

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

MEMÓRIA DESCRITIVA

Páginas revistas:

DIRECTOR DO PROJECTO: CLÁUDIA PEREIRA
(nome & rúbrica)

Rev	Data DD/MM/AA	DESCRIÇÃO	EMITIDO (nome & rúbrica)	VERIFICADO (nome & rúbrica)	APROVAÇÃO TÉCNICA (nome & rúbrica)
E	12/05/2010	Introdução dos comentários da C.M.C.	F. Brotas Carvalho		F. Brotas Carvalho
D	28/02/2010	Compatibilização valorização ribeira	F. Brotas Carvalho		F. Brotas Carvalho
C	21/07/2008	Actualização	F. Brotas Carvalho		F. Brotas Carvalho
B	10/07/2008	Introd. de Comentários de Acordo com a C.M.C.	F. Brotas Carvalho		F. Brotas Carvalho
A	27/06/2008	Emissão Inicial	F. Brotas Carvalho		F. Brotas Carvalho

REVISÕES DO DOCUMENTO

As secções modificadas na última revisão são identificadas por uma linha vertical na margem direita



CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

ÍNDICE

1. NOTA INTRODUTÓRIA	3
2. SÍNTESE DAS CONCLUSÕES DO RELATÓRIO	4
3. ÂMBITO DO ESTUDO	5
4. DOCUMENTOS BASE	6
5. VISITA AO LOCAL	7
6. PERFIL LONGITUDINAL DA RIBEIRA.	8
7. DESCRIÇÃO DO LEITO DA RIBEIRA	8
8. METODOLOGIA DE ANÁLISE	9
9. CRITÉRIOS DE PROJECTO	14
10. ESTIMATIVA DE CAUDAL NO AFLUENTE DIREITO.	14
11. CONCLUSÃO	17
12. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	18

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

1. NOTA INTRODUTÓRIA

O presente relatório consiste num estudo sobre o regime de cheias num troço da Ribeira de Sassoeiros em Carcavelos elaborado pela TECHNOEDIF ENGENHARIA para o Departamento de Planeamento Estratégico (DPE) da Câmara Municipal de Cascais.

Apresentam-se resultados gráficos e numéricos relativos ao comportamento “em cheia” do troço de ribeira em causa, que se desenvolve entre a Auto-estrada A5, a montante e a Avenida Dr. Francisco Sá Carneiro, a jusante.

Nestas situações é requerido o estudo da “Cheia Centenária” para o local.

Para $T=100$, o máximo caudal de cheia, na entrada de montante do troço em estudo, deverá ser de $21\text{m}^3/\text{Seg}$ (evoluindo para jusante para $25\text{m}^3/\text{seg}$ e o tempo de concentração (T_c) de 2h30min, dados base estes que constam de um relatório anterior, da Hidroprojecto; mais à frente referenciado, e que se situa como base de referência deste projecto no que diz respeito a caudais de projecto para a zona. Como se verá mais à frente esse caudal do leito principal receberá uma contribuição lateral esquerda que o fará elevar para $25\text{m}^3/\text{seg}$. (Valores de caudal amortecidos pela albufeiras construídas a montante).

Verificava-se que o escoamento natural da ribeira, e a correspondente ocupação do Leito de Cheia, são actualmente perturbados pelo posicionamento de um muro delimitador de propriedade (Ponto Referenciado X), atravessando-se perpendicularmente em toda a extensão da faixa natural de alagamento. (Este muro foi entretanto derrubado parcialmente sob ordem da Câmara Municipal de Cascais)

Este muro tem uma passagem hidráulica, que funciona normalmente em regime afogado, mas que, mesmo nessa “situação afogada” não tem capacidade para a cheia “centenária”.

Este facto implicava que, para as situações de cheia importantes, o nível das águas a montante deste muro aumenta muito expressivamente, implicando, previsivelmente, o seu derrube com causas decorrentes difíceis de configurar, situação entretanto parcialmente “neutralizada”.

Como consequência deste facto os caudais de uma cheia importante poderiam ser transferidos em grande parte para a via EN 6-7, a poente do leito, e que se implanta paralelamente a uma cota bastante mais baixa. As consequências desta transferência lateral de caudal poderiam ser graves.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

2. SÍNTESE DAS CONCLUSÕES DO RELATÓRIO

A ribeira de Sassoeiros no troço em estudo foi subdividida nos seguintes sub troços:

- Um troço de montante, mas já a jusante da A5, com forte pendente longitudinal e leito bem encaixado para o qual, mesmo para uma “Cheia Centenária”, não se apresentam problemas de alagamento. Salientamos que os caudais naturais de cheia, a montante da A5 vem já “laminados” por estruturas de amortecimento de cheia, duas Albufeiras, entretanto construídas.

Existe uma transferência de caudais, do leito esquerdo para o lado direito, a montante do casal do Grilo, com algum alagamento à cota 45. De facto denota-se que o afluente lateral da ribeira de Sassoeiros que provinha originalmente do Loteamento da Brisa, a Norte das Portagens da Auto-estrada da brisa, não tenha agora um Leito bem definido e os seus caudais sofram um efeito de espraiamento pela encosta.

O próprio loteamento da Quinta dos Gafanhotos, mais a poente na encosta, drena os seus caudais provenientes dos arruamentos livremente para a encosta, espraiando-se depois estes livremente, sem acederem directamente a esta linha de águas secundária. Esta situação provem do facto de durante as obras da Auto-estrada A5, o terreno em causa tenha sido, por alturas do estabelecimento do estaleiro de obras, objecto de terraplanagens e canalizações provisórias do leito da pequena linha de água, que após a desmobilização do próprio do estaleiro se traduziram por uma descaracterização da mesma linha de água, perdendo esta o perfil transversal original.

Assim, mesmo para pequenos caudais, verificam-se alagamentos laterais da encosta, por desvirtuamento passado deste afluente lateral direito da Ribeira de Sassoeiros.

A proposta que neste estudo se faz é uma requalificação dessa linha de água afluente, tendo em conta uma redução de caudais, por construção de reservatórios de retenção/devolução de caudais, e estabelecimento de canal de características “naturalizadas” e permeável.

Na ribeira principal de Sassoeiros, por seu lado, entre as cotas de Leito principal 31 e 35 observa-se uma inundação do leito de cheia até uma cota de 36-36.5, a qual, em situação de cheia, se projecta para o leito esquerdo.

Observa-se que o leito principal da ribeira não tem um alinhamento original, tendo sido, no passado, artificialmente chegado à direita, ladeando o muro existente.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

O leito de cheia esquerdo está em depressão, com cotas visivelmente inferiores ao leito principal. É natural que em situação de cheia, os caudais se desviem para a esquerda do leito principal.

O designado “Aldeamento das encostas” integra uma área de lazer totalmente vedada que é limitada a Norte por um Muro de alvenaria, de 4,0 m de altura. Este muro (**ponto X**) faz barreira total ao leito de cheia. Recentemente, por uma questão de segurança este muro foi derrubado por instruções da Câmara Municipal de Cascais.

Este muro possui uma passagem hidráulica inferior com uma capacidade máxima de escoamento de cerca de 19m³/Seg (no caso de se encontrar totalmente desobstruída).

Para o hidrograma de cheias Centenário que foi considerado, esta situação não conduz a uma estabilização, mas antes propicia o derrube de muros laterais e grave transferência de caudais para a Via rápida lateral de se desenvolve a cota inferior.

O condomínio privado tem a ribeira canalizada através de um canal aberto, rectangular e em betão. O actual canal tem uma capacidade máxima teórica de 19 m³/seg, para o seu segmento de menor pendente longitudinal.

Por fim a passagem hidráulica sob a Avenida Francisco Sá Carneiro que se situa no limite Sul do condomínio privado tem uma capacidade de vazão controlada por um regime de montante, igualmente de cerca de 19 m³/Seg. ¹

Também esta passagem hidráulica rodoviária deve ser reforçada para uma secção de 8 x 1.5 m². Com esta nova secção todo o leito de cheia até ao muro do condomínio será encaixado em situação “centenária” (T=100)

3. ÂMBITO DO ESTUDO

O âmbito fundamental do Estudo que o DPE encomendou à TECHNOEDIF ENGENHARIA é a demarcação gráfica, a escala apropriada, dos níveis de alagamento para uma Cheia Centenária.

Esta Cheia Centenária vem descrita na NOTA TÉCNICA, “Regularização do Troço Superior da Ribeira de Sassoeiros”, elaborado pela HIDROPROJECTO em Julho de 2003.

¹ Ver folha de cálculo em anexo

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

O domínio do presente estudo está delimitado pela AE-A5 a Norte e pela Avenida Dr. Francisco Sá Carneiro a Sul. Integra a poente uma pequena linha de água afluente proveniente da Quinta dos Gafanhotos, que era originalmente devida a cerca de 5 hectares do loteamento da Brisa, hoje em dia isolados pelo aterro da AE-A5.

A definição gráfica dos níveis de alagamento da ribeira de Sassoeiros será fundamentada a partir dos seguintes cálculos.

- I- Identificação dos pontos críticos de escoamento e sua curva de vazão.
- II- Cálculo das capacidades acumuladas de armazenamento das zonas de alagamento.
- III- Determinação, para montante, da curva de regolfo em leito natural para o regime de cheias, em situação “Não transformada” e para caudal constante. O caudal a considerar é $21\text{m}^3/\text{seg}$, evoluindo para $25\text{m}^3/\text{seg}$ para jusante da linha de água afluente das proximidades da cota 42.
- IV- Por fim deverá ser traçada a demarcação de limites de cheia para uma *situação transformada com reforço dos pontos críticos e do leito da ribeira, entretanto sofrendo uma intervenção profunda de renaturalização e reforço.*

4. DOCUMENTOS BASE

A DPE Forneceu à TECHNOEDIF ENGENHARIA os seguintes elementos de base para a elaboração do Estudo.

- a) Cartografia 1:500 do Local em formato digital
- b) Fotografia Aérea do Local
- c) Estudo “REGULARIZAÇÃO DO TROÇO SUPERIOR DA RIBEIRA DE SASSOEIROS”.
Nota Técnica. HIDROPROJECTO. Julho 2003

4.1. Dados de Base. Hidrograma de Cheia

O Estudo Hidráulico que é referido em c), indica os seguintes dados que foram tomados como premissas válidas para o presente estudo (Relativa à secção registada S6-S7 referência do estudo da Hidroprojecto).

- Bacia Contribuinte de $5,61\text{ km}^2 = 561$ hectares.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

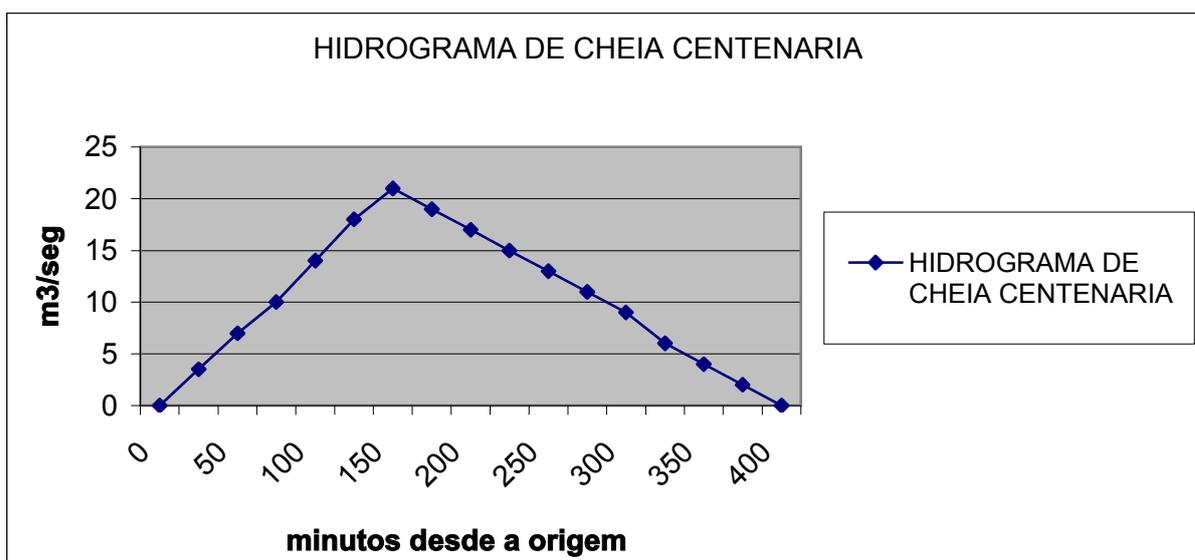
- Caudal de ponta de cheia – 30 m³/seg- Amortecidos para 21 m³/seg.
- Tempo de concentração da Bacia após a ponderação dos resultados das fórmulas de Kirpisch, Temez, S.C.S, Ven T. Chow e U.S Army Corps of Engineers. – 2.50 Horas = 150 minutos.

Usando o Hidrograma Sintético “tipo” que é adoptado pelo Soil Conservation Service (S.C.S) o tempo total de duração da Cheia é de 2,67 x T_c.

ou seja 150 minutos x 2,67= de 400 minutos.

O diagrama de cheia apresenta-se de seguida;

QUADRO I – HIDROGRAMA DE CHEIA (laminado)



5. VISITA AO LOCAL

Em Junho de 2008, foi efectuada uma visita ao local em estudo, a qual confirmava as observações de Junho de 2004, não se tendo verificado alterações assinaláveis. Tivemos na ocasião oportunidade de recolher informações “ in situ” sobre os tipos de ocupação do leito, obter os registos fotográficos² necessários e esclarecer as dimensões de estruturas e passagens fundamentais para a determinação do regime de escoamento.

² Estas referências fotográficas estão expostas, de uma forma comentada no Anexo I

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

Nesta ultima visita ao local foi determinado o que de seguida se descreve relativamente ao afluente direito da ribeira de Sassoeiros proveniente do loteamento da Brisa e da Urbanização da Quinta dos Gafanhotos:

Este local foi utilizado para estaleiro durante as obras da Auto-estrada A5 para estaleiro. Foi em consequencia disso objecto de fortes movimentações de terra e inclusivamente de construções provisórias em betão armado. Durante essa utilização a linha de água existente foi canalizada numa tubagem DN 300 em betão, hoje em dia assoreada. Dessa forma, e como a ribeira perdeu qualquer expressão geométrica no perfil transversal do leito, a partir de uma determinado ponto (perfil P19.5), os caudais pluviais afluentes espriam-se de forma descontrolada pelas encostas numa larga faixa.

Esta Situação carece de tratamento que mais à frente é preconizado concretamente.

6. PERFIL LONGITUDINAL DA RIBEIRA.

O perfil longitudinal da Ribeira, no troço em estudo, a inclinação longitudinal evolui deste um máximo de cerca de 6%, imediatamente a jusante da A5, até um mínimo, próximo de 1%, no cruzamento com a Avenida Sá Carneiro.

Trata-se, em suma, de um troço de forte inclinação longitudinal ao longo de todo o percurso.

7. DESCRIÇÃO DO LEITO DA RIBEIRA

Como já se referiu, a Ribeira de Sassoeiros é dotada de uma boa inclinação longitudinal que varia, nos troços de jusante de um valor superior a 1%, até a uma parte Norte, a montante, em que se atinge um valor máximo de 6%.

De uma forma geral o leito principal é coberto por pedras de calibre assinalável e tem uma dimensão rectangular aproximada de cerca de 4,0 m de rasto e 1,5 m de altura.

Como se pode ver nas fotografias apresentadas, o corte geológico que está patente aparenta uma fundação rochosa e argilosa impermeável.

Nas zonas de montante o leito é bem encaixado, sem perigo de inundações laterais de gravidade.

Mais a jusante, entre as cotas de leito 40 a 32 o leito principal alinha-se à direita do vale, de uma forma artificial, ou seja, a uma cota superior à do centro do vale.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

Na face Norte do chamado “Aldeamento da Encostas” o leito de cheias sofria uma barragem muito importante através de um muro de alvenaria, com altura entre 4.0 e 5.0 metros (Ponto X). O escoamento “atravessa” o muro através de uma passagem inferior rectangular de dimensão 1,90 x 1,80. Para jusante o leito da ribeira percorre um canal rectangular, em betão armado com pendente média de 1,3% e secção transversal (1,9 x 1,8) m². Esse muro, no decurso deste estudo foi derrubado por medida de segurança da Câmara Municipal de Cascais.

No limite Sul do recinto privado o canal expande para uma passagem inferior rectangular sob a Av. Dr. Sá Carneiro, esta com dimensão (4,0 x 1,5) m², inclinação média de fundo 3,3% e comprimento de 15m.

8. 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 (**Pontos X e Z, apresentados nas Plantas**) que condicionam o escoamento, as suas secções características, determinando em cada um deles as dimensões de interesse para o cálculo.

8.1. Regime de Escoamento

Quando analisamos o escoamento em cheia (Cheia Centenária) verifica-se que, em virtude das fortes inclinações, o regime é “Rápido”, ou seja, com a cota de regolho inferior à “ altura crítica de escoamento”. Este regime é condicionado sobretudo pelas condicionantes de montante.

Avaliámos o regime de escoamento e a capacidade máxima associada da passagem hidráulica sob a Avenida Dr. Sá Carneiro, em seguida a máxima capacidade de escoamento do canal rectangular em betão que se implanta num recinto privado e, por fim, o regime de vazão do orifício colocado na parede de alvenaria do Muro Norte do recinto privado (1,9 x 1,8 m²)³.

Foi determinado que o orifício rectangular inserido na base de um muro de alvenaria é o ponto-chave do estrangulamento do escoamento do leito de Cheia que se coloca para montante do vale.

8.2. Cálculo da Capacidade de Escoamento dos Pontos Críticos

³ Ver folhas de cálculo no Anexo II.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

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

8.2.1. Passagem sob a Avenida Dr. Sá Carneiro

Na folha de cálculo que se apresenta no Anexo II 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 deste género é calculado da seguinte forma;

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

Ou seja, resolvendo a igualdade $\frac{Q}{K \times i^{\frac{1}{2}}} = \frac{S^{\frac{5}{2}}}{P^{\frac{2}{3}}}$ [1]

Com K coeficiente de Manning = 70

S – Secção Hidráulica

R_h = Raio Hidráulico

I = Pendente do fundo 3.33%

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 coeficiente de contracção

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;

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

Ao longo do vale, para montante da zona inundável anexa ao muro Norte do recinto privado, a propagação da cheia foi calculada perfil a perfil, tendo em conta o caudal de referência de 25 m³/seg, as velocidades secção a secção e o crescimento gradual da linha de energia.

O *software* utilizado foi o HEC-RAS⁵, 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*, 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 sequencia 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 por,

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

e o perímetro hidráulico,

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

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:

⁵ Versão 3.1.1 de Maio de 2003



CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

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

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

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 n° de Froude é calculado pela Fórmula,



CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

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

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

9. CRITÉRIOS DE PROJECTO

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

O caudal base da Ribeira de Sassoeiros foi considerado de 21m³/seg

O caudal a considerar para o afluente direito é de 2.50 evoluindo para 3,33 m³/seg

Desta forma, após a confluência W (assinalado nas plantas como **Perfil 19** o caudal de cálculo será de 25m³/seg, por coerência interna do modelo de cálculo estabelecido.

Cálculo de escoamento em canais de superfície livre

É utilizada a Fórmula de Manning-Strickler.

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

Coefficiente de rugosidade em fundos e muros laterais em betão n = 0.016

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

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

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

10. ESTIMATIVA DE CAUDAL NO AFLUENTE DIREITO.

Para a estimativa do caudal do leito de água direito foi utilizada a Fórmula Racional, adaptada às pequenas bacias contribuintes:

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

$$Q_{m^3/seg} = \frac{C \times i_{mm/hora} \times A_{m^2}}{3600 \times 1000}$$

com C – Coeficiente de escoamento

A – Máxima bacia contribuinte

i – máxima intensidade de precipitação para o período de concentração considerado.

Foram tomados em conta os seguintes valores:

Bacia Contribuinte – 250 000 m².(25 hectares), (5 hectares drenantes a Norte da A5, na Área da Brisa, incluindo a Faixa de Rodagens das Portagens e ainda cerca de 20 hectares a Sul da A5 e contendo a urbanização da Quinta dos Gafanhotos

Comprimento da linha de água principal – 1000 m

Desnível da Linha de Água Principal – (90 – 40) = 50 m

Para a estimativa Tempo de concentração t_c foram considerados os seguintes parâmetros:

EQUAÇÃO DE IZZARD – t_c 10.2 minutos

Com coeficiente de retardamento – 0.01

Intensidade de precipitação – 44mm/hora

Inclinação média 4%

EQUAÇÃO DE KERBY – t_c – 44 minutos

Com coeficiente de rugosidade – 0.3

EQUAÇÃO DE KIRPISCH t_c – 13.7 minutos

EQUAÇÃO CINEMÁTICA t_c – 47.7 minutos

Com coeficiente de Manning = 0.08

EQUAÇÃO DE BRANSBY WILLIAMS t_c = 30.8 minutos

Tendo em conta uma bacia contribuinte de 0.35Km²

EQUAÇÃO DE FEDERAL AVIATION AGENCY t_c =39.2 minutos

Tendo em conta C= 0.5

O tempo de concentração médio adoptado foi de 31 minutos

O que para T=100 e para a Zona A do país:

$$i_{mm/hora} = 365,62 \times 31^{-0.508} = 64mm/hora$$

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

De facto esta precipitação excede a máxima precipitação verificada para a Zona de Lisboa (estação meteorológica do IGIDL) para um período de retorno de T=100 (precipitação centenária) que é de cerca de 31 mm em 30 minutos.⁶

Área Impermeabilizada actual adoptada foi de 40%, tendo em conta a área impermeabilizada da urbanização da Brisa, a urbanização da Quinta dos Gafanhotos e impermeabilizações decorrentes de novas vias de circulação. No futuro, qualquer operação de impermeabilização deverá ser contrabalançada pela construção de reservatórios de retenção-devolução de caudais pluviais, que na pratica diminuirão os caudais de afluência instantânea a esta pequena linha de água.

Segundo as normas regulamentares pode-se considerar o seguinte coeficiente de escoamento C=0,75 (terreno compacto, inclinação entre 1 e 8%)

Caudal de Ponta a adoptar segundo a Fórmula Racional

$$Q_{m^3/seg} = \frac{0.75 \times 64 \times 250000}{3600 \times 1000} = 3.33 m^3 / seg$$

Requalificação da linha de água afluyente à Ribeira de Sassoeiros

A solução que preconizamos para a requalificação do afluyente direito da ribeira de Sassoeiros é a de uma reconstrução do leito da linha de água “aberta” numa secção “naturalizada” e trapezoidal, com capacidade de gerar vegetação, uma base variável entre 0,8 de 1.2 metros e uma altura de 1,5 metros, com uma pendente longitudinal próxima de 2% ao longo de tramos de 10 metros a que se intercalam quedas provocando de arejamento de ½ metro. A altura de escoamento para uma situação de Caudal T=100 será de 1.0 metros (máximo), sendo a cheia totalmente contida nas margens rectangulares e nas cascatas.

⁶ Análises de fenómenos extremos. Precipitações em Portugal Continental. Instituto da Agua. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos. Cláudia Brandão, Rui Rodrigues e Joaquim Pinto da Costa, Lisboa Dezembro de 2001.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

11. CONCLUSÃO

Os pontos críticos detectados são na situação actual não transformada os seguintes:

Ponto X – passagem hidráulica em muro de propriedade privada que por ser insuficiente provocaria uma subida de nível para montante, a uma cota superior a 36. Esta situação foi entretanto eliminada pela demolição preventiva, pela CMC, do Muro.

Ponto Z – Passagem hidráulica rodoviária sob a Avenida Sá Carneiro. Por ser de insuficiente secção (para a cheia centenária), provoca uma subida de nível e galgamento da faixa de rodagem em 30-40cm. Esta subida de nível aproxima-se seriamente do risco de galgamento lateral para a via rápida.

Situação Transformada.

- Entre as **Cotas 50.25 - perfil 21 e 31.40** (zona do Muro delimitador da urbanização das Encostas) o canal principal deverá ser alargado para uma secção de 8 m de base e 1.5 metros de altura, de forma que possa conter completamente na sua secção os limites da cheia centenária. Esse alargamento é acompanhado de um trabalho paisagístico de renaturalização do leito, com materiais permeáveis e naturais.

- O muro e a passagem hidráulica a montante do Aldeamento das encostas serão removidos.

- O canal rectangular em betão, que atravessa o aldeamento das encostas é totalmente reforçado por um canal trapezoidal em materiais permeáveis (gabiões), com um rasto de 4.0 m, uma altura hidráulica de 2.0 m e uma largura total exterior de 10.0 m. Esta estrutura de canal tem capacidade para conter a totalidade do caudal máximo centenário, de 25 m³/seg.

- A Passagem hidráulica rodoviária sob a Av. Sá Carneiro deve ser ampliada para as dimensões (8x1.5) m². (LxH).

A nível de comentário final deve ser registado que para montante da cota 34 o regime de escoamento da ribeira, que é “rápido”, não é afectado pelas perturbações dos pontos críticos de jusante, na situação “ não transformada”.

Nos anexos III e IV são apresentados os quadros resumo dos parâmetros de escoamento da Ribeira, em primeiro lugar numa situação de referência, não transformada, ou seja com as passagens hidráulicas com as deficiências actuais e de seguida numa situação transformada em que as passagens hidráulicas foram revistas.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

No fim, em anexo, são apresentados perfis fora de escala com as alturas de escoamento identificando inequivocamente as manchas de alagamento.

12. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- OPEN-CHANNEL HYDRAULICS – Ven Te Chow – McGraw-Hill 1981-Universidade do Illinois
- HYDROLOGY – Water Quantity and Quality Control – Martin Wanielista, Robert Kersten, Ron Eaglin. John Wiley and Sons - University Of Central Florida 1997.
- ANÁLISE DE FENÓMENOS EXTREMOS. PRECIPITAÇÕES INTENSAS EM PORTUGAL CONTINENTAL. Cláudia Brandão. Rui Rodrigues e Joaquim Pinto da Costa. Instituto da Água. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos. Lisboa Dezembro de 2001

Lisboa 28 de Fevereiro de 2010
FREDERICO BROTAS DE CARVALHO
Engenheiro Civil

ANEXO I

REGISTOS FOTOGRÁFICOS



Foto 1



PH DA AV. DR. SÁ CARNEIRO - VISTA DE JUSANTE

Foto 2



IDEM VISTA DE MONTANTE.
LARGURA DA PASSAGEM B = 4.0 M

FOTO 3



CANAL RECTANGULAR DE RECINTO PRIVADO

FOTO 4



IDEM OUTRA VISTA

Foto 5



IDEM. BASE 1,90 M H = 1,80 M

Foto 6



IDEM, VISTA LATERAL EXTERIOR.

Foto 7



DEPRESSÃO EM RECINTO PRIVADO.

Foto 8



VARIANTE À EN 67 PASSANDO PARALELA, À ESQUERDA A UMA COTA INFERIOR.
(CERCA DE -8,0 METROS)

Foto 9



ORIFÍCIO DE ENTRADA NO RECINTO PRIVADO, VISTA DE JUSANTE 1,90 x 1,80 (BxH)

Foto 10



IDEM VISTA DE MONTANTE.

Foto 11



**MURO NORTE DO RECINTO FECHADO. BARRAGEM FRONTAL AO LEITO DE CHEIA.
VISTA DE MONTANTE.**

Foto 12



**MURO NORTE DO RECINTO FECHADO. VISTA DE MONTANTE NORTE. LAVADOURO.
PONTÃO CURVA A 90° DO LEITO PRINCIPAL DA RIBEIRA DE SASSOEIROS.**

Foto 13



LEITO DE CHEIAS A MONTANTE DO MURO DO RECINTO PRIVADO.
SECÇÃO TIPO DO VALE.

Foto 14



LEITO PRINCIPAL E MURO LATERAL DIREITO

Foto 15



LEITO PRINCIPAL NO CASAL DO GRILO

Foto 16



PONTÃO SOBRE O LEITO PRINCIPAL NO CASAL DO GRILO.

Foto 17



ENCOSTA DIREITA. QUINTA DOS GAFANHOTOS.
LINHA DE ÁGUA LATERAL PROVENIENTE DO LOTEAMENTO BRISA A NORTE DA ÁREA DAS
PORTAGENS DA BRISA.

Foto 18



A MONTANTE. RUA DA OLIVEIRA. ZONA DE CURVA.
TROÇO DE RIBEIRA DE FORTE INCLINAÇÃO.

Foto 19



RUA A OLIVEIRA.
TROÇO DE FORTE INCLINAÇÃO.
VISTA PARA MONTANTE.

ANEXO II

SITUAÇÃO NÃO TRANSFORMADA PARÂMETROS DE ESCOAMENTO



Designação do Perfil	Cota Topográfica de referência
P29	66.00
P26	60.50
P24	56.00
P22	52.50
P21	50.25
P19- (Ponto W confluência)	44.00
P19.1-afluente	48.00
P19.5	55.00
P19.10	67.00
P10	32.25
P09. (Ponto X. Muro propriedade)	31.40
P08	31.00
P04	28.50
Ponto Z (Passagem Av. Sá Carneiro)	28.00
P03	27.00
P01 (montante rotunda Carcavelos)	25.50

ANEXO III

SITUAÇÃO TRANSFORMADA PARÂMETROS DE ESCOAMENTO



Designação do Perfil	Cota Topográfica de referência
P29	66.00
P26	60.50
P24	56.00
P22	52.50
P21	50.25
P19- (Ponto W confluência)	44.00
P19.1-afluente	48.00
P19.5	55.00
P19.10	67.00
P10	32.25
P09. (Ponto X. Muro propriedade)	31.40
P08	31.00
P04	28.50
Ponto Z (Passagem Av. Sá Carneiro)	28.00
P03	27.00
P01 (montante rotunda Carcavelos)	25.50

AFLUENTE REQUALIFICADO



CANAL PRINCIPAL REQUALIFICADO

