas pluviais na orla da praia, serão previstos dispositivos redutores de energia e velocidade

A diferença das vazões máxima nos nós do projeto (ruas perpendiculares a Avenida Atlântica com previsão de extravasores) é utilizada no dimensionamento das seções hidráulicas necessárias para a extravasão de emergência. A Tabela 6 detalha os dados hidrológicos e resultados obtidos para os extravasores de emergência no Trecho Sul do projeto de macrodrenagem na orla de Balneário

Camboriú. Na sequência são apresentados os cálculos detalhados e os resultados obtidos para o dimensionamento hidráulico dos extravasores de emergência.

Tabela 6 – Cálculo das vazões no extravasores de emergência do Trecho Sul para TR-100 anos

Estaca	Rua	Vazão do estudo hidrológico TR 25 anos (nó da Rua) (m³/s)	Vazão do estudo hidrológico TR 100 anos (nó da Rua) (m³/s) (A)	Capacidade de vazão da galeria existente (m³/s) (B)	Capacidade de vazão da galeria projetada (m³/s) (C)	Vazão excedente: Dimensionamento do Extravasor de Emergência (m³/s) A – (B+C)	Seção hidráulica (cm)	Declividade (m/m)
132 + 6,20m	Rua 2400	6,720	8,830	1,316	5,765	1,749	BDCC 250x50	0,0030
140 + 5,95m	Rua 2500	9,299	11,916	2,096	7,023	2,797	BDCC 250x50	0,0070
153+ 0,85m	Rua 2900	14,306	18,644	2,944	11,524	4,176	BDCC 250x50	0,0100
158	Rua 3000	14,142	18,008	2,944	11,728	3,336	BDCC 250x50	0,0100
168 + 0,70m	Rua 3300	14,672	18,941	2,944	12,322	3,675	BDCC 250x50	0,0120
180+7, 10m	Rua 3600	15,266	19,437	2,944	12,994	3,499	BDCC 250x50	0,0100
193 + 15,0m	Rua 3700	15,938	20,428	2,944	13,180	4,304	BDCC 250x50	0,0160
205 + 5,40m	Rua 3900	16,124	20,497	5,322	10,559	4,616	BDCC 250x50	0,0180

A seguir são apresentados os cálculos detalhados e os resultados obtidos para o dimensionamento hidráulico dos extravasores de emergência no Trecho Sul.

Extravasor de Emergência - Estaca 132 + 6,20m (Rua 2400)

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	1,749 (m³/s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0030 m/m
Base	2,50 (m)
Altura	0,50 (m)
Prof Normal	0,379 (m)
Prof Crítica	0,368 (m)
Velocidade	1,848 (m/s)
Área Molhada	0,946 (m²)
Perímetro Molhado	3,257 (m)

Raio Hidráulico	0,291 (m)
Relação y/B ou Y/D	15%

Extravasador de Emergência - Estaca 140 + 5,95m (Rua 2500)

Tipo de Seção	Retangular, T para trapezoidal, C para circular)
Vazão	2,797 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0070 m/m
Base	2,50 (m)
Altura	0,50 (m)
Prof Normal	0,390 (m)
Prof Crítica	0,503 (m)
Velocidade	2,867 (m/s)
Área Molhada	0,975 (m ²)
Perímetro Molhado	3,280 (m)
Raio Hidráulico	0,297 (m)
Relação y/B ou Y/D	16%

Extravasador de Emergência - Estaca 153 + 0,85m (Rua 2900)

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	4,176 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0150 m/m
Base	2,50 (m)
Altura	0,50 (m)
Prof Normal	0,395 (m)
Prof Crítica	0,658 (m)
Velocidade	4,225 (m/s)
Área Molhada	0,998 (m ²)
Perímetro Molhado	3,291 (m)
Raio Hidráulico	0,300 (m)
Relação y/B ou Y/D	16%

Extravasador de Emergência - Estaca 158 (Rua 3000)

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	3,336 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0100 m/m
Base	2,50 (m)
Altura	0,50 (m)

Prof Normal	0,390 (m)
Prof Crítica	0,566 (m)
Velocidade	3,425 (m/s)
Área Molhada	0,974 (m ²)
Perímetro Molhado	3,279 (m)
Raio Hidráulico	0,297 (m)
Relação y/B ou Y/D	16%

Extravasor de Emergência - Estaca 168+ 0,70m (Rua 3300)

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	3,675 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0120 m/m
Base	2,50 (m)
Altura	0,50 (m)
Prof Normal	0,391 (m)
Prof Crítica	0,604 (m)
Velocidade	3,759 (m/s)
Área Molhada	0,978 (m ²)
Perímetro Molhado	3,282 (m)
Raio Hidráulico	0,298 (m)
Relação y/B ou Y/D	16%

Extravasor de Emergência - Estaca 180+ 7,10m (Rua 3600)

Tipo de Seção	Retangular
Vazão	3,499 (m ³ /s)
Rugosidade	0,013 (Manning)
Declividade	0,0100 m/m
Base	2,50 (m)
Altura	0,50 (m)
Prof Normal	0,402 (m)
Prof Crítica	0,584 (m)
Velocidade	3,480 (m/s)
Área Molhada	1,005 (m ²)
Perímetro Molhado	3,304 (m)
Raio Hidráulico	0,304 (m)
Relação y/B ou Y/D	16%

Extravasor de Emergência - Estaca 193+ 15,0m (Rua 3700)

Tipo de Seção	Retangular
---------------	------------

Vazão	4,304	(m ³ /s)
Rugosidade	0,013	(Manning)
Declividade	0,0160	m/m
Base	2,50	(m)
Altura	0,50	(m)
Prof Normal	0,395	(m)
Prof Crítica	0,671	(m)
Velocidade	4,361	(m/s)
Área Molhada	0,987	(m ²)
Perímetro Molhado	3,290	(m)
Raio Hidráulico	0,300	(m)
Relação y/B ou Y/D	16%	

Extravasador de Emergência - Estaca 205+ 5,40m (Rua 3900)

Tipo de Seção	Retangular	
Vazão	4,616	(m ³ /s)
Rugosidade	0,013	(Manning)
Declividade	0,0180	m/m
Base	2,50	(m)
Altura	0,50	(m)
Prof Normal	0,398	(m)
Prof Crítica	0,703	(m)
Velocidade	4,643	(m/s)
Área Molhada	0,994	(m ²)
Perímetro Molhado	3,295	(m)
Raio Hidráulico	0,302	(m)
Relação y/B ou Y/D	16%	

7 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

7.1 ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRA

É de responsabilidade da contratada manter os seguintes profissionais da obra, que serão responsáveis pela administração local: Engenheiro Civil, Encarregado geral de obras e Técnico em segurança do trabalho. **A medição será feita pelo percentual de avanço da obra.**

7.2 SERVIÇOS PRELIMINARES

7.2.1 Canteiro de obras

O “canteiro de obras” compreende as instalações provisórias necessárias e indispensáveis ao apoio e funcionamento da execução dos serviços garantindo funcionalidade, organização, segurança e higiene, durante todo o período em que se desenvolverá a obra, em obediência à todas as normas pertinentes, em especial a Norma NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na indústria da Construção.

O canteiro de obras deverá apresentar boas condições de segurança e limpeza, ordenada circulação, nele se instalando praças de execução de serviços, depósitos, sanitários, refeitórios, alojamentos (se for o caso) e escritório, onde serão mantidas placas de identificação da obra, diário de obra, toda a documentação relativa aos serviços, na qual se incluem projetos, detalhamentos, especificações, contratos, planilhas orçamentárias, cronogramas, etc.

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

Sempre que possível ou quando dispensável, deverão ser evitadas as construções de alojamentos e cozinha dentro do canteiro de obras.

A empreiteira deverá prever em seus custos indiretos pessoal para limpeza diária e contínua das instalações do escritório bem como de toda a obra inclusive o canteiro.

O projeto do canteiro de obras deverá ser aprovado pela fiscalização antes da instalação do mesmo, devendo ser composto por 2 canteiros localizados nas ruas 2000 e 3920, **com dimensões de 40x30 m** além de pontos de apoio intermediários para armazenamento de material. **Esses pontos de apoio serão executados integrados com as áreas de proteção tapumadas dos 8 extravasores de emergência previstos no projeto, com dimensões de 40x30 m.**

7.2.1.1 Placa de obra

A placa será destinada à identificação da obra, de acordo com os manuais do agente financeiro (se houver), que regulamenta os modelos de placas e adesivos indicativos de obras financiadas por

meio das operações de crédito contratadas pelos programas sob gestão ou administração, bem como aqueles de prestação de serviços contratados por instituições públicas.

A placa deverá ser confeccionada em chapa de aço galvanizada, estruturada sobre barrotes de madeira ou perfis metálicos. A placa possuirá tamanho de 3,0 x 1,5m, sendo que o modelo, seu conteúdo, padrão de cores e tamanhos das letras ou símbolos deverão seguir as especificações apresentadas no manual, com orientação da FISCALIZAÇÃO. Deverá ser acrescentado junto a placa, identificação da prefeitura e o brasão municipal.

A placa deverá ser fixada pela CONTRATADA em local visível a ser indicado pela FISCALIZAÇÃO, preferencialmente nos inícios do trecho de intervenção. Deverá ser mantida em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade dos padrões de cores, durante todo o período de execução das obras, substituindo-a ou recuperando-a quando verificado o seu desgaste ou precariedade, ou ainda por solicitação da FISCALIZAÇÃO.

7.2.1.2 Tapume

Os tapumes deverão ser em painéis tipo telha metálica ou similar, com fechamento em todo perímetro dos canteiros de obra e dos pontos de apoio durante a execução dos extravasores, com possibilidade de incremento onde houver necessidade extra de proteção, conforme indicado pela fiscalização. Não será admitido áreas desprotegidas que permitam o acesso pedestres ao interior do canteiro, o qual poderá ocasionar risco de acidentes, assim como a possibilidade de furto e vandalismo.

Os painéis, deverão serem fixados a estrutura, sobrepondo os painéis (telhas) em pelo menos 01 ondulação, de forma a aumentar sua resistência e evitar avarias, principalmente as decorrentes por ventos litorâneos.

O tapume, deverá possuir altura mínima de 2,00m, estando afastado no mínimo 10cm do solo para evitar apodrecimento nas partes inferiores das chapas, que deverão ser fixadas em caibros p/ permitir a rigidez da estrutura.

Na parte superior, poderá ser instalado a critério da contratada, cerca de proteção com arame farpado ou concertina, desde que afastada no mínimo a 2,40m do solo.

A critério da fiscalização, será admitida a utilização do tapume para fins promocionais, com a inserção de plotagens, pinturas e/ou incrementos publicitários relacionados a obra e/ou seus contratantes. Os canteiros fixos receberão plotagem em lona, conforme orientação da fiscalização.

Os pontos de apoio serão executados integrados com as áreas de proteção tapumadas dos 8 extravasores de emergência previstos no projeto e não será feita plotagem. Serão instalados conforme o avanço da obra, devendo ser compostos por materiais de fácil e rápida instalação, montagem e desmontagem para permitir reaproveitamento.



Figura 35 – Exemplo de tapume

7.2.1.3 Container

O Container para escritório de obra deverá contar com espaço suficiente para todas as facilidades da conveniência da contratada e da fiscalização (mesas de trabalho e de reunião, geladeira, filtro, iluminação elétrica, telefone e internet quando necessários). Deverá dispor ainda de instalações sanitárias completas. Conforme as condições do ambiente (excesso constante de calor ou frio), terão ventilação forçada ou ar-condicionado (neste caso será necessário a adoção de forro térmico).

Deverá conter container fechado para depósito de materiais, almoxarifado e escritórios e container para banheiro e vestiário de obra.

As Instalações Sanitárias deverão ser construídas observando-se as seguintes características:

- ✓ Ter portas de acesso que impeçam o devassamento e mantenham o resguardo conveniente;
- ✓ Ter pisos impermeáveis e antiderrapantes;
- ✓ Estar situadas afastadas do local destinado as refeições;
- ✓ Ter ventilação e iluminação adequadas;
- ✓ Possuir as instalações elétricas adequadamente protegidas;
- ✓ Ter pé-direito mínimo de 2,50m;
- ✓ Estar situadas em local de fácil e seguro acesso, não sendo permitido um deslocamento superior a 200m do posto de trabalho;
- ✓ As instalações poderão ser executadas em madeira, devendo, entretanto, ser pintadas a óleo, para que sejam laváveis e duráveis;
- ✓ Toda instalação sanitária de obra deverá conter, no mínimo, os seguintes aparelhos, nas seguintes condições:

Lavatórios:

- Serão dimensionados na proporção de 01 conjunto para cada grupo de 20 trabalhadores ou fração;

- Serão individuais ou coletivos do tipo calha revestida internamente com azulejos;

- Possuirão as respectivas torneiras, sendo espaçadas de 0,60 m nos lavatórios coletivos;

- Serão ligados à rede de esgotos quando houver ou, caso contrário, diretamente ao sumidouro, sem passar pela fossa;

- Deverão ser previstos recipientes para coleta de papeis usados ao lado dos lavatórios.

Vasos sanitários:

- Serão dimensionados na proporção de 01 conjunto para cada grupo de 20 trabalhadores ou fração;

- Serão instalados em gabinetes com um mínimo de 1,00 m², possuindo porta com trinco interno;

- Os gabinetes terão divisórias com altura mínima de 1,80 m e possuirão recipiente com tampa para depósito de papeis usados;

- As peças serão de louça e possuirão sifão;

- Terão caixa de descarga alimentada automaticamente;

- Serão ligados à rede de esgotos, quando houver ou, caso contrário, ao sistema fossa-sumidouro projetado para esse fim.

Mictórios:

- Serão dimensionados na proporção de 01 conjunto para cada grupo de 20 trabalhadores ou fração;

- Serão individuais ou coletivos do tipo calha revestida internamente com azulejos. Neste caso, cada 0,60m corresponderá a um mictório individual;

- Possuirão descarga provocada por caixa ou através registro;

- Ficarão a uma altura máxima de 0,50 m do piso " Serão ligados diretamente a rede de esgotos ou, quando não houver, ao sistema fossa-sumidouro;

- Deverão possuir sifão hidráulico.

Chuveiros:

- Serão dimensionados na proporção de 01 conjunto para cada grupo de 10 trabalhadores ou fração;

- Serão instalados em locais com área mínima de 0,80 m² e altura de 2,10 m do piso;

Serão de metal ou plástico, na forma de unidades individuais ou na forma de unidade coletiva com registros individuais;

Os pisos deverão ser de material antiderrapante ou possuirão estrado de madeira, devendo ter caimento que assegure o escoamento para a rede de esgotos;

Serão ligados à rede de esgotos quando houver ou, caso contrário, diretamente ao sumidouro, sem passar pela fossa;

Junto aos chuveiros deverão ser previstos suporte para sabonete e um cabide para toalha, sendo um para cada unidade;

Todas as unidades do canteiro deverão possuir extintores de incêndio portáteis, colocados em locais de fácil acesso e fácil visualização.

7.2.1.4 Caminho de Serviço

Um caminho de serviço deverá ser executado sobre areia, para acesso aos canteiros de obra e aos pontos de apoio a serem instalados conforme o avanço da obra. Estão previstos 50 m de acesso para cada instalação, com 6 m de largura. Será composto por base de rachão com espessura de 50 cm e travamento em brita, com espessura de 10 cm. Sobre a areia deverá ser instalada uma camada de filtro em geotêxtil RT14.

O caminho de serviço deverá seguir o avanço da obra e o material rachão deverá ser reaproveitado quando da implantação de cada um dos acessos aos pontos de apoio, prevendo ainda patrolamento/nivelamento quando necessário. Os caminhos de serviço aos dois canteiros de obra instalados nas extremidades serão permanentes durante toda a obra, devendo ser removidos ao final da obra.

7.2.2 Sinalização de Segurança

É de responsabilidade da contratada providenciar toda a sinalização de segurança durante a execução de toda obra. Todos os materiais e equipamentos a serem empregados deverão possuir prévia autorização da fiscalização.

Esta sinalização também deverá ser incorporada ao desvio de trânsito quando houver a necessidade de alterar temporariamente a passagem de veículos e pedestres pela praia. Em travessias de pedestres/ciclistas/veículos, a solução deve ser compatibilizada com o Plano de Desvios (barreiras adicionais, cones, placas, iluminação) a ser aprovado pela fiscalização

A sinalização de segurança nos encontros com o sistema viário (diurna e noturna) será composta por cavaletes, cones plásticos, placas indicativas refletivas, considerando a reutilização e tem o objetivo de orientar a circulação de pedestres/ciclistas/veículos (quando aplicável), reduzindo interferências com o canteiro, aumentar a visibilidade e reduzir risco de quedas/atropelamentos, inclusive em baixa luminosidade.

Deverá ser considerado o seguinte padrão de dispositivos:

- ✓ Cones plásticos com faixas retrorrefletivas (mínimo 2 faixas) para utilização em canalização, costura de bloqueio junto aos cavaletes, segregação na praia e reforço de pontos de conflito;
- ✓ Cavaletes tipo "A" com elemento retrorrefletivo para utilização em barreira física principal (interdição total), proteção de extremidade de fechamento e bloqueios secundários;
- ✓ Placas indicativas refletivas padronizadas por tipologia (80x60m):
 - Placa de Advertência: "OBRAS", "ATENÇÃO"

- Placa de Regulamentação: “VIA INTERDITADA”, “PROIBIDO ENTRAR”, “REDUZA A VELOCIDADE”
- Placa de Orientação: “DESVIO” + seta, “SIGA”, “FIM DO DESVIO”
- Placa de pista provisória na praia: “PISTA PROVISÓRIA”, “ATENÇÃO PEDESTRES”, “ATENÇÃO CICLISTAS”, “PISTA COMPARTILHADA/SEGREGADA”, “VELOCIDADE MÁXIMA”.

Para a velocidade limite da via deverá ser instalada pré-sinalização entre 50 m e 100 m antes do ponto de decisão/bloqueio, ajustando por visibilidade (curva, árvores, carros estacionados).

Quantitativos por etapa (1 frente) — PRAIA (desvio ativo 65 m)

- ✓ 60 cones, considerando a distribuição a cada 10 m em trechos retilíneos e 5 m em início/fim/acessos;
- ✓ 10 cavaletes, considerando a distribuição no início e fim do trecho em obra (frente ativa), incluindo reforços;
- ✓ placas refletivas de obras, desvio, velocidade, pedestres/ciclistas, proibido entrar.

Quantitativos por etapa (1 frente) — VIA URBANA

- ✓ 10 cavaletes, sendo 6 a 8 formando a linha contínua de bloqueio no ponto interditado e 2 a 4 para fechar “fugas” laterais imediatas (acesso local, canto de quadra etc.);
- ✓ 35 cones, sendo 15 a 20 na aproximação imediata/organização do fechamento e 15 a 20 para costurar laterais e impedir passagem por “vãos”;
- ✓ 12 Placas refletivas assim distribuídas, 3 placas no pré-bloqueio a montante (“OBRAS”, “VIA INTERDITADA”, “REDUZA A VELOCIDADE”), 3 placas no ponto de bloqueio (“PROIBIDO ENTRAR”, “VIA INTERDITADA”, “DESVIO →”) e 4 placas para orientação variável da rota “DESVIO → / SIGA” alternando entre entrar uma rua antes ou seguir para acesso do desvio da praia, 2 placas de fechamento/retorno conforme a solução local (“FIM DO DESVIO” /orientação de retorno).

Quantitativos para Interdição parcial urbana - quando ocorrer simultaneamente (pontual)

- ✓ 3 cavaletes;
- ✓ 8 cones;
- ✓ 2 placas refletivas (“OBRAS” + “SIGA/ESTREITAMENTO”).

A contratada deverá manter um estoque mínimo para kit móvel reutilizável para cada frente de obra, considerando que pode haver simultaneamente (frente de obra + 1 interdição total urbana + 1 ponto parcial urbano eventual) e realocar tudo a cada avanço. Este estoque deverá prever uma reserva de 30 % referente a perdas devido a condição climática da praia (UV/salitre/vento) e por ser em área pública, sendo composto por:

- ✓ 133 cones, 60 (praia) + 35 (urbano total) + 8 (urbano parcial) + 30 (reserva);
- ✓ 30 cavaletes;
- ✓ 30 placas refletivas;

Esse quantitativo permite seguir cada frente de trabalho considerando reutilização, sem parar por quebra/vento/maresia e sem ficar “no limite” quando precisar reforçar um cruzamento.

A reutilização dos elementos está condicionada aos seguintes critérios:

- ✓ Inspeção diária e após vento forte/chuva;
- ✓ Limpeza programada;
- ✓ Cone: se estiver estável com o refletivo íntegro, devendo ser retirado se tombar fácil, possuir trinca com arestas ou se o refletivo estiver opaco/descolando;
- ✓ Cavalete: se estiver rígido/estável com painel legível, devendo ser retirado de estiver instável ao vento/contato leve ou com estrutura quebrada;
- ✓ Placa: se estiver legível e refletiva sob farol (mesmo sem “trabalho noturno com tráfego”, a interdição pode permanecer à noite), devendo ser retirada se houver perda de refletância, empeno que distorce leitura ou fixação que gira/cede.

O isolamento da área de risco (vala, escavações, reaterro, movimentação de equipamentos, içamento/assentamento de peças) será feita com tela plástica tecida listrada branca e laranja, polietileno monofilado, com 1,20 m de altura, resistente a intempéries e UV compatível com exposição externa durante todo o prazo da obra, sem rasgos, deformações, emendas improvisadas ou perda significativa de cor.

A tela deve ser instalada com montantes/estacas e travamento, de modo a manter continuidade e tensão. Esta estrutura de suporte poderá ser metálico galvanizado, madeira tratada (uso externo), ou polímero/compósito com resistência equivalente. O espaçamento típico entre montantes é de até 2,0 m, reduzindo para até 1,5 m em trechos de curva, expostos a vento, com grande fluxo de pessoas ou próximos a travessias e acessos.

A fixação no solo poderá ser por cravação, engastamento ou lastro desde que garanta estabilidade ao vento e ao contato acidental. Os elementos de fixação da tela na estrutura de suporte poderá ser feita por abraçadeiras/cintas UV-resistentes (ex.: nylon com proteção UV) e/ou arame recozido plastificado, conforme critério de durabilidade.



Figura 36 - exemplos de instalação de tapume de pvc

Serão instaladas duas linhas contínuas de tela, uma em cada lado do eixo/vala/linha da galeria, acompanhando toda a extensão ativa e frentes de serviço. A tela deve delimitar uma faixa operacional compatível com largura de escavação, área de estocagem temporária (quando permitida), circulação de equipamentos, área de içamento/assentamento das galerias e manuseio de peças.

Prever pontos de acesso controlado (portinholas/aberturas) somente onde necessário, com sinalização, fechamento por amarração ou dispositivo específico, controle pela equipe da obra.

A Contratada deve manter a sinalização íntegra e funcional durante toda a obra através de inspeção diária (ou por turno, conforme risco), reaperto de amarrações, substituição de trechos rasgados/desbotados, reposição de montantes soltos e correção de prumo.

Após chuvas fortes, ressacas/vento, ou alteração de frente de serviço, realizar vistoria imediata e correções.

O desvio de trânsito pela praia será executado de forma análoga ao caminho de serviço, sendo considerados 65 m de extensão para cada desvio.



Figura 37 - Referência para desvio pela praia executado no trecho norte

7.2.3 Locação da obra

Esta especificação tem por objetivo fixar as condições e o método de execução dos serviços topográficos para locação e controle geométrico da obra. A locação geral da obra deverá ser feita por profissionais experientes acompanhada de profissional legalmente habilitado, e será indicada no projeto compreendendo o eixo longitudinal e as referências de nível. Todos os materiais para a locação (marcas, balizas, piquetes) devem satisfazer às especificações aprovadas pela fiscalização.

Para a execução deste serviço deverão ser utilizados equipamentos topográficos de precisão, inclusive sistema de nivelamento a laser para controle horizontal, vertical e de alinhamento, bem como seus acessórios. Todo equipamento e pessoal para sua realização deverá ser fornecido pela contratada, antes do início da execução de cada etapa de obra, bem como estar à disposição quando solicitado pela fiscalização, devendo estar de acordo com esta especificação, sem o qual não será dada a ordem para o início do serviço.

Após os serviços preliminares, será procedida a locação da obra seguindo rigorosamente as indicações de projeto ou aquelas apontadas pela fiscalização. Caso seja verificada discrepância, entre

as reais condições do terreno e os elementos do projeto, deverá ser comunicado, por escrito à fiscalização, que providenciará a solução do problema.

Os trabalhos topográficos objetivam a fixação das obras no terreno de acordo com os projetos executivos, estes trabalhos dizem respeito a locação e conferência de cotas das tubulações/galerias a serem assentadas; obras especiais e cadastramento de obras executadas ou remanejadas.

A Contratada deverá dispor de equipe topográfica, com profissionais experientes e instrumentos adequados para os serviços de locação e acompanhamento de obras de canalizações, galerias celulares, tubulações de drenagem e serviços correlacionados.

Quando não existir na RNs área a ser trabalhada, deverá ser feito transporte de cotas com nivelamento e contranivelamento. A Contratada fará a locação da poligonal correspondente ao eixo das tubulações e galerias e marcará os dois bordos das valas a serem abertas. As cotas de fundo das valas deverão ser verificadas de 10 em 10 metros, antes do assentamento da tubulação/galeria, para que sejam obedecidas as cotas de projeto, quer sejam nos trechos planos com em acíves ou declives.

Para o uso de gabarito, as réguas deverão ser colocadas no máximo a 10m uma da outra e a ordem de serviço conterá a numeração das estacas correspondentes ao trecho e a indicação para cada estaca, de todos os elementos necessários à execução dos serviços, como sejam:

- cota do terreno (piquete) (CT)
- cota do projeto (geratriz inferior interna do tubo) (CP)
- cota do bordo superior da régua (CP)
- declividade (i)
- diâmetro (\varnothing)
- altura do gabarito a ser utilizado (G)
- profundidade da geratriz inferior interna do coletor (P)
- altura do bordo superior da régua em relação ao piquete (H)

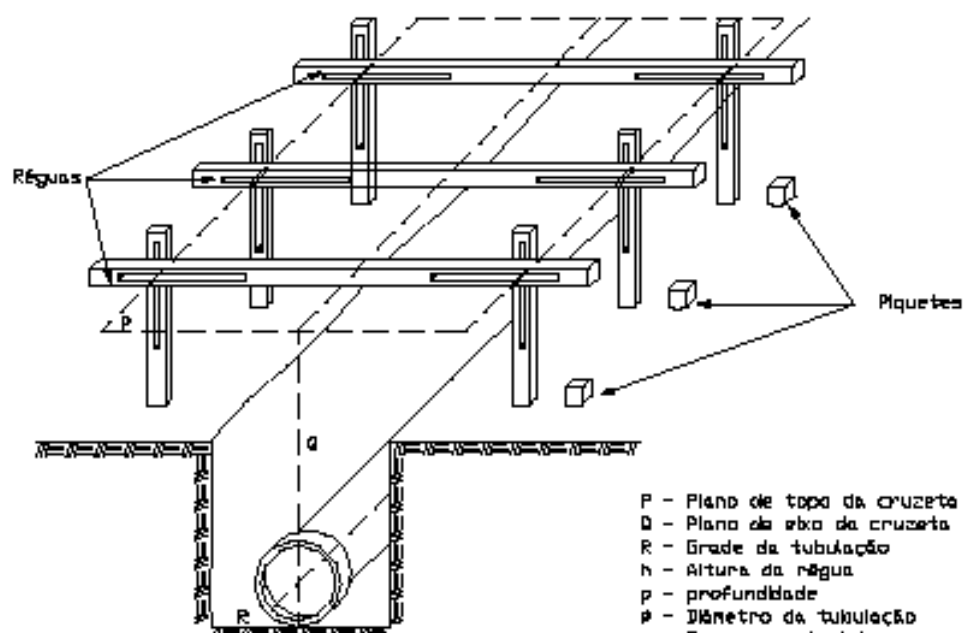


Figura 38 – Esquema básico do gabarito para locação do sistema de drenagem

A contratada deverá colocar no mínimo 4 (quatro) réguas de cada vez, a fim de possibilitar uma imediata verificação por meio de uma linha de visada. Logo após o assentamento da tubulação/galeria, deverá ser feita verificação da cota da geratriz superior da tubulação/galeria, particularmente, nas tubulações de grande diâmetro. A verificação dessas cotas indicará possíveis recalques da tubulação, possibilitando assim, quando for o caso, as correções necessárias.

Todas as obras subterrâneas encontradas e que não constam dos cadastros ou desenhos fornecidos a Contratada, deverão ser locadas e cadastradas pela equipe de topografia. Os trabalhos topográficos efetuados pela Contratada serão verificados pela Fiscalização e aqueles encontrados fora das tolerâncias estabelecidas serão obrigatoriamente refeitos.

Antes de iniciar a escavação, a contratada fará a pesquisa de interferências no local juntamente com o pessoal das concessionárias, a fim de confirmar o posicionamento correto das utilidades mostradas nos desenhos de projeto.

Uma vez locado e nivelado o eixo da tubulação e colocadas estacas de amarração e RN fora da área de trabalho, será iniciada a escavação para o assentamento dos tubos e galerias, a ser efetuada de acordo com as dimensões e detalhes indicados no projeto.

Concluída a locação, a fiscalização procederá as verificações e aferições que julgar oportunas. Somente após a aprovação da locação pela fiscalização, a contratada poderá dar continuidade aos serviços. A contratada será responsável por qualquer erro na locação, que importe em discordância com o projeto.

A constatação de erro na locação da obra, em qualquer tempo, implicará na obrigação da contratada, por sua conta e prazo estipulado, proceder a modificações, demolições e reposições que forem necessárias.

7.3 REMOÇÕES, DEMOLIÇÕES E RELOCAÇÕES

7.3.1 Remoções e demolições

Em toda a área de intervenção, os serviços constantes na planilha orçamentária, devem ser removidos mecanicamente/manualmente para permitir as intervenções necessárias para implantação das obras.

Poderão ser empregados os seguintes equipamentos:

- a) martelletes e rompedores pneumáticos;
- b) compressores de ar;
- c) motoniveladora pesada com escarificador;
- d) retroescavadeiras e pás carregadeiras;
- e) ferramentas manuais: alavancas, picaretas, etc.

Esta operação deverá ser executada de molde a evitar danos a infraestruturas existentes, bem como das adjacências à área de intervenção.

A execução compreenderá a completa demolição e remoção dos itens elementares da planilha orçamentária, reduzindo-se as placas a tamanhos compatíveis para o manuseio manual e/ou de maquinário, depositando-os em montes para o posterior carregamento.

Os materiais reaproveitáveis, deverão ser transportados até local destinado pela Fiscalização.

O material retirado/demolido deverá ser transportado para bota-fora licenciado a ser definido pela fiscalização.

Os materiais removidos/demolidos deverão ter destinação adequada conforme plano de gerenciamento de resíduos a ser elaborado pela contratante e aprovado pela fiscalização.

Para o transporte, devem ser empregados caminhões-caixa convencionais, estando compreendida a carga e descarga manuais em local determinado pela fiscalização.

7.3.2 Relocação de infraestrutura

Os elementos reaproveitáveis, assim como mobiliários urbanos indicados para remoção, obsoletos de utilização após a concepção do novo espaço da área, devem ser removidos seguindo o protocolo de segurança da concessionária da rede de água e energia, considerando a interrupção do abastecimento de água e do desligamento prévio do abastecimento de eletricidade no sistema objeto de remoção.

Todos os equipamentos e itens de rede de água e esgoto deverão ser removidos com a supervisão da EMASA. Os serviços nas vias onde estão instaladas redes de gás, deverão ser acompanhados por técnicos da SC-GÁS. Para reutilização pela prefeitura (poder público), esta será responsável, pela mobilização da equipe de carga e descarga de todo material, assim como o transporte até depósito para estocagem.

As relocações deverão ser executadas em local indicado pela fiscalização.

7.4 MOVIMENTAÇÃO DE SOLO

7.4.1 Escavação mecanizada

As valas deverão ser escavadas segundo a linha de eixo locada, respeitando o alinhamento e cotas indicados no projeto e/ou determinações da Fiscalização. A escavação compreenderá a remoção de qualquer material abaixo do revestimento do pavimento até as linhas e cotas especificadas no projeto e ainda a carga, transporte e descarga do material excedente (não utilizado no reaterro) nas áreas e depósitos previamente aprovados pela Fiscalização.

A escavação deverá ser mecânica, sendo possível a execução de escavação manual em função das interferências existentes, a critério da Fiscalização. A extensão máxima de abertura de vala deverá observar as limitações do local de trabalho, condições de produção da Contratada nas operações de assentamento, reaterro, etc.

Visto que as obras são usualmente localizadas em áreas de passagem pública, deverão ser observados os aspectos de segurança dos transeuntes e veículos. Os locais de trabalho deverão ser

sinalizados, de modo a preservar a integridade tanto do público em geral, como dos operários e equipamentos utilizados. Deverão ser definidos e mantidos acessos alternativos, evitando-se a total obstrução da passagem de pedestres e/ou veículos, quando possível. Quando a escavação em terreno de boa qualidade tiver atingido a cota indicada no projeto, deverá ser feita a regularização e limpeza do fundo da vala.

Em especial no primeiro metro de profundidade da escavação, esta deverá ser realizada cuidadosamente para identificação e proteção de interferências não assinaladas no projeto. Todas as interferências localizadas deverão ser identificadas e cadastradas, atualizando-se os desenhos de projeto. Deverão ser seguidas as orientações da Fiscalização para escoramento e/ou remanejamento das interferências localizadas.

7.4.2 Reaterro de escavação

Durante as escavações e a critério da fiscalização, o material poderá ser avaliado e considerado próprio ou impróprio para reutilização. Neste projeto, devido a características previamente conhecidas do solo da área de intervenção, o reaterro está considerando 100% de material reaproveitado da escavação.

Fica a cargo da fiscalização, durante as obras de movimentação de terra, apontar outros eventuais trechos que possam ter o material de escavação que possa ser reaproveitado na obra. O reaterro somente poderá ser feito com material reaproveitado da escavação, aqueles que possuam boas características de suporte (preferencialmente arenoso), a critério da fiscalização.

Utilizado material arenoso como reaterro, o mesmo será adensado hidraulicamente após verificar-se a estanqueidade do sistema de galerias. O aterro será iniciado com o espalhamento de camadas de espessura máxima de 20cm sobre a laje do bueiro e junto às paredes, compactadas com compactador manual “sapo mecânico”, tomando-se cuidado para não danificar as peças concretadas. Para situações em que a espessura da camada de reaterro for menor ou igual a 60 cm, este processo com compactação manual deverá ser contínuo.

Para situações com espessura de reaterro maior que 60 cm, o processo manual com sapo mecânico será contínuo até atingir 60cm acima da laje, e após esta espessura, poderá ser seguido de espalhamento e compactação mecânicos

7.4.3 Deposição lateral de areia e espalhamento

No trecho em que a galeria será implantada na orla da praia, onde o solo predominante é a areia, o material excedente dos serviços de escavação e reaterro para implantação das galerias deverá ser depositado lateralmente a vala com posterior espalhamento mecânico da areia na própria praia. É responsabilidade da Fiscalização avaliar o material excedente para aprovar sua deposição lateral, ou determinar o transporte até o bota-fora licenciado.

7.4.4 Limpeza de areia

Deverá ser executada limpeza da areia para remoção de detritos de obra considerando os seguintes serviços:

- ✓ Catação manual de resíduos graúdos, removendo madeira, plásticos, arames, vergalhões, pedaços de concreto, embalagens, cintas, etc.;
- ✓ Rasteamento/varrição pesada da faixa de assentamento e entorno (zona de reaterro), removendo fragmentos visíveis.

Após a conferência visual, a área deverá ser liberada para execução e limpeza fina. Esta limpeza poderá, a critério da fiscalização do contrato, ser executada com rastelo, escavadeira com pá peneira e peneiramento com máquina higienizadora de areia (Figura 39). O objetivo deste serviço é remover resíduos de construção com mínima perda de areia. Areia só deve ser removida junto quando inevitavelmente contaminada/misturada, e nesse caso tratar como material a destinar.



Figura 39 - Exemplos de máquina higienizadora de areia

Os resíduos deverão ser segregados com retroescavadeira, pá-carregadeira ou minicarregadeira, conforme mobilidade na areia, ou manuseio manual controlado com recipientes fechados (classe D).

O transporte dos resíduos será feito conforme item 7.3, destinando em local licenciado ou definido pela fiscalização, mantendo os comprovantes.

O reaterro/deposição lateral de areia não será iniciado sem a conclusão da limpeza grossa e fina, retirada dos resíduos da frente e aceite formal da fiscalização/engenharia.

7.4.5 Transporte do material excedente

É responsabilidade da empresa contratada o transporte do material escavado excedente até um bota fora licenciado, bem como o pagamento de todas as taxas recorrentes. Para esta obra, o bota-fora licenciado mais próximo está localizado a um DMT de 18 km. Fica a critério da Contratada, desde que ocorra a prévia autorização da Fiscalização, transportar o material excedente para outro bota-fora, desde que sea licenciado.

Será transportado para o bota-fora apenas o material que não for utilizado para o reaterro das valas e com a autorização da Fiscalização. Os caminhões deverão apresentar boa vedação e boa

capacidade de carregamento, devendo atender às normas e horários estipulados pelos órgãos competentes do Município.

7.4.6 Escoramento metálico de vala tipo blindagem

Em função desse tipo de escoramento não ser montado no local, como os demais, necessita alguns cuidados adicionais, tanto na sua instalação como na sua movimentação diária. Para tanto, devem ser obedecidos os critérios e limitações a seguir apresentados:

- ✓ O escoramento metálico tipo blindagem (gaiola metálica), é constituído de chapas e perfis metálicos, criando um espaço dentro da vala que possibilite o desenvolvimento de todos os trabalhos pertinentes ao assentamento da canalização (tubos e galerias), atendendo as normas de segurança;
- ✓ A largura do escoramento deve ser compatível com às larguras de vala estabelecidas nas seções tipo do projeto, uma vez que o memorial quantitativo do projeto considera estas larguras para efeito de orçamentação. Eventuais escavações adicionais para a instalação do escoramento ou para sua movimentação ou retirada, correm por conta da contratada;
- ✓ A altura máxima admitida para a caixa é de 3,50 metros, conforme desenho esquemático apresentado a seguir. Como medida complementar de segurança, devem ser utilizadas chapas metálicas nas extremidades da caixa, de forma a garantir que o aterro já executado não afete os trabalhos em execução e para proteção do trabalhador que faz os serviços de instalação da tubulação;
- ✓ Quando do deslocamento deste sistema de escoramento, devem ser tomados todos os cuidados para que não se afete a tubulação ou galeria já assentada. Para tanto o deslocamento da caixa jamais pode ser efetuado com movimento horizontal no nível de assentamento da tubulação, e sim primeiramente com movimento vertical até no mínimo de 30cm acima da geratriz superior externa da tubulação, para posterior deslocamento horizontal;
- ✓ O dimensionamento desse sistema de escoramento depende do tipo de solo e das dimensões da vala, sendo de responsabilidade da Contratada o detalhamento das peças, de modo a garantir a estabilidade da vala e a segurança dos operários;
- ✓ A profundidade máxima de vala permitida para utilização de escoramento metálico tipo caixa é de 5,0 metros. Para esta profundidade máxima, tendo em vista que a caixa está limitada a 4,0 metros de altura, sendo admitido rampeamento das laterais da vala em talude de 1:1, sendo que a medição do escoramento considera a profundidade total da vala, não sendo desta forma medida a escavação adicional e nem o respectivo movimento de terra referente ao rampeamento;

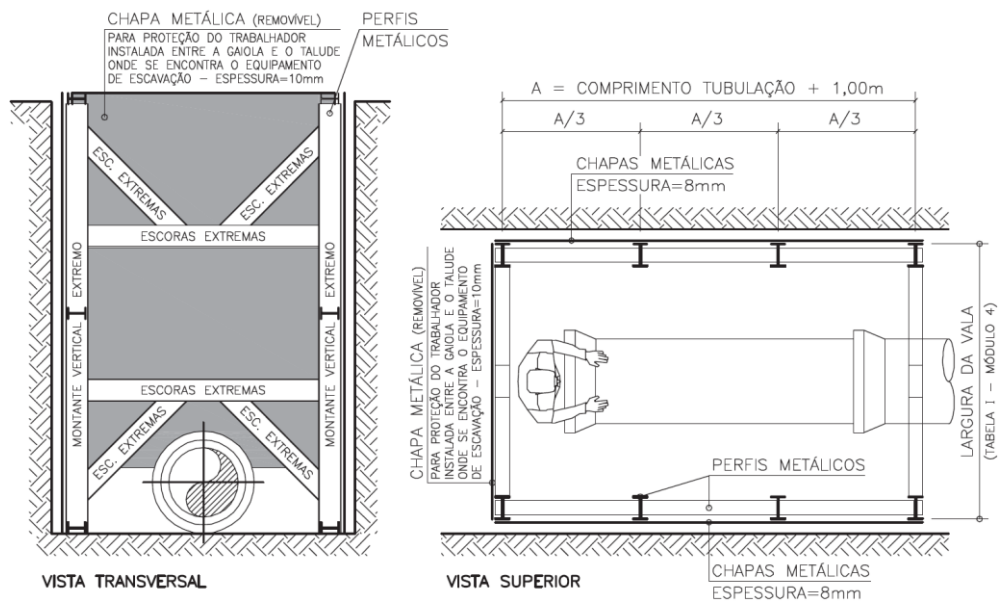


Figura 40 – Detalhe em planta do escoramento metálico tipo blindagem (gaiola)

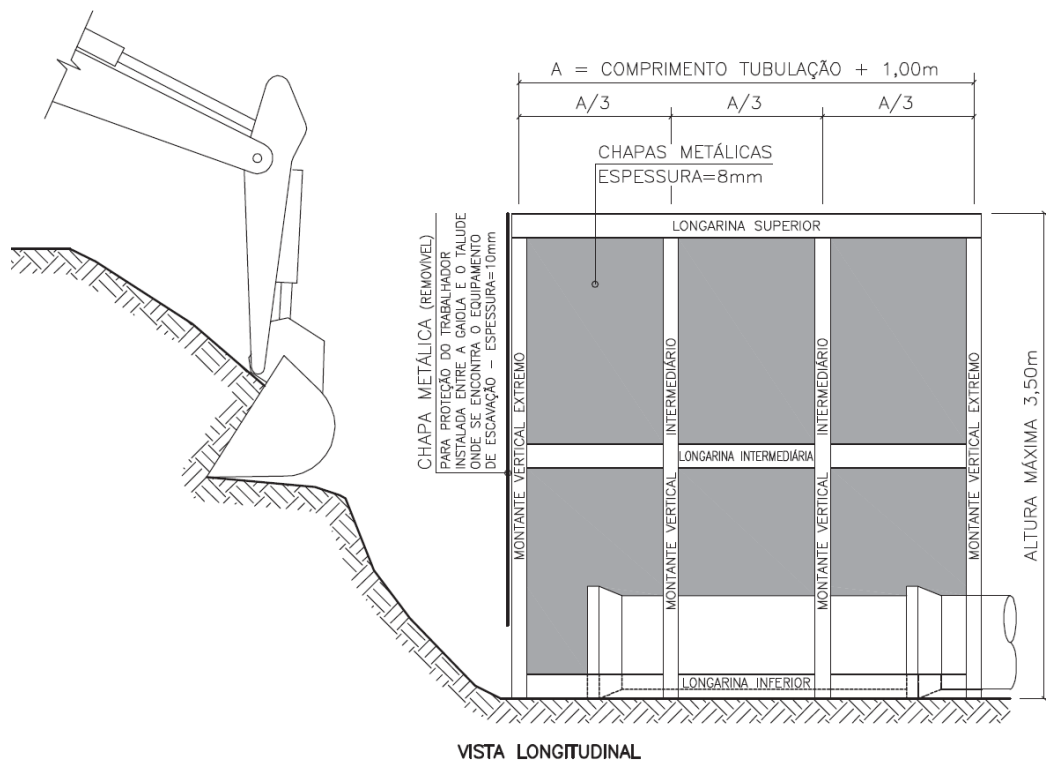


Figura 41 – Detalhe em corte do escoramento metálico tipo blindagem (gaiola)

Observação: caso seja proposta a utilização de outro tipo de escoramento metálico industrializado, distinto dos estabelecidos neste memorial, o mesmo deve ser apresentado à fiscalização para sua devida aprovação, sendo que a sua medição se enquadra no tipo de escoramento

mais similar, dentre os apresentados nos elementos de licitação no caso de contratação a regime de preços unitários, e no caso de regime de preço global, sem ônus à Contratante.

7.4.7 Rebaixamento do lençol freático

Os materiais e equipamentos mínimos recomendados para execução do serviço são os seguintes:

- ✓ Bombas;
- ✓ Equipamentos para perfuração;
- ✓ Ferramentas manuais;
- ✓ Fonte de energia elétrica;
- ✓ Tubos de PVC.

As seguintes responsabilidades e autoridades deverão ser observadas na obra:

- ✓ Oficiais (pedreiros e carpinteiros) e ajudantes: Realizar as operações conforme as instruções recebidas do Encarregado e/ou Engenheiro.

Engenheiros, Técnicos e/ou Encarregados: Determinar e início e interrupção de atividades sob quaisquer motivos, garantir que os processos sejam executados conforme planejados, garantir que as atividades sejam executadas com a preservação do meio ambiente, segurança e saúde dos trabalhadores.

Os trabalhadores, inclusive terceirizados, somente após o treinamento é que podem exercer as tarefas e atividades que envolvem os procedimentos de qualidade, proteção ao meio ambiente, saúde e segurança ocupacional. As atividades são executadas pelo pessoal de produção com a supervisão e inspeção do encarregado e/ou engenheiro.

Sistema de Rebaixamento de Nível D'água consiste na instalação e operação de ponteiras filtrantes e de equipamentos para rebaixar o nível do lençol de água para uma cota definida, em uma determinada área, durante o período de execução da obra.

O Rebaixamento com Ponteiras Filtrantes consiste na cravação de ponteiras ao longo de um segmento, na instalação de tubos coletores de passagem da água captada e de um sistema composto de bomba de vácuo, cilindro receptor e bomba centrífuga, e operação do sistema. Devem ser captadas e bombeadas as águas do subsolo adjacente às escavações, que deverão ser mantidas secas através de sistema adequado de rebaixamento do lençol freático.

Este sistema de rebaixamento deve ser executado de maneira a poder funcionar com total eficiência até a execução das obras e reaterro acima da cota prevista. O projeto do sistema de rebaixamento deve ser elaborado pelo engenheiro responsável pela instalação do sistema, bem como as adequações necessárias durante o período de instalação e de operação.

As instalações de bombeamento para o rebaixamento do lençol, uma vez instaladas, funcionarão sem interrupção (24 horas por dia) até o término do serviço. Não será permitida a interrupção do funcionamento dos sistemas sob a alegação de nenhum motivo, nem nos períodos

noturnos ou de feriados, mesmo que nos respectivos intervalos de tempo nenhum outro serviço seja executado na obra.

Nos locais onde a obra estiver sendo mantida seca através do bombeamento ou rebaixamento do lençol freático, as operações de bombeamento cessarão gradativamente, de maneira que o nível piezométrico seja sempre mantido, pelo menos, meio metro abaixo da cota superior atingida pelo aterro.

Para evitar o deslocamento dos tubos pela subpressão das águas subterrâneas as instalações de rebaixamento do nível destas somente poderão ser desligadas após completo aterro das valas. Deverão estar disponíveis geradores aptos a compensar a falta ou insuficiência eventual de energia elétrica.

O sistema especificado de rebaixamento com ponteiras filtrantes consiste:

- ✓ Na cravação de ponteiras filtrantes, do tipo "Well-Points", colocadas no interior de poços de pequeno diâmetro ao longo de cada lado das valas;
- ✓ Na instalação de tubos coletores de passagem do fluido captado pelas ponteiras;
- ✓ Na instalação de um sistema composto de bomba de vácuo, cilindro receptor e bomba centrífuga;
- ✓ Este sistema trata-se de um conjunto de ponteiras, pouco espaçadas entre si, geralmente ligadas por uma única tubulação a um sistema de sucção que deve comprovar eficiência;
- ✓ O sistema "WELL-POINT", consiste na colocação de ponteira filtrante em profundidade adequada no lençol d'água para levá-lo a um nível inferior à zona mais profunda da escavação, evitando-se assim, o colapso dos taludes das valas encharcadas;
- ✓ Deve ser garantida a realização do trabalho a seco, sem ocorrência de carreamento de material para dentro das valas, deixando o solo coeso e com as mesmas características primitivas de resistência;
- ✓ As ponteiras serão cravadas dos dois lados da vala, através de jateamento direto de água utilizando-se bomba de alta pressão ou por perfuração rotativa, a depender das características do solo local;
- ✓ Em certos casos torna-se necessário a utilização a execução de um pré-filtro, que consiste na cravação de tubos de PVC, encamisando as ponteiras, que, no caso, ficam revestidas com cascalho ou brita e areia grossa lavada, devendo ficar as ponteiras 30 cm acima do início do encanamento. Essa solução pode ser adotada para melhorar o rendimento do conjunto de rebaixamento devido a presença de estratos de argila ou solo de baixa permeabilidade;
- ✓ O funcionamento do sistema só pode ser desativado quando concluído o assentamento e garantido sua fixação através do reaterro, a fim de evitar o levantamento dos tubos;
- ✓ O nível de rebaixamento deverá ser no mínimo 30 cm abaixo da fundação da obra e deverá ser controlado por piezômetros convenientemente instalados;
- ✓ A sequência de instalação de um sistema de rebaixamento, após definido o dimensionamento preliminar, é a seguinte:

- a) Retirada de pavimentação, se houver;
 - b) Cravação do tubo piezométrico;
 - c) Após o equilíbrio do lençol verifica-se o nível do lençol no tubo piezométrico (indicador) e o nível da fundação da obra, obtendo-se desta forma a necessidade de rebaixamento;
 - d) Cravação das ponteiros filtrantes através de jateamento de água sob pressão (caminhão pipa ou reservatório, bomba, mangueira flexível e tubo de cravação) ou através de perfuração rotativa;
 - e) Instalação do coletor geral ou barrilete geral ao qual as ponteiros filtrantes são interligadas através de mangotes flexíveis e transparentes;
 - f) Instalação do conjunto de rebaixamento ao qual o barrilete é interligado;
 - g) Início de operação do sistema;
 - h) Verificação visual do eficiente funcionamento de todas as ponteiros.
- ✓ O rebaixamento deve ser iniciado aproximadamente três horas antes do começo dos trabalhos.

7.5 FORNECIMENTO DE GALERIAS PRÉ-FABRICADAS

Aquisição de galerias celulares de concreto armado pré-fabricadas, conforme especificação da Norma Brasileira ABNT NBR 15396 - Aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-fabricadas – Requisitos e métodos de ensaios.

Aduela de Concreto Armado Pré-fabricada 1,5x1,5m:

- ✓ Seção simples fechada em peça única (BSCC);
- ✓ Dimensões internas da célula 1,5x1,5m;
- ✓ Comprimento útil mínimo de cada peça: 1,00m;
- ✓ Espessura mínima das paredes e lajes: 15cm
- ✓ Tipo de encaixe macho / fêmea;
- ✓ Furos laterais nas peças D=75mm (observar imagem abaixo)
- ✓ Resistência estrutural necessária (fck mínimo 40 MPa);
- ✓ Aterro sobre a galeria 0,20 a 1,50m;
- ✓ Tráfego Classe 45;

Aduela de Concreto Armado Pré-fabricada BSCC 2,0x1,0m:

- ✓ Seção simples fechada em peça única (BSCC);
- ✓ Dimensões internas da célula 2,0x1,0m;
- ✓ Comprimento útil mínimo de cada peça: 1,00m;

- ✓ Espessura mínima das paredes e lajes: 15cm
- ✓ Tipo de encaixe macho / fêmea;
- ✓ Furos laterais nas peças D=75mm (observar imagem abaixo)
- ✓ Resistência estrutural necessária (fck mínimo 40 MPa);
- ✓ Aterro sobre a galeria 0,20 a 1,50m;
- ✓ Tráfego Classe 45;

Aduela de Concreto Armado Pré-fabricada BSCC 2,0x1,5m:

- ✓ Seção simples fechada em peça única (BSCC);
- ✓ Dimensões internas da célula 2,0x1,5m;
- ✓ Comprimento útil mínimo de cada peça: 1,00m;
- ✓ Espessura mínima das paredes e lajes: 15cm
- ✓ Tipo de encaixe macho / fêmea;
- ✓ Furos laterais nas peças D=75mm (observar imagem abaixo)
- ✓ Resistência estrutural necessária (fck mínimo 40 MPa);
- ✓ Aterro sobre a galeria 0,20 a 1,50m;
- ✓ Tráfego Classe 45;

Aduela de Concreto Armado Pré-fabricada BSCC 3,0x1,0m:

- ✓ Seção simples fechada em peça única (BSCC);
- ✓ Dimensões internas da célula 3,0x1,0m;
- ✓ Comprimento útil mínimo de cada peça: 1,00m;
- ✓ Espessura mínima das paredes e lajes: 20cm
- ✓ Tipo de encaixe macho / fêmea;
- ✓ Furos laterais nas peças D=75mm (observar imagem abaixo)
- ✓ Resistência estrutural necessária (fck mínimo 40 MPa);
- ✓ Aterro sobre a galeria 0,20 a 1,50m;
- ✓ Tráfego Classe 45;

Aduela de Concreto Armado Pré-fabricada BSCC 3,0x1,5m:

- ✓ Seção simples fechada em peça única (BSCC);
- ✓ Dimensões internas da célula 3,0x1,5m;
- ✓ Comprimento útil mínimo de cada peça: 1,00m;
- ✓ Espessura mínima das paredes e lajes: 20cm
- ✓ Tipo de encaixe macho / fêmea;
- ✓ Furos laterais nas peças D=75mm (observar imagem abaixo)
- ✓ Resistência estrutural necessária (fck mínimo 40 MPa);

- ✓ Aterro sobre a galeria 0,20 a 1,50m;
- ✓ Tráfego Classe 45;

Aduela de Concreto Armado Pré-fabricada BSCC 3,0x2,0m:

- ✓ Seção simples fechada em peça única (BSCC);
- ✓ Dimensões internas da célula 3,0x2,0m;
- ✓ Comprimento útil mínimo de cada peça: 1,00m;
- ✓ Espessura mínima das paredes e lajes: 20cm
- ✓ Tipo de encaixe macho / fêmea;
- ✓ Furos laterais nas peças D=75mm (observar imagem abaixo)
- ✓ Resistência estrutural necessária (fck mínimo 40 MPa);
- ✓ Aterro sobre a galeria 0,20 a 1,50m;
- ✓ Tráfego Classe 45;

Observação: Para as galerias duplas, tipo BDCC, deverão ser utilizadas duas linhas de galerias simples (BSCC) de mesma seção, instaladas lado a lado.

As aduelas de concreto deverão ser testadas segundo as especificações da Norma citada no neste caderno, na fábrica por laboratório credenciado pelo Inmetro, na presença do inspetor da Contratante ou órgão/empresa por ele credenciado e as despesas decorrentes serão de responsabilidade da Contratada.

As aduelas de concreto encomendadas estarão sujeitas a inspeção e demais análises de qualidade por parte da Contratante ou órgão/empresa por ele credenciado, a qualquer tempo da fabricação.

Serão de responsabilidade da Contratante somente as despesas com o inspetor que decorrerem de inspeções de lotes de bens efetivamente liberados para entrega. Toda e qualquer despesa de inspeção não atribuível a esse título, será de responsabilidade da Contratada.

A Contratada deverá colocar à disposição da Contratante ou órgão/empresa por ele credenciado seus equipamentos, laboratórios e demais facilidades para o cumprimento do previsto nesta Cláusula, conforme roteiro a ser estabelecido.

A Contratada deverá apresentar ao comprador a memória de cálculo do projeto estrutural das aduelas de concreto.

Juntamente com a entrega das peças, a Contratada deverá recolher a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) do projeto estrutural e fabricação das aduelas de concreto e entregar uma cópia a Contratante e/ou Fiscalização da obra. Mesmo no caso de terem sido os bens objeto de inspeção ou testes, a aceitação dar-se-á após o recebimento, com a amostragem dos lotes e realização dos ensaios conforme a Norma 15396.

A Contratada será obrigada a aceitar às suas expensas, os bens rejeitados por ocasião do recebimento, os quais não serão considerados para efeito de Entrega. Os bens entregues com características diferentes da Especificação Técnica, ou em excesso ao encomendado, serão

devolvidos, correndo os tributos, fretes e demais despesas decorrentes da devolução por conta da Contratada.

Caso a qualidade dos materiais não corresponda às especificações do Edital, os mesmos serão recusados e a Contratada deverá providenciar sua remoção imediatamente, sob pena de perda do material após 20 (vinte) dias úteis.

As especificações de materiais não expressamente declaradas neste Edital deverão obedecer às Normas Técnicas pertinentes. Durante o recebimento das peças será solicitada a presença do engenheiro responsável pela execução da obra para avaliação e aceitação das peças antes do início do assentamento.

As galerias de concreto armado pré-fabricadas deverão ser entregues no local da obra (locais pré-estabelecidos pela fiscalização) ou em local definido pela Contratante (também no município de Balneário Camboriú).

O transporte até o local definido, a descarga e o empilhamento das peças nos locais determinados pela Contratante fazem parte do serviço contratado.

7.6 ASSENTAMENTO DAS GALERIAS PRÉ-FABRICADAS

7.6.1 Assentamento

Galerias são dispositivos destinados à condução dos deflúvios que se desenvolvem na plataforma da via, através de canalizações subterrâneas, integrando o sistema de drenagem ao sistema urbano, de modo a permitir a livre circulação de veículos. O uso de pré-moldados visa aumentar a produtividade da obra, reduzindo o tempo de execução nas vias públicas e a exposição da população aos transtornos causados pela obra.

As galerias celulares de concreto deverão ser locadas de acordo com os elementos especificados no projeto. Para melhor orientação das profundidades e declividade da canalização recomenda-se a utilização de gabaritos para execução dos berços e assentamento através de cruzetas. Os bueiros devem dispor de seção de vazão capaz de permitir o escoamento seguro dos deflúvios, o que representa atender às descargas de projeto calculadas para períodos de recorrência preestabelecidos.

Para escoamento seguro e satisfatório o dimensionamento hidráulico deverá considerar que o bueiro desempenha sua função com velocidade de escoamento adequada, cuidando-se ainda evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no corpo estradal, como na própria tubulação e dispositivos acessórios.

Quando houver a solicitação por parte da construtora de executar alguma abertura adicional nas peças, (por exemplo, ligações de microdrenagem e pontos de acesso para manutenção), esses serviços deverão ser previamente comunicados e aprovados pela fiscalização.

Para implantação dos bueiros torna-se necessária a uniformização das condições de resistência das fundações, conseguida com a execução de camada preparatória de embasamento, com 30 cm de espessura, utilizando pedra de mão ou rachão.

Para o rejuntamento entre as peças da canalização deverá ser utilizada argamassa de cimento e areia no traço 1:3, em massa, alisada a desempenadeira. Nas juntas externas entre as peças pré-fabricadas deverá ser aplicada manta de geotêxtil não tecido agulhado de filamentos contínuos 100% poliéster RT 14, com largura e mínima de 40cm, inclusive sobreposições.

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação dos bueiros e compatíveis com os materiais utilizados nas obras de arte correntes, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares. Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- a) Caminhão basculante;
- b) Caminhão de carroceria;
- c) Betoneira ou caminhão betoneira;
- d) Motoniveladora;
- e) Pá carregadeira;
- f) Rolo compactador metálico;
- g) Retroescavadeira valetadeira;
- h) Guincho ou caminhão com grua ou Munck;
- i) Serra elétrica para formas;
- j) Vibradores de placa ou de imersão.

Para execução dos bueiros celulares de concreto deverão ser cumpridas as seguintes etapas:

- ✓ Locação da obra;
- ✓ Escavação da vala, escoramento e esgotamento;
- ✓ Regularização do fundo da vala, antes da execução do berço.
- ✓ Execução da base com pedra de mão (berço).

A declividade longitudinal das galerias deverá ser contínua e somente em condições excepcionais, desde que previsto no projeto serão permitidas descontinuidades no perfil dos bueiros, adotando-se declividade adequada para que não ocorra erosão das paredes e do fundo da canalização.

Havendo necessidade de aterro para que se alcance a cota de assentamento, o lançamento do material será feito em camadas com espessura máxima de 20cm, sendo exigida a compactação mecânica por compactadores manuais, placa vibratória ou compactador de impacto, garantindo o grau de compactação satisfatório e a uniformidade de apoio para a execução do berço.

Caso o terreno não apresente resistência adequada à fundação da estrutura serão realizados trabalhos de reforço que poderão envolver: cravação de estacas, substituição de material, melhoria do solo com mistura, etc. Nesse caso, consultar o projetista para que seja avaliada a melhor alternativa técnica.

7.6.2 Sequência construtiva para assentamento das galerias

O assentamento das galerias no Trecho Sul deverá iniciar **obrigatoriamente** pela jusante do escoamento pluvial (Estaca 217+11,30m junto ao Rio Camboriú), seguindo a ordem crescente do estaqueamento do projeto de macrodrenagem até a Estaca 120+3,0m na esquina com a Rua 2000.

- 1) Implantação das galerias do **Trecho 18**
- 2) Implantação das galerias do **Trecho 17**
- 3) Interligação com a galeria existente na Rua 3900
- 4) Implantação das galerias do **Trecho 16**
- 5) Implantação das galerias do **Trecho 15**
- 6) Implantação das galerias do **Trecho 14**
- 7) Implantação das galerias do **Trecho 13**
- 8) Implantação das galerias do **Trecho 12**
- 9) Implantação das galerias na Rua 2900
- 10) Implantação das galerias do **Trecho 11**
- 11) Implantação das galerias na Rua 2500
- 12) Implantação das galerias do **Trecho 10**
- 13) Implantação das galerias na Rua 2400
- 14) Implantação das galerias do **Trecho 09**

7.6.3 Base de pedra de mão

Para implantação das galerias celulares torna-se necessária a uniformização das condições de resistência das fundações, conseguida com a execução de camada preparatória de embasamento, com no mínimo 30 cm de espessura após a regularização e compactação, utilizando pedra de mão ou rachão.

7.6.4 Camada drenante

Serão executadas em ambas as laterais das galerias. Serão compostas por uma camada de brita N.2 envolvida em manta de geotêxtil, com tubulações em PVC, igualmente espaçadas, que perfuram a galeria, permitindo o escoamento da água.

A Norma "Geotêxtil - Instalação em Trincheiras Drenantes" estabelece dois níveis de solicitação típicos, para os quais são fixados critérios de alongamento, resistência à tração e funcionamento dos geotêxtis.

Os níveis estabelecidos na Norma são os seguintes:

- a) nível I de solicitação - relativo a trincheiras pouco profundas (< 1m), terreno bem regularizado, agregado pouco contudente e compactação leve,
- b) nível II - quando pelo menos uma das solicitações do nível I não se verificar.

Como a camada drenante será instalada no fundo da galeria, com profundidade maior que 1,00m, deverá ser instalado um geotêxtil que atenda aos seguintes requisitos:

Nível II: resistência à tração na direção de menor resistência de 14kN/m e resistência ao puncionamento de 2,6kN).

7.7 CAIXAS DE DRENAGEM MOLDADOS NO LOCAL

As Caixas de Passagem, Inspeção ou Compensação, Extravadores e Dissipadores de Energia do sistema de Macro drenagem projetado, serão moldadas in-loco, compostas por lajes e paredes em concreto armado, atendendo as estas especificações. Opcionalmente e às expensas da contratada, as caixas poderão ser pré-moldadas, desde que atendidos os critérios de capacidade estrutural, estanqueidade, cotas hidráulicas, encaixes com as galerias, aberturas, entradas laterais e chaminé de inspeção com tampa.

As formas para concretagem das peças estruturais em concreto armado, deverão estar dentro das seguintes especificações:

- ✓ Chapa de madeira compensada resinada, espessura mínima de 18 mm, plastificada a ser utilizadas para a execução das fôrmas da estrutura das vigas, pilares e lajes;
- ✓ Utilização de forma perdida para as faces em contato com o solo;
- ✓ Tábuas e sarrafos de pinho, espessura mínima de 2,5cm, brutas ou aparelhadas, sem nós frouxos para execução de blocos de coroamento e sapatas;
- ✓ Pontaletes de madeira maciça de 3ª para construção, dimensões mínimas de 7,5 x 7,5cm e outras dimensões para travamento das formas.

Todas as estruturas, devem ser executadas, tomando os devidos cuidados para que as formas e a concretagem resultem em condições do elemento ser aceito sem a execução de reboco (camada de acabamento), evitando o empeno de formas (desalinhamento) bem como a abertura, vazios de concretam (bicheiras), ferragens e arames de amarração aparentes, etc.

As fôrmas devem estar de acordo com o projeto executivo de estrutura e as normas da ABNT. A execução das fôrmas e seus escoramentos devem garantir nivelamento, prumo, esquadro, paralelismo, alinhamento das peças e impedir o aparecimento de ondulações na superfície do concreto acabado. A Construtora deve dimensionar os travamentos e escoramentos das fôrmas de acordo com os esforços e por meio de elementos de resistência adequada e em quantidade suficiente, considerando o efeito do adensamento. As cotas e níveis devem obedecer, rigorosamente, o projeto executivo de estrutura.

Os furos para passagem de tubulações nos elementos estruturais devem ser assegurados com o emprego de buchas, caixas ou pedaços de tubos nas fôrmas, de acordo com o projeto de estrutura e de instalações; nenhuma peça pode ser embutida na estrutura de concreto senão aquelas previstas em projeto, ou, excepcionalmente, autorizada pela fiscalização.

Pontaletes com mais e 3m de altura devem ser contraventados para impedir a flambagem. As fôrmas plastificadas devem propiciar acabamento uniforme à peça concretada, especial mente nos

casos do concreto aparente; as juntas entre as peças de madeira devem ser vedadas com massa plástica para evitar a fuga da nata de cimento durante a vibração.

Nas fôrmas de tábua maciça, deve ser aplicado, antes da colocação da armadura, produto desmoldante destinado a evitar aderência com o concreto. Não pode ser usado óleo queimado ou outro produto que prejudique a uniformidade de coloração do concreto. As fôrmas de tábua maciça devem ser escovadas, rejuntadas e molhadas, antes da concretagem para não haver absorção da água destinada à hidratação do concreto.

Só é permitido o reaproveitamento do material e das próprias peças no caso de elementos repetitivos, e desde que se faça a limpeza conveniente e que o material não apresente deformações inaceitáveis.

As fôrmas e escoramentos devem ser retirados de acordo com as normas da ABNT; no caso de tetos e marquises, essa retirada deverá ser feita de maneira progressiva, especialmente no caso de peças em balanço, de maneira a impedir o aparecimento de fissuras.

As fôrmas e escoramentos podem ser recebidos, preliminarmente, se atendidas todas as condições de fornecimento e execução.

As fôrmas e escoramentos devem ser novamente inspecionados antes das concretagens, verificando se não apresentam deformidades causadas pela exposição ao tempo e eventuais modificações ocasionadas pelos armadores; ainda, verificar os ajustes finais, a limpeza e se as fôrmas estão adequadamente molhadas para recebimento do concreto.

A retirada antecipada das fôrmas só pode ser feita se a Fiscalização autorizar a utilização de aceleradores de pega. A tolerância para dimensões da peça, cotas e alinhamentos deverá ser a estabelecida na Norma, não devendo, no entanto, ser superior a 5mm.

As armaduras das peças estruturais em concreto armado, deverão estar dentro das seguintes especificações:

- ✓ Barras laminadas e fios trefilados de aço comum CA-50 e CA-60, classe A e de fabricação nacional.
- ✓ Tela de aço soldada CA-60, Classe A e de fabricação nacional
- ✓ Espaçadores plásticos industrializados, próprios a cada aplicação, com dimensões e resistência de acordo com o projeto estrutural.

O fornecimento, os ensaios e a execução devem obedecer ao projeto de estrutura e as normas da ABNT. Os aços de categoria CA-50 ou CA-60 não podem ser dobrados em posição qualquer senão naquelas indicadas em projeto, quer para o transporte, quer para facilitar a montagem ou o travamento de fôrmas nas dilatações.

Não pode ser empregado aço de qualidade diferente da especificada em projeto, sem aprovação prévia do autor do projeto estrutural ou, excepcionalmente, da Fiscalização.

A armadura deve ser colocada limpa na fôrma (isenta de crostas soltas de ferrugem, terra, óleo ou graxa) e ser fixada de forma tal que não apresente risco de deslocamento durante a concretagem.

A armação deve ser mantida afastada da fôrma por meio de espaçadores plásticos industrializados. Estes devem estar solidamente, amarrados à armadura, ter resistência igual ou

superior à do concreto das peças estruturais às quais estão incorporados e, ainda, devem estar limpos, isentos de ferrugem ou poeira. Os espaçadores devem ter dimensões que atendam ao cobrimento nominal indicado em projeto.

Cuidado especial deve ser tomado para garantir o mínimo indicado em projeto para o cobrimento nominal das armaduras das faces inferiores de lajes e paredes de concreto. As emendas não projetadas só devem ser aprovadas pela Fiscalização se estiverem de acordo com as normas técnicas ou mediante aprovação do autor do projeto estrutural.

Na hipótese de determinadas peças da estrutura exigirem o emprego de armaduras com comprimento maior que o limite comercial de 12m, as emendas decorrentes devem obedecer rigorosamente ao prescrito nas normas técnicas da ABNT. Não utilizar superposições com mais de duas telas. A ancoragem reta das telas deve estar caracterizada pela presença de pelo menos 2 nós soldados na região considerada de ancoragem; caso contrário, deve ser utilizado gancho.

O serviço pode ser recebido se atendidas todas as condições de fornecimento de materiais, projeto e execução em conformidade com as normas técnicas da ABNT.

Os materiais devem ser ensaiados de acordo com as normas técnicas. Em caso de resultado não satisfatório, deve ser feito ensaio de contraprova. Se no ensaio de contraprova, houver pelo menos um resultado que não satisfaça às exigências da norma, o lote deve ser rejeitado.

Verificar se as armaduras estão de acordo com o indicado no projeto estrutural.

Verificar o emprego de espaçadores que garantem o cobrimento indicado em projeto e se a amarração das armaduras e telas à fôrma não apresenta risco de deslocamento durante a concretagem.

O concreto utilizado para concretagem das peças estruturais em concreto armado, deverão estar dentro das seguintes especificações:

- ✓ Deverá ser utilizado concreto usinado e bombeado;
- ✓ Classe de agressividade ambiental na estrutura: III (macro-clima marinho);
- ✓ Fck mínimo de 35 MPa aos 28 dias em elementos estruturais. Os demais elementos moldado in-loco (peças especiais isoladas, etc) devem seguir o indicado em projeto;
- ✓ Prever a utilização de aceleradores de pega para reduzir o tempo de interferências com o trânsito das caixas instaladas na via.

Deve satisfazer as condições de resistência fixadas pelo cálculo estrutural, bem como as condições de durabilidade e impermeabilidade adequadas às condições de exposição. Devem obedecer rigorosamente às normas da ABNT, em especial a NBR 7212. Para a solicitação do concreto dosado, deve-se ter em mãos os seguintes dados:

- ✓ indicações precisas da localização da obra;
- ✓ o volume calculado medindo-se as formas;
- ✓ a resistência característica do concreto à compressão (fck);
- ✓ o módulo de elasticidade (Ecs);
- ✓ o tamanho do agregado graúdo;
- ✓ o abatimento ("slump test") adequado ao tipo de peça a ser concretada.

Verificar se a obra dispõe de vibradores suficientes, se os equipamentos de transporte estão em bom estado, se a equipe operacional está dimensionada para o volante, bem como o prazo de concretagem previsto.

As regras para a reposição de água perdida por evaporação são especificadas pela NBR- 7212. De forma geral, a adição de água permitida não deve ultrapassar a medida do abatimento solicitada pela obra e especificada no documento de entrega do concreto.

Os aditivos, quando aprovados pela Fiscalização, são adicionados de forma a assegurar a sua distribuição uniforme na massa de concreto, admitindo-se desvio máximo de dosagem não superior a 5% da quantidade nominal, em valor absoluto.

Na obra, o trajeto a ser percorrido pelo caminhão betoneira até o ponto de descarga do concreto deve estar limpo e ser realizado em terreno firme.

O "Slump test" deve ser executado com amostra de concreto depois de descarregar 0,5m³ de concreto do caminhão e em volume aproximado de 30 litros.

Depois de o concreto ser aceito por meio do ensaio de abatimento ("Slump test"), deve-se coletar uma amostra para o ensaio de resistência.

A retirada de amostras deve seguir as especificações das Normas Brasileiras. A amostra deve ser colhida no terço médio da mistura, retirando-se 50% maior que o volume necessário e nunca menor que 30 litros.

O transporte do concreto até o ponto de lançamento deverá ser feito através de bombas (tubulação metálica).

Nenhum conjunto de elementos estruturais pode ser concretado sem prévia autorização e verificação por parte da Fiscalização da perfeita disposição, dimensões, ligações e escoramentos das formas e armaduras correspondentes, sendo necessário também o exame da correta colocação das tubulações de microdrenagem.

Conferir as medidas e posição das formas, verificando se as suas dimensões estão dentro das tolerâncias previstas no projeto. As formas devem estar limpas e suas juntas, vedadas. Quando necessitar desmoldante, a aplicação deve ser feita antes da colocação da armadura.

Não lançar o concreto de altura superior a 3 metros, nem jogar a grande distância com pá, para evitar a separação da brita. Utilizar anteparos ou funil para altura muito elevada. Preencher as formas em camadas de, no máximo, 50 cm para obter um adensamento adequado.

Assim que o concreto é colocado nas formas, deve-se iniciar o adensamento de modo a torná-lo o mais compacto possível. O método mais utilizado é por meio de vibradores de imersão. Aplicar sempre o vibrador na vertical, sendo que o comprimento da agulha deve ser maior que a camada a ser concretada, devendo a agulha penetrar 5 cm da camada inferior.

Ao realizar as juntas de concretagem, deve-se remover toda a nata de cimento (parte vitrificada), por jateamento de abrasivo ou por apicoamento, com posterior lavagem, de modo a deixar aparente a brita, para que haja uma melhor aderência com o concreto a ser lançado.

Para a cura, molhar continuamente a superfície do concreto logo após o endurecimento, durante os primeiros 7 dias.

As formas e os escoramentos só podem ser retirados quando o concreto resistir com segurança e quando não sofrerem deformações o seu peso próprio e as cargas atuantes.

De modo geral, quando se trata de concreto convencional, os prazos para retirada das formas são os seguintes:

- ✓ Faces laterais da forma: 3 dias;
- ✓ Faces inferiores, mantendo-se os pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados: 14 dias;
- ✓ Faces inferiores, sem pontaletes: 21 dias;
- ✓ Peças em balanço: 28 dias.

Sobre a laje serão instaladas a chaminé de alvenaria com tijolos maciços cozidos, rejuntados e revestidos internamente com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, em massa. Internamente será fixada na chaminé a escada de marinho, para acesso à câmara de trabalho, com degraus feitos de aço CA-25 de 16 mm de diâmetro, chumbados à alvenaria, distantes um do outro no máximo 30cm.

Na parte superior da chaminé será executada cinta de concreto, onde será colocada a laje de redução, pré-moldada, ajustada para recebimento do caixilho do tampão de ferro fundido. A instalação da chaminé de acesso será concluída com a colocação do tampão de ferro fundido especificado.

Atendidas as condições de fornecimento e execução, o controle da resistência do concreto à compressão deve seguir o controle estatístico por amostragem parcial, de acordo com o item 5.8 da NBR 12.655/1992.

A Fiscalização deve solicitar provas de carga e pode solicitar ensaios especiais para verificação de dosagem, trabalhabilidade, constituintes e resistência do concreto.

O resultado final do concreto aparente deve apresentar uniformidade na coloração, textura homogênea e superfície sem ondulações, orifícios, pedras ou ferros visíveis.

7.8 SERVIÇOS COMPLEMENTARES

7.8.1 Extravasores de emergência

Os extravasores de emergência serão executados em concreto armado fck 35 MPa, assentado sobre base de pedra de mão. Após o muro, haverá a execução de canal trapezoidal de colchão em gabião, e=23 cm sobre enrocamento de pedra de mão com espessura de 1,00 m. Sobre o canal será executada tela de proteção em aço galvanizado fio 2,7mm, malha 7,5x7,5cm, revestido em PVC.

A boca de bueiro será executada conforme 7.7.

Será executado fechamento de extravasor em galeria de concreto armado, abertura 2,50 m x 0,50 m, para permitir extravasamento (galeria → praia) e impedir entrada de areia no refluxo (praia para galeria), com fornecimento e instalação de grade metálica em CA-50 Ø10, fixações mecânicas e aplicação de geotêxtil não tecido como filtro. Este fechamento cria uma barreira anti-intrusão no refluxo, mas hidraulicamente “livre” no sentido de extravasamento.

O fechamento será executado com os seguintes materiais:

- ✓ Grade estrutural em CA-50 Ø10 (resiste impacto/arraste e dá rigidez);
- ✓ Geotêxtil não tecido 300 g/m² (RT 14 kN/m) como elemento filtrante, instalado na face externa (praia);
- ✓ Geotêxtil prensado perimetralmente por uma contragrade/moldura (também em Ø10), evitando frestas por onde a areia entra no refluxo.

A instalação será no lado externo criando uma membrana filtrante logo na entrada, impedindo o carreamento de grãos, pois quando houver refluxo, a tendência é a areia ser puxada para dentro.

A instalação deverá ser a seguinte sequência, de dentro para fora. Na parte interna /galeria instalar a grade CA-50 Ø10, depois o geotêxtil e por fim a contragrade/moldura de aperto no lado externo/praias. Esta instalação garante pressão contínua no perímetro do geotêxtil.

A grade principal será constituída por quadro periférico e barras internas. A contragrade/moldura será constituída por quadro periférico que prensa o geotêxtil contra a grade principal no perímetro. Para garantir o apoio ao geotêxtil manter espaçamento entre barras que dê suporte e evite “barriga” da manta, com vãos da ordem de 8 a 12 cm, que podem ser ajustáveis em obra.

O geotêxtil deve ser aplicado com retorno/dobra perimetral (ex.: 5–10 cm) e ficar prensado continuamente pela contragrade. Não será aceita fixação “só por pontos” com arame/abraçadeira sem prensagem perimetral.

Distribuir os 6 chumbadores de modo a travar o conjunto sem empeno instalando 3 na travessa superior e 3 na inferior, respeitando distância de borda e cobertura. A perfuração, limpeza de furo e torque deverá seguir as especificações do fabricante do chumbador.

O método executivo deverá seguir a seguinte sequência:

- ✓ Regularização da face de apoio no concreto (sem nata solta; remover partes desagregadas).
- ✓ Pré-montagem de grade + contragrade.
- ✓ Corte do geotêxtil com sobra para dobra perimetral.
- ✓ Montagem “sanduíche” no local (grade interna, geotêxtil, contragrade externa).
- ✓ Marcação e furação, instalação dos Parabolts e aperto uniforme.
- ✓ Inspeção final de frestas (perímetro 100% prensado).



Figura 42 - Exemplo de instalação do sistema de fechamento do extravasor (execução do trecho norte)

Após a finalização da instalação, o sistema de fechamento deverá estar sem frestas perimetrais visíveis entre conjunto e concreto. O geotêxtil deve estar tensionado e prensado, sem áreas soltas que possam ser puxadas no refluxo.

Como o geotêxtil está na face da praia, ele pode colmatar com finos ao longo do tempo. Por isso, recomenda-se inspeção pós-ressaca ou eventos de refluxo e possibilidade de substituição do pano quando houver perda de eficiência hidráulica.

Os gabiões tipo caixa são estruturas em forma de prisma retangular fabricadas com malha hexagonal de dupla torção produzida com arames de baixo teor de carbono e com possuem uma camada de galvanização.

Os gabiões são subdivididos em células por diafragmas cuja função é reforçar a estrutura. Toda a malha, com exceção dos diafragmas, é reforçada em suas extremidades por arames de diâmetro maior que o da malha para fortalecer os gabiões e facilitar sua montagem e instalação.

Os arames que formam a malha dos gabiões, além do revestimento com liga zinco alumínio (ASTM B 860), serão recobertos por uma camada de proteção adicional de polímero de engenharia. Isto confere proteção contra a corrosão e os tornam eficientes para uso em marinas, ambientes poluídos e/ou quimicamente agressivos ao seu revestimento metálico, pois possui proteção química que garante ainda uma elevada resistência contra abrasão e raios U.V. (normas EN 10223-3, NBR 8964/NB 709, EN ISO 9227),

Quando instalados e cheios de pedra os gabiões se convertem em elementos estruturais flexíveis, armados, drenantes e aptos a serem utilizados na construção dos mais diversos tipos de estruturas (muros de contenção, barragens, canalizações, etc.).

Os Gabiões são subdivididos em células por diafragmas.

A malha deve ter suas bordas reforçadas por arames de maior diâmetro.

Por se tratar de um ambiente agressivo, deve-se utilizar gabiões revestidos com material plástico.

Todo o arame utilizado na fabricação do gabião caixa e nas operações de amarração e atirantamento durante sua construção, deve ser de aço doce recozido de acordo com as especificações da NBR 8964, ASTM A641M-98 e NB 709-00, isto é, o arame deverá ter uma tensão de ruptura média de 38 a 48 kg/mm².

Todo arame utilizado na fabricação do gabião caixa, e nas operações de amarração e atirantamento durante sua construção deve ser revestido com liga zinco-5% alumínio (Zn 5 Al MM) de acordo com as especificações da ASTM A856M-98, classe 80.

A aderência do revestimento do zinco ao arame deve ser tal que, depois do arame ter sido enrolado 15 vezes por minuto ao redor de um mandril, com um diâmetro igual a 3 vezes o do arame, não se descasque ou quebre, de maneira que o zinco possa ser removido com o passar do dedo, de acordo com as especificações da ASTM A641 M-98.

Os ensaios devem ser feitos antes da fabricação da tela.

O alongamento não deverá ser menor do que 12%, de acordo com as especificações da NBR 8964 e ASTM A641M-98.

Devem ser feitos ensaios sobre o arame, antes da fabricação da tela, sobre uma amostra de 30 cm de comprimento.

A tela deve ser em malha hexagonal de dupla torção, obtida entrelaçando os arames por três vezes meia volta, de acordo com especificações da NBR 10514, NB 710-00 e NP 17 055 00.

As dimensões da malha serão do tipo 8x10 cm.

O diâmetro do arame utilizado na fabricação da malha deve ser de 2,7 mm e de 3,4 mm para as bordas.

Todas as bordas livres do gabião caixa, inclusive o lado superior das laterais e dos diafragmas, devem ser enroladas mecanicamente em volta de um arame de diâmetro maior, neste caso 3,4 mm, para que as malhas não se desfaçam e adquiram maior resistência.

A conexão entre o arame da borda enrolada mecanicamente e a malha deve ter uma resistência mínima de 11,7 kN/m.

Cada gabião caixa com comprimento maior que 1,50 m deve ser dividido em celas por diafragmas colocados a cada metro.

O lado inferior das laterais deve ser fixado ao pano de base, durante a fabricação, através do entrelaçamento das suas pontas livres ao redor do arame de borda. O lado inferior dos diafragmas deve ser costurado ao pano de base, durante a fabricação, com uma espiral de arame de diâmetro 2,2 mm.

Dimensões comerciais padrão:

Comprimento: 1,50 m 2,00 m 3,00 m 4,00 m;

Largura: 1,00 m;

Altura: 0,50 m ou 1,00 m

Para as operações de montagem (amarração e atirantamento) dos gabiões, são necessários dispositivos contínuos de conexão, estes dispositivos são metálicos, e são produzidos com o mesmo

tipo de aço utilizado para a fabricação das malhas dos gabiões, assegurando que a estrutura apresente características monolíticas e de mesma resistência, durabilidade e desempenho..

As pedras utilizadas para o enchimento devem ser friáveis, devem ter bom peso específico e tamanho na medida do possível regular, sendo que a dimensão mais adequada deve estar compreendida entre a dimensão maior da malha e o dobro desta. Recomenda-se a utilização de seixo rolado de rio ou pedra de pedreira.

Sobre uma superfície rígida e plana, desdobrar o gabião eliminando irregularidades.

Com o gabião desdobrado, deve-se levantar as laterais e diafragmas, formando uma caixa. Os cantos superiores devem ser unidos com os arames grossos que saem do mesmo.

Fixar o arame de amarração na parte inferior da junção dos cantos e costurar alternando voltas simples e duplas e cada malha.

A próxima etapa consiste na realização de união, de vários gabiões, através do mesmo tipo de costura, formando um grupo. Estes grupos devem ser unidos com costura no local de utilização

Um bom acabamento dos gabiões é obtido com o uso de gabaritos de madeira ou puxando-os com um trefor. O acabamento deve ser executado após o posicionamento final.

A fase de enchimento dos gabiões consiste em alternar a colocação de pedras com os tirantes. Os volumes a serem colocados em cada etapa devem ser iguais, sendo a última camada deve ficar de 3 a 5 cm acima da altura do gabião.

As caixas devem ser preenchidas simultaneamente, a fim de evitar deformações das paredes dos gabiões.

Finalizado o enchimento, dobra-se as tampas e faz-se com o mesmo tipo de costura, a união dos bordos.

Os colchões de gabião são estruturas retangulares caracterizadas por sua grande área e pequena espessura, fabricados conforme as especificações do gabião tipo caixa.

Os colchões de gabião são subdivididos em células por diafragmas de parede dupla, espaçados a intervalos regulares. Sua base, laterais e as paredes de fechamento (extremidades) são formadas a partir de um único painel contínuo de malha, obtendo-se um recipiente multicelular aberto.

Para fortalecer a estrutura, todas as extremidades dos painéis de malha são reforçadas por arames de diâmetro maior que aquele usado para a fabricação da malha.

Quando instalados e cheios de pedra os colchões de gabião se convertem em elementos estruturais drenantes, armados, e, devido a sua flexibilidade e pequena espessura, são especialmente indicados na construção de revestimentos para canais, barragens em terra, escadas dissipadoras e outras.

Principais características:

- Revestimento com proteção adicional de material plástico;
- Malhas com abertura tipo 6x8 (tampa) e 8x10 (estrutura);
- Base, paredes laterais e formada por um único pano de malha contínuo;
- Diafragmas de parede dupla a cada 50 cm e 4 tirantes por m².

Para as operações de montagem (amarração e atirantamento), são necessários dispositivos contínuos de conexão, estes dispositivos são metálicos, e são produzidos com o mesmo tipo de aço

utilizado para a fabricação das malhas dos colchões, assegurando que a estrutura apresente características monolíticas e de mesma resistência, durabilidade e desempenho.

Os ensaios devem ser feitos antes da fabricação da tela.

O diâmetro do arame utilizado na fabricação da malha deve ser de 2,7 mm e de 3,4 mm para as bordas.

Para facilitar a montagem do colchão de gabião, a base deve ser cortada, durante o processo de fabricação, nos diafragmas e nas suas laterais.

A tampa também é fabricada em um único pano de tela.

Para que as malhas livres das extremidades da base e da tampa do colchão de gabião adquiram maior resistência, deverá ser inserida uma vareta de arame de diâmetro 3,0 mm entre todas as torções das terceiras malhas a partir das bordas livres. As malhas das extremidades que sobraem devem ser dobradas, durante a fabricação, em volta desta vareta.

Dimensões comerciais padrão:

Comprimento: 3,00 m 4,00 m 5,00 m 6,00 m;

Largura 2,00 m;

Altura 0,30 m

As pedras utilizadas para o enchimento devem ser friáveis, devem ter bom peso específico e tamanho na medida do possível regular, sendo que a dimensão mais adequada deve estar compreendida entre a dimensão maior da malha e o dobro desta. Recomenda-se a utilização de seixo rolado de rio ou pedra de pedreira.

As várias operações de montagem e enchimento para a execução do colchão de gabião podem ser resumidas nas etapas a seguir ilustradas, ficando a critério da empresa executando as variações de procedimento que poderão ocorrer, devido às condições adversas do local.

A primeira etapa consiste na preparação do colchão fora do local de utilização. Deve-se executar o desdobramento do colchão de gabião sobre uma superfície plana e rígida, esticando-o até obter ser comprimento nominal.

Depois de esticar totalmente os colchões, deve-se arrumar os diafragmas com o auxílio dos pés, de forma que eles fiquem abertos.

Levantando as paredes laterais do colchão, finalizam-se os trabalhos de desdobra.

A finalização da montagem dos colchões é realizada através de costuras que unem as paredes frontais e os diafragmas às paredes laterais. Deve-se alternar as costuras entre uma volta simples e uma volta dupla a cada 10 cm.

Depois desta etapa, deve-se levar os colchões de gabião até o local de instalação e fazer a união entre os eles através das bordas de contato. Devem ser previstos 4 tirantes verticais a cada 1,0 m², unindo a tampa ao fundo.

A última etapa é o enchimento com pedras e o fechamento com a tampa. Esta deve ser costurada com a parte superior das paredes e dos diafragmas.

O geotêxtil deverá ser aplicado em todas as áreas de contato de gabiões (caixa ou colchão) com o solo (natural ou de reaterro).

A especificação técnica do filtro em manta geotêxtil não tecido produzido com fibras cortadas de poliéster, agulhadas e consolidado termicamente por calandragem a ser utilizado nesta obra é de 300 g/m² de gramatura, 1,9 mm de espessura, resistência UV de 70/500 %/horas, 16/kN/m de resistência a tração no sentido longitudinal, abertura aparente de 0,075mm, velocidade do fluxo de 0,06 m/s e permeabilidade normal de 0,16 cm/s.

7.8.2 Contenção e proteção de boca de bueiro

A contenção e proteção de boca de bueiro deverá seguir as especificações de serviço do 7.8.1.

7.8.3 Recomposição de pavimentos asfálticos

7.8.3.1 Regularização e compactação de subleito

A superfície do subleito deverá ser regularizada de modo que assume a forma determinada pela seção transversal e demais elementos de projeto. Tanto a superfície do leito a ser aterrada, como a escavada, deverão ser previamente escarificadas e niveladas.

Quando necessário, é obrigatoriamente feito o umedecimento ou secagem do material a compactar, até obter-se a umidade ótima. Para compactação deverá ser utilizado compactador mecânico de placa, sendo que o aterro deverá ser estruturado em camadas de no máximo 15cm de espessura para cada compactação.

Na compactação deverá obter-se a densidade mínima de 100% do ensaio Normal de compactação. Após a regularização e compactação, deve proceder-se a conferência da locação do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- a) ± 1 cm em relação as cotas de projeto.
- b) ± 2 cm quanto a largura do projeto geométrico

7.8.3.2 Sub-base com Rachão

A sub-base ou camada de reforço com pedra rachão é constituída por agregados graúdos, naturais ou britados. Seus vazios são preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilização é obtida pela ação da energia de compactação.

O agregado graúdo deve constituir-se por pedra britada tipo rachão, produto total da britagem primária, constituído de fragmentos duros duráveis, livres de excesso de partículas lamelares, alongadas, macias ou de fácil desintegração, matéria orgânica e outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

O agregado graúdo deve atender aos seguintes requisitos:

- a) o diâmetro máximo do agregado deve estar compreendido entre 1/2 e 2/3 da espessura final da camada. No entanto devido ao processo de obtenção da pedra rachão, admite-se

um percentual de até 10% de agregado com granulometria entre 4" e 6". O agregado graúdo deve satisfazer a faixa granulométrica da Tabela abaixo;

Faixas Granulométricas do Material de Enchimento

Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, Passando
ASTM	mm	I
6"	152,4	100
4"	101,6	90 - 100
3"	76,2	65 - 80
2"	50,8	15 - 55
1"	25,4	5 - 30
½"	12,7	2 - 18
nº 4	4,8	0 - 15

Figura 43 – Faixas granulométricas do material de enchimento

- b) a perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%;
- c) desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51, deve ser inferior a 50%;

O material de enchimento e da camada de isolamento deve constituir-se por produto de britagem com 50% do material com granulometria entre ¾" (19,1 mm) e 3/8" (9,5 mm) e 50% do material com granulometria inferior a 3/8", de forma a permitir o travamento da camada de pedra rachão e evitar a penetração no material do subleito. O agregado deve atender os seguintes requisitos:

- a) a) a perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089(1), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%
- b) o equivalente de areia, conforme NBR 12052(3), deve ser igual ou superior a 55%;
- c) a fração que passa na peneira de abertura 0,42 mm (nº 40), deve apresentar limite de liquidez, conforme NBR 6459, igual ou inferior a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%.

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela fiscalização. Os equipamentos básicos para a execução da sub-base de rachão compreendem

- a) caminhão basculante;
- b) pá-carregadeira;
- c) motoniveladora ou trator esteira equipado com lâmina;
- d) rolo compactador tio pé de carneiro;
- e) rolo liso auto propelidos, vibratório;
- f) compactadores portáteis vibratórios ou sapos mecânicos;
- g) equipamentos e ferramentas complementares, pás, carrinhos de mão, vassourões ou vassouras mecânicas.

Condições gerais para execução

- a) Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.
- b) A camada de sub-base em pedra rachão só pode ser executada quando a camada subjacente (quando constante no projeto) estiver liberada, quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.
- c) A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução da sub-base ou base de pedra rachão.
- d) Durante todo o tempo de execução da camada, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.
- e) Não é admitida a complementação da espessura desejada pela adição excessiva de finos, os quais, acumulados sobre o agregado graúdo, possibilitam o aparecimento de trincas, escorregamentos e deformações no revestimento.
- f) Quando o projeto prever camadas de bases ou sub-bases de espessura superior a 20 cm, os serviços devem ser executados em mais de uma camada de espessuras iguais.

Camada de Isolamento ou Bloqueio

- a) A camada de isolamento aplica-se aos casos em que a pedra rachão é executada diretamente sobre o material que apresente mais do que 35%, em peso, passando na peneira de abertura de 0,074 mm, nº 200. Sua execução tem por objetivo evitar que o agregado graúdo penetre no material subjacente e que, como consequência, os finos existentes sejam bombeados e venham a contaminar a camada à executar.
- b) Esta camada deve ser executada na largura da pista e deve possuir espessura de 4,0 cm após a compactação, com tolerância de mais um centímetro.
- c) O espalhamento do material de bloqueio deve ser executado por motoniveladora. A acomodação da camada deve ser feita pela compactação, com emprego de rolo estático liso, preferencialmente, em uma ou, no máximo, duas coberturas.

Camada de Agregado Graúdo

- a) O agregado graúdo deve ser espalhado em uma camada uniformemente distribuída, obedecendo aos alinhamentos e perfis projetados. A espessura solta dos agregados deve ser constante e suficiente para que seja obtida a espessura especificada após compactação.
- b) O espalhamento pode ser feito com motoniveladora ou trator de esteira com lâmina.
- c) Após o espalhamento do agregado graúdo, deve-se executar a verificação do greide e da seção transversal com cordéis ou gabaritos; caso ocorra deficiência ou excesso de material, deve-se efetuar a correção pela adição ou remoção do material. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo, sendo vetado o uso de agregado miúdo.

- d) Efetuadas as correções necessárias, deve ser obtida a acomodação do material graúdo, previamente ao lançamento do material de enchimento, pela passagem do rolo liso sem vibrar.

Operações de Enchimento e Acabamento

- a) O material de enchimento, o mais seco possível e deve ser espalhado com motoniveladora sobre a camada de agregado graúdo, de modo a preencher os vazios deste já parcialmente compactado.
- b) Após a distribuição do material de enchimento, a camada deve ser compactada com uso de rolo liso vibratório, para forçar a penetração do material nos vazios do agregado graúdo.
- c) Nos trechos em tangente, a compactação deve partir sempre das bordas para o eixo, e, nas curvas, da borda interna para a externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente compactada.
- d) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compactação, ou onde seu emprego não seja recomendável, a compactação requerida deve ser feita com compactadores portáteis, manuais ou sapos mecânicos.
- e) A aplicação do material de enchimento deve ser feita uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial.
- f) Logo após a completa compactação da camada, deve ser feita nova verificação na superfície para verificar a ocorrência de excesso ou deficiência de material de enchimento. Constatado o excesso ou falta de finos, deve-se realizar as correções necessárias da seguinte forma:
- se houver deficiência de finos, deve-se processar o espalhamento da segunda camada de material de enchimento;
 - se houver excesso de finos, deve-se processar a remoção do material excedente por meios manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares, tais como: pá, enxada, rastelo ou vassoura mecânica.
- g) A compactação deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada.

Abertura ao Tráfego

Concluída a compactação, a camada deve ser aberta ao tráfego da obra e usuários, de forma controlada e direcionada, mantendo-se a superfície umedecida. Esta etapa deve estender-se por período suficiente, que permita a verificação de eventuais problemas localizados de travamento deficiente. Caso ocorram deficiências de travamento, devem ser executadas as correções pertinentes.

Controle da Execução

O controle da execução da sub-base ou base de pedra rachão deve ser realizado através de inspeção visual, com:

- a) verificação da uniformidade e espessura da camada de bloqueio, em cada faixa compactada;

- b) verificação das condições de compactação da camada de rachão é efetuada visualmente, em cada faixa compactada;
- c) constatação de que eventuais pontos fracos, observados após a liberação do tráfego, foram corrigidos.

Controle de Espessura e Cotas

A relocação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m e, devem ser nivelados os pontos no eixo, bordas e dois pontos intermediários.

A espessura da camada e as diferenças de cotas devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal a cada 20 m

Controle da Largura e Alinhamento

A verificação do eixo e bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena, executadas pelo menos a cada 20 m.

7.8.3.3 Camada de Base de Brita Graduada

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

$2" \geq > 1"$;

$1" > > 3/8"$;

$3/8" >$

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	% QUE PASSA
2"	100
1 1/2"	90%-100%
3/4"	50%- 85%
3/8"	34%- 60%
nº 4	25%- 45%
nº 40	8%- 22%
nº 200	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 que se espalha mais material de enchimento e se continua com as operações de compressão.

7.8.3.4 Imprimação

Consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base concluída (revestimento em paralelo existente), antes da execução de um revestimento asfáltico qualquer. Esta camada serve para aumentar a coesão da superfície da base, pela penetração do material asfáltico empregado, promover condições de aderência entre a base e o revestimento e impermeabilizar a base.

O material betuminoso utilizado será um asfalto diluído dos tipos CM-30.

A taxa de aplicação deverá ser de 1,2 l/m², devendo ser determinada experimentalmente mediante absorção pela base em 24 horas.

O equipamento mínimo para a execução da imprimação asfáltica é o seguinte:

a) Para varredura: vassoura mecânica rotativa, ou vassouras comuns, quando a operação é feita manualmente. Pode ser usado também o jato de ar comprimido;

b) Para distribuição do ligante: caminhão-tanque equipado com barra espargidora e caneta distribuidora, bomba reguladora de pressão, tacômetro, termômetro, etc.

Após a perfeita conformação geométrica da camada que irá receber a imprimação asfáltica, proceder-se a varredura da superfície de modo a eliminar o material solto existente. Quando a base estiver muito seca e poeirenta deve-se umidecê-la ligeiramente antes da distribuição do ligante.

Aplica-se a seguir, o material betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e na maneira mais uniforme. Não deve ser aplicado em dias de chuva ou quando esta estiver eminente.

Deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento do ligante. As faixas de viscosidade recomendadas para o espalhamento são de 20 a 60 segundos Saybolt-Furol.

Deve-se executar a imprimação em toda a camada, em um mesmo turno de trabalho, e deixá-la fechada ao trânsito.

Quando isso não for possível, deve-se trabalhar em meia pista, fazendo a imprimação da adjacente, logo que seja permitida sua abertura ao trânsito. A formação de poças de ligante na superfície da base deve ser evitada.

Caso isso aconteça torna-se necessária a remoção das mesmas. A fim de evitar a superposição ou excesso de material nos pontos iniciais e final das aplicações, devem-se colocar faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o material betuminoso comece e cesse de sair da barra de distribuição sobre essas faixas, as quais, a seguir, são retiradas. Qualquer falha na aplicação do material betuminoso deve ser corrigida.

O tempo de cura é geralmente de 48 horas, dependendo das condições climáticas (temperatura, ventos...).

7.8.3.5 Pintura de Ligação

Após a execução da primeira camada de 4,0cm de CBUQ na pista, a superfície deverá receber uma camada de pintura de ligação com emulsão asfáltica RR-2C para posterior execução da segunda camada de 4,0cm.

A execução desta atividade é feita com a utilização do caminhão distribuidor de asfalto, sendo este o equipamento que determina a produção da patrulha.

O trabalho do caminhão distribuidor de asfalto inicia-se com seu carregamento junto aos depósitos de asfalto e, depois, com os procedimentos necessários para aquecimento e circulação do asfalto entre o tanque e a barra de distribuição.

A taxa de aplicação deverá ser de 0,90 l/m²;

A produção do caminhão, em m² de área aplicada, será função da capacidade do tanque, da taxa de aplicação por unidade de área e do número de passadas na mesma área de aplicação.

7.8.3.6 Revestimento com CBUQ

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga, e a usinagem de materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários à execução e ao controle de qualidade de camadas de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ).

O concreto betuminoso usinado a quente é o revestimento flexível, resultante de uma mistura betuminosa executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

Deverá ser utilizado CAP 50/70.

O agregado graúdo, assim considerado o material retido na peneira de 4,8 mm (nº 4), será constituído por produtos de britagem provenientes de rochas sãs (granitos, gnaisses, basalto...), apresentando partículas limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89-94), os agregados deverão apresentar perdas inferiores a 12%;

b) Para o agregado retido na peneira de 2,0 mm (nº 10), a porcentagem de desgaste no ensaio de abrasão "Los Angeles" - DNER ME-78/94, correspondente à norma NBR 6465 da ABNT, não deverá ser superior a 40%;

c) Deve apresentar boa adesividade com material asfáltico, determinada pelo método DNER ME 78/94. Caso isto não ocorra, deve ser empregado um melhorador de adesividade;

d) A porcentagem de grãos de forma lamelar, determinada como a seguir indicado, não poderá ser superior a 20%;

$$(l + 1,25g) \geq 6 \text{ e}$$

Onde:

l = maior dimensão de grão;

e = afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão;

g = média das aberturas de duas peneiras, entre as quais fica retido o grão.

e) A porcentagem de grãos defeituosos (conchoidais, de alteração de rocha, esféricos...) não deverá ser superior a 5%.

O agregado miúdo, assim considerado o material que passa na peneira de 4,8 mm (nº 4), será constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deverão ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

a) O equivalente de areia (DNER-ME 54-97) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deverá ser igual ou superior a 55%;

b) É vetado o emprego de areia proveniente de cavas e/ou barrancas de rio, sem o devido beneficiamento. Sua utilização só será possível após análises e liberações pela Fiscalização.

O material do enchimento deverá ser constituído por "filler" seco e isento de grumos.

Deverão ser obedecidos, ainda, os seguintes requisitos:

a) A faixa a ser usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento;

b) A espessura da camada compactada, a ser executada de uma única vez, deverá se situar entre 1,5 a 3,0 vezes o diâmetro máximo da mistura de agregados;

c) A fração retida entre duas peneiras consecutivas, com exceção das duas de maior malha de cada faixa, não deverá ser inferior a 4% do total;

d) As granulometrias dos agregados miúdos (fração < 2,0 mm) deverão ser obtidas por "via lavada";

e) Pelo menos 50% do material passando na peneira de 0,074 mm (nº 200), deverá ser constituído de "filler", no caso de mistura para a camada de rolamento e de reperfilagem.

Nos casos da utilização de misturas betuminosas para camada de rolamento e de reperfilagem (Faixas II, III, IV e V), os vazios do agregado mineral (% VAM) deverão ser definidos em função do diâmetro máximo do agregado empregado.

Todo equipamento deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. Caso necessário, a Fiscalização poderá exigir a vistoria do equipamento por engenheiro mecânico ou técnico qualificado.

O transporte da mistura betuminosa deverá ser efetuado através de caminhões basculantes com caçambas metálicas, providas de lona para proteção da mistura.

A distribuição da mistura betuminosa será normalmente efetuada através de acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos.

A acabadora deverá ser preferencialmente equipada com esteiras metálicas para sua locomoção. O uso de acabadoras de pneus só será admitido se for comprovado que a qualidade do serviço não é afetada por variações na carga acabadora.

A acabadora deverá possuir, ainda sistema composto por parafuso de rosca-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho e sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para frente e para trás, além de alisadores, vibradores e

dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa.

A compressão da mistura betuminosa será efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos.

O rolo pneumático deverá ser dotado de dispositivos que permitam a mudança automática da pressão interna dos pneus, na faixa de 35 lb/pol² a 120 lb/pol² (de 250 kPa a 850 kPa). É obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida.

O rolo compressor de rodas metálicas lisas, tipo tandem, deverá ter peso compatível com a espessura da camada.

O emprego de rolos lisos vibratórios poderá ser admitido, desde que a frequência e a amplitude vibratória possam ser ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenha sido comprovada em serviços similares.

Em qualquer caso, os equipamentos utilizados deverão ser eficientes no que tange à obtenção das densidades, preconizadas para a camada, no período em que a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

Serão utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas:

- a) Soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) Pás, enxadas, garfos, rodos e ancinhos, para operações complementares.

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis à execução do CBUQ:

- ✓ Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;
- ✓ A camada de rolamento deve ser confinada lateralmente pela borda superior biselada (chanfrada) da sarjeta, com a finalidade de evitar trincamento próximo à borda;
- ✓ No caso de desdobramento da espessura total de concreto betuminoso em duas camadas, a pintura de ligação entre estas poderá ser dispensada, se a execução da segunda camada ocorrer logo após à execução da primeira.
- ✓ A superfície que irá receber a camada de concreto betuminoso deverá se apresentar limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais;
- ✓ Eventuais defeitos existentes deverão ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura;
- ✓ A pintura de ligação deverá apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução do concreto betuminoso. Se necessário, nova pintura de ligação deverá ser aplicada, previamente à distribuição da mistura;
- ✓ O concreto betuminoso deverá ser produzido em usina apropriada. A usina deverá ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;
- ✓ A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deverá ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante. A temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade "Saybolt-Furoi" (DNER-ME 004/94) na faixa de 75 a 95 segundos, admitindo no entanto, viscosidade situada no intervalo de 75 a 150 segundos;

- ✓ A temperatura do ligante não deve ser inferior a 107°C nem exceder a 177°C.
- ✓ A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deverá ser de 10 a 15°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 187°C;
- ✓ A produção de concreto betuminoso e a frota de veículos de transporte deverão assegurar a operação contínua da vibro acabadora.
- ✓ O concreto betuminoso será transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes com caçambas metálicas;
- ✓ A aderência da mistura às chapas da caçamba será evitada mediante a aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água) ou água e sabão. Em qualquer caso, o excesso de solução deverá ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando a caçamba;
- ✓ As caçambas dos veículos serão cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.
- ✓ A distribuição do concreto betuminoso somente será permitida quando a temperatura ambiental se encontrar acima de 10°C, e com tempo não chuvoso;
- ✓ A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deverá ser inferior a 120°C;
- ✓ Para o caso de emprego de concreto betuminoso como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deverá ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados;
- ✓ Deverá ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora, à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia;
- ✓ Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas deverão ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deverá ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço;
- ✓ Para o caso de distribuição de massa asfáltica de graduação "fina" em serviços de reperfilagem, será empregada motoniveladora, observando a temperatura mínima para distribuição de 120°C.
- ✓ A compressão da mistura betuminosa terá início imediatamente após a distribuição da mesma;
- ✓ A fixação da temperatura de rolagem está condicionada à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente, em cada caso;
- ✓ A prática mais frequente de compactação de misturas betuminosas densas usinadas a quente contempla o emprego combinado de rolo de pneumáticos de pressão regulável e rolo metálico

tandem de rodas lisas, de acordo com as seguintes premissas:

- ✓ Inicia-se a rolagem com o rolo pneumático atuando com baixa pressão;
- ✓ Evitar manobras, frenagem e parada sobre a massa quente.

Deverá ser realizado, obrigatoriamente, o controle tecnológico das obras de pavimentação.

A PMBC deverá exigir da construtora, um Laudo Técnico de Controle Tecnológico e os resultados dos ensaios realizados em cada etapa dos serviços (base, imprimação, pintura de ligação, e revestimento em CBUQ) conforme exigências normativas do DNIT que serão apresentados no último boletim de medição.

O Controle Tecnológico deverá ser feito de acordo com as recomendações constantes nas “Especificações de Serviço (SE)” e normas do Departamento Nacional de Infra Estrutura de Transportes – DNIT.

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da produção e do produto são estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Os custos dos ensaios tecnológicos estão embutidos nos preços dos serviços de pavimentação e não serão pagos separadamente.

7.8.4 Recomposição de passeios e micro drenagem

7.8.4.1 Reconstrução de passeio em pedra portuguesa

Reconstrução de passeio em pedra portuguesa branca (material calcário) de 04 a 07 cm, assentado sobre colchão de farofa de cimento-areia grossa (1:3) e contrapiso de concreto.

Antes da compactação do subleito, deverá ser executado in-loco, as contenções laterais de concreto, com 5cm de espessura e o topo da contenção, no nível acabado do piso. A farofa de cimento-areia, deverá possuir traço de 1:3, misturada a seco, e ter 3 cm a mais que o delimitado como camada final de projeto, para assentar as pedras quando compactadas. As pedras deverão serem assentadas individualmente, sobre o colchão de farofa de cimento-areia, com sua melhor face voltada para cima. Serão justapostas de forma a deixarem juntas definidas apenas pelas irregularidades de suas faces laterais, devendo serem batidas com o martelo de calceteiro. É de suma importância que as pedras sejam bem posicionadas, conferindo travamento ao pavimento, sem o qual poderá trabalhar e acarretar problemas de execução.

O enchimento das juntas entre as pedras, deverá ser executado com mistura a seco de cimento: areia em 1:4, espalhada sobre elas, para sequencialmente ser posteriormente ser irrigado com água e posteriormente ser comprimido com soquete de madeira, para realizar a liga da argamassa de assentamento e preenchimento das juntas. A socagem das pedras ocorrerá sempre após a irrigação, para a perfeita estabilidade da pavimentação.

A cura deverá ser procedida com molhagens diárias, durante 7 dias, devendo o pavimento estar livre de tráfego durante este período.

Por fim, deverá ser realizado a lavagem do pavimento com ácido muriático para remoção de resquícios de cimento.

7.8.4.2 Reconstrução de passeio em concreto

Reconstrução de passeio em concreto liso desempenado, composto por lastro de brita, contrapiso com acabamento liso antiderrapante.

Anterior a concretagem do contrapiso, deverá ser executado reforço de solo com brita graduada, com 5cm de espessura, assentado sobre o terreno devidamente compactado em toda a extensão dos locais de passeio que receberão o contrapiso e conseqüentemente capeamento do piso de concreto.

O contrapiso deverá ser executado com concreto usinado bombeado, com resistência mínima de fck 25 MPa, totalizando após adensamento com vibrador de imersão, espessura mínima 07 cm, com armadura em tela Q-138 na porção superior do contrapiso, conforme detalhe. A concretagem do contrapiso, assim como do capeamento, deve ser evitada em períodos de precipitação de chuva, sol intenso ou de baixa umidade relativa do ar, a fim de evitar fissuração de retração.

Deverá seguir a padronização da calçada adjacente.

7.8.5 Boca de lobo

As bocas-de-lobo deverão obedecer às indicações e detalhes do projeto. As escavações deverão ser feitas de modo a permitir a instalação dos dispositivos previstos, adotando-se uma sobre largura conveniente nas cavas de assentamento. Concluída a escavação e preparada a superfície do fundo será feita a compactação para execução fundação da boca- de-lobo.

As bocas-de-lobo com grelha (BLG) serão assentadas sobre base de concreto dosado para a resistência característica à compressão mínima (fck, mim), aos 28 dias, de 15 MPa. As paredes serão executadas com alvenaria de tijolos maciços, assentes com argamassa de cimento-areia no traço 1:4, em massa, sendo internamente revestidas com a mesma argamassa com acabamento desempenada

A parte superior da alvenaria será fechada com uma cinta de concreto, dosado para uma resistência característica à compressão (fck, mim), aos 28 dias, de 25MPa, sobre a qual será assentada uma grelha de ferro fundido de 580x870mm e com resistência mínima de 12,5 toneladas de carga pontual.

As bocas de lobo na sarjeta serão instaladas nos trechos em nível da via. Elas deverão ser pré-moldadas em concreto armado, conforme dimensões do projeto. A grelha de entrada de água deverá ser em ferro fundido, possuindo dimensões 400x800x25mm, com espaçamento máximo entre as aberturas de 15mm e apresentar resistência mínima de 12,5Ton de carga pontual aplicada.

7.8.6 Tubulações de concreto para microdrenagem

As escavações deverão ser executadas de acordo com as cotas e alinhamentos indicados no projeto e com a largura superando o diâmetro da canalização indicada na seção tipo para assentamento dos tubos, onde a largura da vala varia conforme o diâmetro da tubulação. O fundo das cavas deverá ser compactado mecanicamente.

Para o reaterro deverá ser utilizado o material da própria escavação. É responsabilidade da empresa contratada o transporte do material escavado excedente até o local destinado pela fiscalização. Para assentamento da tubulação, deverá ser executado berço com pedrisco compactado (brita 0), lançado sobre o terreno natural, quando este apresentar condições de resistência característica adequadas.

Após a execução do berço compactado em pedrisco (brita 0), tubulações deverão ser assentadas sobre pranchões de madeira ($e=2,5\text{cm}$) rigorosamente nivelados conforme inclinação indicada e no sentido do escoamento estabelecido em projeto.

As juntas dos tubos serão feitas com geotêxtil não tecido, atendendo as especificações de resistência à tração na direção de menor resistência de 14kN/m e resistência ao puncionamento de $2,6\text{ kN}$. Os tubos terão suas bolsas assentadas no lado de montante para captar os deflúvios no sentido descendente das águas. O assentamento dos tubos deverá obedecer às cotas e ao alinhamento indicados no projeto.

O reaterro, somente será autorizado depois de fixadas as tubulações e deverá ser feito, com o material reaproveitado da escavação, em camadas com espessura máxima de 15cm , adensado hidráulicamente, sendo compactado com equipamento manual até uma altura de 60cm acima da geratriz superior da tubulação. Somente após esta altura será permitida a compactação mecânica, que deverá ser cuidadosa de modo a não danificar a canalização

7.8.7 Caixas de passagem

As caixas de passagem deverão obedecer às indicações e detalhes do projeto. As escavações deverão ser feitas de modo a permitir a instalação dos dispositivos previstos, adotando-se uma sobre largura conveniente nas cavas de assentamento. Concluída a escavação e preparada a superfície do fundo será feita a compactação para execução fundação sobre lastro de concreto simples.

As paredes das caixas de passagem serão executadas com alvenaria de tijolos maciços, assentes com argamassa de cimento-areia no traço 1:3, em massa, sendo internamente revestidas com a mesma argamassa com acabamento desempenada.

As tampas em concreto armado devem obedecer às características dimensionais e demais recomendações existentes no projeto, para cada caso. As caixas devem ter tubulações de entrada e saída distante do fundo no mínimo 10cm .

Antes de entrar em funcionamento, executar um ensaio de estanqueidade, saturando por no mínimo 24hs após o preenchimento com água até a altura do tubo de entrada.

Decorridas 12hs , a variação não deve ser superior a 3% da altura útil (h).

As paredes devem ser paralelas às linhas de construção principais e aprumadas.

Tampa das caixas: concreto traço 1:3:4 cimento, areia e brita, armado conforme projeto, aço CA- 50. Vedação da tampa de inspeção com argamassa de rejunte e areia.

8 REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ABC-6: Sistema de Suporte a Decisões para Análise de Cheias em Bacias Complexas. Software e Manual do Usuário. LabSid – Sistemas de Suporte à Decisões Hidráulicas. Departamento de Engenharia Hidráulica – USP, Versão 1.35, disponível em: <https://labsid.poli.usp.br/software/>

CPRM, 2013. Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias). Município: Balneário Camboriú/SC. Estação Pluviométrica: Itajaí, Código 02648008. Jean Ricardo da Silva do Nascimento, José Alexandre Moreira Farias; Eber José de Andrade Pinto. Teresina, PI.

EMASA. 2023. Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Empresa Municipal de Água e Saneamento. Balneário Camboriú, SC.

Manual de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais. Vol. I: Gerenciamento do Sistema de drenagem Urbana. Prefeitura Municipal de São Paulo, 2012.

Manual de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais. Vol. II: Aspectos Tecnológicos: Fundamentos. Prefeitura Municipal de São Paulo, 2012.

Manual de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais. Vol. III: Aspectos Tecnológicos: Diretrizes para Projetos. Prefeitura Municipal de São Paulo, 2012.

SDS, 2017. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas. Etapa B: Diagnóstico socioeconômico e ambiental da área de abrangência. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS.