

**ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE RECURSOS HÍDRICOS
SUPERFICIAIS: ID 25979 – FOZ DO ARADE
PROCESSO: PR-18-0573**

Análise de cheias

Dezembro de 2019

(Relatório CERIS
EP nº 74/2019)

Texto

1. Introdução.	1
2. Reconhecimento da zona a intervir	1
2.1 Descrição	1
2.2 Aspectos a reter no que respeita aos recursos hídricos superficiais	6
2.3 Estudo de 2005 da DHVFB	7
3. Caracterização das cheias na zona envolvente	9
3.1. Bacias hidrográficas a considerar na análise de cheias. Caracterização fisiográfica. Tempo de concentração	9
3.2. Amostras de precipitações diárias máximas anuais	11
3.3. Tratamento estatístico das precipitações diárias máximas anuais	14
3.4. Precipitações máximas anuais de projeto	16
3.5. Caudais de ponta de cheia e hidrogramas de cheia	18
3.6. Principais conclusões da análise de cheias	20
4. Impactes do projeto nas cheias	21

Quadros

- Características das bacias hidrográficas a considerar na análise de cheias e das respetivas redes de drenagem. Tempos de concentração.
- Postos udométricos utilizados na caracterização de cheias.
- Precipitações diárias máximas anuais, Pdma, nos postos udométricos do **Quadro 1** (os registos posteriores ao ano de 1978/1979, inclusive, e as correspondentes características estatísticas são identificados a sombreado azul).
- Resultados da análise estatística das precipitações diárias máximas anuais, Pdma, nos postos udométricos do **Quadro 1**. Estimativas para os períodos de retorno, T, de 20, 50 e 100 anos.
- Parâmetros das curvas IDF relativas ao posto udométrico de Praia da Rocha (31F/01).
- Precipitações nas bacias hidrográficas com durações iguais aos tempos de concentração e períodos de retorno de 20, 50 e 100 anos.
- Hietogramas das precipitações nas bacias hidrográficas com durações iguais aos tempos de concentração e períodos de retorno de 20, 50 e 100 anos.
- Caudais de ponta de cheia e volumes de cheias nas bacias hidrográficas da **Figura 4** para os hietogramas de projeto do **Quadro 7**.

Figuras

- Zona a intervir. Pontos singulares.

- 2 Rede de drenagem atual (reproduzida do estudo de 2005 da DHVFBO).
- 3 Situação atual. Identificação das zonas com risco de inundação, localizadas a cotas inferiores à cota máxima de preia-mar (reproduzida do estudo de 2005 da DHVFBO).
- 4 Representação esquemática das bacias e encosta confinantes com a área em estudo.
- 5 Curvas hipsométricas das bacias hidrográficas do **Quadro 1**.
- 6 Diagrama cronológico das precipitações diárias máximas anuais, Pdma, no posto de Lagos (31E/01UC).
- 7 Médias móveis em subperíodos consecutivos de 20 anos das precipitações diárias máximas anuais, Pdma, no posto de Lagos (31E/01UC).
- 8 Ajuste de leis estatísticas às amostras de precipitações diárias máximas anuais do **Quadro 3**.
- 9 Hidrogramas de cheias gerados nas bacias hidrográficas representadas na **Figura 4** para precipitações com durações iguais aos tempos de concentração das bacias, descritas por hietogramas não uniformes com três blocos alternados e com os períodos de retorno de 20, 50 e 100 anos.
- 10 Volumes de cheia afluentes à área objeto de intervenção provenientes das bacias hidrográficas confinantes com aquela área para diferentes hipóteses de caudais suscetíveis de serem desviados da área pelo atual sistema de drenagem.
- 11 Volumes da precipitação intensa sobre a área em estudo para diferentes durações e períodos de retorno.

Fotografias

- 1 e 2 Aspeto geral da superfície do terreno.
- 3 Panorâmica da zona plana mais próxima da marina (ao fundo, vêem-se os mastros dos barcos).
- 4 e 5 Vegetação ocorrente na zona plana mais próxima da marina.
- 6 e 7 Interior da galeria de betão. Nas paredes são visíveis as marcas da maré.
- 8 e 9 Galeria em betão com seção retangular fechada e abertura lateral na zona de confluência com a vala (as setas indicam a direção e o sentido do escoamento ao longo da vale e da galeria não havendo influência da maré).
- 10, 11 e 12 – Zona escassos metros a montante da secção objeto das **Fotografias 9 e 10**, vendo-se a galeria de betão aflorar à superfície e o abatimento lateral, surgindo subida de água no mesmo com o aumento da maré. A última fotografia documenta as bocas de acesso à galeria.
- 13 Secção extrema de jusante da galeria, no rio Arade.
- 14 Vista de montante para jusante das duas entradas obturadas com comportas de não retorno. Do lado esquerdo, descarga para a vala.

1. Introdução.

Refere-se o presente relatório à caracterização da situação atual no que concerne às cheias pluviais afluentes à área a intervencionar de cerca de 26.4 ha localizada em frente à marina de Portimão, na foz do rio Arade.

Contudo, antecedendo tal caracterização, considerou-se oportuno apresentar os resultados, embora restritos à ótica relevante para a análise em vista, do reconhecimento local, efetuado a 10 de fevereiro de 2019. Incluiu-se ainda uma menção a um estudo antecedente, datado de 2005, relativo às condições de drenagem na área a intervencionar e que, de algum modo, contem informação no domínio em apreciação.

2. Reconhecimento da zona a intervencionar

2.1 Descrição

Na **Figura 1**, executada sobre o levantamento topográfico da área a intervencionar, assinalam-se alguns dos locais que foram objeto de reconhecimento mais detalhado, conforme se mencionará ao longo do presente item (pontos singulares).

O reconhecimento iniciou-se pelo **ponto 1** da **Figura 1**, através do qual se pode aceder a uma plataforma de estacionamento. Sistematizam-se, seguidamente, os aspetos fundamentais decorrentes do reconhecimento a reter.

- i) A menos da zona mais próxima da marina, o modelado do terreno é bastante irregular, apresentando permanentemente sucessivas pequenas elevações e depressões, sem qualquer conexão entre si e sem qualquer orientação dominante, muito frequentemente ocupadas por vegetação arbórea (**Fotografias 1 e 2**).
- ii) A zona mais próxima da marina (**ponto 11** na **Figura 1**) é bastante plana. São aí visíveis depressões muito suaves ocupadas por depósitos de material fino, o que aliado a alguns elementos da vegetação ocorrente, indica claramente tratar-se de uma zona alagadiça (**Fotografias 3 a 5**). Numa pequena arribas sobranceira à zona plana existe uma ruína de uma casa que aparente ser muito antiga (**ponto 10** na **Figura 1**) e que deve ter sido aí executada de modo a não ser afetada pela presença de água.
- iii) Com exceção da zona plana, o demais modelado resulta na total inexistência de vestígios de encaminhamentos das águas superficiais que, de algum modo, possam constituir uma rede fluvial estruturada, ainda que incipiente. Existe, contudo, uma exceção, relativa a uma vala de drenagem a céu aberto que bordeja parte das extremas oeste e norte da zona a intervencionar, que deverá ser artificial e aparentemente integrada num sistema de drenagem de águas pluviais e de descargas provenientes da instalação no **ponto 9** (**ponto 4** na **Figura 1**).
- iv) A anterior vala conflui com uma galeria em betão, com secção retangular com cerca de 1.5 m de altura por 3 de largura (**ponto 6** da **Figura 1** e **Fotografia 6 e 7**) e que deveria constituir o sistema de drenagem de águas pluviais no atravessamento da área em estudo. Na confluência da vala com a galeria foi executada a abertura na parede deste último, visível nas **Fotografias 8 e 9**. A galeria de betão desenvolve-se para montante da zona

de confluência, aflorando à superfície uns escassos metros a montante dessa zona, conforme se documenta na **Fotografias 10 a 12**, que mostram também os abatimentos do terreno que aí têm lugar (**ponto 5 da Figura 1**) indicativos de que a galeria não é atualmente estanque. A montante desse afloramento são visíveis bocas de acesso à galeria, consideravelmente elevadas em relação ao terreno (**Fotografia 12**) e dispostas regularmente no sentido do limite oeste da área objeto de intervenção. A galeria prossegue para jusante, até ao rio Arade, sendo que o seu trecho terminal também denota deterioração estrutural (**Fotografia 7 a seguir mencionada**).

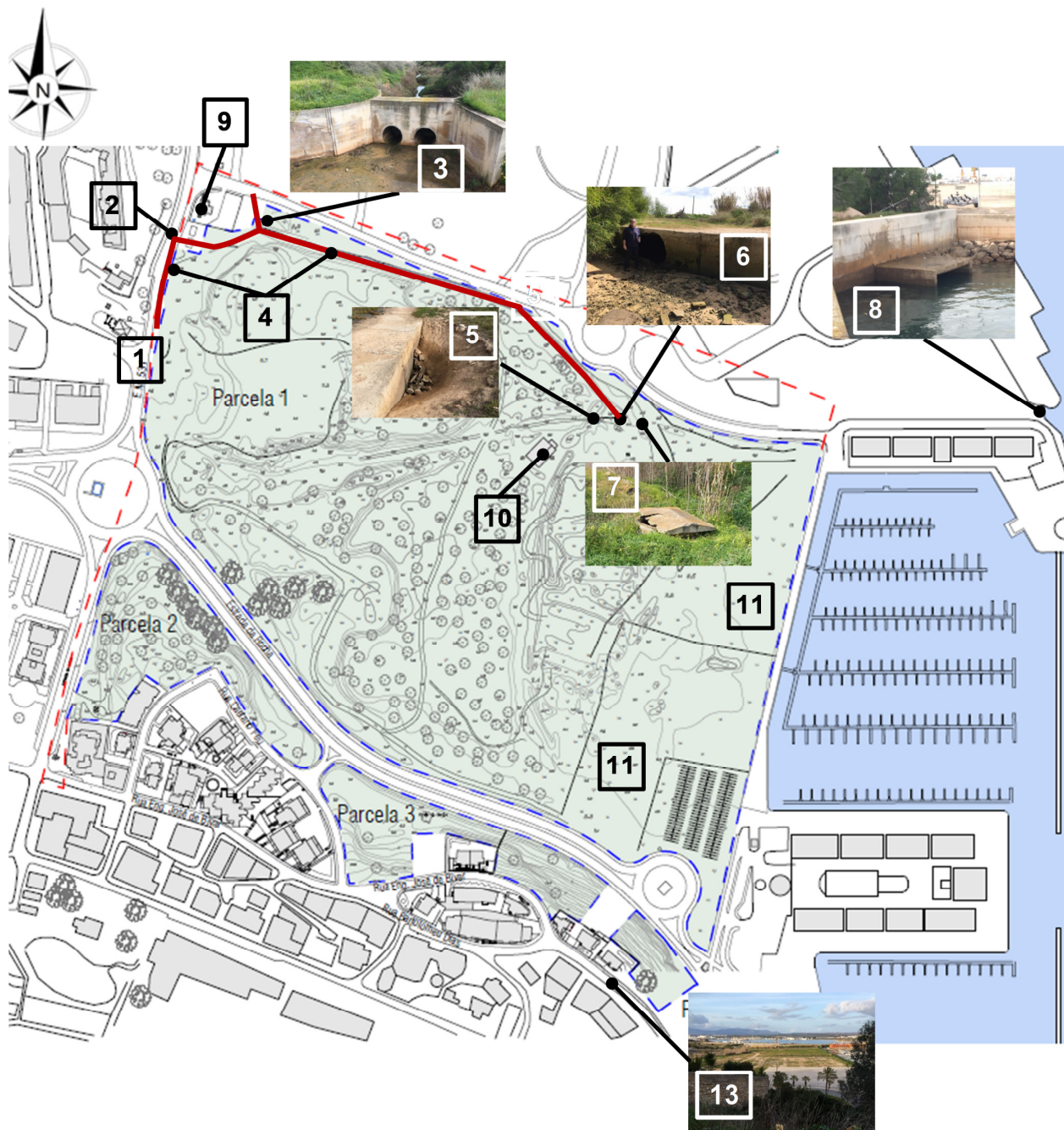


Figura 1 – Zona a intervir. Pontos singulares.



Fotografias 1 e 2 – Aspeto geral da superfície do terreno.



Fotografia 3 – Panorâmica da zona plana mais próxima da marina (ao fundo, vêem-se os mastros dos barcos).



Fotografias 4 e 5 – Vegetação ocorrente na zona plana mais próxima da marina.



Fotografias 6 e 7 – Interior da galeria de betão. Nas paredes são visíveis as marcas da maré.



Fotografias 8 e 9 – Galeria em betão com seção retangular fechada e abertura lateral executada na zona de confluência com a vala (as setas indicam a direção e o sentido do escoamento ao longo da vale e da galeria não havendo influência da maré).



Fotografias 10, 11 e 12 – Zona escassos metros a montante da secção objeto das **Fotografias 9 e 10**, vendo-se a galeria de betão aflorar à superfície e o abatimento lateral, surgindo subida de água no mesmo com o aumento da maré. A última fotografia documenta as bocas de acesso à galeria.

- v) Na **Fotografia 7** vê-se, mais à direta, uma entrada de luz correspondente a uma zona atualmente a descoberto escassos metros a jusante da secção em que foi efetuada a abertura lateral (**ponto 7 da Figura 1**) e bastante ao fundo, à esquerda, a secção de saída para o rio Arade – **Fotografia 13** e **ponto 8 da Figura 1**). Devido à abertura lateral executada na galeria na intersecção com a vala de drenagem, mas também aos danos, por exemplo, documentados nas **Figuras 7 e 11**, quando da submersão da secção terminal no rio Arade por subida da maré, o sistema não funciona em pressão (como deve ter sido originalmente concebido), estando antes sujeito à influência da maré, a qual obviamente se propaga livremente para montante, atingindo mesmo as comportas instaladas no **ponto 3 da Figura 1**, objeto da **Fotografia 14**. Observa-se que no início do reconhecimento a maré estava baixa. À medida que a maré subiu todo o sistema foi sendo progressivamente alagado, surgindo água nos abatimentos laterais objeto da **Fotografia 11** e ao longo de praticamente toda a vala artificial.

Fotografia 13 – Secção extrema de jusante da galeria de betão, no rio Arade.





Fotografia 14 – Vista de montante para jusante das duas entradas obturadas com comportas de não retorno. Do lado esquerdo, descarga para a vala.

- vi) No **ponto 3** da **Figura 1** estão instaladas lado a lado as duas comportas de não retorno visíveis na **Fotografia 14** e que se julga destinarem-se a evitar a propagação da maré para montante das mesmas. Imediatamente a montante dessas comportas existe uma descarga para a vala, proveniente da zona que se desenvolve a norte da área a intervir, também visível na anterior fotografia.
- vii) A finalizar, menciona-se que, sensivelmente no **ponto 2** da **Figura 1** existe um abaixamento do passeio que sugere a possibilidade de algum encaminhamento de águas superficiais para a vala.

2.2 Aspetos a reter no que respeita aos recursos hídricos superficiais

Na zona de intervenção aparenta existir um sistema artificial de drenagem (no visível, constituído por uma galeria de betão que, assim, se constituirá, um coletor, e por uma vala periférica) que deverá ser o responsável pelo desvio da mesma de caudais, incluindo eventuais caudais de cheia, no que respeita à galeria, e descargas da instalação localizada o **ponto 9** da **Figura 1**, relativamente à vala periférica de drenagem.

O anterior sistema, associado às características de permeabilidade da área em estudo, deve estar na origem da inexistência de uma rede natural fluvial natural no interior daquela área. Contudo, o atual estado de conservação do sistema de drenagem nem sempre assegura capacidade de vazão adequada, mesmo para menores caudais, visto a sua secção terminal ficar submersa em preia-mar e o sistema ter deixado de funcionar em pressão. Deste modo, em dadas condições, assistir-se-á ao alagamento progressivo do sistema artificial de drenagem e das depressões que com ele comunicam, com submersão por ação da maré.

A inexistência de uma rede fluvial estruturada natural, ainda que incipiente, indicativa de um encaminhamento escoamento superficial através da área em estudo condicionou em muito a caracterização das cheias na situação

atual ou de referência a qual só pode ser efetuada na ótica das cheias afluentes ao limite daquela área. A precipitação diretamente caída na mesma produzirá temporariamente alguma disponibilidade hídrica, mas não será suficiente para gerar encaminhamentos superficiais. Dadas as depressões proporcionadas pelo modelado do terreno que se desenvolve a oeste da zona plana mais próxima da marina, é possível que a água se acumule aí, infiltrando-se ou sendo devolvida à atmosfera por evapotranspiração.

2.3 Estudo de 2005 da DHVFB0

Posteriormente ao reconhecimento de campo identificou-se o documento “*Estudo do sistema de drenagem de águas pluviais de parte da área abrangida pelo plano de urbanização da UP5 – protecção a áreas com risco de inundação*”, datado de janeiro de 2005 e da autoria da DHVFB0, que confirma as componentes do sistema de drenagem na área em estudo identificadas durante aquele reconhecimento, identificando, inclusivamente, a rede mais ampla em que tais componentes se inserem, conforme **Figura 2**. O estudo indica que o atual sistema de drenagem é constituído por um coletor enterrado (canal enterrado ou galeria), para o qual são indicadas as dimensões de 1.5 m x 3.0 m (BxH), consonantes com o reconhecimento efetuado, pelo menos na sua secção terminal objeto de reconhecimento local, e por uma vala aberta. É também claramente afirmado que todo o sistema é afetado pela oscilação da maré.

Tendo por base a **Figura 2**, julga-se que a galeria/coletor em betão corresponde ao trecho entre o nó 1 e a restituição ao rio Arade, no nó 15. A vala a céu aberto desenvolve-se a montante do nó 10 (onde foi efetuada a abertura lateral na galeria coberta), devendo o nó 24 corresponder ao **ponto singular 3** da **Figura 1**, documentado na **Fotografia 14** onde claramente se vê, para além da seção de montante das duas válvulas de não retorno, a descarga lateral do trecho da rede de drenagem a montante do nó 24 da **Figura 2**.

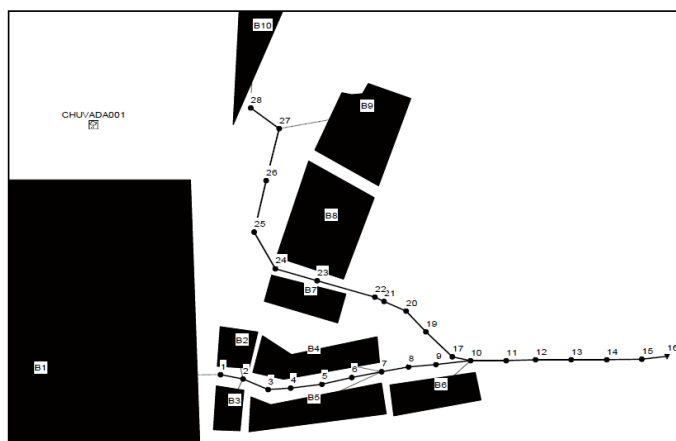


Figura 2 – Rede de drenagem atual (reproduzida do estudo de 2005 da DHVFB0).

Do estudo em menção retirou-se a **Figura 3** na qual são identificadas as atuais zonas em risco de inundação por se situarem a cotas inferiores à cota da máxima preia-mar. Tais zonas coincidem com as da área a intervencionar

mais próximas da marina e que se reconheceram como devendo ser objeto de alagamento frequente (**ponto 11** da **Figura 1**).

Tendo por base condições de precipitação teóricas regulamentares (Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto), o estudo em menção atribui à bacia B1 (para a qual é indicada a área de 1.29 km²) um caudal de ponta de cheia com período de retorno de 100 anos ligeiramente superior a 14 m³/s. Tal caudal baseou-se na precipitação de 155 mm para a duração de 12 horas, correspondente à precipitação com a duração de 1 h de cerca de 46 mm.

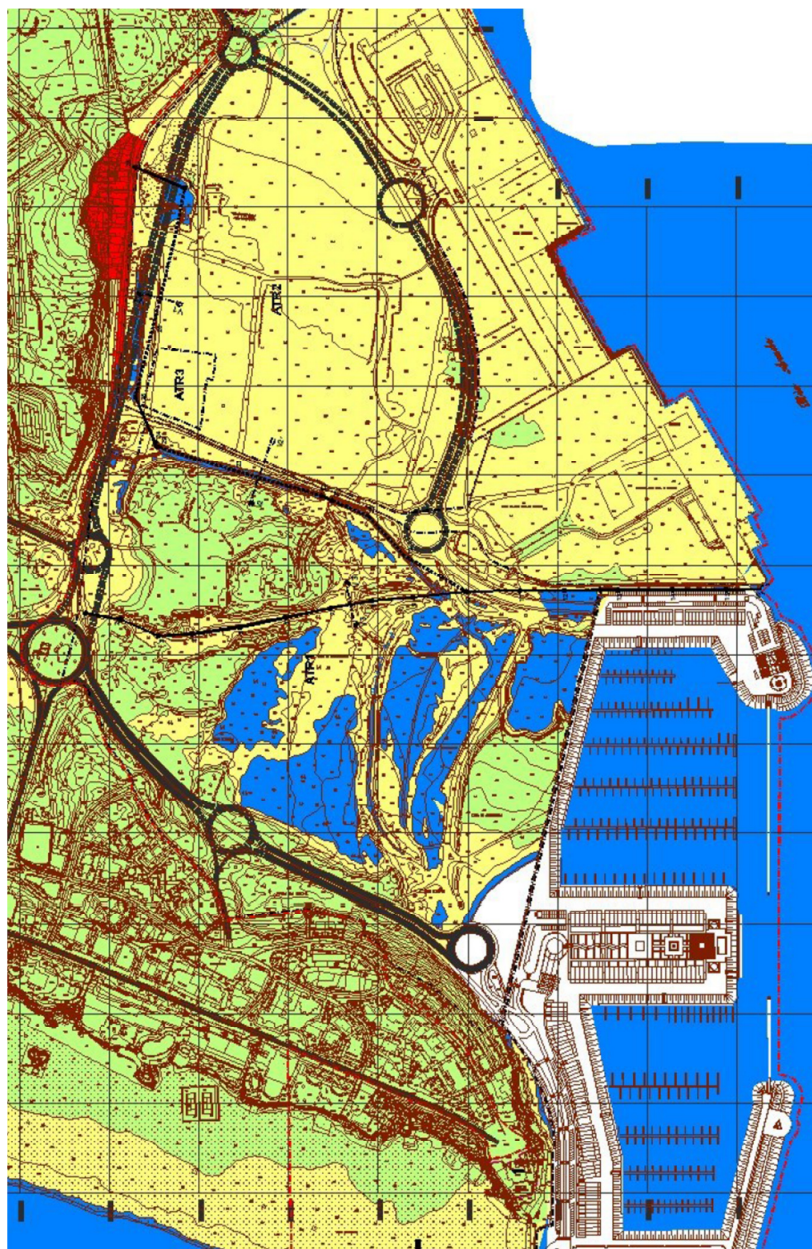


Figura 3 – Situação atual. Identificação das zonas com risco de inundação, localizadas a cotas inferiores à cota máxima de preia-mar (reproduzida do estudo de 2005 da DHVFB0).

3. Caracterização das cheias na zona envolvente

3.1. Bacias hidrográficas a considerar na análise de cheias. Caracterização fisiográfica. Tempo de concentração

A caracterização de cheias na situação atual de cheias foi efetuada para a envolvente da área objeto de intervenção uma vez que tal área não apresenta no seu interior um modelado que indique a existência de uma rede fluvial natural estruturada. Para o efeito identificaram-se primeiramente as bacias hidrográficas que drenam para a área em estudo, as quais estão esquematicamente representadas na **Figura 4**. A delimitação das anteriores bacias hidrográficas utilizou a cartografia militar à escala 1/25 000 (carta n.º 603), por não se dispor de informação topográfica mais detalhada, não obstante se admitir que o modelado superficial na zona possa ter sido alterado em consequência da urbanização entretanto verificada, resultando em bacias eventualmente diferentes, alterações contudo insuscetíveis de serem detetadas à escala em causa.

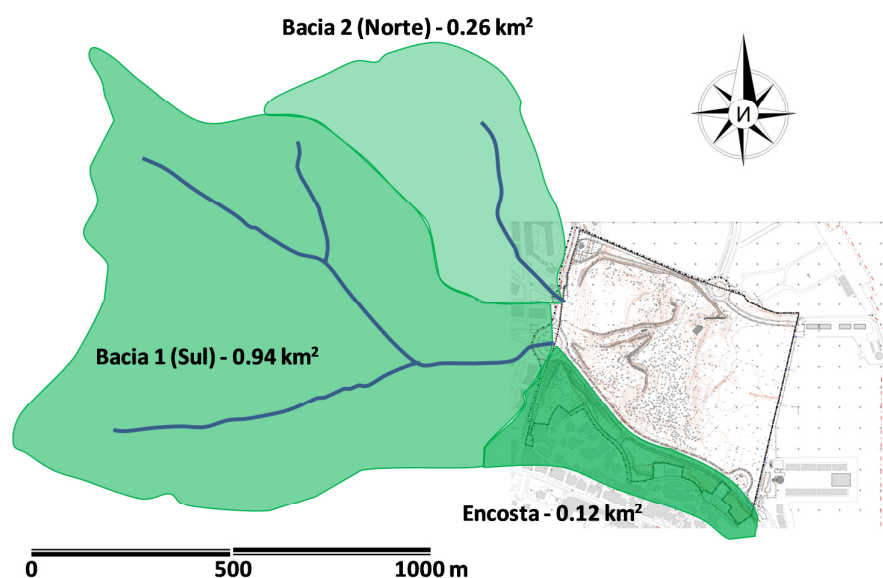


Figura 4 – Representação esquemática das bacias e encosta confinantes com a área em estudo.

De acordo com a cartografia à escala 1/25 000, concluiu-se que a bacia hidrográfica a montante da galeria/coletor enterrado que atravessa a zona – que se passará a identificar por Bacia 1 (Sul) – tem uma área consideravelmente maior do que a da bacia hidrográfica com a qual confina a norte - Bacia 2 (Norte) – e cuja secção de referência se julga coincidir sensivelmente com o **ponto 2** da **Figura 1** onde, como mencionado, existe um abaixamento do passeio que sugere o encaminhamento de águas superficiais para a vala. Anota-se a proximidade entre a área total das Bacias 1 e 2 (cerca de 1.2 km²) e da Bacia B1 do estudo de 2005 (1.29 km²), objeto do item 2.3 que, assim, se admite ser uma representação simplificada da área contributiva para a zona a intervencionar. Existe ainda uma pequeníssima área de encosta (com 0.12 km² – **Figura 4**) que, contudo, não tem relevância em termos

de cheia tanto mais que se admite que as águas daí provenientes possam ser intercetadas ou encaminhadas pela estrada com que confina a norte.

A caracterização fisiográfica das anteriores bacias e das redes de drenagem nelas compreendidas utilizou necessariamente a cartografia à escala 1/25 000, o que determina mais uma vez o carácter relativamente aproximado dos resultados assim obtidos, os quais são sintetizados no **Quadro 1**. Não obstante o menor interesse, por uma questão de sistematização de informação e de modo a fundamentar alguns dos valores utilizados nos cálculos hidrológicos, apresentam-se na **Figura 5** as curvas hipsométricas das bacias hidrográficas, com indicação das correspondentes altitudes médias, N_m .

Quadro 1 – Características das bacias hidrográficas a considerar na análise de cheias e das respetivas redes de drenagem. Tempos de concentração.

	Bacia hidrográfica					Curso de água principal			
	Cotas		Área (km ²)	Altitude média	Altura média (m)	Compri- mento (m)	Cota máxima	Declive	
	Mínima	Máxima						Médio (-)	10:85 (m/km)
Bacia 1 (Sul)	3.5	46	0.94	20.1	16.6	1305	38	0.026	23.148
Bacia 2 (Norte)	2.0	35	0.26	21.0	19.0	640	20	0.028	25.438

	Tempo de concentração				
	Giandotti (h)	Temez (h)	NERC (h)	Média	
				(h)	(min)
Bacia 1 (Sul)	1.79	2.44	1.52	1.92	115
Bacia 2 (Norte)	0.86	1.40	1.06	1.11	67

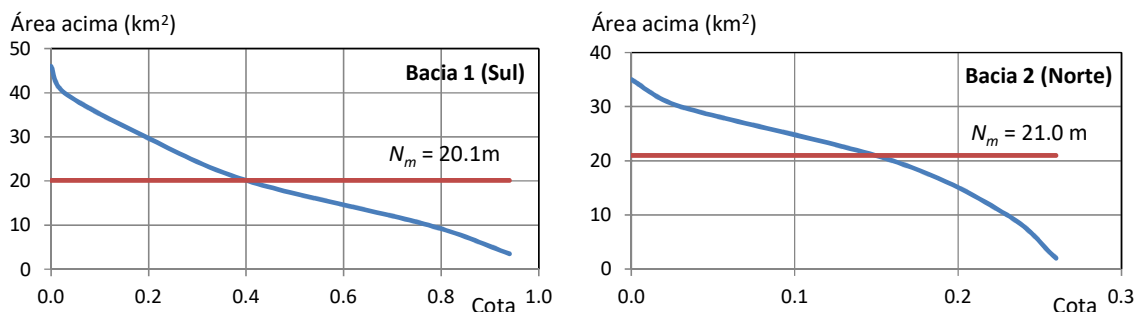


Figura 5 – Curvas hipsométricas das bacias hidrográficas do **Quadro 1**.

O **Quadro 1** contém ainda a estimativa dos tempos de concentração das bacias em causa, t_c , para o que se aplicaram as fórmulas de Giandotti, Temez e de NERC, dadas por:

- Fórmula de Giandotti:
$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{h_m}}$$
- Fórmula de Temez:
$$t_c = 0.3 \left(\frac{L}{d_m^{0.25}} \right)^{0.76}$$

- Fórmula de NERC:
$$t_c = 2.8 \left(\frac{L}{\sqrt{d_{10:85}}} \right)^{0.47}$$

em que são:

A – área da bacia hidrográfica (km²);

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

h_m – altura média da bacia hidrográfica (m).

d_m – declive médio do curso de água principal (-)

$d_{10:85}$ – declive médio da linha de água principal entre 10 e 85% do seu desenvolvimento, L (m/km).

Não obstante a utilização frequente da fórmula de Kirpich, a mesma não foi aplicada por se reconhecer que, por regra, conduz a tempos de concentração muito díspares e inferiores aos dados pelas demais fórmulas. Para prosseguimento do estudo adotaram-se as médias dos tempos estimados pelas anteriores fórmulas, conforme sistematizado no **Quadro 1**.

3.2. Amostras de precipitações diárias máximas anuais

Delimitadas e caracterizadas as bacias hidrográficas objeto de análise de cheias na situação atual, procedeu-se ao reconhecimento da informação de carácter hidrológico suscetível de ser utilizada para o efeito. Uma vez que não existem estações hidrométricas nas proximidades, o estudo das cheias recorreu a modelos de transformação de precipitações intensas de projeto em caudais e hidrogramas de cheia, tendo por base características fisiográficas das bacias hidrográficas e o tratamento estatístico de precipitações intensas, designadamente das precipitações diárias máximas anuais em postos udométricos inseridos nas proximidades da área a intervencionar. Tais postos foram identificados mediante consulta do Sistema Nacional de Informação em Recursos Hídricos (SNIRH) e estão identificados no **Quadro 2**, através das suas designações, códigos e coordenadas cartográficas.

Quadro 2 – Postos udométricos utilizados na caracterização de cheias.

	Coordenadas cartográficas		Altitude
	M (m)	P (m)	
Lagos (31E/01UC)	151442	17666	1
Mexilhoeira Grande (31F/02UG)	157194	22049	52
Porches (31G/02UG)	176809	18498	58

No **Quadro 3** são apresentadas as amostras de precipitações diárias máximas anuais, Pdma, disponíveis nos postos do **Quadro 2**, bem como algumas das suas características estatísticas mais relevantes. Contrariamente ao que seria desejável, o SNIRH não contém registos posteriores a 2006/2007.

No caso do posto udométrico de Lagos consideraram-se dois períodos de análise distintos, um com 97 anos, relativo ao período global com registos, e outro durante o qual existem registos nos dois outros postos considerados, referente os 26 anos mais recentes. Com efeito, a comparação das características estatísticas nestes

dois períodos evidenciou desde logo diferenças de comportamento das precipitações intensas que importaria analisar. Para confirmar aquelas diferenças procedeu muito simplesmente à representação cronológica das precipitações em causa, conforme se mostra na **Figura 6**, a qual indica muito claramente uma tendência de aumento da precipitação diária máxima anual ao progredir-se para o presente. Em complemento da anterior figura obteve-se ainda a **Figura 7** referente às médias móveis das precipitações diárias máximas anuais no posto udométrico de Lagos para o que foram adotados períodos consecutivos de 20 anos. Na anterior figura assinalaram-se os subperíodos durante os quais ocorreram falhas da precipitação e que, de algum modo são menos representativos de condições médias.

Quadro 3 – Precipitações diárias máximas anuais, Pdma, nos postos udométricos do **Quadro 1** (os registos posteriores ao ano de 1978/1979, inclusive, e as correspondentes características estatísticas são identificados a sombreado azul).

Período	Precipitações diárias máximas anuais (mm)			Período	Precipitações diárias máximas anuais (mm)			Período	Precipitações diárias máximas anuais (mm)		
	Lagos (31E/01UC)	Mexilhoeira Grande (31F/02UG)	Porches (31G/02UG)		Lagos (31E/01UC)	Mexilhoeira Grande (31F/02UG)	Porches (31G/02UG)		Lagos (31E/01UC)	Mexilhoeira Grande (31F/02UG)	Porches (31G/02UG)
1902 / 1903	40.2			1939 / 1940	36.6			1976 / 1977	36.5		
1903 / 1904	44.0			1940 / 1941	53.2			1977 / 1978	53.0		
1904 / 1905	38.8			1941 / 1942	52.6			1978 / 1979	96.2		
1905 / 1906	39.6			1942 / 1943	25.4			1979 / 1980	88.5		48.0
1906 / 1907	30.0			1943 / 1944	30.8			1980 / 1981	38.0	29.7	23.5
1907 / 1908	39.8			1944 / 1945	26.6			1981 / 1982	35.0	29.0	33.7
1908 / 1909	52.2			1945 / 1946	38.0			1982 / 1983	45.3	52.6	55.0
1909 / 1910	30.2			1946 / 1947	62.2			1983 / 1984	55.2	41.9	68.5
1910 / 1911	45.4			1947 / 1948	60.0			1984 / 1985	61.4	94.0	50.0
1911 / 1912	41.2			1948 / 1949	39.2			1985 / 1986	37.5	24.6	44.0
1912 / 1913	30.2			1949 / 1950	41.4			1986 / 1987	36.2	41.6	27.0
1913 / 1914	54.2			1950 / 1951	36.6			1987 / 1988	82.3	76.4	61.0
1914 / 1915	53.0			1951 / 1952	68.4			1988 / 1989	87.0	60.9	75.0
1915 / 1916	39.0			1952 / 1953				1989 / 1990	51.1	98.5	69.0
1916 / 1917	57.0			1953 / 1954				1990 / 1991	101.5	56.1	77.0
1917 / 1918	53.8			1954 / 1955				1991 / 1992	37.8	36.5	50.3
1918 / 1919	17.8			1955 / 1956	70.0			1992 / 1993	56.5	64.5	29.7
1919 / 1920	39.4			1956 / 1957	28.7			1993 / 1994	93.5	51.9	64.6
1920 / 1921	75.2			1957 / 1958	35.2			1994 / 1995	51.3	27.8	47.0
1921 / 1922	39.8			1958 / 1959	62.0			1995 / 1996	75.2	68.1	50.2
1922 / 1923	39.2			1959 / 1960	40.5			1996 / 1997	42.8	44.3	32.0
1923 / 1924	50.6			1960 / 1961	33.4			1997 / 1998	50.7	55.0	40.0
1924 / 1925	24.8			1961 / 1962	32.8			1998 / 1999	55.5	51.4	41.0
1925 / 1926	56.8			1962 / 1963	65.8			1999 / 2000	39.8		52.0
1926 / 1927				1963 / 1964	58.4			2000 / 2001			
1927 / 1928				1964 / 1965	43.2			2001 / 2002	100.6	80.2	
1928 / 1929				1965 / 1966	28.4			2002 / 2003	26.0	24.8	25.8
1929 / 1930	30.0			1966 / 1967	24.7			2003 / 2004	66.1	103.4	
1930 / 1931	24.4			1967 / 1968	65.5			2004 / 2005	23.1	23.1	41.4
1931 / 1932	45.8			1968 / 1969	54.8			2005 / 2006	49.9	58.9	
1932 / 1933	52.0			1969 / 1970	48.4			2006 / 2007		42.7	40.7
1933 / 1934	25.8			1970 / 1971	56.6			Dimensão 97 Média (mm) 47.4 D.padrão (mm) 18.0 C.assimetria 1.08 Amostra total no posto de Lagos (31E/01UC)			
1934 / 1935	23.2			1971 / 1972	45.2						
1935 / 1936	46.2			1972 / 1973	42.2						
1936 / 1937	43.0			1973 / 1974	28.5						
1937 / 1938	30.4			1974 / 1975	35.0			Dimensão	26	25	24
1938 / 1939	36.0			1975 / 1976	62.3			Média (mm)	57.2	53.5	47.8
								D.padrão (mm)	22.9	23.3	15.5
								C.assimetria	0.62	0.67	0.30

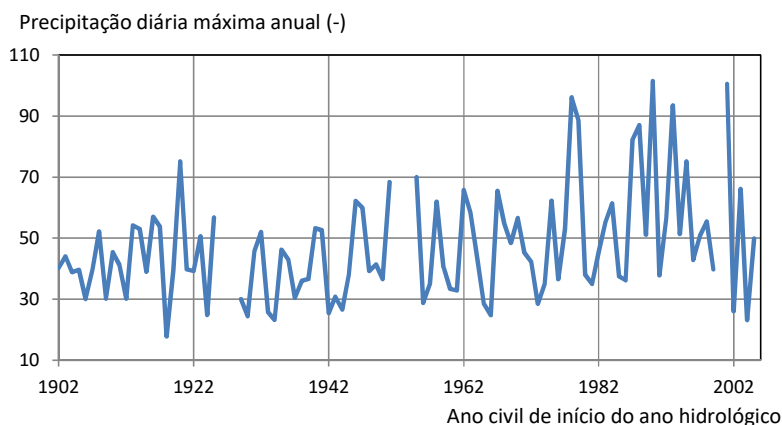


Figura 6 – Diagrama cronológico das precipitações diárias máximas anuais, Pdma, no posto de Lagos (31E/01UC).

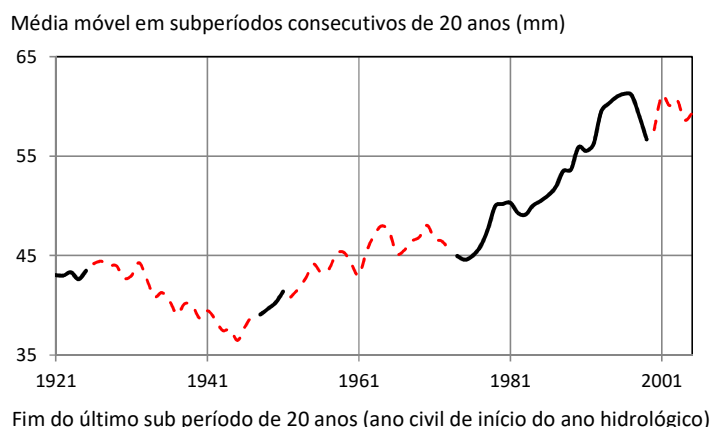


Figura 7 – Médias móveis em subperíodos consecutivos de 20 anos das precipitações diárias máximas anuais, Pdma, no posto de Lagos (31E/01UC).

A dimensão dos períodos a considerar no cálculo de médias móveis deve ser tal que permita que cada média móvel seja de facto representativa de condições médias, sendo que quanto maior é essa dimensão menor é o número de subperíodos considerados na caracterização. A dimensão de 20 anos resultou da ponderação destes dois aspetos, tendo em conta que o objetivo em vista é apenas o de concluir se se está em presença de precipitação diárias máximas anuais progressivamente crescentes ou não. Anota-se que cada sucessivo subperíodo foi referenciado pelo ano civil de início do último ano hidrológico considerado no cálculo da respetiva média móvel. Deste modo, o primeiro subperíodo decorre entre 1902/1903 e 1921/1922, sendo identificado por 1921, e o último subperíodo (que, aliás, tem uma falha no ano de 200/2001 – **Quadro 3**) de 1986/1987 a 2005/2006, sendo referenciado por 2005.

A **Figura 7** indica evidencia claramente o aumento da precipitação diária máxima anual no posto udométricos de Lagos em anos posteriores sensivelmente a meados da década de 1970, que, aliás, coincidem com os períodos

com registos nos outros dois posto passíveis de serem utilizados na análise de cheias. Por tal motivo e relativamente ao posto de Lagos optou-se por prosseguir o estudo considerando a amostra total, mas também a amostra posterior a 1979/1980 em que existem registos num ou os dois outros postos, conforme se assinala no **Quadro 3**.

3.3. Tratamento estatístico das precipitações diárias máximas anuais

A estimativa de caudais de ponta de cheia pressupõe o cálculo da designada precipitação de projeto, ou seja, da precipitação com o período de retorno considerado, T , e com duração igual ao tempo de concentração da bacia hidrográfica. Nas ocorrências características do território nacional, em que se incluem as bacias hidrográficas em estudo, aquele tempo é inferior ao dia. Dado que os registos disponíveis no SNIRH não incluem precipitações com durações inferiores ao dia, o cálculo da precipitação de projeto pode processar-se a partir da “repartição”, para a duração igual ao tempo de concentração em causa, t_c , da precipitação diária máxima anual com período de retorno T . Por sua vez, a estimativa desta última precipitação utiliza a análise estatística aplicada a amostras de precipitações diárias máximas anuais registadas em postos udométricos com influência na bacia, apresentadas no **Quadro 3**.

Tendo em vista o tratamento estatístico das anteriores amostras, postularam-se diferentes funções de distribuição de probabilidade, com vista a selecionar a função com melhor ajustamento. Para o efeito procedeu-se exclusivamente à apreciação visual do ajustamento das diferentes funções. Selecionada uma destas funções de distribuição, a estimativa da precipitação diária máxima anual é dada por mera inversão dessa função tendo em conta o período de retorno adotado como critério de projeto. Atendendo a que se está a trabalhar no domínio dos fenómenos hidrológicos extremos postularam-se como leis com adaptabilidade a averiguar as leis de Gumbel, de Pearson III, log-Pearson III, de Goodrich e de Galton. A lei Normal também foi considerada, embora apenas como auxiliar da representação gráfica das demais leis. Tal representação utilizou papel de probabilidade da lei Normal para o que os eixos das abcissas foram graduados em termos de valores da normal reduzida correspondentes às diferentes probabilidades de não excedência. Os resultados obtidos são apresentados na **Figura 8**, nas quais se incluíram linhas verticais auxiliares que permitem identificar as estimativas das precipitações diárias máximas anuais para três períodos de retorno, T , concretamente de 20, 50 e 100 anos. Como antes justificado, para o posto de Lagos são apresentados dois gráficos referentes, um, à amostra completa e, outro, aos últimos 26 registos. No **Quadro 4** indicam-se as estimativas correspondentes aos três períodos de retorno antes mencionados de acordo com as leis que se selecionaram por se considerar que têm melhor ajustamento, também identificadas no quadro.

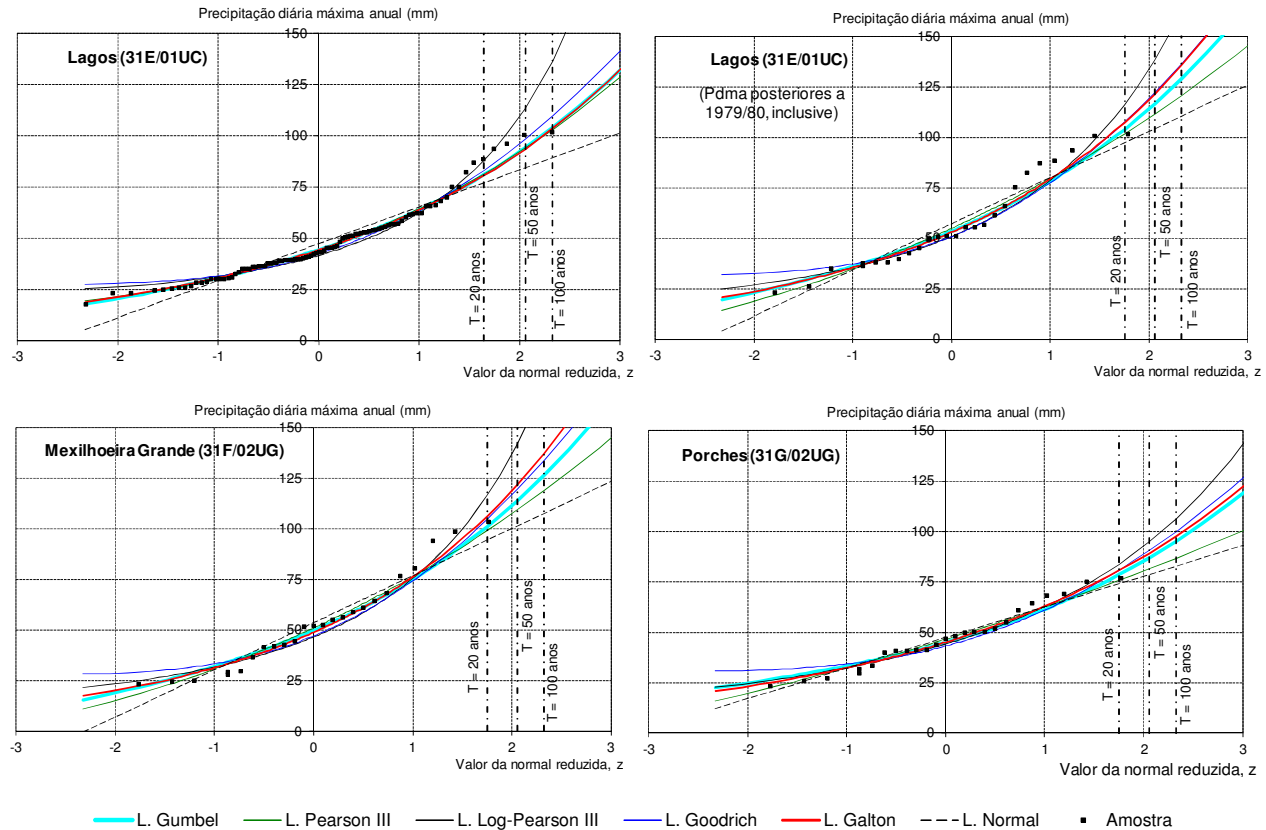


Figura 8 – Ajuste de leis estatísticas às amostras de precipitações diárias máximas anuais do **Quadro 3**.

Quadro 4 – Resultados da análise estatística das precipitações diárias máximas anuais, Pdma, nos postos udométricos do **Quadro 1**. Estimativas para os períodos de retorno, T , de 20, 50 e 100 anos.

Posto udométrico	Lei estatística	T = 20 anos		T = 50 anos		T = 100 anos	
		Estimativa (mm)	Valor adotado (mm)	Estimativa (mm)	Valor adotado (mm)	Estimativa (mm)	Valor adotado (mm)
Lagos (31E/01UC) - Amostra total, entre 1902/1903 e 2005/2006	Goodrich	83.2	100	98.4	120	109.6	135
Lagos (31E/01UC) - Amostra posterior a 1979/1980	Gumbel	100.0		116.6		129.1	
	Galton	102.9		121.4		135.6	
Mexilhoeira Grande (31F/02UG)	Galton	101.3		121.5		137.1	
Porches (31G/02UG)	Gumbel	75.9		86.9		95.2	
	Galton	77.9		89.3		97.7	

Atendendo:

- a) a que consideração da totalidade dos registos no posto de Lago não se afigura confiável dada a tendência nítida aí identificada de acréscimo das precipitações diárias máximas anuais ao progredir-se para o presente;

- b) a que a proximidade entre as estimativas de precipitações diárias máximas anuais baseadas na amostra total em Lagos, que se reconhece como não sendo de adotar, e as decorrentes da amostra no posto de Porches recomenda a não consideração dos resultados referentes a este último posto;
- c) a que as estimativas de precipitações diárias máximas anuais baseadas nos registos mais recentes em Lagos apresentarem grande concordância com as fornecidas pela amostra daquelas precipitações no posto da Mexilhoeira Grande, o que confere consistência as a umas e outras estimativas;
- d) à maior proximidade do posto de Lagos relativamente à área em estudo,

optou-se por prosseguir o estudo com os valores, embora obviamente arredondados, que decorrem da análise estatística das precipitações diárias máximas anuais tendo por base os registos no posto udométrico de Lagos posteriores a 1979/1980, conforme também indicado no **Quadro 4**.

3.4. Precipitações máximas anuais de projeto

Como mencionado, o cálculo das precipitações máximas anuais com diferentes períodos de retorno e durações iguais aos tempos de concentração das duas bacias hidrográficas em estudo utilizou a “repartição” das precipitações diárias anuais com aqueles períodos de retorno.

Com efeito, estudos recentes mostraram que o quociente entre precipitações máximas anuais com dadas durações prefixadas, t_a e t_b , ou seja, P_{t_a}/P_{t_b} , apresenta uma grande uniformidade espacial, mesmo que estejam em causa precipitações com diferentes períodos de retorno. Deste modo, uma vez que num dado posto udométrico se disponha, por exemplo, da curva intensidade-duração-frequência, curva IDF, que permita o cálculo do anterior quociente, o resultado assim obtido tem aplicabilidade, não apenas no posto, mas regionalmente. Concretamente, se t_b se referir à duração de 24 h e t_a a uma outra qualquer duração, o quociente P_{t_a}/P_{24} estabelecido com base num posto udométrico em que seja conhecida a curva IDF pode ser aplicado ao cálculo de P_{t_a} numa bacia hidrográfica localizada nas proximidades desse posto, desde que se disponha para esta bacia da estimativa da precipitação diária máxima anual, P_{24} .

De entre os postos udométricos para os quais BRANDÃO *et. al.*, 2001¹, estabeleceram curvas IDF, conta-se o posto de Praia da Rocha, localizado a menos de 1 km da zona de intervenção pelo que foi utilizado para “repartir” as precipitações diárias máximas anuais adotadas, sistematizadas no **Quadro 4**, em precipitações com durações iguais aos tempos de concentração das bacias hidrográficas em estudo. As curvas IDF estabelecidas por aqueles autores obedecem à seguinte equação geral

$$i = \alpha t^\beta$$

em que α e β são parâmetros, i é a intensidade da precipitação (mm/h) e t , a respetiva duração (min). Os autores em menção definiram os parâmetros α e β foram em função do período de retorno para três intervalos

¹ BRANDÃO, C. e RODRIGUES, R, e COSTA, J. P., 2001, Análise de fenómenos extremos. Precipitações intensas em Portugal Continental. Direção dos Serviços de Recursos Hídricos, DSRH, Instituto da Água, INAG, Lisboa.

da duração da precipitação, a saber, entre 5 e 30 min, entre 30 min e 6 h e entre 6 e 48 h. Os correspondentes valores para os três períodos de retorno adotados no estudo são apresentados no **Quadro 5**.

Quadro 5 – Parâmetros das curvas IDF relativas ao posto udométrico de Praia da Rocha (31F/01).

Duração da precipitação	T = 20 anos		T = 50 anos		T = 100 anos	
	α	β	α	β	α	β
Entre 5 e 30 min	296.56	-0.563	351.59	-0.571	393.85	-0.575
Entre 30 min e 6 h	513.84	-0.711	607.46	-0.715	677.76	-0.718
Entre 6 e 48 h	572.27	-0.732	632.04	-0.725	677.55	-0.721

Menciona-se que, não obstante a proximidade do posto de Praia da Rocha à zona em estudo, não foi possível utilizar o mesmo na caracterização das precipitações diárias máximas anuais pelo facto de o posto não constar da base de dados do SNIRH. Uma vez que se desconhece as condições, designadamente no que respeita ao período com registos, subjacentes ao estabelecimento da IDF apresentada para tal posto, considerou-se que não seria de utilizar diretamente essa curva no cálculo das precipitações de projeto, mas tão-somente para “repartir” a precipitação diária máxima anual estimada com base no posto de Lagos.

No **Quadro 6** apresentam-se, para cada uma das bacias hidrográficas em estudo, as estimativas das precipitações com os períodos de retorno de 20, 50 e 100 anos e com duração igual ao tempo de concentração da bacia obtidas mediante aplicação da metodologia descrita à “repartição” das precipitações diárias máximas anuais fornecidas pela análise estatística, as quais, não obstante terem sido apresentadas no **Quadro 4** foram novamente explicitadas no **Quadro 6** (células a sombreado).

Quadro 6 – Precipitações nas bacias hidrográficas com durações iguais aos tempos de concentração e períodos de retorno de 20, 50 e 100 anos.

Duração da precipitação (tc ou 24 h)	Período de retorno de T = 20 anos						Período de retorno de T = 50 anos						Período de retorno de T = 100 anos					
	IDF de Praia da Rocha		P/P24	Precipitação na bacia hidrográfica			IDF de Praia da Rocha		P/P24	Precipitação na bacia hidrográfica			IDF de Praia da Rocha		P/P24	Precipitação na bacia hidrográfica		
	i	P		i	P		i	P		i	P		i	P		i	P	
	mm/h	(mm)		mm/h	(mm)		mm/h	(mm)		mm/h	(mm)		mm/h	(mm)		mm/h	(mm)	
Bacia 1 (Sul)	1.92	114.92	17.62	33.7	0.50	50.4	20.43	39.1	0.50	60.3	22.48	43.0	0.50	67.7				
Bacia 2 (Norte)	1.11	66.52	25.99	28.8	0.43	43.0	30.21	33.5	0.43	51.6	33.28	36.9	0.43	58.0				
	24.00	1440.00	2.79	67.0	1.00	100.0	3.24	77.8	1.00	120.0	3.58	85.9	1.00	135.0				

De modo a associar hietogramas às anteriores precipitações procedeu-se à aplicação de um procedimento de repartição das precipitações de projeto em tudo equivalente ao subjacente ao **Quadro 6**, considerando que cada hietograma seria constituído por três blocos alternados, cada com a duração de 1/3 do tempo de concentração da bacia hidrográfica a que se refere. Para o efeito calcularam-se, com base na IDF de Praia da Rocha relativa a cada

um dos períodos de retorno em estudo, as frações da precipitação diária máxima anual para durações da precipitação de $t_c/3$ e $2 t_c/3$. Tais frações foram seguidamente aplicadas à estimativa da precipitação diárias máxima anual com esse período de retorno em cada bacia hidrográfica, com obtenção, para a mesma, das precipitações para aquelas durações, bem como os correspondentes incrementos de precipitação entre durações consecutivas, ΔP , os quais, quando distribuídos alternadamente, definem os hietogramas em vista. A distribuição dos blocos atendeu ao facto de a forma do hietograma da precipitação que maximiza o caudal de ponta de cheia dever ser simétrica da forma esperada do hidrograma de cheia. O procedimento de cálculo e os resultados obtidos são apresentados no **Quadro 7**.

Quadro 7 – Hietogramas das precipitações nas bacias hidrográficas com durações iguais aos tempos de concentração e períodos de retorno de 20, 50 e 100 anos.

	Duração da precipitação (tc ou 24 h)		Período de retorno de T = 20 anos							Período de retorno de T = 50 anos							Período de retorno de T = 100 anos						
			IDF de Praia da Rocha		P/P24	Bacia hidrográfica			IDF de Praia da Rocha		P/P24	Bacia hidrográfica			IDF de Praia da Rocha		P/P24	Bacia hidrográfica					
			i	P		Precipitação	Δ P	Hietograma	i	P		Precipitação	Δ P	Hietograma	i	P		Precipitação	Δ P	Hietograma			
	(h)	(min)	(mm/h)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
Bacia 1 (Sul)	0.64	38.31	38.47	24.6	0.37	36.7	36.7	5.6	43.22	27.6	0.35	42.5	42.5	6.6	49.46	31.6	0.37	49.6	49.6	7.3			
	1.28	76.61	23.50	30.0	0.45	44.8	8.1	36.7	27.30	34.9	0.45	53.8	11.2	42.5	30.07	38.4	0.45	60.3	10.7	49.6			
	1.92	114.92	17.62	33.7	0.50	50.4	5.6	8.1	20.43	39.1	0.50	60.3	6.6	11.2	22.48	43.0	0.50	67.7	7.3	10.7			
	24.00	1440.00	2.79	67.0	1.00	100.0	--	--	3.24	77.8	1.00	120.0	--	--	3.58	85.9	1.00	135.0	--	--			
Bacia 2 (Norte)	0.37	22.17	56.75	21.0	0.31	31.3	31.3	4.8	66.26	24.5	0.31	37.8	37.8	5.6	73.25	27.1	0.32	42.5	42.5	6.3			
	0.74	44.34	34.67	25.6	0.38	38.3	6.9	31.3	40.37	29.8	0.38	46.0	8.2	37.8	44.53	32.9	0.38	51.7	9.2	42.5			
	1.11	66.52	25.99	28.8	0.43	43.0	4.8	6.9	30.21	33.5	0.43	51.6	5.6	8.2	33.28	36.9	0.43	58.0	6.3	9.2			
	24.00	1440.00	2.79	67.0	1.00	100.0	--	--	3.24	77.8	1.00	120.0	--	--	3.58	85.9	1.00	135.0	--	--			

3.5. Caudais de ponta de cheia e hidrogramas de cheia

O cálculo dos hidrogramas e dos caudais de ponta de cheia gerados pelos hietogramas do **Quadro 7** utilizou o hidrograma unitário sintético (HUS) do *Soil Conservation Service, SCS*, mediante recurso ao *software* HEC-HMS. A utilização daquele hidrograma requer a indicação, para além da área da bacia hidrográfica a que se aplica, do tempo de lag, t_{lag} , para o que adotou o valor sugerido pelo próprio SCS de 60% do tempo de concentração da bacia hidrográfica em menção. As perdas de precipitação em qualquer intervalo de tempo foram consideradas iguais a 20% da precipitação nesse intervalo.

Os hidrogramas obtidos para as duas bacias hidrográficas e três períodos de retorno em questão são apresentados na **Figura 9**. No **Quadro 8** especificam-se os correspondentes caudais de ponta de cheia, bem como os volumes das cheias.

Se, porventura, as duas bacias hidrográficas 1 (Sul) e 2 (Norte) estiverem de algum modo ligadas em termos de drenagem das águas pluviais, pode muito preliminarmente admitir-se como situação mais excecional a sobreposição dos caudais de ponta de cheia do **Quadro 8**, embora do ponto de vista teórica se espere que, pelo menos, exista algum desfasamento temporal entre caudais de cheias. Nestas circunstâncias aproximadas

esperar-se-ia um caudal de ponta de cheia para o período de retorno de 100 anos da ordem de $10 \text{ m}^3/\text{s}$, ou seja inferior aos $14 \text{ m}^3/\text{s}$ estimados no estudo objeto antecedente do **item 2.3**, o que não é de estranhar pois tal estudo indica a precipitação de 155 mm para a duração de 12 h, valor esta inclusivamente superior à estimativa agora alcançada de 135 mm para a duração de 24 h.

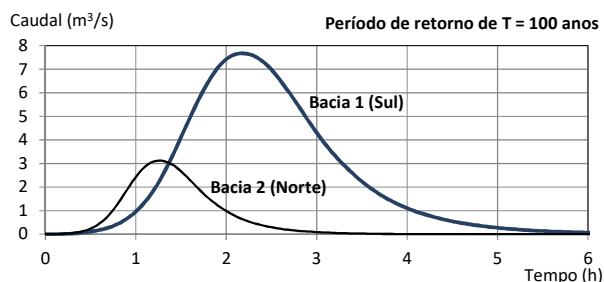
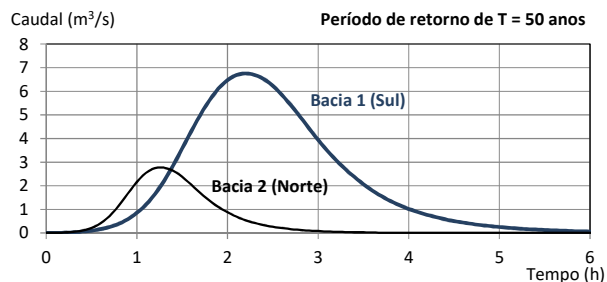
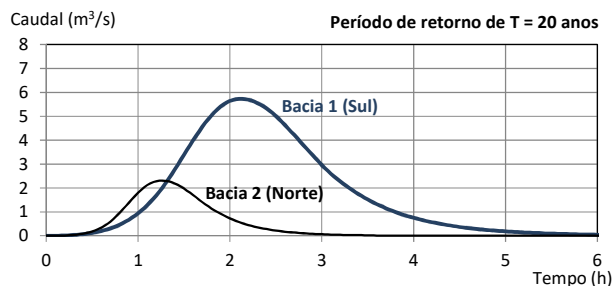


Figura 9 – Hidrogramas de cheias gerados nas bacias hidrográficas representadas na **Figura 4** para precipitações com durações iguais aos tempos de concentração das bacias, descritas por hietogramas não uniformes com três blocos alternados e com os períodos de retorno de 20, 50 e 100 anos.

Quadro 8 – Caudais de ponta de cheia e volumes de cheias nas bacias hidrográficas da **Figura 4** para os hietogramas de projeto do **Quadro 7**.

	Bacia 1 (Sul)			Bacia 2 (Norte)		
	T = 20 anos	T = 50 anos	T = 100 anos	T = 20 anos	T = 50 anos	T = 100 anos
Caudal de ponta de cheia, Q_p (m^3/s)	5.7	6.8	7.7	2.3	2.8	3.1
Volume da cheia (dam^3)	37.9	45.4	50.9	8.9	10.7	12.1

Contudo, o sistema de drenagem de águas pluviais existente a montante da área a intervencionar tem necessariamente de contribuir para a diminuição dos volumes de cheia afluentes à mesma, situação esta que não está contemplada nos volumes do **Quadro 8** que, assim, representam estimativas máximas teóricas. Tendo tal circunstância em conta, arbitraram-se diferentes caudais suscetíveis de serem desviados por aquele sistema e que, assim, deixariam de afluir à área em estudo. Para cada um desses caudais estimaram-se os volumes que ainda continuariam a atingir aquela área para o que se adotaram os hidrogramas de cheia da **Figura 9**. Os resultados obtidos, que se revestem de carácter essencialmente informativo, são apresentados na **Figura 10**. Se o caudal desviado pelo atual sistema de drenagem a montante da área em estudo for nulo, os volumes em causa coincidem obviamente com os do **Quadro 8**.

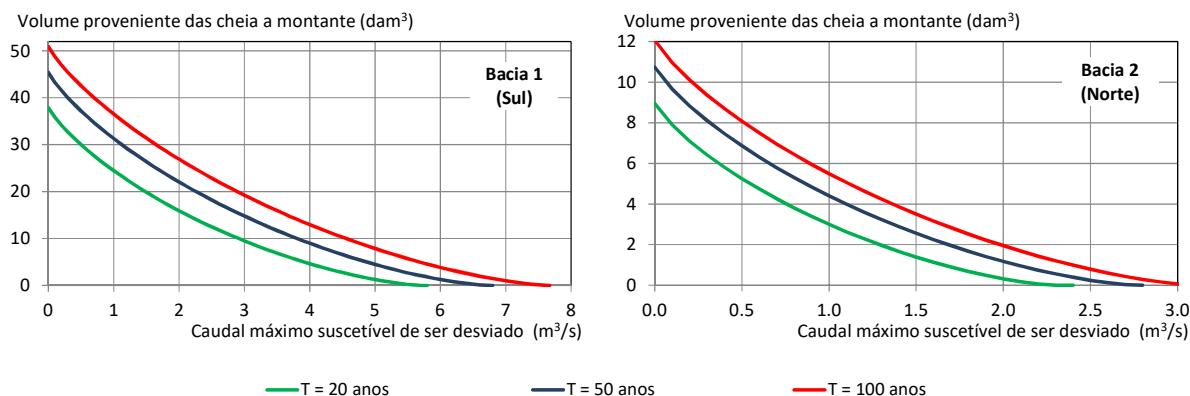


Figura 10 – Volumes de cheia afluentes à área objeto de intervenção provenientes das bacias hidrográficas confinantes com aquela área para diferentes hipóteses de caudais suscetíveis de serem desviados da área pelo atual sistema de drenagem a montante da mesma.

3.6. Principais conclusões da análise de cheias

Em face da inexistência de uma rede de drenagem natural no interior da área em estudo, a análise de cheias focou-se na estimativa de caudais e de volumes de cheia afluentes à periferia daquela área. Uma vez que os resultados assim obtidos não têm em conta o sistema de drenagem de águas pluviais que deve existir a montante da área em estudo e que deverá desviar da mesma parte dos caudais de cheia, tratam-se, portanto de valores limites superiores.

Se tal sistema foi reequacionado em conjunto com o que atravessa a área em estudo, pode mesmo dar-se o caso de se concluir ser possível assegurar o escoamento até ao rio Arade dos caudais de cheia que afluem àquela área. Tal possibilidade carece, contudo, de análises adicionais específicas para as quais é fundamental o reconhecimento das atuais infraestruturas de drenagem pluvial, das suas condições de conservação e de funcionamento e das intervenções eventualmente necessárias para assegurar as capacidades de transporte em vista (por exemplo e para além da garantia de estanquidade, aumento da seção transversal ou tratamento das superfícies internas e das singularidades de modo a diminuir as perdas de carga). A confirmar-se aquela possibilidade, os volumes a considerar na área objeto de intervenção seriam apenas os provenientes da precipitação diretamente nela caída. Nessa ótica e, mais uma vez, com carácter essencialmente informativo (uma vez que, por exemplo, se despreza toda e qualquer infiltração), estimaram-se os volumes correspondentes a precipitações intensas com diferentes durações (até cerca da ordem de grandeza das consideradas na análise das cheias provenientes das bacias hidrográficas a montante da área em estudo) e períodos de retorno, sobre a área em causa de 26.4 ha, conforme se apresenta na **Figura 11**.

Na apreciação do anterior aspeto, é fundamental atender ao facto de que o sistema de drenagem de águas pluviais que atravessa a área em estudo e que, em tempos, deveria ser assegurado pela galeria de betão, não sendo atualmente estanque e estando sujeito à ação da maré, não só não permite a drenagem de caudais cheia, como promove o alagamento daquela área (por submersão pela maré), mesmo sem ser em condições de cheia.

Para tal circunstância contribuiu obviamente a degradação do sistema, com ênfase para a abertura lateral que foi executada na sua intersecção com a vala de drenagem que se desenvolve no extremo norte da área em estudo.

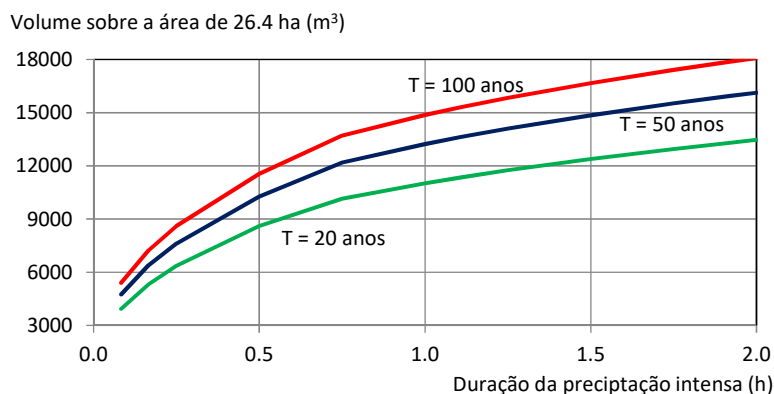


Figura 11 – Volumes da precipitação intensa sobre a área em estudo para diferentes durações e períodos de retorno (pressuposto de perdas de precipitação nulas).

4. Impactes do projeto nas cheias

No que respeita às cheias afluentes à área em estudo, o projeto não altera as condições atualmente ocorrentes. Pode, contudo, contribuir para um melhor escoamento das águas pluviais e para a redução das ocorrências de cheia, designadamente através da recuperação do sistema de drenagem que atravessa aquela área e da sua correta interligação ao sistema proveniente de montante. A par com essa recuperação e não obstante não ter relação com o escoamento em condições de cheia, será fundamental intervir na vala de drenagem que se desenvolve no extremo norte da área em estudo. A implementação das anteriores ações traduz-se num impacto positivo atribuível ao projeto, eventualmente podendo mesmo constituir uma medida compensatória.

Em termos de acumulação de água sobre a área em estudo quando da ocorrência de precipitações intensas, admite-se que a introdução de áreas impermeáveis resulte numa maior acumulação a qual será compensada pela criação prevista de lagos artificiais e pela maior capacidade de armazenamento de água no solo que resultará do alteamento, por aterro, daquela área, julgando-se haver assim uma compensação de impactes.

