

**LOTEAMENTO DA UNIDADE DE EXECUÇÃO 1  
DO PLANO DE PORMENOR DO CHINICATO  
PROJETO DE EXECUÇÃO - URBANIZAÇÃO DA ENCOSTA DO SOL**



**ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL**  
**Anexo 2.5 – Estudo Hidrológico**  
**Avaliação de Cheias e Inundações**

julho 2024

**LOTEAMENTO DA UNIDADE DE EXECUÇÃO 1  
DO PLANO DE PORMENOR DO CHINICATO  
PROJETO DE EXECUÇÃO - URBANIZAÇÃO DA ENCOSTA DO SOL**

**ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL  
Anexo 2.5 – Estudo Hidrológico  
Avaliação de Cheias e Inundações**

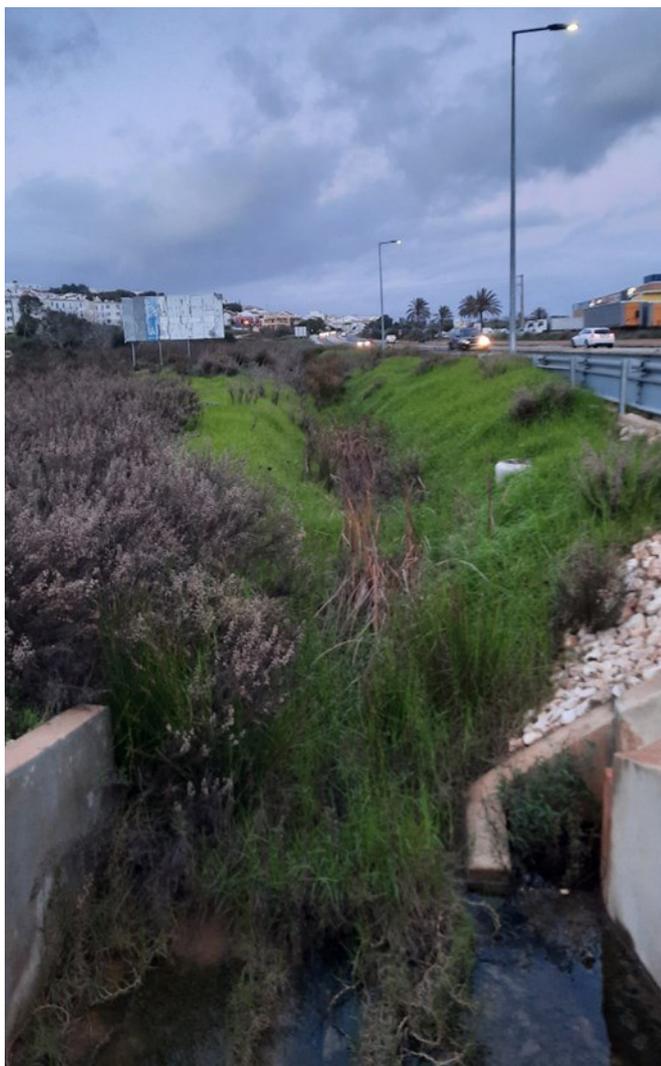
Documento	Anexo 2.5 – Estudo Hidrológico, Avaliação de Cheias e Inundações	Data:	julho, 2024
-----------	--	-------	-------------

	Nome	Função	Assinatura
Elaborado	Diogo Simões	Projetista	DS
Verificado	Diogo Simões	Projetista	DS
Aprovado	Catarina Tacão	Coordenação geral do EIA	CT

**Registo de Revisões:**

Revisão	Data	Elaborado	Verificado	Aprovado	Descrição

**LOTEAMENTO DA UNIDADE DE EXECUÇÃO 1  
DO PLANO DE PORMENOR DO CHINICATO  
Projeto de Execução - Urbanização da Encosta do Sol**



**Estudo de Impacte Ambiental  
Pedido de Elementos Adicionais - Aditamento  
Anexo A4. Estudo Hidrológico - Avaliação de Cheias e Inundações**

agosto de 2023

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. OBJETIVOS E METODOLOGIA .....	6
3. BACIA E REDE HIDROGRÁFICA NO LOCAL .....	7
4. DO REGIME HIDROLÓGICO.....	14
4.1. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA .....	14
4.2. CAUDAL DE PONTA DE CHEIA.....	17
5. CHEIAS E INUNDAÇÕES NO LUES. DA SITUAÇÃO EXISTENTE A UM CENÁRIO FUTURO.....	21
5.1. DA SITUAÇÃO ATUAL .....	21
5.2. AS CHEIAS COM A EDIFICAÇÃO DO LUES .....	27
5.3. DAS PROPOSTAS DE ALTERAÇÃO.....	31
6. CONCLUSÕES.....	36
7. BIBLIOGRAFIA .....	38
ANEXO - TERMO DE RESPONSABILIDADE .....	40
ANEXO – TABELA RESUMO – ZONAS AMEAÇADAS POR CHEIAS .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Troço da linha de água em estudo junto do LUES .....	8
Figura 2. Bacia hidrográfica.....	9
Figura 3. Ocupação do solo na bacia hidrográfica.....	10
Figura 4. Linhas de água.....	11
Figura 5. Passagem hidráulica na área de acesso ao LUES.....	13
Figura 6. Passagem hidráulica sob a ER 125.....	13
Figura 7. Forma das bacias hidrográficas e influência no caudal de ponta de cheia .....	15
Figura 8. Parâmetros a e b para cada região, por período de retorno.....	20
Figura 9. Hipsometria do terreno atual .....	22
Figura 10. Perfil transversal do transecto n.º 10.....	23

Figura 11. Zonas ameaçadas pelas cheias (situação existente) .....	25
Figura 12. Reserva Ecológica Nacional .....	26
Figura 13. Perfil transversal da cheia na área do transeto 10 na situação de referência e com a concretização do LUES (TP = 100) .....	29
Figura 14. Perfil longitudinal da linha de água na situação de referência e com o LUES.....	29
Figura 15. Hipsometria com a modelação do terreno .....	32
Figura 16. Perfis transversais com a alteração da morfologia do leito e área envolvente .....	33
Figura 17. Zonas ameaçadas pelas cheias.....	34
Figura 18. Área ameaçada pelas cheias resultante da proposta apresentada.....	33
Figura 19. Áreas ameaçada pelas cheias. A - situação atual. B - situação com reperfilamento e alargamento do leito da linha de água .....	37

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Ocupação do solo na bacia hidrográfica .....	10
Quadro 2. Morfometria do setor alvo de estudo .....	15
Quadro 3. Tempo de concentração de acordo com a fórmulas calculadas.....	17
Quadro 4. Coeficiente de escoamento por tipo de solo e período de retorno .....	18
Quadro 5. Coeficiente de escoamento para áreas urbanas .....	19
Quadro 6. Caudal de ponta de cheia para o período de retorno de 20 anos e 100 anos .....	20
Quadro 7. Características da passagem hidráulica B.....	24
Quadro 8. Coeficiente de escoamento .....	28
Quadro 9. Dados de referência da modelação das zonas inundáveis na situação de existente e com a concretização do LUES .....	29
Quadro 10. Comparação das áreas ameaçadas pelas cheias na situação atual e com a implementação da medida proposta.....	37

## ANEXOS

ANEXO 1 - TERMO DE RESPONSABILIDADE

ANEXO 2 - TABELA RESUMO – ZONAS AMEAÇADAS POR CHEIAS

## 1. INTRODUÇÃO

O Estudo de Impacte Ambiental (EIA) do Loteamento da Unidade de Execução 1, Setor C, do Plano de Pormenor do Chinicato - Loteamento da Urbanização da Encosta do Sol (LUES) foi submetido ao procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) pela URBANIPERA Sociedade de Construção S.A, na qualidade de Proponente do Projeto, na plataforma eletrónica do Sistema Integrado de Licenciamento do Ambiente (SILIAMB), módulo Licenciamento Único Ambiental (LUA, de acordo com o previsto no Regime Jurídico da Avaliação de Impacte Ambiental (RJAIA), estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na redação dada, à data, pelo Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro.

No âmbito da apreciação da conformidade do EIA (Processo n.º 450.10.229.01.00019.202), prevista no artigo 14.º do RJAIA, a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve (CCDR-ALG), enquanto Autoridade de AIA, através do ofício I00210-202301-INF-AMB, de 25 de janeiro de 2023, considerou necessária, a apresentação de elementos adicionais (n.º 9 do artigo 14.º) no sentido de complementar a informação disponibilizada no EIA, nos termos do parecer da Comissão de Avaliação (CA).

Nestes moldes, a CA pretende que seja esclarecida a capacidade de encaixe do escoamento na linha de água e, concretamente, demonstrar que a construção do LUES não faz incrementar os índices de perigosidade para a ER125 e para o próprio LUES em relação a cheias e inundações e que, não há risco para pessoas e bens. Em síntese, nos termos do parecer, é intento da CA que se demonstre, ao nível das seguintes componentes ambientais, que:

### 2.1. Socioeconomia

*“a impermeabilização e redução da bacia de encaixe da linha de água originada pelo loteamento (aterro), acaba por redesenhar nos arranjos exteriores um novo perfil transversal para a linha de água, **questiona-se assim se o cálculo efetuado para a linha de drenagem, salvaguarda a plataforma rodoviária da ER-125 de não ser inundada, não colocando em risco a segurança de pessoas e bens;**”*

## **2.2. Recursos Hídricos - Recursos Hídricos Superficiais**

*“O projeto de arranjo de espaços exteriores propõe aterros significativos sobre áreas identificadas na planta de condicionantes do PP do Chinicato como inundáveis, pelo que **se considera ser necessário demonstrar qualitativa e quantitativamente que os aterros propostos em áreas inundáveis não aportam impactes negativos para a componente de recursos hídricos superficiais.**”*

*O desenvolvimento solicitado deverá focar-se nas alterações que a proposta aporta para múltiplas funções que estas áreas desempenham (infiltração, escoamento e espraiamento das cheias, regime hidráulico, biodepuração, bioretenção, etc.). Em **alternativa, poderá ser reformulada a proposta, de modo a não contemplar aterros em áreas inundáveis.**”*

Acresce ainda o pedido de esclarecimento efetuado pela Câmara Municipal de Lagos (CMLagos), a saber:

*“O encaminhamento das águas pluviais provenientes do sistema de drenagem, nomeadamente, as descargas na linha de água adjacente à ER 125, no sentido de **não provocar qualquer acumulação de águas em excesso nesta artéria intermunicipal.**”*

Com o objetivo de responder ao solicitado pela CA e pela CMLagos, foi elaborado o presente “Estudo Hidrológico e Hidráulico - Avaliação de Cheias e Inundações”, visando **clarificar a situação hidrológica da bacia hidrográfica e da linha de água** que percorre, a nascente, a área do LUES, e **reorientar as opções de projeto** (nomeadamente a questão dos aterros propostos no Projeto de Execução de Arranjo de Espaços Exteriores) de forma a não incrementar os índices de perigosidade que as cheias e inundações possam causar à ER125 e ao LUES.

O “Estudo Hidrológico - Avaliação de Cheias e Inundações”, corresponde ao **Anexo A4** do Pedido de Elementos Adicionais - Aditamento ao EIA e constitui um volume autónomo.

## 2. OBJETIVOS E METODOLOGIA

### DOS OBJETIVOS

Os objetivos fundamentais do trabalho consubstanciam-se, em concreto, na definição das zonas ameaçadas por cheias, para um período de precipitação ( $T_p = 100$  anos), em **avaliar o impacto da construção do LUES nas cheias e, simultaneamente, propor medidas concretas para a atenuação de potenciais impactes que a sua construção possa causar.**

### DA METODOLOGIA

No sentido de responder aos objetivos colocados, o presente Relatório decorre, em parte, de trabalho de campo para observação geomorfológica do local, necessária para melhor aprender as características da bacia hidrográfica e da linha de água em causa, bem como reconhecer os fatores condicionadores do escoamento em geral e das potenciais cheias e inundações. Em adição, o trabalho de campo foi complementado com **modelação hidrológico-hidráulica** do escoamento para um  $T_p = 100$  anos, tendo em vista aferir com rigor o dimensionamento da linha de água, e das infraestruturas instaladas na mesma a jusante do LUES, e a sua capacidade de encaixe do escoamento em situação extrema. Desta forma reúnem-se condições para apontar orientações de projeto, garantindo que a implantação do LUES não altera a situação de referência no que respeita a cheias e inundações e riscos e impactes associados.

Numa fase inicial, realiza-se o estudo das cheias e inundações nas condições atuais, sendo posteriormente estimado o impacto que a impermeabilização do solo associada à construção do LUES terá no caudal de ponta de cheia. De forma a mitigar os potenciais impactes introduzidos pela construção do LUES, propõe-se o reperfilamento e alargamento do leito da linha de água, aumentando a sua capacidade de encaixe.

A fim de apoiar a análise, ilustrar e suportar as conclusões, o texto é acompanhado com figuras (cartografia temática e fotos) numeradas sequencialmente, de acordo com a ordem que são apresentadas no texto.

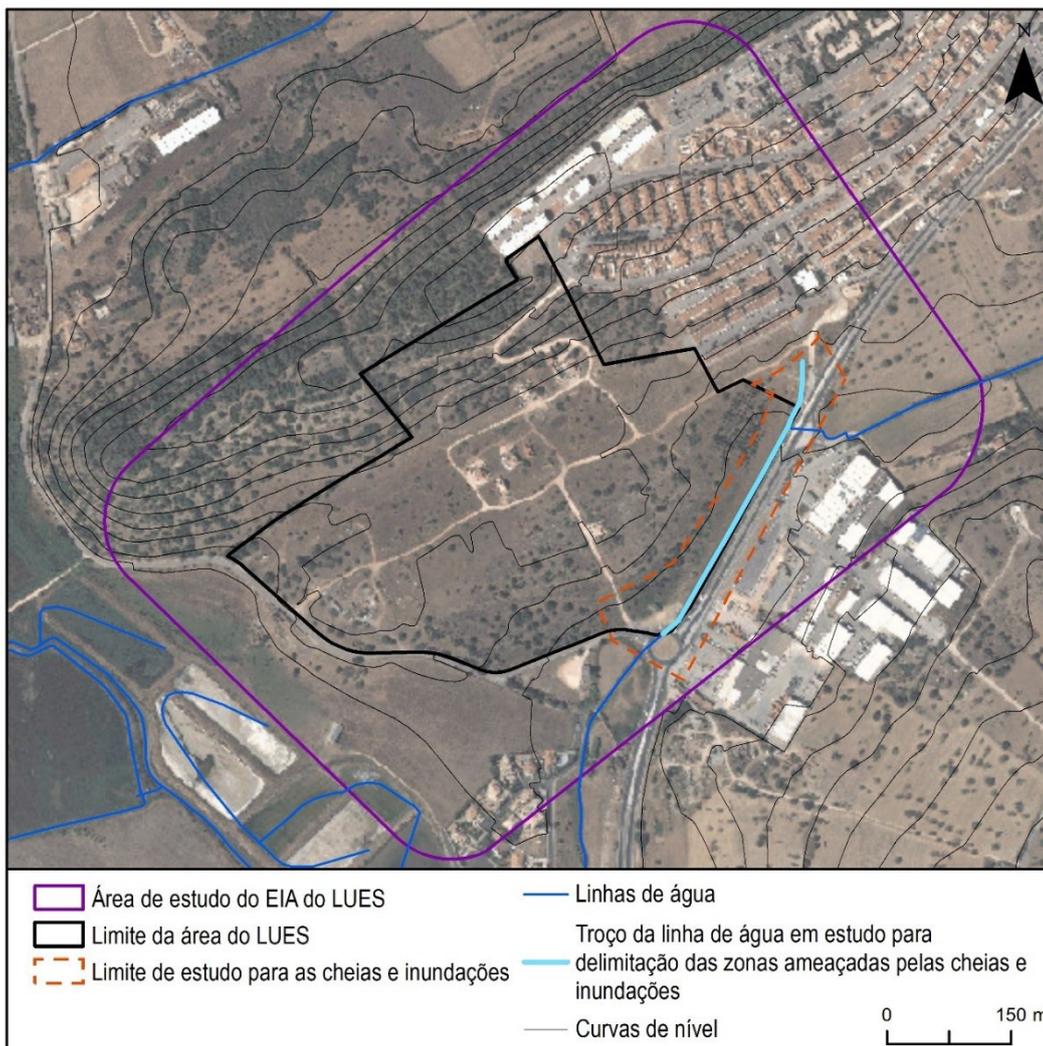
O Relatório estrutura-se em **sete** capítulos:

- ✓ Capítulo “1. CONTEXTO E ÂMBITO”, é dedicado à contextualização e ao alcance do estudo;
- ✓ Capítulo “2. OBJETIVOS E METODOLOGIA”, dedica-se à clarificação dos objetivos e da metodologia do estudo, assim como à estrutura do relatório;
- ✓ Capítulo “3. DA BACIA HIDROGRÁFICA ÀS LINHAS DE ÁGUA”, como sugere, é dedicado à caracterização da bacia hidrográfica e das linhas de água existentes na área envolvente do LUES;
- ✓ Capítulo “4. DO REGIME HIDROLÓGICO”, onde são elaborados e calculados os parâmetros hidrológicos necessários para a modelação das cheias e inundações;
- ✓ Capítulo “5. CHEIAS E INUNDAÇÕES. DA SITUAÇÃO EXISTENTE A UM CENÁRIO FUTURO”, como o nome sugere, é onde se apresentam as cheias e inundações na área;
- ✓ Capítulo “6. CONCLUSÕES”, encerra o trabalho com as medidas necessárias para compatibilizar o desenvolvimento do LUES com a segurança de pessoas, bens e infraestruturas em situação de ocorrência de cheias e inundações;
- ✓ Capítulo “7. BIBLIOGRAFIA”, sistematiza as fontes bibliográficas utilizadas.

### 3. BACIA E REDE HIDROGRÁFICA NO LOCAL

A área foco de abordagem específica, *in casu*, corresponde ao limite SE do LUES marcado pelo troço jusante de uma linha de água com orientação, *grosso modo*, NE-SW, paralela, no local, à ER 125, e devidamente caracterizada no capítulo 4.6.1 do Relatório de Síntese do Estudo de Impacte Ambiental do LUES (*vd.* Figura 1). É sobre este troço final da linha de água, junto do LUES, que a CA e a CMLagos questionam relativamente à sua dinâmica hidrológica e hidráulica e, em concreto, sobre a potencial perigosidade que apresenta relativamente às cheias e inundações (*vd.* Figura 1) considerando a modelação de terreno preconizada no Projeto de Execução de Arranjo de Espaços Exteriores (PEAEE, 2022).

Figura 1. Troço da linha de água em estudo junto do LUES



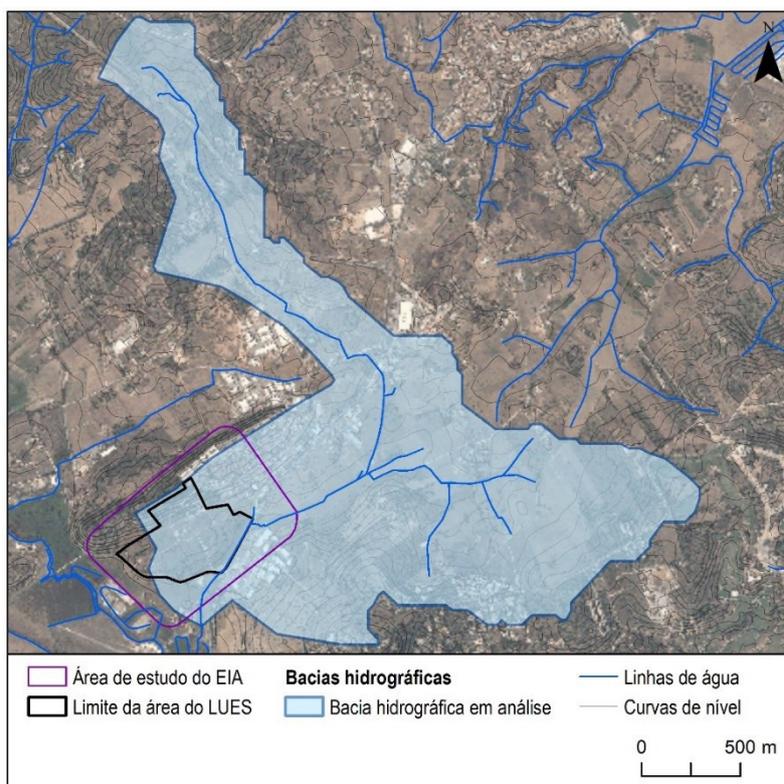
Fonte: Ortofotomapa, DGT (2018); Curvas de nível, CM Lagos (2022)

Ainda que esta linha de água apresente uma extensão modesta (cerca de 380 m) no LUES, objeto de AIA, o estudo hidrológico para o qual foi elaborado o cálculo das cheias e inundações, foi extensivo a toda a bacia hidrográfica até ao LUES, uma vez que os cálculos hidrológicos são necessariamente condicionados pela bacia de drenagem.

A delimitação da bacia hidrográfica da linha de água foi obtida através do modelo digital de terreno (MDT) com a cartografia de escala maior disponível (escala 1: 10 000, 2023), cedida para o efeito pelo Município de Lagos.

Assim, como se pode verificar na Figura 2, a bacia hidrográfica integra uma área significativamente superior à área do LUES, totalizando 346 ha, tendo uma forma irregular, subdividida em dois setores: o setor norte, de forma alongada e com o escoamento no sentido norte-sul; e o setor sul/este, de forma arredondada e com o escoamento no sentido este-oeste.

**Figura 2. Bacia hidrográfica**



Fonte: Ortofotomapa, DGT (2018); Curvas de nível, CM Lagos (2022)

A bacia hidrográfica, é composta essencialmente por áreas não impermeabilizadas, com usos agrícolas, pastagens, matos e florestas, dominando estas ocupações o setor montante da bacia hidrográfica no limite norte e sul (Figura 3). Assim, as áreas não impermeabilizadas representam aproximadamente 82,65% da área da bacia, como se pode verificar no Quadro 1, e as áreas agrícolas representam 44,90%. O território artificializado corresponde à envolve do LUES e às estradas principais, num total de 60 ha, ou seja, a 17,35% da área da bacia (vd. Quadro 1).

Nem toda a área do LUES se encontra integrada na mesma bacia hidrográfica. Assim, apenas 17 ha do LUES (4,90% da área da bacia hidrográfica) contribuem diretamente para a linha de água foco de

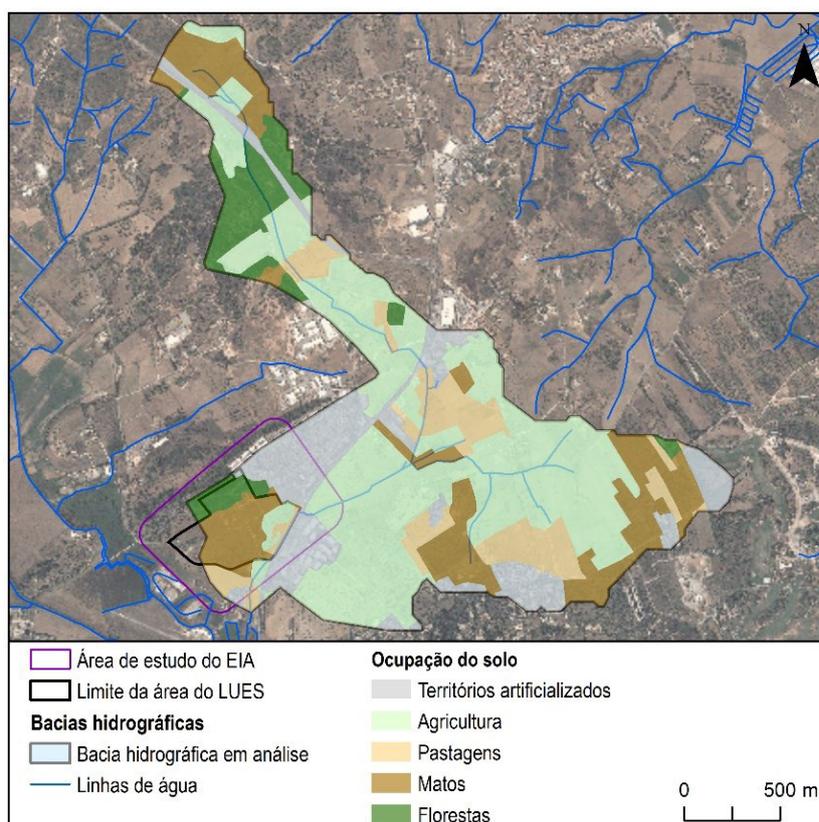
análise. Atualmente, a área do LUES encontra-se ocupada por matos (ocupação maioritária), floresta, um pequeno pomar abandonado e 12 lotes construídos. Porém, de forma a simplificar a presente análise, adotou-se a informação constante na COS 2018, na qual toda a área do LUES corresponde a matos, floresta e agricultura (Figura 3).

**Quadro 1. Ocupação do solo na bacia hidrográfica**

Ocupação do solo	Área (ha)	Área (%)
Território artificializado	60	17,35
Agricultura	155,3	44,90
Pastagens	39,9	11,50
Matos	63,1	18,25
Florestas	27,7	8,00
Total	346	100

Fonte: COS, DGT (2018)

**Figura 3. Ocupação do solo na bacia hidrográfica**



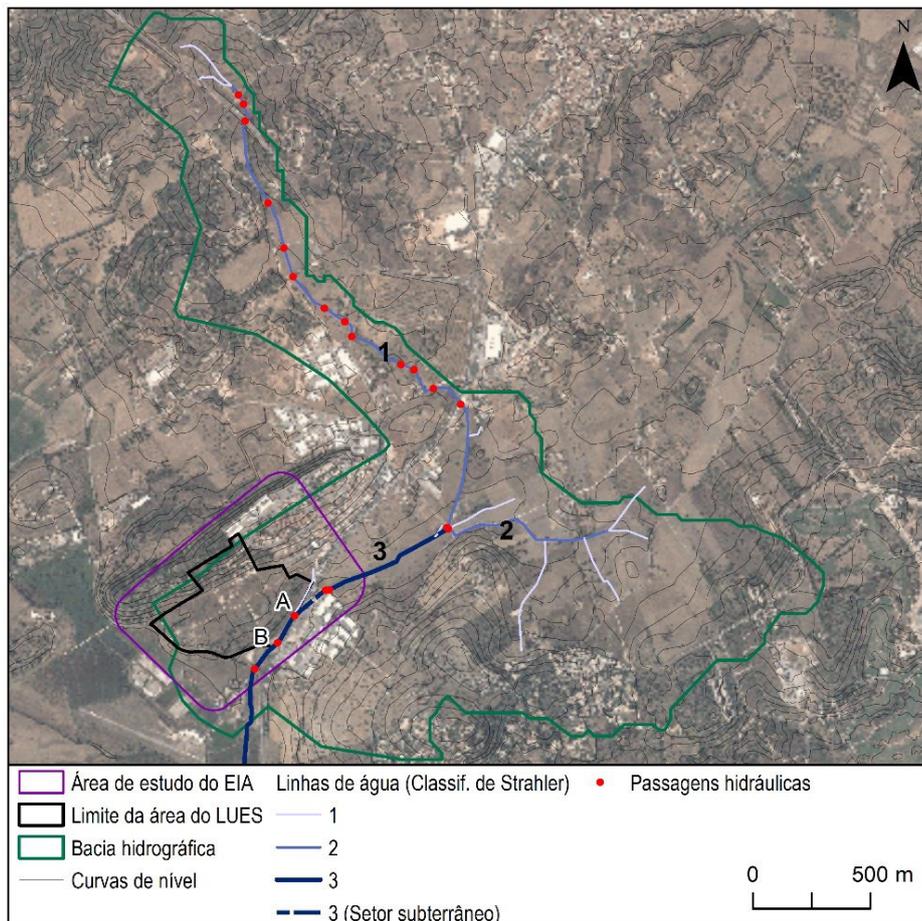
Fonte: COS, DGT (2018); Ortofotomapa, DGT (2018); Linhas de água, CM Lagos (2022)

Em falta de melhor referência toponímica das linhas de água na bacia em estudo nas fontes cartográficas utilizadas (Carta Militar de Portugal do ano de 2005, Folha n.º 594 - Mexilhoeira

Grande/Portimão, escala: 1:25 000, e folha n.º 603 - Portimão / Escala: 1:25 000), por facilidade de exposição e apresentação da informação, as linhas de água são numeradas de “1” a “3”, conforme se pode ver na Figura 4. As linhas de água 1 e 2, são classificadas, de acordo com *Strähler*<sup>1</sup>, com a ordem 2; a linha de água 3, por sua vez, é classificada com a ordem 3 de *Strähler*, precisamente devido à confluência de duas linhas de água de ordem 2 (ver Figura 4).

A linha de água 1 é a maior, com 2,4 km, enquanto a linha de água 2 tem 763 m e a linha de água 3 tem 985 m até ao setor jusante (limite sul) do LUES, junto da passagem hidráulica que atravessa a rotunda na ER 125 (vd. Figura 4).

**Figura 4. Linhas de água**



Fonte: Ortofotomapa, DGT (2018)

<sup>1</sup> Para se determinar a hierarquia da rede hidrográfica é utilizado o índice de *Strähler* (1964), onde a cada um dos cursos de água é atribuído um número de ordem, sendo que todos que não tenham afluentes são considerados como cursos de água de primeira ordem e sempre que dois cursos de água da mesma ordem se juntam, dão origem a um curso de água da ordem seguinte (LENCASTRE e FRANCO, 2003). Assim, quanto maior o número de ordem, maior o número de tributários e maior a capacidade de drenagem do fluxo gerado pela bacia. No entanto, não implica necessariamente que um número de ordem inferior tenha uma menor capacidade de escoamento, uma vez que os fatores de escoamento dependem de vários aspetos além da densidade dos cursos de água.

A linha de água 3 apresenta um leito menor bem definido, com fundo essencialmente plano e com uma profundidade que varia entre 1 m e 2 m aproximadamente. Numa observação atenta à morfologia do terreno, constata-se, igualmente, o leito maior bem definido, sugerindo à partida a ação modeladora da água, nomeadamente, através do transbordo em situação de cheias<sup>2</sup> com inundação das margens. É para esta linha de água que o escoamento das águas pluviais da rede rodoviária envolvente é canalizado.

Analisando a morfologia do leito desta linha de água na área do LUES, com facilidade se percebe da sua forte antropização por força da construção da ER 125 e da sua utilização, outrora, para a prática agrícola. Verifica-se ainda que todas as linhas de água apresentam troços canalizados e estrangulados por passagens hidráulicas, junto ao LUES e no setor jusante deste, como se pode verificar na Figura 4.

Destas intervenções antrópicas existentes, é de relevar para este trabalho as que se encontram na área de estudo do LUES. A linha de água “3” apresenta duas passagens hidráulicas que permitem transpor a ER 125, com destaque para a passagem hidráulica no setor jusante do LUES (identificada com a letra “B” na Figura 4) cuja dimensão na situação atual, como se verá adiante, é estranguladora do escoamento em cenários de escoamento com  $T_p \geq 100$ anos. Esta, apresenta duas secções, retangulares, ambas com 1,15 m de altura e 1,50 m de largura (vd. Figura 5).

---

<sup>2</sup> Em sentido estritamente hidrológico o conceito de cheia está associado à criação de um hidrograma de cheia devido ao escoamento superficial derivado de precipitação (LENCASTRE e FRANCO, 1984). Contudo, para uma clara exposição, o **conceito de cheia** aqui utilizado baseia-se na “**definição geográfica do termo**” que considera que há cheia a partir do momento em que ocorre transbordo dos cursos de água, segundo RAMOS (1992), citada por FERREIRA *et al.* (1993). Este conceito coincide com a noção mais popular do termo que “...está associada à inundação dos respetivos terrenos marginais”, como também referem LENCASTRE e FRANCO (1984). Uma **inundação**, no sentido que aqui utilizaremos, não implica a criação de um hidrograma de cheia ou a inundação de áreas necessariamente devido ao transbordo de um curso de água. Essas podem ocorrer sem relação direta de um curso de água, resultando simplesmente da acumulação de água (“alagamento”) em locais deprimidos e/ou relativamente impermeáveis devido a episódios de precipitação.

**Figura 5. Passagem hidráulica na área de acesso ao LUES**



Fonte: RTGEO (2023)

A outra passagem hidráulica referida (letra “A” da Figura 4) proveniente da zona industrial, também apresenta duas secções forma retangular, ambas com uma altura de 0,40 m e largura de 1,10m (vd. Figura 6).

**Figura 6. Passagem hidráulica sob a ER 125**



Fonte: RTGEO (2023)

## 4. DO REGIME HIDROLÓGICO

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica resulta das suas características morfológicas e geomorfológicas, da litologia bem como do tipo de ocupação do solo e, necessariamente, do regime de precipitação. Com efeito, o escoamento superficial é fortemente influenciado por fatores atmosféricos (e.g., precipitação, evaporação e transpiração), climáticos e morfológicos (e.g. características da bacia e dos cursos de água), que podem ser quantificados para se compreender o papel relativo de cada um em relação ao comportamento hidrológico de uma bacia (RAMOS, 2005). O cálculo de parâmetros hidrológicos que definem hidrogramas de cheia é, pois, essencial na medida em que fornece indicações acerca dos valores de caudal passíveis de serem atingidos em diferentes secções da bacia hidrográfica.

Neste projeto, os parâmetros hidrológicos foram definidos para o setor que alcança o limite sul do LUES (vd. Figura 4, Passagem hidráulica B). No caso concreto da área de estudo optou-se por determinar **os tempos de concentração** da bacia hidrográfica e a determinação do **caudal de ponta de cheia para um período de retorno de 20 e 100 anos**.

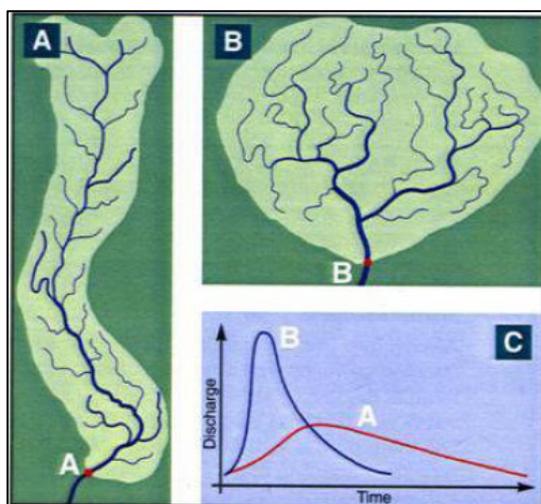
### 4.1. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

Segundo LENCASTRE e FRANCO (1984), o **tempo de concentração** de uma bacia ( $T_c$ ) é o tempo necessário para que toda a sua área contribua para o escoamento superficial na secção de saída, i.e., o tempo necessário para que uma gota de água, caída no ponto hidráulicamente mais afastado da bacia, chegue à secção considerada. É uma constante na bacia e exprime-se em dias, horas ou minutos e está apenas dependente das características da bacia hidrográfica. Pelo contrário, não depende das características da precipitação. Do seu conhecimento prévio poderá depender a abordagem em relação à prevenção e minimização dos efeitos negativos das cheias e inundações associadas, etc.

A forma das bacias é determinante para o seu comportamento hidrológico (Figura 7), sendo que no caso particular das bacias de forma tendencialmente arredondada (bacia tipo B *cfr.* Figura 7),

semelhante ao setor sul/este da bacia hidrográfica em estudo, apresentam maior suscetibilidade para desencadear caudais de ponta de cheia mais elevados e um menor tempo de concentração o que na prática poderá, potencialmente, ocasionar eventos de escoamento com maior magnitude. O caudal de ponta de cheia da bacia do setor sul atingirá assim, potencialmente, a área do LUES mais rapidamente, resultando num novo pico, mais tardio e de menores dimensões aquando se verifica o caudal de ponta de cheia da área mais alongada da bacia (imagem C da Figura 7).

**Figura 7. Forma das bacias hidrográficas e influência no caudal de ponta de cheia**



Fonte: Adaptado de MONTEIRO *et. al.* (2015)

*In casu*, o cálculo do **tempo de concentração (Tc)** foi obtido através do estudo de três fórmulas, de forma a avaliar a que melhor se ajusta ao local, nomeadamente, a fórmula de Temez, Kirpich e Ventura. Para o cálculo das fórmulas foram utilizados os dados que constam no Quadro 2.

**Quadro 2. Morfometria do setor alvo de estudo**

Setor	A (km <sup>2</sup> )	Elevação (m)		Desnível (m)	Comprimento (m)	Declive (%)
		Max.	Min.			
	3,46	57	4	53	3 700	1,4

A **fórmula de Temez** (*cfr.* destaque em baixo) para o **cálculo do Tc**, tomado como o mais apropriado para bacias naturais de área até 300 000 ha, e recomendado, nomeadamente, pelo Instituto das Estradas de Portugal (2001). Esta fórmula, adequada para bacias de pequenas dimensões, é

dependente apenas da morfologia e área das bacias e do comprimento do curso de água principal e do declive médio do curso de água principal (LENCASTRE e FRANCO, 1984).

$$T_c = 0,3 * (L/10,25)^{0,76}$$

T<sub>c</sub> – Tempo de concentração em horas;

L – Comprimento do curso de água principal (km);

I – Declive médio do curso de água principal (%);

Os parâmetros não assinalados consistem em constantes definidas na base da fórmula.

A fórmula de **Kirpich (1940)** aplica-se sobretudo a bacias rurais com canais bem definidos e declives compreendidos entre os 3% e 10%, sendo expressão de acordo com a seguinte fórmula (LENCASTRE e FRANCO, 1984):

$$t_c = 0,06628 \cdot \frac{L^{0,77}}{i^{0,385}}$$

Sendo:

T<sub>c</sub> – tempo de concentração (h);

L - Comprimento do curso de água principal (km)

i - Declive médio da bacia hidrográfica (m/m);

A fórmula de **Ventura** aplica-se a bacias naturais com tempos de concentração superiores a 5 min. Assim, o TC é obtido conforme a seguinte fórmula (LENCASTRE e FRANCO, 1984):

$$t_c = 240 \left( \frac{A_b L_b}{\Delta h} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Sendo:

T<sub>c</sub> – tempo de concentração (h);

A<sub>b</sub> – área da bacia hidrográfica (km<sup>2</sup>);

Δh - diferença de cotas entre as extremidades da linha de água principal (m);

L<sub>b</sub> - Comprimento do curso de água principal (km).

O tempo de concentração no setor alvo de estudo apresenta grandes diferenças entre as fórmulas. Deste modo a fórmula de Ventura resulta em aproximadamente 2 h de T<sub>c</sub>, enquanto a fórmula de Kirpich apresenta resultados inferiores a 1 h (vd. Quadro 3).

De forma a simular o evento mais gravoso, é utilizada a fórmula de Kirpich no modelo hidrológico, por apresentar o tempo de concentração mais baixo.

**Quadro 3. Tempo de concentração de acordo com a fórmulas calculadas**

Setor	Tempo de concentração (min.)		
	Temez	Kirpich	Ventura
	109,0	55,8	119,1

## 4.2. CAUDAL DE PONTA DE CHEIA

As cheias são fenómenos naturais, decorrentes do carácter irregular dos processos hidrológicos, cujo conhecimento interessa aprofundar para se reduzirem os riscos delas decorrentes (MARTINS, 2017). O **Caudal de Ponta (Qp)** representa o valor máximo de escoamento - ponta de cheia - produzido por uma bacia hidrográfica após um episódio de precipitação, traduzindo-se num importante parâmetro para a delimitação de zonas ameaçadas por cheias.

Para o estudo das cheias no presente trabalho, optou-se por calcular o **Qp** através da **fórmula Racional** que tem constituído uma referência constante no cálculo das cheias em Portugal, sobretudo em fases preliminares de estudo ou em projetos de obras de menor magnitude, sendo, em rigor, a fórmula recomendada pelo Decreto-Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto, na sua atual redação (Anexo IX), para o dimensionamento das redes urbanas.

Para tal, certamente, contribuiu o facto de não carecer de informação hidrométrica (de mais difícil obtenção), fazendo apenas intervir a intensidade média das precipitações com um determinado período de retorno e com durações iguais aos tempos de concentração das bacias hidrográficas (PORTELA e HORA, 2002). De modo geral, a rede de medição de precipitações permite estimar com fiabilidade estas intensidades (PORTELA e HORA, 2002). Por este método, o cálculo do caudal de ponta de cheias é dado pela expressão:

$$Q_p = (C I A) / 3,6$$

**Q<sub>p</sub>** – Caudal de ponta de cheia (m<sup>3</sup>/s)

**C** – Coeficiente de escoamento

**I** – Intensidade média da Precipitação (mm/h);

**A** – Área da bacia hidrográfica (km<sup>2</sup>);

**3,6** – Fator de conversão de unidades.

O **valor de C (coeficiente de escoamento)**, traduz a percentagem da água proveniente da precipitação que efetivamente vai passar pela secção de vazão em estudo. A restante parte é absorvida pelo terreno, evaporada ou armazenada.

Embora uma elevada percentagem do solo nesta bacia seja de características agrícolas, é de admitir que após um período longo de precipitação, o solo esteja próximo da sua capacidade máxima de saturação, reduzindo a capacidade de absorção. Assim sendo, após uma ponderação de todos estes fatores, optou-se por considerar um **coeficiente de escoamento de 0,43**, cujo caudal é influenciado pela ocupação do solo do total da bacia (vd. Quadro 4). Deste modo, considerou-se uma bacia com capacidade de infiltração inferior à média em áreas de bosques e florestas (0,40) para 82,65% da bacia e um C de 0,6 (Quadro 6) em 17,35% da bacia, correspondente às áreas impermeabilizadas, para zonas residenciais, em prédios para apartamentos. Assim, **adota-se um C de 0,43** obtido através da média ponderada entre os fatores de escoamento e a área da bacia que ocupam.

**Quadro 4. Coeficiente de escoamento por tipo de solo e período de retorno**

Tipos de solos	C		
	Cobertura da bacia		
	Culturas	Pastagens	Bosques e florestas
Com capacidade de infiltração superior à média; usualmente arenosos.	0,20	0,15	0,10
Com capacidade de infiltração média; sem camadas de argila; solos francos ou similares.	0,40	0,35	0,30
Com capacidade de infiltração inferior à média; solos argilosos pesados ou com uma camada argilosa junto à superfície; solos delgados sobre rocha impermeável.	0,50	0,45	0,40

Fonte: PORTELA e HORA, 2002

**Quadro 5. Coeficiente de escoamento para áreas urbanas**

Ocupação do solo	C
Zonas verdes:	
relvados em solos arenosos	0,05 – 0,20
relvados em solos pesados	0,15 – 0,35
parques e cemitérios	0,10 – 0,25
campos desportivos	0,20 – 0,35
Zonas comerciais:	
centro da cidade	0,70 – 0,95
periferia	0,50 – 0,70
Zonas residenciais:	
vivendas no centro da cidade	0,30 – 0,50
vivendas na periferia	0,25 – 0,40
prédios de apartamentos	0,50 – 0,70
Zonas industriais:	
indústria dispersa	0,50 – 0,80
indústria concentrada	0,60 – 0,90
Vias férreas	0,20 – 0,40
Ruas e estradas:	
asfaltadas	0,70 – 0,90
de betão	0,80 – 0,95
de tijolo	0,70 – 0,85
Passeios	0,75 – 0,85
Telhados	0,75 – 0,95
Baldios	0,10 – 0,30

Fonte: CHOW (1964)

A determinação da **intensidade média de precipitação**, correspondente a uma duração da precipitação igual ao tempo de concentração da bacia, podendo obter-se através das curvas de intensidade-duração-frequência (IDF), para o tempo de recorrência que se pretende para o caudal. O cálculo da intensidade média da precipitação é efetuado através da fórmula:

$$I = a * T_c^b$$

**I** – Intensidade média da precipitação (mm/h);

**a** – Parâmetro hidrológico estimado para três regiões a nível nacional e por cada período de retorno;

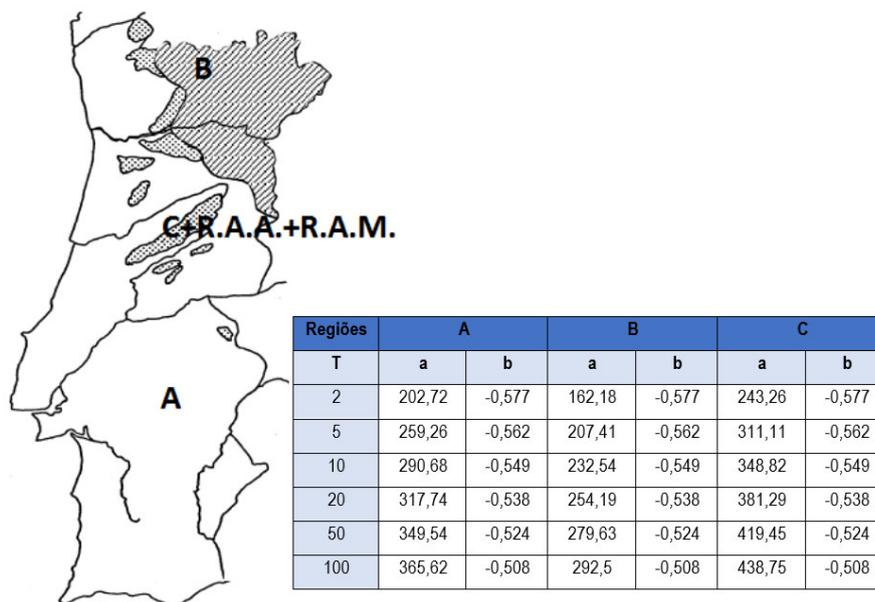
**b** – Parâmetro hidrológico estimado para três regiões a nível nacional e por cada período de retorno;

**T<sub>c</sub>** – Tempo de concentração da bacia (min.).

Sendo o tempo de concentração aferido anteriormente, a Figura 8 apresenta os valores de “a” e “b”, ou seja 365,62 e -0,508, respetivamente, para a região A e para um período de retorno de 100 anos.

Neste sentido, foi calculado um I de **47,38 mm/h**.

Figura 8. Parâmetros a e b para cada região, por período de retorno



Fonte: Adaptado do Anexo IX do DR n.º 23/95, de 23 de agosto.

Nestes termos, de acordo com a **fórmula Racional**, verifica-se um **Qp**, para o **período de retorno de 100 anos de 19,8 m³/s** (vd. Quadro 6). Para o **período de retorno de 20 anos** verifica-se que o Qp atinge os 15,2 m³/s.

Quadro 6. Caudal de ponta de cheia para o período de retorno de 20 anos e 100 anos

Caudal de Ponta de cheia (QP - m³/s)		
Período de retorno	100 anos	20 anos
C	0,43	0,43
I (mm/h)	47,4	36,4
A (km²)	3,46	3,46
Q m³/s	19,8	15,2

Ainda que a bacia hidrográfica tenha sido fortemente intervencionada a montante da área do LUES, considera-se uma rede hidrográfica sem obstruções ou estrangulamentos ao escoamento. **Assume-se, assim, sempre o cenário mais gravoso** ainda que a possibilidade de alcançar este caudal dependa de diversos fatores.

## 5. CHEIAS E INUNDAÇÕES NO LUES. DA SITUAÇÃO EXISTENTE A UM CENÁRIO FUTURO

### 5.1. DA SITUAÇÃO ATUAL

Relativamente aos fenómenos extremos relacionados com a hidrografia regional, as cheias e inundações estão entre os potencialmente mais perigosos e importantes. Essas são provocadas por eventos de precipitação intensa que conduzem ao aumento do caudal dos cursos de água e, conseqüentemente, ao extravase do leito normal e à inundação das margens e áreas circunvizinhas (PROCIV, 2019).

Para a ação destes fenómenos naturais perigosos (e por vezes com influência da ação antrópica) concorrem diversos fatores, tais como: a intensidade (taxa de queda de água) e duração (intervalo de tempo em que ocorre) da precipitação, os sedimentos transportados pela água, as características naturais dos vales, as características físicas das bacias hidrográficas, a ocupação do solo (essencialmente nos leitos de cheia), os estrangulamentos dos cursos de água, seja pela canalização e regularização que apresentam (subdimensionadas), seja pela falta de limpeza (CORREIA, 2013).

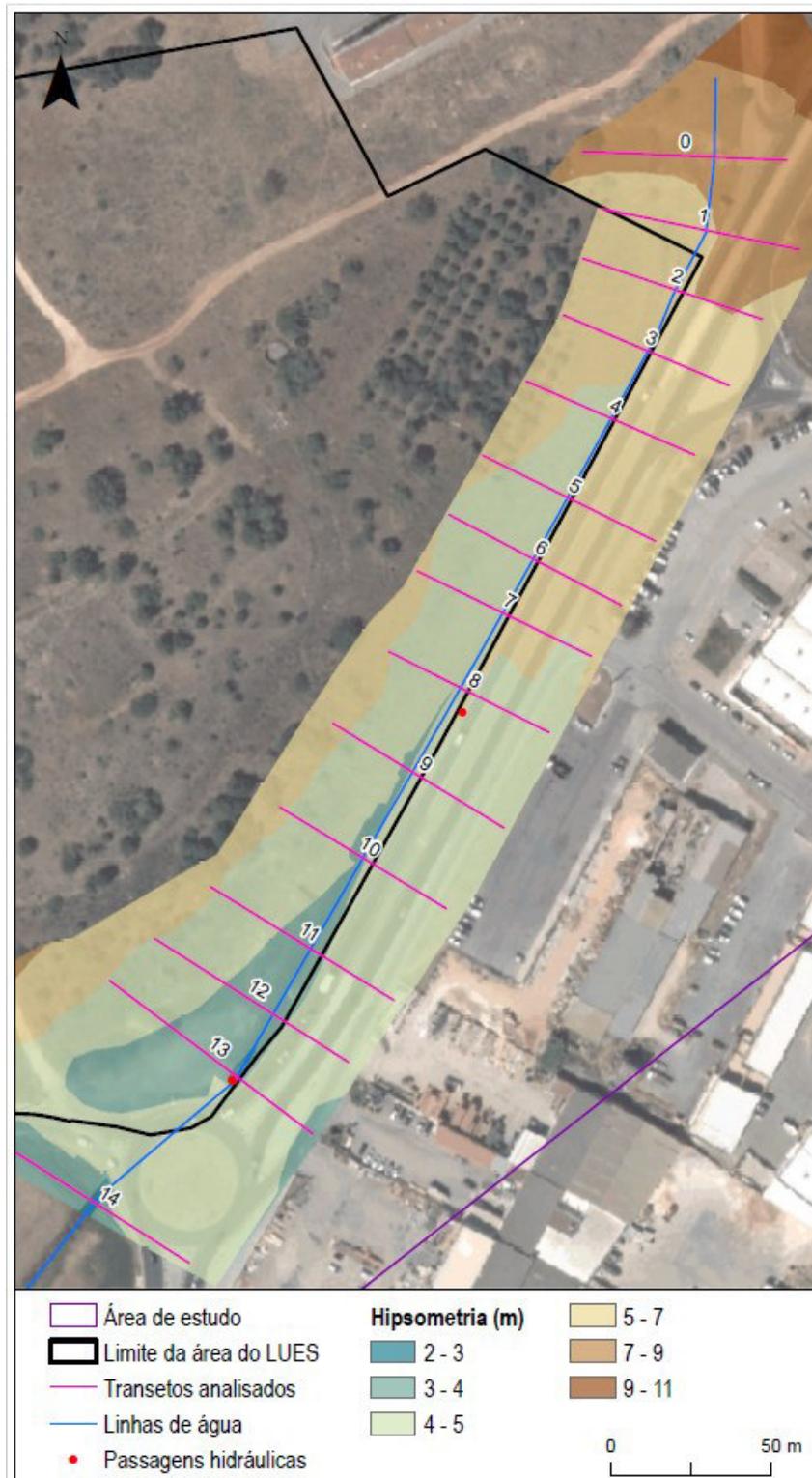
No presente caso, a **modelação hidrológica e hidráulica** decorre da aplicação da **fórmula Racional** para o **cálculo dos caudais de ponta de cheia** para um período de retorno de 100 anos e da utilização do software **HEC-RAS**<sup>3</sup>. Com base no caudal de ponta de cheia, e nas características geométricas dos principais cursos de água, obteve-se a zona inundável para a situação existente.

Em rigor, como se pode ver na Figura 9 e melhor na Figura 10, o perfil do leito do troço da linha de água em apreço é morfologicamente dissimétrico, com a margem esquerda, junto da ER 125, quase vertical, à altitude máxima aproximada de 4 m, enquanto a margem direita apresenta um declive moderado, ganhando altitude progressivamente para montante a partir da linha de água.

---

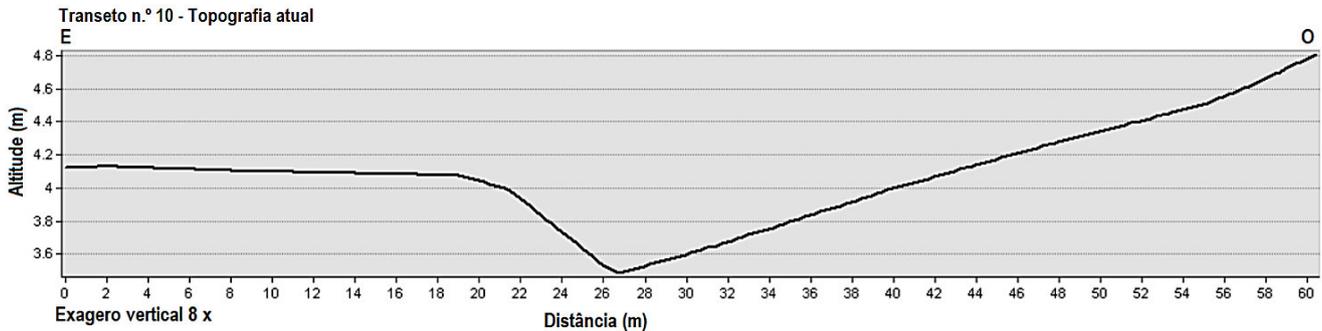
<sup>3</sup> <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>.

Figura 9. Hipsometria do terreno atual



Fonte: Ortofotomapa, DGT (2018); Hipsometria, Levantamento topográfico, URBANIPERA

**Figura 10. Perfil transversal do transecto n.º 10**



Nota: O transecto referido no título é o que consta assim numerado na Figura 9.

Observando a Figura 11, que representa a inundação resultante de um  $Q_p$  de  $19,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , com a cota de cheia a variar entre os 4,6 m e aproximadamente os 7,39 m, de jusante para montante, constata-se que a cheia provoca a inundação da margem da linha de água, sobretudo a margem direita, aproximando-se do pomar (abandonado) atualmente existente no LUES. Verifica-se ainda um importante troço inundado da ER 125 na frente do LUES (vd. Figura 11). Constata-se, igualmente, que uma pequena área da implantação dos lotes (apenas dois) do PP do Chincado, na situação da topografia atual, seria atingida pela cheia (vd. Figura 11). Por este motivo, desde logo, o Regulamento do PP estabeleceu uma cota mínima de soleira de 10 m para a implantação de futuras edificações, garantindo desta forma que estas não seriam atingidas pela cheia.

Por forma a verificar a capacidade de escoamento da passagem hidráulica B considera-se o caudal de ponta de cheia calculado anteriormente de  $19,8 \text{ m}^3/\text{s}$  e a existência de duas secções iguais com dimensão individual de  $H = 1,15 \text{ m} \times L = 1,50 \text{ m}$ , com comprimento de 50,52 m e desnível de 0,36 m o que perfaz uma inclinação de 0,71 %. Utilizando os dados apresentados e de acordo com a fórmula de *Manning*, cada secção comporta um caudal máximo de  $6,338 \text{ m}^3/\text{s}$  (vd. Quadro 7).

A referida passagem hidráulica comporta um caudal de  $12,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , o que é insuficiente para escoar os  $19,8 \text{ m}^3/\text{s}$  do caudal de ponta.

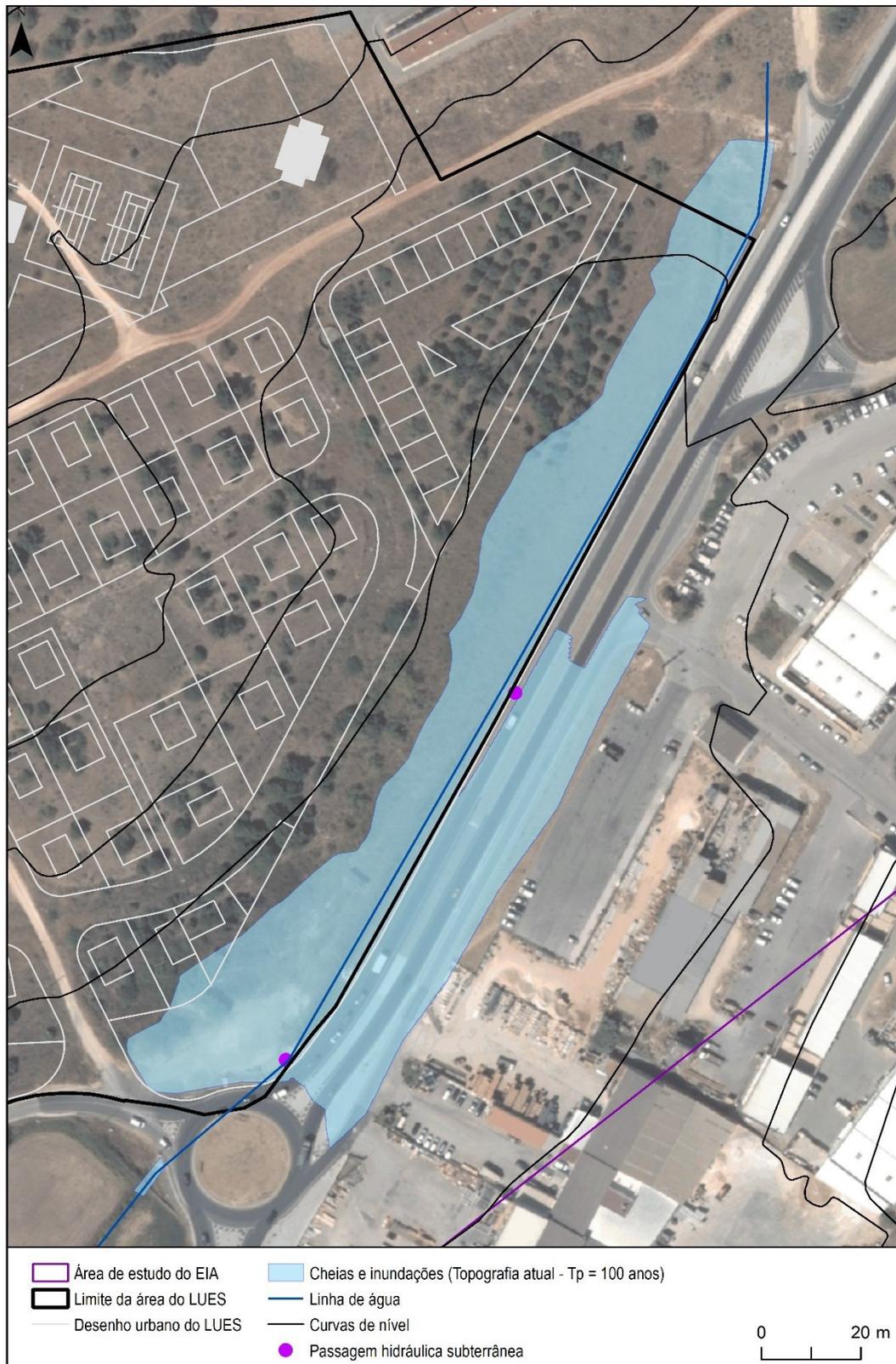
Realizados os cálculos do caudal de ponta de cheia para o período de retorno de 20 anos (vd. Quadro 6), de acordo com a mesma fórmula, obtém-se um  $Q_p$  de 15,2 m<sup>3</sup>/s para a totalidade da bacia. Assim, o caudal de ponta da passagem hidráulica B também é ultrapassado, sendo a ER125 inundada, tal como as margens da linha de água no interior do LUES, ainda que em proporções ligeiramente inferiores.

**Quadro 7. Características da passagem hidráulica B**

Secção retangular	
Q.ponta (m <sup>3</sup> /s)	19,8
Declive (%)	0,71
Largura (m)	1,50
Altura(m)	1,15
A (m <sup>2</sup> )	1,67
P (m)	3,74
R (m)	0,45
Q.d (m <sup>3</sup> /s)	6,338
Q.d total (x2) (m <sup>3</sup> /s)	12,8

Deste modo, conclui-se inequivocamente que **atualmente a situação das cheias e inundações na ER125 já existe**, encontrando-se as duas secções da passagem hidráulica B subdimensionadas para o caudal de ponta de cheia da bacia, provocando o “efeito de dique”.

Figura 11. Zonas ameaçadas pelas cheias (situação existente)

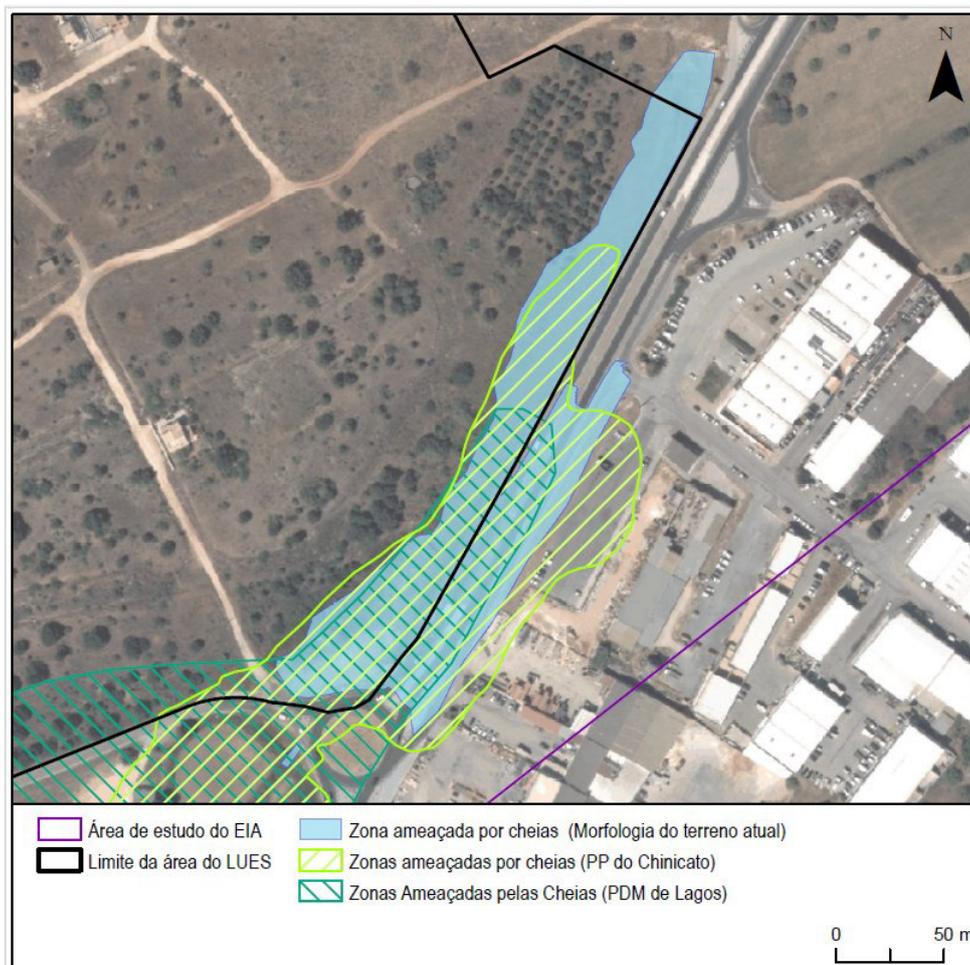


Fonte: Ortofotomapa, DGT (2018)

Assim, a zona ameaçada por cheias aqui definida assemelha-se à “Área inundável em cheia (T = 100)” que consta na Planta de Condicionantes do PP do Chinicato, Figura 12) onde a ER125 também aparece como inundada com um evento T=100 anos, encontrando-se a margem da linha de água, no interior do LUES, também inundada.

O mesmo fenómeno também se encontra identificado nas zonas ameaçadas por cheias definidas no contexto da REN de Lagos e identificadas na Planta de Condicionantes II do PDM de Lagos (CM Lagos, 2022) (Figura 12). De acordo com o que se pode verificar na referida figura as zonas ameaçadas por cheias integradas na REN de Lagos apresentam, na área de estudo, dimensões aproximadas aos resultados obtidos na simulação do presente relatório. No entanto, estas não apresentam qualquer área em cheia no setor montante da linha de água em estudo.

**Figura 12. Zonas ameaçadas pelas cheias ou áreas inundáveis**

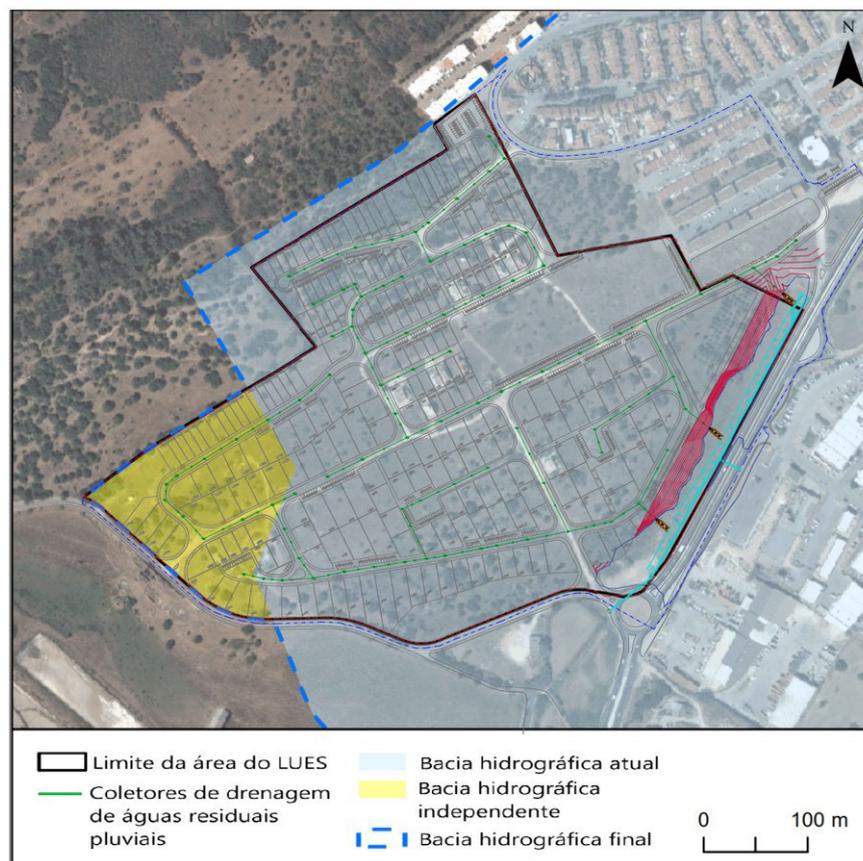


Fonte: Áreas ameaçadas por cheias - adaptado de PP do Chinicato, CM de Lagos e PDM, CM de Lagos; Ortofotomapa, DGT (2018)

## 5.2. AS CHEIAS COM A EDIFICAÇÃO DO LUES

A construção do LUES, nomeadamente a rede de drenagem de águas residuais pluviais, originará que toda a água precipitada sobre a sua área de intervenção ( $A=193\,821,50\text{ m}^2$ ), seja drenada para o setor alvo de estudo, representando aproximadamente 5,6% da área da bacia de estudo e, como adiante se verificará, contribui de forma muito residual para o caudal de ponta de cheia da linha de água. Assim, tendo-se realizado a modelação das zonas ameaçadas por cheias atuais de acordo com a situação atual do terreno (sem impermeabilização), para a modelação da situação futura, adota-se que a área do LUES que drena para a bacia se encontra parcialmente impermeabilizada, reduzindo significativamente a infiltração da água e, conseqüentemente, contribuindo para o aumento do caudal de ponta de cheia. O presente exercício pretende assim, demonstrar o contributo da artificialização do LUES no  $Q_p$ .

**Figura 13. Bacia Hidrográfica final com o LUES (348,2 ha)**



Fonte: Ortofotomapa, DGT (2018); Rede de Drenagem de Águas Residuais Pluviais, URBANIPERA

Em termos de parâmetros hidrológicos, a única alteração ocorre no coeficiente de escoamento (C) por se considerar, em rigor, que numa área impermeabilizada, a infiltração será inferior, sendo promovido o escoamento superficial. Ainda assim, uma vez que a área do LUES representa somente aproximadamente 5,6% da área da bacia, o coeficiente de escoamento foi alterado na mesma proporção, representando um aumento de escoamento apenas em 5,6% da área. Desta forma, tendo sido anteriormente definido um **C de 0,43** para a bacia em condições atuais, de acordo com o coeficiente de escoamento para a fórmula racional para áreas urbanas, em zonas residenciais-vivendas na periferia o C é variável entre os 0,25 e os 0,4 (Quadro 5). No contexto desta modelação, de forma conservativa, **foi adotado um coeficiente de 0,6**.

Deste modo, incorporando o coeficiente de escoamento do LUES no modelo hidrológico, verifica-se que aproximadamente 5,6% da bacia apresenta um coeficiente de escoamento de 0,6 e a maior parte, ou seja 94,4% da bacia, apresenta um coeficiente de escoamento de 0,43.

O peso do coeficiente de escoamento do LUES na área da bacia é calculado através de uma média ponderada à área aplicável de cada um dos valores de C.

Deste modo, para a bacia hidrográfica, considerando a impermeabilização total do LUES determina-se um valor de C de 0,44 (vd. Quadro 8). **Conclui-se, pois, que o peso da impermeabilização da área do LUES é realmente reduzido, representando uma área pouco significativa no contexto global da bacia.**

**Quadro 8. Coeficiente de escoamento**

	Área (ha)	% da área	Coeficiente de Escoamento (CN)	Média ponderada
<b>Bacia hidrográfica</b>	326,62	94,4	0,43	0,41
<b>LUES</b>	19,38	5,6	0,6	0,03
<b>Total</b>	348,38 *	100	-	<b>0,44</b>

\*346 ha da bacia hidrográfica atual e 2,38 ha de acréscimo devido às alterações da drenagem proporcionados pelas alterações da morfologia do LUES (conforme Figura 13)

Assim, o cálculo do caudal de ponta de cheia para a área artificializada do LUES é realizado de acordo com a fórmula Racional (apresentada anteriormente) sendo utilizado um C de 0,44. Nestas

circunstâncias, obtém-se um valor de **caudal de ponta de cheia de 20,3 m<sup>3</sup>/s** (vd. Quadro 9), levando a um acréscimo de 0,5 m<sup>3</sup>/s, ou seja, um aumento pouco significativo.

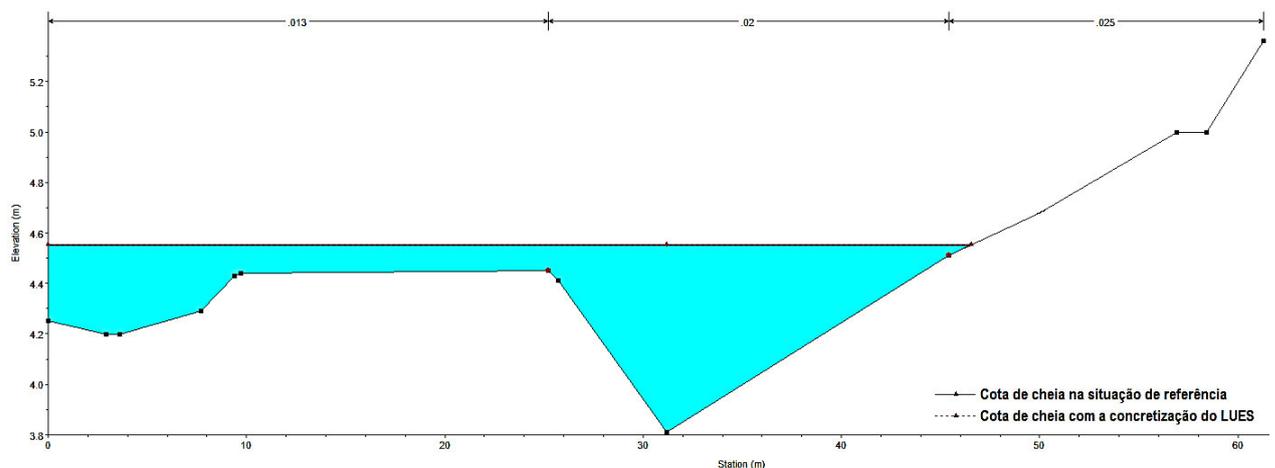
**Quadro 9. Dados de referência da modelação das zonas inundáveis na situação de existente e com a concretização do LUES**

Caudal de Ponta de cheia (Qp - m <sup>3</sup> /s)		
Período de retorno	100 anos	20 anos
Situação de referência	19,8	15,2
Concretização do LUES	20,3	15,9

O caudal de ponta de cheia de 20,3 m<sup>3</sup>/s (Quadro 9) não leva à alterações espacialmente visíveis às apresentadas na Figura 11, sendo representada a diferença de cota de cheia no ANEXO – TABELA RESUMO – ZONAS AMEAÇADAS POR CHEIAS, onde é possível identificar uma **diferença máxima de cota de cheia de apenas 1 cm**.

Verifica-se que a concretização do loteamento do Chinicato não leva a alterações significativas nas zonas ameaçadas por cheias (vd. Figura 14).

**Figura 14. Perfil transversal da cheia na área do transeto 10 na situação de referência e com a concretização do LUES (TP = 100)**



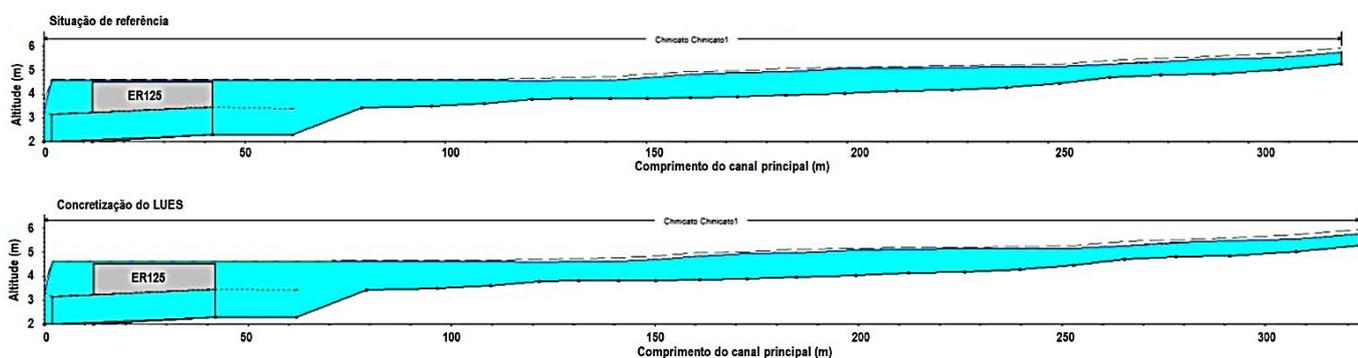
\*Com exagero vertical

Aliás, este fenómeno perigoso já se encontra representado nos Planos Territoriais de Âmbito Municipal eficazes (PDM e PP), havendo sobretudo riscos e impactes (para a circulação) pouco significativos atendendo à diminuta espessura da coluna de água, na área da ER125.

No caso do LUES, este fenómeno perigoso poderia trazer riscos potenciais de pormenor, caso a topografia da área se mantivesse, como é admitido na presente simulação. No entanto, uma vez que a situação de cheia já tinha sido identificada no decorrer do PP do Chinicato, o regulamento do mesmo IGT estabelece uma cota de soleira mínima de 10 m para a implantação das moradias, o que determina a ausência de perigosidade e de risco de cheias e inundações. Verifica-se também que a cota de 10 m é mais que suficiente para garantir que a cheia não alcança as moradias, e como a mesma é conservadora, garantido uma larga margem de segurança à implantação do LUES, uma vez que a **cheia não ultrapassa a cota 7,39 m**.

Na análise do perfil longitudinal da linha de água não é notória uma subida da coluna de água, sendo a diferença entre a situação existente e com a impermeabilização do LUES praticamente impercetível (vd. Figura 15). Verifica-se também que a água transborda a estrada, escoando pela passagem hidráulica e por cima da mesma, sendo este o motivo pelo qual a cota de cheia, após a passagem hidráulica, se mantém igual.

**Figura 15. Perfil longitudinal da linha de água na situação de referência e com o LUES**



Assim, **conclui-se que o impacte do LUES no escoamento da bacia hidrográfica, no caudal de ponta de cheia e na zona ameaçada por cheias é muito residual**. A ER125 é inundada mesmo na

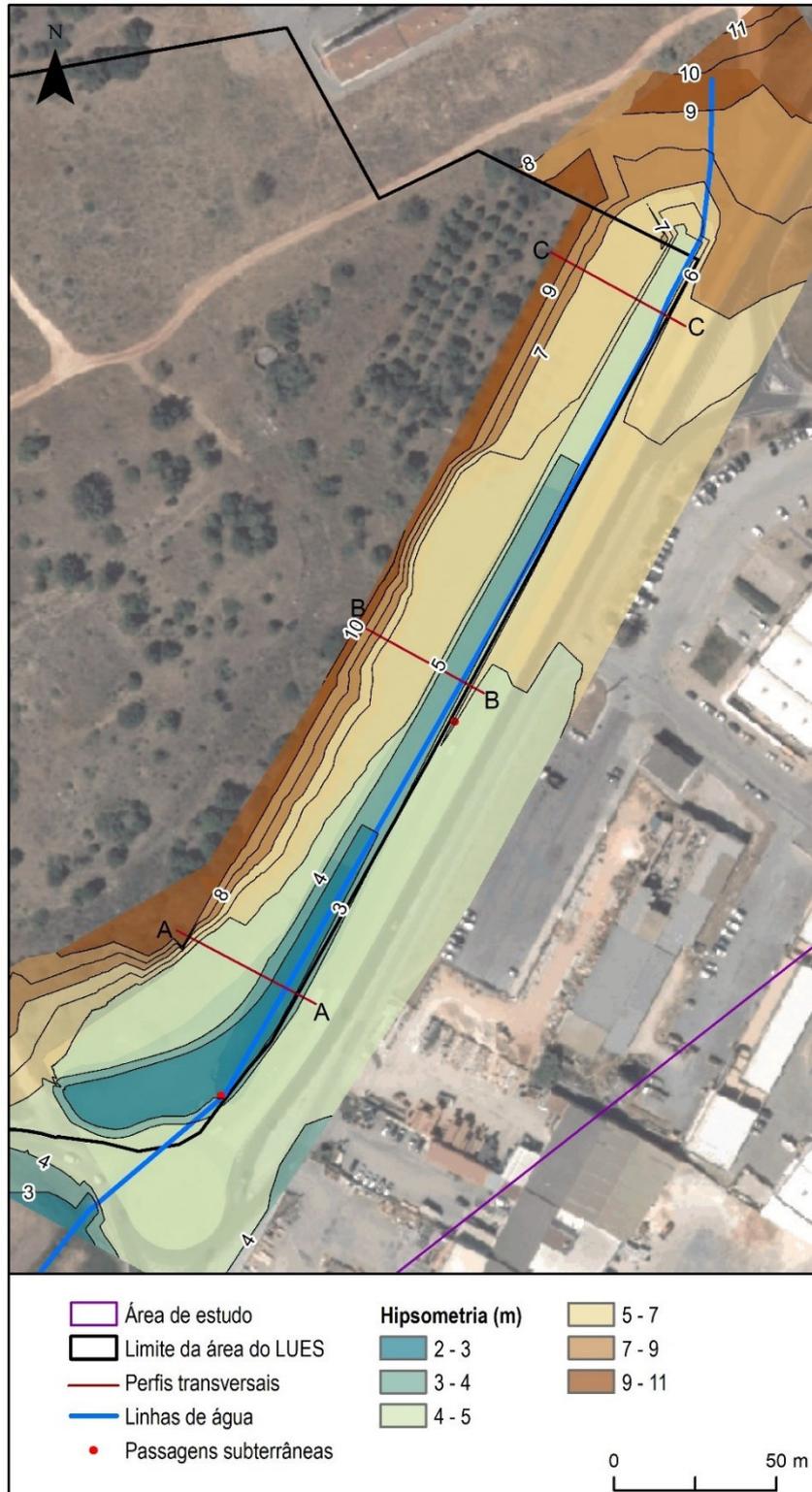
situação atual, tanto para o período de retorno de 100 anos como para um período de retorno de 20 anos.

De forma a mitigar as consequências da impermeabilização do LUES é proposta uma alteração do leito e da margem da linha de água, aumentando a capacidade de escoamento e a capacidade de encaixe da cheia.

### 5.3. DAS PROPOSTAS DE ALTERAÇÃO

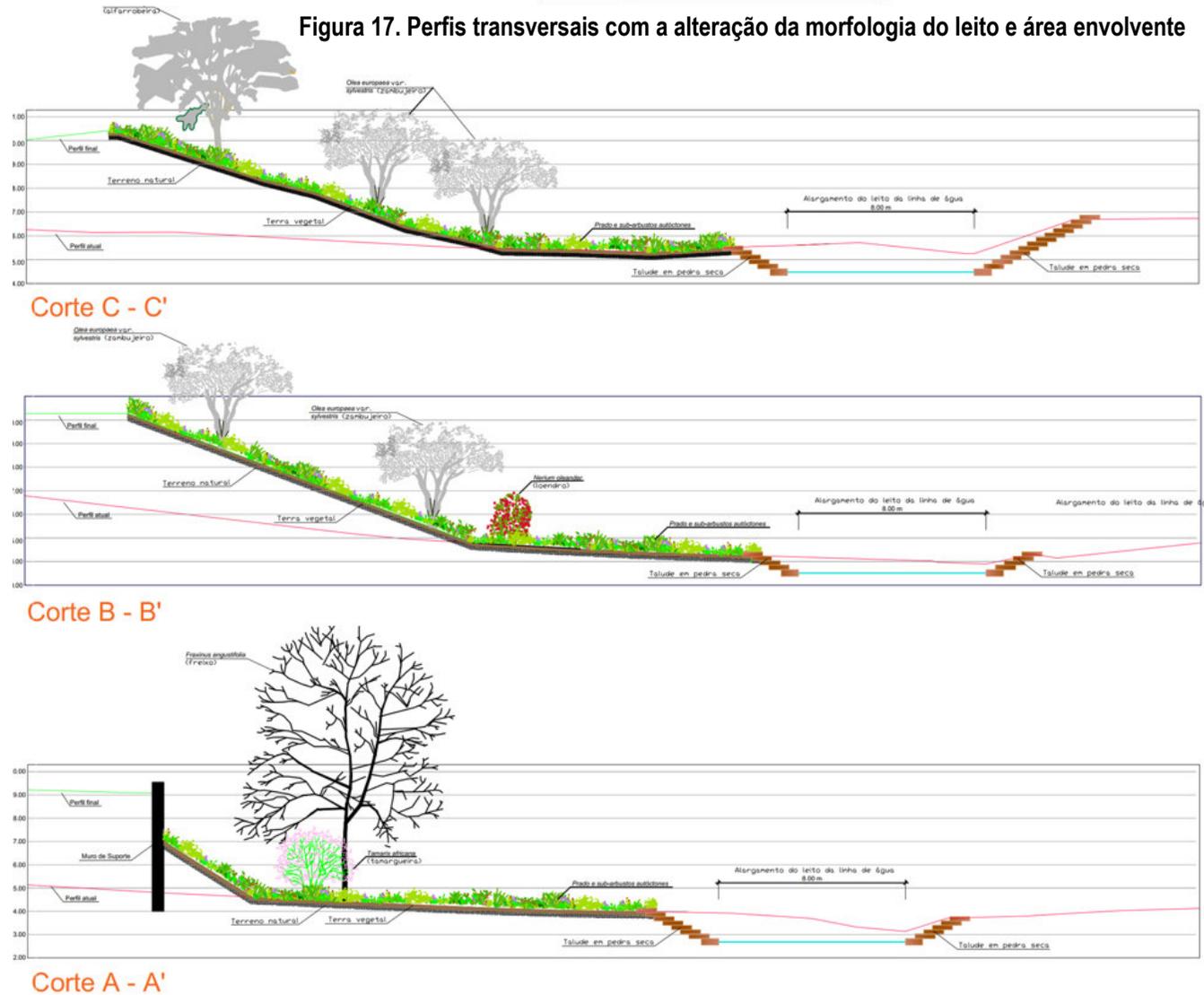
A proposta para minimização do impacto da construção do LUES consubstancia-se na alteração da morfologia da área com o objetivo de permitir um aumento da capacidade de encaixe da bacia hidrográfica neste setor e de definir as áreas de aterro, indispensáveis para garantir a cota de soleira determinada no Regulamento do PP do Chinicato. Para o efeito, considera-se o caudal de ponta de cheia calculado anteriormente para  $T=100$  anos e com a área do LUES concretizada, correspondendo a um  $Q_p$  de  $20,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . As passagens hidráulicas são mantidas tal como estão. O leito passa a ter uma largura aproximada de 8 m e é alvo de reperfiliação de forma a permitir o encaixe do acréscimo de caudal de ponta originando pela construção do LUES, sendo que todas as escavações são realizadas em áreas afetadas pelas cheias e inundações. Os aterros, por sua vez, como se pode ver na Figura 16, são realizados no limite N/NO, sempre fora das áreas ameaçadas por cheias (ver capítulo 5.1, Figura 11) de forma a evitar a diminuição da capacidade de encaixe da bacia neste setor. Nas figuras 16 e 17 é possível verificar as alterações da morfologia do leito da linha de água articuladas com o projeto de execução de arranjos de espaços exteriores (PEAEE)

Figura 16. Hipsometria com a modelação do terreno



Fonte: Ortofotomapa, DGT (2018)

Figura 17. Perfis transversais com a alteração da morfologia do leito e área envolvente



Com o alargamento do leito da linha de água e o seu reperfilamento para uma inclinação longitudinal constante de 0,75% é **aumentada a capacidade de encaixe em 2 304 m<sup>3</sup>**, que permite absorver o caudal de ponta de cheia decorrente da impermeabilização do LUES.

Na área afeta ao PEAE são previstas plantações e sementeiras com espécies edafoclimaticamente adaptadas, pouco exigentes de água e que em simultâneo contribuem para reduzir a erosão do solo e o assoreamento do leito da linha de água.

Assim, comparando as Figuras 11 e 18 é possível observar que, o aumento da capacidade de encaixe da bacia hidrográfica (2 304 m<sup>3</sup>), **permite minimizar a suscetibilidade a cheias e inundações**, nomeadamente:

- A área a ser inundada será menor, até porque uma parte significativa da área ameaçada pelas cheias ficará contida no alargamento do leito e reperfilamento da linha de água;
- Apenas uma parte da ER 125, a via no sentido Portimão-Lagos e do separador central serão inundados;
- Não se verificam inundações na via, no sentido Lagos-Portimão, nem na zona industrial da Marateca;
- Nos lotes a área suscetível a cheias é menor, sendo mesmo residual no Lote 29C. Esta situação aumenta o grau de segurança estabelecido para a cota de soleira das futuras moradias (10m), uma vez que a área ameaçada pelas cheias se situa entre os 4,6 m e os 7,39 m.

As obras preconizadas **permitem o aumento da capacidade de encaixe da bacia hidrográfica neste setor, mitigando de forma direta o acréscimo do caudal de ponta de cheia promovido pelo LUES**. Importa ainda referir que, o aumento do encaixe, permite ainda **reduzir a área ameaçada pelas cheias na ER125**, pelo que se pode afirmar que a **solução proposta não agrava a situação atual**, bem como contribui para a mitigação dos problemas que se registam atualmente na ER 125, sobretudo estrangulamentos na mobilidade, associados ao alagamento desta estrada, mas que **decorrem do atual subdimensionamento da passagem hidráulica e não da futura impermeabilização do LUES**.

Figura 18. Área ameaçada pelas cheias resultante da proposta apresentada



Fonte: Ortofotomapa, DGT (2018)

## 6. CONCLUSÕES

O estudo hidrológico-hidráulico apresentado, enquadra os esclarecimentos solicitados no Pedido de Elementos Adicionais efetuado pela CCDR-ALG, *cf.* Informação da CCDR Algarve n.º I00197-202301-INF-AMB, de 24/01/2023 (Proc. N.º 450.10.229.01.00019.2022) necessidade de demonstrar o impacto do LUES nas zonas ameaçadas por cheias, em concreto, que não há incremento da perigosidade para a ER 125 e para o LUES nem risco para pessoas e bens.

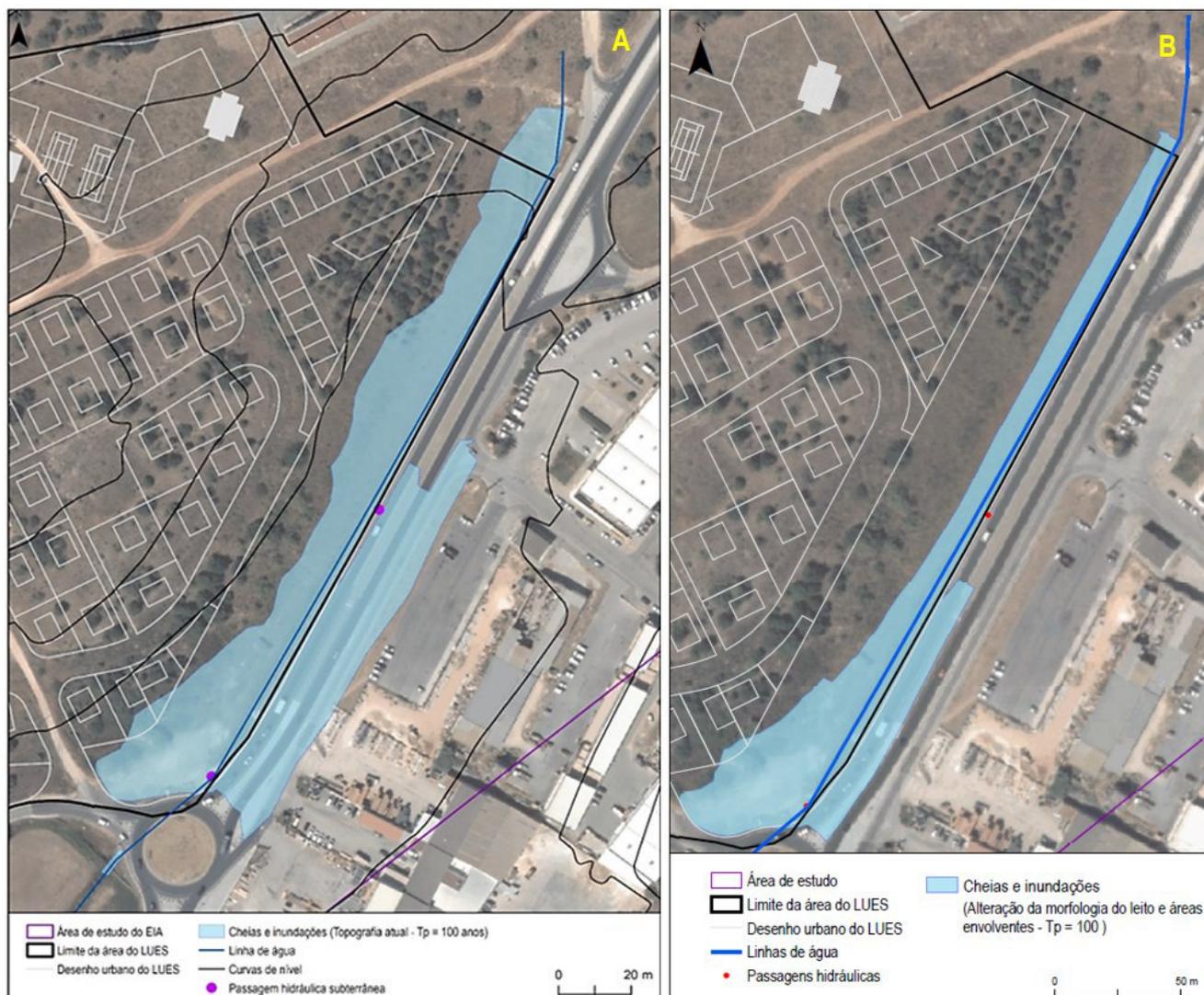
Foi esse o exercício efetuado com o presente trabalho no qual se procedeu à caracterização das áreas ameaçadas por cheias na situação atual e com a concretização do LUES. O estudo hidrológico-hidráulico **determina que o impacto do LUES no caudal de ponta de cheia é incipiente**, representando a área do LUES somente 5,6% da bacia hidrográfica. Desta forma, a impermeabilização desta área leva a um aumento de caudal de ponta de cheia de 0,5 m<sup>3</sup>/s, **sendo impercetível a alteração da área ameaçadas por cheias**, uma vez que se regista apenas o **aumento de 1 cm na altura da coluna de água**. A modelação das cheias, foi efetuada através do software HEC-RAS, para um caudal de ponta de cheia com um período de retorno de 100 anos obtido através da fórmula Racional resultou em 20,3 m<sup>3</sup>/s.

Conclui-se que, mesmo na situação atual, a ER125 é inundada. Esta inundação deve-se tão só ao estrangulamento da passagem hidráulica a jusante do LUES devido ao subdimensionamento desta para o caudal de ponta de cheia que se verifica para o local, e que o LUES não traz influência substantiva nas cheias e inundações, sendo o seu contributo (0,5 m<sup>3</sup>/s) absorvido pela modelação do leito que se propõe.

Conclui-se ainda que a **solução proposta não elimina totalmente o risco a cheias e inundações na área adjacente ao LUES e na plataforma da ER 125**, contudo, o aumento da capacidade de encaixe neste setor **permite acomodar os impactes negativos associados à impermeabilização do solo afeta ao LUES e minimizar substancialmente o risco de cheia na ER 125**.

Por último demonstra-se a bondade da proposta apresentada e sustentam-se as afirmações proferidas, tão somente através da Figura 19 e pelo Quadro 10.

**Figura 19. Áreas ameaçada pelas cheias. A - situação atual. B - situação com reperfilamento e alargamento do leito da linha de água**



Fonte: RTGeo (2023). Elaboração própria

**Quadro 10. Comparação das áreas ameaçadas pelas cheias na situação atual e com a implementação da medida proposta**

		Situação atual	Situação com alteração do leito	Redução (%)
		Área (m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	
Área em lotes	L28C	52	6	88,46%
	L29C	98	48	51,02%
Área na estrada		3834	1218	68,23%
Área industrial		687	0	100,00%
Áreas verdes do LUES		9099	5495	39,61%
Área total da cheia nas áreas de potencial risco		13770	6767	50,86%

Fonte: RTGeo (2023)

## 7. BIBLIOGRAFIA

CM LAGOS (2022) Curvas de nível da cartografia de base (escala 1:10 000);

DECRETO-REGULAMENTAR n.º 23/95 de 23 de agosto. Aprova o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais;

DGT (2018). Ortofotomapa. Serviço WMS;

FERREIRA, A.B. (1993). Geomorfologia e Ambiente. Contributo Metodológico; Estudo de Geografia Física e Ambiente, CEG, Linha de Acção de Geografia Física, Relatório n.º 32, Lisboa, pp. 3-10

IEP – Instituto das Estradas de Portugal (2001). Manual de drenagem superficial em vias de comunicação. Lisboa: Instituto das Estradas de Portugal (IEP);

IST (2018/2019). HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. Fenómenos hidrológicos extremos. Cheias em rios – Cálculo de caudais de ponta de cheia Métodos estatísticos e fórmulas empíricas;

LENCASTRE, A.; FRANCO, F.M. (2003) – *Lições de Hidrologia*. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

MARTINS M, (2017). O risco de cheias na cidade de Amarante: cartografia de áreas inundáveis recorrendo à modelação hidráulica. Mestrado em sistemas de informação geográfica e ordenamento do território;

MONTEIRO, L.R.; KOBAYAMA, M.; ZAMBRANO, F.C. (2015). Mapeamento de Perigo de Inundação - Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de pesquisas hidráulicas. Grupo de pesquisa em desastres naturais;

PORTELA e HORA, (2002). Aplicação da fórmula racional à análise de cheias em Portugal Continental: valores do coeficiente C. 6º Congresso da Água;

PROCIV (2019). Avaliação Nacional de Risco. Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP);

RAMOS, C. (2005). Programa de Hidrogeografia. Linha de Investigação em Dinâmica Litoral e Fluvial, DILIF – 3, Centro de Estudos Geográficos, U.L., Lisboa, pp. 122;

TEMEZ J.R. (1978). Calculo hidrometeorologico de caudales máximos en pequenas cuencas naturales. Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo, Madrid;

<https://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/> - US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center. Acedido em maio de 2023.

## **ANEXO - TERMO DE RESPONSABILIDADE**

---

## **TERMO DE RESPONSABILIDADE DO AUTOR DO ESTUDO HIDROLÓGICO – AVALIAÇÃO DE CHEIAS E INUNDAÇÕES**

---

Diogo Gonçalves Simões, Engenheiro Civil, portador do cartão de cidadão n.º 13336810 com validade até 23 de Julho de 2031, contribuinte n.º 257082980, com domicílio laboral na Urbanização do Barrocal, Edifício Villas Barrocal, 8365-204, Pêra, Silves, com n.º telemóvel 916620006 e email [diogosimoes@urbanipera.pt](mailto:diogosimoes@urbanipera.pt), inscrito na Ordem dos Engenheiros com o n.º 71404, declara para efeitos do disposto no n.º 1 do artigo 10.º do Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de Dezembro, com a redação dada pelo Decreto-Lei n.º 136/2014, de 9 de Setembro, que o **Estudo Hidrológico - Avaliação de Cheias e Inundações**, de que é autor, relativo ao Loteamento Urbano “Encosta do Sol localizado na zona do **Chinicato, Lagos**, cujo licenciamento foi requerido por **Município de Lagos/Urbanipera – Sociedade de Construção, S.A.**, com sede em Paços do Concelho Século XXI, Praça do Município, Lagos/Urbanização do Barrocal, Edifício Villas Barrocal, Pêra, observa as normas técnicas gerais e específicas de construção, bem como as disposições legais e regulamentares aplicáveis, designadamente o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, Dec. Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto.

Pêra, Agosto de 2023

**O Eng.º Civil (O.E. n.º 71404)**

Assinado por: **DIOGO GONÇALVES SIMÕES**  
Num. de Identificação: 13336810  
Data: 2023.08.31 19:58:15+01'00'

**(Diogo Simões)**









Data  
4 de julho de 2023

Contribuinte n.º  
257082980

Apólice n.º  
8410179815

Linha Exclusiva  
21 794 30 20  
dias úteis,  
das 8h30 às 19h00 (custo de  
chamada para a rede fixa  
nacional)

engenheiros@ageas.pt  
www.ageas.pt/engenheiros

## Seguro de Responsabilidade Civil Profissional Ordem dos Engenheiros

Estimado/a Sr/a.,

A **Ordem dos Engenheiros**, contratualizou com a **Ageas Portugal**, em 1 de julho de 2018, o seguro de Responsabilidade Civil Profissional para todos os membros da Ordem.

Neste enquadramento e como membro da Ordem, confirmamos a sua adesão ao referido seguro cujo **n.º de apólice é 8410226152**.

Informamos ainda, que o capital seguro é de 75.000,00 € por membro, sinistro e anuidade.

Junto enviamos a declaração comprovativa da respetiva adesão, bem como as Condições Particulares e Especiais.

Como a sua satisfação é a nossa prioridade, este acordo tem como principal objetivo proporcionar-lhe ainda mais benefícios, ao reforçar a relação de parceria entre as duas entidades.

Caso necessite de alguma informação adicional, não hesite em contactar-nos.

Continuaremos a fazer por merecer diariamente a sua confiança.

Conte connosco,



**Luis Neves**  
Produção



**Marisa Castro**  
Operações

Elementos de validação (Ordem dos Engenheiros)

Código: 4SCWG57K | Ref.º: GM0004B | Declaração n.º: RS79268/2023



Data  
4 de julho de 2023

Contribuinte n.º  
257082980

Apólice n.º  
8410179815

Linha Exclusiva  
21 794 30 20  
dias úteis,  
das 8h30 às 19h00 (custo de  
chamada para a rede fixa  
nacional)

engenheiros@ageas.pt  
www.ageas.pt/engenheiros

## Declaração de Seguro de Responsabilidade Civil Profissional Membros da Ordem dos Engenheiros

A Ageas Portugal, Companhia de Seguros, S.A. declara, para os devidos efeitos, que foi realizado o contrato de seguro para os membros da Ordem dos Engenheiros, com as seguintes características:

- Ramo: Responsabilidade Civil Profissional
- Tomador de Seguro: Ordem dos Engenheiros
- N.º Apólice: 8410226152
- Início: 01 de julho de 2023
- Termo: 30 de junho de 2024
- Pessoa Segura: Diogo Gonçalves Simões
- N.º de Cédula Profissional: 71404
- Âmbito da Cobertura: conforme Condições Particulares e Especiais anexas.
- Capital: 75.000 € por membro, sinistro e anuidade

Informa-se que o seguro identificado regula-se pela Lei do Contrato de Seguro e, segundo o artigo 59.º, a garantia de cobertura de riscos é válida após o recebimento do valor total a pagar pela mesma.

Prevalecerão sempre os termos e condições da apólice 8410226152.

Pela Ageas Portugal,

**Luis Neves**  
Produção

**Marisa Castro**  
Operações

Elementos de validação (Ordem dos Engenheiros)

Código: 4SCWG57K | Ref.º: GM0004B | Declaração n.º: RS79268/2023

## ANEXO – TABELA RESUMO – ZONAS AMEAÇADAS POR CHEIAS

Reach	River Sta	Profile	Qp (m³/s)	Min Ch El (m)	Cota de cheia (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Declive (m/)	Velocidade (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Chinicato1	392	PF 1	1.6	7.31	7.39	7.39	7.42	0.016404	0.79	2.02	33.11	1.03
Chinicato1	392	PF 2	1.6	7.31	7.39	7.39	7.42	0.016404	0.79	2.02	33.11	1.03
Chinicato1	369	PF 1	1.6	6	6.21	6.21	6.26	0.014121	0.97	1.65	17.81	1.02
Chinicato1	369	PF 2	1.6	6	6.21	6.21	6.26	0.014121	0.97	1.65	17.81	1.02
Chinicato1	347	PF 1	1.6	5.48	5.61		5.64	0.0087	0.8	2.01	20.38	0.81
Chinicato1	347	PF 2	1.6	5.48	5.61		5.64	0.0087	0.8	2.01	20.38	0.81
Chinicato1	326	PF 1	1.6	5.19	5.36	5.36	5.4	0.014431	0.93	1.72	20.21	1.02
Chinicato1	326	PF 2	1.6	5.19	5.36	5.36	5.4	0.014431	0.93	1.72	20.21	1.02
Chinicato1	302	PF 1	1.6	4.85	5.1		5.12	0.003059	0.58	2.75	20.36	0.51
Chinicato1	302	PF 2	1.6	4.85	5.11		5.12	0.002865	0.57	2.82	20.55	0.49
Chinicato1	274	PF 1	1.6	4.72	5.08		5.08	0.000598	0.31	5.12	28.33	0.23
Chinicato1	274	PF 2	1.6	4.72	5.09		5.09	0.000555	0.3	5.27	28.73	0.23
Chinicato1	252	PF 1	1.6	4.33	5.08		5.08	0.000025	0.11	14.05	37.01	0.06
Chinicato1	252	PF 2	1.6	4.33	5.09		5.09	0.000024	0.11	14.24	37.67	0.05
Chinicato1	232	PF 1	1.6	4.17	5.08		5.08	0.000018	0.11	15.69	41.04	0.05
Chinicato1	232	PF 2	1.6	4.17	5.09		5.09	0.000018	0.11	15.89	41.19	0.05
Chinicato1	205	PF 1	19.8	4	4.92	4.92	5.04	0.003411	1.64	13.11	50.92	0.81
Chinicato1	205	PF 2	20.3	4	4.93	4.93	5.05	0.003282	1.62	13.59	51.32	0.79

Chinicato1	175	PF 1	19.8	3.83	4.74	4.74	4.86	0.003741	1.64	12.82	49.41	0.83
Chinicato1	175	PF 2	20.3	3.83	4.74	4.74	4.87	0.00401	1.69	12.73	49.33	0.86
Chinicato1	143	PF 1	19.8	3.81	4.55	4.55	4.68	0.003843	1.67	12.4	46.45	0.85
Chinicato1	143	PF 2	20.3	3.81	4.55	4.55	4.69	0.003834	1.68	12.6	46.56	0.85
Chinicato1	110	PF 1	19.8	3.53	4.43		4.48	0.001398	1.11	18.5	53.46	0.52
Chinicato1	110	PF 2	20.3	3.53	4.43		4.49	0.001409	1.12	18.77	53.59	0.53
Chinicato1	86	PF 1	19.8	3.42	4.3	4.3	4.42	0.00446	1.57	13.22	55.05	0.88
Chinicato1	86	PF 2	20.3	3.42	4.31	4.31	4.43	0.004467	1.58	13.42	55.18	0.88
Chinicato1	64	PF 1	19.8	2.3	4.09	3.38	4.18	0.002282	1.34	14.97	38.33	0.65
Chinicato1	64	PF 2	20.3	2.3	4.17	3.39	4.24	0.001464	1.14	18.15	43.02	0.53
Chinicato1	50		Culvert									
Chinicato1	4	PF 1	19.8	2	3.01	3.01	3.43	0.007279	2.88	6.88	8.24	1.01
Chinicato1	4	PF 2	20.3	2	3.03	3.03	3.45	0.007242	2.89	7.02	8.31	1

PF 1 Situação de referência (Tp = 100 anos)

PF 2 Concretização do LUES (Tp = 100 anos) (Capítulo 5.2)

Pela RT Geo – Planeamento e Ordenamento do Território

Pelo Engenheiro Civil