



**CASCAIS**  
CÂMARA MUNICIPAL

**BCCAML Portugal II, S.A.**

**ALTERAÇÃO DO PLANO DE PORMENOR  
DO ESPAÇO DE REESTRUTURAÇÃO URBANÍSTICA  
DA QUINTA DO BARÃO, CARCAVELOS**

**ESTUDO HIDRAULICO DA RIBEIRA DE SASSOEIROS**

**OUTUBRO 2024**



## BCCAML Portugal II, S.A.

### ALTERAÇÃO DO PLANO DE PORMENOR DO ESPAÇO DE REESTRUTURAÇÃO URBANÍSTICA DA QUINTA DO BARÃO, CARCAVELOS

#### ESTUDO HIDRÁULICO DA RIBEIRA DE SASSOEIROS

#### ÍNDICE

<b>1- CONTEXTO E PRESSUPOSTOS DE ALTERAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2- OBJETIVO E CARACTERIZAÇÃO INICIAL DO ESTUDO HIDRÁULICO .....</b>	<b>6</b>
2.1- Introdução .....	6
2.2- Caracterização da bacia hidrográfica .....	7
<b>3- ESTUDO HIDRÁULICO .....</b>	<b>11</b>
3.1- Definição de Margem e seus limites .....	11
3.2- Caracterização do regime de escoamento para a cheia centenária .....	12
3.2.1- Considerações Gerais .....	12
3.2.2- Modelação hidráulica do escoamento para a cheia centenária.....	13
3.2.3- Zona de inundação para a situação existente .....	14
3.2.4- Zona de inundação após a construção de uma nova passagem hidráulica sob a rua Baltazar Cabral. .....	17
3.2.1- Comparação das curvas de regolfo para a cheia centenária na Situação Atual e na Situação Futura .....	23
3.3- Medidas mitigadoras para garantir o não incremento de caudal a jusante da área de intervenção .....	25
3.4- Indicações para projeto .....	27

#### ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Características da bacia hidrográfica do Ribeira Sassoeiros.....	9
Quadro 2 – Valores do tempo de concentração da bacia hidrográfica do Ribeira Sassoeiros.....	9
Quadro 3 - Características do escoamento em regime permanente para o caudal centenário na situação presente (cenário1). .....	14

#### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Planta de Implantação da Proposta de Alteração do PPQB.....	5
Figura 2 - Bacia hidrográfica do Ribeira Sassoeiros (PDM de Cascais).....	8
Figura 3 - Definição de Margem e limites de intervenção abrangidos pelo plano .....	11
Figura 4 - Localização das secções de cálculo selecionadas para aplicação do HEC-RAS.....	12
Figura 5 - Perfil Longitudinal do talvegue do canal, curvas de regolfo da cheia centenária e limites das margens (direita e esquerda) para na Situação Atual/existente .....	15

Figura 6 - Definição da área de inundação situação existente para a zona abrangida do plano.....	16
Figura 7 – Corte da passagem hidráulica considerada como complemento do sistema existente (Moinho) .....	18
Figura 8 - Definição da área de inundação situação após introdução de passagem hidráulica complementar para a zona abrangida do plano.....	19
Figura 9 - Perfil Longitudinal do talvegue do canal, curvas de regolfo da cheia centenária e limites das margens (direita e esquerda) para a Situação Futura (modificada após a execução da passagem hidráulica) .....	20
Figura 10- Definição da área de inundação situação após introdução de passagem hidráulica complementar para a zona abrangida do plano e identificação de zona de modelação .....	22
Figura 11 - Comparação das curvas de regolfo para a cheia centenária na Situação Atual e na Futura .....	23
Figura 12 - Comparação das alturas de escoamento para a cheia centenária na Situação Atual e na Futura (com introdução da Ph ao pk 0.350 e após modelação de terreno).....	24
Figura 13 – Comparação das velocidades de escoamento no canal para a cheia centenária na Situação Atual e na Futura (com introdução da Ph ao pk 0.350 e após modelação de terreno).....	24
Figura 14 – Localização da zona de modelação de terreno e da bacia de retenção .....	28
Figura 15 - Perfil transversal tipo de uma bacia seca, respeitando os aspetos construtivos .....	29
Figura 16 - Tratamento paisagístico da envolvente da bacia de retenção .....	31
Figura 17 - Tratamento paisagístico da zona de modelação .....	32

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1- Ribeira de Sassoeiros.....	7
Foto 2 - Passagem Hidráulica na rotunda da EN6-7 / Rua Joaquim José de Almeida.....	7
Foto 3 - Imagem de referência de bacia de retenção – Algueirão.....	30

## ÍNDICE DE DESENHOS

<b>1</b> - 3.DG.001.0.A - Margens e Zona de proteção
<b>2</b> - 3.DG.100.0.A – Modelo estudo
<b>3</b> - 3.DG.201.0.A – Zona inundação (Situação existente)
<b>4</b> - 3.DG.202.0.A – Cortes (Situação existente)
<b>5</b> - 3.DG.203.0.A – Cortes (Situação existente)
<b>6</b> - 3.DG.204.0.A – Cortes (Situação existente)
<b>7</b> - 3.DG.300.0.A – Intervenção na Rib. <sup>a</sup> Sassoeiros
<b>8</b> - 3.DG.301.0.A – Intervenção na Rib. <sup>a</sup> Sassoeiros
<b>9</b> - 3.DG.302.0.A – Cortes (Situação futura)
<b>10</b> - 3.DG.303.0.A – Cortes (Situação futura)
<b>11</b> - 3.DG.304.0.A – Cortes (Situação futura)



## 1- CONTEXTO E PRESSUPOSTOS DE ALTERAÇÃO

O presente documento constitui o Relatório do Estudo Hidráulico da Ribeira de Sassoeiros, realizado no Âmbito da Alteração do Plano de Pormenor do Espaço de Reestruturação Urbanística da Quinta do Barão, em Carcavelos, abreviadamente designado ao longo do presente documento por PPQB.

A presente versão do Estudo Hidráulico constitui uma revisão e atualização de versões anteriores e tem em conta os pareceres da Câmara Municipal de Cascais, bem como as reuniões realizadas com a respetiva equipa técnica. Esta versão considerou também o parecer da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), emitido no âmbito da conferência procedimental da Alteração do PPQB.

O Estudo está em consonância com a proposta de Alteração do PPQB, na sua versão mais recente, nomeadamente com a Planta de Implantação (Figura 1) e Planta de Condicionantes.

No que diz respeito à Planta de Condicionantes do PPQB, o Estudo confirmou que as zonas inundáveis para a situação existente se encontram inteiramente contidas dentro das Zonas Ameaçadas pelas Cheias da **Reserva Ecológica Nacional (REN)** em vigor, pelo que não há necessidade de propor qualquer alteração a esta.

No respeitante ao estudo hidráulico propriamente dito, que adiante se desenvolve, foram tidos em consideração estudos anteriores realizados sobre a área de atuação em apreço, a saber:

1. Plano de Pormenor do espaço de reestruturação urbanística da Quinta do Barão – estudo hidráulico da ribeira de Sassoeiros, Tecnoedif, outubro de 2006;
2. Elaboração da carta de áreas inundadas do Concelho de Cascais para o período de retorno de 100 anos, Hidroprojeto, janeiro de 2010;
3. Estudo Prévio de regularização e renaturalização da ribeira de Sassoeiros. Relatório final do Estudo Prévio, Sisidro Lda., 2019.



**Figura 1 - Planta de Implantação da Proposta de Alteração do PPQB**



Fonte: PPQB.2021.NRV

## **2- OBJETIVO E CARACTERIZAÇÃO INICIAL DO ESTUDO HIDRÁULICO**

### **2.1- Introdução**

O principal objetivo do estudo hidráulico é simular as condições hidráulicas do escoamento de caudais de cheia gerados na bacia hidrográfica, para um determinado período de retorno, permitindo antecipar possíveis intervenções ao nível da ribeira e das suas estruturas hidráulicas, mitigando o efeito de inundações indesejáveis. O período de retorno de projeto é de 100 anos. Da análise dos estudos referidos em 1. Contexto e Pressupostos de alteração, são de assinalar os seguintes pontos:

- No estudo da Technoedif (2006), o caudal estimado de ponta de cheia afluyente à Quinta do Barão, para o período de retorno de 100 anos, é de  $45.85\text{m}^3/\text{s}$ ;
- No estudo da Sisidro (2019), são estimados os caudais de ponta de cheia para dois cenários: o cenário atual à data (2019) e um cenário futuro. O cenário futuro entra em conta com o amortecimento produzido nos caudais de ponta afluentes à Quinta do Barão, resultantes da construção, a montante, de um conjunto de obras de amortecimento, essencialmente bacias de retenção.
- O caudal atual estimado (2019), de acordo com este estudo, é de  $47.6\text{m}^3/\text{s}$ , e o caudal afluyente futuro, após amortecimento a montante, é de  $28.9\text{m}^3/\text{s}$ .

Tendo em conta que a bacia de retenção imediatamente a norte da auto-estrada A5, junto ao estabelecimento comercial Leclerc (e a montante da Quinta do Barão) já foi executada, o valor estimado de  $46\text{m}^3/\text{s}$  para o caudal afluyente à quinta do Barão será conservativo, ou seja, estará do lado da segurança.

Foi ainda realizada a uma visita técnica de inspeção ao local, em setembro de 2019, para observação da ocupação da bacia, do estado da ribeira e das infraestruturas hidráulicas.

A ribeira de Sassoeiros apresenta, genericamente, as seguintes características:

- Troço inicial, a montante da Rua Baltazar Cabral, constituído por uma estrutura regular em gabiões de secção variável;
- troço a jusante da Rua Baltazar Cabral constituído por um antigo canal retangular de pequenas dimensões (cerca de 2m de largura e alturas variáveis), cujo leito rochoso se



encontra relativamente liso, com paredes construídas em alvenaria de pedra e argamassa de cal.

**Foto 1-** Ribeira de Sassoeiros



**Foto 2** - Passagem Hidráulica na rotunda da EN6-7 / Rua Joaquim José de Almeida



As estruturas hidráulicas que se consideram na modelação hidráulica são as seguintes:

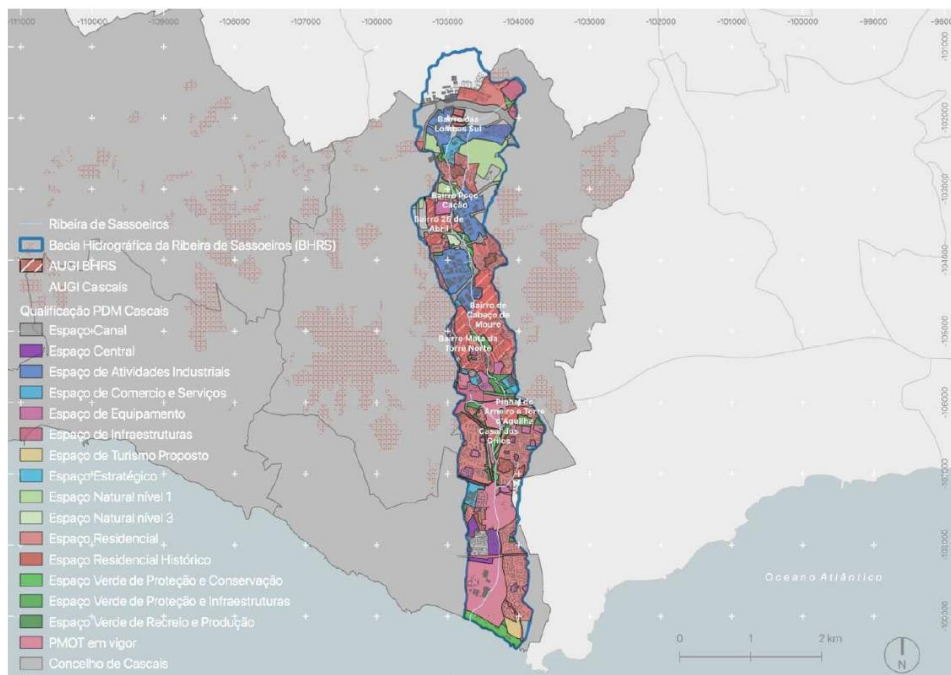
- Passagem hidráulica (2,5 x 1,5 m ( B-H)) sob a Rua Dr. Baltazar Cabral (situação existente).
- Passagem hidráulica (4,0 x 3,0 m (B-H)) sob a Rotunda da Rua Dr. José Joaquim de Almeida (situação existente).

## 2.2- Caracterização da bacia hidrográfica

As principais características da bacia hidrográfica da Ribeira de Sassoeiros estão sumarizadas no Quadro 1 e estão espelhadas no estudo efetuado na mesma localização pela Technodif em 2006 cujos elementos se passam a descrever. Esta bacia encontra-se localizada na região Centro-Oeste de

Portugal, com elevações variando entre 140 e 20 metros, exibindo uma forma alongada e abrangendo uma área de 6,9 km<sup>2</sup>.

**Figura 2** - Bacia hidrográfica do Ribeira Sassoeiros (PDM de Cascais)



A Bacia Hidrográfica da Ribeira de Sassoeiros estende-se por cerca de 8 quilómetros na direção Norte-Sul, abrangendo a região que se estende desde as áreas de Trajouce e Cabra Figa, a montante, até à praia de Carcavelos, a jusante.

Em termos de classificação da tipologia do solo, é possível resumir que a área sob análise é predominantemente composta por calcários e solos com uma alta propensão para o escoamento superficial. Esses solos apresentam baixas taxas de infiltração, especialmente quando estão saturados.

A maior parte da bacia, com exceção da própria Quinta do Barão e algumas sub-bacias a montante, está urbanizada e com expressivo grau de impermeabilização. A zona mais impermeabilizada abrange uma variedade de áreas diretamente conectadas ao curso de água principal, com maior destaque na região central da bacia. Com base nas medições efetuadas, a partir da cartografia disponível (1:25000 carta militar), estima-se que atualmente cerca de 50% da área esteja com maior grau de impermeabilização, sendo que 25% dessas áreas mais impermeabilizadas drenam diretamente para a Ribeira de Sassoeiros.

**Quadro 1** – Características da bacia hidrográfica do Ribeira Sassoeiros

Características da bacia hidrográfica da Ribeira Sassoeiros	
Área (km <sup>2</sup> )	6.9
Cota máxima da Linha de água principal (m)	140
Cota mínima da Linha de água principal (m)	20
Comprimento da linha de água principal (m)	8000
Declive médio da linha de água principal (m/m)	0.015

Apenas para enquadramento e de forma indicativa são apresentados, no Quadro 2, os valores dos tempos de concentração calculados com base nas fórmulas de Manning V.T Chow (1959) e do Natural Resources Conservation Service (1975).

**Quadro 2** – Valores do tempo de concentração da bacia hidrográfica do Ribeira Sassoeiros

Bacia hidrográfica	Manning V.T.Chow (1959)	Natural Resources Conservation Service (ex SCS) 1975
Sassoeiros	70	74

Para estimar o tempo de concentração da bacia, foram ainda considerados os seguintes parâmetros.

Coefficiente de rugosidade das encostas segundo Manning – 0,08

Coefficiente de retardamento – 0,35

Coefficiente Racional de escoamento – 0,445

Intensidade de precipitação inicial – 51mm/hora

Coefficiente de retardamento das encostas – 0,017

N.º de escoamento (SCS) para as condições AMC III= 96 (para um Valor máximo de 100)

O tempo de concentração, sem ter em consideração o efeito das obras de amortecimento, tem um valor estimado de  $t_c=70$  minutos. A configuração alongada da bacia, com uma linha de água principal predominante e uma inclinação significativa, justifica a escolha das fórmulas de Manning-Chow e NRSC (SCA 1975) como as mais apropriadas para a verificação das velocidades ao longo do seu curso.

$$T_c = 2,8 (L/s^{0,5})^{0,47}$$

em que:

$T_c$  – tempo de concentração (h);

$L$  – comprimento da linha de água principal (km);

$s$  – declive da linha de água principal, entre 10 e 85% de  $L$  (m/km).



### 3- ESTUDO HIDRÁULICO

#### 3.1- Definição de Margem e seus limites

A Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, define no seu artigo 11.º, que margem é uma faixa de terreno contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das águas. A margem das águas não navegáveis nem fluviáveis, nomeadamente torrentes, barrancos e córregos de caudal descontínuo, tem a largura de 10 m. Em seguida é apresentado o limite da linha da margem considerada (10m do limite de intervenção) para a área abrangida pelo plano de pormenor.

**Figura 3** - Definição de Margem e limites de intervenção abrangidos pelo plano



Ribeira de Sassoeiros



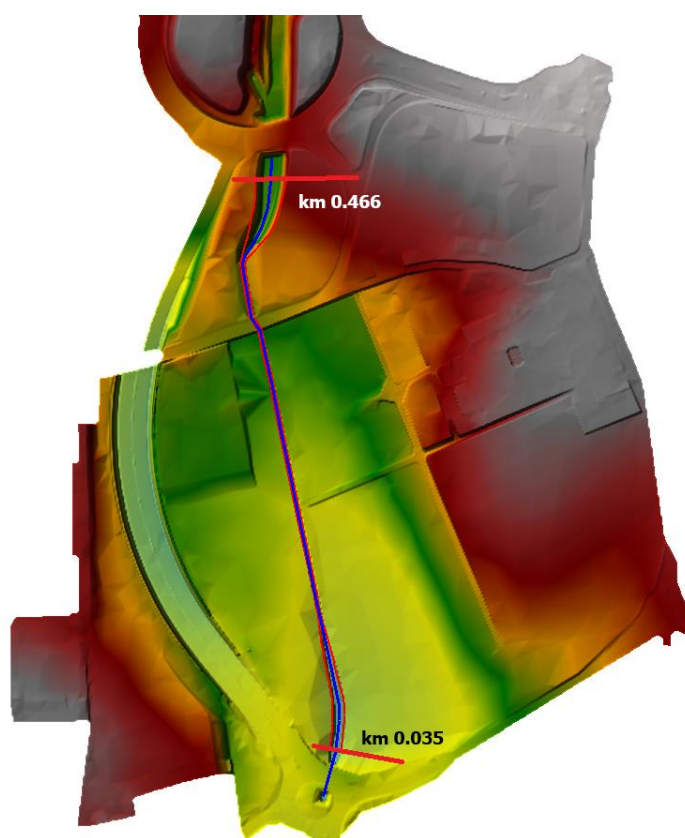
Zona de proteção especial (10m)

### 3.2- Caracterização do regime de escoamento para a cheia centenária

#### 3.2.1- Considerações Gerais

No âmbito do PPQB, o estudo das cheias foi elaborado para o trecho da ribeira de Sassoeiros entre o km 0,035 e o km 0,466 (ver Figura 4).

**Figura 4** - Localização das secções de cálculo selecionadas para aplicação do HEC-RAS



As características do escoamento, em regime permanente, na ribeira de Sassoeiros, foram determinadas recorrendo ao programa de cálculo "HEC-RAS". Trata-se de um modelo que permite a simulação do escoamento em regime permanente (e variável) em cursos de água com qualquer configuração geométrica (rio com leito principal e leitos de cheia, valas, pontes, *culverts* e outras passagens hidráulicas, descarregadores laterais, obstruções no leito, etc.) e inclui a modelação de várias singularidades, das quais se destacam, para o trecho da ribeira em análise, a PH (passagem hidráulica) sob a Rua Dr. Baltazar Cabral ao km 0,350 do trecho em estudo.



### 3.2.2- Modelação hidráulica do escoamento para a cheia centenária

Os principais dados de base utilizados na modelação da ribeira de Sassoeiros incluíram assim:

- a caracterização do vale da linha de água (secções transversais do vale e distância entre elas), com a definição dos leitos principais e dos leitos de cheia e dos respetivos coeficientes de rugosidade de Manning em função da ocupação do solo. No presente estudo considerou-se o trecho da ribeira de Sassoeiros na Quinta do Barão, do km 0,034 ao km 0,644;
- A definição dos caudais ao longo do trecho da linha de água em estudo;
- As condições de fronteira.

Admitiu-se que, para a cheia de projeto, o leito da ribeira permanece inalterado, mantendo um fundo estável.

Os valores adotados para o coeficiente de Manning foram de  $n = 0,030 \text{ m}^{(-1/3)}\text{s}$  para o leito principal e de  $n = 0,020 \text{ m}^{(-1/3)}\text{s}$  para as margens (leitos de cheia). Essa escolha levou em consideração as características do leito e das margens, que foram associadas às condições de "rio limpo, retilíneo" e "canais abertos em rocha irregular".

Com base nas cartas militares 25 000 foi calculada uma inclinação média do fundo de 0,01 m/m de forma a poder serem ajustadas as condições de fronteira a montante e a jusante da Quinta do Barão.

Os resultados do estudo hidráulico (conhecimento do tipo de regime - lento ou rápido, traçado da curva de regolfo com as cotas máximas da superfície livre da água, caudais/velocidades/energia..etc no leito principal e nos leitos de cheia, etc.) modelação da PGH ao km 0,350 encontram-se no Anexo III.

A modelação hidráulica foi realizada para três cenários, a saber:

1. Trecho da ribeira na situação atual, com as estruturas hidráulicas existentes;
2. Trecho da ribeira, numa situação hipotética futura, após execução de uma nova PH, complementar da existente, sob a Rua Baltazar Cabral, ao km 0,350;
3. Trecho da ribeira, numa situação hipotética futura, após execução da nova PH sob a rua Baltazar Cabral, incluindo ainda a modelação do terreno a jusante da passagem hidráulica sob a rua Baltazar Cabral.

### 3.2.3- Zona de inundação para a situação existente

A designada “situação atual ou existente” (cenário 1) corresponde a adotar a configuração e a morfologia existentes, quer da linha de água, quer de infraestruturas, nomeadamente da PH sob a Rua Baltazar Cabral ao km 0,350 (PH0.35).

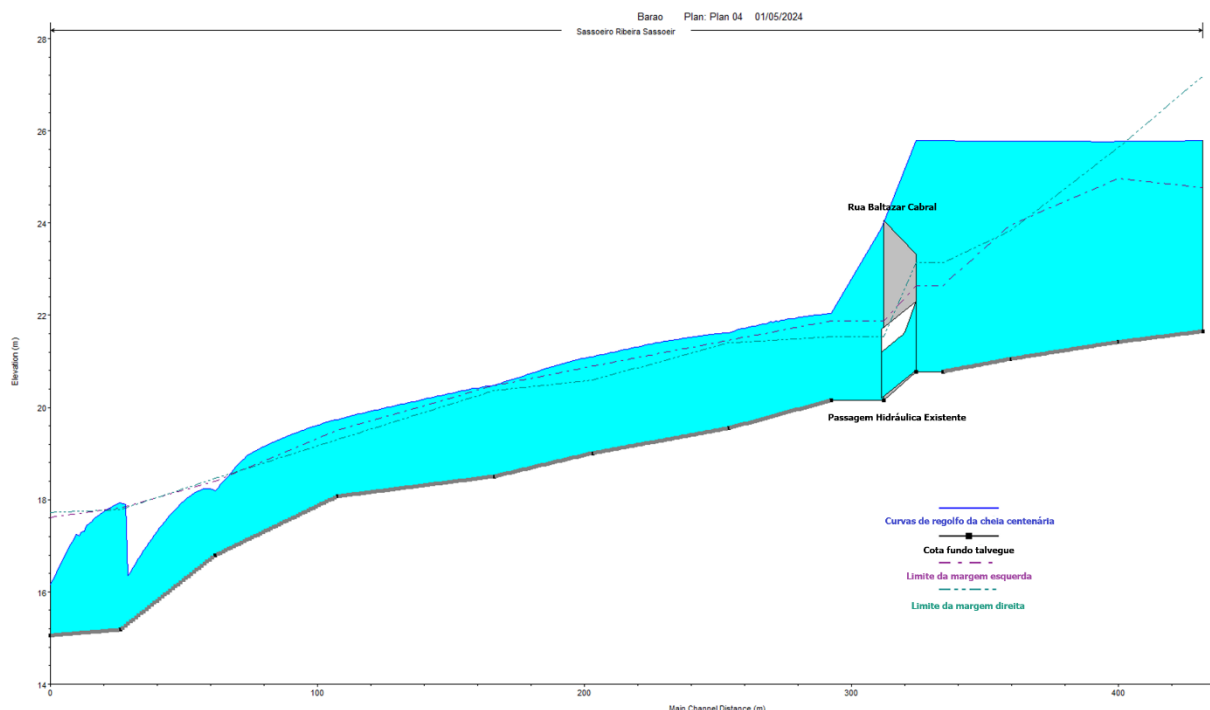
No Quadro 3 encontram-se as principais características do escoamento, para o caudal de 46 m<sup>3</sup>/s na situação atual da ribeira de Sassoeiros, no trecho em análise.

**Quadro 3** - Características do escoamento em regime permanente para o caudal centenário na situação presente (cenário1).

Estação	Perfil	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Cota do talvegue (m)	Cota da superfície da água (m)	Cota da água em regime crítico (m)	Cota da linha de energia (m)	Inclinação (m/m)	Velocidade no leito principal (m/s)	Área de escoamento do leito principal (m <sup>2</sup> )	Largura superfície água (m)	Nº froude do leito principal
466.2	PF 1	46	21.65	25.79	22.8	25.8	0.0001	0.63	78.92	34.3	0.11
434.57	PF 1	46	21.42	25.77		25.8	0.0001	0.83	62.23	50.58	0.15
394.19	PF 1	46	21.05	25.78		25.79	0.0001	0.52	123.33	99.6	0.1
368.88	PF 1	46	20.78	25.78	23.89	25.79	0.0000	0.31	194.39	127	0.05
350	Culvert										
326.93	PF 1	46	20.15	22.04		22.16	0.0042	2.27	33.91	100.37	0.56
288.68	PF 1	46	19.55	21.62	21.69	21.87	0.0081	3.18	27.52	110.5	0.72
237.68	PF 1	46	19.01	21.1	21.21	21.43	0.0088	3.47	24.05	95.05	0.78
200.8	PF 1	46	18.51	20.48	20.63	20.94	0.0154	3.94	17.08	44.01	0.96
142.16	PF 1	46	18.07	19.74	19.85	20.12	0.0112	3.77	19.88	55.26	0.94
96.33	PF 1	46	16.79	18.19	18.94	19.53	0.0167	5.13	8.97	6.72	1.42
60.71	PF 1	46	15.18	17.93		18.16	0.0014	2.11	22.18	15.16	0.42
34.62	PF 1	46	15.06	16.15	16.64	17.79	0.0248	5.67	8.12	7.52	1.74

Da Figura 5 consta o traçado longitudinal do talvegue e das margens do leito principal e ainda das curvas de regolfo para a cheia centenária, na Situação Atual.

**Figura 5** - Perfil Longitudinal do talvegue do canal, curvas de regolfo da cheia centenária e limites das margens (direita e esquerda) para na Situação Atual/existente



Dado que o valor do número de Froude é normalmente menor ou igual que 1, o escoamento da cheia centenária ocorre em regime subcrítico ou lento, a montante da rua Baltazar Cabral, e em regime misto a jusante do mesmo local.

A cota máxima da água, dentro dos limites da Quinta do Barão, ultrapassa as cotas das margens esquerda e direita do leito principal, verificando-se, assim, transbordamento ou extravasamento do leito principal.

Constata-se que o trecho de maior vulnerabilidade do sistema é a passagem hidráulica existente (com dimensões de 2,5 metros de base por 1,5 metros de altura) sob a Rua Dr. Baltazar Cabral, na fronteira do (PPERUQB). De facto, a passagem hidráulica retangular existente não apresenta capacidade de vazão para o escoamento do caudal da cheia centenária, provocando uma acentuada sobrelevação dos níveis de água a montante (cerca de 5 m de altura do escoamento na situação atual).

A ribeira tem secções dispareas na zona de estudo, relativamente pronunciadas, próximas da trapezoidal.

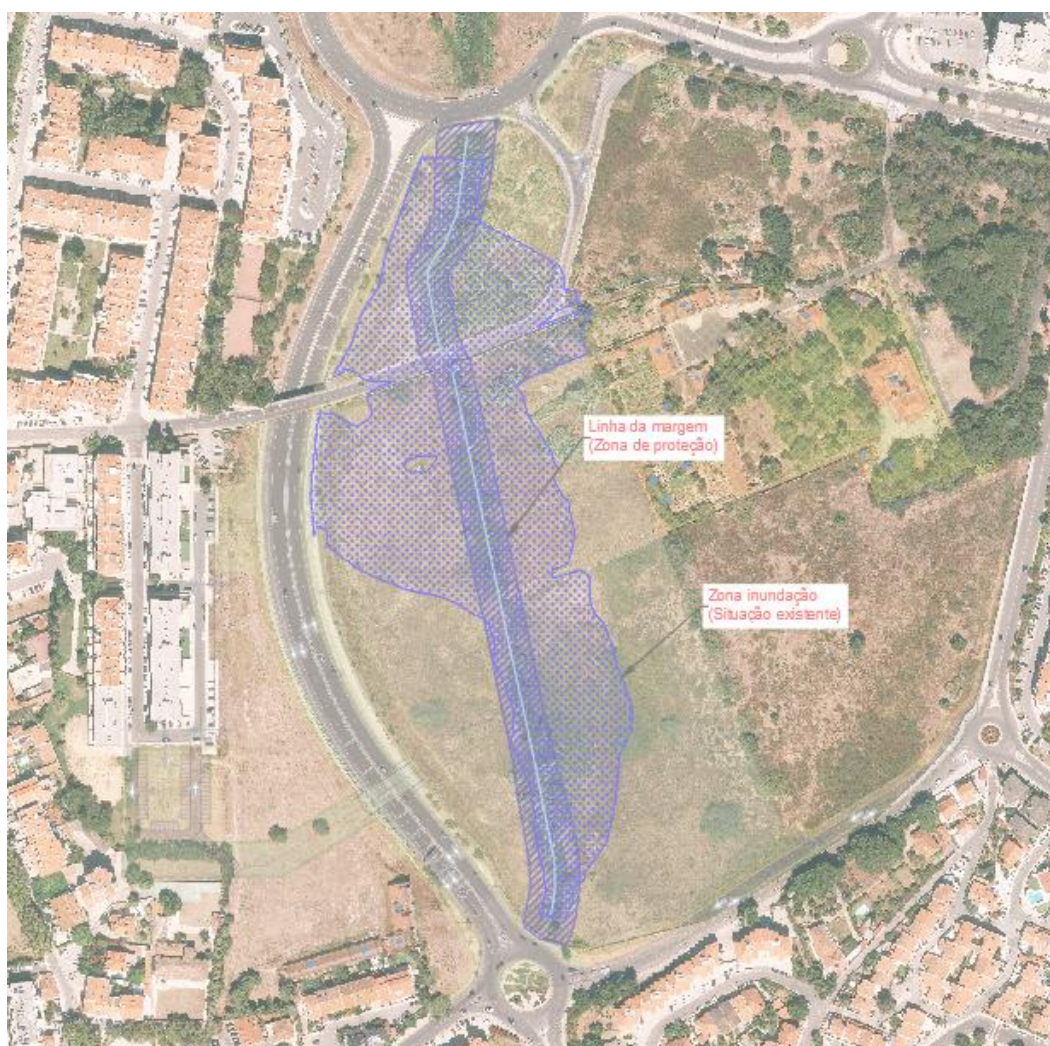
Em resultado dos valores obtidos, assinalados no Quadro 3 e na Figura 5 e sintetizados na planta da zona inundável apresentada, verificam-se as seguintes condicionantes:

- o A montante da Rua Dr. Baltazar Cabral – 23,30 (cota do pavimento).
- o A montante da passagem hidráulica da saída (sob a rotunda) de 18,50.

Resulta, assim:

- a insuficiência da capacidade de vazão da estrutura hidráulica atual a montante da rua Baltazar Cabral;
- a consequente necessidade de reforço desta capacidade, através da construção de uma nova passagem hidráulica, complementar da existente e sob a mesma Rua Baltazar Cabral (PH0.350), com impacte na diminuição da sobrelevação dos níveis de água a montante.

**Figura 6** - Definição da área de inundação situação existente para a zona abrangida do plano



### **3.2.4- Zona de inundação após a construção de uma nova passagem hidráulica sob a rua Baltazar Cabral.**

Mantendo os pressupostos anteriores, foi estudado o impacte de uma nova passagem hidráulica complementar à passagem existente sob a rua Baltazar Cabral com as dimensões 5.0x2.0m (h x v).

Para este cenário, designado por “Situação futura” (cenário 2), realizou-se uma nova modelação hidráulica, igualmente com recurso ao programa de calculo automático HEC-RAS.

A passagem hidráulica considerada possui as seguintes características:

Seção Transversal Retangular:

Largura : 5 metros

Altura : 2 metros

Cotas:

Cota de entrada: 20.59 metros

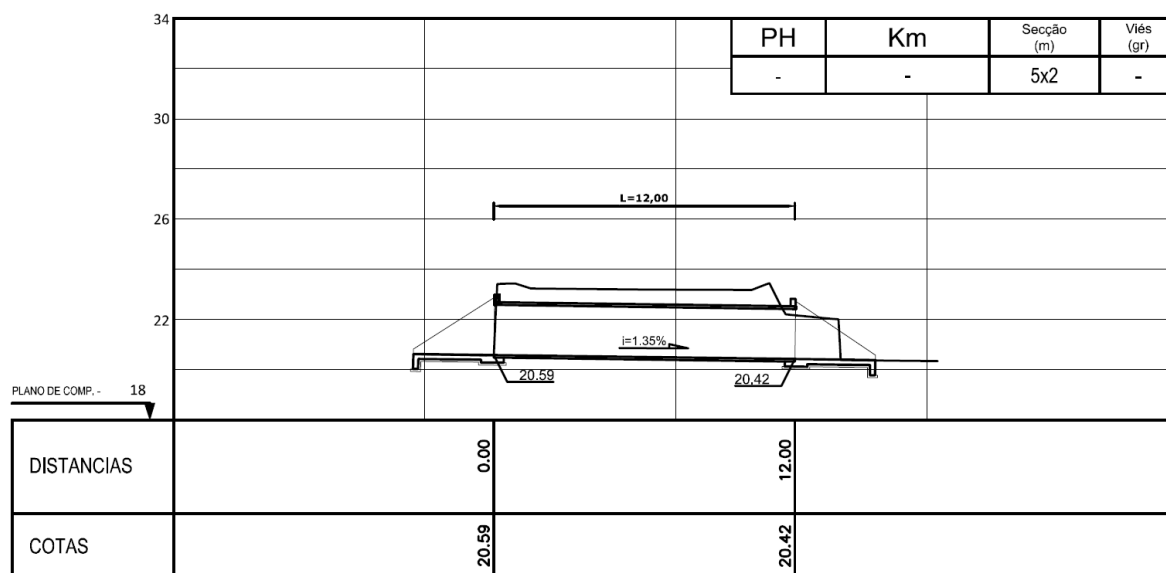
Cota de saída: 20.42 metros

Extensão Longitudinal: 12 metros

O declive (ou a inclinação) da passagem é a diferença entre cota, a montante e a jusante, dividida pela extensão longitudinal.

$$S = \Delta h / L = ( 20.59 \text{ m} - 20.42 \text{ m} ) / 12 \text{ m} = 0.17 \text{ m} / 12 \text{ m} \approx 0.0142$$

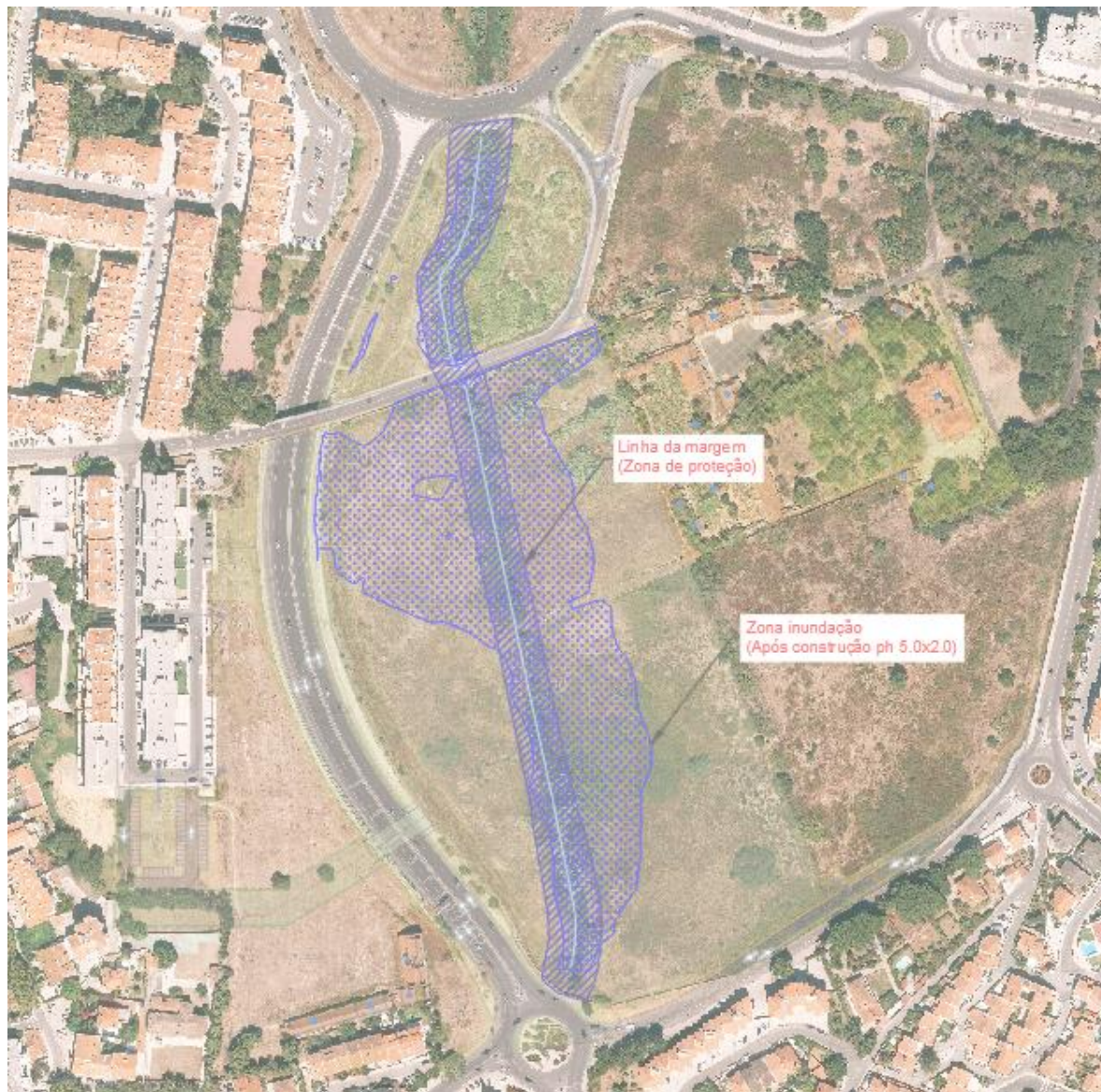
**Figura 7** – Corte da passagem hidráulica considerada como complemento do sistema existente (Moinho)



No Quadro 4 encontram-se as principais características do escoamento para o caudal de 46 m<sup>3</sup>/s na situação futura da ribeira de Sassoeiros, no trecho em análise.



**Figura 8** - Definição da área de inundação situação após introdução de passagem hidráulica complementar para a zona abrangida do plano

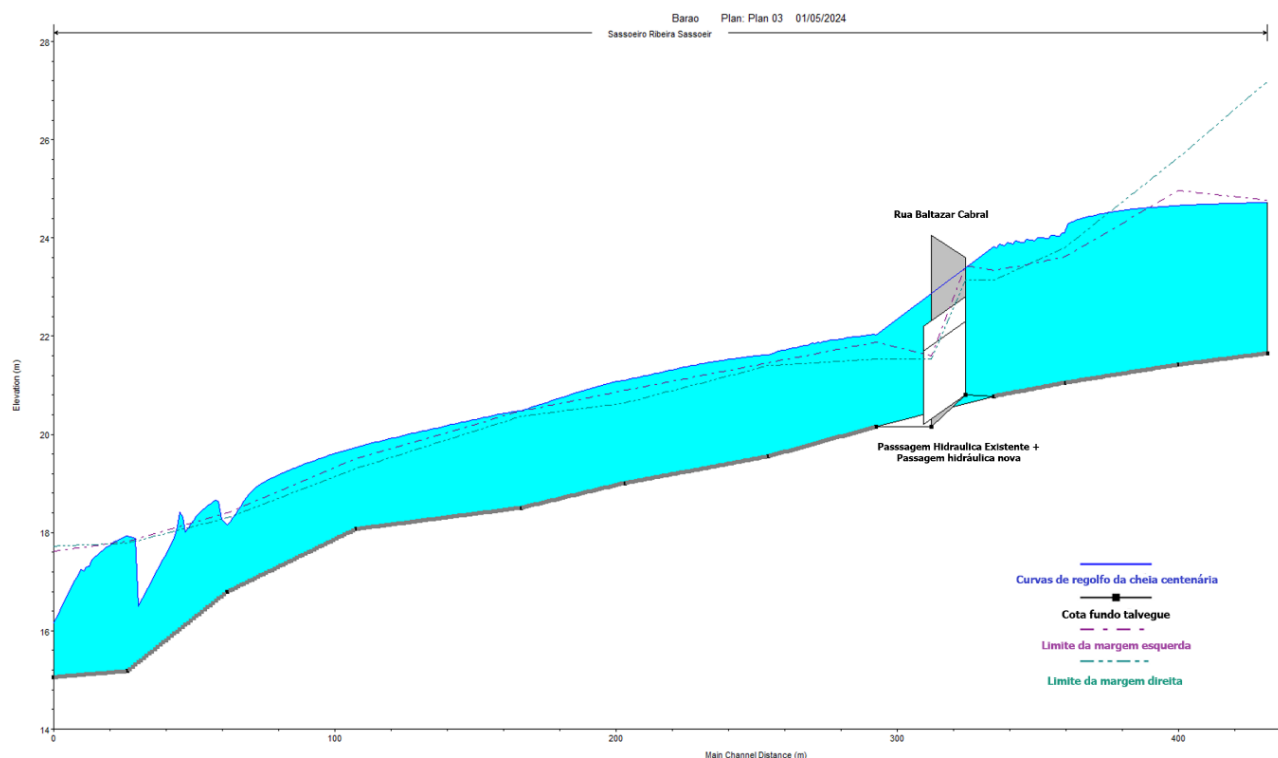


Da **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** consta o traçado longitudinal do talvegue e das margens do leito principal e ainda das curvas de regolfo para a cheia centenária, na Situação Futura.

**Quadro 4** – Características do escoamento em regime permanente para o caudal centenário após a execução de passagem hidráulica complementar (situação futura).

Estação	Perfil	Q Total (m3/s)	Cota do talvegue (m)	Cota da superfície da água (m)	Cota da água em regime crítico (m)	Cota da linha de energia (m)	Inclinação (m/m)	Velocidade no leito principal (m/s)	Área de escoamento do leito principal (m2)	Largura superfície água (m)	Nº froude do leito principal
466.2	PF 1	46	21.65	24.72	22.8	24.77	0.0002	0.98	47.01	19.81	0.2
434.57	PF 1	46	21.42	24.66		24.75	0.0005	1.36	33.94	15.69	0.29
394.19	PF 1	46	21.05	24.09	24.09	24.66	0.0064	3.38	14.58	15.49	0.84
368.88	PF 1	46	20.78	23.83	23.84	24.27	0.0055	3.09	17.1	22.79	0.8
350	Culvert										
326.93	PF 1	46	20.15	22.02	22.02	22.16	0.0047	2.41	32.09	99.19	0.59
288.68	PF 1	46	19.55	21.62	21.69	21.87	0.0081	3.18	27.53	110.52	0.72
237.68	PF 1	46	19.01	21.1	21.19	21.42	0.0088	3.46	24.1	95.1	0.77
200.8	PF 1	46	18.51	20.48	20.63	20.94	0.0153	3.93	17.12	44.11	0.96
142.16	PF 1	46	18.07	19.74	19.85	20.13	0.0116	3.82	19.63	54.98	0.96
96.33	PF 1	46	16.79	18.16	18.97	19.55	0.0177	5.23	8.8	6.71	1.46
60.71	PF 1	46	15.18	17.93		18.16	0.0014	2.11	22.21	15.25	0.42
34.62	PF 1	46	15.06	16.15	16.64	17.79	0.0248	5.67	8.12	7.52	1.74

**Figura 9** - Perfil Longitudinal do talvegue do canal, curvas de regolfo da cheia centenária e limites das margens (direita e esquerda) para a Situação Futura (modificada após a execução da passagem hidráulica)



A análise dos resultados da simulação da cheia centenária para a Situação Futura revela que:

- o escoamento processa-se em regime lento, com exceção do trecho de jusante da ribeira (já perto da saída do PPQB) onde se estima a ocorrência de regime crítico fruto de uma maior inclinação longitudinal do fundo do talvegue.
- O efeito do aumento da secção de vazão (nova PH ao km 0,350), a montante zona em estudo é muito significativo, com um abaixamento da cota máxima da água, da ordem de 1.9 m, comparativamente com a situação atual.

No troço a jusante da Rua Baltazar Cabral, a situação futura é idêntica à da situação atual, com galgamento do leito e extravasamento em ambas as margens da ribeira de Sassoeiros. A delimitação da área afetada durante a ocorrência da cheia centenária é superior à faixa inicialmente definida pelo Plano da Quinta do Barão, existindo a possibilidade de inundação da N6-7.

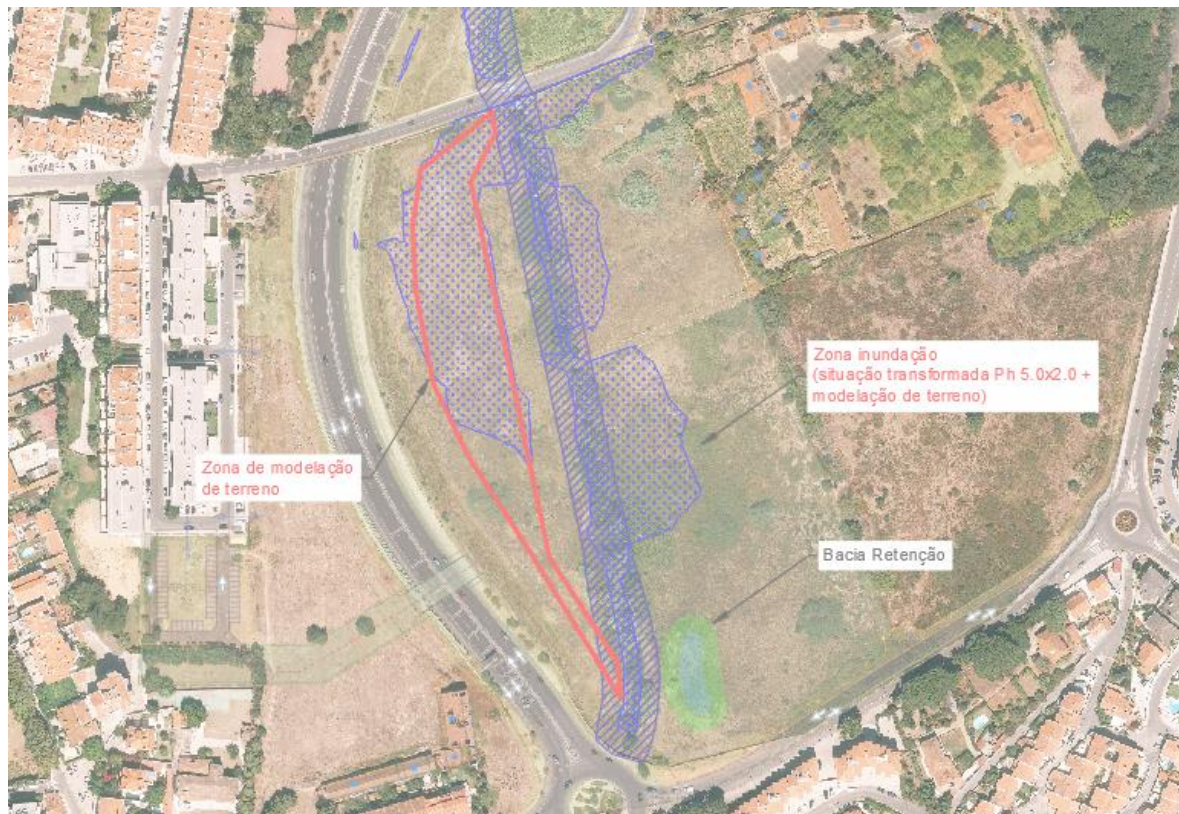
De modo a assegurar a proteção contra cheias da N6-7 e a não efetuar alterações dentro da zona de proteção (10m) é necessário efetuar uma modelação de terreno (fora da zona de proteção) através de solução a estudar em projeto sujeito a parecer da da ARH na zona indicada na figura abaixo para que a inundação não extravase os limites do plano de pormenor.

Como abordagem prévia e indicativa, realizou-se assim a simulação hidráulica (cenário 3) considerando uma modelação de terreno na zona indicada na figura abaixo.

A zona de inundação para um período de retorno de 100 anos não põe em risco nenhuma estrutura prevista no Plano de Pormenor.



**Figura 10-** Definição da área de inundação situação após introdução de passagem hidráulica complementar para a zona abrangida do plano e identificação de zona de modelação



**Quadro 5** – Características do escoamento em regime permanente para o caudal centenário na situação final.

Estação	Perfil	Q Total (m3/s)	Cota do talvegue (m)	Cota da superfície da água (m)	Cota da água em regime crítico (m)	Cota da linha de energia (m)	Inclinação (m/m)	Velocidade no leito principal (m/s)	Área de escoamento do leito principal (m2)	Largura superfície água (m)	Nº froude do leito principal
466.2	PF 1	46	21.65	24.78	22.8	24.83	0.0001	0.96	48.16	19.99	0.2
434.57	PF 1	46	21.42	24.73		24.82	0.0003	1.31	34.98	15.9	0.28
394.19	PF 1	46	21.05	24.17	24.17	24.74	0.0043	3.72	15.8	17.07	0.73
368.88	PF 1	46	20.78	23.61	23.96	24.56	0.0081	4.78	12.83	17.32	0.98
350	Culvert										
326.93	PF 1	46	20.15	21.49	21.49	21.73	0.0055	3.21	23.16	44.2	1.05
288.68	PF 1	46	19.55	21.38	21.38	21.59	0.0032	3.17	30.27	79.19	0.8
237.68	PF 1	46	19	20.75	20.91	21.28	0.0111	4.81	19.15	64.47	1.31
200.8	PF 1	46	18.5	20.46	20.58	20.88	0.0088	4.49	23.24	81.75	1.29
142.16	PF 1	46	18.07	19.73	19.93	20.38	0.0073	4.97	20.08	54.87	1.29
96.33	PF 1	46	16.77	18.1	18.98	19.84	0.0129	5.87	7.99	6.99	1.7
60.71	PF 1	46	15.18	15.99	16.74	18.96	0.0414	7.64	6.02	7.86	2.78
34.62	PF 1	46	15.06	17.83	16.64	18.07	0.0010	2.19	21.13	10.07	0.44

Admite-se que, para a cheia de projeto, o leito da ribeira se mantém estável, apenas com uma ligeira correção (fundo fixo).

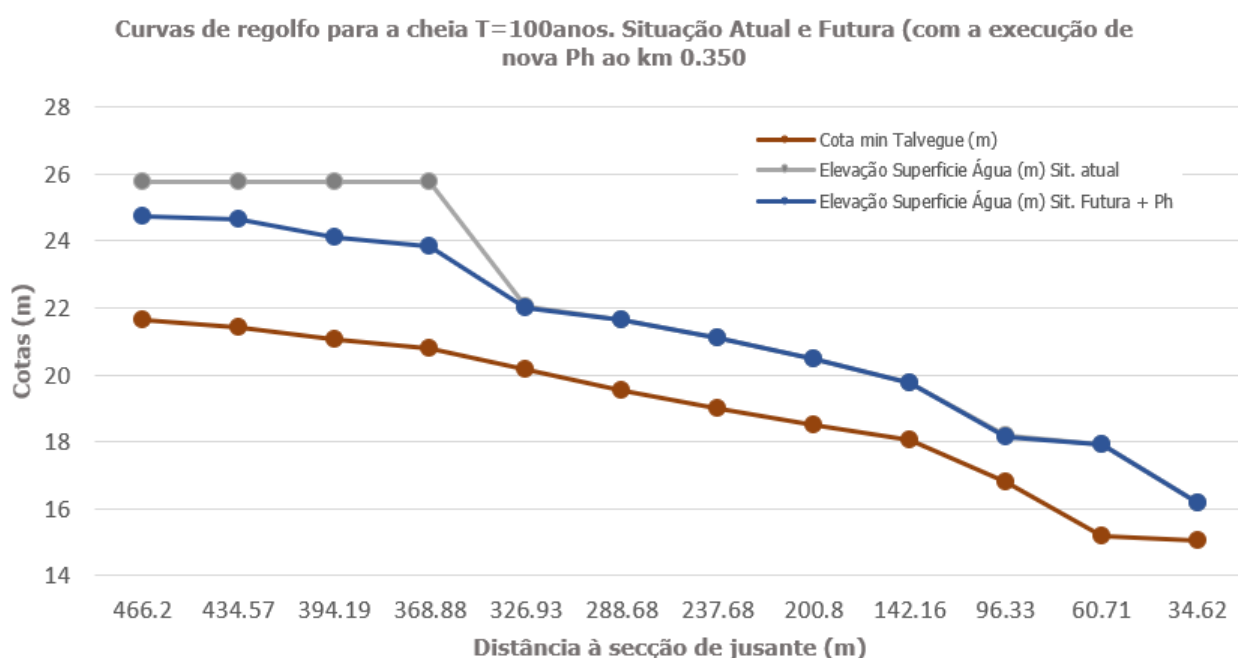
Com estas propostas de intervenção - introdução de nova passagem hidráulica sob a Rua Baltazar Cabral e a modelação de terreno naturalizado fora das margens de proteção - mitiga-se o eventual efeito de extravasamento do leito da ribeira, a jusante da Rua Baltazar Cabral, bem como o risco de eventual galgamento da estrada N6-7.

O muro de encabeçamento da entrada, a montante da Rua Baltazar Cabral, deverá garantir a cota de 23.9m e assim evitar o galgamento da mesma (tal como bem referido no estudo anterior da Technoedif).

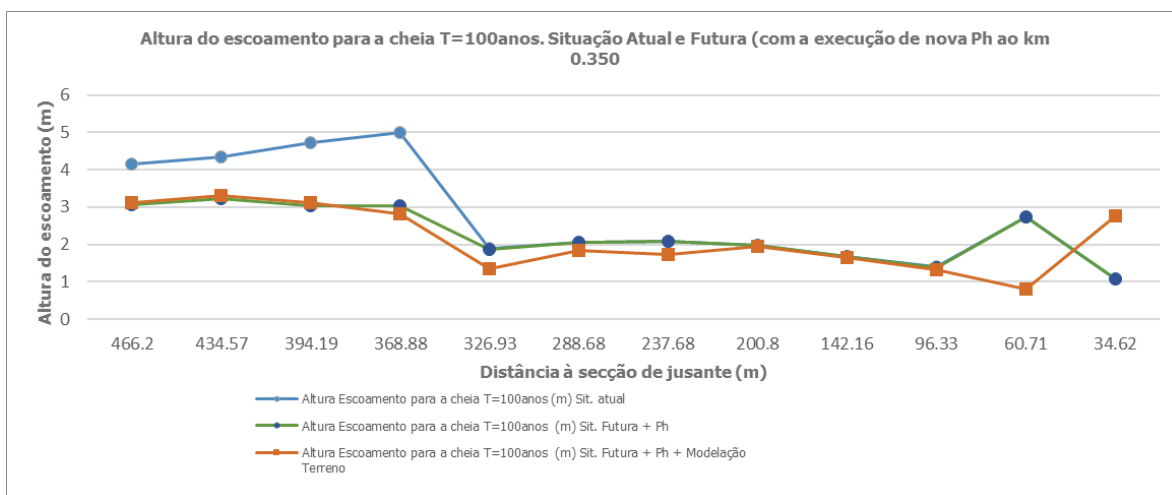
### 3.2.1- Comparação das curvas de regolfo para a cheia centenária na Situação Atual e na Situação Futura

Na Figura seguinte apresentam-se as curvas de regolfo para a cheia centenária na Situação Atual e Futura.

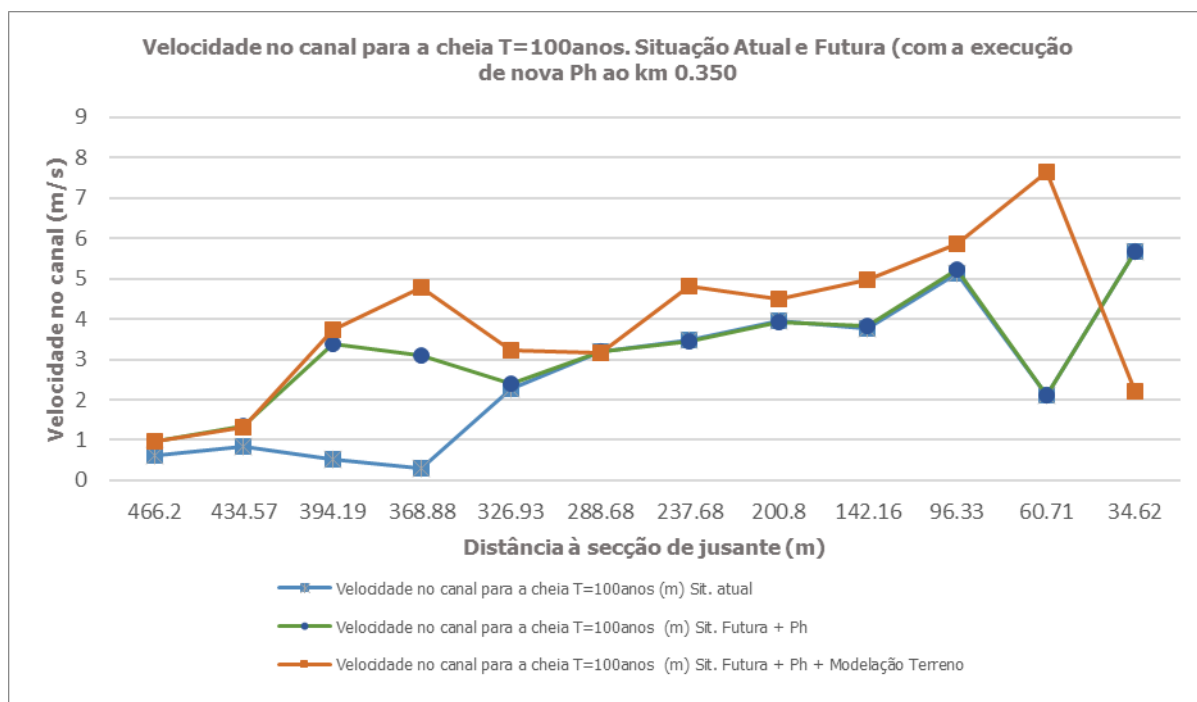
**Figura 11** - Comparação das curvas de regolfo para a cheia centenária na Situação Atual e na Futura



**Figura 12** - Comparação das alturas de escoamento para a cheia centenária na Situação Atual e na Futura (com introdução da Ph ao pk 0.350 e após modelação de terreno)



**Figura 13** – Comparação das velocidades de escoamento no canal para a cheia centenária na Situação Atual e na Futura (com introdução da Ph ao pk 0.350 e após modelação de terreno)





Como seria de esperar, verifica-se que, com a entrada em funcionamento da nova PH0,350 (Rua Baltazar Cabral), os efeitos positivos são notórios, com a altura máxima da água no trecho da ribeira a montante da nova PH a baixar cerca de 2 m, comparativamente com a Situação Atual. O nível de água a montante da Rua Baltazar Cabral passou dos 25.78m (na situação atual) para os 23.83m (após a construção da nova passagem hidráulica).

### 3.3- Medidas mitigadoras para garantir o não incremento de caudal a jusante da área de intervenção

A quinta do Barão apresenta atualmente uma organização do tipo "rural" com algumas edificações, mas maioritariamente terrenos ou cultivados (vinha principalmente) ou não cultivados, mas com elevados níveis de permeabilidade.

De modo a poder efetuar a comparação do valor de acréscimo de caudal, foi efetuada uma comparação do caudal afluente à ribeira (situação existente), com o caudal afluente após a concretização de todo o plano. O efeito de uma maior impermeabilização, resultante da execução do plano, é praticamente insignificante em relação à área total da bacia, devido à pequena dimensão da Quinta do Barão em comparação com a bacia no seu todo. A análise comparativa incidirá apenas sobre a sub-bacia onde se encontra a Quinta do Barão (local onde existe uma alteração real de utilização ou aproveitamento físico). Esta sub-bacia tem uma área total de 17.9 hectares, sendo que apenas 2.1 hectares são alvo de intervenção.

**Quadro 6 – Acréscimo de caudal centenário**

Bacia	Área	L	H	tc adopt.	Coef. de	I 100	Q100	Observações
	(km <sup>2</sup> )	(Km)	(m)	(min)	Esc. (C)	(mm/h)	m <sup>3</sup> /s	
Sassoeiros	0.179	4.0	17.7	10.0	0.445	148.0	3.27	Diferença = 0.26 m <sup>3</sup> /s
Sassoeiros	0.179	4.0	17.7	10.0	0.481	148.0	3.54	

Tal como explicitado no quadro 6 o acréscimo de caudal é de 0.26m<sup>3</sup>/s. Este caudal pode ser objeto de efeito de amortecimento por forma a assegurar que o caudal a jusante não sofre qualquer acréscimo. Assim, foi utilizado o método holandês (conforme legislação portuguesa) para efetuar a estimativa do volume necessário para o amortecimento.

O método simplificado (holandês) baseia-se no conhecimento das curvas intensidade-duração-frequência aplicáveis à área em estudo e permite o cálculo do volume necessário para armazenar o

caudal afluente resultante da precipitação do período de retorno escolhido, de modo que na descarga se obtenha um caudal, suposto constante, correspondente à capacidade máxima de vazão a jusante.

Assim:

Foram considerados os dados de base  $a=611.24$  e  $b=-0.616$  das curvas IDF da precipitação para o posto de Lisboa e para  $T=100$  anos e  $T_c=10$ min, área de 17.9ha (área total da sub-bacia) e coeficiente de escoamento de 0.481 após a concretização do plano.

O cálculo do volume é representado pela fórmula seguinte:

$$V_{a,MAX} = 10.C.A. \left[ \frac{-q_s b}{(b+1)} \right] \left[ \frac{q_s}{\frac{a}{60} \cdot (b+1)} \right]^{\frac{1}{b}}$$

$V_{amax}$  – Volume de armazenamento em  $m^3$

$C$  – Coeficiente de escoamento (adimensional)

$A$  – Área da bacia de drenagem (ha)

$q_s$  – caudal específico efluente (mm/min)

O parâmetro  $q_s$  é calculado da seguinte forma:

$$q_s = \frac{6.q}{C.A}$$

Onde

$q$  = caudal afluente máximo ( $m^3/s$ )

O método prevê também um fator de majoramento calculado da seguinte forma:

$$\rho = \left[ \frac{1}{(\alpha + 1)} \right]^{\frac{b+1}{b}}$$

$\alpha$  = dependente do tipo de descarga da bacia, considerado neste caso 0.5

O volume estimado é de 720m<sup>3</sup>. Este volume permite, de forma confortável, encontrar soluções paisagísticas de integração, marginais à ribeira, em futura fase de projeto. Estas poderão incluir soluções individualizadas ou integradas de infiltração e de retenção, que contribuam para o amortecimento de caudais de ponta e para o encaixe de volumes de escoamento acrescidos em situação futura.

São incorporados em anexo os respetivos modelos e os cálculos justificativos.

Nas fases seguintes do estudo, deverá ser apresentado o modelo global da envolvente e deverão ser confirmados os pressupostos agora assumidos, de modo a concluir sobre a adequabilidade das soluções propostas, e completar com os detalhes adequados, para efeito dos projetos de execução respetivos.

### **3.4- Indicações para projeto**

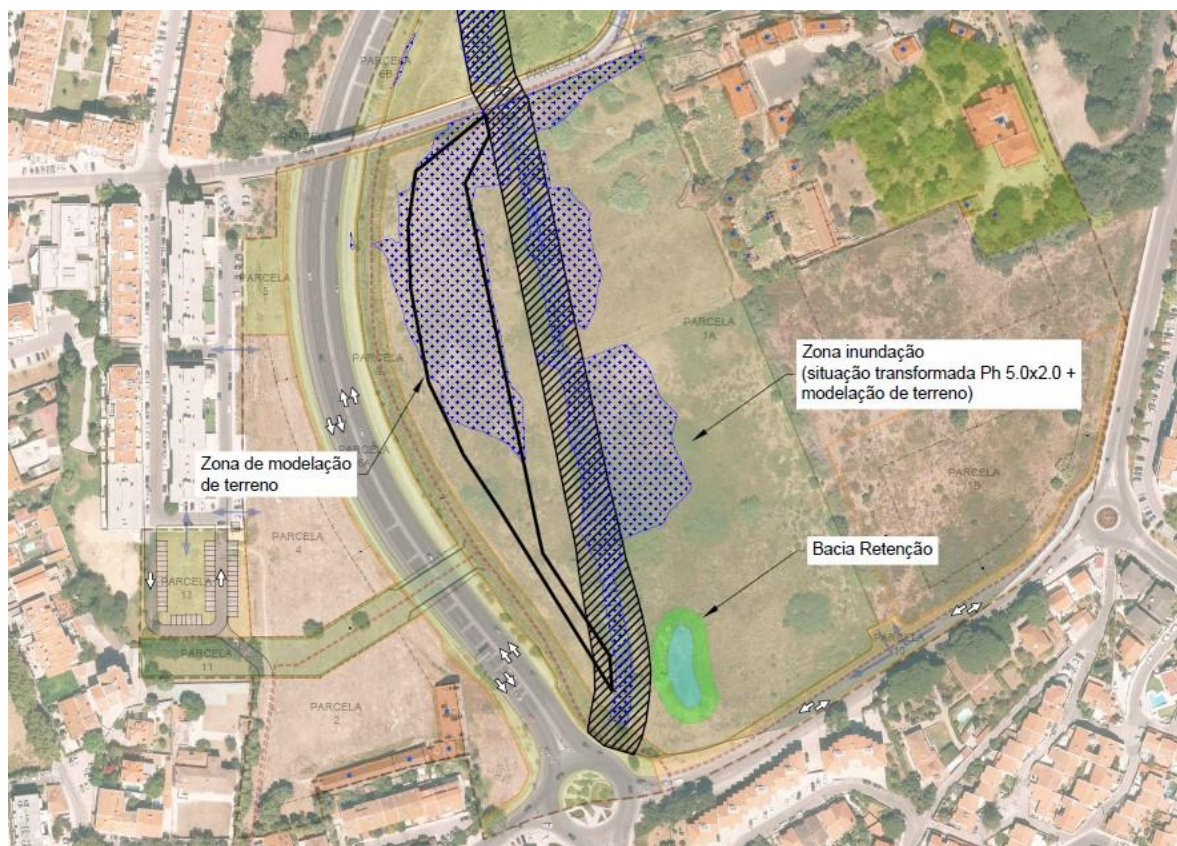
O objetivo deste ponto é a apresentação de algumas referências e orientações para os futuros projetos da bacia de retenção e da modelação de terreno. Estas indicações não têm um carácter vinculativo, não fazendo parte da normativa do Plano de Pormenor e poderão ser assim ajustadas, em função de novos dados ou soluções que venham a surgir com o desenvolvimento desses projetos, que têm necessariamente uma escala e o grau de detalhe diferente daqueles que são adequados a um plano municipal de ordenamento do território.

A Figura 14, na página seguinte, mostra a localização da bacia de retenção e da zona de modelação de terreno.

A localização e as características da nova passagem hidráulica proposta foram já apresentadas no ponto 3.2.4.

No ponto 3.3- Medidas mitigadoras para garantir o não incremento de caudal a jusante da área de intervenção, do presente Relatório, foi apresentada e justificada a estimativa do cálculo do volume de armazenamento necessário para amortecer o acréscimo de caudal de ponta (0,26m<sup>3</sup>/s), para o período de retorno de projeto (100 anos), decorrente do incremento de impermeabilização que resulta da intervenção urbanística da área em apreço. Este volume de "encaixe" estimado é da ordem de 720 m<sup>3</sup>.

**Figura 14** – Localização da zona de modelação de terreno e da bacia de retenção



No sentido de fornecer orientações complementares sobre a localização e a configuração da bacia de armazenamento, para efeitos de elaboração de projetos em fase subsequente, considera-se ser de referir o seguinte:

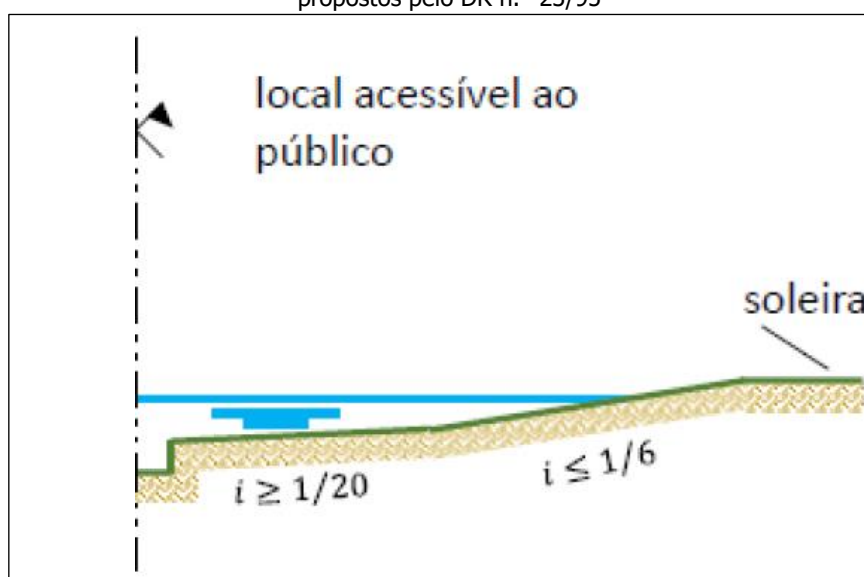
Do ponto de vista hidráulico:

1) Atendendo a que ribeira de Sassoeiros está seca ou com escoamento quase nulo em grande parte do ano, apresentando escoamento quando chove, a bacia de armazenamento/retenção deve ser posicionada *off-line*, ou em paralelo à linha de água, ou seja, permitir a receção do volume de água em excesso por meio de desvio de caudal da ribeira, através de descarregador lateral, quando um determinado nível de água é atingido (a especificar em fase de projeto).

2) Quanto à localização da estrutura de armazenamento na bacia de drenagem, a reflexão é sumariamente a seguinte: nas parcelas a montante da passagem hidráulica alargada sob a rua Baltazar Cabral não seria eficaz nem adequado, pelo tipo e pela ocupação prevista. Na margem esquerda da ribeira, e a jusante da rua Baltazar Cabral, a parcela 1A apresenta maior declive, com ocupação de vinha e de edificado existente e proposto, pelo que também não seria a zona mais

compatível. Assim a localização mais apropriada é mais a Sul dentro da mesma parcela, na margem esquerda da ribeira, em que as próprias condições topográficas são propícias a um pequeno rebaixamento do terreno para encaixar uma bacia de retenção *off-line*, que poderá ter usos recreativos e de lazer na ausência de água, ou seja, nos períodos secos ou de pequena precipitação. A Figura 16 ilustra o perfil transversal tipo proposto.

**Figura 15** - Perfil transversal tipo de uma bacia seca, respeitando os aspetos construtivos propostos pelo DR n.º 23/95



3) Quanto à tipologia de bacia de retenção, e mais uma vez, dadas as características sazonais e temporárias do escoamento na ribeira, esta deverá ser uma bacia seca, ou seja, a bacia vai ter água apenas por um período de tempo limitado, que se segue à ocorrência de precipitação e ao desvio de caudal da ribeira. Fora destes períodos de pós ocorrência de precipitação, será uma área seca de enquadramento cénico.



A foto 3 lustra uma situação que poderá constituir possível referência para a bacia de retenção.

**Foto 3** - Imagem de referência de bacia de retenção – Algueirão



Fonte: (<https://cm-sintra.pt/viver-arquivo/camara-de-sintra-requalifica-arranjos-exteriores-da-bacia-de-retencao-no-algueirao>)

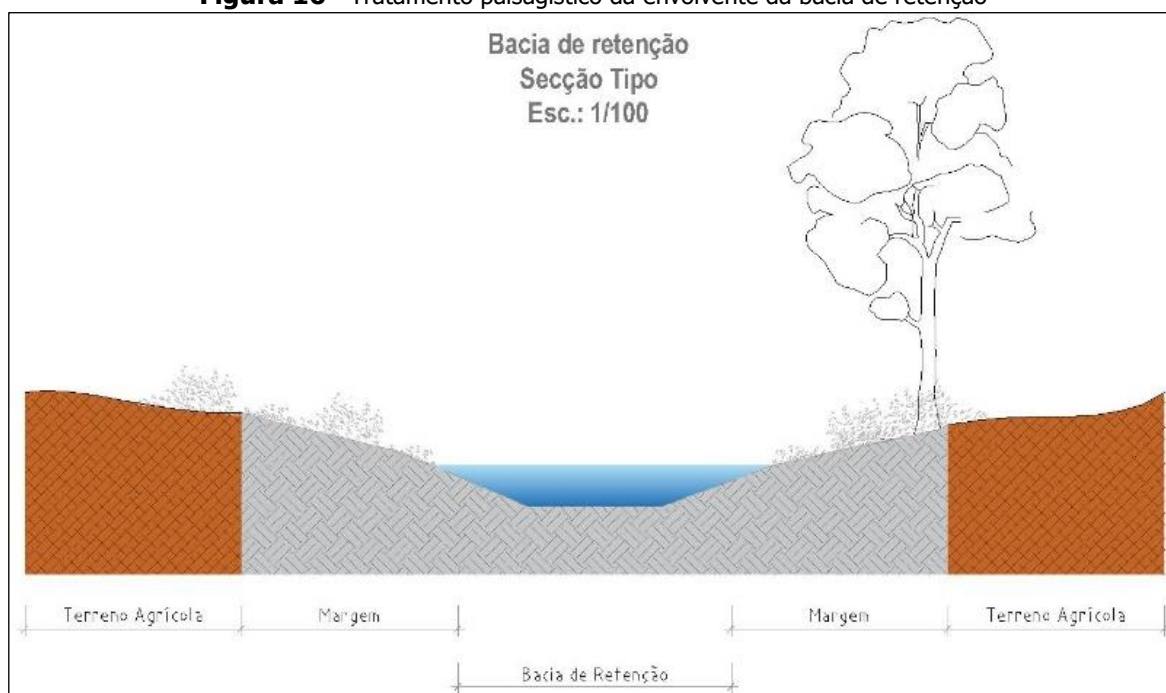
Na envolvente da bacia de retenção propõe-se a plantação pontual de árvores e arbustos de cariz ripícola de modo a enquadrar a mesma, com uma largura de 2,5 m em redor da bacia. Propõe-se uma sementeira com uma mistura de sementes que se adapte a situações de alagamento e de seca.

Assim, propõe-se a realização de sementeira, constituída pela mistura de sementes (4 g/m<sup>2</sup>):  
Gramíneas: 12% *Agropyrum ssp*; 12% *Brachypodium phoenicoides*; 12% *Brisa Maxima*; 12% *Dactylis glomerata*; 12% *Festuca arundinacea*; 10% *Phleum pratense*; 10% *Stipa gigantea*; Mistura de flores (3 g/m<sup>2</sup>): *Achillea ageratum*, *Agrimonia eupatoria*, *Allium ampeloprasum*, *Anthyllis vulneraria*, *Asphodelus fistulosus*, *Borago officinalis*, *Cistus salvifolius*, *Dipsacus comosus*, *Foeniculum vulgare*, *Gladiolus italicus*, *Hypericum perforatum*, *Iris xiphium*, *Linum perenne*, *Lupinus luteus*, *Marrubium vulgare*, *Matricaria chamomilla*, *Muscari comosum*, *Nepeta tuberosa*, *Nigella damascena*, *Ornithogalum narbonense*, *Plantago lanceolata*, *Ruta chalepensis*, *Salvia sclareoides*, *Scabiosa atropurpurea*, *Thymus vulgaris*, *Urginea maritima*, *Verbascum thapsus*.



Na figura 16 está representada uma imagem tipo do tratamento paisagístico da envolvente da bacia de retenção.

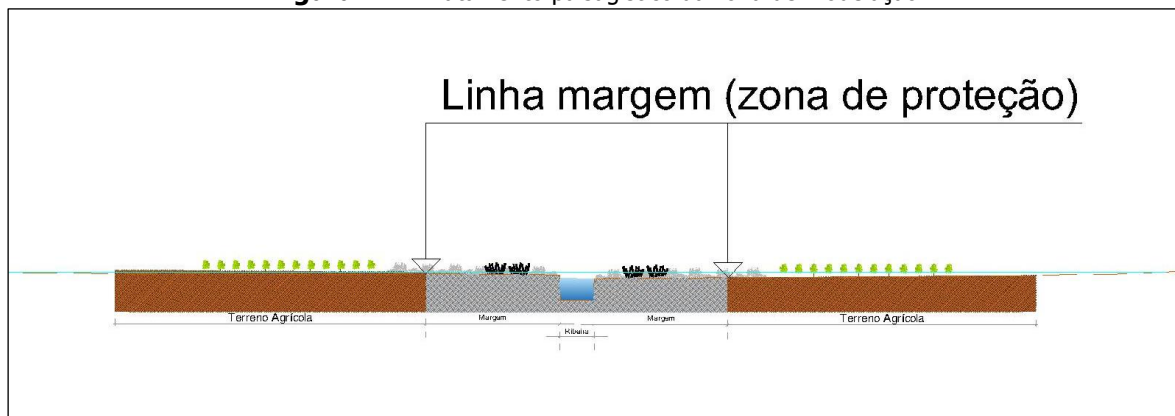
**Figura 16** - Tratamento paisagístico da envolvente da bacia de retenção



No que se refere à modelação do terreno, na margem direita da Ribeira (na zona a sul da Rua Baltazar Cabral) os perfis n.º SL-52 a SL-55, no desenho n.º 10 (3.DG.303.0.B), em anexo, mostram o terreno existente e a modelação proposta. Esta consiste essencialmente na criação de uma zona em depressão, com andamento paralelo ao da ribeira e cuja finalidade principal é o de “acomodar” temporariamente “*off-line*” o volume de água do escoamento em excesso. Este é desviado quando a cota máxima de água na ribeira é atingida, a jusante da rua Baltazar Cabral, sensivelmente ao km 0,239.

A Figura 17 ilustra esquematicamente um possível tratamento paisagístico proposto para essa zona. O projeto da modelação do terreno nesta zona deverá ser coordenado com o projeto de plantio da vinha.

**Figura 17** - Tratamento paisagístico da zona de modelação



Vila Real, em 17 de outubro de 2024

Daniel Carvalho Lopes

(Daniel Carvalho Lopes)

## **ANEXO I**

## CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS DA PHS EXISTENTES

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

### Passagem sob a Rua Dr. Baltazar Cabral

- 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  $K=50$
- $Sh = 3,75 \text{ m}^2$
- $Ph = 8,0 \text{ m}$
- $Rh = 0,47 \text{ m}$
- Material: Alvenaria
- Coeficiente de perda de carga de Manning: 0,016

### Passagem sob a Rotunda da Avenida Conde Riba d'Áves

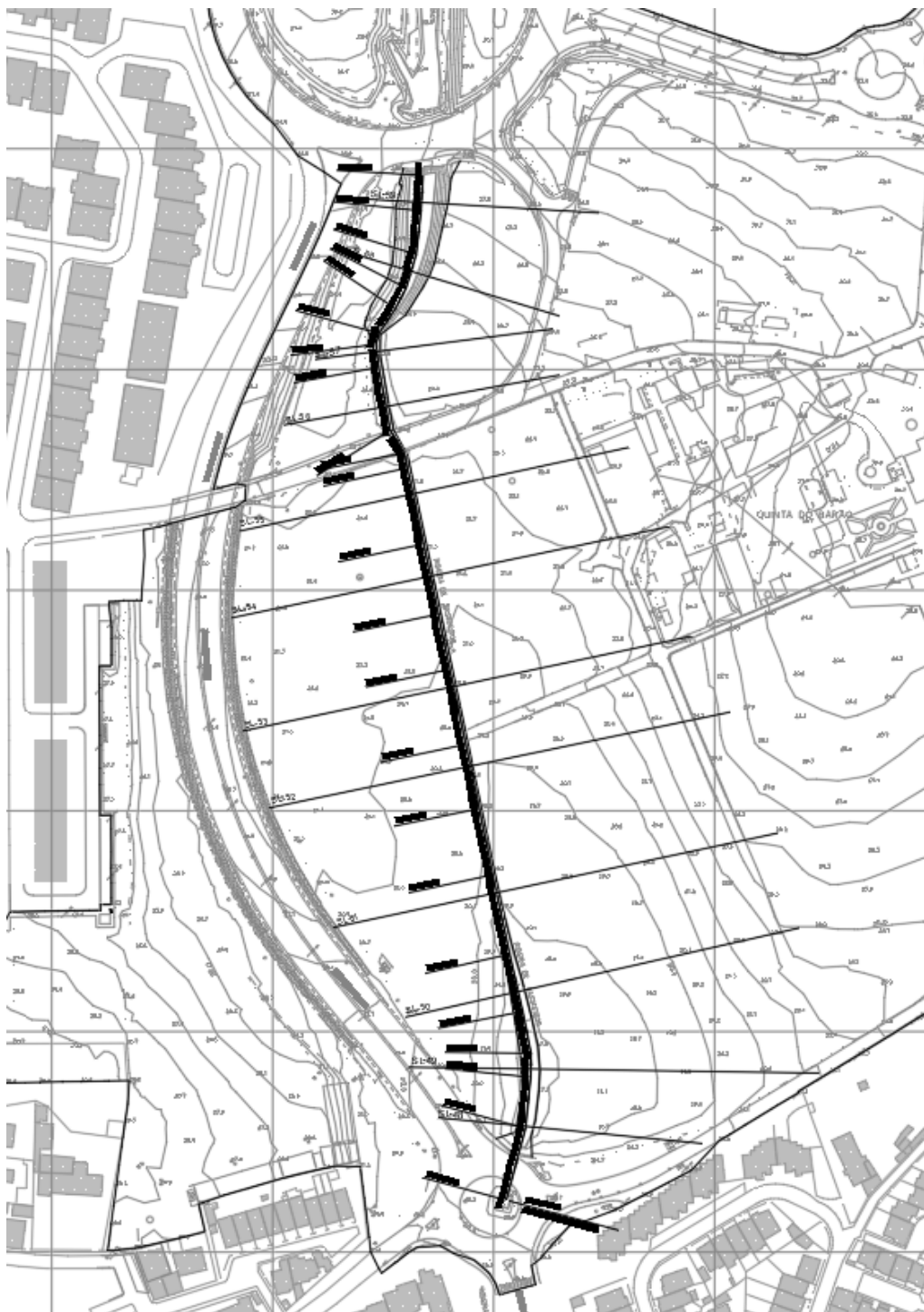
- Base: 4,0 m
- Altura: 3,0 m
- Comprimento: 75,00
- Cota de soleira a montante: 15,00
- Cota de Coroamento a montante: 18,00
- Cota de soleira a jusante: 14,00
- Cota de coroamento a jusante: 17,00
- Condições de entrada na secção: Aresta viva  $K=50$
- Sh 12,00
- Ph 14,00
- Rh 0,86
- Material: Betão Armado
- Coeficiente de perda de carga de Manning 0,014



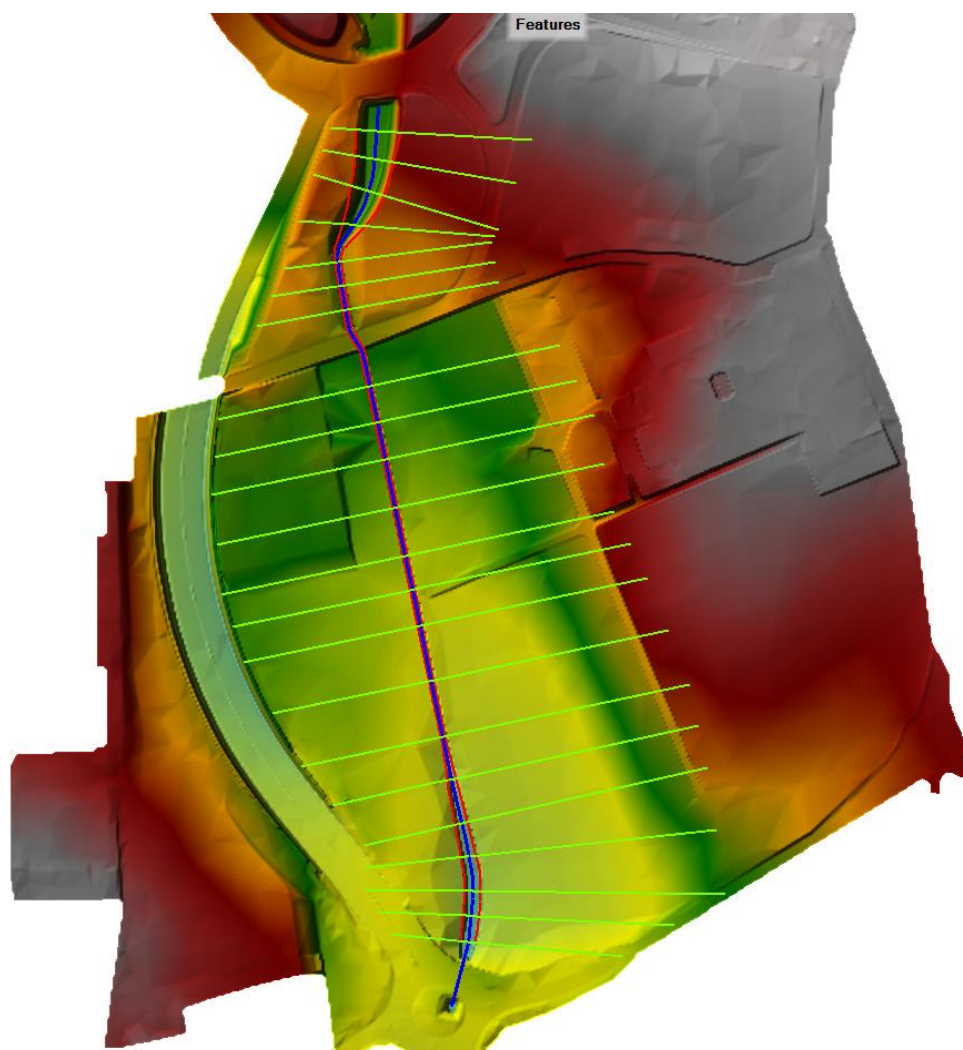
## **ANEXO II – CÁLCULOS**

(O cálculo apresentado tem como base o programa de calculo automático HEC-RAS)

- Modelação do terreno e zona de inundação



**Figura 1 – Modelo base para análise (HEC\_RAS)**



**Figura 2 - Modelo base com superfície da Quinta do Barão para análise (HEC\_RAS)**

### Passagem hidráulica existente sob a Rotunda da Rua Dr. José Joaquim de Almeida (4,0 x 3,0)

Forma:	Box	Largura	4	Altura	3
Chart #:	8 - fared wingwalls				
Scale #:	1 - Wingwall fared 30 to 75 deg.				
Distância até Corte a jusante XS:	7.91				
Comprimento Ph:	31	Depth to Bottom n:	0		
Coeficiente de Perda na entrada:	0.5	Depth Blocked:	0		
Coeficiente de Perda na saída:	1	Upstream Invert dev:	22.474		
Valor de n (Manning's) para o topo:	0.013	Downstream Invert Bev:	21.7		
Valor de n (Manning's) para o fundo:	0.013				

### Passagem hidráulica existente sob a Rua Dr. Baltazar Cabral (2,5 x 1,5)

Forma:	Box	Largura	2.5	Altura	1.5
Chart #:	8 - fared wingwalls				
Scale #:	1 - Wingwall fared 30 to 75 deg.				
Distância até Corte a jusante XS:	1.9				
Comprimento Ph:	15	Depth to Bottom n:	0		
Coeficiente de Perda na entrada:	0.5	Depth Blocked:	0		
Coeficiente de Perda na saída:	1	Upstream Invert dev:	20.7		
Valor de n (Manning's) para o topo:	0.013	Downstream Invert Bev:	20.6		
Valor de n (Manning's) para o fundo:	0.013				

### Cálculos das passagens hidráulicas (Nova + Moinho)

#### HY-8 Relatório de análise de Ph

#### 1.1 Dados de descarga

Método de seleção de descarga: Especificar fluxo mínimo, de design e máximo

Caudal Mínimo: 0.10 cms

Caudal de projeto: 46.90 cms

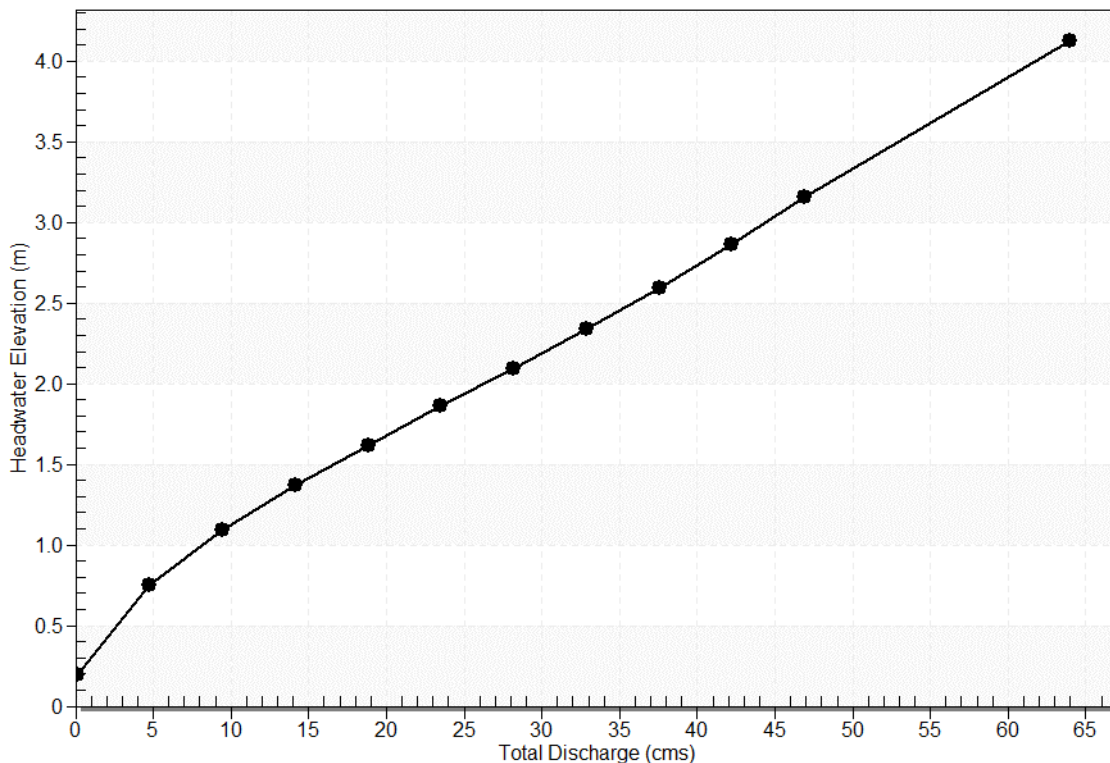
Caudal máximo: 46.90 cms

#### 1.1.1 Tabela 1 - Resumo dos caudais da Ph na travessia: Moinho

Elevação a montante (m)	Caudal Total (cms)	Moinho Descarga (cms)	Ph Nova Descarga (cms)	Descarga pela Estrada (cms)	Iterations
0.19	0.10	0.10	0.00	0.00	21
0.75	4.78	1.86	2.92	0.00	4
1.09	9.46	3.50	5.96	0.00	4
1.37	14.14	5.12	9.02	0.00	3
1.62	18.82	6.66	12.16	0.00	3
1.86	23.50	8.11	15.39	0.00	3
2.10	28.18	9.44	18.74	0.00	3
2.34	32.86	10.69	22.17	0.00	3
2.59	37.54	11.88	25.66	0.00	3
2.86	42.22	13.04	29.18	0.00	3
3.16	46.90	14.19	32.71	0.00	3
3.50	51.85	15.41	36.44	0.00	Overtopping

### 1.1.2 Curva de Avaliação da descarga: Moinho

Total Rating Curve  
Crossing: Moinho



### Dados Ph: Moinho

#### 1.1.3 Tabela 1 - Resumo dos caudais da Ph: Moinho

Descarga Total (cms)	Descarga de Ph (cms)	Elevação da Entrada (m)	Profundidade e de controle de entrada (m)	Profundidade de controle de saída (m)	Tipo de Fluxo	Profundidade Normal (m)	Profundidade Crítica (m)	Profundidade de saída (m)	Profundidade de Águas a jusante (m)	Velocidade de saída (m/s)	Velocidade a jusante (m/s)
<b>0.10 cms</b>	0.10 cms	0.19	0.09	0.0*	1-S2n	0.05	0.05	0.05	0.02	0.89	0.51
<b>4.78 cms</b>	1.86 cms	0.75	0.65	0.303	1-S2n	0.29	0.38	0.31	0.20	2.42	2.37
<b>9.46 cms</b>	3.50 cms	1.09	0.99	0.556	1-S2n	0.44	0.58	0.48	0.31	2.91	3.09
<b>14.14 cms</b>	5.12 cms	1.37	1.27	0.806	1-S2n	0.56	0.75	0.63	0.39	3.24	3.60
<b>18.82 cms</b>	6.66 cms	1.62	1.52	1.057	5-S2n	0.68	0.90	0.76	0.47	3.49	4.02
<b>23.50 cms</b>	8.11 cms	1.86	1.76	1.308	5-S2n	0.78	1.02	0.88	0.54	3.68	4.37
<b>28.18 cms</b>	9.44 cms	2.10	2.00	1.738	5-S2n	0.87	1.13	0.98	0.60	3.85	4.68
<b>32.86 cms</b>	10.69 cms	2.34	2.24	1.934	5-S2n	0.95	1.23	1.07	0.66	3.98	4.95
<b>37.54 cms</b>	11.88 cms	2.59	2.49	2.137	5-S2n	1.02	1.32	1.16	0.72	4.10	5.20
<b>42.22 cms</b>	13.04 cms	2.86	2.76	2.348	5-S2n	1.10	1.40	1.24	0.78	4.21	5.43
<b>46.90 cms</b>	14.19 cms	3.16	3.06	2.572	5-S2n	1.17	1.49	1.32	0.83	4.31	5.64

\* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

## 1.2 Dados da Estrutura da Ph

Tipo de PH : Ph Reta

Elevação da Entrada (invert): 0.10 m,

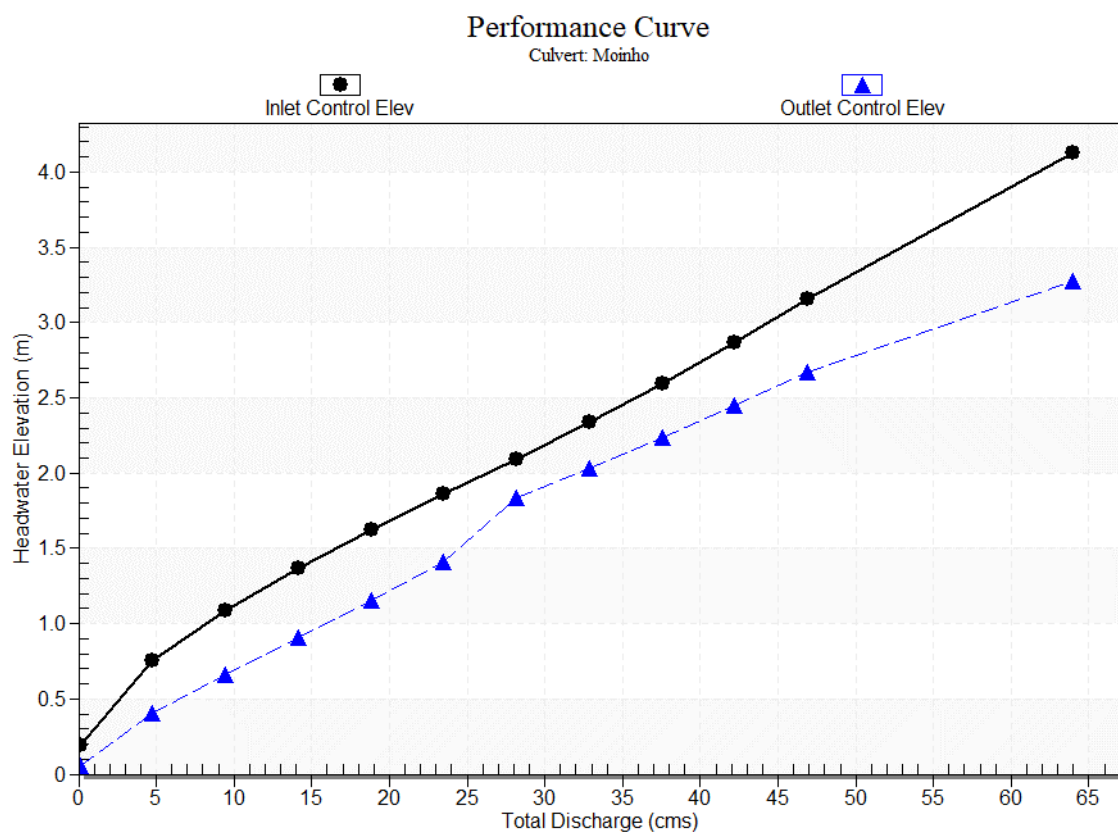
Elevação da saída (invert): 0.00 m

Comprimento Ph: 15.00 m,

inclinação Ph: 0.0067



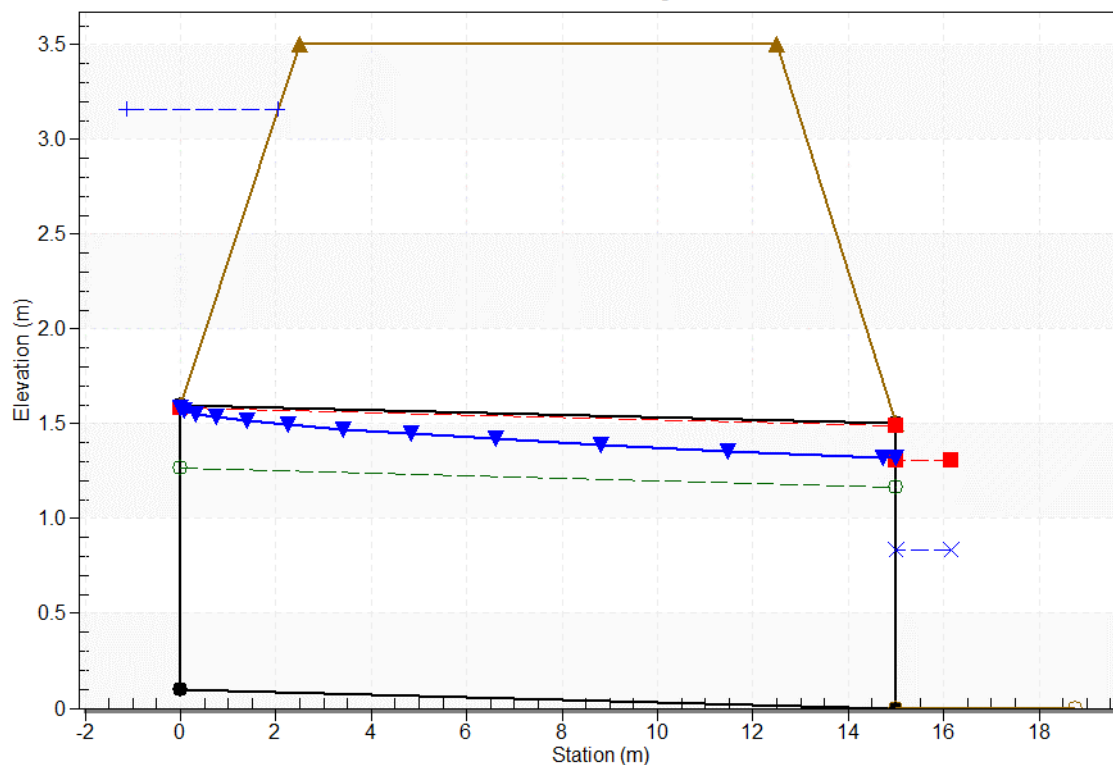
### 1.2.1 Desempenho da Ph : Moinho



### 1.2.2 Gráfico de perfil de superfície de água : Moinho

Crossing - Moinho, Design Discharge - 46.90 cms

Culvert - Moinho, Culvert Discharge - 14.19 cms



### 1.3 Dados do Site - Moinho

Opção de dados do site: Culvert Invert Data

Estação de Entrada: 0.00 m

Elevação da Entrada: 0.10 m

Estação de Outlet: 15.00 m

Elevação da saída: 0.00 m

Número de estruturas: 1

### 1.4 Resumo de dados da Ph - Moinho

Forma da Ph: Concrete Box

Largura: 2500.00 mm

Altura: 1500.00 mm

Material: Concrete

Incorporação: 0.00 mm

Manning's n: 0.0120

Tipo: Reto

Configuração de entrada: Borda quadrada (90°) Cabeceira (Ke=0.5)

Depressão de entrada: Nenhum

## Dados Ph: Nova

### 1.4.1 Table 2 - Resumo dos caudais da Ph: Nova

Descarga Total (cms)	Descarga de Ph (cms)	Elevação da Entrada (m)	Profundidade e de controle de entrada (m)	Profundidade e de controle de saída (m)	Tipo de Fluxo	Profundidade Normal (m)	Profundidade Crítica (m)	Profundidade de saída (m)	Profundidade de Águas a jusante (m)	Velocidade de saída (m/s)	Velocidade a jusante (m/s)
0.10 cms	0.00 cms	0.19	0.00	0.000	0-NF	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.51
4.78 cms	2.92 cms	0.75	0.55	0.133	1-S2n	0.19	0.33	0.22	0.20	2.71	2.37
9.46 cms	5.96 cms	1.09	0.89	0.353	1-S2n	0.30	0.52	0.37	0.31	3.26	3.09
14.14 cms	9.02 cms	1.37	1.17	0.557	1-S2n	0.39	0.69	0.50	0.39	3.63	3.60
18.82 cms	12.16 cms	1.62	1.42	0.763	1-S2n	0.47	0.84	0.62	0.47	3.91	4.02
23.50 cms	15.39 cms	1.86	1.66	0.978	1-S2n	0.55	0.99	0.74	0.54	4.16	4.37
28.18 cms	18.74 cms	2.10	1.90	1.207	1-S2n	0.62	1.13	0.86	0.60	4.37	4.68
32.86 cms	22.17 cms	2.34	2.14	1.453	5-S2n	0.69	1.26	0.97	0.66	4.56	4.95
37.54 cms	25.66 cms	2.59	2.39	1.715	5-S2n	0.76	1.39	1.08	0.72	4.74	5.20
42.22 cms	29.18 cms	2.86	2.66	2.236	5-S2n	0.83	1.51	1.19	0.78	4.90	5.43
46.90 cms	32.71 cms	3.16	2.96	2.470	5-S2n	0.90	1.63	1.30	0.83	5.05	5.64

## 1.5 Dados da Estrutura da Ph

Tipo de PH : Ph Reta

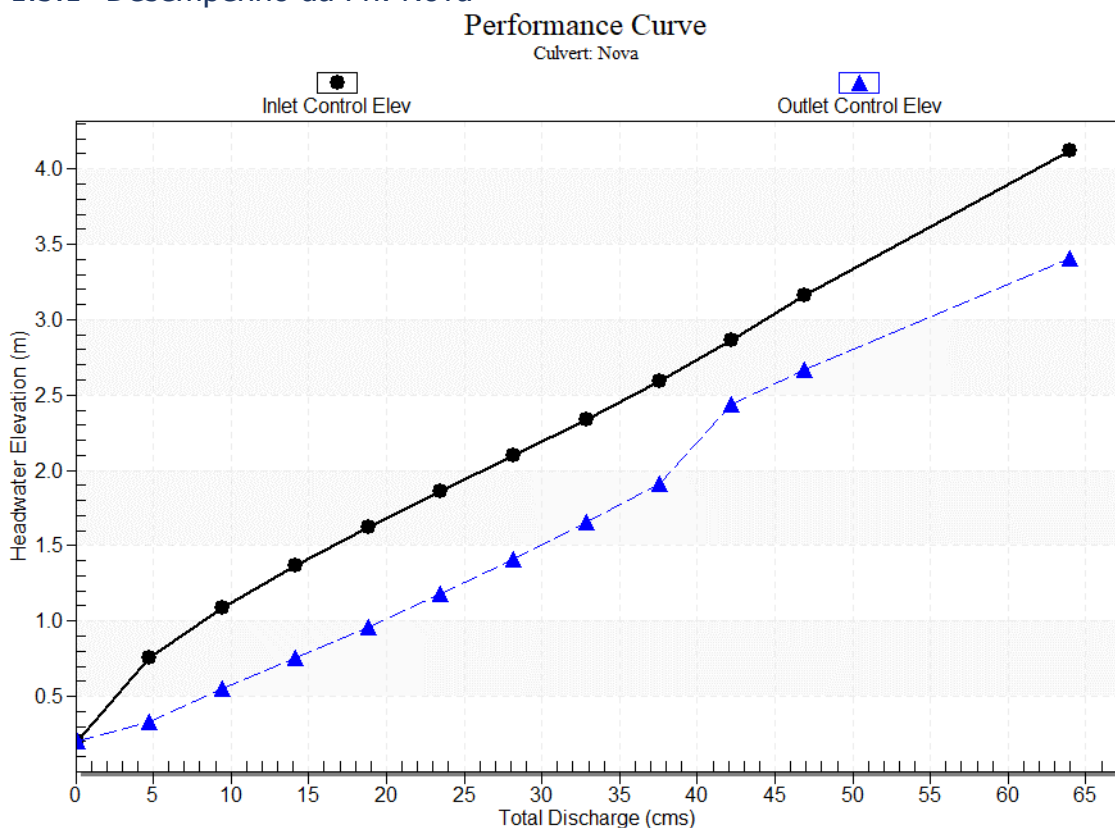
Elevação da Entrada (invert): 0.20 m,

Elevação da saída (invert): 0.00 m

Comprimento Ph: 15.00 m,

inclinação Ph: 0.0133

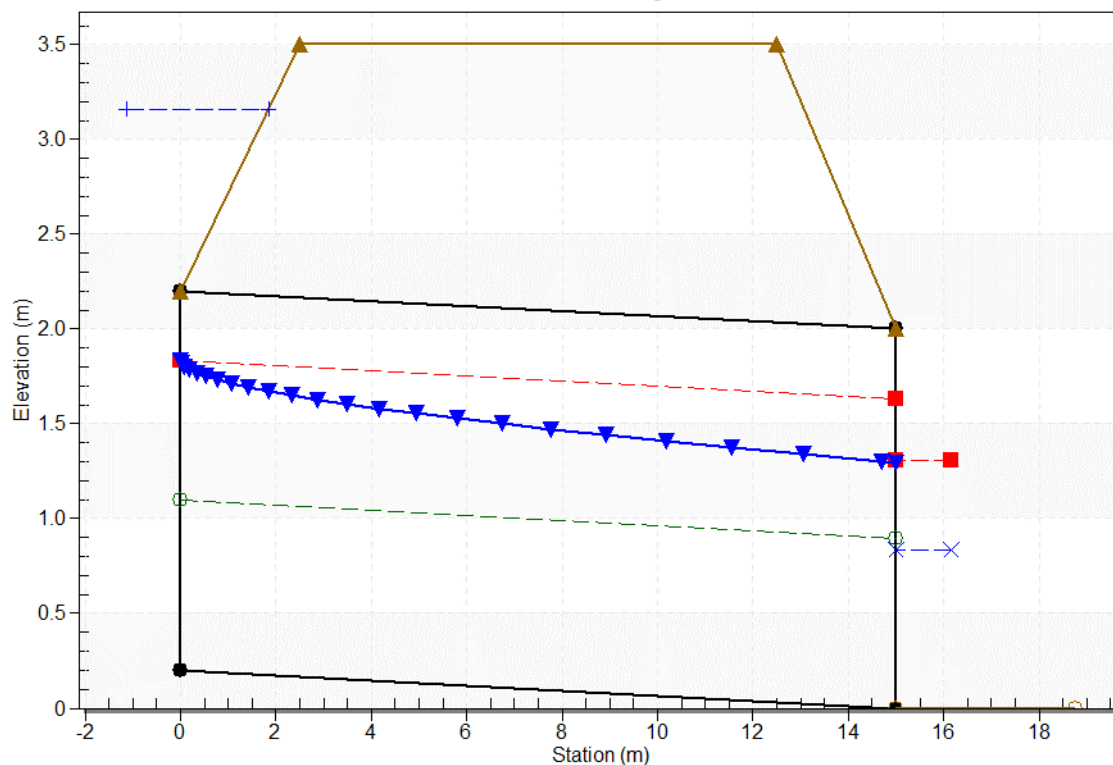
### 1.5.1 Desempenho da Ph: Nova



### 1.5.2 Gráfico de perfil de superfície de água: Nova

Crossing - Moinho, Design Discharge - 46.90 cms

Culvert - Nova, Culvert Discharge - 32.71 cms



### 1.6 Dados do Site - Nova

Opção de dados do site: Culvert Invert Data

Estação de Entrada: 0.00 m

Elevação da Entrada: 0.20 m

Estação de Outlet: 15.00 m

Elevação da saída: 0.00 m

Número de estruturas: 1

### 1.7 Resumo de dados da Ph - Nova

Forma da Ph: Concrete Box

Largura: 5000.00 mm

Altura:: 2000.00 mm

Material:Concrete

Incorporação: 0.00 mm

Manning's n: 0.0120

Tipo: Reto

Configuração de entrada: Borda quadrada (90°) Cabeceira (Ke=0.5)

Depressão de entrada: Nenhum

## 1.8 Tailwater Data for Crossing: Moinho

1.8.1 Table 2 - Classificação do Canal a Jusante (Travessia: Moinho)

Caudal (cms)	Elev de superfície de água (m)	Velocidade (m/s)	Profundidade (m)	Corte (Pa)	Número Froude
<b>0.10</b>	0.02	0.02	0.51	3.83	1.17
<b>4.78</b>	0.20	0.20	2.37	39.55	1.68
<b>9.46</b>	0.31	0.31	3.09	60.05	1.78
<b>14.14</b>	0.39	0.39	3.60	76.92	1.84
<b>18.82</b>	0.47	0.47	4.02	91.83	1.87
<b>23.50</b>	0.54	0.54	4.37	105.45	1.90
<b>28.18</b>	0.60	0.60	4.68	118.14	1.92
<b>32.86</b>	0.66	0.66	4.95	130.10	1.94
<b>37.54</b>	0.72	0.72	5.20	141.51	1.95
<b>42.22</b>	0.78	0.78	5.43	152.43	1.97
<b>46.90</b>	0.83	0.83	5.64	162.96	1.98

## 1.9 Canal a Jusante - Moinho

Opção de canal a jusante: Canal retangular

Largura inferior: 10.00 m

Inclinação do Canal: 0.0200

Canal Manning n: 0.0200

Elevação invertida do canal: 0.00 m

## 1.10 Dados da Estrada na Travessia: Moinho

Forma do perfil da estrada: Elevação constante da estrada

Comprimento da crista: 5.00 m

Elevação da crista: 3.50 m

Pavimentação de Estradas: Pavimentado

Largura superior da estrada: 10.00 m



## Tabelas Completas HEC RAS

### Comparação das curvas de regolfo para a cheia centenária na Situação Atual e na Futura

Estação	Cota min Talvegue (m)	Elevação Superfície Água (m) Sit. atual	Elevação Superfície Água (m) Sit. Futura + Ph	Elevação Superfície Água (m) Sit. Futura + Ph + Modelação Terreno
466.2	21.65	25.79	24.72	24.78
434.57	21.42	25.77	24.66	24.73
394.19	21.05	25.78	24.09	24.17
368.88	20.78	25.78	23.83	23.61
326.93	20.15	22.04	22.02	21.49
288.68	19.55	21.62	21.62	21.38
237.68	19.01	21.1	21.1	20.75
200.8	18.51	20.48	20.48	20.46
142.16	18.07	19.74	19.74	19.73
96.33	16.79	18.19	18.16	18.1
60.71	15.18	17.93	17.93	15.99
34.62	15.06	16.15	16.15	17.83

### Comparação das alturas de escoamento e velocidades para a cheia centenária na Situação Atual e na Futura (com introdução da Ph ao pk 0.350 e após modelação de terreno)

Estação	Altura Escoamento para a cheia T=100anos (m) Sit. atual	Altura Escoamento para a cheia T=100anos (m) Sit. Futura + Ph	Altura Escoamento para a cheia T=100anos (m) Sit. Futura + Ph + Modelação Terreno	Velocidade no canal para a cheia T=100anos (m) Sit. atual	Velocidade no canal para a cheia T=100anos (m) Sit. Futura + Ph	Velocidade no canal para a cheia T=100anos (m) Sit. Futura + Ph + Modelação Terreno
466.2	4.14	3.07	3.13	0.63	0.98	0.96
434.57	4.35	3.24	3.31	0.83	1.36	1.31
394.19	4.73	3.04	3.12	0.52	3.38	3.72
368.88	5	3.05	2.83	0.31	3.09	4.78
326.93	1.89	1.87	1.34	2.27	2.41	3.21
288.68	2.07	2.07	1.83	3.18	3.18	3.17
237.68	2.09	2.09	1.74	3.47	3.46	4.81
200.8	1.97	1.97	1.95	3.94	3.93	4.49
142.16	1.67	1.67	1.66	3.77	3.82	4.97
96.33	1.4	1.37	1.31	5.13	5.23	5.87
60.71	2.75	2.75	0.81	2.11	2.11	7.64
34.62	1.09	1.09	2.77	5.67	5.67	2.19

Cálculos Justificativos Método Holandês:

**CÁLCULO BACIA DE RETENÇÃO**  
**Método simplificado**

a (mm/h)	611.24	b	-0.616
a (mm/min)	10.19		

**SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA**

t (min)	10
I (mm/h)	147.98
I (l/s/ha)	411.06
A (ha)	17.9
A (km <sup>2</sup> )	0.179
C	0.445
Q (l/s)	3274.33
Q (m <sup>3</sup> /s)	3.27

**SITUAÇÃO DE PROJETO**

t (min)	10
I (mm/h)	147.98
I (l/s/ha)	411.06
A (ha)	17.9
A (km <sup>2</sup> )	0.179
C	0.481
Q (l/s)	3539.22
Q (m <sup>3</sup> /s)	3.54

Acréscimo de caudal: 0.26 m<sup>3</sup>/s 8.09%

**Volume da bacia de retenção**

qs (mm/min) 2.466383 Va (m<sup>3</sup>) 720

### **ANEXO III – PEÇAS DESENHADAS**