

ANEXO 5- Estudo Hidrológico

EPUL

EMPRESA PÚBLICA DE URBANIZAÇÃO DE LISBOA

ESTUDO HIDROLÓGICO PARA O PLANO DE URBANIZAÇÃO DO VALE DE SANTO ANTÓNIO, LISBOA

RELATÓRIO

NOVEMBRO 2010

Trabalho elaborado por HIDROPROJECTO, Engenharia e Gestão, S.A., cujo Sistema de Gestão da Qualidade está certificado pela APCER, com o n.º 1998/CEP.777

ESTUDO HIDROLÓGICO PARA O PLANO DE URBANIZAÇÃO DO VALE DE SANTO ANTÓNIO, LISBOA

RELATÓRIO

NOVEMBRO 2010

ESTUDO HIDROLÓGICO PARA O PLANO DE URBANIZAÇÃO DO VALE DE SANTO ANTÓNIO, LISBOA

Equipa de Trabalho

Director de Projecto	Alexandra Cardoso
Coordenador Técnico	Alexandra Cardoso
Responsável pela elaboração do Estudo	Manuel Quaresma
Secretária Técnica	Maria João Catalão

EPUL
EMPRESA PÚBLICA DE URBANIZAÇÃO DE LISBOA

**ESTUDO HIDROLÓGICO PARA O PLANO DE
URBANIZAÇÃO DO VALE DE SANTO
ANTÓNIO, LISBOA**

RELATÓRIO

Nº DO CONTRATO: ATC3367

Nº DO DOCUMENTO: 01.RP.R.001.01
FICHEIRO:336701RPR00101.doc

DATA: 2010-11-26

REGISTO DAS ALTERAÇÕES		
Nº Ordem	Data	Designação

O COORDENADOR TÉCNICO:

Índice do documento

1	INTRODUÇÃO	5
2	METODOLOGIA.....	6
3	CARACTERIZAÇÃO DOS REGIMES DE ESCOAMENTO.....	7
3.1	Breve caracterização da bacia hidrográfica.....	7
3.1.1	Rede hidrográfica.....	7
3.1.2	Solos.....	8
3.1.3	Geologia	9
3.2	Situação actual	11
3.2.1	Caudais de ponta de cheia.....	11
3.2.1.1	Tempos de concentração.....	11
3.2.1.2	Curvas de intensidade-duração-frequência (IDF).....	14
3.2.1.3	Determinação dos caudais de ponta de cheia.....	15
3.2.2	Carta de declives	15
3.3	Situação futura.....	19
3.3.1	Caudais de ponta de cheia.....	19
3.3.1.1	Tempos de concentração.....	19
3.3.1.2	Determinação dos caudais de ponta de cheia.....	22
3.3.2	Carta de declives	22
3.3.3	Túnel sob a Avenida General Roçadas.....	24
4	MEDIDAS PROPOSTAS NO PUVSA.....	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27

Lista de Figuras

Figura 3.1 – Localização da bacia hidrográfica considerada e limite do PUVSA	7
Figura 3.2 – Linhas preferenciais de escoamento	8
Figura 3.3 – Pormenor da encosta do Alto da Eira	9
Figura 3.4 – Extracto da Carta Geológica da zona em estudo e área envolvente.....	10
Figura 3.5 – Áreas edificadas. Situação actual.....	12
Figura 3.6 – Áreas pavimentadas. Situação actual.....	12
Figura 3.7 – Zonas “verdes”	13
Figura 3.8 – Carta de declives (%)	16
Figura 3.9 – Aspecto do coberto vegetal nas zonas de maior declive (1/2)	17
Figura 3.10 – Aspecto do coberto vegetal nas zonas de maior declive (2/2)	18
Figura 3.11 – Aspecto do edificado na vertente da Av. ^a Mouzinho de Albuquerque para o Bairro Lopes (1/2).....	18
Figura 3.12 – Aspecto do edificado na vertente da Av. ^a Mouzinho de Albuquerque para o Bairro Lopes (2/2).....	19
Figura 3.13 – Áreas edificadas. Situação PUVSA	20
Figura 3.14 – Áreas pavimentadas. Situação PUVSA	20
Figura 3.15 – Zonas “verdes”. Situação PUVSA.....	21
Figura 3.16 – Carta de declives (%)	23

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 – Breve caracterização geológica da bacia hidrográfica	10
Tabela 3.2 – Tempo de concentração	14
Tabela 3.3 – Parâmetros das curvas IDF consideradas	14
Tabela 3.4 – Caudais de ponta de cheia	15
Tabela 3.5 – Classes de declives e riscos de erosão associados.....	16
Tabela 3.6 – Classes de declive e riscos de erosão associados na bacia hidrográfica.....	17
Tabela 3.7 – Tempo de concentração	21
Tabela 3.8 – Caudais de ponta determinados	22
Tabela 3.9 – Classes de declive e riscos de erosão associados na bacia hidrográfica.....	23
Tabela 5.1 – Variação dos caudais de ponta de cheia.....	27

Tabela 5.2 – Variação do risco de erosão associado às classes de declive na bacia hidrográfica27

1 Introdução

O presente relatório refere-se ao Estudo Hidrológico para o Plano de Urbanização do Vale de Santo António (PUVSA).

A finalidade deste estudo é dar resposta à solicitação da Administração de Região Hidrográfica do Tejo, I.P. (ARH Tejo), que preconiza a realização de um estudo hidrológico que assegure a avaliação das alterações das condições de escoamento face à impermeabilização do solo proposta no PUVSA.

Dado que, de acordo com a comunicação da ARH Tejo, este estudo deverá fornecer informação para o dimensionamento de eventuais sistemas de captação, retenção e reutilização de águas pluviais e de promoção da infiltração de água no solo, foram estimados caudais de ponta de cheia, para vários períodos de retorno usualmente utilizados para o dimensionamento deste tipo de infra-estruturas.

Com base nos resultados obtidos, tecem-se algumas considerações acerca do comportamento do vale, no que respeita às condições de escoamento, com enfoque na zona de implementação do PUVSA.

2 Metodologia

Para atingir o objectivo pretendido de avaliar as condições de escoamento na área de implementação do PUVSA (área em estudo), foi estudada a bacia hidrográfica na qual se insere esta área.

A área em estudo ocupa a zona de jusante da bacia hidrográfica estudada, representando cerca de 51% da sua área total. Os restantes 49% da área da bacia correspondem a áreas urbanas já consolidadas, pelo que se considera que não terão influência nas conclusões tiradas.

Dado que as principais alterações decorrentes da implementação do PUVSA se devem à impermeabilização dos solos que as intervenções do Plano acarretam, a análise foi feita comparando os escoamentos actualmente gerados na bacia com aqueles que se produzirão quando todas as intervenções previstas no PUVSA estiverem implementadas. Esta análise foi feita fazendo variar o coeficiente que, na determinação de caudais, tem em conta a ocupação do solo.

Para uma melhor caracterização da situação actual da bacia hidrográfica onde se insere a área do PUVSA, efectuou-se uma visita ao local para reconhecimento *in situ* da ocupação actual do solo, verificação da existência de linhas de água permanentes, dos tipos de solo em presença e respectivo revestimento vegetal e das condições de drenagem actuais.

Esta visita, realizada no passado dia 15 de Junho, foi documentada fotograficamente, apresentando-se ao longo do relatório as fotografias que melhor ilustram as condições existentes.

Posteriormente, estudou-se a situação pós-implementação do PUVSA, de forma a permitir a avaliação das alterações às condições de escoamento decorrentes da ocupação do solo proposta.

Foram também estimados caudais de ponta de cheia, para vários períodos de retorno usualmente utilizados para o dimensionamento deste tipo de infra-estruturas, nomeadamente 2, 10 e 100 anos.

Com base nos resultados obtidos, tecem-se algumas considerações acerca do comportamento do vale, no que respeita às condições de escoamento, com enfoque na zona de implementação do PUVSA.

3 Caracterização dos regimes de escoamento

3.1 Breve caracterização da bacia hidrográfica

3.1.1 Rede hidrográfica

A bacia hidrográfica baseada na topografia, e não considerando possíveis desvios para a rede de drenagem existente, assim como a área de intervenção do PUVSA, são mostradas na Figura 3.1.

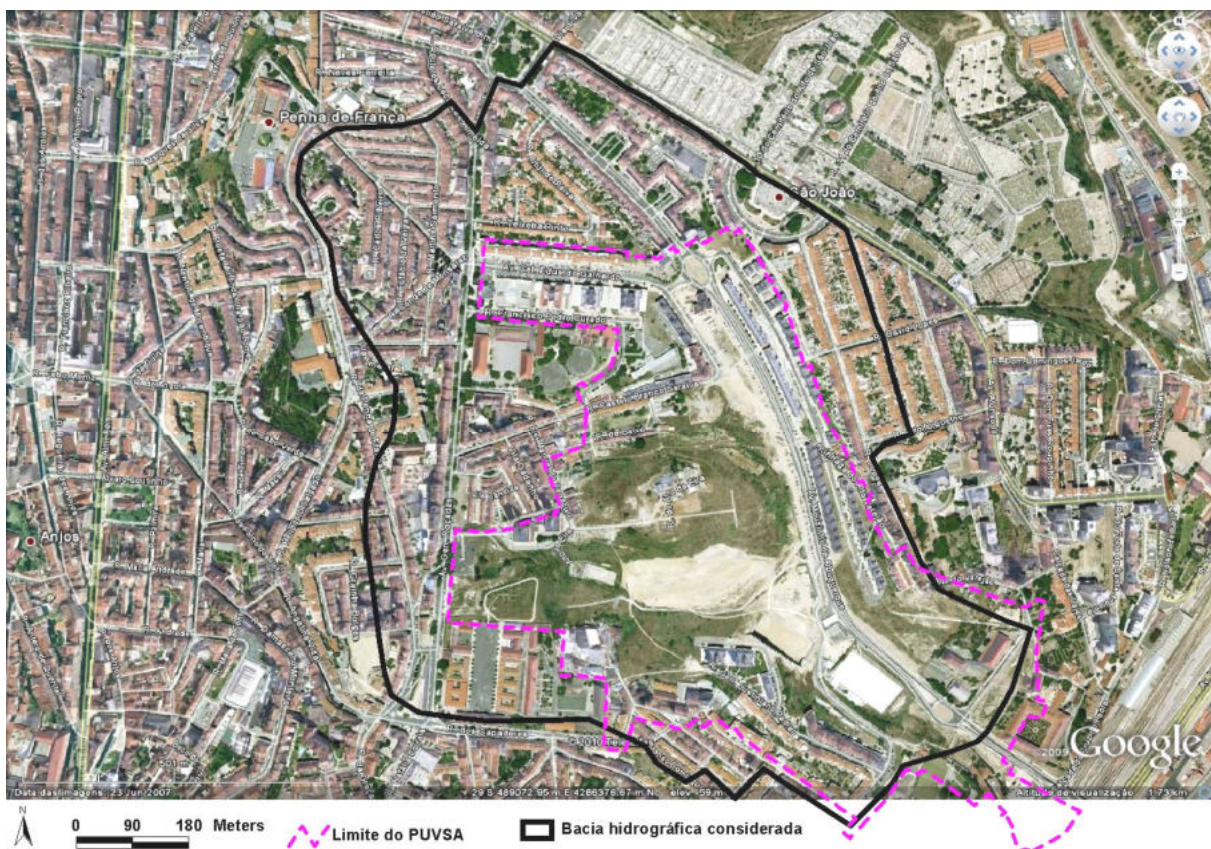


Figura 3.1 – Localização da bacia hidrográfica considerada e limite do PUVSA

Tratando-se de uma bacia hidrográfica em meio urbano, e não existindo linhas de água, os escoamentos existentes processam-se para a rede de drenagem pluvial existente, no entanto parte dos escoamentos com origem no vale da Quinta dos Peixinhos e vertentes do morro do Alto da Eira são superficiais, vindo a atingir a rede de drenagem existente na Av.^a Mouzinho de Albuquerque.

Na Figura 3.2 é mostrada as linhas preferenciais de escoamento, com base na topografia disponível.



Figura 3.2 – Linhas preferenciais de escoamento

3.1.2 Solos

Segundo a Carta dos Solos¹ a bacia hidrográfica considerada situa-se em

¹ Atlas do Ambiente, delineado por J. Carvalho Cardoso, M. Teixeira Bessa e M. Branco Marado (Engenheiros Agrónomos) – 1971.

Cambissolos cálcicos – Calcários Pardos, Normais.

Conforme se pode observar na foto que se apresenta na Figura 3.3, os produtos da erosão constituem uma fonte sedimentar importante.



Figura 3.3 – Pormenor da encosta do Alto da Eira

3.1.3 Geologia

A área em estudo é abrangida pela Carta Geológica de Portugal 34-D à escala 1:50 000, pela folha 4 da Carta Geológica do Concelho de Lisboa à escala 1:10 000 e pela folha 431 da Carta Militar de Portugal do Instituto Geográfico do Exército, à escala 1:25 000.

Na área em estudo ocorrem as seguintes unidades lito-estratigráficas, listadas sequencialmente da mais antiga para a mais recente:

- Formação miocénica (Burdigaliano superior) “Calcários do Casal Vistoso” (M^2_{Va1})
- Formação miocénica (Burdigaliano superior) “Areias com *Placuna miocenica*” (M^2_{Va2})
- Formação miocénica (Burdigaliano superior) “Calcários da Musgueira” (M^2_{Va3})

Na figura seguinte apresenta-se um extracto da Carta Geológica do Concelho de Lisboa, à escala 1:10 000, dos Serviços Geológicos de Portugal.

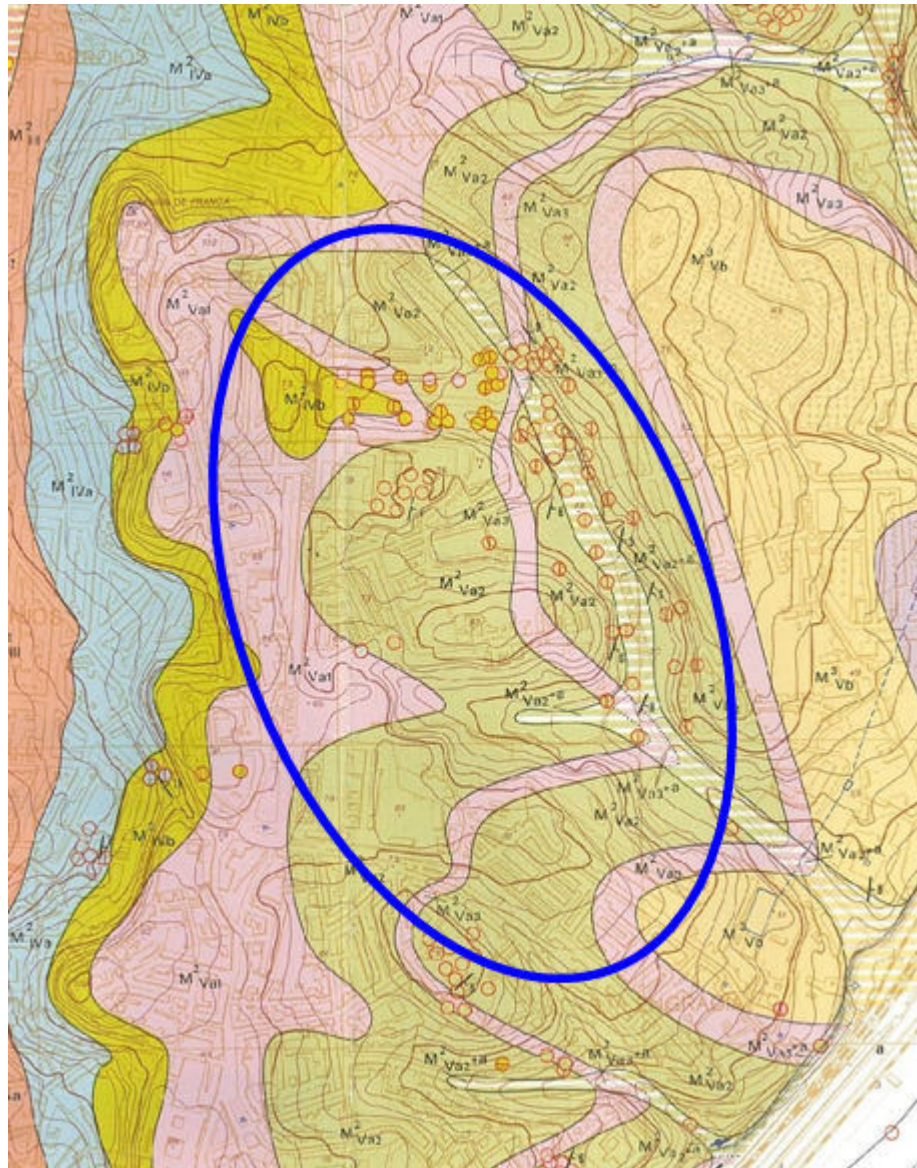


Figura 3.4 – Extracto da Carta Geológica da zona em estudo e área envolvente

A localização geológica da bacia hidrográfica é resumida na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Breve caracterização geológica da bacia hidrográfica

Legenda	Litologia	Designação
Miocénico de Lisboa (Mio-pleistocénico)	Detríticas, formações sedimentares	Arenitos, Calcários mais ou menos margosos, areias, cascalheiras, argilas

3.2 Situação actual

3.2.1 Caudais de ponta de cheia

3.2.1.1 Tempos de concentração

Apresentam-se, seguidamente, as características físicas da bacia hidrográfica necessárias à determinação ao tempo de concentração.

Área (km ²)	0,873
Perímetro (km)	4,1
Cota média (m)	60,0
Cota máxima (m)	97,0
Cota mínima (m)	15,0
Declive médio (%)	10,2
Comprimento da linha de água principal (km)	1,7
Comprimento ao centro de gravidade da bacia (km)	0,7
Comprimento equivalente da linha de água (km)	0,5
Cota máxima da linha de água (m)	73,0
Cota máxima equivalente da linha de água (m)	65,0
Número de escoamento N_{AMCIII} (SCS)	97,9

Para a determinação do número de escoamento (97,9) foi feita a ponderação da ocupação do solo, considerando as percentagens de área edificada, de área pavimentada e de áreas verdes da bacia hidrográfica, que se evidenciam nas figuras seguintes.

À área edificada, que ocupa cerca de 36% da área da bacia hidrográfica considerada (ver Figura 3.5), corresponde um número de escoamento N_{AMCIII} (SCS) de 99².

² LENCASTRE, A. e FRANCO, F.M. 1984 - *Lições de Hidrologia*. Universidade Nova de Lisboa.

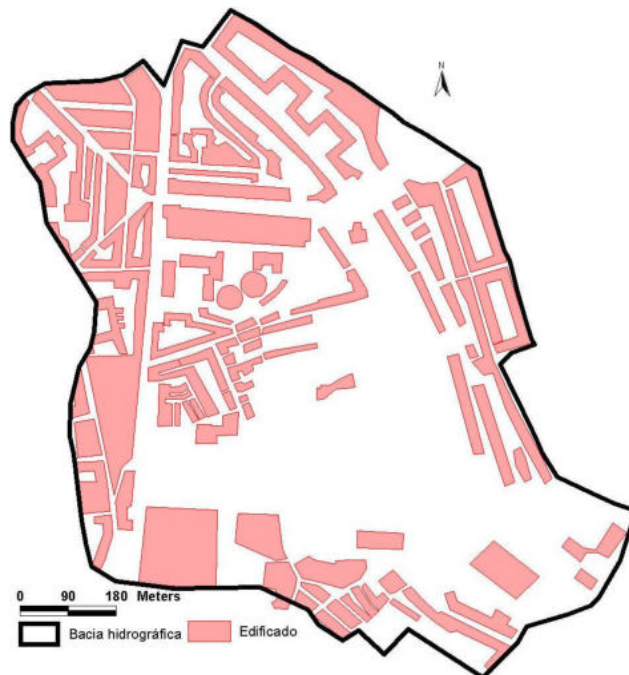


Figura 3.5 – Áreas edificadas. Situação actual

O valor de ocupação da área pavimentada, à qual corresponde N_{AMCIII} (SCS) de 99, é de cerca de 12% da área da bacia hidrográfica considerada (ver Figura 3.6).

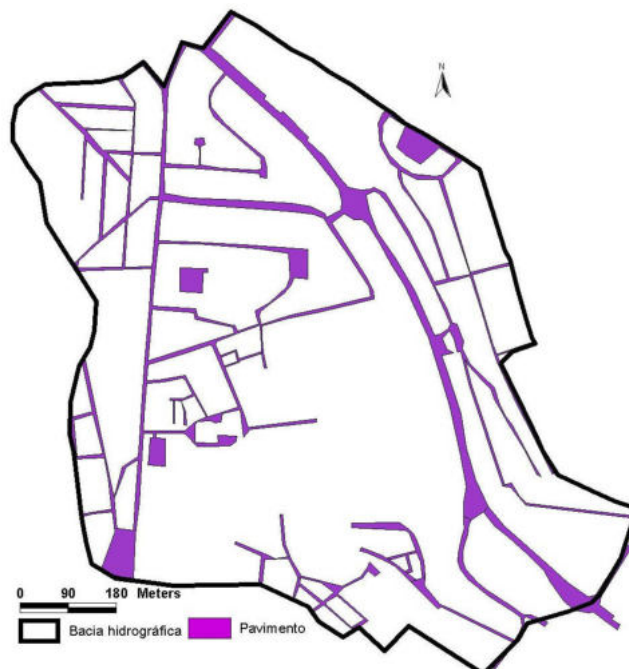


Figura 3.6 – Áreas pavimentadas. Situação actual

O valor da área “verde” (mato, baldios, quintais e jardins) é de cerca 52% da área da bacia hidrográfica considerada (Figura 3.7). A estas áreas fez-se corresponder um número de escoamento N_{AMCIII} (SCS) de 97.



Figura 3.7 – Zonas “verdes”

Conforme referido, a ponderação dos valores do número de escoamento correspondentes à ocupação de solo referida, permitiu a determinação do número de escoamento da bacia hidrográfica.

Para determinação do tempo de concentração recorreu-se a várias fórmulas empíricas, tendo-se adoptado para efeitos dos cálculos subsequentes um tempo de concentração correspondente ao valor médio dado pelas diversas fórmulas utilizadas retirando os dois valores extremos, tendo-se obtido os valores que se apresentam na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Tempo de concentração

Tempo de concentração (h)														Veloc. correspondente a Tc (m/s)
S C Service	Kirpich	Kirpich Modificado por Chow	Temez	Ven Te Chow	U S Corps of Engineers	Ventura	Pickering	Bransby Williams	Giandotti	Pasini	Picking	Tc calculado	Tc adoptado	
0,14	0,11	0,11	0,32	0,15	0,41	0,38	0,11	0,23	0,86	0,28	0,14	0,23	0,23	0,73

3.2.1.2 Curvas de intensidade-duração-freqüência (IDF)

Foram utilizados os valores das curvas de intensidade de precipitação apresentados em LNEC, 1986³, para regiões pluviométricas do tipo A e, também, os valores expostos em INAG, 2001⁴, para a estação de Lisboa (Portela) e duração da chuvada de 5 a 30 minutos, para os períodos de retorno de 2,10 e 100 anos. Os parâmetros das referidas curvas apresentam-se na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Parâmetros das curvas IDF consideradas

Período de retorno T	LNEC, 1986		INAG, 2001	
	a	b	a	b
2	202,72	-0,577	187,7	-0,516
10	290,68	-0,549	365,58	-0,571
100	365,62	-0,508	591,31	-0,598

A intensidade da precipitação é dada por:

$$i = a \cdot t^b \text{ (mm/h)}$$

Onde t é a duração da chuvada em minutos e os parâmetros a e b, os que constam da tabela anterior.

³ Maria Rafaela Matos, Madalena H. da Silva - Estudos de precipitação com aplicação no projecto de sistemas de drenagem pluvial – LNEC, 1986

⁴ Cláudia Brandão, Rui Rodrigues, Joaquim Pinto da Costa - Análise de fenómenos extremos precipitações intensas em Portugal Continental – INAG 2001

3.2.1.3 Determinação dos caudais de ponta de cheia

Para a determinação do caudal de ponta de cheia utilizaram-se dois métodos: o do *Soil Conservation Service* (S.C.S.) e o Método Racional.

No método do S.C.S., o número de escoamento (N) depende do tipo hidrológico do solo, da sua utilização e das condições de humedecimento da bacia antecedentes à chuvada, em condições de solo saturado. Para a bacia hidrográfica em estudo, e como descrito acima, o número de escoamento, N_{AMCIII} , considerou-se igual a 97,9.

O parâmetro C do Método Racional, função do relevo, da capacidade de infiltração, do coberto vegetal, e da capacidade de armazenamento superficial, foi obtido por ponderação, tendo-se adoptado o valor de $C = 0,48$.

Na Tabela 3.4 apresentam-se os caudais de ponta de cheia para os períodos de retorno estudados, resultado da aplicação dos dois métodos referidos. O valor adoptado para o caudal de ponta de cheia é a média dos valores calculados, não considerando os dois valores extremos.

Tabela 3.4 – Caudais de ponta de cheia

Período de retorno - T	Precipitação com duração =Tc (mm)		Método				Qp adoptado (m ³ /s)
			SCS		Método Racional		
	LNEC, 1986	INAG, 2001	LNEC, 1986	INAG, 2001	LNEC, 1986	INAG, 2001	
2	10,25	11,14	5,50	6,16	5,20	5,60	5,5
10	15,83	18,79	9,53	11,95	8,00	9,50	9,5
100	22,17	28,31	14,64	19,43	11,20	14,30	14,6

Os valores do caudal de ponta específico são: 6,3 m³/s/km² para T = 2 anos, 10,9 m³/s/km² para T = 10 anos e 16,6 m³/s/km² para T = 100 anos.

3.2.2 Carta de declives

Procedeu-se à elaboração da carta de declives da área em estudo pois este elemento de trabalho permite a caracterização com maior pormenor e objectividade do relevo, dado introduzir um factor quantitativo à sua interpretação. A carta de declives elaborada encontra-se representada (em percentagem) na Figura 3.8.



Figura 3.8 – Carta de declives (%)

Os declives relacionam-se com o risco de erosão de acordo com o exposto na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Classes de declives e riscos de erosão associados

Classe de declive (%)	Morfologia	Tipo de escoamento superficial	Grau de erosão hídrica	Definição de risco
0 - 6	Área plana ou declive suave	Muito lento a médio	Não significativa a pouco significativa	Sem risco, a risco ligeiro de erosão
6 - 12	Terrenos inclinados em relevo geralmente ondulado	Médio a rápido	Significativa	Risco moderado de erosão
12 - 20	Áreas inclinadas	Rápido	Bastante significativa	Risco elevado de erosão
> 20	Áreas muito inclinadas	Muito rápido	Muito significativa	Risco muito elevado de erosão

Para a área em estudo foram definidas as quatro classes de declives e quantificadas as áreas em cada classe de risco de erosão, conforme se apresenta na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 – Classes de declive e riscos de erosão associados na bacia hidrográfica

Classe de declive (%)	Área (km ²)	Área (%)	Risco de erosão
0 a 6	0,110	28,0%	Sem risco, a risco ligeiro de erosão
6 a 12	0,084	21,4%	Risco moderado de erosão
12 a 20	0,059	15,0%	Risco elevado de erosão
>20	0,140	35,6%	Risco muito elevado de erosão

Apesar de parte significativa da área em estudo (50,6%) apresentar risco de erosão elevado a muito elevado, os riscos de erosão encontram-se minimizados devido ao coberto vegetal existente nas zonas de maior declive, como se pode inferir da observação das fotos apresentadas na Figura 3.9 e na Figura 3.10.



Figura 3.9 – Aspecto do coberto vegetal nas zonas de maior declive (1/2)



Figura 3.10 – Aspecto do coberto vegetal nas zonas de maior declive (2/2)

No que se refere à vertente da Av.^a Mouzinho de Albuquerque para o Bairro Lopes, que apresenta um declive bastante acentuado, não se antevêm também problemas de erosão, uma vez que se encontra toda edificada, como se pode observar nas fotos que se apresentam na Figura 3.11 e na Figura 3.12.



Figura 3.11 – Aspecto do edificado na vertente da Av.^a Mouzinho de Albuquerque para o Bairro Lopes (1/2)



Figura 3.12 – Aspecto do edificado na vertente da Av.^a Mouzinho de Albuquerque para o Bairro Lopes (2/2)

3.3 Situação futura

3.3.1 Caudais de ponta de cheia

3.3.1.1 Tempos de concentração

Tal como já se referiu, a alteração mais significativa em consequência da implementação do PUVSA relativamente ao descritor hidrologia, relaciona-se com a alteração das áreas impermeabilizadas e sua implicação nos caudais de ponta de cheia. Assim sendo, os caudais de ponta de cheia foram recalculados, tendo em atenção as alterações propostas, nomeadamente no que respeita à ocupação do solo.

Para se poderem comparar as duas situações (actual e futura) mantiveram-se as características físicas da bacia hidrográfica, alterando somente o valor do número de escoamento (N_{AMCIII} - SCS), através da ponderação da ocupação do solo, o que deu com resultado 98,2, em comparação com os 97,9 anteriores.

O valor da área edificada, à qual corresponde um valor para o N_{AMCIII} (SCS) de 99, passou de 36% para 47% da área da bacia hidrográfica em estudo (ver Figura 3.13).



Figura 3.13 – Áreas edificadas. Situação PUVSA

O valor da percentagem de área pavimentada, à qual corresponde N_{AMCIII} (SCS) de 99, passou de 12% para 13% da área da bacia hidrográfica em estudo (ver Figura 3.14).



Figura 3.14 – Áreas pavimentadas. Situação PUVSA

O valor da área “verde”, à qual corresponde N_{AMCIII} (SCS) de 97, passou de 52%, para 40% da área da bacia hidrográfica em estudo (ver Figura 3.15).



Figura 3.15 – Zonas “verdes”. Situação PUVSA

Na Tabela 3.7 apresentam-se os valores do tempo de concentração, resultantes do novo número de escoamento da bacia hidrográfica, determinado segundo os vários métodos, bem como o valor adoptado seguindo os mesmos princípios já estipulados anteriormente.

Tabela 3.7 – Tempo de concentração

Tempo de concentração (h)													Veloc. correspondente a T_c (m/s)	
S C Service	Kirpich	Kirpich Modificado por Chow	Temez	Ven Te Chow	U S Corps of Engineers	Ventura	Pickering	Bransby Willians	Giandotti	Pasini	Picking	T_c calculado		T_c adoptado
0,13	0,11	0,11	0,32	0,15	0,41	0,38	0,11	0,23	0,86	0,28	0,14	0,23	0,23	0,73

Como se pode constatar, as alterações à ocupação do solo decorrentes da implementação do PUVSA, não induzem variações no valor do tempo de concentração da bacia hidrográfica, o único método que varia em função do número de escoamento é o do S.C.S., que passou de 0,14 para 0,13 horas, variação que não se considera significativa.

3.3.1.2 Determinação dos caudais de ponta de cheia

Para a determinação do caudal de ponta de cheia utilizaram-se, como anteriormente, os métodos do S.C.S. e o Método Racional sendo que, no método do S.C.S o número de escoamento passou para $N_{AMCIII} = 98,2$ e, no método Racional, o parâmetro C passou para 0,49.

Os parâmetros das curvas IDF utilizadas foram os já apresentados na Tabela 3.3.

Na Tabela 3.8 apresenta-se o resultado da aplicação dos dois métodos assim como o valor adoptado para o caudal de ponta em m^3/s , para cada um dos períodos de retorno estudados.

Tabela 3.8 – Caudais de ponta determinados

Período de retorno T	Precipitação com duração =Tc (mm)		Método				Qp adoptado (m^3/s)
			SCS		Método Racional		
	LNEC 1986	INAG 2001	LNEC 1986	INAG 2001	LNEC 1986	INAG 200 ⁹	
2	10,25	11,14	5,79	6,47	5,30	5,80	5,8
10	15,83	18,79	10,04	12,35	8,20	9,70	9,9
100	22,17	28,31	15,06	19,90	11,50	14,60	14,8

Os valores do caudal de ponta específico passam a ser de: $6,6 m^3/s/km^2$ para o T = 2 anos, $11,3 m^3/s/km^2$ para T= 10 anos e $17,0 m^3/s/km^2$ para T=100 anos.

3.3.2 Carta de declives

Na situação pós-implementação do Plano, a morfologia do terreno é alterada, quer pela implantação de novas edificações, quer pelo novo arranjo das zonas verdes de recreio e lazer, dando origem a uma nova carta de declives, que se apresenta na Figura 3.16.



Figura 3.16 – Carta de declives (%)

Para a área em estudo foram definidas as quatro classes de declives e quantificadas as áreas em cada classe de risco de erosão, para a situação pós-implementação do PUVSA, conforme se apresenta na Tabela 3.9.

Tabela 3.9 – Classes de declive e riscos de erosão associados na bacia hidrográfica

Classe de declive (%)	Área (km ²)	(%)
0 a 6	0,096	33,2%
6 a 12	0,073	25,1%
12 a 20	0,038	13,2%
>20	0,082	28,4%

3.3.3 Túnel sob a Avenida General Roçadas

A necessidade de compatibilizar o PUVSA com o Plano Director Municipal (PDM) em elaboração implicou a inclusão de diversas das suas propostas, de entre as quais o traçado da “Circular das Colinas”.

O túnel rodoviário previsto atravessará inferiormente as Avenidas Almirante Reis e General Roçadas, manterá o trânsito local de acesso aos edifícios confinantes e à Rua Martins Sarmiento, entroncando na Av.^a Mouzinho de Albuquerque.

No entanto, não se conhece, à data, nenhum projecto relativo a esta obra.

De acordo com a informação que foi possível obter, a implantação deste túnel será feita a profundidades bastante significativas, pelo que não se terá influência sobre os escoamentos superficiais.

No futuro, o projecto do túnel deverá contemplar a respectiva drenagem, incluindo o(s) destino(s) a dar às águas dela provenientes.

4 Medidas propostas no PUVSA

Resumem-se, de seguida, as principais medidas proposta no PUVSA, relacionadas com a minimização dos efeitos decorrentes da implementação do Plano no escoamento superficial.

No que respeita à drenagem pública de águas residuais, as infra-estruturas existentes na área de intervenção são do tipo unitário e têm frequentemente origem em locais a montante. Como filosofia geral de desenvolvimento do projecto propõe-se, no PUVSA, a construção de sistemas separativos de drenagem de águas residuais em toda a área do Plano, um dedicado à condução das águas residuais domésticas e, outro, à condução das águas pluviais. É chamada a atenção para o facto de se dever assegurar a ligação das águas residuais de montante, que actualmente circulam em colectores unitários, propondo-se a sua ligação à rede de drenagem de águas residuais domésticas, através de câmaras de repartição de caudais.

Prevê-se uma rede integralmente nova, baseada em dois colectores principais a instalar de um e do outro lado da Av.^a Afonso de Albuquerque, nos quais descarregarão colectores secundários que ficarão instalados sob os arruamentos transversais. A jusante, a rede ligará ao sistema existente. O dimensionamento da rede de drenagem de águas residuais domésticas deverá seguir o disposto na regulamentação em vigor, sendo que o cálculo da população a considerar em cada troço da tubagem se baseará na ocupação dos edifícios previstos no Plano.

Quanto à rede de drenagem de águas pluviais, propõe-se também a construção de uma rede integralmente nova, percorrendo a generalidade dos arruamentos da área de intervenção, descarregando em dois colectores principais a instalar de um e do outro lado da Av.^a Afonso de Albuquerque. Para além de assegurar a recolha e condução das águas pluviais produzidas na área de intervenção, a rede deverá ainda permitir a ligação dos efluentes de montante, pelo que deverá ser dimensionada tendo em conta a bacia hidrográfica correspondente. A jusante, a rede ligará ao colector existente a Sul da área do Plano, que actualmente conduz as águas recolhidas em toda a bacia ao Rio Tejo. A solução apontada admite a substituição dos dois emissários principais actualmente existentes na Av.^a Afonso de Albuquerque por outros a implantar nos mesmos locais, no caso de se verificar o funcionamento inadequado do sistema actual.

Como medidas complementares, admite-se a recolha das águas pluviais do Parque Urbano numa bacia de retenção a projectar. Optou-se por não definir desde já a localização e características desta bacia de retenção dadas as incertezas existentes,

designadamente no que diz respeito aos elementos de projecto do túnel sob a Av.^a General Roçadas, que poderá condicionar significativamente o projecto da referida bacia, remetendo-se, para a fase de projecto de execução do Parque Urbano, a verificação da viabilidade e eficácia da solução a propor. Propõe-se igualmente o reaproveitamento para rega das águas das chuvas das coberturas e terraços dos edifícios que, para o efeito, deverão dispor de sistemas separativos de águas pluviais, assegurando a respectiva condução a cisternas ou à bacia de retenção do parque urbano. Ambas as medidas se encontram contempladas no Regulamento do Plano.

O referido Parque Urbano, com áreas verdes de recreio e lazer, ocupará uma área de cerca de 68 000 m², permitindo assegurar as funções biológicas, controlar o escoamento hídrico e atmosférico, aumentar o conforto bioclimático e contribuir, definitivamente, para a melhoria da qualidade do espaço urbano, trazendo benefícios inegáveis para as populações.

5 Considerações finais

No que respeita aos valores dos caudais de ponta de cheia calculados para as duas situações, pré e pós-implementação do PUVSA, verifica-se, como aliás seria de esperar face ao aumento das áreas impermeáveis, um acréscimo dos caudais de ponta, tal como pode observar-se na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Variação dos caudais de ponta de cheia

Período de retorno T (anos)	Situação actual Qp adoptado (m ³ /s)	Situação futura Qp adoptado (m ³ /s)	Percentagem de variação
2	5,5	5,8	5,5%
10	9,5	9,9	4,2%
100	14,6	14,8	1,4%

No entanto, o acréscimo de caudal decorrente da implementação do Plano não é significativo, nomeadamente para os períodos de retorno maiores.

No que respeita ao risco de erosão, comparando a situação pós-implementação do Plano com a situação actual verifica-se, uma diminuição percentual do risco para as classes de maior risco de erosão, como se pode observar na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Variação do risco de erosão associado às classes de declive na bacia hidrográfica

Classe de declive (%)	Situação actual		Situação futura		Variação (%)
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	
0 a 6	0,110	28,0%	0,096	33,2%	5.3%
6 a 12	0,084	21,4%	0,073	25,1%	3.7%
12 a 20	0,059	15,0%	0,038	13,2%	-1.8%
>20	0,140	35,6%	0,082	28,4%	-7.1%

Após realização do estudo hidrológico chegou-se à conclusão que os efeitos decorrentes da implementação do Plano sobre o escoamento superficial não são de grande monta, não se obtendo valores de caudais de ponta na situação pós-implementação do Plano muito superiores aos correspondentes à situação actual.

Por outro lado, as medidas propostas no PUVSA relativamente à drenagem de águas residuais domésticas e pluviais, parecem-nos inteiramente adequadas para obviar aos eventuais efeitos sobre os recursos hídricos superficiais e sobre as condições de drenagem do vale, decorrentes da implementação do Plano.