



**INSTITUTO  
ÁGUA E TERRA**



**INSTITUTO ÁGUA E TERRA**

**RECUPERAÇÃO DA ORLA DE  
MATINHOS**

**CAPÍTULO 3  
MACRODRENAGEM**

**Julho de 2020**



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>ESTUDO HIDROLÓGICO.....</b>	<b>5</b>
1.1	Método Racional.....	5
<b>2</b>	<b>DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>CANAL DA AV. PARANÁ .....</b>	<b>9</b>
3.1	Estudo Hidrológico - Hidráulico.....	10
3.1.1	Características do Sistema Projetado.....	10
3.1.2	Tempo de Recorrência.....	10
3.1.3	Determinação dos Tempos de Concentração.....	11
3.1.4	Método de Dimensionamento das Contribuições.....	11
3.1.5	Método de Dimensionamento do Canal .....	12
3.1.6	Seções do Canal.....	12
3.2	Trechos e Travessias.....	12
3.2.1	Trecho 1-2.....	13
3.2.2	Trecho 2-3.....	13
3.2.3	Trecho 3-4.....	13
3.2.4	Trecho 4-5.....	13
3.2.5	Trecho 5-6.....	14
3.2.6	Trecho 6-7.....	14
3.2.7	Trecho 7-8.....	14
3.2.8	Trecho 8-LÇ .....	14
3.3	Ponto de Lançamento.....	15
3.4	Especificações.....	15
3.4.1	Terraplanagem .....	16
3.4.2	Peças de Concreto Armado.....	18
3.4.3	Reaterro Lateral .....	19



3.4.4	Serviços Complementares .....	20
3.5	Dimensionamento Hidrológico - Hidráulico .....	22
<b>4</b>	<b>CANAL SAINT ETIENNE.....</b>	<b>24</b>
4.1	Estudo Hidrológico - Hidráulico.....	24
4.1.1	Características do Sistema Projetado.....	24
4.1.2	Tempo de Recorrência.....	25
4.1.3	Determinação dos Tempos de Concentração.....	25
4.1.4	Método de Dimensionamento das Contribuições.....	26
4.1.5	Método de Dimensionamento do Canal .....	26
4.2	Especificações.....	27
4.2.1	Limpeza e Remoção da Vegetação Existente.....	27
4.2.2	Locação e Escavação Mecânica .....	28
4.2.3	Revestimento de Fundo e Contenção Lateral .....	28
4.2.4	Drenagem sub-horizontal (barbacãs).....	29
4.2.5	Argamassa de Moldagem .....	29
4.2.6	Reaterro na Interface da Estrutura.....	29
4.2.7	Controle de Materiais .....	29
4.2.8	Equipamentos de Moldagem .....	30
4.2.9	Travessia da Rodovia PR-412 .....	31
4.3	Inversão de Sentido no Fluxo do canal DNOS-II.....	31
4.4	Estabilidade das Estruturas de Contenção .....	32
4.4.1	Segurança ao Escorregamento.....	32
4.4.2	Segurança ao Tombamento .....	33
4.4.3	Tensões no Solo.....	33
4.4.4	Tensões no Paramento da Estrutura.....	33
4.4.5	Segurança nas Seções do Muro .....	33



4.4.6	Condições para Aprovação do Dimensionamento .....	34
4.4.7	Dados de Entrada para a Análise .....	34
4.5	Dimensionamento Hidrológico – Hidráulico .....	36



## 1 ESTUDO HIDROLÓGICO

Nesta seção apresentar-se-á o estudo hidrológico elaborado de acordo com as orientações e diretrizes do Instituto das Águas do Paraná. Para o cálculo das vazões que contribuem para os canais de macrodrenagem, utilizou-se o método Racional, onde as bacias contribuintes são pequenas (menores que 3 km<sup>2</sup>), a maioria das bibliografias existentes recomendam a utilização deste método. Adiante serão apresentadas as bases teóricas do método.

### 1.1 Método Racional

O método consiste no emprego da seguinte fórmula:

$$Q = \text{£} \cdot C \cdot i \cdot A$$

Onde:

Q = vazão do projeto (m<sup>3</sup>/s);

£ = coeficiente de distribuição da precipitação (considerar igual a 1, pois as bacias de contribuição são relativamente pequenas, podendo ser desprezado o efeito de dispersão das chuvas);

C = coeficiente de escoamento superficial;

i = intensidade de precipitação pluviométrica (l/s.ha);

A = área da bacia contribuinte (ha).

#### **Coeficiente de escoamento superficial**

Para a determinação do coeficiente de escoamento superficial, considerou-se valores determinados para cada tipo de cobertura do terreno, sendo adotados os seguintes valores principais:



**Tabela 1 – Valores de C, conforme as características de urbanização da bacia**

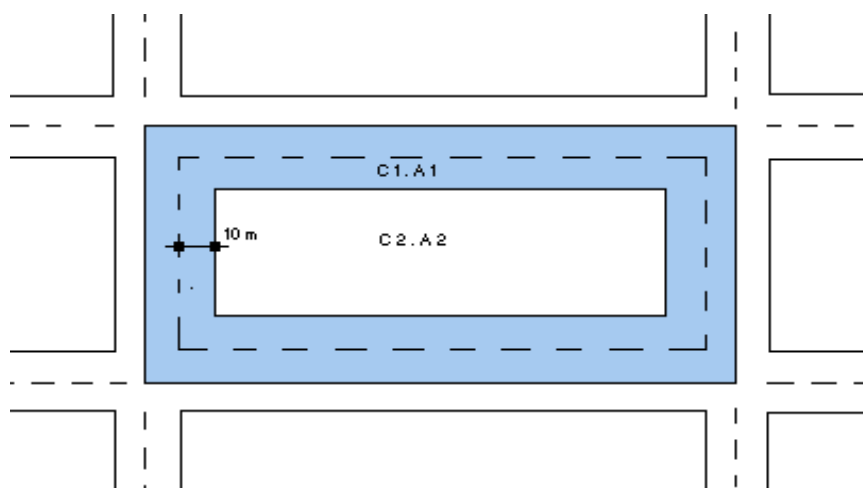
Zonas	Valores de C
De edificação muito densa: partes centrais densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas;	0,70 a 0,95
De edificação não muito densa: partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas;	0,60 a 0,70
De edificação com pouca superfície livre: partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas;	0,50 a 0,60
De edificação com muitas superfícies livres: partes residenciais tipo cidade-jardim, ruas macadamizadas ou pavimentadas;	0,25 a 0,50
De subúrbios com alguma edificação: partes de arredores com pequena densidade de construções;	0,10 a 0,25
De matas, parques e campos de esporte: partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques e campos de esporte sem pavimentação.	0,05 a 0,20

Fonte: Wilken (1978).

C = 0,25 para áreas não pavimentadas.

C = 0,90 para áreas pavimentadas ou cobertas.

Para simplificação do cálculo, foi determinado um coeficiente médio, representando as áreas cobertas, as ruas com pavimentação asfáltica, calçadas revestidas e uma faixa lateral contínua com 10 metros de largura em ambos os lados da rua e representando as áreas permeáveis, as áreas internas dos quarteirões.



$$C_m = \frac{C1. A1 + C2. A2}{A_t}$$

Onde:

C1. A1 = área contribuinte pavimentada



C2. A2 = área contribuinte não pavimentada

At = área total

### **Intensidade de precipitação**

Para a determinação da intensidade da precipitação foi utilizada equação de Guaraqueçaba, que é baseada em dados pluviográficos confiáveis e com relativo período de observações o que possibilita segurança no dimensionamento. Nas equações de chuvas intensas, entrar com o tempo de recorrência Tr em anos de duração da chuva em minutos, obtendo a intensidade da chuva em mm/h. Para obter o resultado em Litros / segundo x hectare, basta multiplicar a o resultado da fórmula por 2,77.

$$i = \frac{1479,78 \cdot Tr^{0,172}}{(t_c + 19)^{0,802}}$$

Onde:

i = intensidade de precipitação máxima (mm/h);

Tr = tempo de recorrência (anos);

t = tempo de duração da chuva (min).

### **Tempo de Recorrência**

O tempo de recorrência é adotado de acordo com a segurança que se quer dar ao sistema, assim, quanto maiores estes tempos, maiores serão as intensidades das chuvas e consequentemente maior a segurança do sistema, o que implica em custo mais elevado das obras, objeto deste projeto.

### **Tempo de Concentração**

O valor da intensidade da precipitação a ser adotada em cada seção dependerá, além do tempo de recorrência, também do tempo de concentração.

O tempo de concentração, numa determinada seção de galerias pode ser calculado pela seguinte fórmula:



$$t_c = t_s + t_e$$

Onde:

$t_c$  = tempo de concentração

$t_s$  = tempo de escoamento superficial

$t_e$  = tempo de escoamento nas galerias até a seção considerada.

Para a determinação do tempo de escoamento superficial inicial existem fórmulas e recomendações para que este tempo fique entre 5 e 20 minutos. A adoção de  $t_s = 10$  minutos é considerada satisfatória para o uso no dimensionamento da rede de galerias.

Para determinação do tempo de concentração inicial também pode-se utilizar a equação de Kirpich, detalhada abaixo:

$$t_c = 57 \cdot \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

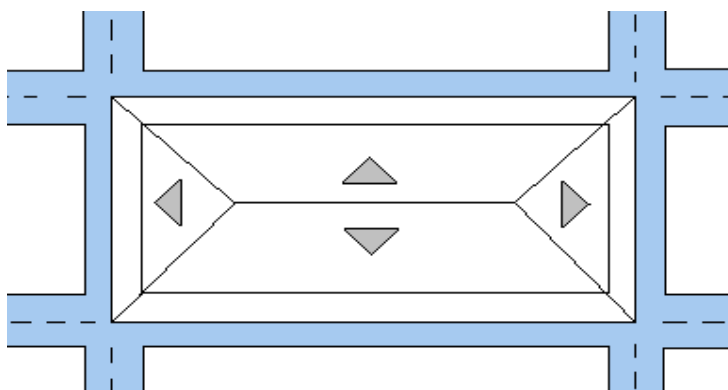
Onde:

L = comprimento do talvegue;

H = desnível da bacia;

### Área de Contribuição

O critério de cálculo adotado para a determinação de área contribuinte onde o arruamento é perfeitamente definido é mostrado na figura a seguir:







Para as demais áreas a divisão das bacias foi traçada considerando o divisor perpendicular às curvas de nível, a partir da seção do estudo.

## 2 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Os canais de macrodrenagem foram verificados de acordo com a fórmula de Manning, detalhada abaixo:

$$V = (R^{2/3} \cdot I^{1/2}) / n$$

Onde:

V = velocidade de escoamento em m/s;

R = raio hidráulico da seção de vazão em um;

i = declividade superficial de linha d'água;

n = coeficiente de rugosidade (n=0,014 p/ concreto acabado e n=0,020 p/ terreno natural).

O canal dimensionado atende as velocidades limites de:

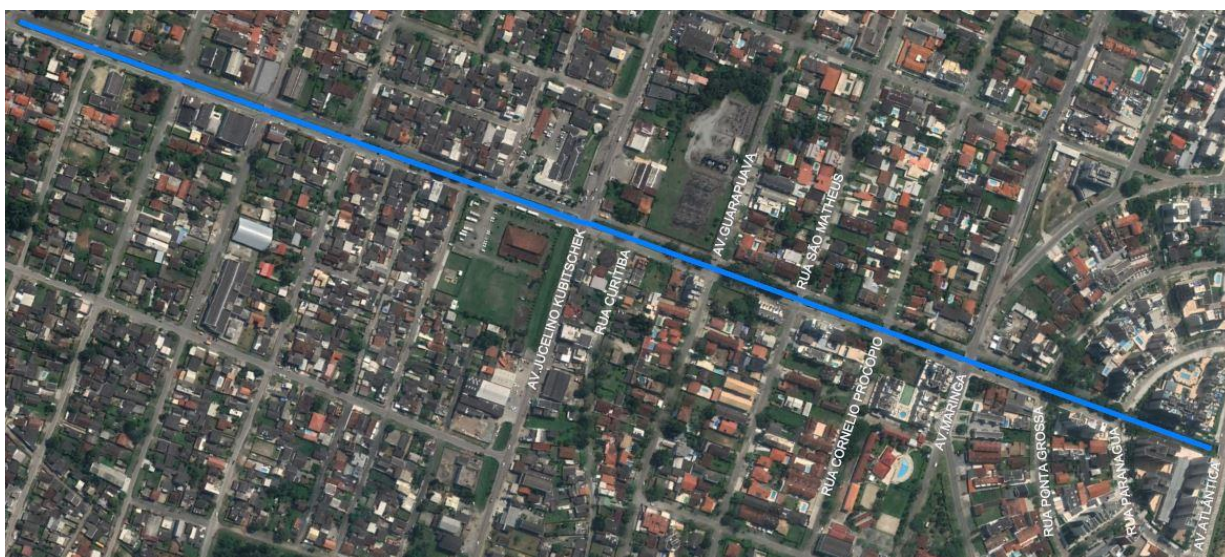
- velocidade mínima: 0,75 m/s (para evitar assoreamento).

- velocidade máxima: 5,00 m/s.

Deve-se enfatizar que os trechos finais dos canais sofrem influência de maré e não funcionam de acordo com Manning, pois são canais de maré. Para aplicação de modelos que simulem canais de maré, não existem elementos adequados e estão fora do escopo deste trabalho.

## 3 CANAL DA AV. PARANÁ

O Canal da Av. Paraná está localizado em Caiobá, Município de Matinhos, conforme demonstrado na imagem abaixo. Este projeto preconiza a utilização de seções retangulares em concreto armado, pré-moldadas ou moldadas *in loco*, conforme as dimensões geométricas apresentadas no projeto.



Localização do Canal da Av. Paraná

### 3.1 Estudo Hidrológico - Hidráulico

#### 3.1.1 Características do Sistema Projetado

Após várias visitas à área de projeto e da observação da funcionalidade do sistema de drenagem atualmente implantados no município, optou-se pela adoção de seções retangulares em concreto armado para revestimento do Canal da Av. Paraná.

Entre as vantagens do sistema adotado pode-se citar: baixa rugosidade do material, facilidade na limpeza do canal, boa resistência e longevidade do material e facilidade na ligação com as travessias, também projetadas em concreto armado.

#### 3.1.2 Tempo de Recorrência

Para a verificação da funcionalidade do sistema proposto foi adotado o tempo de recorrência de 15 anos.



### 3.1.3 Determinação dos Tempos de Concentração

A suposição de que o deflúvio (run-off), em qualquer seção, é uma função da taxa média de precipitação, durante o tempo necessário para as águas se deslocarem do ponto mais remoto da área de drenagem em estudo, requer uma estimativa deste tempo (tempo de concentração), de modo que ao se fazer o tempo de duração da precipitação igual ao tempo de concentração, seja possível obter o valor da taxa média de precipitação através de curva de intensidade-duração pluviométrica. Para sistemas de drenagem urbana para águas pluviais, o tempo de concentração consiste no tempo requerido para o deflúvio deslizar sobre a superfície para o ponto de captação mais próximo, acrescido do tempo de escoamento no interior do coletor, da abertura de entrada mais elevada até a seção considerada.

Para o caso estudado aqui, o tempo de concentração inicial, face ao tamanho das áreas contribuintes, foi adotado igual a 13,28 minutos.

### 3.1.4 Método de Dimensionamento das Contribuições

Para determinação dos valores das contribuições nos diversos pontos, será utilizada a fórmula que traduz o Método Racional. A fórmula é a seguinte:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

Onde:

Q = deflúvio no ponto considerado (m<sup>3</sup>/s);

C = coeficiente de escoamento superficial. Serão utilizados valores de 0,30 para áreas descobertas de 0,80 para áreas cobertas e pavimentadas;

i = intensidade de precipitação (m/s);

A = área drenada (m<sup>2</sup>).

As vazões foram obtidas considerando-se a área como a soma das áreas contribuintes para o ponto considerado, e o coeficiente de escoamento superficial igual ao resultante da consideração dos quarteirões estudados e as parcelas de contribuição de cada tipo, concluindo-se que o valor médio será C = 0,6.



A exceção se deu no Ponto 4 do Canal da Av. Paraná, em que há a contribuição do Canal da Av. Juscelino Kubitschek. Desta forma, considerando a infiltração permitida pelo canal afluente, que não possui revestimento, considerou-se  $C = 0,36$ .

### 3.1.5 Método de Dimensionamento do Canal

O dimensionamento do canal foi efetuado com base na fórmula de Manning, que relaciona o raio hidráulico, a rugosidade do material e a declividade de cada trecho. Para determinação da área de escoamento e, conseqüentemente, do raio hidráulico, foi adotado um bordo livre de 20 cm para todos os trechos. Desta forma calculou-se a vazão máxima suportada pelo canal em cada trecho (considerando o bordo livre). Posteriormente foi verificado o comportamento do escoamento para as vazões de projeto calculadas no dimensionamento hidrológico, que utilizou um Tempo de Recorrência de 15 anos.

As velocidades, tanto na situação de vazão máxima suportada pelo canal, quanto na situação de vazão de projeto, foram conferidas de acordo com o especificado para os valores mínimos e máximos desejados de 0,75 m/s e 5,0 m/s, respectivamente.

### 3.1.6 Seções do Canal

Todos os trechos do canal foram dimensionados como seções retangulares abertas de concreto armado, com exceção das travessias, em que se considerou a laje para fechamentos superior. Cabe salientar que as espessuras e formas geométricas consideradas no projeto devem ser conferidas por projeto estrutural executivo, mantendo-se as seções hidráulicas estabelecidas.

## 3.2 Trechos e Travessias

O canal foi projetado com em 9 trechos, em que estão distribuídas 12 travessias, com largura da base variando de 2,0 metros a 7,0 metros no trecho mais a jusante, conforme especificado abaixo:



### 3.2.1 Trecho 1-2

- Extensão: 182,00 metros
- Base: 2,00 metros
- Altura: 1,00 metro
- Travessia 1 (Rua Francisco Beltrão)

### 3.2.2 Trecho 2-3

- Extensão: 206,00 metros
- Base: 2,00 metros
- Altura: 1,20 metros
- Travessia 2 (Rua Santa Catarina)
- Travessia 3 (Rua Diomar Cunha)

### 3.2.3 Trecho 3-4

- Extensão: 263,50 metros
- Base: 4,00 metros
- Altura: 1,00 metros
- Travessia 4 (Rua Realeza)
- Travessia 5 (Rua Nossa Senhora Aparecida)

### 3.2.4 Trecho 4-5

- Extensão: 161,50 metros
- Base: 6,00 metros
- Altura: 1,40 metros
- Travessia 6 (Av. Juscelino Kubitscheck)
- Travessia 7 (Rua Curitiba)



### 3.2.5 Trecho 5-6

- Extensão: 196,00 metros
- Base: 6,00 metros
- Altura: 1,70 metros
- Travessia 8 (Av. Guarapuava)
- Travessia 9 (Rua São Matheus)

### 3.2.6 Trecho 6-7

- Extensão: 193,00 metros
- Base: 7,00 metros
- Altura: 2,00 metros
- Travessia 10 (Rua Cornélio Procópio)
- Travessia 11 (Av. Maringá)

### 3.2.7 Trecho 7-8

- Extensão: 200,00 metros
- Base: 7,00 metros
- Altura: 2,00 metros
- Travessia 12 (Rua Paranaguá)

### 3.2.8 Trecho 8-LÇ

- Extensão: 36,50 metros
- Base: 7,00 metros
- Altura: 2,00 metros



### **3.3 Ponto de Lançamento**

A cota de lançamento adotada para o Canal da Av. Paraná foi de -0,50 m. Em certas condições, devido a variação da maré, parte do canal ficará afogada, entretanto, como os trechos a montante foram dimensionados com certa folga, haverá condições de escoamento até o limite superior da seção de escoamento.

Pelas condições topográficas de terreno e variação das marés é impossível chegar-se a uma situação de escoamento ideal, com boa declividade e com lançamento acima do nível das marés. A solução proposta procura proporcionar as melhores condições de escoamento no confronto com as condicionantes de topografia e lançamento.

### **3.4 Especificações**

Os serviços ou construções a serem executados sob a presente especificação consistem no fornecimento de todos os materiais, equipamentos, mão de obra, transporte e serviços necessários à construção do Canal da Av. Paraná.

Os serviços consistem basicamente em:

- Locação planialtimétrica do canal;
- Execução de projeto estrutural executivo, com detalhamento das armaduras para o concreto armado e revisão das espessuras estabelecidas para as peças, garantindo-se a seção hidráulica dimensionada para cada trecho;
- Limpeza da vegetação existente nas margens do canal, bem como o corte árvores necessárias;
- Realocação dos postes e linhas de transmissão necessárias;
- Demolição do pavimento sobre as travessias;
- Demolição e retirada das travessias e tubos que funcionam como travessias do canal atual;
- Demolição das estruturas de gabião existentes ao longo do canal;
- Escavação e regularização do fundo garantindo as cotas de nível especificadas no projeto;



- Execução de ensecadeiras ao longo do canal e escoramentos, quando necessário;
- Execução do embasamento especificado no projeto;
- Moldagem das peças em concreto armado, incluindo os serviços de armação do aço e montagem de formas, podendo o executor optar por peças pré-moldadas, desde que se garanta as mesmas especificações do concreto moldado *in loco* e não ocorram atrasos no cronograma estabelecido;
- Execução da camada de drenagem lateral e dos barbacãs ao longo do canal, conforme especificado no projeto;
- Reposição e acabamento do pavimento acima das travessias construídas, conforme as Normas do DNIT, 031/2006-ES, 144/2014-ES, 145/2012-ES e 141/2010-ES;
- Reaterramento lateral previsto para preenchimento da área entre as paredes do canal e o arruamento;
- Execução de barreiras do tipo “*New Jersey*” nas extremidades das travessias, conforme o padrão DNIT, Norma 109/2009 - PRO;
- Execução das descidas d’água, entradas para as descuidadas e meio fios, conforme o padrão do DNIT, DAR 02, EDA 02 e MFC 05, respectivamente e Normas 021/2004-ES e 020/2006-ES;
- Enrocamento no ponto de lançamento do canal e junção com os Guias Correntes da Av. Paraná, conforme o projeto de estruturas marítimas.
- Enleivamento da superfície aterrada e plantio de palmeiras e vegetação nativa ao longo do canal;

### 3.4.1 Terraplanagem

#### a) Escavação

A escavação será executada de forma manual ou mecânica de acordo com as conveniências do construtor, respeitando-se os interesses da fiscalização, de conformidade com as declividades e cotas contidas nos perfis do projeto. Deve-se atentar para a presença de trechos suscetíveis a intervenções causadas por interferências da rede de esgoto nas etapas de escavação,





verificando em conjunto com os técnicos da SANEPAR, com base em levantamentos e nas especificações do Manual de Obras de Saneamento da companhia, as possíveis soluções.

**b) Amontoamento do Material Escavado**

O material escavado deverá ser depositado primeiramente nas laterais do canal e, sempre que possível, poderá ser utilizado como material previsto para o reaterro lateral. Caso as características do solo não permitam sua reutilização, deve-se carregar o material e levá-lo ao bota-fora previsto para as obras de Recuperação da Orla de Matinhos.

**c) Escoramento**

A área escavada para execução das travessias deve conter escoramento quando sua profundidade ultrapassar 1,25 metros ou quando for verificado risco de escorregamento do talude. O escoramento poderá ser contínuo, descontínuo ou com esteios. Em qualquer dos casos deverá ser evitado o uso de pregos a fim de facilitar o desmonte e a remoção das madeiras.

**d) Esgotamento e ensecadeiras**

Quando a escavação atingir o nível d'água, fato que irá criar obstáculos à perfeita execução da obra, deverá ter-se o cuidado de manter o terreno drenado, impedindo-se que a água adentre na área de trabalho.

Para evitar o trabalho na presença de água deve-se adotar a utilização de ensecadeiras, preferencialmente posicionadas no eixo do canal, permitindo que em uma das margens ainda ocorra o escoamento necessário. As áreas de trabalho devem ser fechadas nos trechos iniciais e finais, evitando a entrada de água, em um comprimento compatível com o avanço dos serviços de confecção das peças de concreto armado.

O esgotamento das áreas de trabalho deve ser realizado por meio da utilização de motobombas, retirando a água para o lado de fora das ensecadeiras instaladas. Quando for aconselhável, o esgotamento feito por rebaixamento do nível de água será executado por bombeamento contínuo e será constituído por um sistema de bombas centrífugas e a vácuo coletor geral e ponteiras filtrantes, colocadas quando necessário, no interior de poços de areia.



### 3.4.2 Peças de Concreto Armado

#### a) Embasamento

O embasamento das estruturas de concreto armado foi considerado como uma seção única do começo ao fim do canal. A primeira camada constitui-se em uma faixa de 40 cm de rachão. Logo acima do rachão está especificada uma camada de brita graduada, em que se considerou, para fins de quantitativo, uma espessura de 15 cm. No entanto, com o preenchimento dos vazios e regularização da superfície de rachão, a espessura resultante da camada de brita será de 5 cm. Por fim, deve ser executada ainda uma camada de 5 cm de concreto magro, resultando em uma espessura final de 50 cm para o embasamento em toda a extensão do canal.

#### b) Locação

A locação das estruturas projetadas será feita cuidadosamente admitindo-se um deslocamento longitudinal máximo de 1,0 m, porém, apenas de 5 cm no sentido transversal da rua.

#### c) Formas e Escoramentos

As formas deverão ser executadas com esmero, de acordo com a prática recomendada, de modo a garantir as dimensões das peças a serem executadas. O escoamento deverá ser rígido, seguro tanto no sentido horizontal como na diagonal. As formas deverão ser suficientemente fortes para que possam suportar o peso do concreto. A retirada das formas será de 3 dias para as paredes e 21 dias para as lajes moldadas *in loco*.

#### d) Concreto Estrutural

Com a finalidade de quantificar o material necessário para execução das peças adotou-se a utilização de concreto com resistência mínima de 25 MPa para os trechos abertos e 30 MPa para as travessias. No entanto, a resistência, assim como o detalhamento das armaduras, deve ser confirmada por projeto estrutural executivo. O referido projeto deve ainda especificar as juntas de dilatação para as estruturas.



**e) Lançamento do Concreto**

Antes do lançamento do concreto, as formas deverão ser limpas e molhadas. Cada camada de concreto lançado nas formas será vibrada, socada com vergalhões ou pancadas nas paredes externas das formas.

**f) Ferragens**

As armaduras para as peças de concreto armado deverão ser executadas rigorosamente de acordo com o projeto estrutural executivo a ser elaborado. As barras das armaduras deverão ser limpas de ferrugem, poeira ou quaisquer substâncias nocivas que venham diminuir sua aderência ao concreto.

**g) Peças pré-moldadas**

O executor pode optar pela utilização de peças pré-moldadas de concreto armado, desde que aprovado previamente pela fiscalização e que se garanta as especificações previstas nos projetos, não atrasando o cronograma previsto.

### 3.4.3 Reaterro Lateral

**a) Enchimento em torno do canal**

O enchimento das valas em volta das estruturas de concreto deverá ser executado em camadas máximas de 20 cm vigorosamente apiloados até a camada final, que consiste no talude entre a peça de concreto e o arruamento. O material aplicado nesse enchimento não deverá possuir raízes, pedras ou outros materiais duros e será, preferencialmente, o solo escavado para execução deste canal ou de outra intervenção da Recuperação da Orla de Matinhos.

**b) Remoção do Material Excedente**

O material que não tiver condições de ser utilizado nos reaterros laterais, assim como os materiais provenientes de limpeza vegetal e demolições, deve ser transportado até bota-fora especificado para as obras de Recuperação da Orla de Matinhos de acordo com sua natureza.



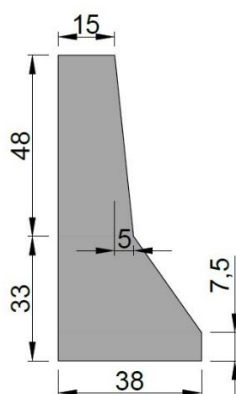
### 3.4.4 Serviços Complementares

#### a) **Reconstrução do pavimento**

Nos trechos em que forem construídas as travessias deve-se executar a camada de pavimento acima das estruturas de concreto e da superfície reaterrada. Para este serviço foi considerada uma seção tipo que inclui uma camada de 15 cm de brita graduada simples e uma camada de revestimento de 5 cm com concreto asfáltico betuminoso usinado a quente. Entre as duas camadas deverão ser executadas ainda as camadas de imprimação e pintura de ligação para criar a aderência necessária.

#### b) **Barreiras do tipo “New Jersey”**

Devem ser executadas barreiras do tipo “New Jersey” no sentido transversal ao canal e no comprimento em que for reconstruído o pavimento. Estas barreiras devem ser implantadas nos dois lados de cada travessia, protegendo o fluxo de pedestres e de veículos da altura entre a superfície do pavimento e o fundo do canal. As barreiras serão do tipo simples, conforme a seção e dimensões representadas na figura abaixo, em concreto não armado, padrão DNIT. Preferencialmente as peças devem ser moldadas in loco, no entanto, o executor pode optar pela utilização de barreiras pré-moldadas, desde que autorizado pela fiscalização e que sejam seguidas as dimensões especificadas.



#### c) **Drenagem superficial**

Ao longo do canal devem ser executadas descidas d'água, espaçadas a cada 40 metros, drenando o escoamento gerado pelo pavimento da Av. Paraná. As descidas d'água devem seguir o padrão DAR-02 do DNIT, com seção retangular e em concreto não armado. Em cada uma das



descidas d'água, a montante, deve ser executadas uma entrada, conforme o padrão EDA-02 do DNIT. As entradas devem ser implantadas de maneira que o escoamento gerado junto às sarjetas e meio fios seja destinado perfeitamente às descidas. Junto às descidas e entradas considerou-se a reconstrução dos meio fios, conforme o padrão MFC-05 do DNIT.

#### **d) Plantio de vegetação**

Os taludes resultantes do reaterro entre as paredes do canal e a rua deve receber plantio de grama em placas. O solo deverá ser preparado, de modo assegurar a germinação esperada e evitar o aparecimento de ervas daninhas. Deverão ser enleivados com espécies de porte baixo, de sistema radicular profundo e abundante, de preferência nativas da região. A fixação das placas deverá ser executada com grampos ou estacas de madeira, de bambu ou outras aprovadas pela Fiscalização.

Qualquer área em que não houver a adesão esperada será rejeitada pela fiscalização, e deverão ser refeitos os serviços às custas do executor. A irrigação deverá ser realizada de acordo com necessidade do processo e da espécie escolhida. O executor deverá realizar a manutenção do serviço até que a grama tenha crescido definitivamente, e até a entrega final da obra. A fiscalização poderá exigir a substituição de trechos do serviço que não atender as especificações.

Os taludes, além do plantio de grama, devem receber o plantio de mudas de Jerivá, ou outra espécie semelhante que se adapte bem ao local, desde de que aprovado previamente pela fiscalização. Todas as recomendações citadas para o plantio de grama devem ser seguidas para as mudas arbóreas. O plantio destas vegetações também deve seguir as especificações contidas no projeto de Revitalização da Orla de Matinhos.

#### **e) Enrocamento**

No ponto de lançamento do canal deve ser executado enrocamento, conforme as dimensões especificadas no projeto. As pedras devem ter de 0,07 a 0,12 toneladas, seguindo as mesmas características apresentadas no projeto de Estruturas Marítimas. Deve-se atentar em especial ao projeto dos Guias Correntes da Av. Paraná, garantindo que o material pétreo utilizado neste enrocamento seja compatível com o utilizado na estrutura marítima.



### 3.5 Dimensionamento Hidrológico - Hidráulico

TRECHO		EXTENSÃO (m)	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO				TEMPO CONC. (min)	INTENS. (l/s Ha)	VAZÃO (l/s)
M	J		C	A	CA	SOM. CA			
1	2	182,00	0,60	12,83	7,70	7,70	13,28	403,66	3107,38
2	3	206,00	0,60	15,4	9,24	16,94	14,40	392,75	6652,47
3	4*	263,50	0,60	8,19	4,91	21,85	15,43	383,31	8376,01
4*	5	161,50	0,36	209,7	75,49	97,34	49,07	221,90	21600,30
5	6	196,00	0,60	30,15	18,09	115,43	49,92	219,69	25359,32
6	7	193,00	0,60	70,48	42,29	157,72	50,99	217,01	34226,61
7	8	200,00	0,60	35,71	21,43	179,15	52,07	214,36	38401,72
8	LÇ	36,50	0,60	0	0,00	179,15	53,15	211,78	37940,08

\* Ponto em que o Canal da Av. Paraná recebe a contribuição do Canal da Av. Juscelino Kubitscheck

TRECHO		BASE B	ALTURA H	DECLIV. (%)	B. LIVRE BL	ÁREA Am	RAIO HID Rh	VEL. MÁX (m/s)	Q MÁX (l/s)	COTAS (m)				TEMPO PERC. (min)
M	J									TERRENO		GALERIA		
										MONT	JUS	MONT	JUS	
1	2	2,00	1,00	0,55	0,20	1,60	0,44	3,09	4936,11	5,90	3,43	4,22	3,22	1,12
2	3	2,00	1,20	0,55	0,20	2,00	0,50	3,34	6674,16	3,43	2,25	3,22	2,09	1,03
3	4*	4,00	1,00	0,40	0,20	3,20	0,57	3,11	9954,66	2,25	1,47	2,09	1,03	1,49
4*	5	6,00	1,40	0,25	0,20	7,20	0,86	3,22	23202,95	1,47	0,92	1,03	0,63	0,85
5	6	6,00	1,70	0,20	0,20	9,00	1,00	3,19	28749,45	0,92	0,55	0,63	0,24	1,06
6	7	7,00	2,00	0,15	0,20	12,60	1,19	3,10	39113,91	0,55	0,57	0,24	-0,05	1,08
7	8	7,00	2,00	0,15	0,20	12,60	1,19	3,10	39113,91	0,57	1,09	-0,05	-0,35	1,08
8	LÇ	7,00	1,50	0,40	0,20	9,10	0,95	4,36	39669,51	1,09	1,00	-0,35	-0,50	0,14



VERIFICAÇÃO - VAZÃO DE PROJETO - TR = 15 anos (Q MÁX = VAZÃO)											
TRECHO		VAZÃO	BASE	ALTURA	DECLIV.	ÁREA	RAIO HID	V <sub>15</sub>	Q <sub>15</sub>	BL Q <sub>15</sub>	
M	J	(l/s)	B	LÂMINA D'ÁGUA	(%)	Am	Rh	(m/s)	(l/s)	(m)	
1	2	3107,38	2,00	0,57	0,55	1,15	0,36	2,70	3107,38	0,43	
2	3	6652,47	2,00	1,00	0,55	2,00	0,50	3,33	6652,47	0,20	
3	4*	8376,01	4,00	0,71	0,40	2,85	0,53	2,94	8376,01	0,29	
4*	5	21600,30	6,00	1,14	0,25	6,86	0,83	3,15	21600,30	0,26	
5	6	25359,32	6,00	1,38	0,20	8,25	0,94	3,07	25359,32	0,32	
6	7	34226,61	7,00	1,64	0,15	11,49	1,12	2,98	34226,61	0,36	
7	8	38401,72	7,00	1,78	0,15	12,44	1,18	3,09	38401,72	0,22	
8	LÇ	37940,08	7,00	1,26	0,40	8,83	0,93	4,30	37940,08	0,24	



## 4 CANAL SAINT ETIENNE

Foi projetado o Canal de Saint Etienne com objetivo de dar escoamento às águas do Canal DNOS-II para o mar minimizando a vazão do Rio Matinhos. O Canal Saint Etienne será protegido nas laterais com formas têxteis reduzindo a rugosidade e melhorando o escoamento das águas. Para a travessia da rodovia será utilizado um bueiro triplo de 2m x 2m de concreto padrão DNIT. A imagem abaixo demonstra a implantação do canal.



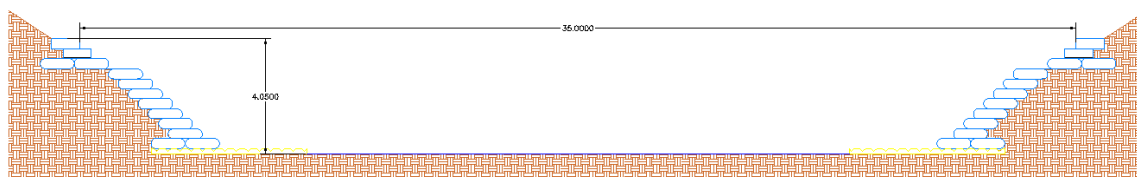
Localização do Canal Saint Etienne

### 4.1 Estudo Hidrológico - Hidráulico

#### 4.1.1 Características do Sistema Projetado

No início do canal Saint Etienne, este recebe parte da vazão do canal DNOS-II, com o objetivo de aliviar as vazões no Rio Matinhos, tendo sua foz no oceano. O canal foi projetado com as margens protegidas por formas têxteis tipo bolsa e fundo revestido com formas têxteis tipo colcha, conforme representado na imagem abaixo.





O primeiro trecho, que vai do Canal DNOS-II até a PR-412, tem extensão de 159,45 metros, largura de 35,0 metros, considerando o topo da seção trapezoidal, e uma altura de 1,60. O segundo trecho, que vai da PR-412 até ser ligado ao mar, com extensão de 215,50 metros, largura máxima de 55,0 metros e altura de 4,05 metros. Ambos os trechos foram projetados com uma declividade 0,5%, sendo ligados por um bueiro na extensão da PR-412.

Para a travessia da rodovia, considerou-se a utilização de um bueiro triplo de concreto padrão DNIT (Norma 025/2004 – ES) de 2m x 2m, com comprimento de 53,60 metros. Assim como os dois trechos do canal, o bueiro foi projetado com uma declividade de 0,5%.

#### 4.1.2 Tempo de Recorrência

Para a verificação da funcionalidade do sistema proposto foi adotado o tempo de recorrência de 100 anos.

#### 4.1.3 Determinação dos Tempos de Concentração

Com base na equação de Kirpich, determinou-se o tempo de concentração inicial para o dimensionamento:

$$t_c = 57 \cdot \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385} = 57 \cdot \left( \frac{2,5^3}{4} \right)^{0,385} = 96 \text{ minutos}$$



#### 4.1.4 Método de Dimensionamento das Contribuições

Para determinação dos valores das contribuições nos diversos pontos, será utilizada a fórmula que traduz o Método Racional. A fórmula é a seguinte:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

Onde:

Q = deflúvio no ponto considerado (m<sup>3</sup>/s);

C = coeficiente de escoamento superficial;

i = intensidade de precipitação (m/s);

A = área drenada (m<sup>2</sup>).

As vazões foram obtidas considerando-se a área como a soma das áreas contribuintes para o ponto considerado, e o coeficiente de escoamento superficial igual ao resultante da consideração dos quarteirões estudados e as parcelas de contribuição de cada tipo, concluindo-se que o valor médio será C = 0,7.

#### 4.1.5 Método de Dimensionamento do Canal

O dimensionamento do canal foi efetuado com base na fórmula de Manning, que relaciona o raio hidráulico, a rugosidade do material e a declividade de cada trecho. Para determinação da área de escoamento e, conseqüentemente, do raio hidráulico, foi adotado um bordo livre de 20 cm para todos os trechos. Desta forma calculou-se a vazão máxima suportada pelo canal em cada trecho (considerando o bordo livre). Posteriormente foi verificado o comportamento do escoamento para as vazões de projeto calculadas no dimensionamento hidrológico, que utilizou um Tempo de Recorrência de 100 anos.

As velocidades na situação de vazão de projeto, foram conferidas de acordo com o especificado para os valores mínimos e máximos desejados de 0,75 m/s e 5,0 m/s, respectivamente.

Conforme a fórmula de Manning.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot (A \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2})$$

Onde:



Q = vazão de escoamento ( $m^3/s$ );

R = raio hidráulico da seção de vazão em um;

i = declividade superficial de linha d'água ( $i=0,5\%$ );

n = coeficiente de rugosidade ( $n=0,014$  p/ bueiros de concreto e  $0,02$  para os trechos abertos do canal).

A tabela completa de dimensionamento do Canal Saint Etienne está no fim deste capítulo. Deve-se enfatizar que os trechos finais dos canais de macrodrenagem, que sofrem influência de maré, não funcionam de acordo com Manning, pois são canais de maré. O nível da maré baixa está na cota  $-0,10m$ , enquanto o nível da maré alta está na cota  $1,50m$ . Contudo, como dimensionou-se o canal com uma capacidade bem superior que a vazão de projeto, espera-se que este cumpra com a função de drenagem do local, recebendo uma parcela do canal DNOS e aliviando a vazão do Rio Matinhos.

## 4.2 Especificações

Os serviços a serem executados no canal Saint Etienne compreendem:

- Limpeza e remoção da vegetação existente;
- Locação e escavação mecânica para implantação da obra;
- Revestimento de fundo e contenção lateral;
- Drenagem sub-horizontal com barbacãs;
- Argamassa de moldagem;
- Reaterro na interface da estrutura de proteção e o talude;
- Travessia da rodovia;

### 4.2.1 Limpeza e Remoção da Vegetação Existente

A vegetação existente e que se apresente em locais que dificultem a construção das obras, deverá ser removida e transportada para bota-fora em local pré-selecionado pela Prefeitura Municipal, sendo que as demais deverão ser cuidadosamente preservadas.



#### 4.2.2 Locação e Escavação Mecânica

A locação topográfica da obra deverá obedecer rigorosamente às indicações de projeto ou de acordo com a orientação do Engenheiro responsável da obra.

Os serviços de escavação mecânica para implantação da obra serão realizados por meio de escavadeira hidráulica e deverão atender a necessidade do projeto, no que se refere à cota de regularização de fundo. Deixar a inclinação dos taludes escavados em rampa estável. Se necessário, manter os taludes molhados para não ocorrer o desmoronamento.

#### 4.2.3 Revestimento de Fundo e Contenção Lateral

O revestimento de fundo ou de proteção da sapata deverá ser elaborado com o emprego de formas têxteis, tipo colcha com 20 cm de espessura.

O lançamento dos painéis vazios será feito manualmente, lance a lance e mesmo na presença de água. Após a ancoragem será iniciada a sua moldagem ou enchimento, através de uma bomba projetora de argamassa específica.

Por se tratar de uma forma têxtil, poderá ser moldada in loco, mesmo na presença de água, sem necessidade de ensecadeira ou desvios de cursos d'água ou bombeamentos.

O corpo da contenção será executado com o emprego de formas têxteis, tipo bolsa com dimensões de 2,40x1,00x0,35m e volume de 0,84 m<sup>3</sup>/peça cheia nas peças gabaritadas e 1,008 m<sup>3</sup>/peça cheia nas peças sem gabarito. As formas terão dispositivo autodrenante “unifluxo” ou similar, para garantir a resistência mecânica da massa de enchimento, enquadrando-a dentro das especificações técnicas do fator “água-cimento”. Serão lançadas manualmente, vazias, peça a peça, mesmo na presença de água e após a ancoragem será iniciada a sua moldagem ou enchimento através de uma bomba projetora de microconcreto ou argamassa específica, com mangotes de diâmetro de 50mm. Concomitantemente a cada 5,40m os módulos que compõem a sapata da contenção deverão ser instalados no sentido transversal a praia.

As formas têxteis tipo bolsa deverão ser moldadas bem justapostas e dispostas de maneira a permitir a “amarração” da estrutura, bem embricadas e que não permitam a fuga de finos do reaterro por entre as peças.



#### 4.2.4 Drenagem sub-horizontal (barbacãs)

A drenagem sub-horizontal, conhecidas vulgarmente por “barbacãs” será instalada dentro da estrutura de contenção com formas têxteis. Deverá ser elaborada com emprego de barbacãs de geotêxtil específico de fácil filtragem com Ø de 50 mm e comprimento de 1,20 m, enchidos com pedrisco. O espaçamento dos barbacãs será a cada 4,80 metros na horizontal, sendo que na vertical será utilizada uma camada sim outra não.

#### 4.2.5 Argamassa de Moldagem

A argamassa de moldagem deverá ser elaborada com um traço que contemple o consumo de 250 kg cimento/m<sup>3</sup> e com emprego de areia média. Havendo dificuldades de fluidez e para facilitar o bombeamento, poderá ser adicionado um plastificante, na quantidade especificada pelo fabricante. O traço será ensaiado previamente e apresentado à fiscalização da obra para sua prévia aprovação. Deverá apresentar características de auto adensamento com “slump” variando entre 13 a 15 cm e com resistência a compressão entre 13,0 e 15,0 MPa aos 28 dias de idade.

Serão extraídos corpos de prova pelo método indeformado para os ensaios de durabilidade através de norma SC-3 ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland).

#### 4.2.6 Reaterro na Interface da Estrutura

O reaterro na interface da estrutura de proteção e o talude escavado devem ser com areia média compactada.

#### 4.2.7 Controle de Materiais

Todas as formas têxteis deverão ser confeccionadas com tecido sintético de combinações poliméricas, com fios de alta tração, retorcidos e fibrilizados, de 1.200 dn, sendo os componentes do urdume e da trama compostos de PP (Polipropileno), PEPD



(Polietileno de Baixa Densidade) de PA (Plástico) e devem atender as propriedades físicas TPRF-BR-ASTM-D-1910 indicadas a seguir:

<b>Propriedade</b>	<b>Método do Teste</b>	<b>Urdume</b>	<b>Trama</b>
Gramatura	ASTM-D-1910	165	165
Resistência à tração kgf/cm.	ASTM-D-1910	650 N/5cm	700 n/5cm
Alongamento de ruptura - %	ASTM-D-1682	15%	12%
Pressão de ruptura – kgf/cm <sup>2</sup>	Mullem Burel Test ASTM-D-3788 – 80 a.	24	36
Rasgamento trapezoidal – kgf.	ASTM-D-2283	26	30
Puncionamento (Ø de furo) mm	Drop Text penetr.	22	12

Propriedades físicas da forma têxtil vazia:

- Gramatura do tecido específico TPRF-165-BR- ASTM-D-1910: 165 g/m<sup>2</sup>
- Gramatura da forma têxtil tipo bolsa vazia: 1,65 Kg/pç
- Gramatura de forma têxtil tipo colcha vazia: 1,30 Kg/m<sup>2</sup>

#### 4.2.8 Equipamentos de Moldagem

Quando houver disponibilidade de concreteira nas imediações da obra, os equipamentos de moldagem serão compostos de caminhões autobetoneiras para usinagem da argamassa e bomba projetora de argamassa mod. Putzmeister P-30 ou similar e linha de mangotes de Ø 50 mm e ponteira especial flexível. Quando não se dispuser de usina, poderão ser empregadas betoneiras comuns autocarregáveis como motor diesel ou elétrico e com a mesma bomba projetora.

Esses equipamentos deverão ser dimensionados de maneira que atendam o desenvolvimento das obras na forma do cronograma.



#### 4.2.9 Travessia da Rodovia PR-412

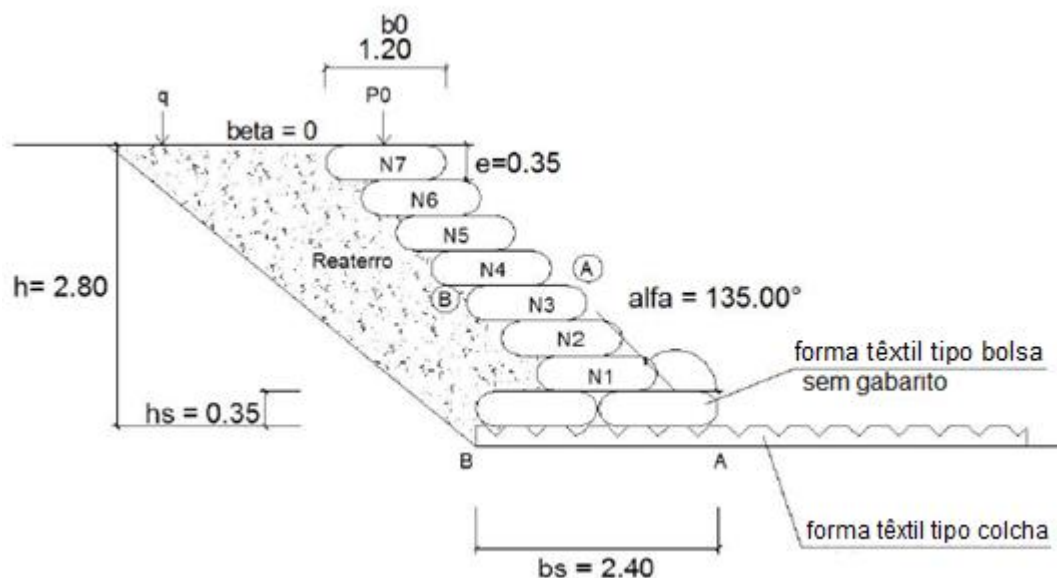
Para a travessia da rodovia, será considerado um bueiro padrão DNIT (Norma 025/2004 – ES) triplo de 2m x 2m, com declividade de 0,5% e coeficiente de manning igual a 0,014. Este bueiro é executado em concreto armado e possui comprimento de cerca de 53 metros, devendo obedecer ao descrito na norma do DNIT. Considerando o alto tráfego da rodovia, com altas cargas e solicitações, adotou-se um recobrimento de 1,24 metros entre o bueiro e a rodovia. As paredes do bueiro possuem espessura de 25cm e deve-se considerar um lastro de concreto de 5cm sob a estrutura e embasamento, conforme previsto no projeto.

### 4.3 Inversão de Sentido no Fluxo do canal DNOS-II

Para aliviar a vazão do Canal DNOS-II que chega ao Canal do Rio Matinhos, faz-se necessário inverter o sentido de parte de seu fluxo por meio de dragagem. Por meio de um estudo prévio, verificou-se que a partir da localização entre a Rua Nova Londrina e Rua Clevelândia até chegar ao Canal Saint Etienne seria um ponto conveniente, já que este canal é bastante plano. No entanto, cabe salientar que o projeto do Canal Saint Etienne foi elaborado apenas considerando a possibilidade desta inversão de fluxo, uma vez que para tal intervenção seriam necessários estudos e projetos com maiores detalhes. Ademais, julga-se que as intervenções futuras no Canal DNOS-II são de suma importância, haja vista que a região é bastante plana, causando inundações frequentes nas adjacências do Canal do Rio Matinhos.



## 4.4 Estabilidade das Estruturas de Contenção



- Peso específico da forma textil tipo bolsa = 400.00 tf/m<sup>2</sup>
- Fc28 (resistência a compressão aos 28 dias) = 1.20 tf/m<sup>3</sup>
- Fator de segurança do concreto = 3.00
- Peso específico do solo = 0.80tf/m<sup>3</sup>
- Tensão admissível do solo de fundação = 5 tf/m<sup>2</sup>
- Tipo de solo = AREIA
- Fi\_s ângulo de atrito interno = 33.00 °
- Delta = fi\_s x 0.6 = 19.8
- Ângulo de atrito entre as formas do muro (fi1) = 30.00 °
- Ângulo de atrito entre a forma tipo bolsa do muro e a forma tipo bolsa da base do muro (fi2) = 30.00 °
- Ângulo de atrito entre a forma tipo bolsa da base e o solo de fundação (fi3) = 25.00°
- Fator de segurança ao escorregamento FSesc = 1.5
- Fator de segurança ao tombamento FStomb = 1.5

### 4.4.1 Segurança ao Escorregamento





Fator de segurança mínimo = 1.50

Fator de segurança calculado = 35.46

RESULTADO = APROVADO

#### 4.4.2 Segurança ao Tombamento

Fator de segurança mínimo = 1.50

Fator de segurança calculado = 66.84

RESULTADO = APROVADO

#### 4.4.3 Tensões no Solo

Tensão admissível no solo = 5.00 tf/m<sup>2</sup>

Tensão no ponto A (ver figura) = 1.98 tf/m<sup>2</sup>

Tensão no ponto B (ver figura) = 1.98 tf/m<sup>2</sup>

Página 3 de 3

Tensão de referência = 1.98 tf/m<sup>2</sup>

RESULTADO = APROVADO

#### 4.4.4 Tensões no Paramento da Estrutura

Tensão x no topo do muro = 00 tf/m<sup>2</sup>

Tensão x na base do muro = 05 tf/m<sup>2</sup>

Tensão y no topo do muro = 00 tf/m<sup>2</sup>

Tensão y na base do muro = 02 tf/m<sup>2</sup>

#### 4.4.5 Segurança nas Seções do Muro

FS1=fator de segurança ao escorregamento da seção

FS2=fator de segurança ao tombamento da seção



SIGMA\_A=tensão no ponto A da seção (tf/m<sup>2</sup>)

SIGMA\_B=tensão no ponto B da seção (tf/m<sup>2</sup>)

FSesc = 1.50

FStomb = 1.50

fc28/FSbc = 133.33 tf/m<sup>2</sup>

#### 4.4.6 Condições para Aprovação do Dimensionamento

FS1 < FSesc SIGMA\_A < fc28/FSbc

FS2 < FStomb SIGMA\_B < fc28/FSbc

Seção	FS1	FS2	SIGMA_A	SIGMA_B
1	228.113	362.971	.592	.592
2	113.921	185.696	1.183	1.183
3	75.857	125.639	1.772	1.772
4	56.825	95.205	2.360	2.360
5	45.405	76.744	2.947	2.947
6	37.792	64.327	3.532	3.532
7	32.355	55.393	2.916	2.916

#### 4.4.7 Dados de Entrada para a Análise

- b0 = 1.20 m
- e = .35 m
- bs = 2.40 m
- hs = .35 m
- alfa = 135.00 graus
- beta = .00 graus
- N = 7
- h = 2.80 m
- peso específico da forma = 1.20 tf/m<sup>3</sup>



- $f_{c28} = 400.00 \text{ tf/m}^2$
- fator de segurança do concreto = 3.00
- peso específico do solo =  $.80 \text{ tf/m}^3$
- tipo de solo = ARENOSO
- $\delta = 19.80 \text{ graus}$
- $f_{i_s} = 33.00 \text{ graus}$
- $c = .00 \text{ tf/m}^2$
- $q = .00 \text{ tf/m}^2$
- $P_0 = .00 \text{ tf/m}$
- $f_{i1} = 30.00 \text{ graus}$
- $f_{i2} = 30.00 \text{ graus}$
- $f_{i3} = 25.00 \text{ graus}$
- $F_{Sesc}$  (fator de seg. ao escorreg.) = 1.50
- $F_{Stomb}$  (fator de seg. ao tombam.) = 1.50



#### 4.5 Dimensionamento Hidrológico – Hidráulico

TRECHO	EXTENSÃO	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO				TEMPO CONC. (min)	INTENS. (l/s Ha)	VAZÃO (l/s)	BASE B	ALTURA H	α TALUDE °	DECLIV. (%)
	(m)	C	A	CA	SOM. CA							
1 BUEIRO TRIPLO	159,45	0,70	250,00	175,00	175,00	96,00	201,94	35.338,80	31,19	1,60	40,00	0,50
	53,60	0,70	0,00	0,00	175,00	96,76	200,88	35.153,26	2,00	2,00	90,00	0,50
2	215,50	0,70	34,53	24,17	199,17	97,00	200,54	39.941,02	45,35	4,05	40,00	0,50

TRECHO	B. LIVRE BL	ÁREA Am	RAIO HID Rh	VEL. MÁX (m/s)	Q MÁX (l/s)	COTAS (m)				TEMPO PERC. (min)
						TERRENO		GALERIA		
						MONT	JUS	MONT	JUS	
1 BUEIRO TRIPLO	0,20	46,00	1,29	4,20	193.146,24	1,50	3,30	1,50	0,70	0,76
	0,20	3,60	0,64	3,76	40.630,96	3,30	2,70	0,70	0,43	0,24
2	0,20	192,26	3,35	7,92	1.522.983,36	2,70	2,90	-0,90	-1,98	1,02

VERIFICAÇÃO - VAZÃO DE PROJETO (Q MÁX = VAZÃO)										
TRECHO	VAZÃO (l/s)	BASE B	ALTURA LÂMINA D'ÁGUA	α TALUDE °	DECLIV. (%)	ÁREA Am	RAIO HID Rh	V <sub>100</sub> (m/s)	Q <sub>100</sub> (l/s)	BL Q <sub>100</sub> (m)
1 BUEIRO TRIPLO	35.338,80	31,19	0,11	40,00	0,50	10,07	0,99	3,51	35.338,80	1,49
	35.153,26	2,00	1,60	90,00	0,50	3,21	0,62	3,66	35.153,26	0,40
2	39.941,02	45,35	0,11	40,00	0,50	11,36	0,99	3,52	39.955,56	3,94