

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS

DEPARTAMENTO DE PLANEAMENTO ESTRATÉGICO

PLANO DE PORMENOR DO ESPAÇO DE REESTRUTURAÇÃO URBANÍSTICA DA QUINTA DO BARÃO

ESTUDO HIDRÁULICO DA RIBEIRA DE SASSOEIROS

RELATÓRIO

OUTUBRO 2006

TECHNOEDIF, ENGENHARIA, SA.

Estrada de Alfragide, 92 – 2610-015 Amadora – Portugal

Tel.: +351 214706600 * Fax: +351 214706601 * e.mail: technoedif@technoedif.pt * website: www.technoedif.pt
Capital Social: € 600.000,00 * Matrícula nº 12.066 C.R. Amadora * NIF 500 171 459



LISTA DE PEÇAS DESENHADAS

• PLANTA GERAL DA BACIA CONTRIBUINTE	1: 25 000	1716.DW.1442.001
• PLANTA DA ZONA DA QUINTA DO BARÃO <i>Situação de referência</i>	1: 1000 1/1	1716.DW.1442.002
• PLANTA DA ZONA DA QUINTA DO BARÃO <i>Situação de referência</i>	1: 1000 1/2	1716.DW.1442.003
• PLANTA DA ZONA DA QUINTA DO BARÃO <i>Situação de proposta</i>	1: 1000 1/1	1716.DW.1442.004
• PLANTA DA ZONA DA QUINTA DO BARÃO <i>Situação de proposta</i>	1: 1000 1/2	1716.DW.1442.005



ÍNDICE

1. **ÂMBITO E OBJECTIVO DO ESTUDO**
2. **RESUMO DAS CONCLUSÕES DO ESTUDO**
3. **DOCUMENTOS QUE SERVIRAM DE BASE AO ESTUDO**
4. **CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA**
5. **METODOLOGIA DE ANÁLISE**
6. **CRITÉRIOS DE PROJECTO**
7. **AVALIAÇÃO DOS CAUDAIS DE CHEIA**
8. **CARACTERIZAÇÃO DO ESCOAMENTO NA QUINTA DO BARÃO**
9. **CONCLUSÕES**
10. **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



ESTUDO HIDRÁULICO DA RIBEIRA DE SASSOEIROS

1. ÂMBITO E OBJECTIVO DO ESTUDO

Este relatório aborda o regime de escoamento da cheia centenária (T=100) da bacia hidrográfica da Ribeira de Sassoeiros, através do Plano de Pormenor do Espaço de Reestruturação Urbanística da Quinta do Barão (PPERUQB).

O âmbito do estudo tem como limites, a montante, a Rotunda da da Via Variante EN 6-7 com Via Longitudinal Sul e a jusante, a rotunda do da Via Variante EN 6-7 com a Rua Dr. José Joaquim de Almeida.

O Estudo considerou o regime da precipitação mais intensa provável¹ e também um hidrograma de cheia gerado pelo Método do "Soil Conservation Service".

O ponto fraco do sistema foi detectado como sendo a actual passagem hidráulica sob a Rua Dr. Baltazar Cabral, no limite do (PPERUQB).

De facto esta passagem hidráulica rectangular é insuficiente para o escoamento da cheia centenária e deverá ser substituída/complementada por uma passagem, paralela, de dimensões superiores.

2. RESUMO DAS CONCLUSÕES DO ESTUDO

Os resultados do estudo podem ser resumidos da seguinte forma.

A Bacia de drenagem da Ribeira de Sassoeiros tem uma superfície próxima de 690 hectares.

Para uma situação de cheia centenária estima-se que esta bacia gera um caudal máximo de cerca de 46.0 m³/seg.

O passagem hidráulica, sob a rua Dr. Baltazar Cabral, na entrada Norte da propriedade, é insuficiente e deverá ser substituída/complementada por uma passagem hidráulica rectangular e paralela de dimensão interior 4.50 m x 2.0 m (B-H).

¹ Para a probabilidade « Centenária ».



Todo o recinto da zona em estudo será envolvido por um muro de betão ou alvenaria, com 2.0 m de altura e 0.60 m de largura.

3. DOCUMENTOS QUE SERVIRAM DE BASE AO ESTUDO

Os elementos fundamentais que serviram de Base ao estudo e que foram fornecidos pela Câmara Municipal de Cascais foram os seguintes:

- Informação altimétrica da Bacia à escala 1:2000
- Informação cartográfica e altimétrica da Quinta de Barão e suas envolvências à escala 1:1000
- Fotografia aérea da Bacia

4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA

A Bacia Hidrográfica da Bacia de Sassoeiros desenvolve-se ao longo de mais de 8 km, segundo a direcção Norte-Sul, desde a zona de Trajouce e Cabra Figa, a montante, até à praia de Carcavelos, a jusante. No caso em presença interessa a bacia contribuinte para a passagem hidráulica sob a Rua Baltazar Cabral, na entrada da Quinta do Barão.

Trata-se de uma Bacia alongada e estreita com uma inclinação média de 1,5%.

4.1. Características Fisiográficas e Cinemáticas

Expressam-se no seguinte quadro as principais características geométricas da bacia.

Quadro I
Características principais da bacia hidrográfica

Bacia hidrográfica	Área da bacia hidrográfica em ha	Comprimento (m)	Cota máxima	Cota mínima (R. Baltazar Cabral)	Declive médio (m/m)
Sassoeiros	690	8000	140	20	0.0150

O tempo de concentração adoptado para a bacia foi estimado com base na ponderação de diversos métodos, apresentados a seguir:

Quadro II
Tempos de concentração
(Em minutos)

Bacia hidrográfica	Manning V.T.Chow (1959)	Kerby (1959)	Kirpisch (1940)	Fórmula da onda cinemática (1975)	Natural Resources Conservation Service (ex SCS) 1975	Bramsby Williams equation (1922)	Federal Aviation Agency equation (1970)
Sassoeiros	70	31	93	31	74	175	143

Para o cálculo destes tempos foram ainda considerados os seguintes parâmetros.

Coeficiente de rugosidade das encostas segundo Manning - 0.08

Coeficiente de retardamento - 0.35

Coeficiente Racional de escoamento - 0.50

Intensidade de precipitação inicial - 51mm/hora

Coeficiente de retardamento das encostas - 0.017

N.º CN (SCS) para as condições CNIII= 96. (para um Valor máximo de 100)

Os valores apresentam uma grande disparidade.

A média ponderada dos tempos de concentração indica um valor de $t_c=81$ minutos.

A forma alongada da bacia, com uma linha de água principal predominante e de forte inclinação, justifica o facto da fórmula de verificação de velocidades ao longo do seu percurso seja a mais ajustada. (fórmula de Manning- Chow). Os resultados deste cálculo são apresentados em anexo e indicam exactamente um valor de tempo de percurso de 70 minutos, contando com 10 minutos de tempo de entrada inicial até à rede hídrica.

4.2. Características Geológicas e Hidro-geológicas

A zona em estudo é caracterizada fundamentalmente por calcários e por solos de elevado potencial de escoamento superficial, isto é, por solos com intensidades de infiltração muito baixas, sobretudo quando humedecidos.

4.3. Ocupação Urbana e Uso do Solo

Grande parte da bacia, salvo a própria Quinta do Barão e também sub-bacias de montante, estão em grande parte urbanizadas e impermeabilizadas, com múltiplas zonas impermeabilizadas com ligação directa à linha de água principal, situação esta com grande incidência no centro de gravidade da Bacia. As nossas medições indicam que actualmente, grosso modo, 50% da área esteja impermeabilizada e que desta, 25% seja área impermeabilizada com drenagem directa para a linha de água.

5. METODOLOGIA DE ANÁLISE

A metodologia de abordagem do cálculo do regime de cheia teve início com uma visita detalhada ao local em estudo. Nesta ocasião foi confrontada a informação fornecida pela Câmara Municipal de Cascais com a confirmação local de dimensões.

Com o fim de apoiar o modelo matemático de escoamento identificámos os pontos críticos que condicionam o escoamento, as suas secções características, determinando em cada um deles as dimensões de interesse para o cálculo.

5.1. Cálculo da Capacidade de Escoamento dos Pontos Críticos

Em cada ponto crítico o cálculo desenvolveu-se segundo os seguintes critérios;

Expõe-se a sequência de cálculo na qual se comparam os três tipos distintos de regime de escoamento dos quais se seleccionou o de menor caudal (ou seja a determinação do regime de controle a montante ou a jusante).

a) Regime de Escoamento em Canal de Superfície Livre

O caudal característico deste género é obtido da seguinte forma;

$$Q_{m^3/seg} = K \times S \times R_h^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}}$$

Ou seja, resolvendo-se a igualdade

$$\frac{Q}{K \times i^{\frac{1}{2}}} = \frac{S^{\frac{5}{3}}}{P^3} \quad [1]$$

Com K coeficiente de Manning = 50

S - Secção Hidráulica

R_h = Raio Hidráulico

I = Pendente do fundo

b) Regime de Descarga em Orifício

Para a descarga em orifício (controle de montante) utiliza-se a seguinte formula;

$$Q_{m^3/seg} = C_d \times S \times \sqrt{2 \times g \times H} \quad [2]$$

Com C_d = 0,62-0,80 coeficiente de contracção (conforme as condições de entrada.

S - Superfície de escoamento

H - Carga sobre o centro de gravidade sobre a superfície de escoamento

c) Regime de Secção Cheia (sistema de ligação de dois reservatórios)

Para um regime deste tipo a fórmula utilizada é a seguinte;

Perda de carga total (H_M - H_J) = Perdas Contínuas + Perdas Locais

$$H_M - H_J = \left(\frac{Q_{m^3/seg}}{K \times S \times R_h^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \times L_{(m)} + 0,5 \times \frac{Q^2}{S^2 \times 2 \times g} + 1 \times \frac{Q^2}{S^2 \times 2 \times g} \quad [3]$$

Com L comprimento da passagem

5.1.1 Regime de escoamento em canal rectangular

Para este regime de escoamento foi utilizada a igualdade [1] para o escoamento em superfície livre da secção rectangular.

5.2. Cálculo de Regolfo em Cheia Centenária

Ao longo do vale da Quinta do Barão, e mesmo no canal regularizado que a precede, a propagação da cheia foi calculada perfil a perfil, tendo em conta o caudal de referência de 46.0 m³/seg, as velocidades secção a secção e o crescimento gradual da linha de energia.

O software utilizado foi o HEC-RAS², River Analysis System, desenvolvido pelo U.S Army Corps of Engineers, programa sofisticado e que é uma evolução do conhecido software HEC-2.

A equação fundamental do HEC-RAS para o cálculo da linha de regolfo é a equação da energia. A equação da continuidade de momento é utilizada em situações de ressalto hidráulico, confluências, etc.

Os métodos de cálculo de perdas de carga em PH's e pontões envolvem as equações energéticas, de momento, equação de Yarnell e FHWA WSPRO.

O HEC-RAS detecta se o regime é *crítico*, *rápido* ou *lento* e detecta automaticamente nas passagens hidráulicas o regime de controlo, a montante, a jusante ou interno, prevê bifurcação de leitos, ocupação dos mais diversos leitos de cheia e simula as consequências de estreitamento de leitos de cheia.

Cada secção transversal do leito principal/ Leito da Ribeira foi caracterizada geometricamente por uma sequência de valores x, y, sendo x uma abcissa referenciada a uma origem 0, à esquerda da secção, e y a cota topográfica.

Cada secção hidráulica é caracterizada pelas seguintes coordenadas,

$$A = \frac{1}{2} [(x_1y_2+x_2y_{n-1}+\dots+x_ny_1) - (y_1x_2+y_2x_{n-2}+\dots+y_nx_1)] \quad [4]$$

e o perímetro hidráulico,

$$P = [(x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2]^{1/2} + [(x_2-x_3)^2+(y_2-y_3)^2]^{1/2} \dots \dots \dots [(x_{n-1}-x_n)^2 + (y_{n-1}-y_n)^2]^{1/2} \quad [5]$$

Sendo em cada secção e nível o Raio Hidráulico definido por,

$$R_h = A/P \quad [6]$$

A largura do Leito de cheia, determinada a cota de cheia, é a Seguinte:

$$B = x_n - x_1 \quad [7]$$

O cálculo da linha de regolfo começa no perfil de jusante com a predefinição da altura de cheia de jusante WS_0 .

² Versão 3.1.1 de Maio de 2003



Se, eventualmente, houver um pequeno erro nesta estimativa, o mesmo é rapidamente corrigido nas secções de jusante. O caudal é considerado constante em cada momento. A equação $V=Q/A$ possibilita em cada secção a determinação da velocidade de escoamento V e logo a seguir se determina a altura cinética $V^2/2g$ que deverá ser adicionada a WS .

A inclinação da linha de energia S_f é igualmente calculada a partir da Equação de Manning [2] com $K=30$.

Daqui se calcula WS_2 (seguinte nível para montante) = $WS_0 + S_f \Delta x$ [8]

Em que Δx é a distancia ao perfil de montante.

A linha de energia da segunda secção H_{2a} é obtida somando de novo a respectiva altura cinética $v^2/2g$.

Em paralelo, outro cálculo é realizado para o valor H_{2b} , calculando-se primeiro S_{f2} , obtendo-se depois o valor médio entre S_{f0} e S_{f2} e multiplicando este por Δx . Adiciona-se depois o produto resultante a H_0 .

Se $H_{2a} = H_{2b}$ o valor de WS_2 está desde já confirmado.

Noutro caso,

$$\Delta H_2 = H_{2a} - H_{2b} \quad [9]$$

A correcção ao nível WS é calculada pela seguinte fórmula,

$$\Delta WS = \frac{\Delta H_2}{1 - Fr_2^2 + \frac{3 \times S_{f2} \Delta x}{2 \times R_2}} \quad [10]$$

O nº de Froude é calculado pela Fórmula,

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \times \frac{A}{B}}} \quad [11]$$

Já que A/B pode ser considerada uma aproximação da altura média de escoamento.

6. CRITÉRIOS DE PROJECTO

Dados os métodos de cálculo que acima foram expostos, descrevem-se de seguida os principais critérios de análise:

O caudal máximo da Ribeira Sassoeiros na Quinta do Barão foi estimado em $46.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$, resultante das características da bacia total, da situação de pluviosidade considerada e do hidrograma de cheias daí resultante.

Calculo de escoamento em canais de superfície livre

Foi utilizada a Fórmula de Manning-Strickler.

O leito principal da linha de água, ao longo da zona em estudo é caracterizado ou por uma secção regular em gabiões, ou num antigo pequeno canal rectangular com rasto rochoso relativamente liso e paredes em alvenaria de pedra e cal.

Coefficiente de rugosidade em leitos principais e de cheia $n = 0.033$

Coefficiente de rugosidade em fundos e muros laterais em alvenaria $n = 0.020$

Escoamento em passagens hidráulicas

Foram utilizados os seguintes coeficientes

Coefficiente de perda localizada à entrada (aresta viva)	$K_E=0.5$
Coefficiente de perda de carga à saída	$K_S=1.0$
Coefficiente de contracção em escoamento em orifício (controle a montante)	$C_c=0.62 - 080$

Escoamento sobre muros e estradas (regime de descarregador de superfície livre)

Foi utilizado o Coeficiente de descarregador de superfície livre $C_D=1.44$

7. AVALIAÇÃO DOS CAUDAIS DE CHEIA

7.1. Considerações Gerais

Para a situação concreta da bacia hidrográfica da Ribeira de Sassoeiros não existem dados estatísticos representativos de medições directas de caudais máximos instantâneos que permitam estimar com confiança suficiente os caudais de ponta de cheia correspondentes a diversas probabilidades de ocorrência.

Nesse sentido tal recorreu-se a um modelo cinemático de formação, propagação e amortecimento de cheias o SMADA - STORMWATER MANAGEMENT AND DESIGN AID, desenvolvido pela Universidade da Florida Central (UCF).

7.2. Precipitação Intensas de Curta Duração

Relativamente à informação udométrica disponível, para a zona em análise, verifica-se que os postos com alguma representatividade na bacia não possuem dados de precipitação máxima diária anual com significado estatístico.

Dada a proximidade da zona em análise considerou-se que os dados registados em Lisboa são representativos do regime de precipitação.

MATOS, R. e SILVA M. (LNEC, 1986) desenvolveram um estudo de duração, intensidade e frequência da precipitação em Portugal Continental, para períodos de retorno até T=100, o qual inclui especial atenção aos dados registados em Lisboa.

BRANDÃO, C., RODRIGUES R. e COSTA, J. (Análise de fenómenos extremos - precipitações intensas em Portugal Continental, INAG, 2001) também apresentam, para o posto de Lisboa (21C/02- Portela), as curvas de possibilidade udométrica para diferentes períodos de retorno.

Tendo por base estes dois estudos, apresentam-se os valores da precipitação total para os períodos de retorno de 10, 25, 50 e 100 e para as durações de 1, 2, 2 ½ e 3 horas.

Quadro III
PRECIPITAÇÃO TOTAL em mm

	Matos, R e Silva (LNEC, 1986)				Brandão, C. (INAG, 2001)			
	Duração	Horas			Duração	Horas		
T	1.0	2.0	2.5	3.0	1.0	2.0	2.5	3.0
10	31	42	46	50	33	42	45	48
25	36	50	56	61				
50	41	57	63	69	44	57	62	67
100	46	64	72	78	49	64	69	75

Se tomarmos em conta uma ocorrência de precipitação sobre a Bacia de Sassoeiros, com uma duração de 70 minutos (tempo correspondente ao tempo de concentração) segundo os dois autores acima referenciados, para um nível de Risco de T=100, Por interpolação, obtemos uma precipitação total de:

$$P= 51\text{mm}$$

7.3. Acontecimento de Precipitação de Referência

Considerada a precipitação total de 51mm, em vez de se considerar um perfil de intensidade constante ao longo do tempo, preferiu-se adoptar uma situação mais desfavorável, ou seja um perfil de concentração central (simétrico), o qual se apresenta em anexo. (Perfil adimensional SCS III).

Este perfil de precipitação considera que metade da totalidade da precipitação de produza nos cinco minutos centrais da chuvada, provocando assim uma concentração central acentuada.

7.4. Hidrograma de Cheia

O traçado de um hidrograma de cheia para a Bacia a Montante da Quinta do Barão foi obtido a partir do seguinte método do qual se apresentam os resultados em anexo:

- MÉTODO SOIL CONSERVATION SERVICE (NRSC)

7.5.1. Regime de cheia de verificação

Verificou-se que o regime de cheias afluente de cálculo mais desfavorável corresponde, neste caso, ao determinado pelo método do SCS484, pelo facto caudal de ponta ser superior e também pela assimetria do regime de afluência de caudais.

Resulta deste método um caudal máximo de 45.85 m³/seg minutos de cheia o que representa um caudal específico de 66.40 l/seg hectare.

7.6. Laminagem dos Caudais

Não se verifica nenhuma zona dentro da Quinta do Barão onde se possa proceder a uma laminagem de caudais e eventualmente proceder à atenuação da cheia.

A montante da Rua Dr. Baltazar Cabral, em situação centenária é atingida a cota de pavimento 23.30. A montante da passagem hidráulica de saída da propriedade, sob a rotunda da Rua Dr. J.J Almeida, a cota de inundação é limitada a 18.50.

8. CARACTERIZAÇÃO DO ESCOAMENTO NA QUINTA DO BARÃO

8.1. Enquadramento Geral

A análise foi feita da modelação de perfis transversais da ribeira e dos seus pontos críticos ao longo da propriedade.

O software de apoio utilizado foi o HEC-RAS 3.1.1 desenvolvido pelo U.S Army Corps of Engineers.

A análise efectuada foi a caudal constante, igual ao máximo de 46.00 m³/Seg.

Os níveis de regolfo condicionantes são:

A montante da Rua Dr. Baltazar Cabral - 23.30 (cota do pavimento, situação centenária).

A montante da passagem hidráulica da saída (sob a rotunda) de 18.50.

8.2. escoamento na Linha de Agua Principal

Apresentam-se em anexo os elementos numéricos e gráficos representativos do resultado do cálculo do escoamento.

A ribeira regularizada perde expressão e o escoamento alaga os terrenos de vinha adjacentes, sem contudo extravasar dos limites da zona em estudo, nem sequer ganhar expressão na base do muro periférico da propriedade.

9. CONCLUSÕES

Toda a cheia centenária de 46.0m³/seg pode ser encaixada sem dificuldades de maior ao longo do recinto interior da Quinta do Barão.

O pequeno alagamento que se produz no seu canto sul é limitado à cota 18.50 (50cm sobre o coroamento da boca da entrada 4.0 x 3.0 m²).

Esta passagem hidráulica, de saída da propriedade, contem capacidade suficiente para a drenagem da cheia centenária, controle de escoamento a montante ou controle a jusante.

A propagação da mancha de cheia para montante é limitada e não se coloca o risco de extravasamento para as vias laterais.

Contudo a passagem hidráulica existente sob a Rua Baltazar Cabral, de dimensão (2.50 x 1.50) é insuficiente para as condições centenárias em estudo.

Deve assim ser substituída/complementada na sua função por outra passagem rectangular com dimensão (4.50 m x 2.0 m). Esta passagem será paralela à existente, do lado ponte.

A construção desta passagem hidráulica porém deverá ter em atenção os seguintes aspectos.

- Será mantida a cota superior da faixa de rodagem.
- Terá duas zonas de concordância suave com os caudais de montante e jusante, impedindo as situações de colmatação em situação de cheia.
- Terá muros de ala a montante a 45° que servirão igualmente de protecção das taludes laterais do canal de aproximação.
- O canal de aproximação, de montante, será regularizado para uma geometria trapezoidal, com rasto de 4.5m e taludes laterais a 1:2.5.
- As situações particulares onde se prevejam maiores velocidades deverão ser protegidos com colchões do tipo "Reno".
- O encabeçamento da entrada (montante) para a nova passagem hidráulica, sob a rua Dr. Baltazar Cabral, deverá ser guarnecido com muro lateral e frontal, de contenção do nível de cheia, até á cota de segurança 23.85.
- Ou seja, este muro de betão, fará a contenção da cheia e facilitará a carga, até níveis de inundaçãõ a montante desta via que atinjam a cota 23.85. Para isso terá de ter uma altura adicional sobre o passeio lateral de 0.55m, sendo para cima disso protegido por um gradeamento metálico.

- A nova passagem hidráulica deverá estar afastada da existente de pelo menos 10.0 metros. Isto deve-se ao facto da existência do emissário doméstico da ribeira de Sassoeiros, que se alinha à direita do actual curso da ribeira. Nas zonas de travessia é natural que o emissário gravítico se implante a uma cota inferior ao rasto da ribeira. É contudo necessário assegurar que as Câmaras de visita existentes não se implantem em pleno rasto. Esta situação tem de ser assegurada em fase de projecto de execução, pois há que evitar a todo o custo a existência deste tipo de obstáculos em situação de cheia grave.
- Por fim há a referir que toda a propriedade será circundada por um muro maciço em alvenaria ou betão, com 2.0 metros de altura e 60 cm de espessura. Este muro conterà interiormente qualquer fuga de caudal de baixa altura e também delimitará na sua periferia exterior uma pista de cicloturismo.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ❖ MATOS, R. e SILVA M. (LNEC, 1986)
- ❖ BRANDÃO, C., RODRIGUES R. e COSTA, J. (Análise de Fenómenos Extremos - Precipitações Intensas em Portugal Continental, INAG, 2001)
- ❖ OPEN-CHANNEL HYDRAULICS - Ven Te Chow - McGraw-Hill 1981-Universidade do Illinois
- ❖ HYDROLOGY - Water Quantity and Quality Control - Martin Wanielista, Robert Kersten, Ron Eagling. John Wiley and Sons - University Of Central Florida 1997.

Lisboa, 20 de Outubro de 2006

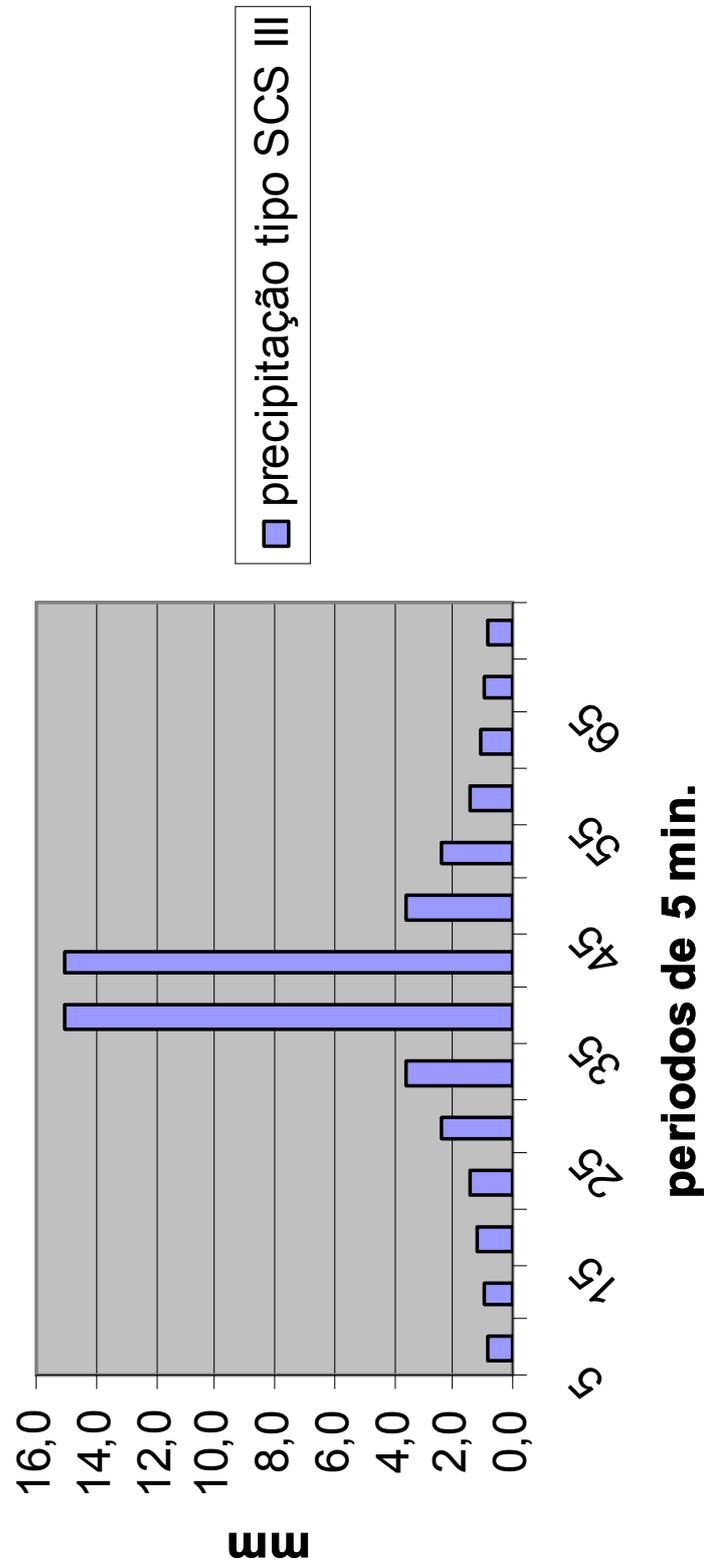


ANEXO I

**PERFIL DE SITUAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO
DE REFERÊNCIA (T=100)**



precipitação tipo SCS III. TOTAL 51mm.



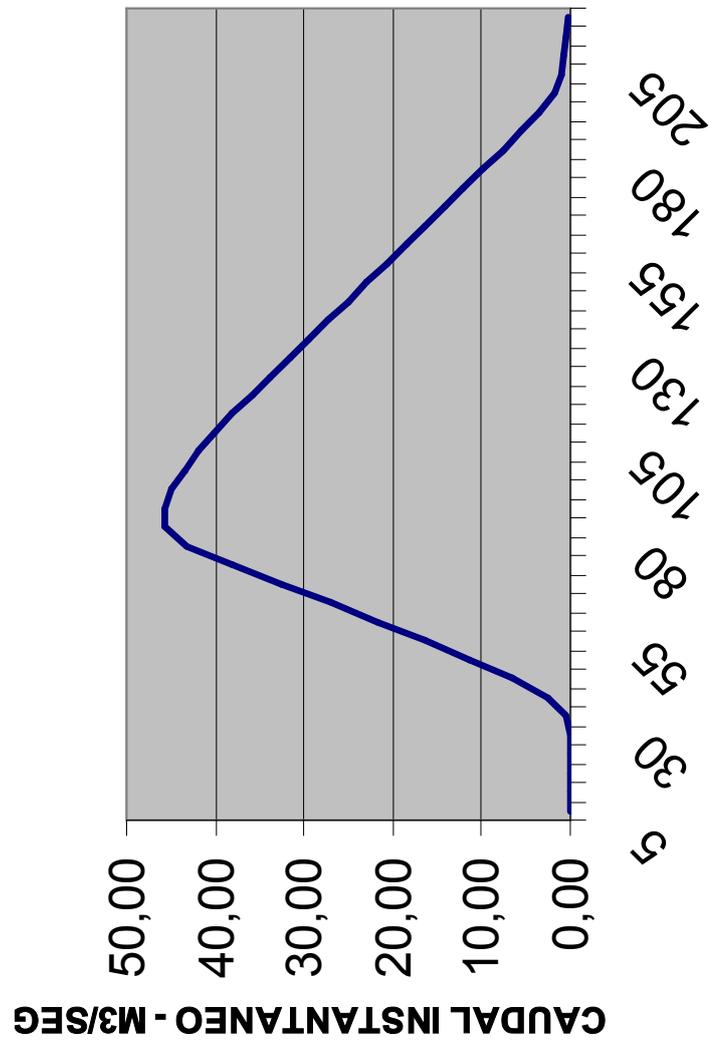
ANEXO II

HIDROGRAMA DE CHEIA DE REFERÊNCIA

(T=100)



HIDROGRAMA DE CHEIA CENTENÁRIA NA QUINTA DO BARÃO. RIBEIRA DE SASSOEIROS. TIPO SCS



MINUTOS DE CHEIA

ANEXO III

CÁLCULO DE PASSAGENS HIDRÁULICAS



1. CAUDAL DE DIMENSIONAMENTO

Foi considerado o seguinte caudal de dimensionamento para as condições centenária de

$$Q_{DimT=100} = 46.00m^3 / seg.$$

cheia.

2. CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS DA Ph EXISTENTE SOB A RUA DR. BALTAZAR CABRAL

As características geométricas das três passagens hidráulicas que definem a fronteira da área em estudo são as seguintes:

2.1. Passagem sob a Rua Dr. Baltazar Cabral (existente)

• Base:	2.5 m
• Altura:	1.5 m
• Comprimento:	14
• Cota de soleira a montante:	20.20
• Cota de Coroamento a montante:	22.30
• Cota de soleira a jusante:	20.00
• Cota de coroamento a jusante:	21.50
• Condições de entrada na secção: Aresta viva	K=50
• S_h	3.75 m ²
• P_h	8.0 m
• R_h	0.47 m
• Material: Alvenaria	
• Coeficiente de perda de carga de Manning:	0.016

2.2. Passagem sob a Rua Dr. Baltazar Cabral (proposta)

• Base:	4.5 m
• Altura:	2 m
• Comprimento:	12
• Cota de soleira a montante:	20.20
• Cota de Coroamento a montante:	22.20
• Cota de soleira a jusante:	20.00
• Cota de coroamento a jusante:	22.00
• Condições de entrada na secção: Aresta viva	K=50
• S_h	9.0 m ²

- P_h 13.0 m
- R_h 0.69
- Material: Betão Armado
- Coeficiente de perda de carga de Manning 0.014

2.3. Passagem hidráulica sob a Rotunda da Rua Dr. José Joaquim de Almeida (existente)

- Base: 4.0 m
- Altura: 3.0 m
- Comprimento: 75.00
- Cota de soleira a montante: 15.00
- Cota de Coroamento a montante: 18.00
- Cota de soleira a jusante: 14.00
- Cota de coroamento a jusante: 17.00
- Condições de entrada na secção: Aresta viva $K=50$
- S_h 12.00
- P_h 14.00
- R_h 0.86
- Material: Betão Armado
- Coeficiente de perda de carga de Manning 0.014

3. CÁLCULO DE CONTROLE A JUSANTE

De acordo com as características geométricas das passagens hidráulicas, com o caudal de referência acima citado e com os critérios de cálculo expressos na memória descritiva, foram preparados os seguintes quadros de cálculo sequenciais:

Quadro I - Velocidades

Passagem	Secção (m ²)	Velocidade - m/seg
Dr. B. Cabral - existente	3.75	(12. 27)
Dr B. Cabral Proposta	9	5.11
Rotunda Dr. J.J Almeida	12	3.83

Quadro II- Altura cinética = mc.a.

Passagem	altura cinética- mc.a.
Dr. B. Cabral - existente	-
Dr B. Cabral Proposta	1.33
Rotunda Dr. J.J Almeida	0.75

Quadro III - Cálculo da Perda de Carga de Percurso

Passagem	perda de carga- mc.a.
Dr. B. Cabral - existente	-
Dr B. Cabral Proposta	0.11
Rotunda Dr. J.J Almeida	0.28

Nota: *Calcula-se a máxima capacidade de caudal para a passagem hidráulica sob a Rua Dr. Baltazar Cabral como 17.00 m³/seg (cota de inundação a montante máxima = 23.30 que é a cota do passeio de montante).*

Quadro IV - Calculo da perda de Carga de Montante

Passagem	perda de carga- mc.a.
Dr. B. Cabral - existente	-
Dr B. Cabral Proposta	0.67
Rotunda Dr. J.J Almeida	0.38

Quadro V - C culo de Perda de Carga na Descompressão

Passagem	perda de carga- mc.a.
Dr. B. Cabral - existente	-
Dr B. Cabral Proposta	1.00
Rotunda Dr. J.J Almeida	0.60

Quadro VI - Perda de Carga Total
(necessária para o escoamento do caudal centenário)

Passagem	perda de carga- mc.a.
Dr. B. Cabral - existente	-
Dr B. Cabral Proposta	1.84
Rotunda Dr. J.J Almeida	1.26

Desta forma estima-se que os níveis de inundação a considerar seriam:

Quadro VII
Níveis de Inundação a Montante das Passagens

Passagem	cota de inundação a montante
Dr. B. Cabral - existente	23.30
Dr B. Cabral Proposta	23.30
Rotunda Dr. J.J Almeida	18.26

4. CÁLCULO DE CONTROLE A MONTANTE (DESCARGA EM ORIFÍCIO)

Considerando um regime de controle a montante, com um coeficiente de contracção de 0.75(para muros de ala a 45°.)

Passagem	cota de inundação a montante
Dr. B. Cabral - existente	-
Dr B. Cabral Proposta	2.30
Rotunda Dr. J.J Almeida	1.95

5. ALTURA DE AGUA A MONTANTE

Desta forma estima-se que os níveis de inundação, que se expressam nas peças desenhadas, seriam:

Passagem	altura sobre o eixo da secção - m
Dr. B. Cabral - existente	-
Dr B. Cabral Proposta	23.30
Rotunda Dr. J.J Almeida	18.26

ANEXO IV

**QUADROS DE VALORES NUMÉRICOS
DAS CARACTERÍSTICAS DE CHEIA
NA QUINTA DO BARÃO**



HEC-FAS Plan: Plan 01 River: quinta_barao Reach: quinta Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
quinta	21.95	PF 1	46.00	20.00	22.21	22.31	22.49	0.010011	3.24	26.39	90.39	0.71
quinta	21.50	PF 1	46.00	19.50	21.73	21.79	21.98	0.009420	3.13	29.81	126.93	0.68
quinta	21	PF 1	46.00	19.00	21.30	21.41	21.65	0.011077	3.47	25.39	98.50	0.74
quinta	20.50	PF 1	46.00	18.45	20.87	20.91	21.09	0.007600	2.87	27.96	80.08	0.64
quinta	19.50	PF 1	46.00	17.50	19.78	19.95	20.35	0.015606	4.10	18.17	51.34	0.87
quinta	18.00	PF 1	46.00	15.33	18.50	17.14	18.64	0.001021	1.71	32.65	40.12	0.34
quinta	17.60	PF 1	46.00	15.00	18.50	16.50	18.62	0.000788	1.54	33.12	19.43	0.26



Plan: Plan 01 quinta_barao quinta RS: 21.95 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	22.49	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.29	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	22.21	Reach Len. (m)	52.00	52.00	52.00
Crit W.S. (m)	22.31	Flow Area (m ²)	14.88	6.42	5.09
E.G. Slope (m/m)	0.010011	Area (m ²)	14.88	6.42	5.09
Q Total (m ³ /s)	46.00	Flow (m ³ /s)	19.75	20.82	5.43
Top Width (m)	90.39	Top Width (m)	59.23	3.00	28.16
Vel Total (m/s)	1.74	Avg. Vel. (m/s)	1.33	3.24	1.07
Max Chl Dpth (m)	2.21	Hydr. Depth (m)	0.25	2.14	0.18
Conv. Total (m ³ /s)	459.8	Conv. (m ³ /s)	197.4	208.1	54.3
Length Wtd. (m)	52.00	Wetted Per. (m)	59.24	6.70	28.16
Min Ch El (m)	20.00	Shear (N/m ²)	24.65	94.06	17.75
Alpha	1.86	Stream Power (N/m s)	32.73	304.91	18.93
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m ³)	1.94	2.81	2.78
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m ²)	9.50	1.18	11.22

Plan: Plan 01 quinta_barao quinta RS: 21.50 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	21.98	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.26	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	21.73	Reach Len. (m)	31.00	31.00	31.00
Crit W.S. (m)	21.79	Flow Area (m ²)	17.90	6.48	5.43
E.G. Slope (m/m)	0.009420	Area (m ²)	17.90	6.48	5.43
Q Total (m ³ /s)	46.00	Flow (m ³ /s)	21.36	20.28	4.35
Top Width (m)	126.93	Top Width (m)	79.89	3.00	44.04
Vel Total (m/s)	1.54	Avg. Vel. (m/s)	1.19	3.13	0.80
Max Chl Dpth (m)	2.23	Hydr. Depth (m)	0.22	2.16	0.12
Conv. Total (m ³ /s)	474.0	Conv. (m ³ /s)	220.1	209.0	44.9
Length Wtd. (m)	31.00	Wetted Per. (m)	79.90	6.81	44.05
Min Ch El (m)	19.50	Shear (N/m ²)	20.70	87.94	11.39
Alpha	2.12	Stream Power (N/m s)	24.70	275.32	9.13
Frctn Loss (m)	0.50	Cum Volume (1000 m ³)	1.09	2.48	2.50
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m ²)	5.88	1.02	9.34

Plan: Plan 01 quinta_barao quinta RS: 21 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	21.65	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.35	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	21.30	Reach Len. (m)	58.00	58.00	58.00
Crit W.S. (m)	21.41	Flow Area (m ²)	9.59	6.78	9.01
E.G. Slope (m/m)	0.011077	Area (m ²)	9.59	6.78	9.01
Q Total (m ³ /s)	46.00	Flow (m ³ /s)	10.07	23.57	12.36
Top Width (m)	98.50	Top Width (m)	58.64	3.00	36.86
Vel Total (m/s)	1.81	Avg. Vel. (m/s)	1.05	3.47	1.37
Max Chl Dpth (m)	2.30	Hydr. Depth (m)	0.16	2.26	0.24
Conv. Total (m ³ /s)	437.1	Conv. (m ³ /s)	95.6	223.9	117.5
Length Wtd. (m)	58.00	Wetted Per. (m)	58.64	6.88	36.86
Min Ch El (m)	19.00	Shear (N/m ²)	17.77	107.05	26.56
Alpha	2.11	Stream Power (N/m s)	18.65	371.94	36.44
Frctn Loss (m)	0.32	Cum Volume (1000 m ³)	0.66	2.27	2.28
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m ²)	3.74	0.93	8.09

Plan: Plan 01 quinta_barao quinta RS: 20.50 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	21.09	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.22	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	20.87	Reach Len. (m)	67.00	67.00	67.00
Crit W.S. (m)	20.91	Flow Area (m ²)	4.88	6.21	16.86
E.G. Slope (m/m)	0.007600	Area (m ²)	4.88	6.21	16.86
Q Total (m ³ /s)	46.00	Flow (m ³ /s)	4.59	17.84	23.57

Plan: Plan 01 quinta_barao quinta RS: 20.50 Profile: PF 1 (Continued)

Top Width (m)	80.08	Top Width (m)	26.51	3.00	50.57
Vel Total (m/s)	1.65	Avg. Vel. (m/s)	0.94	2.87	1.40
Max Chl Dpth (m)	2.42	Hydr. Depth (m)	0.18	2.07	0.33
Conv. Total (m3/s)	527.6	Conv. (m3/s)	52.7	204.7	270.3
Length Wtd. (m)	67.00	Wetted Per. (m)	26.51	6.32	50.58
Min Ch El (m)	18.45	Shear (N/m2)	13.72	73.28	24.85
Alpha	1.58	Stream Power (N/m s)	12.91	210.57	34.72
Frctn Loss (m)	0.53	Cum Volume (1000 m3)	0.24	1.90	1.53
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	1.27	0.76	5.55

Plan: Plan 01 quinta_barao quinta RS: 19.50 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	20.35	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.57	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	19.78	Reach Len. (m)	55.00	55.00	55.00
Crit W.S. (m)	19.95	Flow Area (m2)	0.38	6.81	10.98
E.G. Slope (m/m)	0.015606	Area (m2)	0.38	6.81	10.98
Q Total (m3/s)	46.00	Flow (m3/s)	0.42	27.88	17.70
Top Width (m)	51.34	Top Width (m)	2.76	3.00	45.59
Vel Total (m/s)	2.53	Avg. Vel. (m/s)	1.11	4.10	1.61
Max Chl Dpth (m)	2.28	Hydr. Depth (m)	0.14	2.27	0.24
Conv. Total (m3/s)	368.2	Conv. (m3/s)	3.4	223.2	141.7
Length Wtd. (m)	55.00	Wetted Per. (m)	2.77	6.98	45.59
Min Ch El (m)	17.50	Shear (N/m2)	21.01	149.26	36.86
Alpha	1.74	Stream Power (N/m s)	23.28	611.26	59.42
Frctn Loss (m)	0.71	Cum Volume (1000 m3)	0.07	1.46	0.59
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	0.29	0.56	2.33

Plan: Plan 01 quinta_barao quinta RS: 18.00 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	18.64	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.14	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	18.50	Reach Len. (m)	22.00	22.00	22.00
Crit W.S. (m)	17.14	Flow Area (m2)	1.27	25.06	6.33
E.G. Slope (m/m)	0.001021	Area (m2)	1.27	25.06	6.33
Q Total (m3/s)	46.00	Flow (m3/s)	0.54	42.78	2.69
Top Width (m)	40.12	Top Width (m)	5.03	10.00	25.09
Vel Total (m/s)	1.41	Avg. Vel. (m/s)	0.42	1.71	0.43
Max Chl Dpth (m)	3.17	Hydr. Depth (m)	0.25	2.51	0.25
Conv. Total (m3/s)	1439.3	Conv. (m3/s)	16.8	1338.4	84.1
Length Wtd. (m)	22.00	Wetted Per. (m)	5.06	12.35	25.09
Min Ch El (m)	15.33	Shear (N/m2)	2.51	20.32	2.53
Alpha	1.37	Stream Power (N/m s)	1.06	34.69	1.07
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	0.02	0.58	0.12
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.07	0.20	0.39

Plan: Plan 01 quinta_barao quinta RS: 17.60 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	18.62	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.12	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	18.50	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	16.50	Flow Area (m2)	0.64	27.97	4.50
E.G. Slope (m/m)	0.000788	Area (m2)	0.64	27.97	4.50
Q Total (m3/s)	46.00	Flow (m3/s)	0.32	43.22	2.47
Top Width (m)	19.43	Top Width (m)	1.43	8.00	10.00
Vel Total (m/s)	1.39	Avg. Vel. (m/s)	0.49	1.54	0.55
Max Chl Dpth (m)	3.50	Hydr. Depth (m)	0.45	3.50	0.45
Conv. Total (m3/s)	1639.2	Conv. (m3/s)	11.2	1540.1	87.9
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	1.69	13.18	10.04
Min Ch El (m)	15.00	Shear (N/m2)	2.94	16.39	3.46

Plan: Plan 01 quinta_barao quinta RS: 17.60 Profile: PF 1 (Continued)

Alpha	1.17	Stream Power (N/m s)	1.44	25.33	1.90
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			

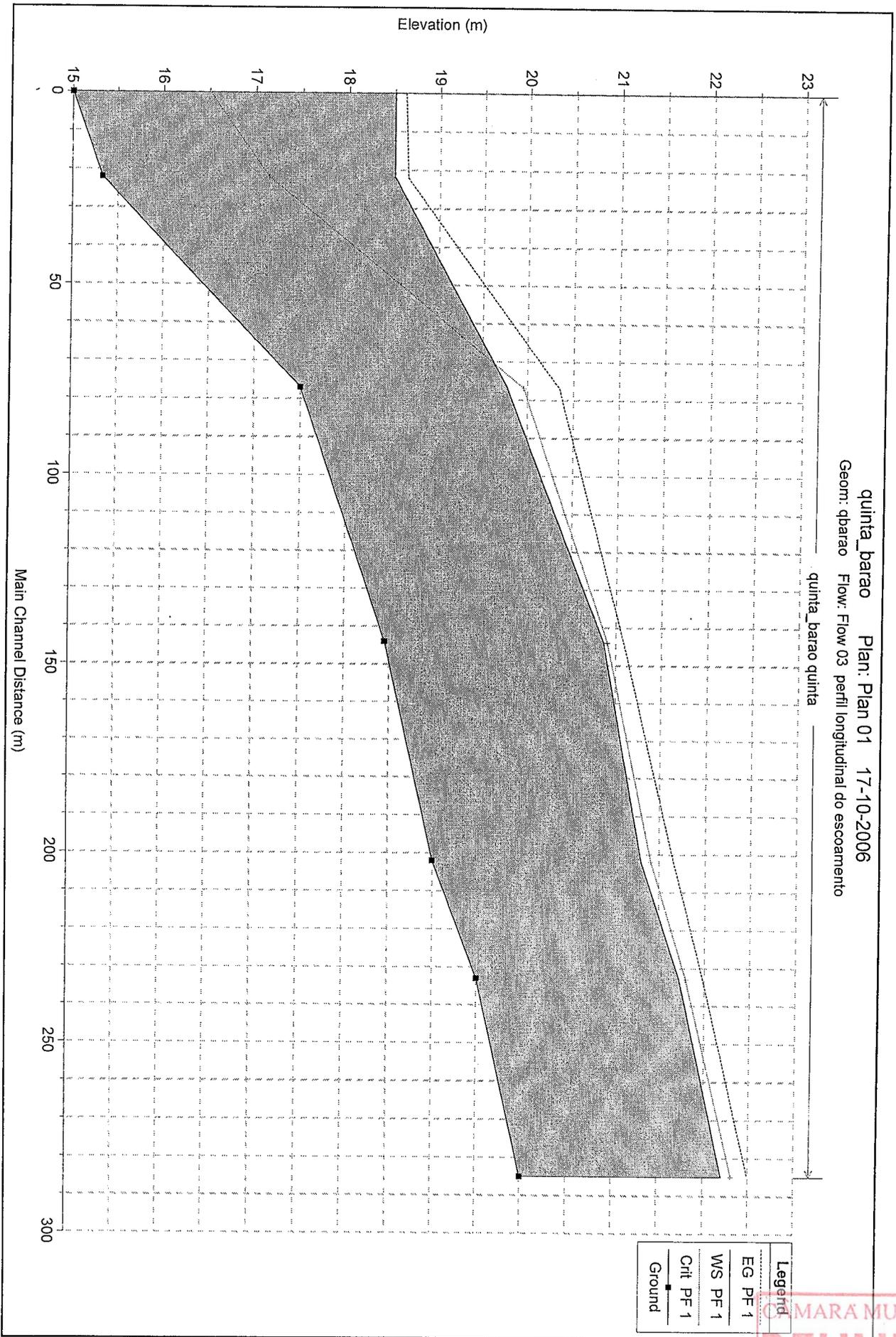


ANEXO V

**PERFIL LONGITUDINAL DA CHEIA NA
QUINTA DO BARÃO
(Situação Transformada)**



quinta_barao Plan: Plan 01 17-10-2006
Geom: qbarao Flow: Flow 03 perfil longitudinal do escoamento



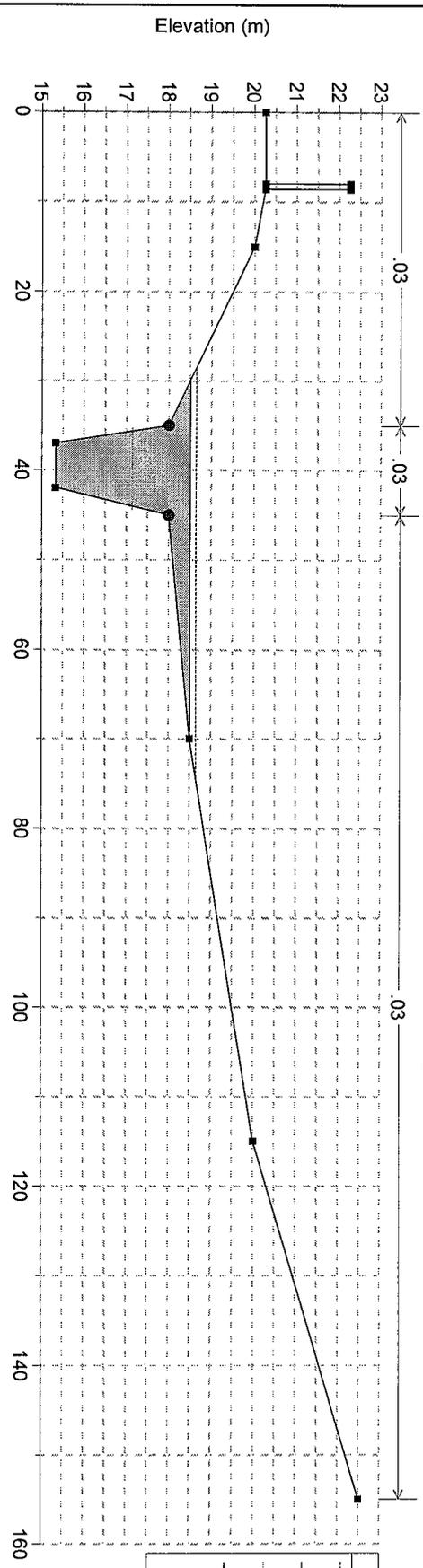
CÂMARA MUNICIPAL
25 FEV. 2009
REGISTADO
CASCAIS

ANEXO VI

**PERFIS DE CHEIA NO RECINTO DA
QUINTA DO BARÃO
(Situação Transformada)**

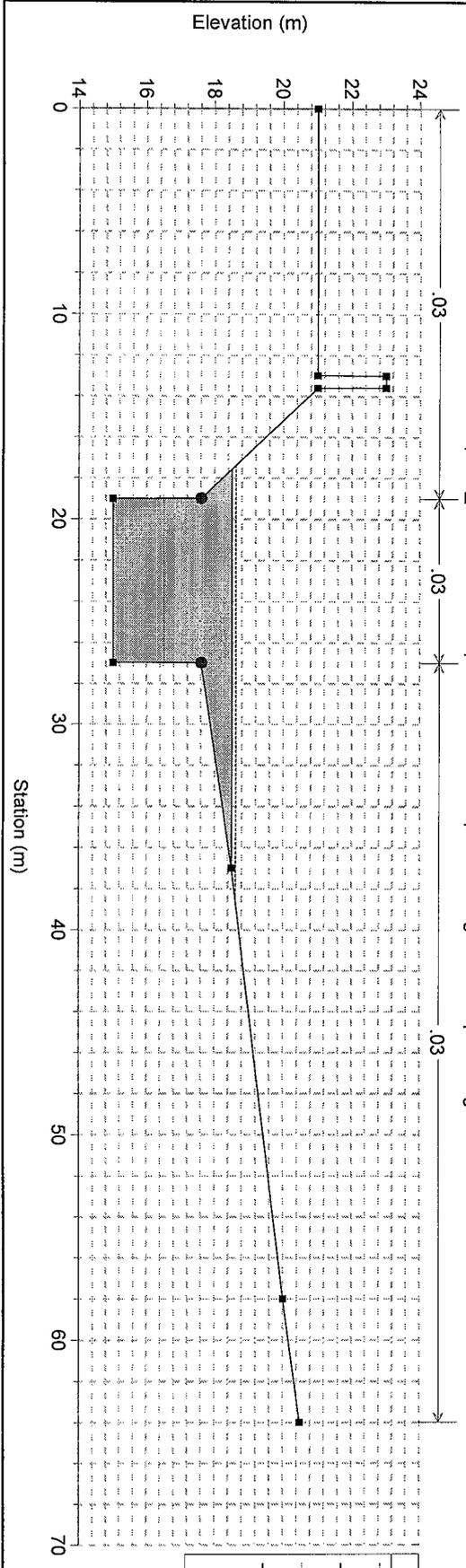


quinta_barao Plan: Plan 01 17-10-2006
 Geom: qbarao Flow: Flow 03
 River = quinta_barao Reach = quinta canal largo 18.00. Perfil 2 perfil longitudinal do escoamento



Legend	
EG PF 1	—
WS PF 1	—
Crit PF 1	—
Ground	■
Bank Sta	●

quinta_barao Plan: Plan 01 17-10-2006
 Geom: qbarao Flow: Flow 03
 River = quinta_barao Reach = quinta entrada da ph canal largo. Perfil 1 perfil longitudinal do escoamento



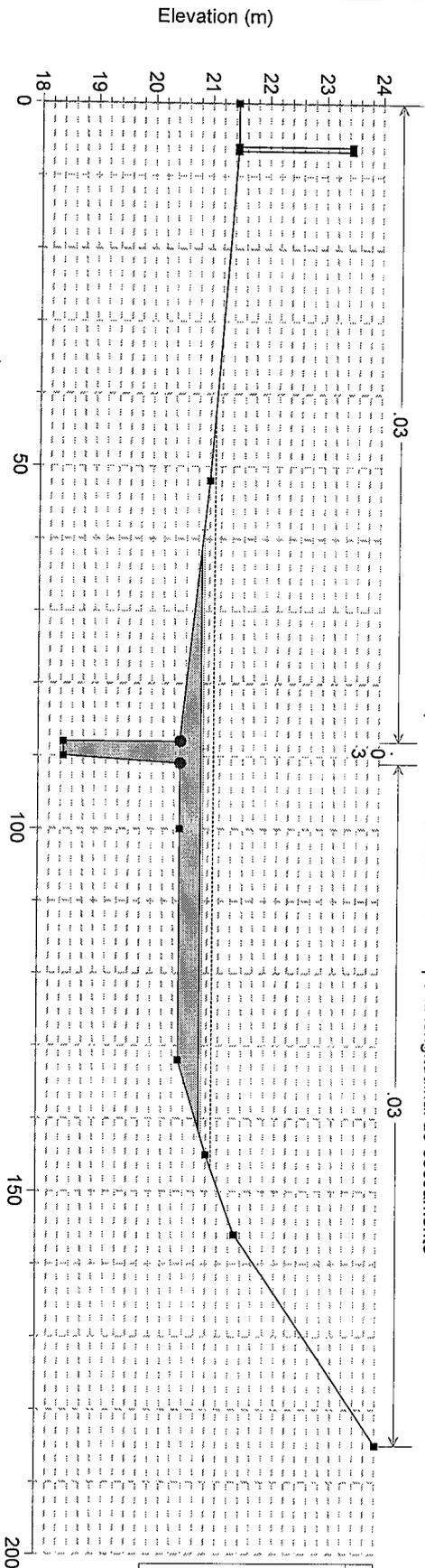
Legend	
EG PF 1	—
WS PF 1	—
Crit PF 1	—
Ground	■
Bank Sta	●



quinta_barao Plan: Plan 01 17-10-2006

Geom: qbarao Flow: Flow 03

River = quinta_barao Reach = quinta canal 20.50. Perfil 4 perfil longitudinal do escoamento

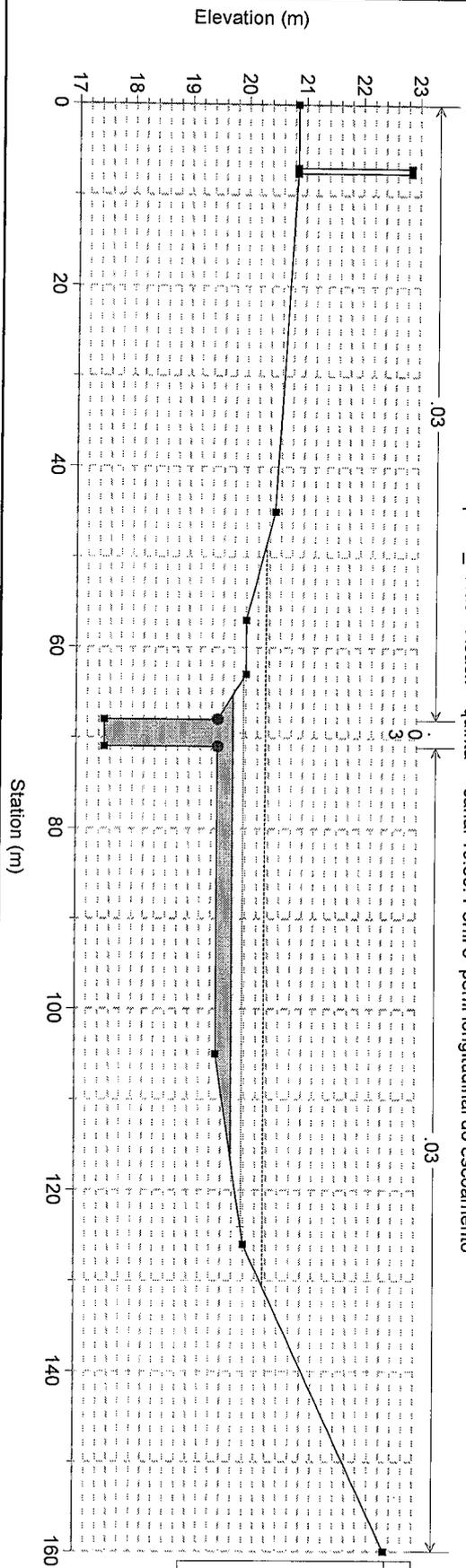


Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta

quinta_barao Plan: Plan 01 17-10-2006

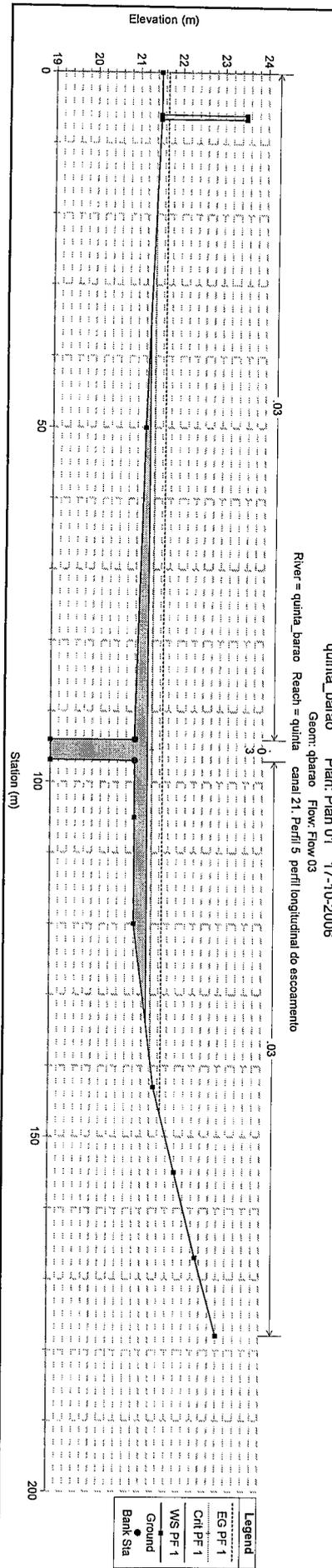
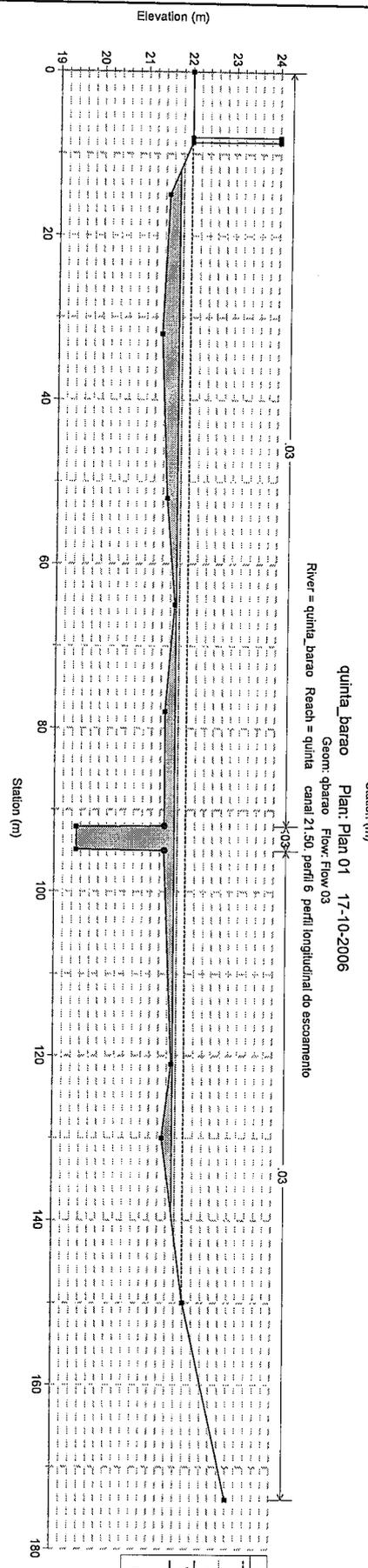
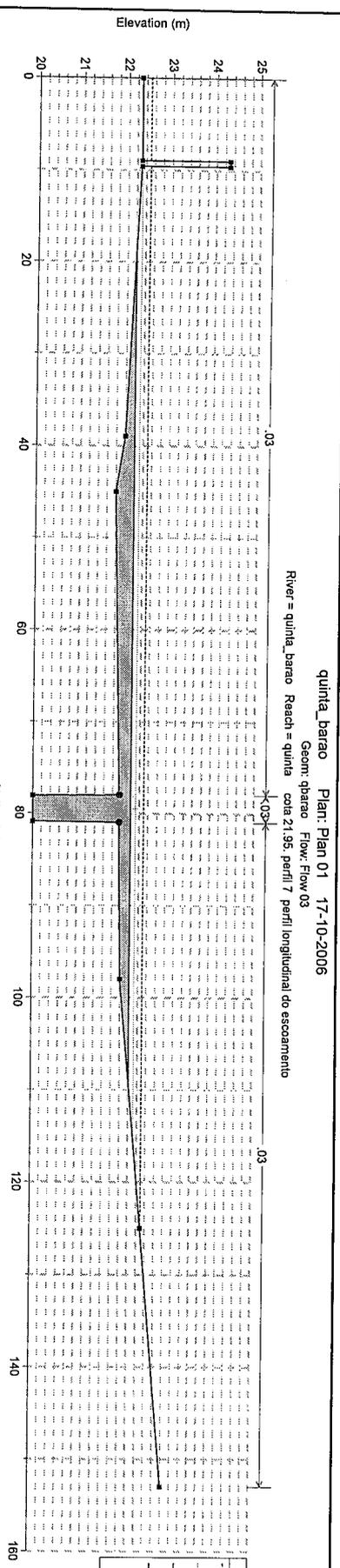
Geom: qbarao Flow: Flow 03

River = quinta_barao Reach = quinta canal 19.50. Perfil 3 perfil longitudinal do escoamento



Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta





MARA MUNICIPAL
 25 FEV. 2009
 REGISTRO
 CASCAIS

ANEXO VII

REGISTOS FOTOGRÁFICOS



RIBEIRA DE SASSOEIROS

Quinta do Barão

1. Passagem tripla na rotunda da VV EN6-7 com a VLS



2. Saída tripla da rotunda da VV EN 6-7 com a VLS



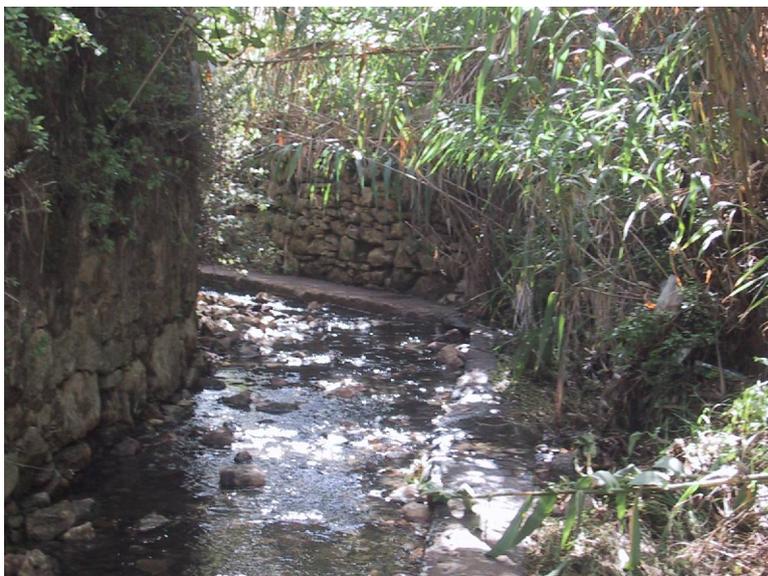
3. Canal trapezoidal a jusante da rotunda da VV EN 6-7 com a VLS



4. Protecção de talude trapezoidal com colchão tipo “Reno”



5. Transição para secção rectangular do leito da ribeira



6. Vista de montante da passagem existente sob a rua Dr. Baltazar Cabral.



7. Rua Dr. Baltazar Cabral sob a passagem hidráulica existente.



8. Local da construção da nova passagem hidráulica 4.50x2.0 m².



9. Canal trapezoidal em gabiões no interior da Quinta do Barão.



10. Entrada na PH sob a rotunda da Av. Dr. J.J. Almeida (4.0 x 3.0 m².)



11. Muro da Quinta do Barão e rotunda da Av. Dr. J.J. Almeida.



12. Saída da Ph da rotunda da Av. Dr. J.J. Almeida



13. Vista para jusante de canal trapezoidal em gabiões (paralelo à via variante)

