



**DELIMITAÇÃO DA
RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL DO MUNICÍPIO DE PALMELA
PROPOSTA DE EXCLUSÕES**

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA- I
JUNHO DE 2025



Delimitação da Reserva Ecológica Nacional (REN) do Município de Palmela Memória Descritiva e Justificativa

Junho de 2025

Promovido Por:

Elaborado por:

Município
Palmela
Câmara Municipal



Instituto de Geografia
e Ordenamento do Território
UNIVERSIDADE DE LISBOA



CEG

Ficha Técnica

Realização



Instituto de Geografia
e Ordenamento do Território

UNIVERSIDADE DE LISBOA



CEG

Município
Palmela
Câmara Municipal

Câmara Municipal de Palmela
Largo do Município
2954-001 Palmela

Edifício IGOT
Rua Branca Edmée Marques
Cidade Universitária
1600-276 Lisboa
Portugal

Centro de Estudos Geográficos – Instituto de Geografia e
Ordenamento do Território – U Lisboa

Coordenação e Direção do Projeto José Luís Zêzere

Equipa Técnica

Eusébio Reis

Ricardo Garcia

Sérgio Oliveira

Susana Pereira

Índice

1. INTRODUÇÃO	6
2. ÁREAS DE PROTEÇÃO DO LITORAL	8
2.1. Sapais.....	9
2.2. Águas de transição e respetivos leitos, margens e faixas de proteção.....	10
3. ÁREAS RELEVANTES PARA A SUSTENTABILIDADE DO CICLO HIDROLÓGICO TERRESTRE	14
3.1. Cursos de água e respetivos leitos e margens.....	14
3.2. Albufeiras que contribuem para a conectividade ecológica da REN, respetivos leitos, margens e faixas de proteção.....	26
3.3. Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos.....	29
3.3.1. Introdução.....	29
3.3.2. Geologia e Hidrogeologia	30
3.3.3. Metodologia	33
3.3.4. Delimitação das áreas a integrar na REN	38
4. ÁREAS DE PREVENÇÃO DE RISCOS NATURAIS	40
4.1. Zonas ameaçadas pelas cheias	40
4.1.1. Metodologia	41
4.1.2. Zonas ameaçadas pelas cheias no Município.....	52
4.2. Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo.....	54
4.2.1. Metodologia	54
4.2.2. Delimitação das áreas a integrar na REN	67
4.3. Áreas de instabilidade de vertentes.....	68
4.3.1. Inventário dos movimentos de massa em vertentes	70
4.3.2. Identificação e cartografia dos fatores condicionantes da instabilidade das vertentes ..	71
4.3.3. Avaliação, Zonamento e Validação das áreas sujeitas ao perigo de instabilidade de vertentes com base na aplicação do método do Valor Informativo	79
4.3.4. Seleção das zonas que devem integrar a Reserva Ecológica Nacional na tipologia “Áreas de instabilidade de vertentes”	84
5. BIBLIOGRAFIA	89

Índice de Figuras

FIGURA 1 – SAPAIS NO MUNICÍPIO DE PALMELA.....	10
FIGURA 2 - ÁGUAS DE TRANSIÇÃO (LEITO, MARGEM E FAIXA DE PROTEÇÃO) NO MUNICÍPIO DE PALMELA.....	12
FIGURA 3 - QUINTA DA VITÓRIA	17
FIGURA 4 – PINHEIRO GRANDE	18
FIGURA 5 – QUINTA DO CAMARRAL E SAMOUÇO.....	19
FIGURA 6 – QUINTA DO CARVALHO	20
FIGURA 7 – QUINTA TOMÉ DIAS	21
FIGURA 8 – ALGERUZ.....	22
FIGURA 9 –RIO DE LAGOS	23
FIGURA 10 - CURSOS DE ÁGUA E RESPATIVOS LEITOS NO MUNICÍPIO DE PALMELA (NÃO SÃO REPRESENTADAS AS MARGENS POR FALTA DE LEGIBILIDADE)	25
FIGURA 11 - ALBUFEIRAS E RESPATIVOS LEITOS, MARGENS E FAIXAS DE PROTEÇÃO NO MUNICÍPIO DE PALMELA	27
FIGURA 12 – CARTA DE VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS, DETERMINADA POR APLICAÇÃO DO ÍNDICE DRASTIC (HYDROMODELO, 2006)	37
FIGURA 13 - ÁREAS ESTRATÉGICAS DE INFILTRAÇÃO E DE PROTEÇÃO E RECARGA DE AQUÍFEROS DO MUNICÍPIO DE PALMELA. 38	
FIGURA 14 – VALA DA ASSEICEIRA.....	45

FIGURA 15 – VALA DA VENDINHA.	48
FIGURA 16 – VALA DAS ERAS.	51
FIGURA 17 – VALA DAS ERAS.	52
FIGURA 18- ZONAS AMEAÇADAS POR CHEIAS (ZAC) NO ÂMBITO DA REN NO MUNICÍPIO DE PALMELA	52
FIGURA 19 - EROSIVIDADE DA PRECIPITAÇÃO, NO MUNICÍPIO DE PALMELA. FONTE: ESDAC-JRC.....	57
FIGURA 20 - ERODIBILIDADE DOS SOLOS - FATOR K – NO MUNICÍPIO DE PALMELA.....	61
FIGURA 21 - DECLIVE EM RADIANS - COMPONENTE θ – NO MUNICÍPIO DE PALMELA	62
FIGURA 22 – FATOR TOPOGRÁFICO (LS) NO MUNICÍPIO DE PALMELA.....	63
FIGURA 23 - EROÇÃO POTENCIAL DO SOLO (A), NO MUNICÍPIO DE PALMELA	64
FIGURA 24 - EXEMPLO DE AGREGAÇÃO DE UNIDADES A INTEGRAR NA REN.....	65
FIGURA 25 - EXEMPLO DE HOMOGENEIZAÇÃO DE UNIDADES A INTEGRAR NA REN	66
FIGURA 26 - EXEMPLO DE SUAVIZAÇÃO DE LIMITES DAS UNIDADES A INTEGRAR NA REN	66
FIGURA 27 – ÁREAS DE ELEVADO RISCO DE EROÇÃO HÍDRICA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE PALMELA.....	67
FIGURA 28 - INVENTÁRIO DE MOVIMENTOS DE MASSA EM VERTENTES, NO MUNICÍPIO DE PALMELA.....	71
FIGURA 29 - DECLIVE CLASSIFICADO, NO MUNICÍPIO DE PALMELA	74
FIGURA 30 – EXPOSIÇÃO CLASSIFICADA, NO MUNICÍPIO DE PALMELA.....	75
FIGURA 31 – CURVATURA EM PLANO CLASSIFICADA, NO MUNICÍPIO DE PALMELA	76
FIGURA 32 - <i>WETNESS INDEX</i> (INVERSO) CLASSIFICADO, NO MUNICÍPIO DE PALMELA.....	77
FIGURA 33 - UNIDADES LITOLÓGICAS (LEGENDA: VER TABELA 11) , NO MUNICÍPIO DE PALMELA.....	78
FIGURA 34 - USO DO SOLO (LEGENDA: VER TABELA 11) , NO MUNICÍPIO DE PALMELA	79
FIGURA 35 - CURVA DE SUCESSO DO MODELO DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA EM VERTENTES	83
FIGURA 36 - SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA EM VERTENTES, NO MUNICÍPIO DE PALMELA	84
FIGURA 37 – ESCARPAS E RESPECTIVAS FAIXAS DE PROTEÇÃO E MOVIMENTOS DE MASSA EM VERTENTES E RESPECTIVAS FAIXAS DE SEGURANÇA, PARA INTEGRAR AS ÁREAS DE INSTABILIDADE DE VERTENTES NO MUNICÍPIO DE PALMELA	86
FIGURA 38 - ÁREAS DE INSTABILIDADE DE VERTENTES DA RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL (REN BRUTA), NO MUNICÍPIO DE PALMELA	87

Índice de Tabelas

TABELA 1 – LINHAS DE ÁGUA (CALM) INTEGRADAS NA REN NO MUNICÍPIO DE PALMELA E RESPECTIVOS CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	16
TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS DAS ALBUFEIRAS E RESPECTIVOS LEITOS NO MUNICÍPIO DE PALMELA	28
TABELA 3 – ÍNDICE DRASTIC APLICADO AO MUNICÍPIO DE PALMELA	35
TABELA 4 – PONDERAÇÃO DOS PARÂMETROS DO ÍNDICE DRASTIC	36
TABELA 5 - ÁREAS ESTRATÉGICAS DE INFILTRAÇÃO E DE PROTEÇÃO E RECARGA DE AQUÍFEROS POR FREGUESIA DO MUNICÍPIO DE PALMELA	39
TABELA 6 – ZONAS AMEAÇADAS PELAS CHEIAS POR FREGUESIA DO MUNICÍPIO DE PALMELA	53
TABELA 7 – FATOR K NO MUNICÍPIO DE PALMELA (ADAPTADO DE PIMENTA, 1999).....	58
TABELA 8 - ÁREAS DE ELEVADO RISCO DE EROÇÃO HÍDRICA DO SOLO POR FREGUESIA DO MUNICÍPIO DE PALMELA	68
TABELA 9 - PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DOS MOVIMENTOS DE MASSA EM VERTENTES INVENTARIADOS NO MUNICÍPIO DE PALMELA	70
TABELA 10 - VALORES INFORMATIVOS DAS CLASSES DAS 6 VARIÁVEIS CONSIDERADAS PARA AVALIAR A SUSCETIBILIDADE AOS MOVIMENTOS DE MASSA EM VERTENTES, NO MUNICÍPIO DE PALMELA	82
TABELA 11 - ÁREAS DE INSTABILIDADE DE VERTENTES POR FREGUESIA DO MUNICÍPIO DE PALMELA	88

1. INTRODUÇÃO

O Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 239/2012 (DL 239/2012), de 2 de novembro, estabelece o novo regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN) e revoga o Decreto-Lei n.º 93/90 de 19 de março.

Segundo o n.º 1 do artigo 2.º do DL 239/2012, a REN é uma estrutura biofísica que integra o conjunto das áreas que, pelo valor e sensibilidade ecológicos ou pela exposição e suscetibilidade perante riscos naturais, são objeto de proteção especial. Segundo o n.º 3 do artigo 2.º, a REN tem como objetivos:

- (i) Proteger os recursos naturais água e solo, bem como salvaguardar sistemas e processos biofísicos associados ao litoral e ao ciclo hidrológico terrestre, que asseguram bens e serviços ambientais indispensáveis ao desenvolvimento das atividades humanas;
- (ii) Prevenir e reduzir os efeitos da degradação da recarga de aquíferos, dos riscos de inundação marítima, de cheias, de erosão hídrica do solo e de movimentos de massa em vertentes, contribuindo para a adaptação aos efeitos das alterações climáticas e acautelando a sustentabilidade ambiental e a segurança de pessoas e bens;
- (iii) Contribuir para a conectividade e a coerência ecológica da Rede Fundamental de Conservação da Natureza;
- (iv) Contribuir para a concretização, a nível nacional, das prioridades da Agenda Territorial da União Europeia nos domínios ecológico e da gestão transeuropeia de riscos naturais.

Uma das inovações do novo diploma é a de que a delimitação da REN compreende dois níveis (artigo 5.º): a) nível estratégico e b) nível operativo.

O nível estratégico é concretizado através de orientações estratégicas de âmbito nacional e regional e de acordo com os critérios constantes do anexo I do Decreto-Lei, que dele faz parte integrante.

O nível operativo é concretizado através da delimitação, em carta de âmbito municipal, das áreas integradas na REN, de acordo com os critérios constantes do anexo I do Decreto-Lei, que dele faz parte integrante, e tendo por base a Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012 (RCM 81/2012), de 3 de outubro, que aprova as orientações estratégicas de âmbito nacional e regional que consubstanciam as diretrizes e critérios para a delimitação das áreas integradas na Reserva Ecológica Nacional, e a respetiva Declaração de Retificação n.º 71/2012, de 30 de novembro.

Deste modo, as metodologias utilizadas neste trabalho para a delimitação das áreas a integrar na REN seguem as orientações estratégicas de âmbito nacional e regional cristalizadas na RCM 81/2012 e na respetiva retificação, na demarcação da Linha da Máxima Preia-Mar de Águas Vivas Equinociais (LMPMAVE), fornecido pela CCDR-LVT, e na demais legislação conexa e/ou estudos de carácter científico devidamente referenciados no texto.

O presente trabalho foi estruturado de acordo com o artigo 4.º do DL 239/2012 e com o Anexo I do referido diploma (a que se refere o artigo 5.º). Assim, as áreas integradas na REN são: i) áreas de proteção do litoral, ii) áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre e iii) áreas de prevenção de riscos naturais. A tipologia das áreas integradas na REN obedece ao disposto no referido Decreto-Lei.

2. ÁREAS DE PROTEÇÃO DO LITORAL

As áreas de proteção do litoral fazem parte das áreas integradas na REN determinadas pelo artigo 4.º do Capítulo I do Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto (DL 166/2008), alterado pelo Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro (DL 239/2012), que estabelece o regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN).

De acordo com o n.º 2 do artigo referido, as áreas de proteção do litoral são integradas de acordo com as seguintes tipologias:

1. Faixa marítima de proteção costeira;
2. Praias;
3. Barreiras detríticas;
4. Tômbolos;
5. Sapais;
6. Ilhéus e rochedos emersos no mar;
7. Dunas costeiras e dunas fósseis;
8. Arribas e respetivas faixas de proteção;
9. Faixa terrestre de proteção costeira;
10. Águas de transição e respetivos leitos, margens e faixas de proteção.

No município de Palmela estão presentes apenas as tipologias 5 e 10, ou seja, os "sapais" e as "Águas de transição e respetivos leitos, margens e faixas de proteção".

2.1.Sapais

Os sapais são ambientes de acumulação de sedimentos aluviais localizados na zona intertidal elevada, abrigados da agitação marinha. São colonizados por uma vegetação halófitas, tolerante às condições de salinidade muito variáveis destes locais, e possuem uma considerável biodiversidade. Para além disso, o ecossistema de sapal apresenta capacidades filtradoras de contaminantes metálicos e de outros compostos poluentes. Acresce ainda o efeito exercido pelas áreas de sapal na atenuação da força e da velocidade do espraiamento das águas em situações de cheia. Os sapais existentes no município de Palmela (**Figura 1**) localizam-se: (i) no setor centro-sul, na área deprimida entre Algeruz Gare e Montinho; (ii) no setor centro – sudeste, junto às margens das desembocaduras da Ribeira da Marateca e da Ribeira do Vale de Cão (Boca da Sachola) e junto às margens do Canal de Águas de Moura.

A identificação das áreas de sapal foi fundada nas características sedimentares e bióticas dos setores sujeitos à influência das marés. A sua delimitação teve por base a identificação do contorno exterior dos conjuntos de unidades de superfície com vegetação halofítica situadas no domínio intertidal superior em ortofotomapas com sobreposição de altimetria do terreno à escala 1:10 000. As áreas de sapal incluem ainda as áreas adjacentes consideradas fundamentais para a sua manutenção e funcionamento natural, em concreto, a rede de canais que drena essas unidades e as áreas de natureza arenosa ou lodosa nelas incluídas. Foram também classificadas como sapal as marinhas e outras áreas que apresentavam alguma transformação decorrente de atividade agrícola, mas com a presença de ecossistema semelhante ao das áreas de sapal adjacentes. As marinhas, apesar de apresentarem um grau de artificialização superior às outras áreas classificadas como sapal, foram integradas pelo facto de se localizarem igualmente em ambiente sedimentar na zona intertidal, e por apresentarem frequentemente vegetação halofítica nos cômoros. A sua utilização como viveiro ou salina não põe em causa as suas funções, razão pela qual o regime jurídico da REN considerou estas atividades como ações compatíveis (Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro). Em caso de abandono da atividade ali desenvolvida, é potenciada a

regeneração e renaturalização das características naturais de sapais num curto espaço de tempo. A área delimitada como sapal ocupa uma superfície de 3,2 km² no município de Palmela.

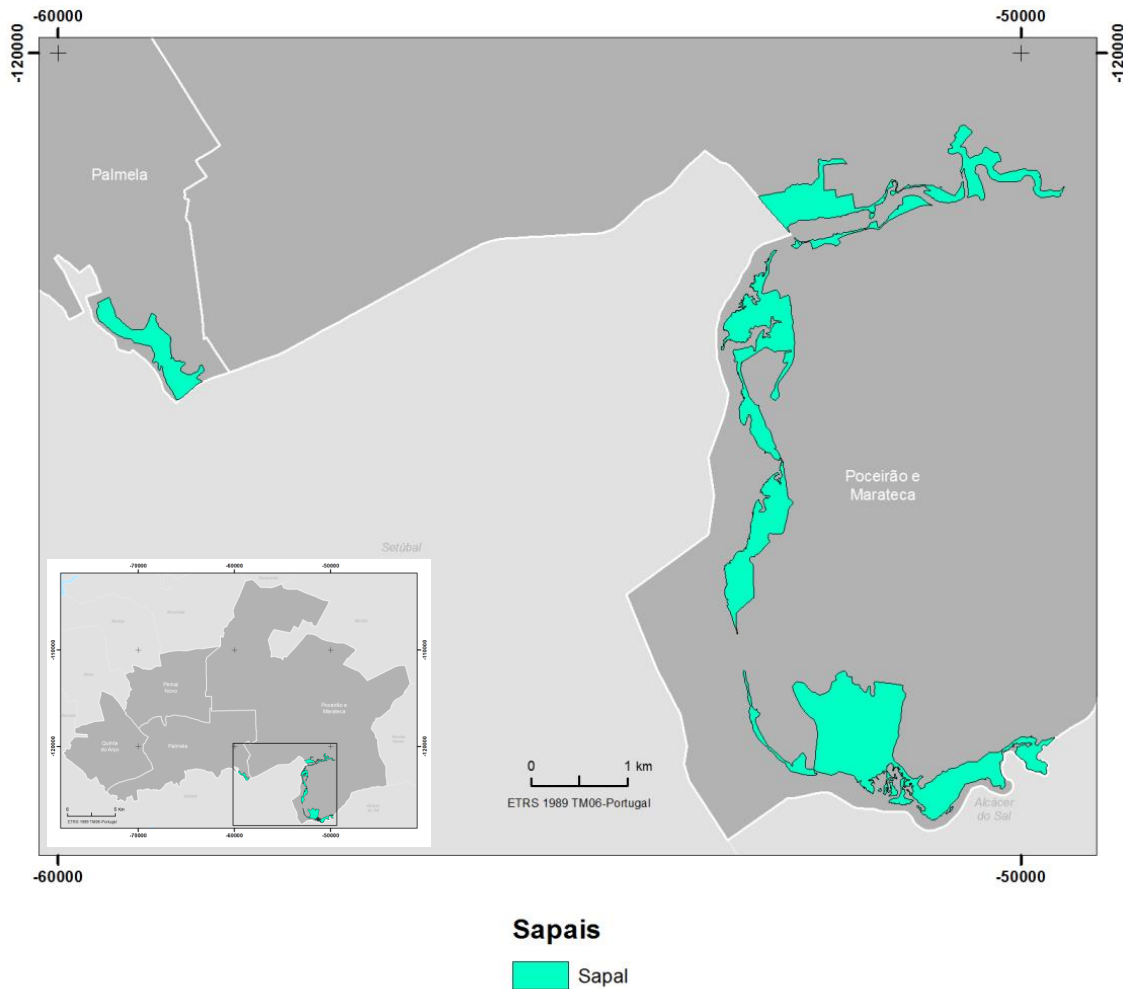


Figura 1 – Sapais no Município de Palmela

2.2. Águas de transição e respetivos leitos, margens e faixas de proteção

As águas de transição correspondem ao setor vestibular de cursos de água com foz em estuários marinhos, que, em consequência deste contacto, recebem sedimentos a partir de fontes fluviais e marinhas, exibindo águas salobras, ou seja, com teor de sais superior

ao da água doce mas inferior ao da água do mar. No município de Palmela, esta situação verifica-se no setor terminal da ribeira da Marateca e canal de Águas de Moura, englobados no estuário do Sado.

Leitos

De acordo com o ponto 1.10 do Anexo das OEANR (Declaração de Retificação n.º 71/2012), a delimitação dos leitos das águas de transição é materializada a montante pelo limite da propagação física da maré salina e a jusante pelo limite administrativo do município. O limite montante das águas de transição é, em geral, marcado pela Linha da Máxima Preia-Mar de Águas Vivas Equinociais (LMPMAVE), fornecido pela CCDR-LVT, com a exceção da junção do canal de Águas de Moura com a ribeira da Marateca, onde por interpretação de ortofotomapas se prolongou este limite cerca de 1 km para montante (até à confluência entre ribeira da Marateca e ribeira da Agualva) por apresentar claras evidências, morfológicas e bióticas, da presença física da maré. A superfície ocupada pelo leito das águas de transição corresponde a 6,7 km² (**Figura 2**).

Margem e Faixa de Proteção

Segundo o DL166/2008, existe a obrigatoriedade de delimitar uma faixa de proteção, às Águas de Transição e respetivos leitos, que assegure a manutenção e equilíbrio da dinâmica natural do conjunto dos processos físicos e biológicos associados a meios fluvio-marinheiros. De acordo com as OEANR, as faixas de proteção são delimitadas pela linha limite do leito das águas de transição, incluindo margens, nunca podendo apresentar um valor inferior a 100 m (medidos na horizontal), devendo considerar “as características dos conteúdos sedimentares, morfológicos e bióticos”.

Assim, esta faixa foi estabelecida tomando como limite inferior a linha coincidente com o limite superior do leito das águas de transição. No que diz respeito ao limite superior, este suportou-se em critérios morfológicos de uso e ocupação do solo, com identificação do coberto vegetal herbáceo/arbustivo. Deste modo, com base na carta militar à escala

1:25 000 e na interpretação de ortofotomapas, englobam-se nesta faixa áreas que, pela sua contiguidade, morfologia, altitude e vegetação, podem influir na dinâmica fluvio-marinha, física ou biológica. São exemplos destas áreas: marinhas, arrozais, desembocaduras de cursos de água ou áreas de baixa altitude contíguas ao leito das águas de transição. Esta delimitação foi efetuada procurando manter a continuidade da mancha correspondente à faixa de proteção, mas limitada à cota altimétrica de 6 m (cerca 1,5 m acima da máxima LMPMAVE na área em estudo) ou existência de uma barreira (natural ou antrópica) que funcione como dique. Sempre que a adoção destes critérios originou uma faixa de proteção inferior a 100 m, o limite superior foi corrigido para que apresentasse a largura mínima regulamentar.

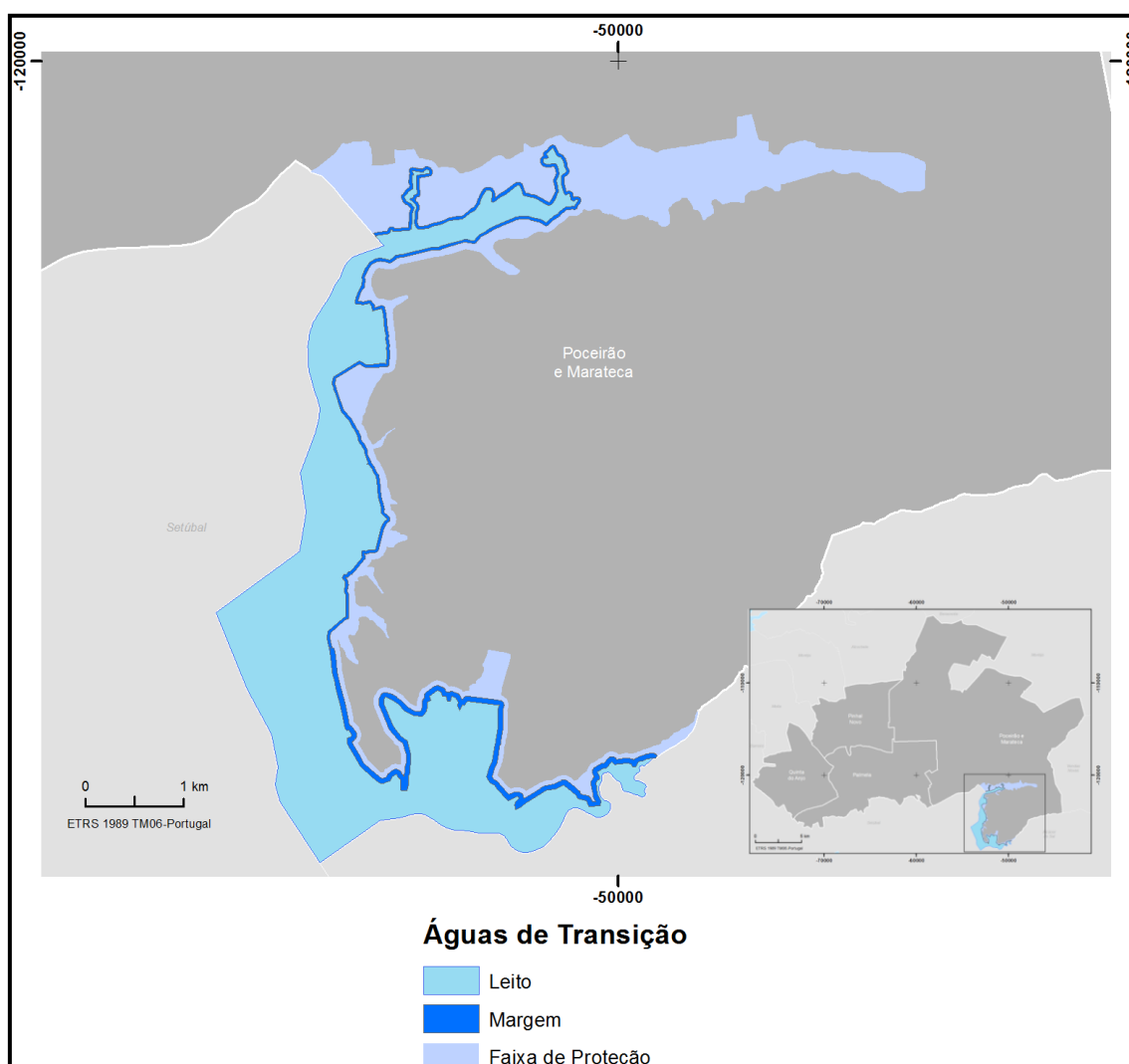


Figura 2 - Águas de transição (leito, margem e faixa de proteção) no Município de Palmela

No que se refere às margens, foram adotados os critérios referidos na Lei nº58/2005 de 29 de dezembro (com a redação dada pelo DL nº 130/2012 de 22 de junho). Deste modo, no setor Sul, até ao paralelo 38º21'N, por se encontrar sobre jurisdição da Capitania do Porto de Setúbal, foi delimitada uma margem de 50 m, apresentando as restantes águas de transição uma margem de 30 m, por se considerarem serem águas flutuáveis.

No município de Palmela a faixa de proteção das águas de transição, apresenta maior dimensão junto ao setor norte das águas de transição, estendendo-se até sul da Marateca, correspondendo a parte do fundo de vale plano e largo (\pm 800 m) da ribeira da Marateca. Globalmente a faixa de proteção das águas de transição ocupa uma área total de 5,5 km², dos quais 0,8 km² correspondem às margens (**Figura 2**).

Assim, com base no subtema Águas de transição (respetivos leitos, margens e faixas de proteção) são integrados na REN 11,96 km² (2,6 % do município), pertencentes na totalidade à União de Freguesias de Poceirão e Marateca.

3. ÁREAS RELEVANTES PARA A SUSTENTABILIDADE DO CICLO HIDROLÓGICO TERRESTRE

3.1. Cursos de água e respetivos leitos e margens

De acordo com o n.º 1 da alínea a) da Secção II do Anexo I do DL 239/2012, "(...) Os leitos dos cursos de água correspondem ao terreno coberto pelas águas, quando não influenciadas por cheias extraordinárias, inundações ou tempestades, neles se incluindo os mouchões, os lodeiros e os areais nele formados por deposição aluvial. (...)". Nos números 2 e 3 da mesma alínea, as margens são definidas como "(...) uma faixa de terreno contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das águas, com largura legalmente estabelecida (...)\" no Artigo 11.º da Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, a Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos.

Assim, com base na hidrografia da Carta Militar de Portugal (IGeoE, 1:25 000), Ortofotomapas (DGT), Cartografia homologada disponibilizada pela Câmara Municipal de Palmela (1:5000) e na legislação vigente (Declaração de Retificação nº 71/2012, na Lei 54/2005 e DL 130/2012), foram delimitados leitos e margens com os seguintes critérios:

Leitos

- a) Cursos de água que no seu setor jusante drenam bacias hidrográficas com superfície superior a 3,5 km²;
- b) Curso de água associado a Zonas Ameaçadas pelas Cheias (ZAC), i.e., troços da linha de água localizados no interior ou que drenem para uma ZAC. Neste sentido, foram considerados: i) troços do curso de água principal no interior da ZAC; ii) outros cursos de água que contatem diretamente com a ZAC, e que influenciem, ainda que apenas no seu troço final, a configuração dessa ZAC; iii) troço(s) a jusante de uma ZAC ainda que não apresentem este tipo de

- condicionalismo. Os troços referidos em iii) foram considerados como elementos da REN, para assegurar a continuidade da rede hidrográfica integrada na REN;
- c) Albufeiras dos pequenos aproveitamentos hídricos, cuja dimensão não justifica a sua integração na tipologia albufeiras, com delimitação à cota do nível de pleno armazenamento (NPA);
 - d) Para assegurar a continuidade e funcionalidade dos cursos de água, todos os cursos de água considerados parte integrante da REN foram englobados até à sua cabeceira. No setor montante destes cursos de água, a escolha do troço principal a integrar na REN, teve como critério a seleção da linha de água que apresente maior bacia de drenagem;
 - e) Não foram considerados como cursos de água os casos em que se observa a presença de água de transição.

Adicionalmente, aos critérios referidos, devido às suas particularidades, existem situações que necessitaram de uma delimitação diferenciada: (i) nos setores sul e sudeste do município, nas áreas onde os cursos de água drenam para o leito das águas de transição (principalmente, Canal de Águas de Moura e o setor terminal da ribeira da Marateca) por se encontrarem sob a influência de marés, o limite do leito corresponde à LMPMAVE; (ii) nos cursos de água que drenam para o sapal a oeste de Aljeruz Gare, o seu leito termina aquando da sua incursão no referido sapal; (iii) nos cursos de água que drenam para fundos de vale cultivados e onde o traçado dos cursos de água está fortemente antropizado (e.g. ribeira da Marateca), o que origina uma hierarquia da rede não representativa da situação natural, optou-se por manter os canais que as drenam ou delimitam.

Na área em estudo foram identificados troços de cursos de água cujo escoamento não se processa a céu aberto, que estão localizados em áreas urbanas consolidadas onde, manifestamente, não existem condições de renaturalização. No entanto, pequenos troços que representam meras passagens hidráulicas, por exemplo por baixo de vias, não foram considerados.

Dada a morfologia do terreno, a escala da informação de base e as características da rede hidrográfica em análise, os leitos são representados quer por elementos lineares (e.g. linha de água) quer polígonos (e.g. lagoas, águas de transição, leitos de cursos de água de maior dimensão cuja delimitação é efetuada por linha dupla), i.e., a maioria dos leitos é contabilizada em extensão e em superfície (polígono), como nos casos do troço final da Ribeira da Marateca, do canal de Águas de Moura, da Vala da Asseiceira, e dos lagos, lagoas e albufeiras integrados neste item.

A Tabela 1 sistematiza as linhas de água integradas na REN no Município de Palmela e os respetivos critérios que justificam a sua inclusão. Para além dos cursos de água listados, não foi identificado qualquer curso de água adicional considerado importante para o regime hídrico e com relevante interesse ecológico.

Tabela 1 – Linhas de água (CALM) integradas na REN no Município de Palmela e respetivos critérios de inclusão

Designação da linha de água	Bacia hidrográfica	Crítérios para inclusão na REN
Vala de Vale de Palmela	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala de Vale Verde	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala de Vale de Carrasqueira	Tejo	ZAC
Vala de Vale do Rafeiro	Tejo	Área da bacia
Vala de Vale do Marnoto	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala de Vale dos Nascediços	Tejo	ZAC
Vala de Vale da Muda	Tejo	ZAC
Vala de Vale das Fontanas	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala de Vale do João Galante	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala das Faias	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala da Asseiceira	Tejo	Área da bacia + ZAC
Ribeira de Pegos Claros	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala de Vale da Vendinha	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala de Vale das Eras	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala de Vale Marmelos	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala de Vale Sanceiro	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala da Venda do Alcaide	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala da Salgueirinha	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala de Malpique	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala do Pinhal Novo	Tejo	Área da bacia + ZAC
Vala do Terrim	Tejo	ZAC
Vala do Penteadado	Tejo	ZAC
Vala de Água Doce	Tejo	Área da bacia
Vala das Sete Fontes	Tejo	Área da bacia
Rio da Moita	Tejo	Área da bacia
Ribeira de Albube	Sado	Área da bacia
Ribeira de Corva	Sado	ZAC
Ribeira do Livramento	Sado	Área da bacia + ZAC
Ribeira da Marateca	Sado	Área da bacia + ZAC
Ribeiro da Aqualva	Sado	Área da bacia + ZAC
Ribeiro do Ferradouro	Sado	Área da bacia + ZAC

Vala do Termo	Sado	Área da bacia + ZAC
Ribeiro do Vale de Amieira	Sado	ZAC
Ribeira do Gato Bravo	Sado	ZAC
Ribeiro da Califórnia	Sado	Área da bacia + ZAC
Ribeira do Vale da Amieira	Sado	ZAC
Ribeira do Vale do Cão	Sado	Área da bacia + ZAC

Foram efetuados ajustes ao traçado da rede hidrográfica de base e consequentemente das linhas de água propostas como REN, nas situações que se enumeram, de seguida:

- A proposta final do traçado da CALM na Quinta da Vitória (**Figura 3b**), considerou o traçado da Vala Estreita da Cartografia Militar à escala 1: 25000 cuja continuidade foi confirmada no terreno (a vermelho) (**Figura 3a**), por observação da obra de regularização da mesma (**Figura 3c**).



a) Proposta traçado 2021, raster da Carta Militar e Orto 2018 homologados DGT

Fotografia



b) Proposta final do traçado CALM



c) Obras de regularização (Imagens Bing Maps 10 out 2023)

Figura 3 - Quinta da Vitória

- Procedeu à eliminação da parte do traçado da CALM a sul da Estrada Municipal (EM533-1), cf. Vs. Proposta final (**Figura 4c**), uma vez que não existem quaisquer evidências desta linha de água no terreno (sendo só cartografadas como Linhas auxiliares de Hidrografia Linear), confirmada pela cartografia mais antiga (Carta Militar de 1992) e também mais recente (Cartografia 1: 10 000 de 2018 homologada pela DGT) (**Figura 4b**). Por outro lado, verificou-se a inexistência de qualquer PH sob a infraestrutura ferroviária.



a) Proposta traçado 2021, Carta Militar Folha 443 (2009) Linhas Auxiliares de Hidrografia Linear e de 3ª ordem e Orto 2018 (homologado DGT)



b) Raster da Carta Militar folha 443 (1992), Hidrografia da Cartografia Homologada pela DGT (2018) à escala 1: 10 000



c) Proposta final do traçado CALM

Figura 4 – Pinheiro Grande

- Procedeu à correção do traçado da CALM, cf. Vs. Proposta final (**Figura 6c**), considerando que o traçado da hidrografia da cartografia à escala 1: 25 000 se encontra regularizado, cf. **Figura 6b** (imagem bing maps) e cujo atravessamento da infraestrutura viária é assegurado por PH e vala ao longo da mesma, sem condições de renaturalização.



a) Proposta traçado 2021, Carta Militar Folha 454 (2009) Linhas água de 3^o ordem e Orto 2018 (homologado DGT)



b) Traçado CALM regularizado. Imagem bing maps (10 out 2023)



c) Proposta final do traçado CALM

Figura 6 – Quinta do Carvalho

- Procedeu à correção do traçado da CALM, cf. Vs. Proposta final (**Figura 7c**), considerando que o traçado da hidrografia constante da carta militar à escala 1: 25 000 na sua edição de 1994 (**Figura 7b**), se apresenta mais consentâneo com a realidade atual do que a edição de 2009 (**Figura 7a**), o que coincide com o apuramento das zonas inundáveis consideradas no PGRI do 1º e 2.º Ciclos, considerando o período de retorno de 100 anos desta linha de água afluente da Ribeira do Livramento.



Figura 7 – Quinta Tomé Dias

- Procedeu à correção do traçado da CALM, cf. Vs. Proposta final (**Figura 8c**), uma vez que não existem quaisquer evidências desta linha de água no terreno, sendo interrompida por uma edificação na carta militar mais atual- folha 444 de 2004, confirmada pela cartografia mais antiga de 1971 (**Figura 8b**).



a) Proposta traçado 2021 (Orto 2018 (homologado DGT) Linhas água de 2.ª e 3.ª ordem Carta Militar Folha 444 (2004)



b) Raster da Carta Militar folha 444 (1971).



c) Proposta final do traçado CALM

Figura 8 – Algeruz

- Procedeu-se à correção do traçado da CALM (Vs. Enviada à CC e Vs2023), cf. **Figuras 9a e b** considerando que na cartografia à escala 1: 25 000 este troço é inexistente (Vs. 1994), cf. **Figura 9c**; que é obstruído por uma edificação (vs. 2009-**Figura 9a**) e que não existem quaisquer evidências desta linha de água no terreno, apresentando-se interrompida por inúmeros atravessamentos de infraestruturas rodoviárias que não asseguram a drenagem pela inexistência de PH, situação comprovada por trabalho de campo de ambas as entidades (APA e Câmara Municipal de Palmela). Concertou-se o traçado **Figura 9d**) de modo a assegurar a continuidade de drenagem do Rio de Lagos, apoiada em troços em que há evidências claras no terreno e beneficiando da proposta de bacia de retenção na confluência com a linha água reforçada com a descarga da empresa Coca-Cola.



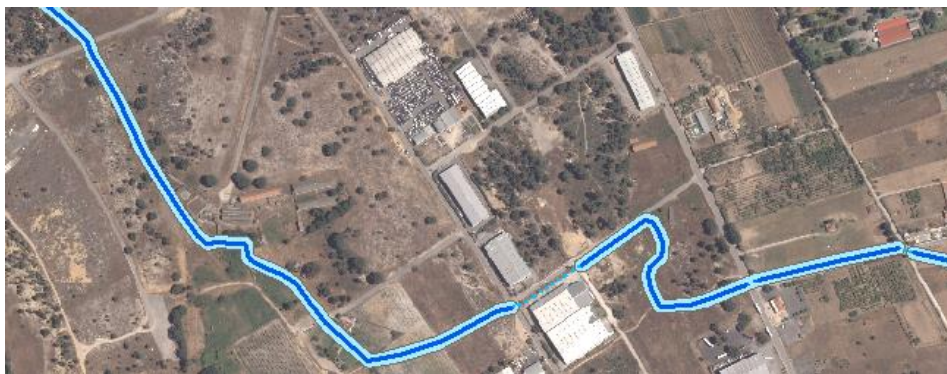
a) Orto 2018 e REN enviada à Comissão Consultiva (Carta Militar-2009)



b) Orto 2018 e REN 2023 (Cartografia 1: 10 000, homologada 2018)



c) Folha n.º 454 da Carta Militar- 1994 - (traçados da REN nas versões figuras a e b)



d) Proposta final do traçado CALM

Figura 9 –Rio de Lagos

Margens

A definição da margem tem por base o disposto na Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos e na Lei da Água, podendo tomar o valor de 50 m, 30 m ou 10 m, consoante respeite a águas navegáveis ou flutuáveis sujeitas à jurisdição das autoridades marítimas ou portuárias, restantes águas navegáveis ou flutuáveis, ou águas não navegáveis nem flutuáveis. A demarcação da margem dos aproveitamentos hídricos segue o mesmo critério.

À generalidade dos cursos de água que integram a REN do Município foi aplicada uma largura de 10 metros para as margens.

A delimitação dos cursos de água e respetivos leitos e margens no município de Palmela encontra-se representada na **Figura 10**. Assim, no total são integrados na REN cerca de 530 km de cursos de água com escoamento a céu aberto, a que acrescem 40,4 ha de outros cursos de água com representação poligonal e pequenas albufeiras também integradas nos CALM.

Os CALM integram ainda 4,9 Km de cursos de água com escoamento não a céu aberto, mas onde se considera existir possibilidade de renaturalização.

No que diz respeito aos leitos de cursos de água canalizado e sem condições de renaturalização, estes representam 5,6 km.

As margens totalizam cerca de 11 km². Não foram consideradas margens nos troços de cursos de água não considerados como REN, por não terem escoamento a céu aberto e não apresentarem possibilidade de renaturalização.

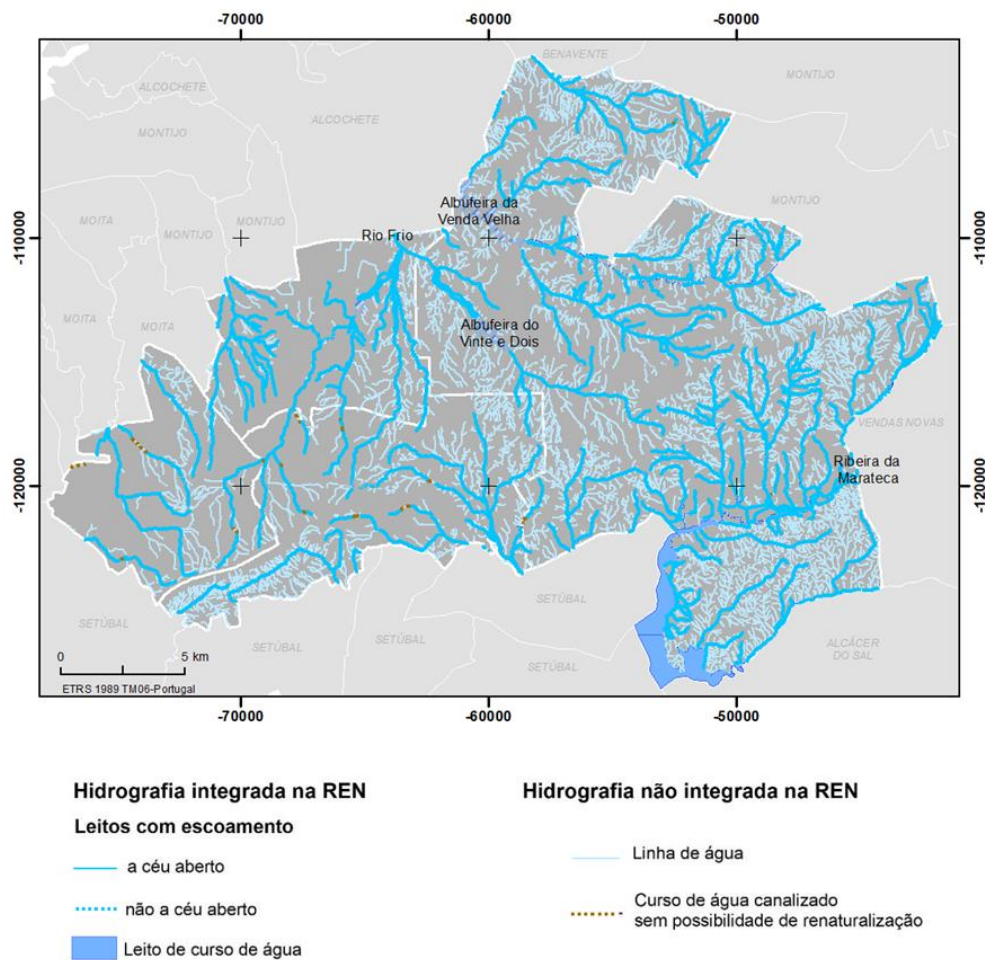


Figura 10 - Cursos de água e respetivos leitos no município de Palmela (Não são representadas as margens por falta de legibilidade)

De um modo geral, destacam-se pela sua dimensão e propensão a cheias, os cursos de água que drenam para albufeira da Venda Velha, nos vales do João Galante e da Vendinha (no setor NNE do município), a bacia do vale das Eras, principal fornecedor da albufeira do Vinte e Dois, os cursos de água que confluem a sul de Rio Frio, drenando Vale Sanceiro e o Vale da Vila (no setor central do município) e os troços que drenam para a ribeira da Marateca (no setor SSE do município) que em conjunto representam cerca de 65 % da extensão de leitos a integrar na REN. Este predomínio deve-se não só à dimensão das bacias hidrográficas que drenam, mas também à morfologia dos vales, planos e largos propícios à ocorrência de cheias.

3.2. Albufeiras que contribuem para a conectividade ecológica da REN, respetivos leitos, margens e faixas de proteção

Segundo o DL166/2008, albufeira corresponde ao “volume de água retido pela barragem (...) cuja cota altimétrica máxima iguala o nível de pleno armazenamento (NPA), incluindo o respetivo leito, correspondendo as respetivas margens e faixas de proteção às áreas envolventes ao plano de água que asseguram a dinâmica dos processos físicos e biológicos associados à *interface* terra-água, incluindo praias fluviais”.

Na REN incluem -se todas as albufeiras que estejam classificadas como de águas públicas de serviço público, nos termos da Portaria n.º 522/2009, de 15 de maio, e demais diplomas que classificam albufeiras de águas públicas, e as que tenham uma capacidade superior ou igual a 100 000 m³. Os pequenos aproveitamentos hídricos, com capacidade inferior a 100 000 m³, são considerados cursos de água.

A delimitação dos leitos das albufeiras corresponde ao plano de água até à cota do nível de pleno armazenamento (NPA).

A definição da margem tem por base o disposto na Lei da Água e na Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos, na redação dada pela Lei n.º 31/2016, de 23 de agosto, assim como a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro. A margem das albufeiras públicas de serviço público tem a largura de 30 m, com exceção das albufeiras sujeitas à jurisdição das autoridades marítimas ou portuárias (rio Douro), cuja margem tem a largura de 50 m. Nas restantes albufeiras, a margem tem a largura de 10 m. Quando existir natureza de praia em extensão superior à extensão estabelecida para a margem, esta estende -se até onde o terreno apresentar tal natureza.

A faixa de proteção conta -se a partir do NPA. Esta faixa inclui a margem e a sua largura; para além da margem, deve atender à dimensão e situação da albufeira na bacia hidrográfica, numa avaliação casuística devidamente descrita e fundamentada, adotando sempre, como valor mínimo, a largura de 100 m, medida na horizontal.

A análise da cartografia militar (1:25 000) e ortofotomapas permitiu a identificação de 4 albufeiras com características para integrar a REN (**Figura 11; Tabela 2**): Venda Velha, Vinte e Dois e Aqualva de Cima (União das freguesias de Poceirão e Marateca) e Vale Sanceiro (Pinhal Novo). Destes elementos, apenas a albufeira de Venda Velha está classificada como de águas públicas pela Portaria nº 522/2009.

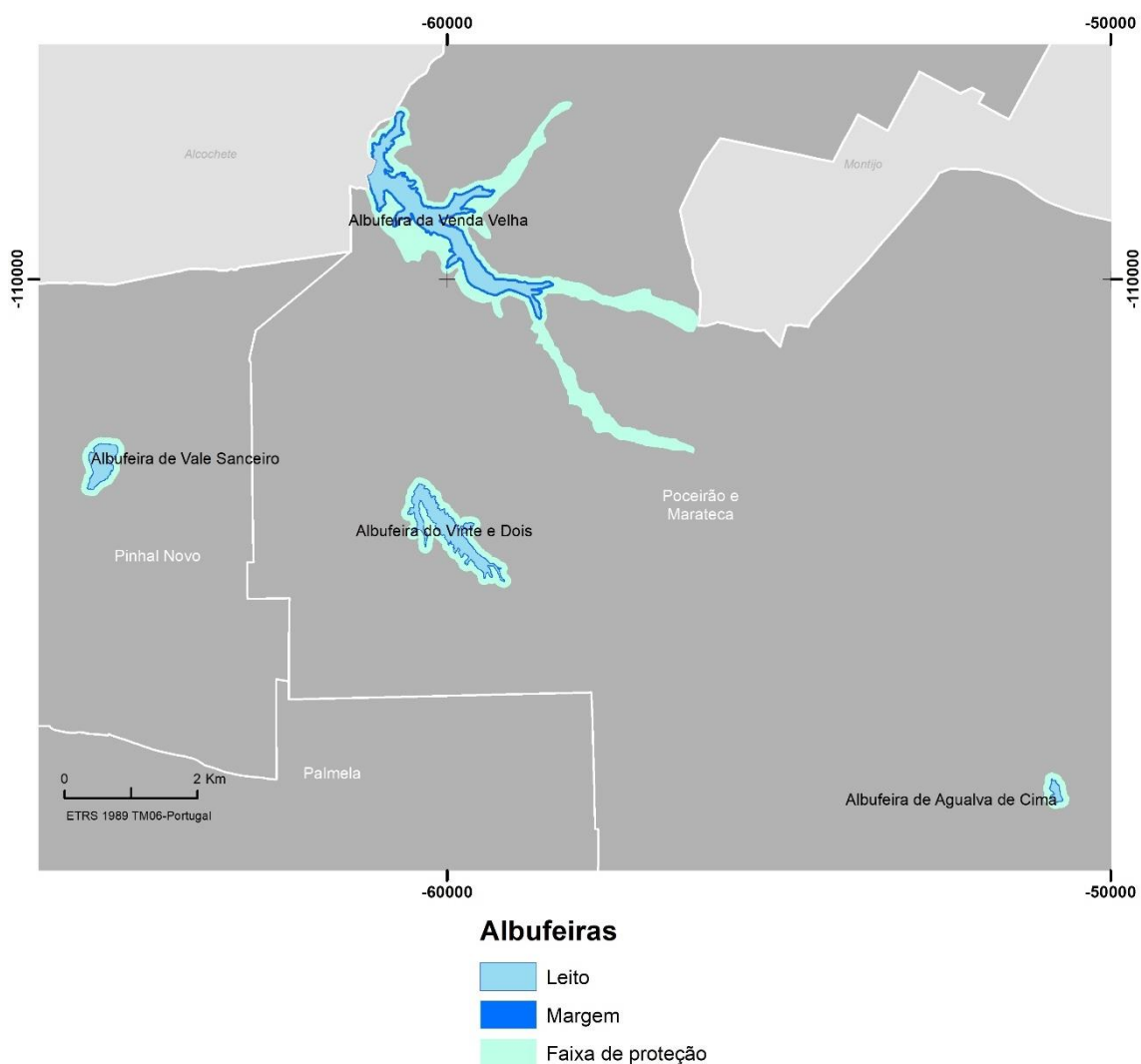


Figura 11 - Albufeiras e respetivos leitos, margens e faixas de proteção no Município de Palmela

Tabela 2 - Características das albufeiras e respetivos leitos no Município de Palmela

Designação	Nível de Pleno Armazenamento (m)	Superfície espelho água (ha)	Bacia de drenagem (km ²)
Albufeira da Venda Velha (RH5)*	14,55 m (Fonte: http://snirh.pt/)	109	180
Albufeira de Vale Sanceiro (RH5)	17 m (Fonte: Google Earth)	19	42
Albufeira do Vinte e Dois (RH5)	20 m (Fonte: Google Earth)	43	29
Albufeira de Agualva de Cima (RH6)	18 m (Fonte: Google Earth)	4	7

A delimitação do leito teve como base a morfologia do terreno, o NPA ou altitude aproximada do paredão da barragem e a interpretação dos ortofotomapas, para identificação do coberto vegetal (ou a sua ausência), característico das áreas inundáveis frequentemente pelo espelho de água de uma albufeira. No caso da albufeira de Agualva de Cima, a superfície do espelho de água é consideravelmente inferior às restantes albufeiras no município. Contudo, por se considerar que junto ao paredão pode haver uma profundidade de água superior a $\pm 2,5$ m, optou-se por inserir esta albufeira neste subsistema REN.

No que diz respeito às margens foi adotada a dimensão de 30 m para a albufeira de Venda Velha e de 10 m para as restantes.

As faixas de proteção foram delimitadas com base na informação cartográfica anteriormente referida, tendo como critério base garantir a dimensão mínima prevista na legislação (100 m). Contudo, devido à sua dimensão e posicionamento no setor da bacia hidrográfica, recetora de água drenada de mais de 180 km² (**Tabela 2**), considerou-se que o critério referido seria insuficiente para garantir os princípios básicos da REN na albufeira da Venda Velha, pelo que a delimitação da sua faixa de proteção usou dois critérios adicionais, nomeadamente: (i) garantir inclusão de todos os cursos de água de 1ª ordem que drenam diretamente para a albufeira, por se considerar que estes não são englobados em nenhum dos outros subtemas da REN, mas podem ser muito influentes na qualidade da água existente na albufeira; e (ii) garantir que fundos de vale planos,

adjacentes ao setor montante da albufeira, sejam englobados na REN, pela importância que podem ter na conservação de habitats naturais (de espécies da flora e fauna).

No município de Palmela, como já foi referido, é a albufeira da Venda Velha, a norte no município, que maior importância apresenta neste subtema REN (**Figura 10**). Em termos de superfície, os espelhos de água das albufeiras representam 1,7 km² e as faixas de proteção 4,6 km² (dos quais 0,6 km² correspondem às margens), sendo que cerca de 76 % deste valor (3,5 km²) estão associados à albufeira da Venda Velha.

Assim, com base no subtema Albufeiras que contribuam para a conectividade e coerência ecológica da REN (respetivos leitos, margens e faixas de proteção) são integrados na REN 6,3 km² (1,4 % do município), sendo 6,7 % pertencentes à freguesia de Pinhal Novo e o restante à União das freguesias de Poceirão e Marateca.

3.3. Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos

3.3.1. Introdução

As áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos são as áreas geográficas que, devido à natureza do solo, às formações geológicas aflorantes e subjacentes e à morfologia do terreno, apresentam condições favoráveis à ocorrência de infiltração e recarga natural dos aquíferos e se revestem de particular interesse na salvaguarda da quantidade e qualidade da água a fim de prevenir ou evitar a sua escassez ou deterioração. (...) A delimitação das áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos deve considerar o funcionamento hidráulico do aquífero, nomeadamente no que se refere aos mecanismos de recarga e descarga e ao sentido do fluxo subterrâneo e eventuais conexões hidráulicas, a vulnerabilidade à poluição e as pressões existentes resultantes de atividades e ou instalações, e os seus principais usos, em especial a produção de água para consumo humano (alínea d),

Secção II, Anexo 1, do DL nº 166/2008, de 22 de Agosto, alterado pelo DL n.º 239/2012, de 2 de novembro).

No Município de Palmela identifica-se um sistema aquífero: Bacia do Tejo/Sado - Margem Esquerda (T3), que apresenta relevância regional e nacional.

A caracterização do aquífero e a delimitação das áreas estratégicas de proteção e recarga apresentadas neste trabalho seguem, no essencial, os resultados do Estudo Geológico, Hidrogeológico e Perímetros de Proteção dos Captações de Abastecimento Público no Município de Palmela, efetuado pela Hydromodelo em 2006.

3.3.2. Geologia e Hidrogeologia

De acordo com Hydromodelo (2006), as numerosas formações geológicas com afloramento na área em estudo – incluindo as formações presentes nas Serras do Louro e de S. Luís – podem ser agrupadas em três unidades:

1. Unidade Siliciclástica (US), predominantemente constituída por depósitos Pliocénicos e Quaternários;
2. Unidade Greso-Carbonatada e Margosa (UGCM), constituída predominantemente por sedimentos Miocénicos;
3. Unidade Predominantemente Carbonatada, integrada por todas as formações geológicas de idade ante-Miocénico.

Adicionalmente, a análise integrada do conteúdo de oito perfis geológicos com informação pontual retirada de relatórios de captações, permitiu definir, na área territorial do Município de Palmela, três setores geológicos:

1. **Setor Palmela-Pinhal Novo**, com orientação submeridional, atravessa quase todo o Município. Os seus limites, a nascente e a poente, foram sugeridos pelo paleo-relevo marcado no teto da Formação Greso-Carbonatada e Margosa (UGCM) associado à presença da Falha do Pinhal Novo;

2. **Setor Oeste** (relativamente ao eixo Palmela-Pinhal Novo): abrange todos os terrenos do Município situados para poente do Setor Palmela-Pinhal Novo, apresentando identidade geológica própria;
3. **Setor Centro-Leste** (relativamente ao mesmo referencial): compreende todos os terrenos do Município a leste do Setor Palmela-Pinhal Novo, constituindo um domínio geológico com características distintas dos dois anteriores.

Em toda a área territorial da Península de Setúbal, diversos autores têm vindo a admitir como válido um modelo hidrogeológico de três camadas, definido em 1980 por PNUD:

- Aquífero superior livre, instalado nos termos arenosos de topo do Pliocénico e da cobertura recente;
- Aquitardo intermédio, assumido como o primeiro termo argiloso ou outro de baixa permeabilidade com espessura considerável;
- Aquífero inferior confinado, multicamada, apoiado nos termos inferiores Pliocénicos e nos termos greso-calco-margosos da série Miocénica.

De acordo com Hydromodelo (2006), os diferentes padrões litológicos existentes em cada um dos três setores geológicos do Município de Palmela, atrás referidos, implicam a adoção de 3 modelos hidrogeológicos conceptuais distintos, um para cada setor:

Setor Oeste

Neste setor hidrogeológico é válido o modelo conceptual proposto por PNUD (1980) e adotado em todos os trabalhos de modelação matemática posteriores.

Na área de interesse para o presente estudo, o aquífero superior livre tem uma espessura média de cerca de 80 metros, dominando os termos arenosos de granularidade fina que só nas zonas limítrofes a poente passam, lateralmente, a areias mais grosseiras.

As intercalações pelíticas são relativamente escassas, comparativamente ao observado nos níveis médios e inferiores da série Pliocénica. Localmente, os termos de baixa permeabilidade podem ser mais expressivos.

O aquitardo que faz a separação dos dois domínios mais permeáveis do modelo hidrogeológico setorial, tem uma constituição predominantemente argilosa e uma espessura média de cerca de 20 metros.

Setor Palmela – Pinhal Novo

Nesta faixa de terrenos geológicos muito heterogéneos e onde a Unidade Siliciclástica apresenta espessura muito variável, predominam as áreas onde é admissível um modelo hidrogeológico concetual formado por 3 camadas, embora nem sempre com a mesma estruturação vertical.

Setor Centro-Leste

De acordo com os resultados das sondagens disponíveis, não parece verificar-se a existência de um termo pelítico de espessura e lateralidade suficientes para reproduzir o modelo de três camadas habitualmente adotado na península de Setúbal. Assim, considera-se para este setor um modelo hidrogeológico do tipo livre (de uma só camada).

A espessura média do aquífero livre no município de Palmela é de 300 metros. A Unidade Siliciclástica (US) contribui, em média, com dois terços dessa possança (200 metros), sendo constituída por depósitos arenosos e areníticos de granularidade predominantemente média e grosseira, com intercalações pelíticas frequentes e de espessura variável.

As diferenças geológicas e hidrogeológicas existentes entre os três setores definidos no Município de Palmela refletem-se no rendimento dos furos e nos parâmetros hidráulicos dos aquíferos. A Hydromodelo (2006) efetuou um estudo estatístico dos furos por setores (15, 14 e 12 furos nos setores Oeste, Palmela-Pinhal Novo e Centro-Leste, respetivamente), tendo chegado à conclusão que o Setor Centro-Leste é o que apresenta caudais específicos mais altos, bom como transmissividade dos aquíferos mais elevada.

3.3.3. Metodologia

De acordo com a Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012, de 3 de Outubro e a respetiva declaração de retificação n.º 71/2012, de 30 de Novembro, na ausência de resultados de modelos da hidrodinâmica subterrânea que delimitem áreas preferenciais de recarga (recarga localizada), a delimitação das áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos deve ser efetuada com base no conceito de vulnerabilidade à poluição, a partir de índices que têm em conta a definição do tipo de aquífero (cársico, poroso e fissurado), uma vez que as áreas mais vulneráveis são também as áreas mais permeáveis que alimentam o aquífero, com maior impacto para a qualidade da água subterrânea.

No caso do município de Palmela, considera-se a existência de sistemas aquíferos porosos ou com dupla porosidade, como é o caso dos aquíferos com comportamentos mistos (e.g. sistemas aquíferos cársicos - porosos). Para este tipo de aquíferos, as Orientações Estratégicas da REN sugerem a utilização do Índice de Suscetibilidade (IS) (Ribeiro, 2005) para avaliação e representação cartográfica da vulnerabilidade do aquífero. De natureza puramente intrínseco, o Índice de Suscetibilidade é calculado a partir da soma ponderada de quatro parâmetros: profundidade da zona não saturada (*D*), recarga do aquífero (*R*), geologia do aquífero (*A*) e declives do terreno (*T*).

No caso do município de Palmela, a vulnerabilidade dos aquíferos e das respetivas águas subterrâneas à poluição foi avaliado pela Hydromodelo (2006) com recurso ao índice de vulnerabilidade DRATIC, que é um índice mais completo do que o IS sugerido pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012, de 3 de outubro e a respetiva declaração de retificação n.º 71/2012, de 30 de novembro. Com efeito, o índice de vulnerabilidade DRASTIC corresponde ao somatório ponderado de sete valores indexados aos sete parâmetros seguintes:

D – Profundidade da zona não saturada do aquífero;

R – Recarga do aquífero;

A – Geologia do aquífero;

S – Tipo de solo;

T – Declive do terreno;

- I – Impacto da zona não saturada;
- C – Condutividade hidráulica do aquífero.

Cada um dos sete parâmetros DRASTIC foi dividido em intervalos de classe ou em classes (tipos de meio) indutores de determinados potenciais de poluição expressos por um índice (número) de acordo com o estabelecido na **Tabela 3**. Nesta tabela, os parâmetros A, S, I e C contemplam apenas as classes ou intervalos de classe verificados no município de Palmela.

Tabela 3 – Índice DRASTIC aplicado ao município de Palmela

Parâmetro	Descrição das classes	Índices
D	> 30,5 m	1
	22,9 - 30,5 m	2
	15,2 - 22,9 m	3
	9,1 - 15,2 m	5
	4,6 - 9,1 m	7
	1,5 - 4,6 m	9
	< 1,5 m	10
R	> 254 mm	9
	178 - 254 mm	8
	102 - 178 mm	6
	51 - 102 mm	3
	< 51 mm	1
A	argilas e outros pelitos	4
	areias finas, grés, margas e calcários	6
	areias médias e grosseiras	8
S	textura mt.fina, c/ mat.orgânica, salobros	3
	cambrissolos calcários	5
	regossolos eutricos	7
	podzois orticos	9
T	< 2 %	10
	2 - 6 %	9
	6 - 12 %	5
	12 - 18 %	3
	> 18 %	1
I	argila / silte	3
	calcário e arenito	6
	areias com silte e argila	6
	areia média e grosseira	8
C	< 3,0 m/dia	1
	3,0 - 12,2 m/dia	2

Respeitaram-se os intervalos de classe adotados em Oliveira (2002), com exceção dos intervalos de classe correspondentes aos índices 1 e 2 do parâmetro C, que foram

ajustados à realidade do estudo. A alteração introduzida foi de pequena monta, substituindo 4,1 por 3,0 m/dia.

As ponderações dos parâmetros DRASTIC estão expressas na **tabela 4**, variando de 2 a 5.

Tabela 4 – Ponderação dos parâmetros do Índice DRASTIC

Parâmetro	Peso
D	5
R	4
A	3
S	5
T	3
I	4
C	2

O potencial de poluição DRASTIC obtém-se através da expressão:

$$\text{DRASTIC} = \Sigma (\text{parâmetro} \times \text{peso})$$

Desta forma, o valor mínimo do índice DRASTIC é 23 e o valor máximo 226. Transformando estes valores em potencial de vulnerabilidade, ao índice 23 corresponde a vulnerabilidade mínima e ao índice 226 a vulnerabilidade extrema.

Da aplicação do método DRASTIC à área total o Município de Palmela resultou o mapa representado na **Figura 12**.

Para integração nas Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos do município de Palmela, consideraram-se todas as áreas com índice DRASTIC superior a 134, que têm uma especial relevância na parte central do município onde, como já foi referido, a transmissividade do aquífero e a produtividade dos furos é mais elevada.

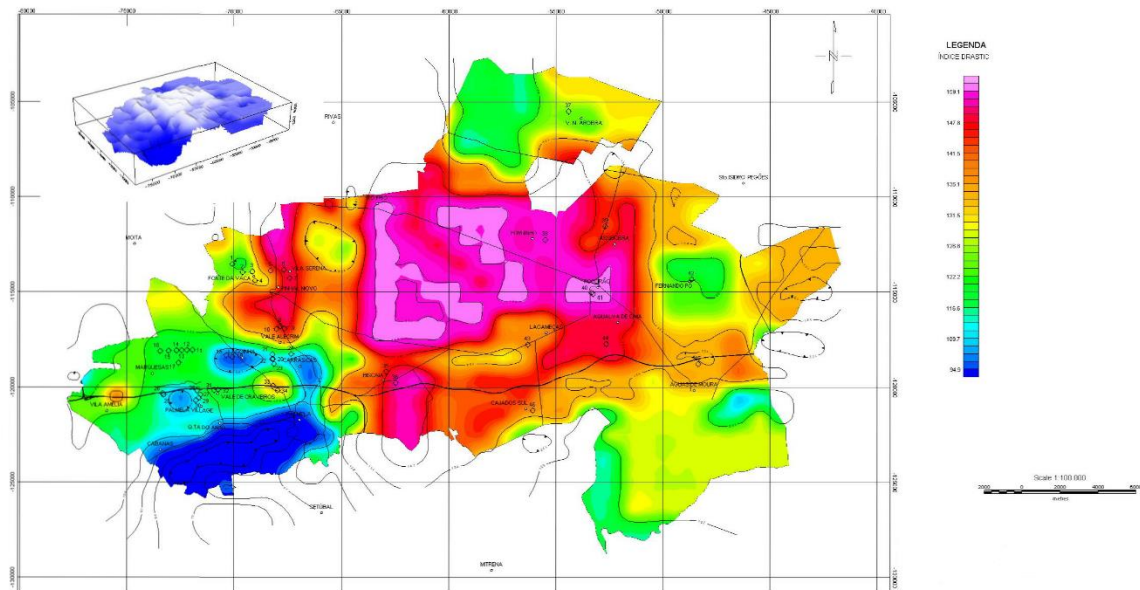


Figura 12 – Carta de Vulnerabilidade dos aquíferos, determinada por aplicação do Índice DRASTIC (Hydromodelo, 2006)

As unidades aquíferas semi-confinadas e confinadas Miocénicas da massa de água subterrânea da Bacia do Tejo-Sado /Margem Esquerda são recarregadas por drenância a partir das unidades mais superficiais, quando os potenciais hidráulicos destas formações são superiores, ou a partir da infiltração de água da chuva em áreas onde estas formações afloram. Neste contexto, delimitou-se AEPRAs na área onde afloram estas formações, designadamente, na vertente Norte dos relevos em estrutura monoclinial que bordejam a Serra da Arrábida;

Adicionalmente foram inseridas áreas relevantes indicadas pela Agência Portuguesa do Ambiente.

3.3.4. Delimitação das áreas a integrar na REN

A **Figura 13** representa a AEIPRA do Município de Palmela.

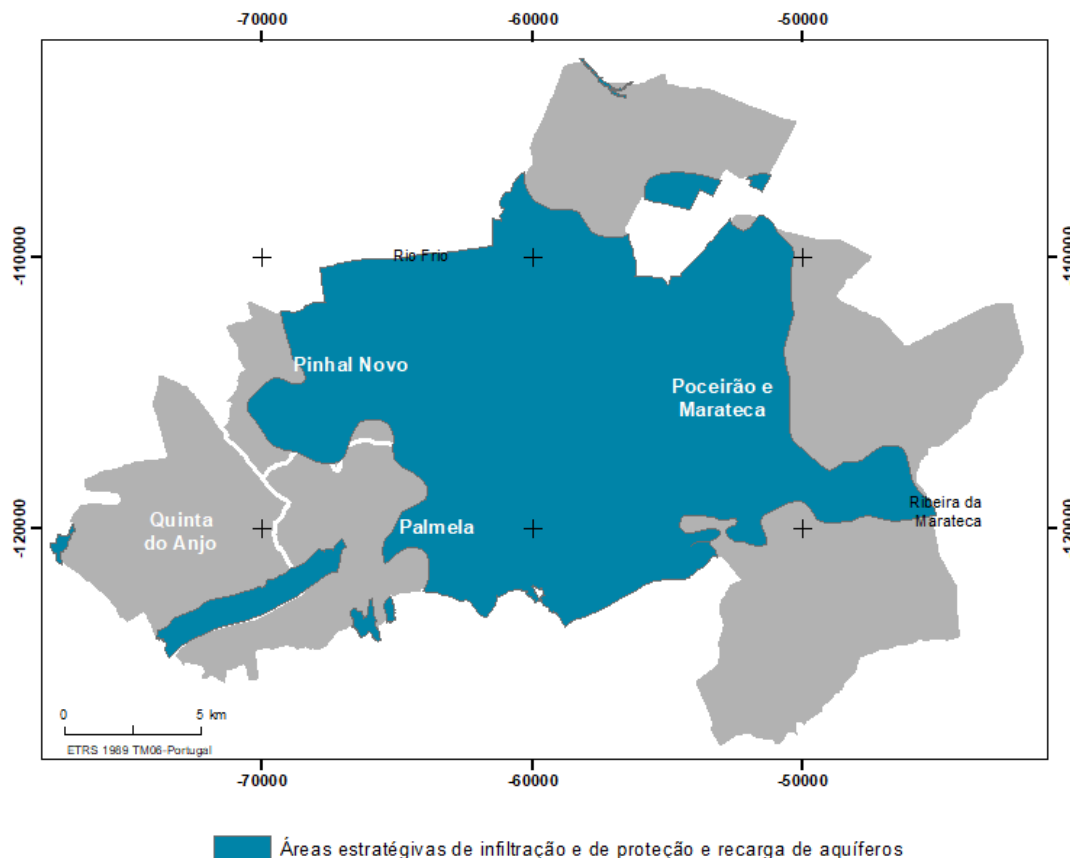


Figura 13 - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos do município de Palmela

De acordo com a metodologia adotada, 49,85 % do território concelhio (**Tabela 5**) corresponde a áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos (232 km²). Esta distribuição ocorre em todas as freguesias do Município. Em termos absolutos, a Freguesia de Poceirão e Marateca é a que mais território estratégico de proteção e recarga de aquíferos possui: 140 km², o correspondente a 30 % da superfície total do município. Em termos relativos, destacam-se ainda as Freguesias de Pinhal Novo e de Palmela, possuindo respetivamente 80 % e 54 % do seu território integrados na REN bruta, neste tipo de área relevante para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre.

Tabela 5 - Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos por freguesia do município de Palmela

Freguesia	AEIPRA (km ²)	% da superfície da freguesia	% da superfície do município
Palmela	42,08	54,29	9,05
Quinta do Anjo	5,8	11,35	1,25
Pinhal Novo	43,73	80,33	9,40
Poceirão e Marateca	140,26	49,73	30,16
Município	231,87	-	49,85

4. ÁREAS DE PREVENÇÃO DE RISCOS NATURAIS

4.1. Zonas ameaçadas pelas cheias

De acordo com o Decreto-Lei nº 239/2012, de 2 de novembro, consideram-se como Zonas Ameaçadas por Cheias (ZAC) ou “Zonas inundáveis”, as áreas suscetíveis de inundação por transbordo de água do leito dos cursos de água devido à ocorrência de caudais elevados.

A delimitação das ZAC efetua-se de forma diferenciada em função do tipo de uso e ocupação do território (alíneas 1 e 2, Ponto 3.3, Secção III, Anexo, Declaração de Retificação nº 71/2012, de 30 de novembro):

- a) em áreas urbanas, em que as cheias podem provocar impactes negativos importantes, a sua delimitação deve ser efetuada através de estudos hidrológicos e hidráulicos ou de estudos geomorfológicos combinados com uma avaliação estatística, que permitam o cálculo das áreas inundáveis com período de retorno de 100 anos ou mais baixos (20 anos);
- b) em áreas não urbanas (agrícolas e/ou florestais dominantes) a delimitação das zonas inundáveis pode resultar da representação da cota da maior cheia conhecida, determinada a partir da observação de marcas de cheia, registos de eventos históricos e dados cartográficos, e/ou da aplicação de critérios geomorfológicos, pedológicos e topográficos.

A generalidade das Zonas Ameaçadas pelas Cheias identificadas no Município de Palmela ocorrem em áreas não urbanas, pelo que a abordagem metodológica para a sua delimitação deve ser sustentada nos critérios referidos na alínea b), atrás mencionada.

4.1.1. Metodologia

A delimitação das ZAC no Município de Palmela assentou em quatro etapas distintas: (i) identificação das ZAC a partir de diferentes fontes de informação; (ii) Sobreposição das diferentes ZAC obtidas na etapa anterior; (iii) delimitação de ZAC e validação de campo; (iv) cartografia final das ZAC a integrar na REN do município.

Uma vez que não existem dados hidrométricos que permitam identificar os limites da cheia centenária, a delimitação das ZAC compreendeu a área contígua à margem de um curso de água que se estende até à linha alcançada pela cheia máxima interpretada através de: (a) critérios geomorfológicos, pedológicos, topográficos e de fotointerpretação; (b) dados cartográficos e estudos relevantes; (c) registos de eventos históricos; (d) levantamentos de campo.

A identificação das ZAC a partir de diferentes fontes de informação está assim em concordância com os critérios definidos na alínea c) da Secção III, da republicação do Decreto-Lei n.º 166/2008 de 22 de agosto presente no Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro, procurando a delimitação apresentada nesta versão, assegurar a continuidade das ZAC, previstas na legislação vigente e ajustar-se às condições hidrogeomorfológicas de cada local.

a) Critérios geomorfológicos, pedológicos, topográficos e de fotointerpretação

A delimitação das ZAC compreendeu a área contígua à margem de um curso de água que se estende até à linha alcançada pela cheia máxima interpretada através de critérios geomorfológicos, apoiados em informação topográfica, pedológica e interpretação de ortofotomapas digitais. A identificação da planície aluvial e das possíveis áreas sujeitas a inundações derivaram, numa primeira etapa, do cruzamento da informação topográfica (identificação de áreas planas ou aplanadas envolventes a um curso de água – cartografia 1:25 000, 1:10 000 e 1:5000) com a presença de solos classificados como aluviossolos modernos ou solos hidromórficos na Carta de Solos de Portugal. Os limites das ZAC foram posteriormente validados através da interpretação de ortofotomapas

digitais, considerando para o efeito a identificação nas respetivas imagens dos limites das áreas sujeitas a inundações, quer com base em bioindicadores de escoamento superficial como sejam a presença de juncais, canaviais e silvados, quer com base na presença de barreiras naturais e taludes antrópicos que marcam, por contraste, o limite entre a planície aluvial e as vertentes ou áreas com altitude superior adjacentes. Informação adicional de delimitação para algumas áreas específicas estão presentes em documento anexo (Adenda_PropostaZAC.pdf).

b) Dados cartográficos e estudos relevantes

Foram igualmente incorporadas nas ZAC as áreas sujeitas a inundações, identificadas com base no estudo dos caudais de ponta de cheia nas secções das diferentes passagens hidráulicas incluídas no Plano de Drenagem Pluvial das bacias do Município de Palmela. No entanto, por ausência de informação, à data da sua execução, algumas ZAC apresentavam interrupções espaciais, tendo essas discontinuidades sido colmatadas com a inclusão de informação altimétrica de pontos cotados (Cartografia oficial à escala 1:25 000), entretanto adquirida, e curvas de nível de levantamento 1:5 000, bem como observações de campo adicionais, para verificação no terreno da morfologia e das obras de conservação e regularização do escoamento. Nestes casos, a utilização de critérios geomorfológicos permitiu efetuar ajustes aos limites determinados no âmbito do plano que as define.

A delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias na zona estuário do Sado foi baseada numa shapefile incluída no Atlas “Zonas Inundáveis”, disponibilizado pela APA, correspondente a um estudo efetuado pelo LNEC para o INAG, na escala de 1:50 000, com a delimitação das zonas de inundações do rio Sado para a cheia com período de retorno de 100 anos ou máxima cheia conhecida.

Contudo, foram efetuados pequenos ajustes suportados no limite do leito das águas de transição, interpretação de ortofotomapas e pontos cotados. Adicionalmente, incluíram-se nas ZAC outras zonas classificadas como inundáveis ou como arrozais em diferentes fontes de informação (e.g. PROT-AML, RNES, SNIRH).

Por indicação da APA e CCDR LVT, marcaram-se em sobreposição, nas áreas abrangidas pela inundações do estuário do Sado, as zonas ameaçadas por cheia dos pequenos cursos

não tendo sido considerado o leito do estuário e procedendo-se ainda a ajustes geomorfológicos no seu limite superior.

c) Registos de eventos históricos

Relativamente aos registos de eventos históricos de inundações, os seus limites foram identificados pelos serviços de proteção civil e reportam, essencialmente, ao ano de 2008. Estas áreas foram igualmente classificadas como ZAC. Refira-se que os casos documentados reportam sobretudo situações de inundação decorrentes de condições de escoamento deficientes.

d) PGRI 2.º Ciclo

Na ribeira da Livramento, foi considerada a zona inundável do PGRI 2.º Ciclo, para o período de retorno de 100 anos, disponibilizada pela APA.

e) Estudo hidrológico Zona Industrial do Vale do Alecrim

Na ribeira do Vale do Alecrim, foi considerada a área inundada, para o período de retorno de 100 anos, obtida através de estudo hidrológico (MD_Tage.pdf).

Respeitando as indicações expressas pela APA e pela CCDR LVT, foram retirados da ZAC os polígonos correspondentes ao leito normal dos cursos de água responsáveis pelas inundações.

Neste contexto, apresentam-se nesta memória alguns exemplos de aplicação conjunta de critérios, que suscitaram dúvidas em anteriores versões.

Ex. 1 - Vale das Fontanas (Vala da Asseiceira) – Nesta situação é adicionada uma área adicional ou estudos de drenagem existentes. A inclusão de delimitação de ZAC neste curso de água suporta-se nos seguintes critérios:

- i) O setor referido, na **Figura 14a** – Troço 1, drena uma bacia superior a 33 km², apresentando, no seu setor jusante (na confluência com a Vala da Asseiceira), um vale com características morfológicas que indiciam a possibilidade de inundação (plano, largura de 200 m, presença de aluviões);

- ii) Segundo a delimitação do Plano de Drenagem, próximo deste local, a cota da

inundação atinge os 24 m de altitude. Este setor do fundo de vale varia entre os 23,5 m e os 26 m, pelo que se considerou a possibilidade de poder ser afetado por cheia quando a ribeira da Asseiceira também estiver nesta situação;

- iii) Manter a continuidade de ZAC neste vale, ainda que parte desta esteja presente no município contíguo.



Figura 14a – Troço 1

● Fotografias



Figura 14b – Troço 2
(seta azul trecho integrado em ZAC no Plano de Drenagem; seta verde trecho anteriormente excluído da ZAC)

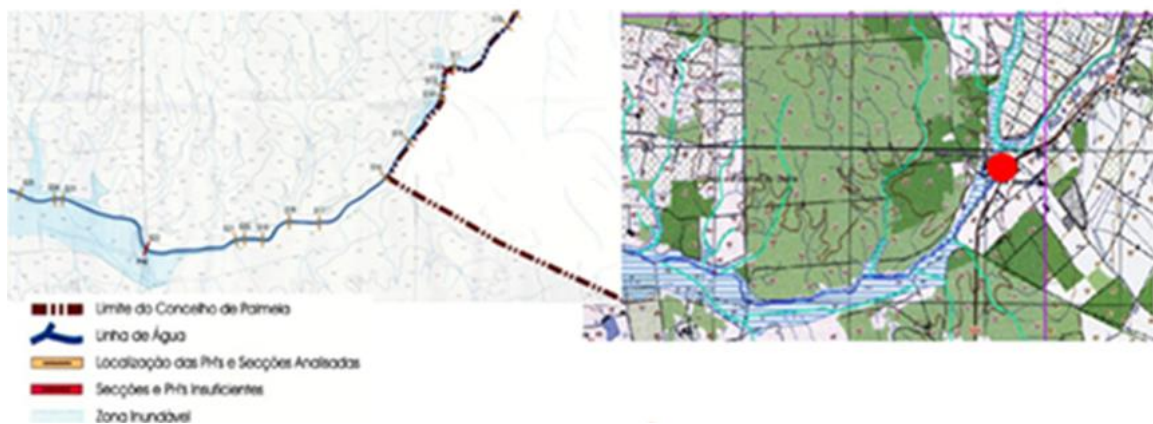


Figura 13c – Troço 3

Fotografias

Figura 14 – Vala da Asseiceira

Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD) e ZAC proposta (carta militar, fls.444)

As **Figuras 14b e 14c**, apresentam exemplos de ZAC que foram ajustadas na atual versão. Assim procurou-se não só manter a continuidade da ZAC ao longo do vale, como ajustar a sua delimitação à morfologia do vale e à rede hidrográfica. Nestas situações procurou-se a aferição da profundidade da inundação expectável nesse setor, através da identificação das cotas de fundo do vale e do limite da inundação prevista no Plano de Drenagem. Com base nesses valores (cotas e profundidade) e na análise morfológica em campo, foram desenhados os polígonos para manutenção da continuidade espacial das áreas inundadas do Plano de Drenagem. Adicionalmente, procurou-se que uma linha de água, ainda que de menor relevância, se estiver no mesmo contexto morfológico (vale) junto ao curso de água responsável pela ZAC, não deve ficar parcialmente integrada em ZAC, mas na sua totalidade (destaque **Figura 14b**).

Ex. 2 - Vala da Vendinha

A Vala da Vendinha apresenta nos seus setores montante e intermédio várias áreas inundáveis identificadas no plano de drenagem. Assim, tendo em conta esta situação e o facto de esta desaguar na Albufeira da Venda Velha, junto à confluência desta com a Vala da Asseiceira, curso de água também associado a ZAC, considera-se que a ZAC identificada deve apresentar continuidade entre setores, uma vez que apresentam morfologia idêntica de funco de vale, estendendo-se até ao setor jusante (**Figura 15**).

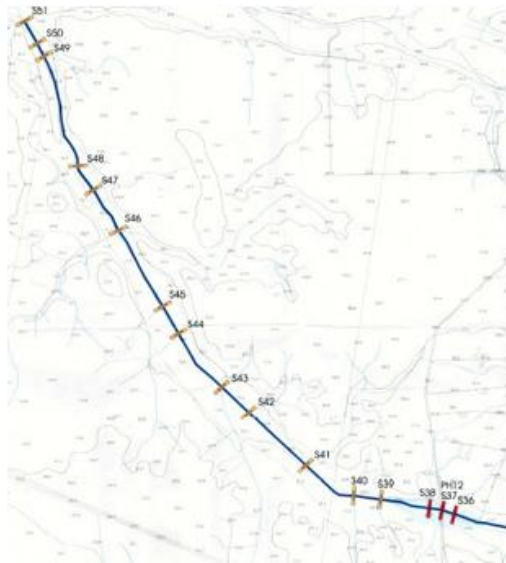


Figura 15a – Troço 1

● Fotografia





Figura 15b – Troço 2

Fotografias



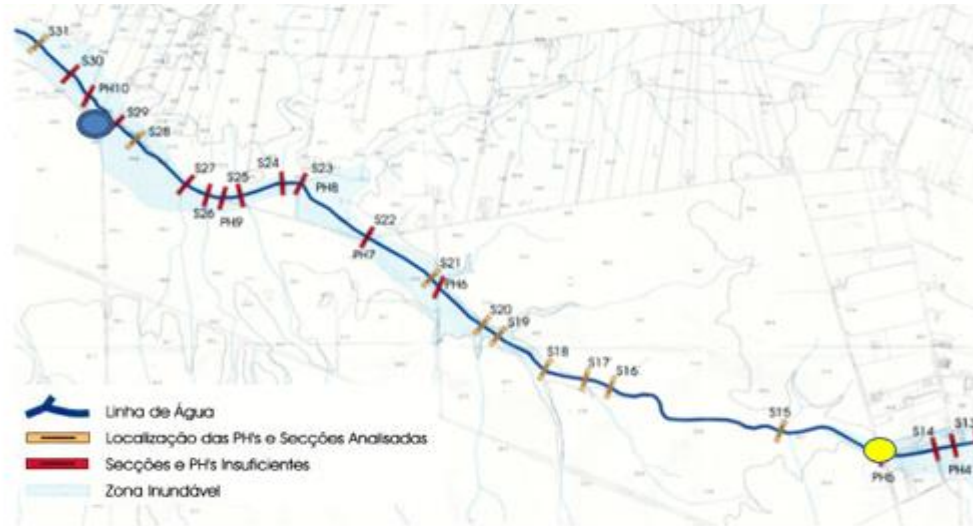


Figura 15c – Troço 3

● ● Fotografias



Figura 15 – Valsa da Vendinha.

Extratos da Carta de Zonas Inundáveis (PD) e ZAC proposta (carta militar, fls.444)

Nesta delimitação, como no exemplo anterior, procurou-se a aferição da profundidade da inundação expectável nas áreas previamente definidas no Plano de Drenagem, através da identificação das cotas de fundo do vale e do limite da inundação prevista. Com base nesses valores (cotas e profundidade), na análise morfológica em campo e na fotointerpretação, foram desenhados os polígonos para manutenção da continuidade espacial das áreas inundadas do Plano de Drenagem. Adicionalmente, procurou-se que uma linha de água, ainda que de menor relevância, se estiver no mesmo contexto morfológico junto ao curso responsável pela ZAC, não deve ficar parcialmente integrada em ZAC, mas na sua totalidade.

Esta metodologia, originou alguns ajustes à cartografia apresentada, como por exemplo a referida na **Figura 15b e 15c**, ou nas áreas associadas a ZAC a norte do Poceirão. Nesta situação em concreto, após identificada a cota aproximada do fundo de vale do curso de água a que está associada a ZAC e a cota associada à área inundável nos setores propostos pelo Plano de Drenagem, foi definida a altura de cheia entre 1,5-2 m, ficando o limite da área inundável ajustado à morfologia do terreno, conectando-se os polígonos de área inundável propostos no Plano de Drenagem, desde a localidade do Poceirão (setor montante) até à Albufeira da Venda Velha.

A procura do ajuste morfológico, teve igualmente em conta as fontes de informação anteriormente descritas. Por exemplo, na área a norte e noroeste do Poceirão a análise da bacia de drenagem responsável por esta ZAC, está predominantemente associada aos cursos de água que confluem neste local e drenam do setor oeste, estando o seu leito a uma cota de cerca de 38 m. Neste contexto, e tendo como referência o Plano de Drenagem e as condições hidrogeomorfológicas, mas também o facto de as referidas bacias representarem em conjunto cerca de 4 km², num relevo com inclinações inferiores a 2º e um substrato muito permeável (areias da Formação de Santa Marta), considerou-se que a área inundada não ultrapassaria os 39 m de altitude, e que os cursos de água associados não terão dimensão para ter situações de cheia considerando um substrato muito permeável. Adicionalmente, considera-se que a área a sul da linha de caminho de ferro, se encontra a cotas na ordem dos 40 m ou superiores, logo uma situação de “refluxo” da área a norte não será expectável. Acresce ainda as obras de

limpeza e melhoria das PH e valas drenantes do local (anexo Adenda_PropostaZAC).

Ex 3 – Vala das Eras

No que se refere à delimitação da ZAC, a montante da Albufeira do Vinte e Dois, considerou-se como referência base o Plano de Drenagem. Assim, de montante para jusante, o Plano de Drenagem identifica uma área inundável, com alguma dimensão.

Assumindo:

i) que a área inundável anterior está no setor montante de uma bacia maior (29 km²), que drena para a albufeira do Vinte e Dois, certamente possui um volume de escoamento superior ao que origina a 1ª área crítica do Plano de Drenagem;

ii) que no setor intermédio deste troço é identificada no Plano de Drenagem uma segunda área inundável;

iii) e que desde o limite jusante, da primeira área se encontra cartografada, na Carta Geológica de Portugal, a presença de aluviões;

considerou-se que deve ser mantida a continuidade da ZAC desde a 1ª área identificada no Plano de Drenagem até à albufeira do Vinte e Dois.

Neste contexto, a delimitação da continuidade teve em conta a morfologia do terreno e informação altimétrica, a cartografia de aluviões, análise de ortofotomapas e limites do Plano de Drenagem.

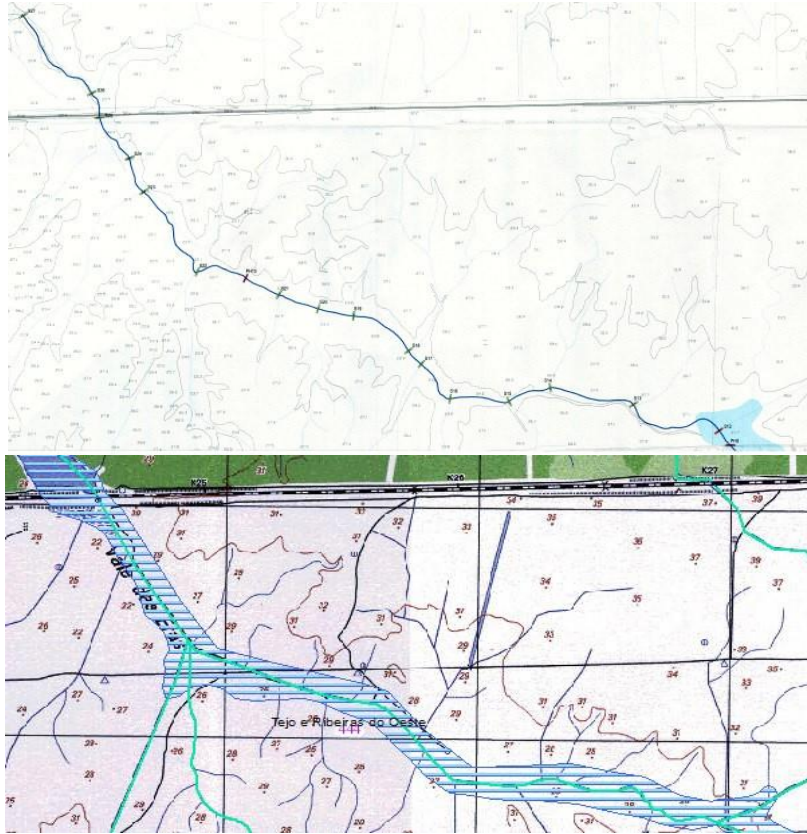


Figura 16a – Troço 1 jusante

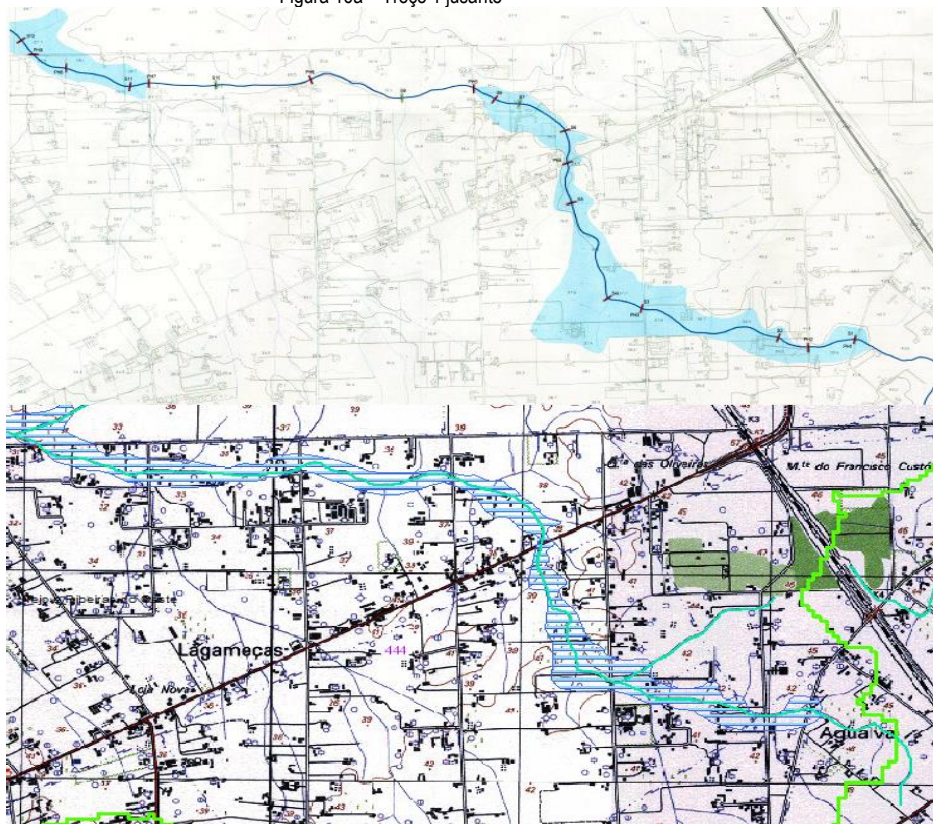


Figura 16b – Troço 2 montante

Figura 16 – Vala das Eras.

Extratos da Carta de Zonas Inundáveis (PD) e ZAC proposta (carta militar, fls.444)

No que se refere à delimitação da 1.ª área crítica, mais a montante, identificada no Plano de Drenagem, os limites são, na generalidade, os identificados no referido estudo, com exceção da “bolsa” a SW, em que a delimitação atual segue a morfologia indicada na Carta Militar, tendo como referência a curva de nível dos 40 m (Figura 17).

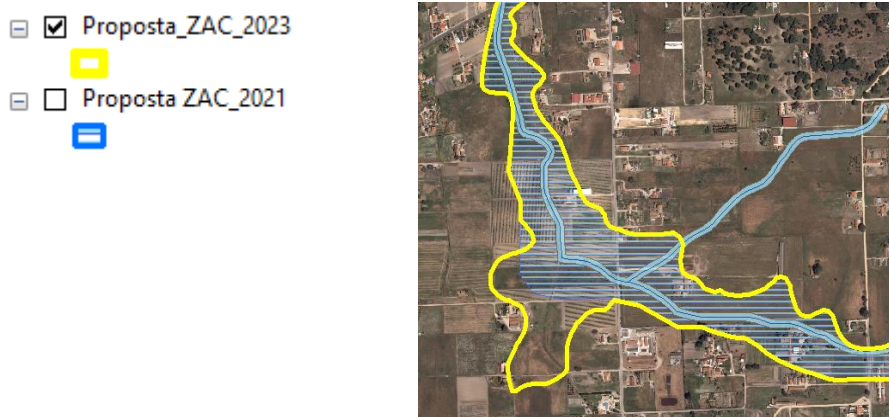


Figura 17 – Vala das Eras.

4.1.2. Zonas ameaçadas pelas cheias no Município

As áreas ameaçadas por cheias, de acordo com a metodologia utilizada, ocupam 2213,16 ha, o que corresponde a 5 % da área total do Município de Palmela (Figura 18).

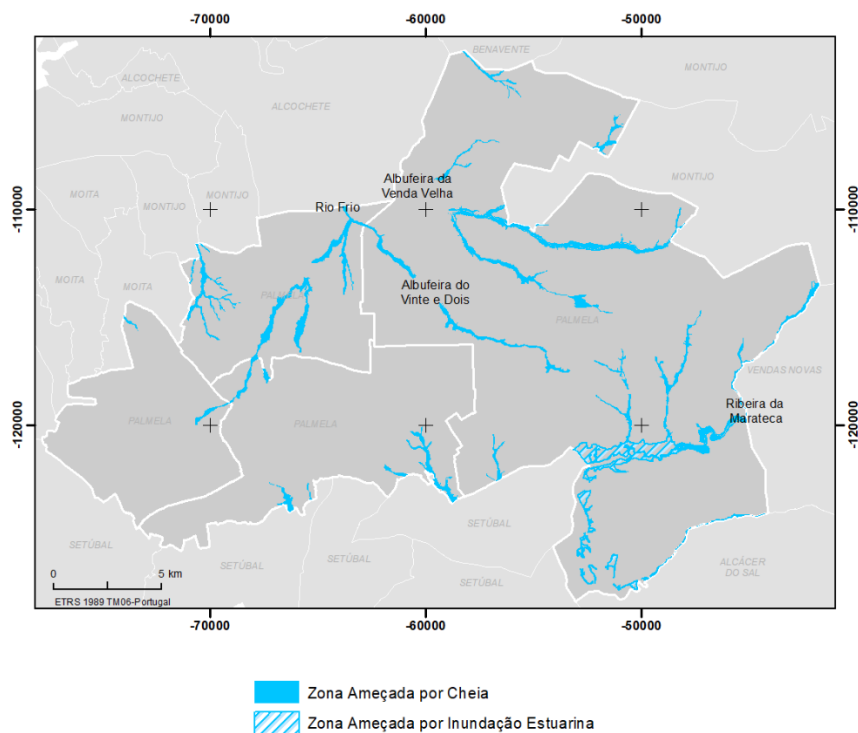


Figura 18- Zonas ameaçadas por cheias (ZAC) no âmbito da REN no município de Palmela

As zonas ameaçadas por cheias distribuem-se de modo desigual nas 4 freguesias do Município de Palmela: Quinta do Anjo; Pinhal Novo; Palmela; Poceirão e Marateca (**Tabela 6**).

Quinta do Anjo - As ZAC abrangem uma área de 32,96 ha, o que representa 0,64 % da área da freguesia. Esta ZAC corresponde à zona da cabeceira da Vala da Salgueirinha.

Palmela - As ZAC abrangem uma área de 184,83 ha, o que representa 2,39 % da área da freguesia. A sua distribuição na freguesia afeta troços da Ribeira do Livramento e dos seus afluentes da margem esquerda, Vala da Salgueirinha e da ribeira de Algeruz.

Pinhal Novo - As ZAC abrangem uma área de 418,97 ha, o que representa 7,7 % na área da freguesia. A sua distribuição concentra-se fundamentalmente ao longo da Vala de Malpique, Vala do Pinhal, Vala da Salgueirinha e respetivos afluentes.

Poceirão e Marateca - As ZAC abrangem uma área de 1576,40 ha, o que representa 5,59 % na área da freguesia. Destaca-se, pela elevada extensão, a ZAC correspondente à zona ameaçada por inundação estuarina. Adicionalmente, as ZAC na freguesia estão presentes em todos os cursos de água mais relevantes e respetivos afluentes, quer nos que escoam para Sul, para a Ribeira da Marateca – Canal das Águas de Moura, quer nos que escoam para ENE- NE na direção das marinhas do Pinhal Novo e da Atalaia, como é o caso da Ribeira da Asseiceira.

Tabela 6 – Zonas Ameaçadas pelas Cheias por Freguesia do Município de Palmela

Freguesia	ZAC (ha)	% da superfície da Freguesia	% da superfície do município
Palmela	184,83	2,39	0,40
Quinta do Anjo	32,96	0,64	0,07
Pinhal Novo	418,97	7,70	0,90
Poceirão e Marateca	1576,40	5,59	3,39
Município	2213,16	-	4,76

4.2. Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo

“As áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo são as áreas que, devido às suas características de solo e de declive, estão sujeitas à perda excessiva de solo por ação do escoamento superficial.” (Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, na redação dada pelo Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto).

O controlo da erosão hídrica dos terrenos é fundamental para a conservação e gestão do recurso solo e para a manutenção do equilíbrio dos processos morfogenéticos e pedogenéticos, ao mesmo tempo que desempenha um papel de relevo na regulação do ciclo hidrológico (promovendo a infiltração em detrimento do escoamento superficial) e na redução da perda de solo, diminuindo a colmatagem dos solos a jusante e o assoreamento das massas de água.

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012, de 3 de outubro, retificada pela Declaração de Retificação n.º 71/2012, de 30 de novembro, com nova redação da pela Portaria nº 336/2019, de 26 de setembro, aprova as orientações estratégicas de âmbito nacional e regional, que consubstanciam as diretrizes e critérios para a delimitação das áreas integradas na Reserva Ecológica Nacional (REN) a nível municipal.

4.2.1. Metodologia

A proposta apresentada suporta-se nas Orientações Estratégicas (Portaria nº 336/2019, de 26 de setembro), cujo objetivo é a delimitação das áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo (AEREHS) através de aplicação metodológica baseada na Equação Universal de Perda do Solo (EUPS). Neste contexto é obrigatório a avaliação da erosão potencial do solo, contemplando as três variáveis principais, nomeadamente, erosividade da precipitação, erosividade do solo e topografia da vertente, considerando o seu comprimento e inclinação. Contudo, a legislação vigente contempla a possibilidade de inserir o fator de prática agrícola de conservação de solo (P), sempre

que se verifique a presença de socacos ou outros muros de contenção de terras, o que não é o caso no município de Palmela.

Assim, a metodologia adotada expressa a erosão do solo (A), em ton/ha.ano, obtida através da seguinte fórmula:

$$A=R.K.LS.P$$

onde:

R — Fator de erosividade da precipitação, baseado na informação fornecida pelo European Soil Data Centre (ESDAC), Joint Research Centre (resolução 500 m), em unidades SI (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹);

K — fator da erodibilidade dos solos, suportada na Carta dos Solos de Portugal, SROA / CNROA / IEADR / IHERA / IDRHa / DGADR (1:25 000) (t h ha MJ⁻¹ ha⁻¹ ano⁻¹);

LS — fator topográfico, adimensional, derivado do modelo digital de terreno suportado na Carta Militar de Portugal, Instituto Geográfico do Exército (1:25 000).

Fator R - Erosividade da precipitação

Segundo a legislação em vigor o cálculo do fator da erosividade da precipitação deve ser efetuado com base em trabalhos científicos e técnicos, em unidades do Sistema Internacional (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹), sendo que na ausência de trabalhos detalhados e fiáveis se pode recorrer à informação disponibilizada pelo ESDAC/JRC. Assim, o fator erosividade da precipitação foi produzido com base na cartografia *Rainfall erosivity in Europe, Joint Research Center*, cuja resolução original é de 500 m.

Assim, para um melhor ajuste de uma resolução mais grosseira a células de 5 m, dimensão utilizada durante este processo de delimitação da Reserva Ecológica Nacional, e colmatação de algum valor em falta foi efetuado um procedimento de adaptação através das seguintes operações:

- i) Conversão da estrutura matricial original para vetorial (pontos);
- ii) Interpolação dos pontos com base no método IDW (*Inverse Distance Weight*) expressa por:

$$Vd = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^\alpha} v_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^\alpha}}$$

em que:

Vd – é o valor desconhecido;

n – é o número de células com valor conhecido consideradas no cálculo;

d_i – é a distância do centro da célula com valor desconhecido até à célula i com valor conhecido;

α – é o valor de potência que representa a importância atribuída à distância.

Esta função calcula uma média ponderada pela distância, *i.e.* atribui, às células com valor conhecido, uma importância tanto maior quanto menor a sua distância à célula com ausência de informação que se procura colmatar. Assim, as áreas onde a informação é omissa obtêm valores semelhantes aos da sua vizinhança ($n = 12$), mas contemplando também, embora com menor importância ($\alpha = 1$), os mais distantes. A aplicação desta metodologia permite a criação de uma superfície suavizada com maior resolução (5 m), mas que mantém os valores originais nos pontos advindos da cartografia de base (**Figura 19**).

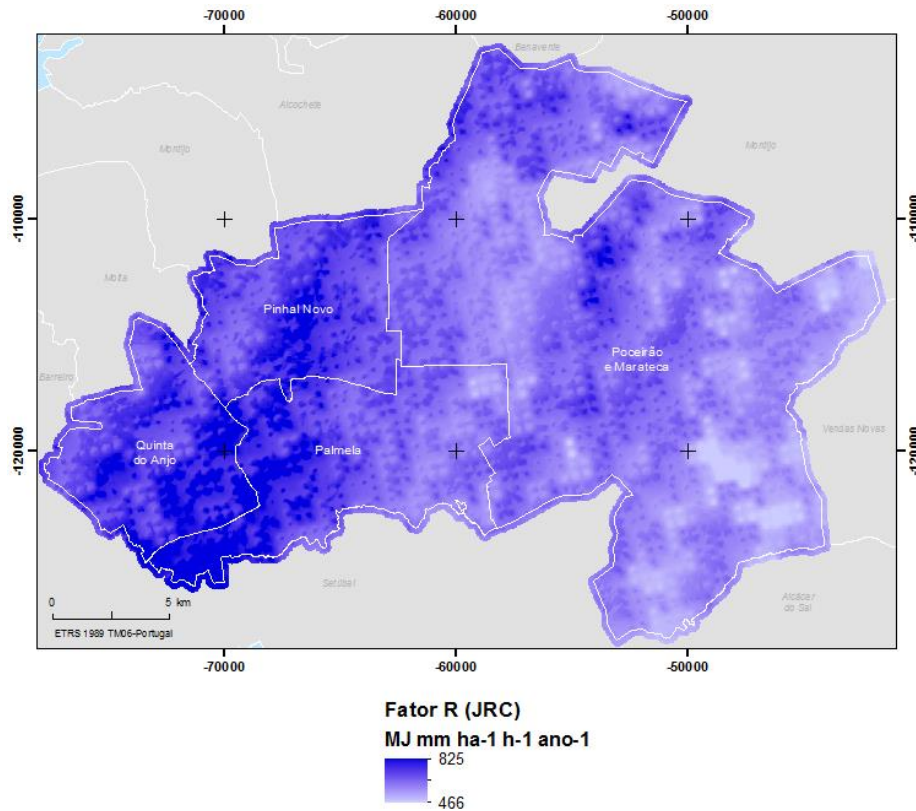


Figura 19 - Erosividade da precipitação, no Município de Palmela. Fonte: ESDAC-JRC

Fator K - Erodibilidade do solo

A erodibilidade do solo deve, segundo as Orientações Estratégicas da REN, ser contabilizada utilizando como suporte o trabalho de Pimenta (1999). Assim, com base na Carta de Solos de Portugal, foi classificado o valor de erodibilidade (valores SI) das classes de solo existentes no Município de Palmela, identificados na **Tabela 7**. Nos casos em que havia ausência de informação no trabalho de Pimenta (1999) foi atribuído um valor idêntico ao de solo com características idênticas (“família”).

Tabela 7 – Fator K no Município de Palmela (adaptado de Pimenta,1999)

Classes de solo existentes no Município de Palmela	Fator de erodibilidade do solo K (SI)
A	0,039
A(h)	0,039
Aac	0,045
Ac	0,045
Al	0,017
Al(h)	0,017
Ap	0,001
Ap(a)	0,001
Aph	0,052
Apt	0
Arc	0
Arct	0
As	0,018
As(h)	0,018
Asa(h)	0,018
Asl	0,018
Asl(h,i)	0,018
Assa(h)	0,02
Assa(h,i)	0,02
Atl	0,005
Bva	0,033
Ca	0,04
Caa	0,04
Cal	0,04
Cpc(p)	0,033
Ec	0,055
Ec(p)	0,055
Et	0,029
Pa	0,03
Pac	0,032
Pag	0,022
Pag(a)	0,022
Pag(d)	0,022
Par	0,03
Par(a)	0,03
Pc'	0,031
Pc	0,039
Pcs	0,038
Pct	0,033
Pdg	0,027
Pdg(d)	0,027

Classes de solo existentes no Município de Palmela	Fator de erodibilidade do solo K (SI)
Pg	0,01
Ppr	0,029
Ppr(a)	0,029
Ppr(e)	0,029
Ppr(p)	0,029
Ppt	0,02
Ppt(a)	0,02
Ppt(d)	0,02
Ppt(h)	0,02
Ppt(h,p)	0,02
Ppt(p)	0,02
Pt	0,055
Ptc	0,053
Pz	0,029
Pz(a)	0,029
Pzh	0,011
Rg	0,002
Rgc	0,007
Rgc(a)	0,007
Sag	0,032
Sb	0,036
Sb(h)	0,036
Sbac	0,043
Sbac(h)	0,043
Sbac(p)	0,043
Sbc	0,043
Sbl	0,014
Sbl(h)	0,014
Sblc	0,043
Sg	0,031
Sp	0,001
Sp(a)	0
Spc'	0,031
Spc'(p)	0,031
Spc(p)	0,039
Spg	0,033
Sr	0,033
Sr(p)	0,033
Svc'	0,032
Svc'(p)	0,032
Va	0,023
Vac	0,023
Vac(p)	0,023
Vag	0,018

Classes de solo existentes no Município de Palmela	Fator de erodibilidade do solo K (SI)
Vc'	0,034
Vc	0,037
Vc(d)	0,037
Vc(d,p)	0,037
Vc(p)	0,037
Vcd	0,039
Vct	0,05
Vct(p)	0,05
Vt	0,032
Vt(a)	0,032
Vt(d)	0,032
Vt(d,p)	0,032
Vt(e)	0,032
Vt(h)	0,032
Vt(h,p)	0,032
Vt(p)	0,032
Vtc	0,02
Vvt	0,032

O valor de erodibilidade final de cada unidade de solo foi calculado através da média aritmética ponderada de K, dos solos presentes nessa unidade (Figura 20).

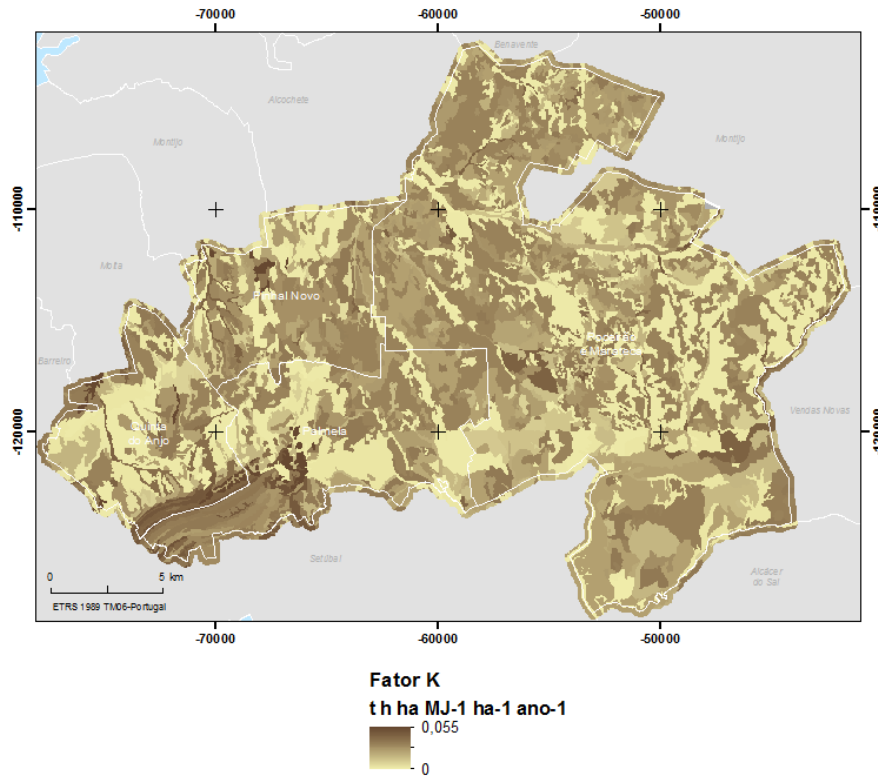


Figura 20 - Erodibilidade dos solos - Fator K – no Município de Palmela

Fator Topográfico LS – comprimento e inclinação da vertente

O fator LS, procura de forma adimensional, exprimir a importância conjugada do comprimento da vertente (L) e do seu declive (S), aferidos à geometria normalizada dos talhões experimentais (L = 22,5 m; S = 9 %), resultando do seu produto.

O fator L é determinado pela expressão:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22,3} \right)^m$$

em que λ é o comprimento do desnível em metros e m o coeficiente que depende do declive,

sendo $m = \frac{\beta}{\beta+1}$ em que $\beta = \frac{\frac{\text{sen}\theta}{0,0896}}{0,56+3 \times (\text{sen}\theta)^{0,8}}$ onde θ é o ângulo em radianos

associado à inclinação do desnível (Figura 21).

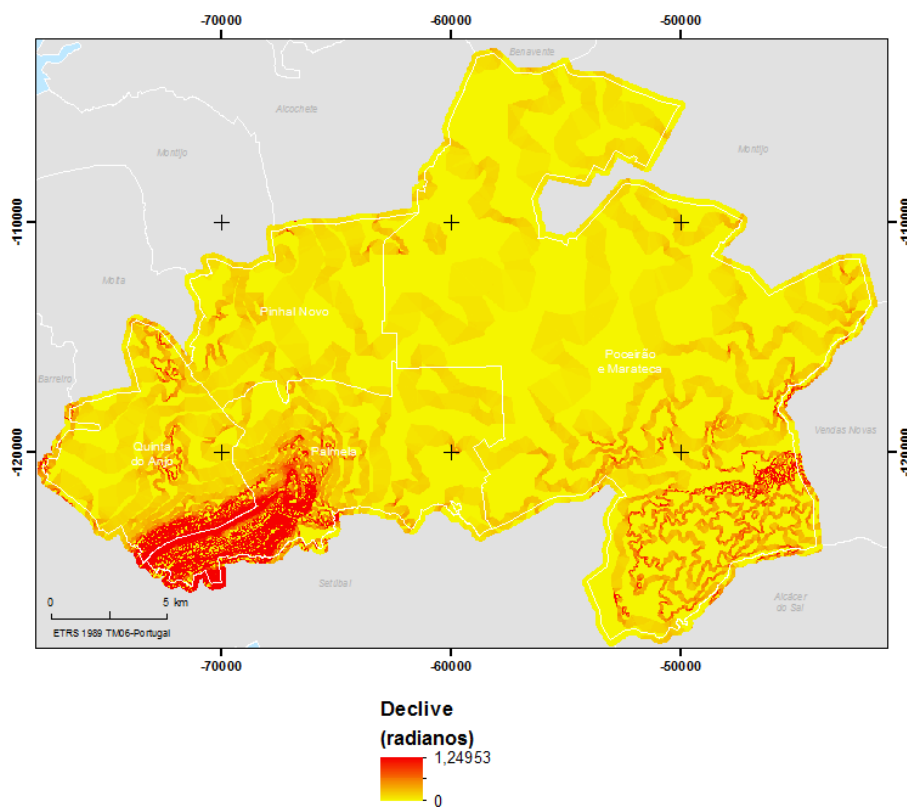


Figura 21 - Declive em radianos - Componente θ – no Município de Palmela

O fator S é condicionalmente determinado pelas expressões:

- a) se declive < 9%, $S = 10,8 \text{ sen}\theta + 0,03$
- b) se declive \geq 9%, $S = 16,8 \text{ sen}\theta - 0,5$

Os parâmetros referidos anteriormente foram extraídos através do modelo digital de elevação, com resolução de 5 m, suportado na informação altimétrica à escala 1:25 000. Do referido MDE, devidamente corrigido em termos de depressões artificiais, foram extraídos: i) declive; ii) comprimento das vertentes derivado do fluxo acumulado nas bacias drenantes para o município.

O componente λ , correspondente ao comprimento do desnível em metros, foi obtido utilizando os critérios e procedimentos, de acordo com as orientações estratégicas da CNREN¹, nomeadamente:

- a) extração de mapa de direção de fluxos e fluxo acumulado;

¹ disponíveis em http://cnt.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/Apresentacao_Formacoes.pdf

- b) reclassificação dos fundos de vale bem como outros locais onde o escoamento se possa considerar concentrado, mantendo-se a opção mais conservadora de utilização do limite do comprimento máximo de vertente permitido legalmente, *i.e.* de 305 m (61 células acumuladas), segundo a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro. Adicionalmente, em sede de “REN Bruta” opta o município por obter a Erosão Potencial do Solo mais conservadora, não sendo utilizadas outras fontes de interrupção de drenagem continua ao longo da vertente (como sugerido na ação de formação sobre áreas e elevado risco de erosão hídrica do solo, de 18 de dezembro de 2019, com organização conjunta da APA e DGT).

A Figura 22 apresenta os resultados obtidos para o fator topográfico.

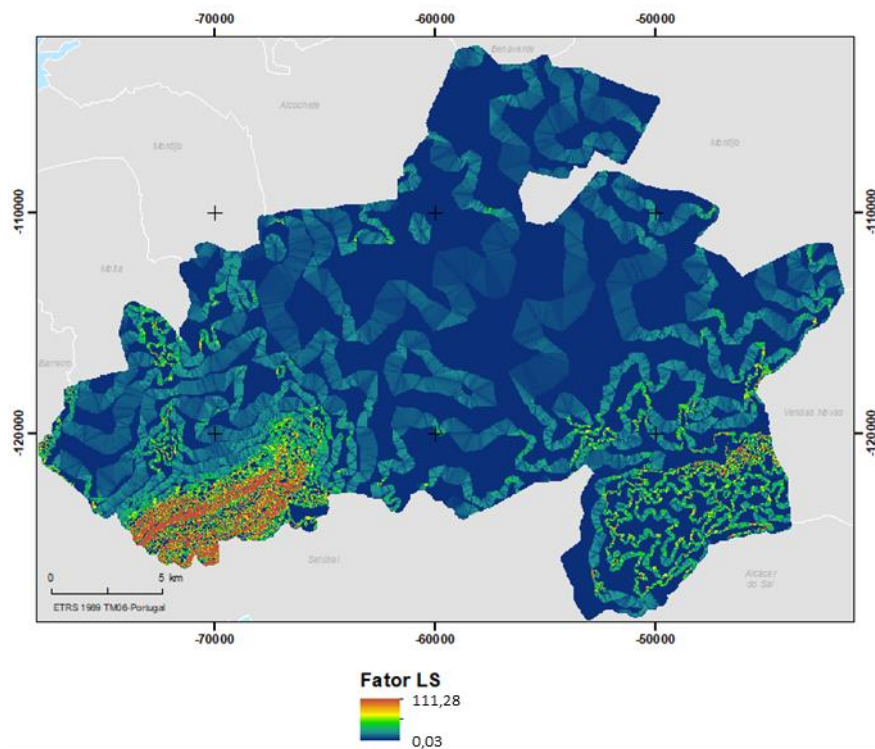


Figura 22 – Fator topográfico (LS) no Município de Palmela

No presente trabalho não se verificaram a adoção de práticas agrícolas que contenham socalcos ou muros de retenção de terras permanentes pelo que o fator P não foi contemplado.

Combinando-se todos estes fatores e componentes de acordo com a formulação indicada em epígrafe, obteve-se a erosão potencial do solo (A), no Município de Palmela (Figura 23)

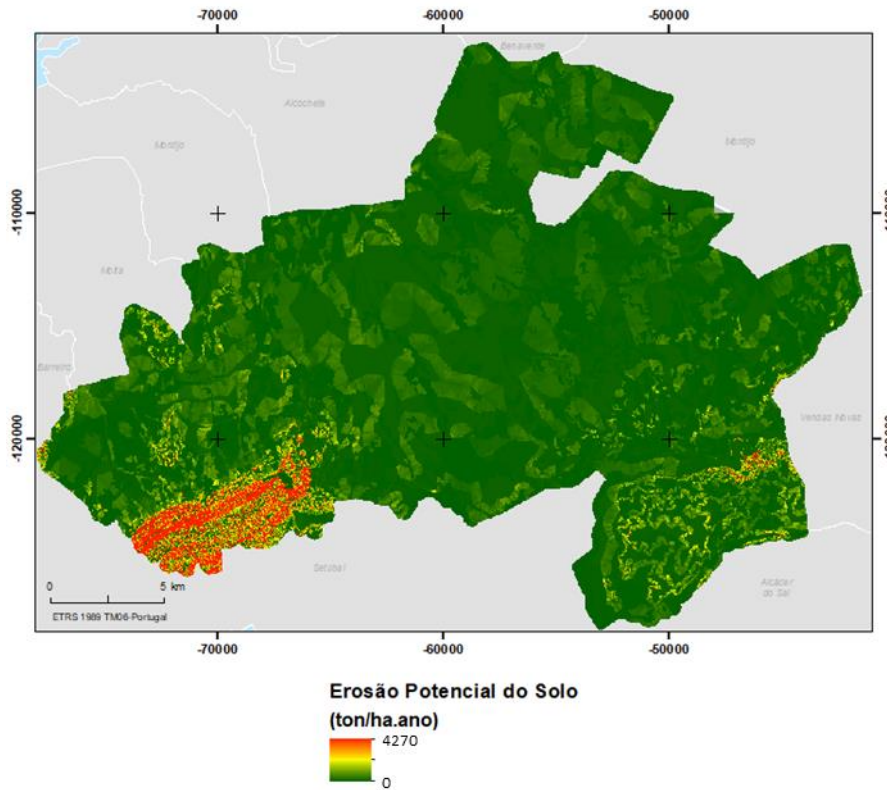


Figura 23 - Erosão potencial do solo (A), no Município de Palmela

A proposta apresentada considera como integrante da Reserva Ecológica Nacional as áreas cuja erosão potencial do solo seja igual ou superior a 25 t/ha.ano. Contudo, os processos de modelação em estrutura matricial por vezes criam o aparecimento de áreas de reduzida dimensão descontextualizadas dos níveis de erosão verificados nas áreas envolventes e/ou descontinuidades de unidades integradas devido à escala da cartografia de base, cujo pormenor pode não ser o ideal para a análise efetuada, causando problemas no planeamento e gestão do território. Assim, foram efetuados alguns procedimentos de verificação e homogeneização (como recomendado nas normas e recomendações vigentes), dos quais se salientam:

Agrupamento de unidades

A continuidade das unidades de terreno integrantes da REN é imprescindível. Por tal, foi efetuado um processo de análise espacial que avaliou a distância entre manchas. Neste, contexto procurou-se que sempre que as unidades integradas na REN apresentam entre si uma distância inferior a 20 m, estas devem ser aglutinadas (**Figura 24**).

Com este procedimento procura-se:

- i) minimizar os problemas advindos da utilização de cartografia com escala/resolução diferente (Altimetria, Carta de Solos, Erosividade da Precipitação), considera-se que as distâncias entre unidades que sejam inferiores ao erro de graficismo a uma escala de pormenor (0,2 x 10 000), poderão não ser reais, mas sim derivadas do processamento cartográfico;
- ii) diminuir a incerteza nos limites das áreas integradas, uma vez que as recomendações indicam que o limite de 25 t/ha.ano pode ser ajustado. Assim, garante-se a existência de uma faixa de transição igualmente sobre proteção, uma vez que na generalidade se encontra no mesmo contexto morfológico, pedológico e litológico das áreas com valores superiores ao limiar considerado;

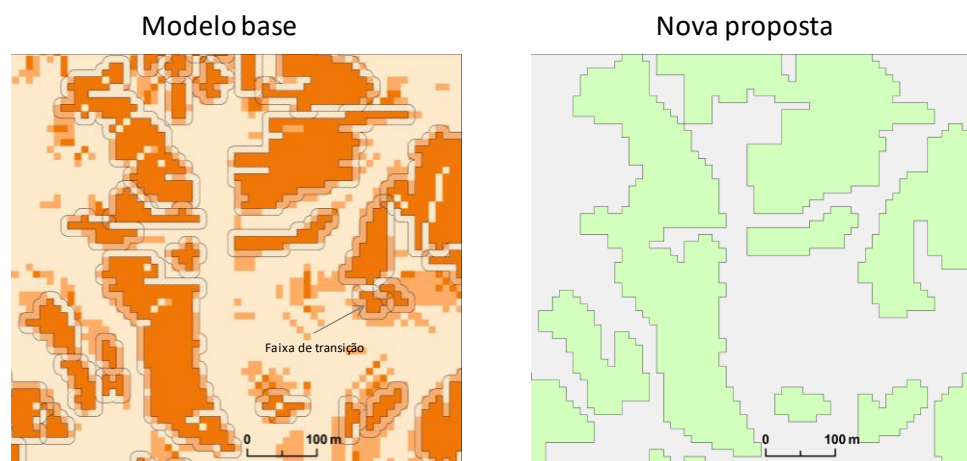


Figura 24 - Exemplo de agregação de unidades a integrar na REN

Homogeneização de unidades

Este procedimento pretende que as unidades a integrar na REN, no Município de Palmela, apresentem uma dimensão mínima considerada indicada para o fenómeno em

causa, tendo-se optado por uma generalização cartográfica consoante as áreas a integrar (≥ 1 ha). Adicionalmente, o procedimento permite que estes territórios apresentam homogeneidade interna possibilitando deste modo a manutenção da continuidade espacial da unidade integrada na REN, bem como a contextualização tendo em conta a área envolvente/vizinhança (Figura 25).

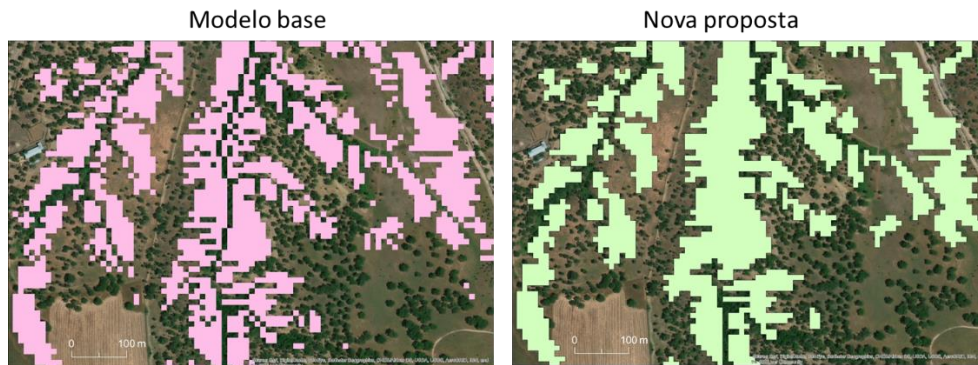


Figura 25 - Exemplo de homogeneização de unidades a integrar na REN

Suavização dos limites

Por último, foi efetuada uma suavização dos limites dos polígonos a integrar na REN, retirando assim o traçado artificial e retilíneo proveniente da modelação em estrutura matricial (Figura 26)

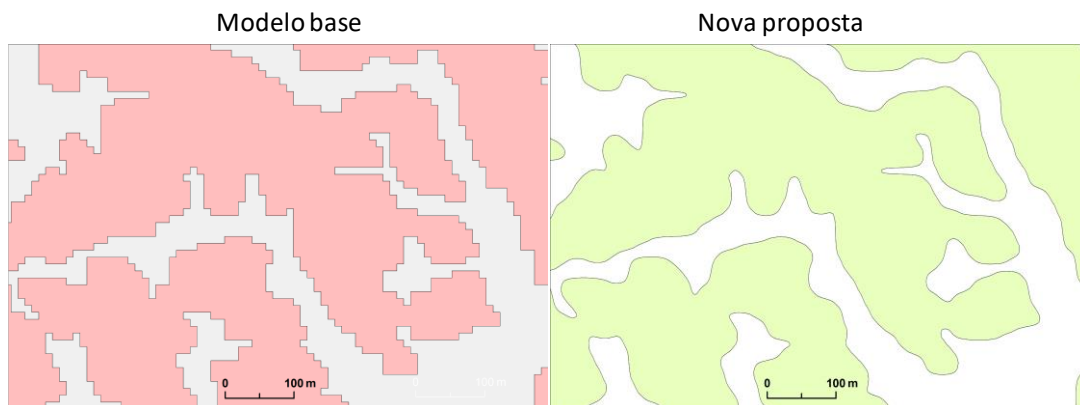


Figura 26 - Exemplo de suavização de limites das unidades a integrar na REN

4.2.2. Delimitação das áreas a integrar na REN

Assim, a **Figura 27** representa as áreas a integrar a Reserva Ecológica Nacional, devido a problemas associados ao risco de erosão hídrica do solo.

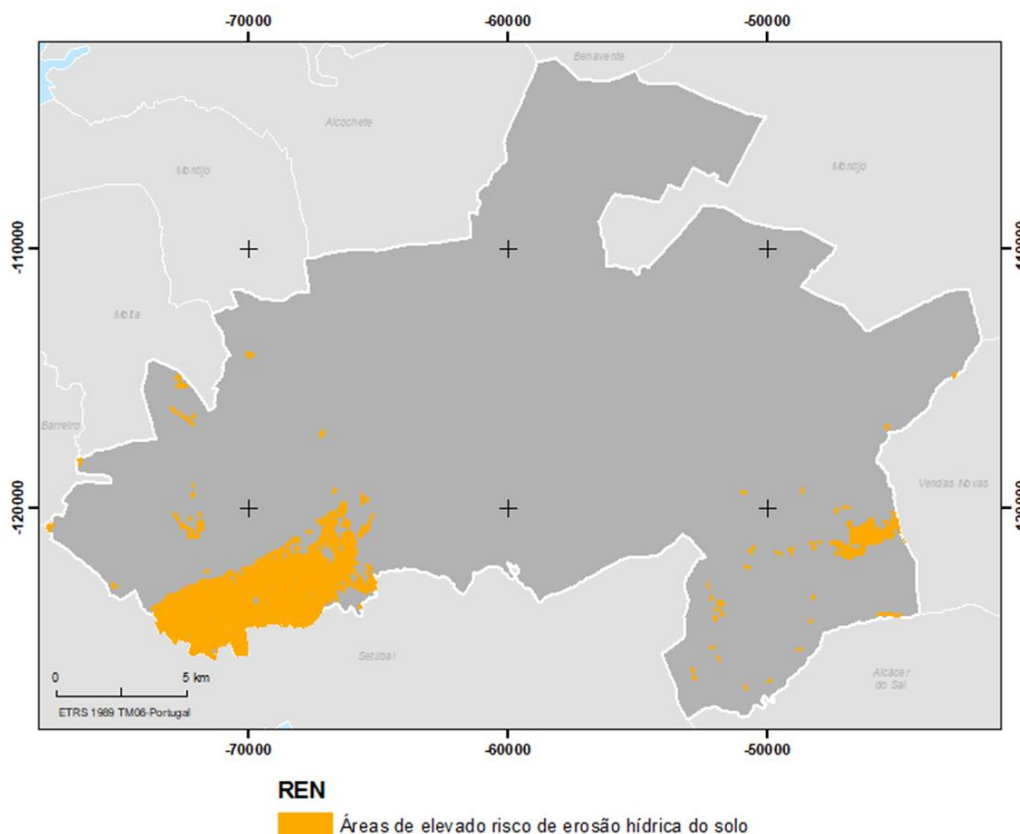


Figura 27 – Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo no Município de Palmela

De acordo com a metodologia adotada, 4,5 % do território concelhio (**Tabela 8**) corresponde a áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo (21,09 km²). Esta distribuição ocorre em todas as freguesias do Município. A Freguesia de Palmela é a que, quer em termos absolutos, mais território com elevado risco de erosão hídrica do solo possui: 13 km² (3% do Município), associado sobretudo à área da Serra da Arrábida, onde se associam vertentes de maior dimensão e declive com solos de erodibilidade moderada a elevada. Em termos relativos, destacam-se as Freguesias de Palmela e da Quinta do Anjo, possuindo respetivamente 18,4% e 9,5% do seu território integrados na

REN, neste tipo de área de prevenção de riscos naturais. Nas restantes freguesias o fenómeno em análise é, em termos relativos, muito pouco significativo, não obstante o facto de na Freguesia de Poceirão e Marateca cerca de 186 ha estarem integrados na REN devido aos níveis de erosão hídrica do solo, nomeadamente no setor a sul de Águas de Moura/Marateca, resultante da associação de declives mais acentuados, nas vertentes do vale da ribeira da Marateca, com solos Litólicos, Não Húmicos, Pouco Insaturados Normais, de arenitos grosseiros, de erodibilidade moderada (0,03).

Tabela 8 - Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo por freguesia do Município de Palmela

Freguesia	AEREHS (ha)	% da superfície da Freguesia	% da superfície do Município
Palmela	1429,9	18,4	3,1
Quinta do Anjo	485,9	9,5	1,0
Pinhal Novo	5,5	0,1	0,01
Poceirão e Marateca	185,9	0,7	0,4
Município	2107,2	-	4,5

4.3. Áreas de instabilidade de vertentes

Neste trabalho adota-se a terminologia e a classificação de movimentos de massa em vertentes de referência no plano internacional. Esta classificação foi proposta pela Working Party on World Landslide Inventory (1993) e apresentada por Cruden e Varnes (1996), integrando 5 tipos principais de instabilidades: desabamento (*fall*), tombamento ou balançamento (*topple*), deslizamento ou escorregamento (*slide*), expansão lateral (*lateral spread*) e escoada ou fluxo (*flow*).

No território de Palmela foram identificados movimentos do tipo deslizamento, por vezes associados a movimento do tipo desabamento.

O deslizamento corresponde a um “movimento de solo ou rocha que ocorre predominantemente ao longo de planos de rutura ou de zonas relativamente estreitas, alvo de intensa deformação tangencial” (WP/WLI, 1993: 6-2). A ocorrência de fendas de tração, no que equivalerá posteriormente à cicatriz principal do deslizamento, corresponde a um dos indicadores primários de deformação. Este facto aponta para que o movimento não se inicie simultaneamente ao longo do que será a extensão total da superfície de rutura.

No caso do Município de Palmela, os movimentos de deslizamentos podem ocorrer associados aos desabamentos, nomeadamente nas vertentes com declive acentuado, não sendo fácil a identificação do tipo de mecanismo envolvido quando os movimentos são antigos e a topografia instabilizada se encontra mal conservada. Nos movimentos mais recentes é possível individualizar deslizamentos rotacionais e deslizamentos translacionais.

Os deslizamentos rotacionais ocorrem ao longo de superfícies de rutura curvas e côncavas, principalmente em materiais homogêneos e isotrópicos (Cruden e Varnes, 1996). A sua cinemática determina que, para movimentos cujo perfil da superfície de rutura se aproxima de um círculo ou de um cicloide, esta se faça com pouca deformação interna da massa deslocada. Em todo o caso, a cabeça do movimento pode registar descidas verticais abruptas e a parte superior da massa deslocada tende a inclinar para montante formando aclives. Estes favorecem a retenção da água, possibilitando o prolongamento no tempo das manifestações de instabilidade e, quando em abundância, favorecer a ocorrência de escoadas na área de acumulação do deslizamento (Varnes, 1978).

Os deslizamentos translacionais típicos estão associados a uma superfície de rutura planar ou muito pouco ondulada. Esta caracteriza-se por um baixo ângulo de cisalhamento, geralmente paralelo à superfície topográfica original. O seu deslocamento vai geralmente para além da superfície de rutura, cobrindo a jusante a superfície topográfica original (Cruden e Varnes, 1996). Os deslizamentos translacionais ocorrem frequentemente ao longo de discontinuidades (falhas, fraturas, planos de

estratificação) ou no contacto entre o maciço rochoso e níveis de solo residual ou transportado, marcados por uma baixa resistência ao corte.

No município de Palmela os deslizamentos translacionais são quase sempre superficiais, apresentando planos de rutura com profundidade tipicamente inferior a 2 metros. Estes deslizamentos afetam quase exclusivamente os depósitos peliculares que revestem a maior parte das vertentes, ao longo de superfícies de rutura planares, frequentemente localizadas no contacto com um substrato rochoso impermeável margoso e/ou argiloso.

4.3.1. Inventário dos movimentos de massa em vertentes

O inventário dos movimentos de massa em vertentes no Município de Palmela baseou-se nos métodos e técnicas que a seguir se discriminam:

- Interpretação de ortofotomapas digitais (pixel = 0,5 m) obtidos em 2004, auxiliada pela projeção da altimetria detalhada do terreno, para a totalidade do município;
- Verificação e validação das manifestações de instabilizadas nas vertentes com trabalho de campo.

No total, foram identificados e inventariados 23 movimentos de massa em vertentes no território do Município de Palmela, do tipo deslizamento ou deslizamento-desabamento que, para efeitos de avaliação da suscetibilidade, foram considerados em conjunto. A **Tabela 9** e a **Figura 28** sistematizam as principais características destes movimentos de massa.

Tabela 9 - Parâmetros morfométricos dos movimentos de massa em vertentes inventariados no Município de Palmela

	Deslizamentos
Número	23
Área Mínima (m ²)	83
Área Máxima (m ²)	19.700
Área Média (m ²)	1.879
Desvio-Padrão (m ²)	4.010
Área total (m ²)	43.222
Densidade desliz. (n/km ²)	0,05
% área deslizada	0,009

Os 23 movimentos de massa em vertentes ocorrem exclusivamente na área da Arrábida e correspondem a uma área total instabilizada de 43.222 m². A densidade de movimentos é de 0,05 ocorrências/km² e a área instabilizada representa apenas 0,009% da área total do município.

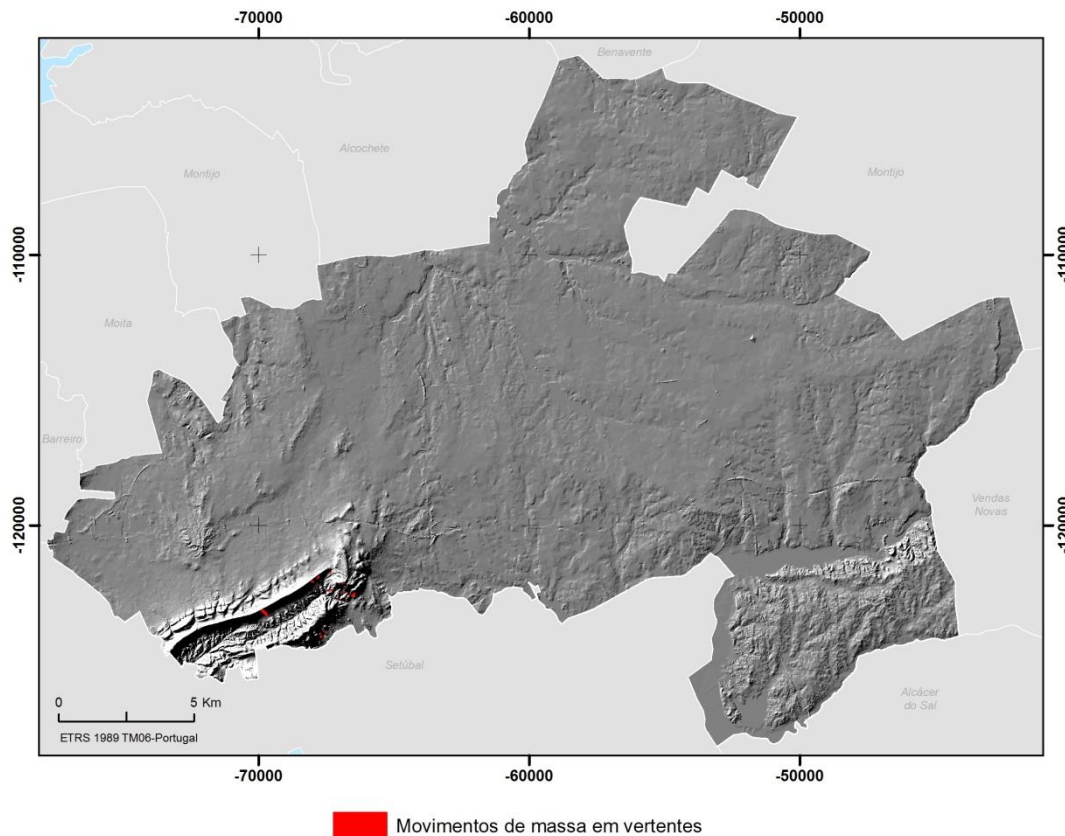


Figura 28 - Inventário de movimentos de massa em vertentes, no Município de Palmela

4.3.2. Identificação e cartografia dos fatores condicionantes da instabilidade das vertentes

A avaliação da suscetibilidade geomorfológica é baseada no pressuposto de que os futuros movimentos de massa em vertentes têm maior probabilidade de ocorrer sob condições geológicas e geomorfológicas semelhantes às que geraram instabilidade no

presente e no passado (Varnes, 1984; Zêzere *et al.*, 2008). Neste contexto, é fundamental a identificação e cartografia dos fatores condicionantes (de predisposição) responsáveis pelo aparecimento ou aceleração das manifestações de instabilidade, assim como a sua ponderação com recurso a modelos de relação espacial. Neste trabalho foram considerados 6 temas como fatores de predisposição para a ocorrência de movimentos de massa em vertentes: declive, exposição, curvatura em plano, inverso do *wetness index*, litologia e uso do solo. Os temas foram convertidos do formato vetorial para *raster*, tendo sido posteriormente reclassificados, de modo a poderem integrar os modelos de avaliação da suscetibilidade. Estabeleceu-se que todos os outputs das várias operações efetuadas deveriam ter pixéis com a resolução de 5x5, ou seja, 25 m².

A Carta Topográfica multicodificada à escala 1:10 000, do Município de Palmela, serviu de base à construção de um Modelo Numérico de Elevação (MNE), a partir do qual foram derivados os seguintes temas: declive, exposição, curvatura plana e inverso do *wetness index*.

O mapa de declives (**Figura 29**) foi reclassificado em 9 classes expressas em graus: 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40 e >40.

O mapa de exposições (**Figura 30**) foi também reclassificado em 9 classes, quem incluem 8 quadrantes principais (N, NE, E, SE, S, SW, W e NW) a que acresce a classe dos terrenos planos (logo, sem exposição definível).

O mapa da curvatura em plano (**Figura 31**) reproduz o perfil transversal das vertentes e foi reclassificado em 3 classes: côncavo, plano / retilíneo e convexo.

O mapa do Inverso do Wetness Index (IWI) (**Figura 32**) qualifica a retenção de humidade, o conteúdo em água do solo e as zonas de saturação superficial, através da relação, para cada pixel:

$$IWI = \frac{\tan \beta}{a} \quad (1)$$

Onde a é a área de acumulação a montante (em m²) e β é o declive (em graus).

Este mapa foi reclassificado em 6 classes, recorrendo a um critério logarítmico: 0; 0-0,0001; 0,0001-0,001; 0,001-0,01; 0,01-0,1; 0,1-0,52.

O mapa das unidades litológicas (**Figura 33**) baseia-se na Carta Geológica na escala de 1:50.000, do Laboratório Nacional de Energia e Geologia, tendo sido reclassificado em 25 classes, em função das litologias dominantes: Conglomerados, arenitos e margas de Picheleiros (ID1); Calcários de Senhora das Necessidades (ID2); Aluviões (ID3); Formação de Rodízio: pelitos, arenitos e conglomerados (ID4); Dolomitos do Convento e de São Luís (Formação de Achada) (ID5); Formação de Dagorda: pelitos, calcários dolomíticos e evaporitos (ID6); Formação de Pedreiras: calcários (ID7); Conglomerados de Comenda (ID8); Argilas, grés, conglomerados e calcários de Vale de Rasca (ID9); Formações de Alcoentre e de Tomar indiferenciadas: areias, arenitos e argilitos (ID10); Formações de Alcoentre e de Tomar indiferenciadas: intercalações calcárias (ID11); Argilitos e margas de Azeitão (ID12); Conglomerados de Guarda-Mor (ID13); Arenitos de Marateca (ID14); Arenitos de Marateca com intercalações calcárias (ID15); Calcários margosos de Palhavã (ID16); Arenitos e calcoarenitos de Pinhal e Castelo de Palmela (ID17); Areias e margas de Quinta do Anjo (ID18); Areias da Quinta da Torre (ID19); Plano de água (ID20); Formação de Santa Marta: areias (ID21); Formação de Ulme: areias e arenitos (ID22); Depósitos de terraços fluviais (ID23); Cascalheiras de génese indiferenciada (ID24); Formação de Marco Furado: argilitos e conglomerados (ID25).

O mapa do uso do solo (**Figura 34**) constitui uma adaptação do nível 2 do COS2007, considerada adequada para efeitos de modelação da suscetibilidade aos movimentos de massa em vertentes no Município de Palmela. Contempla 15 classes: Indústria, comércio e transportes (ID1); Águas marinhas e costeiras (ID2); Tecido urbano (ID3); Áreas de extração de inertes, áreas de deposição de resíduos e estaleiros de construção (ID4); Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos, culturais e de lazer, e zonas históricas (ID5); Culturas temporárias (ID6); Culturas permanentes (ID7); Pastagens permanentes (ID8); Áreas agrícolas heterogéneas (ID9); Florestas (ID10); Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea (ID11); Zonas descobertas e com pouca vegetação (ID12); Zonas húmidas interiores (ID13); Zonas húmidas litorais (ID14); e Águas interiores (ID15).

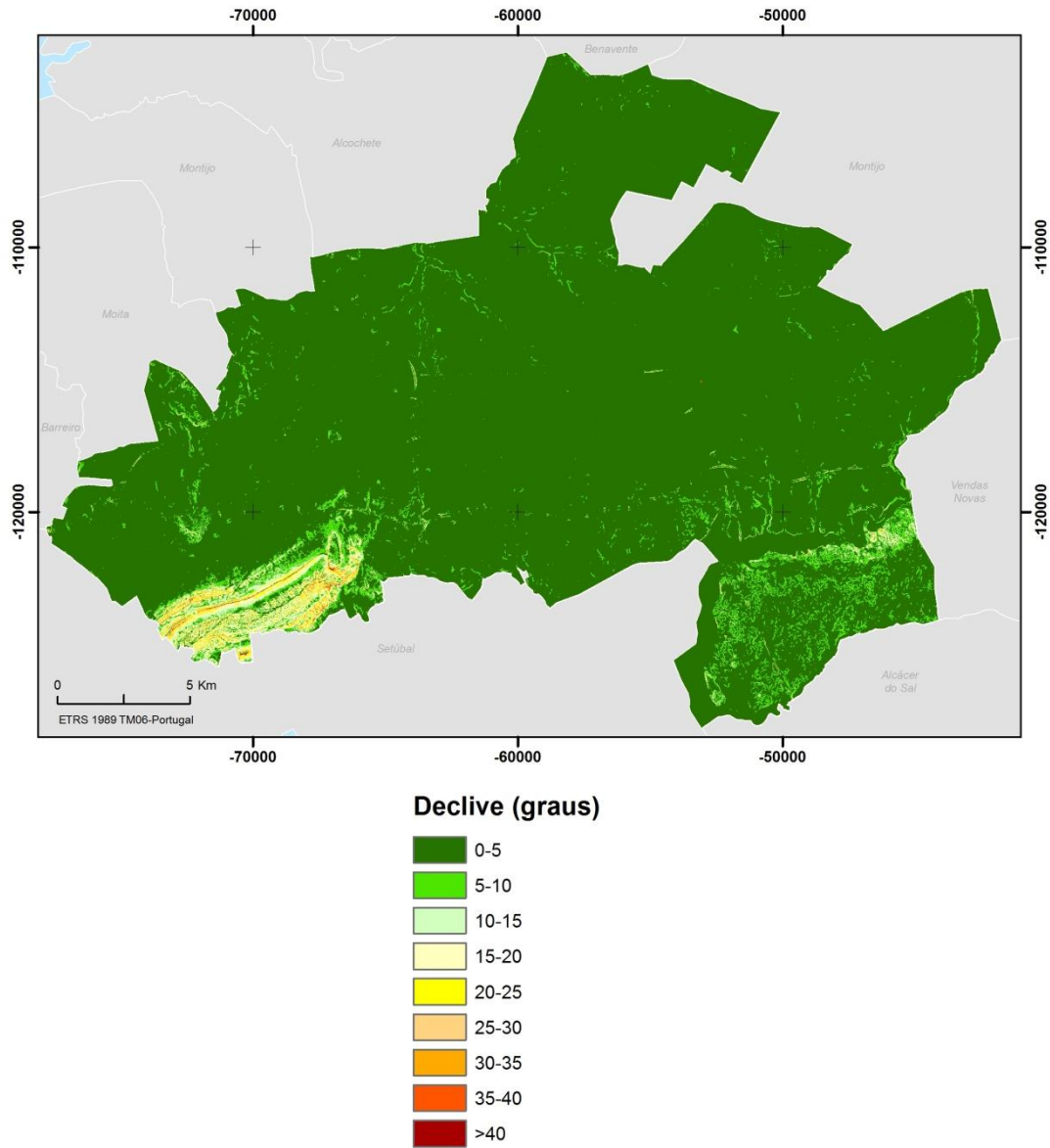


Figura 29 - Declive classificado, no Município de Palmela

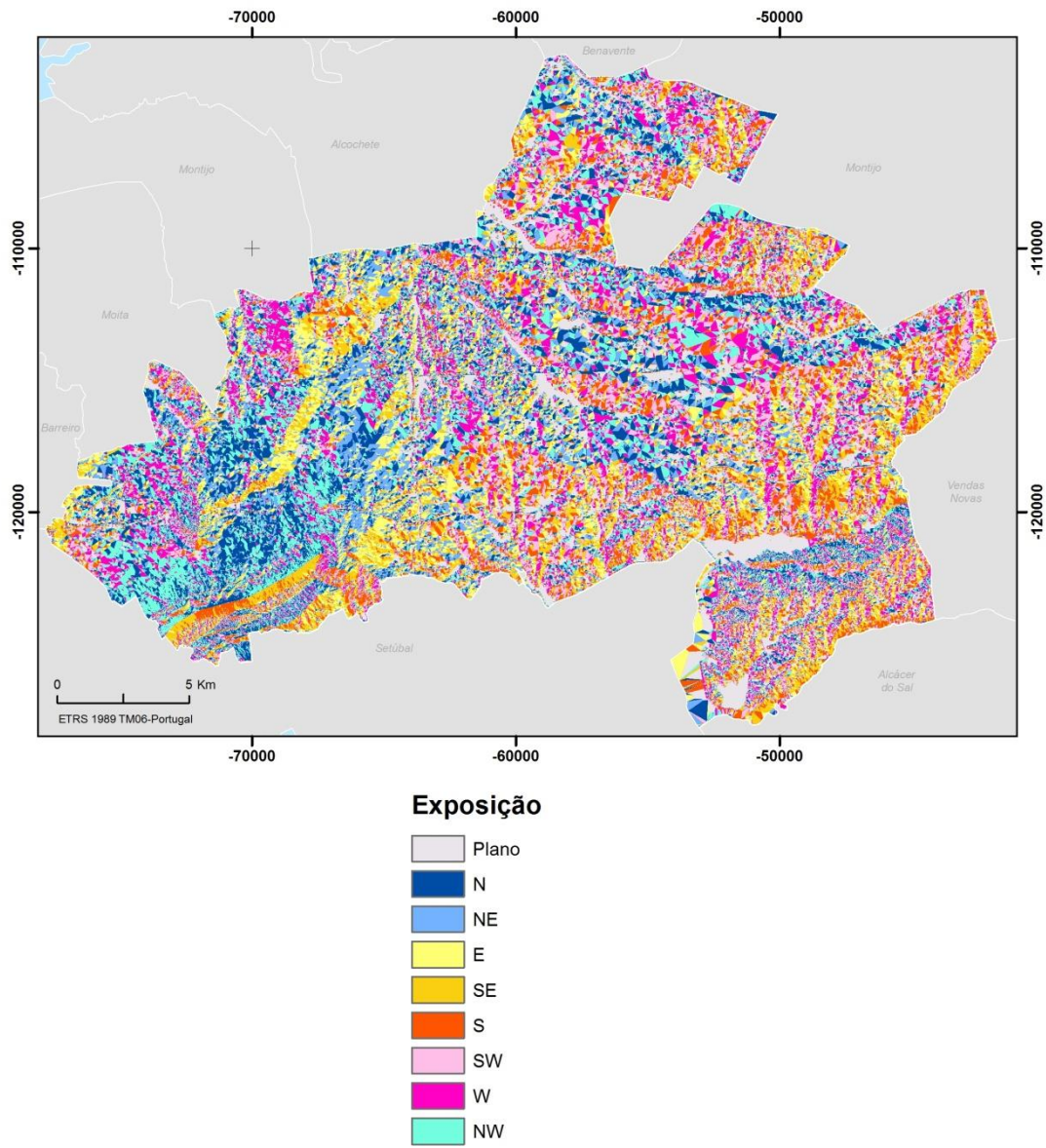
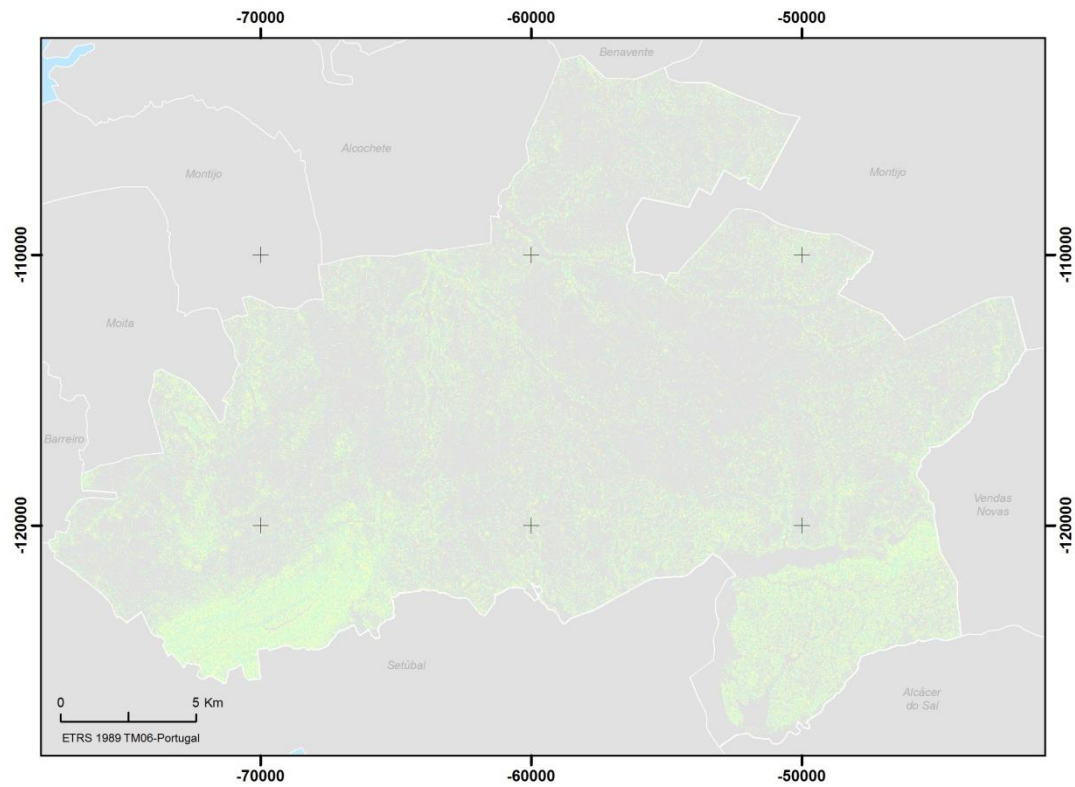


Figura 30 – Exposição classificada, no Município de Palmela



Curvatura em Plano

- Côncavo
- Rectilíneo / Plano
- Convexo

Figura 31 – Curvatura em Plano classificada, no Município de Palmela

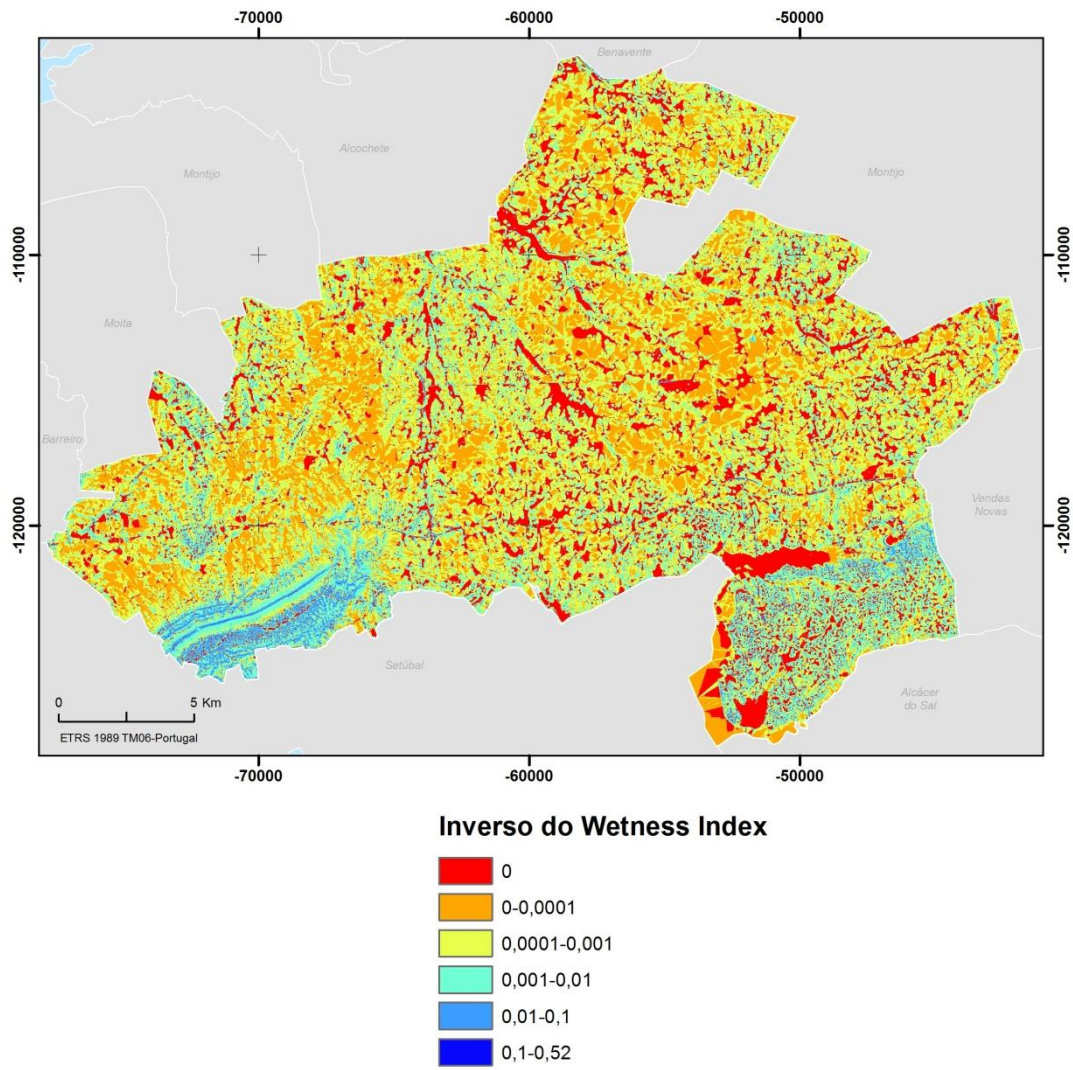


Figura 32 - *Wetness Index* (inverso) classificado, no Município de Palmela

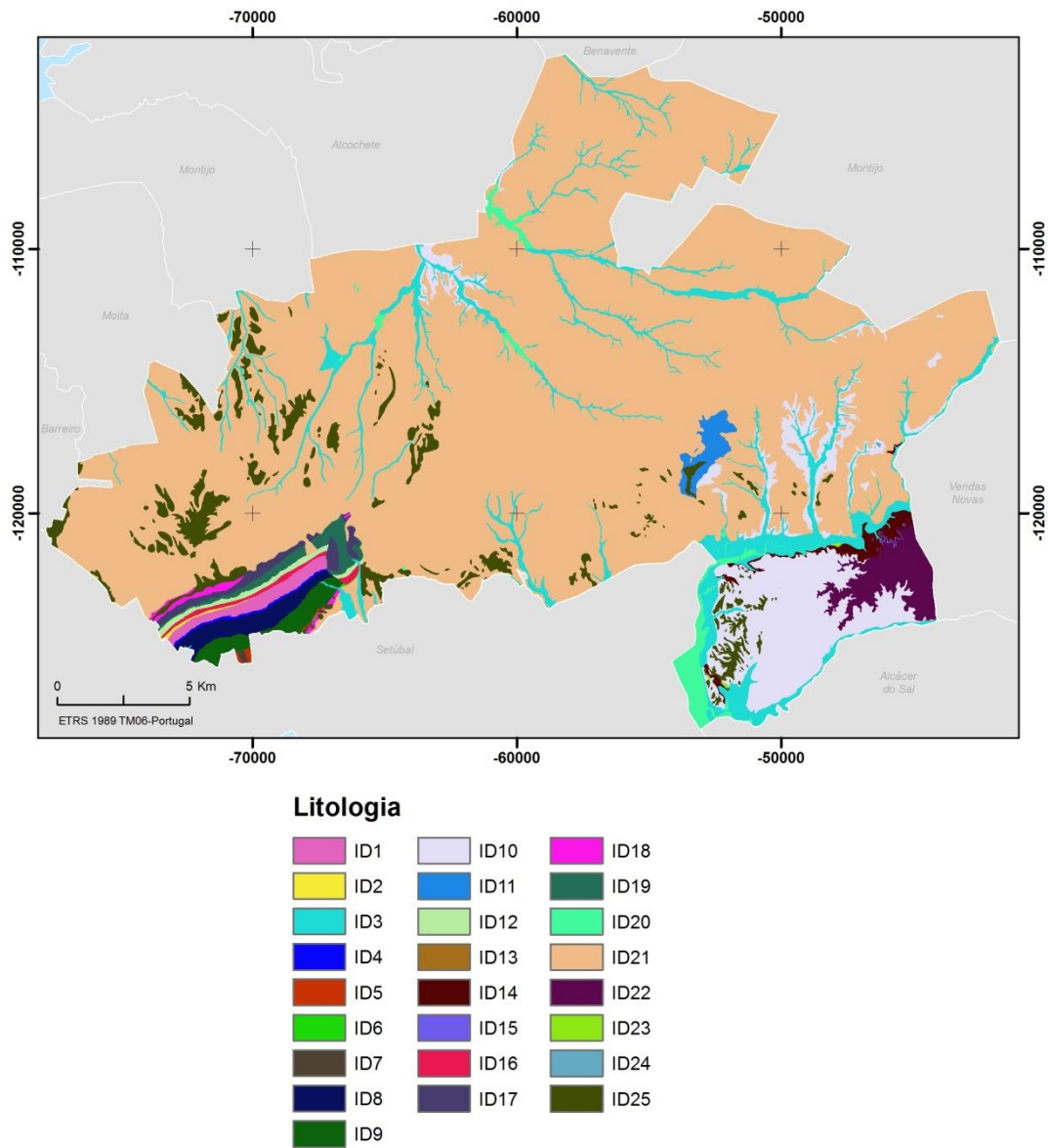


Figura 33 - Unidades litológicas (Legenda: ver Tabela 11) , no Município de Palmela

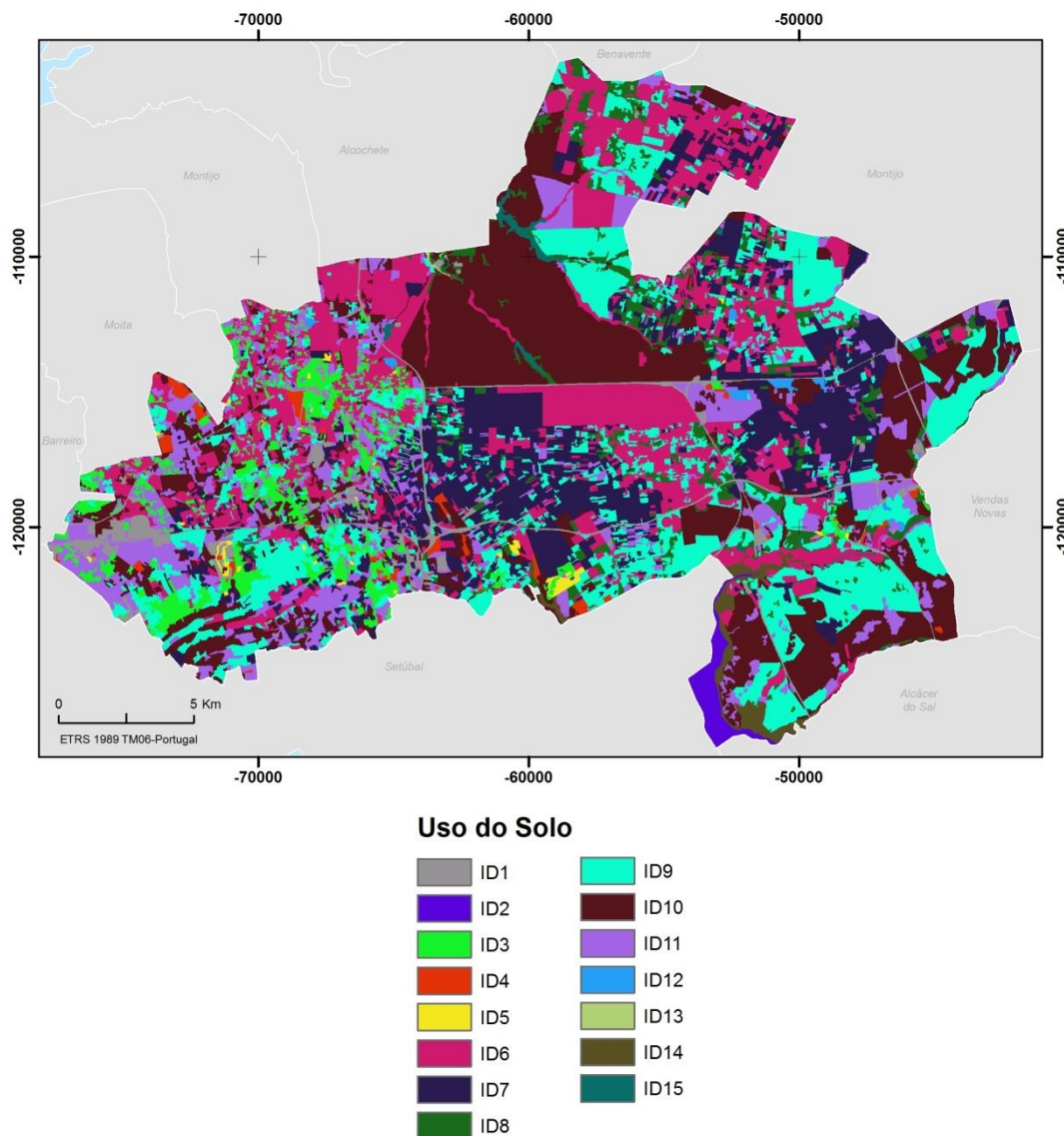


Figura 34 - Uso do solo (Legenda: ver Tabela 11) , no Município de Palmela

4.3.3. Avaliação, Zonamento e Validação das áreas sujeitas ao perigo de instabilidade de vertentes com base na aplicação do método do Valor Informativo

O modelo de avaliação da suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa utilizado consistiu no Valor Informativo (Yin & Yan, 1988; Zêzere, 2002), aplicado numa base digital matricial com células de 5 metros. O Valor Informativo é um método estatístico bivariado particularmente apto para estudar relações entre variáveis

independentes (fatores condicionantes) e uma variável dependente dicotômica (movimentos de massa em vertentes).

O método do Valor Informativo tem uma base Bayesiana, sustentando-se na transformação logarítmica (log natural) da razão entre probabilidade condicionada e probabilidade *à priori*. Com este método é possível ponderar cada classe de cada fator de predisposição da instabilidade de vertentes de forma objetiva e quantificada.

O Valor Informativo (I_i) para qualquer classe X_i de uma variável independente (X) foi determinado pela seguinte equação:

$$I_i = \ln \frac{S_i}{N_i} / \frac{S}{N} \quad (2)$$

Onde:

S_i = nº de células com movimentos de massa em vertentes na variável X_i , no Município de Palmela;

N_i = nº de células com a variável X_i no Município de Palmela;

S = nº total de células com movimentos de massa em vertentes no Município de Palmela;

N = nº total de células no município de Palmela.

Devido à normalização logarítmica, I_i não é determinável quando $S_i = 0$. Nestes casos, o valor de I_i foi assumido como o decimal inferior ao I_i mais baixo determinado para as diferentes classes da variável considerada.

O valor de suscetibilidade aos movimentos de massa em vertentes para cada célula j corresponde ao Valor Informativo total, dado pela seguinte equação:

$$I_j = \sum_{i=0}^m X_{ij} I_i \quad (3)$$

Onde:

$m = n^{\circ}$ de variáveis;

X_{ij} é igual a 1 ou 0, consoante a variável X_i está ou não presente na célula j , respetivamente.

O Método do Valor Informativo foi aplicado à totalidade dos movimentos de massa em vertentes do Município de Palmela e os resultados obtidos estão sistematizados na **Tabela 10**. As classes com maior influência na distribuição espacial dos movimentos estão assinaladas a negrito.

O declive das vertentes é uma variável absolutamente determinante na instabilidade das vertentes. No caso do Município de Palmela, as vertentes com declive acima dos 10° são suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa. No que respeita à exposição das vertentes, verifica-se que os movimentos de massa estão essencialmente associados às vertentes expostas a SE e S. As vertentes côncavas e convexas têm uma propensão para a instabilidade quase equivalente, enquanto a existência de IWI superior a 0,001 favorece a ocorrência de movimentos.

As Formações litológicas mais favoráveis à ocorrência de movimentos de massa no município de Palmela são os seguintes: Formação de Dagorda: pelitos, calcários dolomíticos e evaporitos; Conglomerados, arenitos e margas de Picheleiros; Calcários margosos de Palhavã; Areias e margas de Quinta do Anjo; Dolomitos do Convento e de São Luís (Formação de Achada); Argilas, grés, conglomerados e calcários de Vale de Rasca; e Conglomerados de Comenda.

No que respeita aos tipos de uso e ocupação do solo, os movimentos de massa em vertentes ocorrem associados principalmente à classe de Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea.

A suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes foi efetuada integrando os Valores Informativos da **Tabela 10** na equação (3).

Tabela 10 - Valores Informativos das classes das 6 variáveis consideradas para avaliar a suscetibilidade aos movimentos de massa em vertentes, no Município de Palmela

ID	Classes	Valor Informativo
Tema: Declive (graus)		
1	0-5	-4.893
2	5-10	-1.508
3	10-15	2.272
4	15-20	3.480
5	20-25	3.516
6	25-30	3.753
7	30-35	4.311
8	35-40	4.990
9	>40	6.178
Tema: Exposição		
1	Plano	-3.951
2	N	-4.000
3	NE	-4.000
4	E	-2.008
5	SE	1.816
6	S	0.981
7	SW	-0.074
8	W	-2.026
9	NW	-3.656
Tema: Curvatura plana		
1	Côncavo	1.267
2	Retilíneo/Plano	-2.166
3	Convexo	1.277
Tema: Inverso do Wetness Index		
1	0	-2.851
2	0-0.0001	-5.978
3	0.0001-0.001	-2.652
4	0.001-0.01	1.065
5	0.01-0.1	2.513
6	0.1-0.52	4.177
Tema: Geologia		
1	Conglomerados, arenitos e margas de Picheleiros	4.587
2	Calcários de Senhora das Necessidades	-1.600
3	Aluviões	-1.600
4	Formação de Rodízio: pelitos, arenitos e conglomerados	-1.600
5	Dolomitos do Convento e de São Luís (Formação de Achada)	2.259
6	Formação de Dagorda: pelitos, calcários dolomíticos e evaporitos	5.126
7	Formação de Pedreiras: calcários	-1.600
8	Conglomerados de Comenda	1.901
9	Argilas, grés, conglomerados e calcários de Vale de Rasca	2.495
10	Formações de Alcoentre e de Tomar indiferenciadas: areias, arenitos e argilitos	-1.600
11	Formações de Alcoentre e de Tomar indiferenciadas: intercalações calcárias	-1.600
12	Argilitos e margas de Azeitão	-1.600
13	Conglomerados de Guarda-Mor	-1.600
14	Arenitos de Marateca	-1.600
15	Arenitos de Marateca com intercalações calcárias	-1.600
16	Calcários margosos de Palhavã	4.166
17	Arenitos e calcoarenitos de Pinhal e Castelo de Palmela	0.980
18	Areias e margas de Quinta do Anjo	3.385
19	Areias da Quinta da Torre	-1.600
20	Plano de água	-1.600
21	Formação de Santa Marta: areias	-1.600
22	Formação de Ulme: areias e arenitos	-1.600
23	Depósitos de terraços fluviais	-1.600
24	Cascalheiras de génese indiferenciada	-1.600
25	Formação de Marco Furado: argilitos e conglomerados	-1.551
Tema: Uso do Solo		
1	Indústria, comércio e transportes	-4.900
2	Águas marinhas e costeiras	-4.900
3	Tecido urbano	0.291
4	Áreas de extracção de inertes, áreas de deposição de resíduos e estaleiros de construção	-4.900
5	Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos, culturais e de lazer, e zonas históricas	-4.900
6	Culturas temporárias	-1.180
7	Culturas permanentes	-2.319
8	Pastagens permanentes	-4.900
9	Áreas agrícolas heterógeneas	-0.968
10	Florestas	-4.804
11	Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea	2.020
12	Zonas descobertas e com pouca vegetação	-4.900
13	Zonas húmidas interiores	-4.900
14	Zonas húmidas litorais	-4.900
15	Águas interiores	-4.900

A validação dos resultados foi efetuada através da determinação da taxa de sucesso do modelo, obtida a partir do cruzamento dos resultados da avaliação da suscetibilidade com os movimentos de massa em vertentes inventariados. Tecnicamente, a taxa de sucesso permite a determinação do ajuste do modelo preditivo da suscetibilidade aos dados que lhe deram origem. A expressão gráfica da Taxa de Sucesso obtém-se através da representação da percentagem da área de estudo, hierarquizada por ordem decrescente de instabilidade (em abcissas) e a correspondente distribuição acumulada da área instabilizada corretamente classificada (em ordenadas).

A **figura 35** representa a curva de sucesso do modelo de suscetibilidade a movimentos de massa no Município de Palmela. As classes de suscetibilidade foram definidas a partir do traçado da curva de sucesso e da área validada correspondente. Assim, os limites das classes de suscetibilidade Muito elevada (I), Elevada (II), Moderada (III), Reduzida (IV) e Muito reduzida (V) foram definidos, respetivamente, pelos seguintes valores de área deslizada acumulada: 50%; 70%; 90%; 95%; e 100%. A **figura 36** representa o mapa de suscetibilidade.

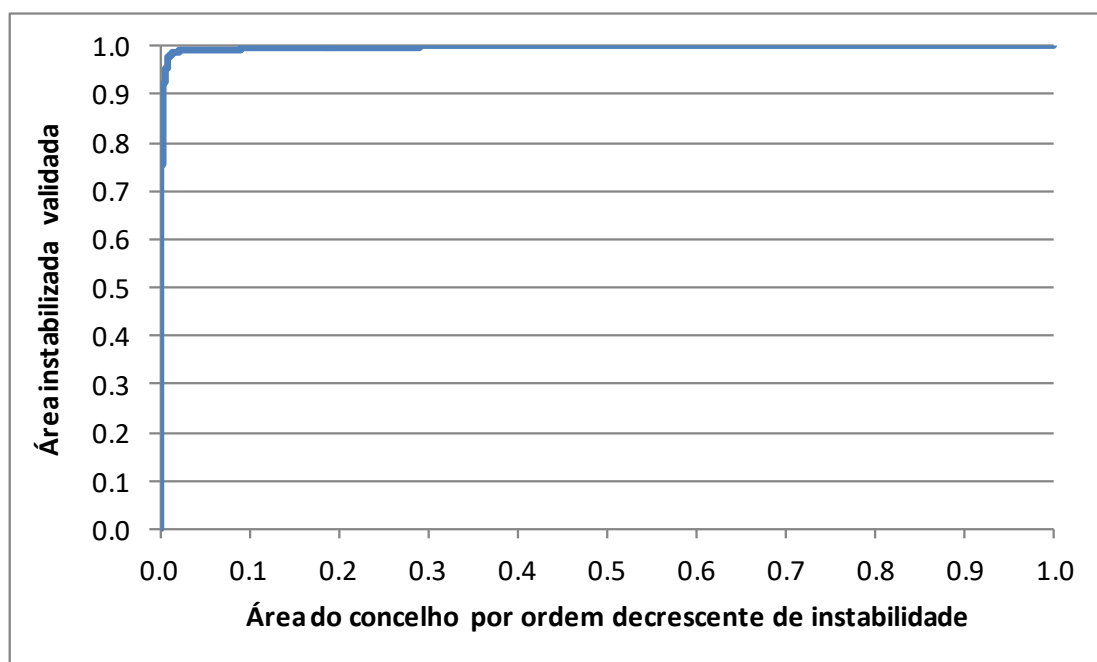


Figura 35 - Curva de Sucesso do modelo de suscetibilidade a movimentos de massa em vertentes

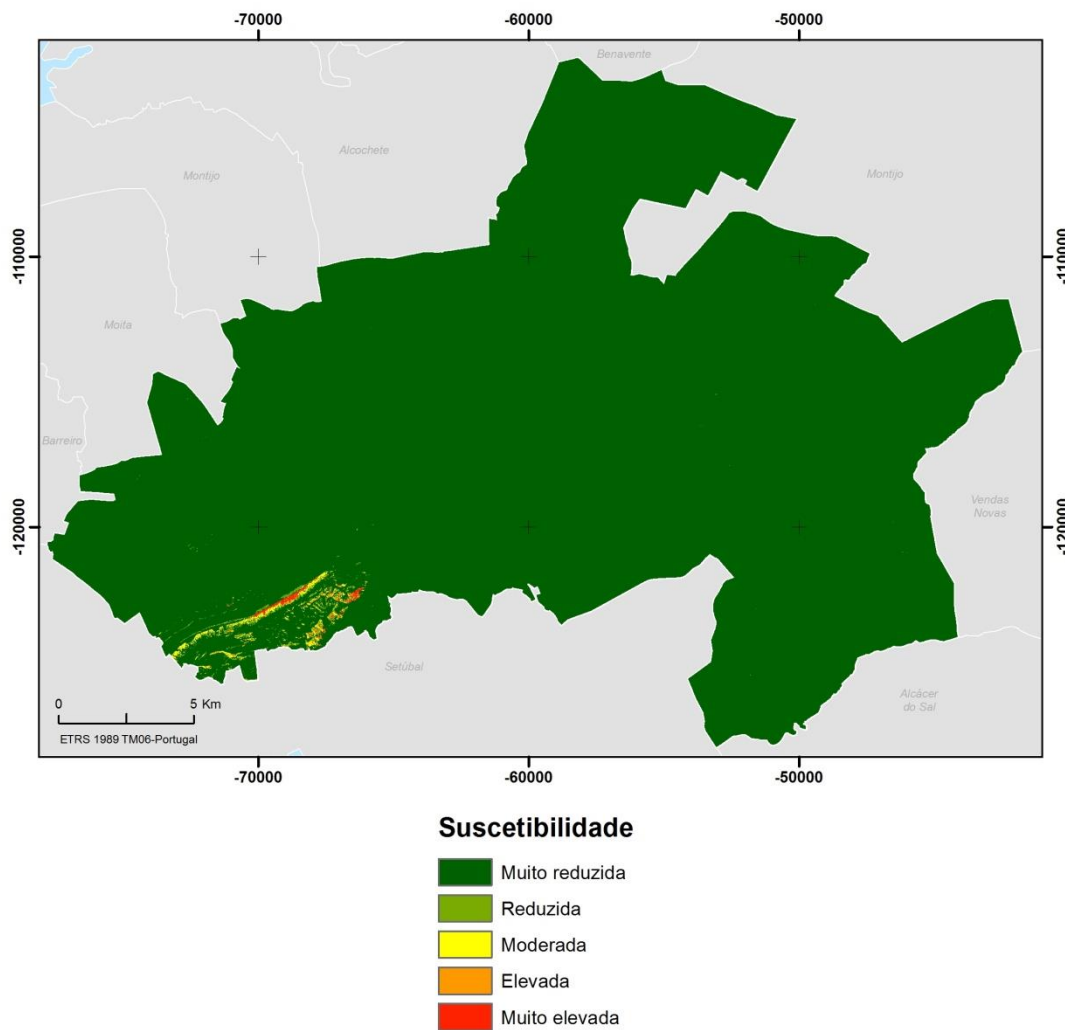


Figura 36 - Suscetibilidade a movimentos de massa em vertentes, no Município de Palmela

4.3.4. Seleção das zonas que devem integrar a Reserva Ecológica Nacional na tipologia “Áreas de instabilidade de vertentes”

De acordo com as Orientações Estratégicas de Âmbito Nacional, devem integrar a REN as vertentes classificadas como mais suscetíveis pela aplicação do Método do Valor Informativo. A área a integrar na REN deve ser a suficiente para garantir a inclusão de uma fração nunca inferior a 70% das áreas identificadas como instabilizadas no inventário. Assim, é expectável que cerca de 30% dos movimentos de massa em

vertentes não sejam englobados na REN pelo modelo preditivo baseado na aplicação do Valor Informativo.

A superfície correspondente aos movimentos de massa em questão deve ser incluída diretamente na REN, acrescida de uma faixa de segurança de 10 m definida para o exterior dos limites de cada movimento.

As escarpas (vertentes com declive superior a 100% ou 45°) devem ser delimitadas e incluídas diretamente na REN, enquanto áreas de instabilidade de vertentes. Adicionalmente, incluem-se faixas de proteção delimitadas a partir do rebordo superior e da base, com largura determinada em função da geodinâmica e dimensão das escarpas e do interesse cénico e geológico do local.

A área selecionada para integrar a REN corresponde às vertentes classificadas com suscetibilidade Muito elevada, Elevada e Moderada na **figura 37**. A taxa de sucesso do modelo de suscetibilidade indica que estas três classes validam 90% da totalidade dos movimentos de vertente identificados no Município de Palmela, o que significa que este Município opta por ultrapassar em 20% o requisito mínimo estabelecido nas Orientações Estratégicas, privilegiando a salvaguarda das pessoas e bens no município.

As escarpas foram identificadas no município de Palmela a partir do Modelo Numérico do Terreno. Por razões de precaução, foram consideradas como escarpas todas os setores de vertente com declive superior a 40 graus. Uma vez que as Orientações Estratégicas preveem a consideração de faixas de proteção das escarpas, a partir do rebordo superior e da base, optou-se por definir um buffer de 15 metros em torno de cada mancha com declive superior a 40 graus e agregaram-se todas as manchas que se intersectam. A **figura 29** ilustra as escarpas e respetivas faixas de proteção identificadas no Município de Palmela.

Uma vez que é de esperar que cerca de 10% dos movimentos de massa em vertentes não estejam abrangidos pelas classes de suscetibilidade Muito elevada, Elevada e Moderada, foi aplicado um *buffer* de 10 metros a todos os 23 movimentos de massa em vertentes inventariados no Município de Palmela (**Figura 38**). Assim, a totalidade dos deslizamentos e a sua faixa de segurança são integrados diretamente nas Áreas de

Instabilidade das Vertentes da REN, em sobreposição às áreas anteriormente referidas (i.e., Classes de suscetibilidade Muito elevada, Elevada, Moderada e Escarpas).

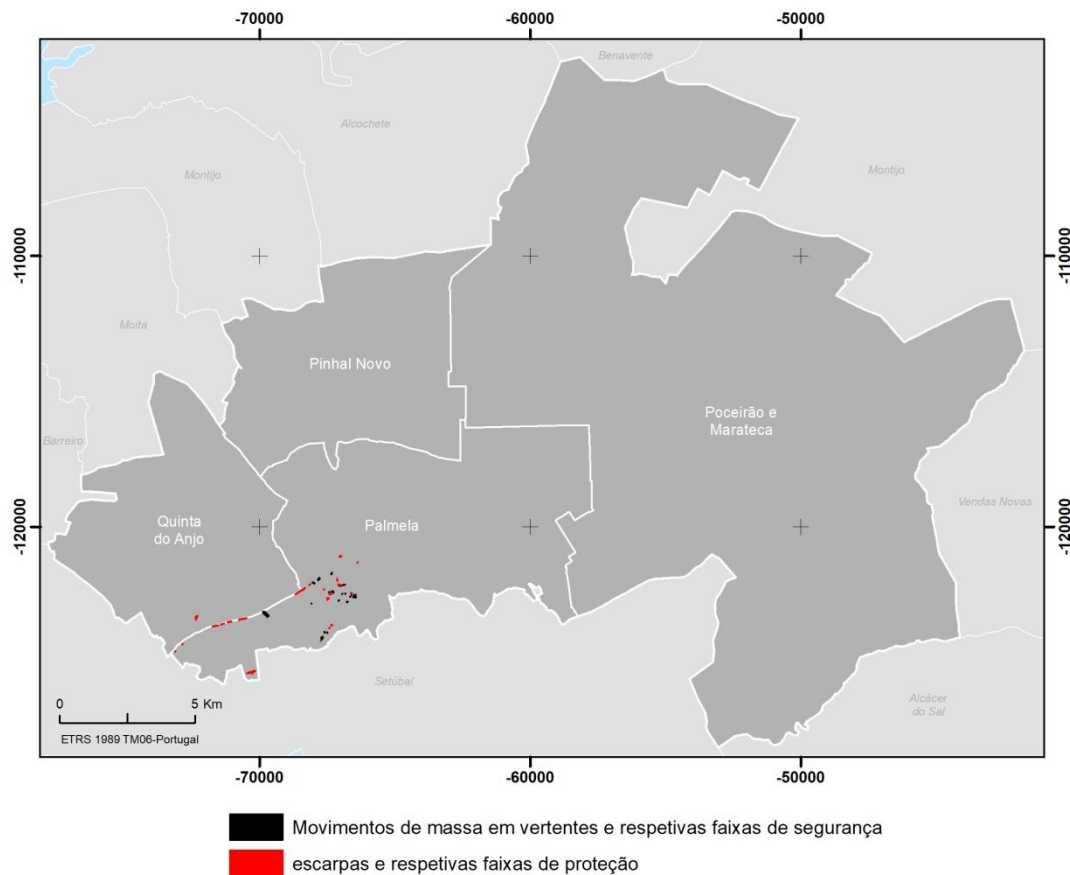


Figura 37 – Escarpas e respetivas faixas de proteção e movimentos de massa em vertentes e respetivas faixas de segurança, para integrar as Áreas de Instabilidade de Vertentes no Município de Palmela

Refira-se que os resultados obtidos da modelação em SIG foram generalizados a partir da definição de unidades cartográficas de dimensão mínima equivalente a 5000 m², para aumentar a compacidade das manchas da REN, desejável para fins de gestão territorial. Registe-se que a área média dos deslizamentos existentes no Município de Palmela é demasiado pequena (1.879 m²) para ser indicadora da unidade cartográfica de generalização, pelo que se considera que o valor adotado está mais ajustado à realidade do território municipal.

É de realçar que o procedimento de generalização não foi alargado aos movimentos de vertente e respetivos *buffers*, bem como às escarpas, para não correr o risco de eliminar da REN qualquer área reconhecidamente instabilizada.

As Áreas de Instabilidade de Vertentes da Reserva Ecológica Nacional do Município de Palmela estão representadas na **figura 30** e abrangem 180,45 ha.

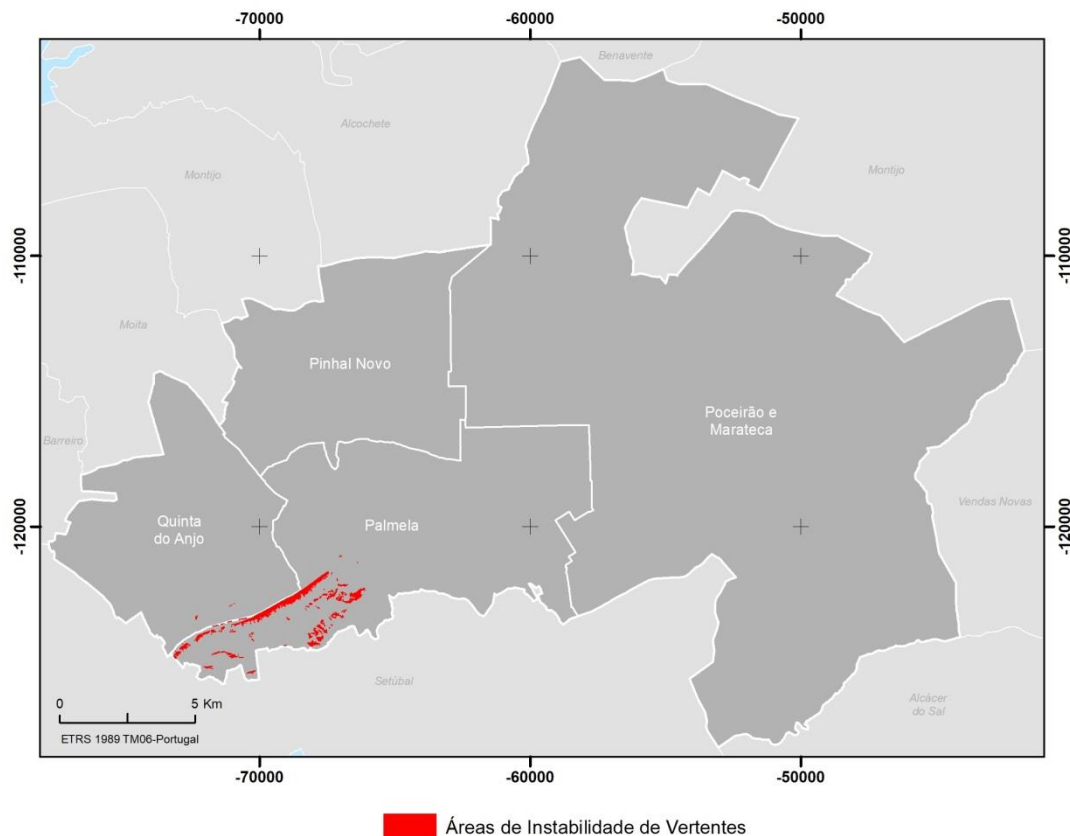


Figura 38 - Áreas de Instabilidade de Vertentes da Reserva Ecológica Nacional (REN Bruta), no Município de Palmela

De acordo com a metodologia adotada, as Áreas de Instabilidade de Vertentes que integram a REN Bruta abrangem 0,39 % do território concelhio (**Tabela 11**), ocorrendo apenas em duas freguesias: Palmela e Quinta do Anjo. Em termos absolutos, a Freguesia de Palmela destaca-se pela extensão das áreas de instabilidade de vertentes: 177,72 hectares, o correspondente a 2,29% da superfície da freguesia e 0,38% da área total do município. Na Freguesia de Quinta do Anjo a expressão das áreas de instabilidade de vertentes é residual: 2,73 hectares, o que representa apenas 0,05% da superfície da freguesia.

Tabela 11 - Áreas de Instabilidade de Vertentes por freguesia do município de Palmela

Freguesia	ha	% da superfície da freguesia	% da superfície do município
Palmela	177,72	2,29	0,38
Pinhal Novo	0,00	0,00	0,00
Poceirão e Marateca	0,00	0,00	0,00
Quinta do Anjo	2,73	0,05	0,01
Município	180,45	-	0,39

5. BIBLIOGRAFIA

Aller, L., Bennett, T., Lehr, J., Petty, R. & Hackett, G. (1987). *DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings*. Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory. E.P.A..Ada, Oklahoma, USA.

Cardoso, J. V. C (1965). *Os solos de Portugal, sua classificação, caracterização e génese – a Sul do rio Tejo*, Direcção Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa.

Cruden, D. M.; Varnes, D. J. (1996). *Landslide Types and Processes*. In Turner, A. K., Shuster, R. L. (eds.). *Landslides. Investigation and Mitigation*. Transportation Research Board, Special Report 247, National Academy Press, Washington D.C.

Highland L. M.; Bobrowsky, P. (2008). *The landslide handbook – A guide to understanding landslides*. U. S. Geological Survey Circular 1325 Reston, Virginia.

Hydromodelo (2006) – *Estudo Geológico, Hidrogeológico e Perímetros de Protecção das Captações de Abastecimento Público no Município de Palmela*, Câmara Municipal de Palmela.

IHERA (1999). *Notícia explicativa da Carta de Solos de Portugal e da Carta de Capacidade de Uso do Solo*, Direcção de Serviços dos Recursos Hídricos e Aproveitamentos Hidroagrícolas, Divisão de Solos, Lisboa.

Julião, R.P.; Nery, F.; Ribeiro, J.L.; Castelo Branco, M.; Zêzere, J.L. (2009). *Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica de base municipal*. Autoridade Nacional de Protecção Civil, Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, Instituto Geográfico Português.

Oliveira, M. M. (2002) - *Cartografia da Vulnerabilidade à Poluição das Águas Subterrâneas do Município de Montemor-o-Novo Utilizando o Método DRASTIC*. Estudo

realizado para a Câmara Municipal de Montemor-o-Novo. Lisboa, L.N.E.C., Relatório 46/02 – GIAS.

Pimenta, M. T. (1999). *Directrizes para a aplicação da Equação Universal de Perda do Solo, Factor de Cultura C e Factor de Erodibilidade do Solo K*, Instituto Nacional da Água (INAG), Lisboa.

PNUD (1980) - *Étude des Eaux Souterraines de la Péninsule de Setúbal*. Estudo realizado para DGRAH.

Ramos, C.; Zêzere, J.L.; Reis, E.; Mendonça, J.L. (2010). *Reserva Ecológica Nacional da Área Metropolitana de Lisboa – Quadro de Referência Regional*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo, Lisboa.

Reis, E. (2011). *Análise de bacias hidrográficas, susceptibilidade à ocorrência de cheias e Sistemas de Informação Geográfica: da definição do quadro conceptual até à proposta de um modelo de avaliação*, VIII Congresso da Geografia Portuguesa, APG, Lisboa, 6 p, CD-ROM SIG-130-598-2.

Ribeiro, L. (2005) — Um novo índice de vulnerabilidade específico de aquíferos à contaminação: Formulação e Aplicações, *Atas do 7.º SILUSBA*, APRH, Évora.

UNESCO Working Party on World Landslide Inventory (1993). A suggested method for describing the activity of a landslide. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 47, Paris, p.53-57.

UNESCO Working Party on World Landslide Inventory (1993). *Multilingual landslide glossary*. International Geotechnical Societies, Canadian Geotechnical Society, Richmond.

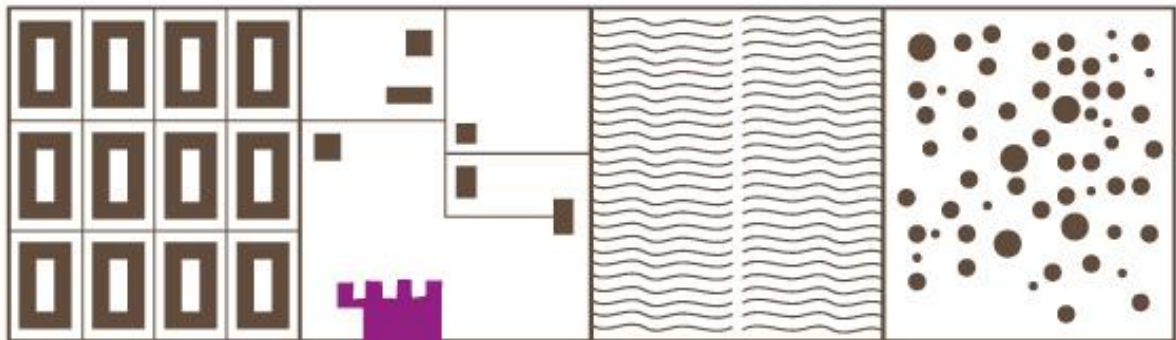
Varnes, D.J. (1978). Slope Movement Types and Processes. In Schuster, R.L.; Krizek, R.J. (Eds.), *Landslides, Analysis and Control*, Transportation Research Board Special Report, 176, Washington D.C., p.11-33.

Varnes, D.J. and the International Association of Engineering Geology Commission on Landslides and Other Mass Movements on Slopes (1984). *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. UNESCO, Paris.

Yin, K. L.; Yan, T. Z. (1988). Statistical prediction models for slope instability of metamorphosed rocks. In Bonnard, C. (Ed.), *Landslides, Proceedings of the Fifth International Symposium on Landslides*, 2, Balkema, Rotterdam, p. 1269–1272.

Zêzere, J.L. (2002). Landslide susceptibility assessment considering landslide typology. A case study in the area north of Lisbon (Portugal). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2, 1/2: 73-82.

Zêzere, J.L.; Garcia, R.A.C.; Oliveira, S.C.; Reis, E. (2008). Probabilistic landslide risk analysis considering direct costs in the area north of Lisbon (Portugal). *Geomorphology*, 94, 3-4: 467-495.



pdmm

REVISÃO
PLANO DIRETOR
MUNICIPAL
PALMELA

ADENDA AO RELATÓRIO

DELIMITAÇÃO DA RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL DO MUNICÍPIO DE PALMELA

FUNDAMENTAÇÃO E REVISÃO DA TIPOLOGIA DE RISCO

ZONAS AMEAÇADAS POR CHEIA

MAIO 2024

RELATÓRIO

PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL (REN) DO MUNICÍPIO DE PALMELA JUSTIFICAÇÃO E REVISÃO DA TIPOLOGIA DE RISCO: ZONAS AMEAÇADAS POR CHEIAS (ZAC)

A delimitação atual da ZAC baseou-se nos diferentes suportes referidos na memória descritiva e em trabalho de campo entretanto realizado. Assim, a delimitação apresentada nesta versão procura, por um lado assegurar a continuidade das ZAC, previstas na legislação vigente e por outro lado, ajustar-se às condições hidro-geomorfológicas do local.

Como referido na memória descritiva um dos suportes de referência foram as áreas inundáveis definidas nos estudos do Plano de Drenagem (PD). No entanto, por ausência de informação estes apresentavam interrupções espaciais, tendo essas discontinuidades sido colmatadas com a inclusão de informação altimétrica de pontos cotados (Cartografia oficial à escala 1:25 000), entretanto adquirida, e curvas de nível de levantamento 1:5000, bem como observações de campo adicionais, para verificação no terreno da morfologia e das obras de conservação e regularização do escoamento. Neste contexto e de modo sucinto indicam-se quais os critérios que suportam as disparidades entre a atual delimitação e o Plano de Drenagem.

Vala da Asseiceira

Vale das Fontanas – A inclusão de delimitação de ZAC neste curso de água suporta-se nos seguintes critérios:

- i) O setor referido, na Figura 1a – Troço 1, drena uma bacia superior a 33 km², apresentando, no seu setor jusante (na confluência com a Vala da Asseiceira), um vale com características morfológicas que indicam a possibilidade de inundação (plano, largura de 200 m, presença de aluviões);
- ii) Segundo a delimitação do Plano de Drenagem, próximo deste local, a cota da inundação atinge os 24 m de altitude. Este setor do fundo de vale varia entre os 23,5 m e os 26 m, pelo que se considerou a possibilidade de poder ser afetado por cheia quando a ribeira da Asseiceira também estiver nesta situação;
- iii) Manter a continuidade de ZAC neste vale, ainda que parte desta esteja presente no município contíguo.

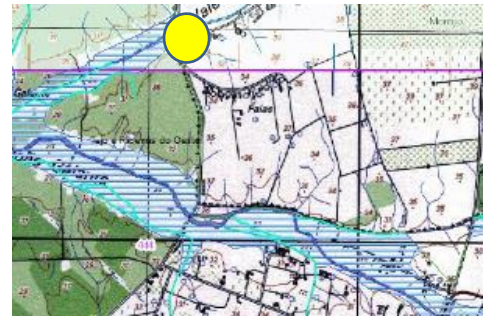


Figura 1a – Troço 1

 Fotografias



Figura 1b – Troço 2

 Fotografia

(seta azul troço integrado em ZAC no Plano de Drenagem; seta verde troço anteriormente excluído da ZAC)

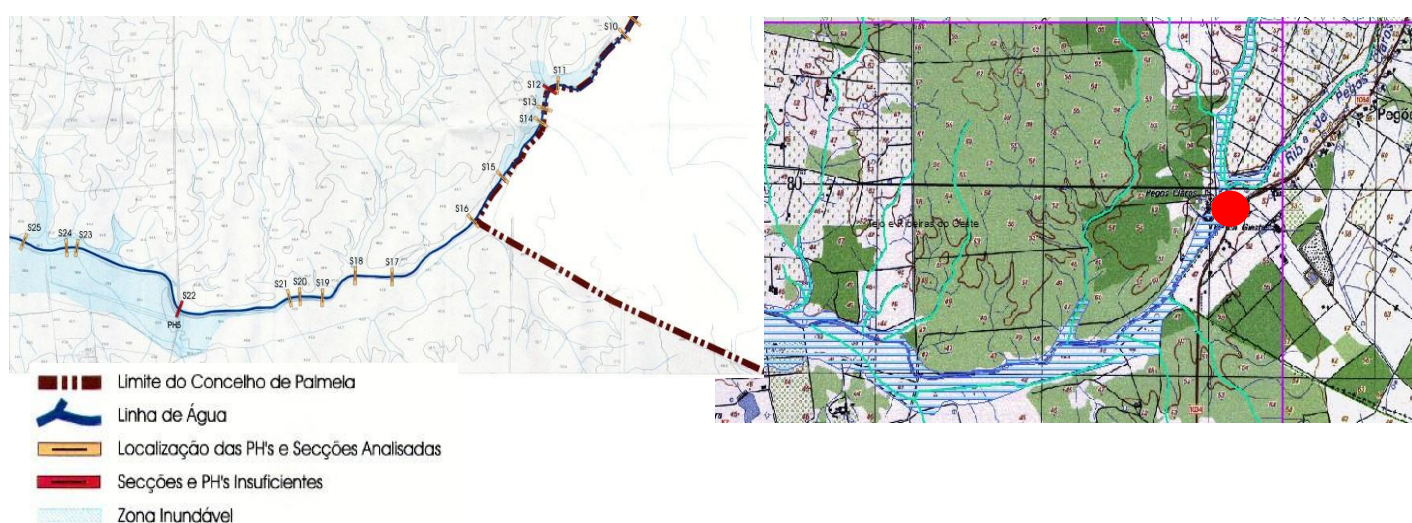


Figura 1c – Troço 3

Fotografias

Figura 1 – Vala da Asseiceira. Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD) e ZACproposta (carta militar, fls.444)

As Figura 1b e 1c, apresentam exemplos de ZAC que foram ajustadas na atual versão. Assim procurou-se não só manter a continuidade da ZAC ao longo do vale, como ajustar a sua delimitação à morfologia do vale e à rede hidrográfica. Nestas situações procurou-se a aferição da profundidade da inundação expectável nesse setor, através da identificação das cotas de fundo do vale e do limite da inundação prevista no Plano de Drenagem. Com base nesses valores (cotas e profundidade) e na análise morfológica em campo, foram desenhados os polígonos para manutenção da continuidade espacial das áreas inundadas do Plano de Drenagem. Adicionalmente, procurou-se que uma linha de água, ainda que de menor relevância, se estiver no mesmo contexto morfológico junto ao curso responsável pela ZAC, não deve ficar parcialmente integrada em ZAC, mas na sua totalidade (Destaque Figura 1b).

Estas adaptações associadas a obras de conservação e regularização do escoamento, que se explanam sucintamente, justificam as questões apresentadas no parecer.



Registo da ocorrência de inundação em dezembro de 2022. Cedida pelo proprietário da Herdade de Pegos Claros



Figura 2a – Extrato da Carta de Zonas Inundáveis(PD)

Figura 2b – Proposta de ZAC (não prevista)

● Fotografias

Figura 2 - Perímetro urbano da Asseiceira (carta militar, fls.444)

A insuficiência identificada no Plano de Drenagem foi solucionada por intervenção de desobstrução e limpeza da PH1, apresentando presentemente boas condições de drenagem (cf. imagem *Google Maps* abaixo).

Acresce que os terrenos agrícolas existentes a norte da via se encontram providos de drenagem (vala em terra natural) com encaminhamento para a Vala da Asseiceira (cf. imagem *Google Maps* abaixo). As alterações apresentadas aparentam ser suficientes para a drenagem de uma bacia com uma área de 0,23 km².

O conceito e classificação como perímetro urbano (PU) foi abandonada na proposta de revisão de PDM, passando a manter-se apenas como área de edificação dispersa em solo rústico, diminuindo drasticamente a potencial capacidade edificatória e a consequente impermeabilização do solo.





Figura 3a – Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD)

Figura 3b – Proposta de ZAC (não prevista)

Figura 3 - Perímetro Urbano de Fonte Barreira (carta militar, fls.444)

A PH2 foi substituída por se encontrar danificada, tendo sido redimensionada, com duplicação da secção para 800 mm de modo a assegurar a função de drenagem. Adicionalmente, apesar da dimensão do curso de água em análise verifica-se que a este não estavam associadas outras áreas passíveis de ser inundadas, pelo que o escoamento só se encontrava condicionado de forma problemática na área intervencionada. O PU foi substancialmente reduzido, na ordem dos 70%, na proposta de revisão de PDM, tendo sido abandonadas grande parte das áreas de expansão previstas, como tal diminuem as condições de potencial edificação e consequente impermeabilização.



Figura 4a – Extrato da Carta de Zonas Inundáveis(PD) Fotogrametria

Figura 4b – Proposta de ZAC (não prevista) 

Figura 4 - Perímetro urbano de Lagoa do Calvo (carta militar, fls.444)

A PH3 foi melhorada com intervenção realizada em 2022, tendo sido aumentada a secção anteriormente existente. A PH6 apresenta boas condições de drenagem. Foram ainda criadas grelhas para drenagem superficial na via com encaminhamento para a linha de água existente (cf. imagem *Google Maps*). A PH7 foi também alvo de melhoramento, com intervenção de reposição e aumento da secção. Na PH8 têm ocorrido trabalhos de desobstrução e limpeza, garantindo-se boas condições de drenagem.

O PU foi eliminado na proposta de revisão de PDM, abandonando-se áreas de expansão anteriormente previstas, sendo agora considerado como aglomerado rural, com redução de 90% da sua área anterior.



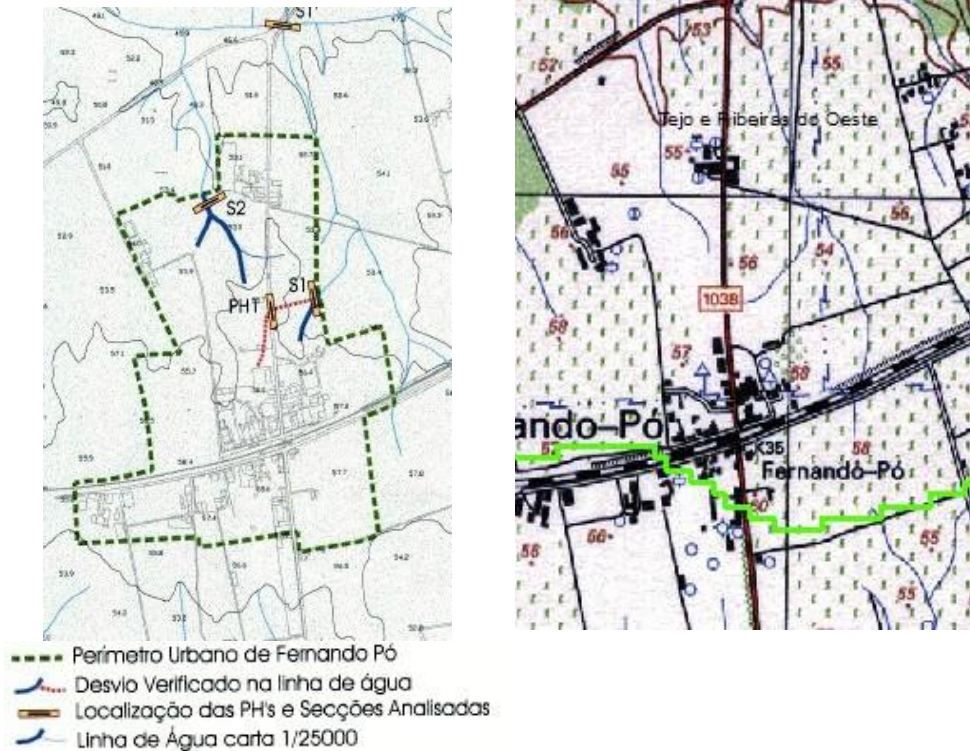


Figura 5a – Identificação de secções de análise(PD) Figura 5b – Proposta de ZAC (não prevista)

Figura 5 - Perímetro urbano de Fernando Pó (carta militar, fls.444)

A PH existente na Rua do Forno do Cal (exterior ao PU do PDM em Vigor) foi reformulada com aumento da secção. O PU, à semelhança de outros, foi substancialmente reduzido na proposta de revisão de PDM, na ordem dos 50%, abandonando-se áreas de expansão anteriormente previstas, com diminuição drástica da potencial impermeabilização do solo. No caso concreto o Plano de Drenagem não identificava qualquer ZAC, situação que se manteve na atual versão.

Vala da Vendinha

A Vala da Vendinha apresenta nos seus setores montante e intermédio várias áreas inundáveis identificadas no plano de drenagem. Assim, tendo em conta esta situação e o facto de esta desaguar na Albufeira da Venda Velha, junto à confluência desta com a Vala da Asseiceira, curso de água também associado a ZAC, considera-se que a ZAC identificada deve apresentar continuidade entre setores, estendendo-se até ao setor jusante (Figura 6a). Nesta delimitação, como anteriormente, procurou-se a aferição da profundidade da inundação expectável nas áreas previamente definidas no Plano de Drenagem, através da identifica o das cotas de fundo do vale e do limite da inunda o prevista. Com base nesses valores (cotas e profundidade), na análise morfológica em campo e na fotointerpreta o, foram desenhados os polígonos para manuten o da continuidade espacial das áreas inundadas do Plano de Drenagem. Adicionalmente, procurou-se que uma linha de água, ainda que de menor relevância, se estiver no mesmo contexto morfológico junto ao curso responsável pela ZAC, não deve ficar parcialmente integrada em ZAC, mas na sua totalidade.

Esta metodologia, originou alguns ajustes   cartografia apresentada, como por exemplo a referida na Figura 6b e 6c, ou nas áreas associadas a ZAC a norte do Poceirão – Figura 6d troço 4). Nesta situa o em concreto, após identificada a cota aproximada do fundo de vale do curso de água a que está associada a ZAC e a cota associada   área inundável nos setores propostos pelo Plano de Drenagem, foi definida a altura de cheia entre 1,5-2 m, ficando o limite da área inundável ajustado   morfologia do terreno, efetuando-se a conexão dos polígonos inundáveis propostos no Plano de Drenagem, desde a localidade do Poceirão (setor montante) até   Albufeira da Venda Velha.

A procura do ajuste morfológico, teve igualmente em conta as fontes de informa o anteriormente descritas. Por exemplo, na área a norte e noroeste do Poceirão a análise da bacia de drenagem responsável por esta ZAC, está predominantemente associada aos cursos de água que confluem neste local e drenam do sector oeste, estando o seu leito a uma cota de cerca de 38 m. Neste contexto, e tendo como referência o Plano de Drenagem, mas também o facto de as referidas bacias representarem em conjunto cerca de 4 km², num relevo com inclina es inferiores a 2  e um substrato muito permeável (areias da Forma o de Santa Marta), considerou-se que a área inundada não ultrapassaria os 39 m de altitude. Adicionalmente, considera-se que a área a sul da linha de caminho de ferro, se encontra a cotas na ordem dos 40 m ou superiores, logo situa o de “refluxo” da área a norte não serão expectáveis e as condi es hidrogeomorfológicas, i.e. que os cursos de água associados não terão dimensão para ter situa es de cheia considerando um substrato muito permeável (Figura 7a). Acresce ainda as obras de

limpeza e melhoria das PH e valas drenantes do local que a seguir se referem.

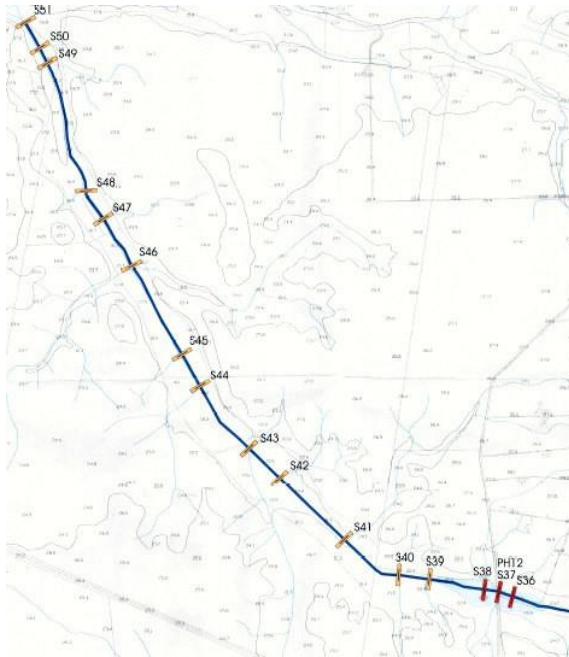


Figura 6a – Troço 1



Fotografia



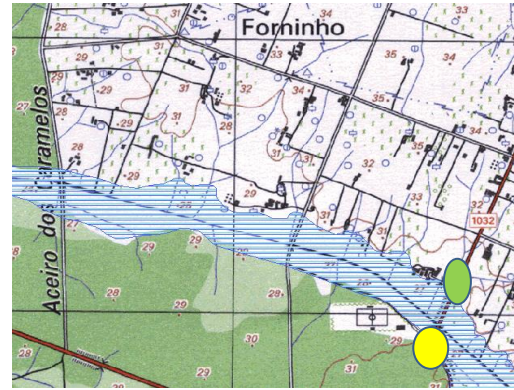


Figura 6b – Troço 2

  Fotografias



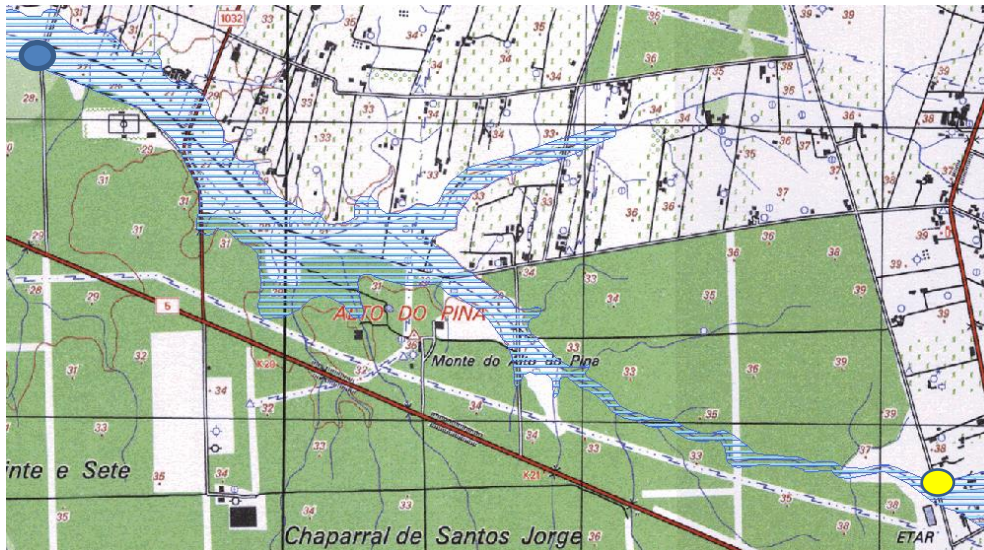
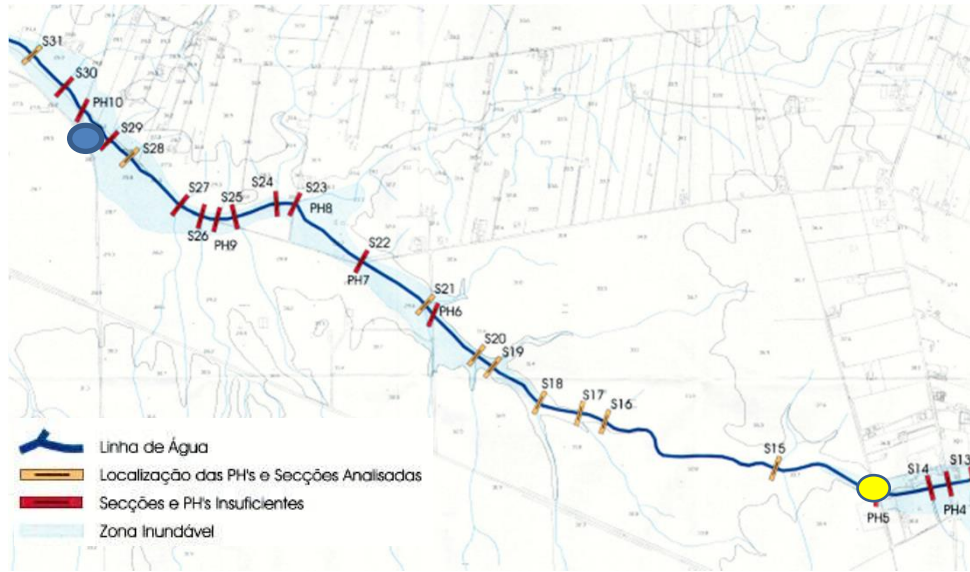


Figura 6c – Troço 3

Fotografias

A PH 10 (figura 6 c) na Rua dos Fazendeiros do Forninho, junto ao cruzamento desta com Rua Augusto Ferreira "O Maneta" (cf. imagem abaixo), foi melhorada com aumento da secção, apresentando boas condições de drenagem.



Também a PH4 (figura 6d) na Rua António Matias foi melhorada com aumento da secção (cf. imagem Google Maps abaixo).

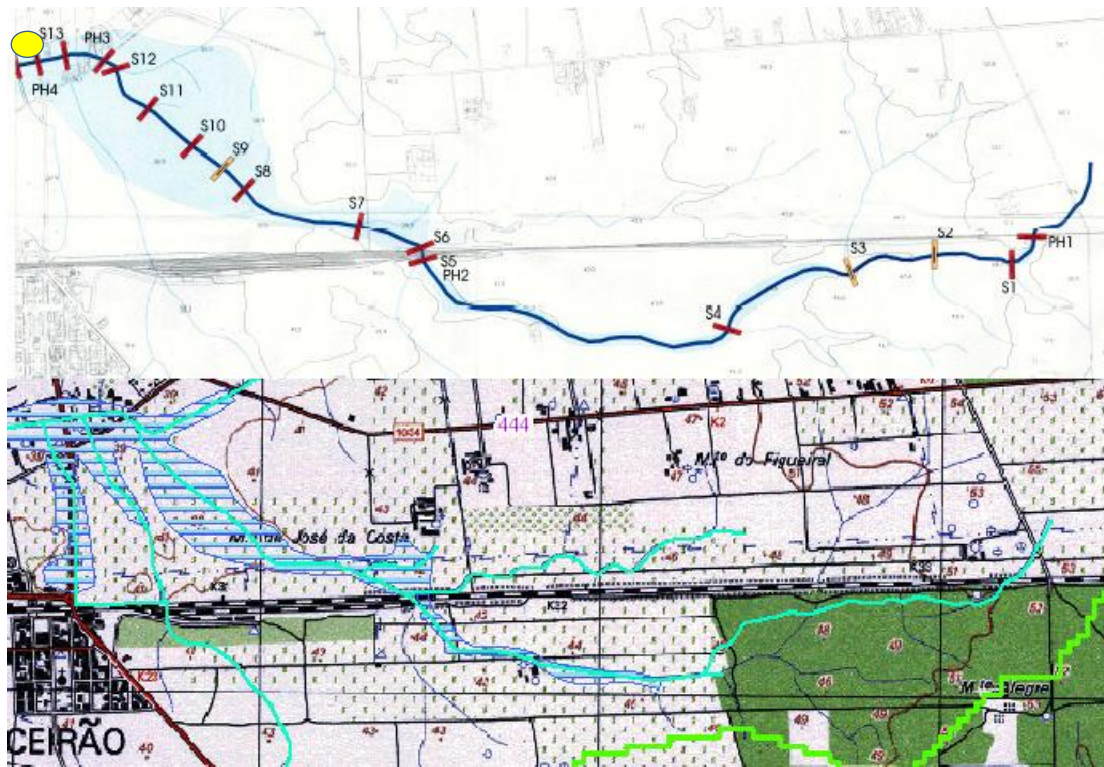


Figura 6d – Troço 4

Figura 6 – Vala da Vendinha.
Extratos da Carta de Zonas Inundáveis (PD) e ZACproposta (carta militar, fls.444)

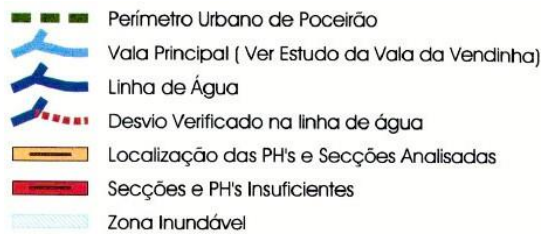
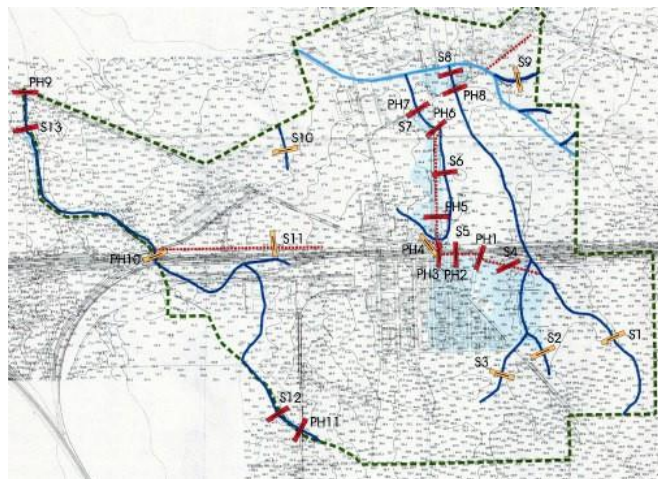


Figura 7a – Extrato da Carta de Zona Inundáveis (PD)

Figura 7b – ZAC proposta

Figura 7 - Perímetro urbano de Poceirão (carta militar, fls.444)

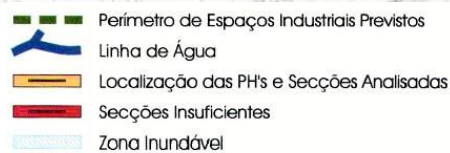
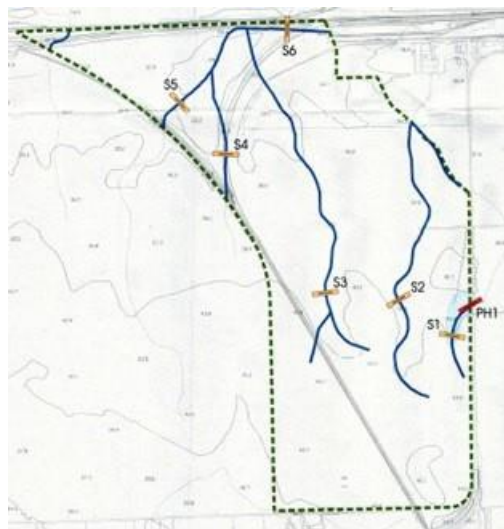


Figura 8a – Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD)

Figura 8b - Proposta de ZAC (não prevista)

Figura 8 - Perímetro de espaços industriais previstos (carta militar, fls.444)

O PU de Poceirão foi alvo de uma grande redução no âmbito da proposta de revisão do PDM (cerca de 60%), nomeadamente retirando-se praticamente toda a área de expansão prevista no PDM em vigor, a norte do Caminho de Ferro, assim como a maior parte da área a nascente da Estrada Nacional ER 5 (Rua Miguel Bombarda), a sul do Caminho de Ferro. Relativamente aos Espaços Industriais Previstos (a sul do caminho de ferro), no âmbito da proposta de revisão do PDM apenas se mantêm as atividades já instaladas (Soestilha-Serração e Trituração de Madeiras e Ria Ibérica-Logística De Veículos), reclassificando a área central destes Espaços Industriais Previstos como solo rústico, garantindo a espacialização do corredor primário metropolitano (ligação Tejo-Sado) da Estrutura Ecológica Municipal.

A sul, na zona urbana consolidada de Poceirão, importa fazer referência à existência de uma rede de drenagem pluvial ao longo de toda a Estrada Nacional (ER 5/Rua Miguel Bombarda), com diversos sumidouros e coletores, cf. ilustra a sequência de fotos captadas de sul para norte (datadas de novembro de 2022).



A norte da infraestrutura ferroviária a linha de água manifesta-se no terreno já regularizada em terreno natural. A PH sob a linha férrea parece tratar-se da PH3 identificada na figura 7a do Plano de Drenagem e cf. foto seguinte.



Relativamente à linha de água (“desviada”) referida no Plano de Drenagem, ilustra-se nas fotos abaixo a zona da PH1 e vala a jusante.



Ainda do lado sul da infraestrutura ferroviária existe uma extensa valeta de drenagem (cf. fotos abaixo).



Presume-se que a linha de água natural cartografada na imagem 7 possa estar canalizada por baixo da linha férrea, dada a evidência desse atravessamento do lado norte da linha férrea, com PH de diâmetro de cerca de 400 mm (cf. foto abaixo) e de existência de vala ao longo da ferrovia.



A PH11, na EM 533 identificada na figura 7, foi melhorada, com aumento da sua secção.

Lagoa da Palha

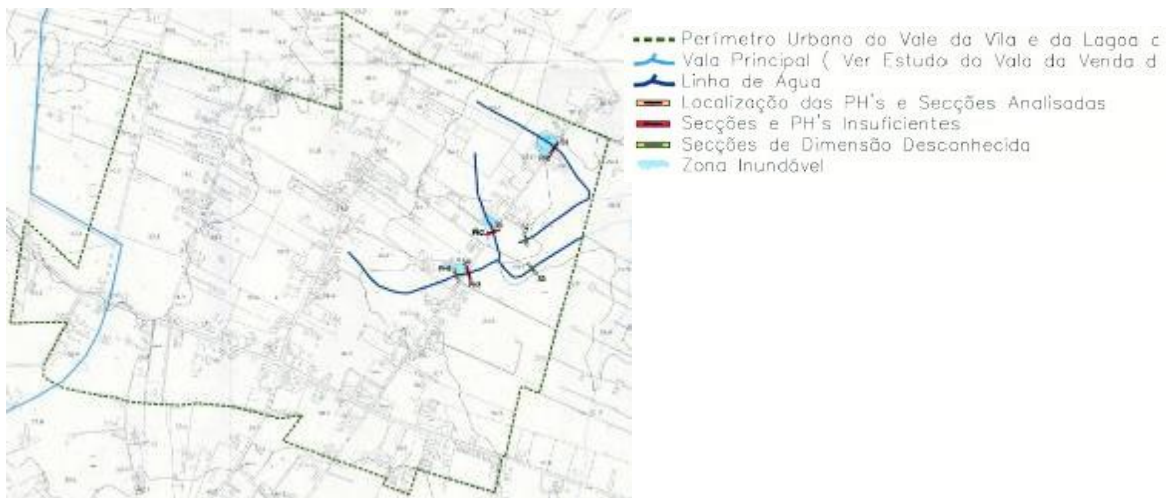


Figura 9a - Extrato da Carta de Zonas Inundáveis(PD)



Figura 9b - Proposta de solução (PD)



Imagens *Google maps*

Figura 9c - Proposta de ZAC (não prevista)

Figura 9 - Perímetro Urbano da Lagoa da Palha (carta militar, fls.443)

As PH1, PH2, PH3 e PH4 na Rua Escola da Palhota foram melhoradas com aumento da secção. Foram criadas valas nos terrenos confinantes assegurando a drenagem nesta área (cf. imagens *Google Maps*). Todas estas PH passam a localizar-se em solo rústico, portanto não urbanizável.

Estas situações estão principalmente relacionadas com drenagem de águas pluviais, não estando associadas a cursos de água afetos à REN.

O PU foi reduzido consideravelmente na proposta de revisão de PDM, reclassificando-se uma vasta área urbanizável de expansão como Solo Rústico, diminuindo drasticamente a potencial capacidade edificatória e a consequente impermeabilização do solo.



Vala das Eras



Figura 10a – Troço 1

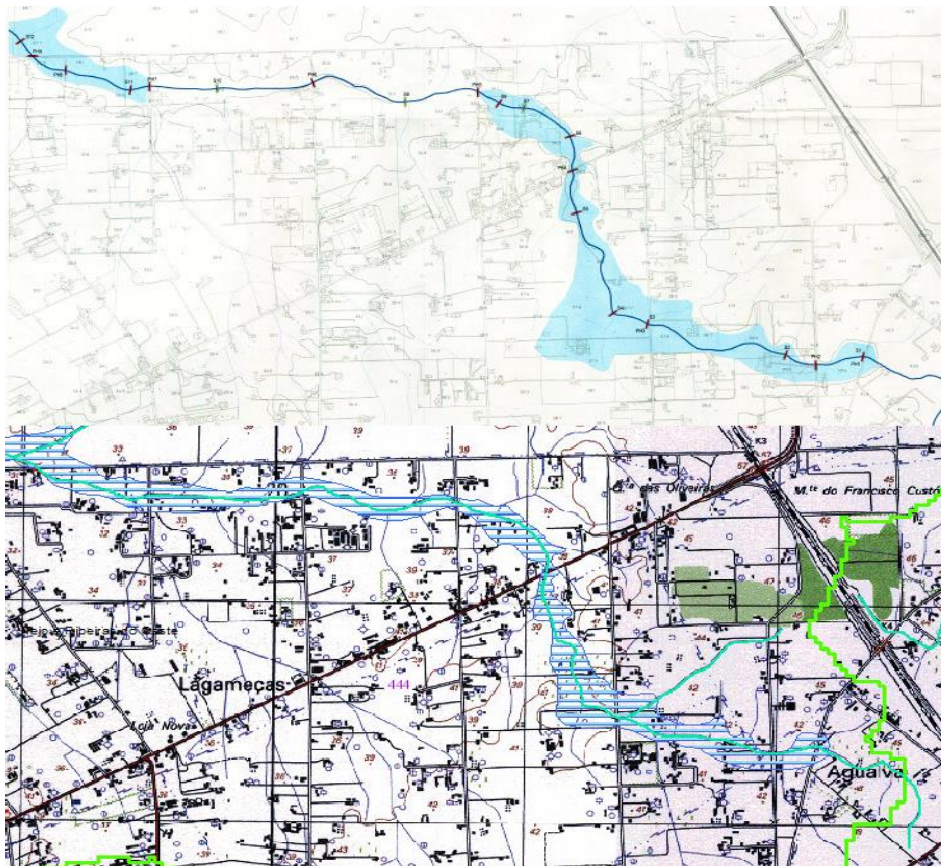


Figura 10b – Troço 2

No que se refere à delimitação da ZAC, a montante da Albufeira do Vinte e Dois, considerou-se como referência base o Plano de Drenagem. Assim, de montante para jusante, o Plano de Drenagem identifica uma área inundável com alguma dimensão, derivada de uma bacia de drenagem de cerca de 4 km². Assumindo:

- i) que a área inundável anterior está no setor montante de uma bacia maior (29 km²), que drena para a albufeira do Vinte e Dois, certamente possui um volume de escoamento superior ao que origina a 1ª área crítica do Plano de Drenagem;
 - ii) que no setor intermédio deste troço é identificada no Plano de Drenagem uma segunda área inundável;
 - iii) e que desde o limite jusante, da primeira área se encontra cartografada, na Carta Geológica de Portugal, a presença de aluviões;
- considerou-se que deve ser mantida a continuidade da ZAC desde a 1ª área identificada no Plano de Drenagem até à albufeira do Vinte e Dois.

Neste contexto, a delimitação da continuidade teve em conta a morfologia do terreno e informação altimétrica, a cartografia de aluviões, análise de ortofotomapas e limites do Plano de Drenagem.



Figura 10c – ZAC não acompanha as curvas de nível

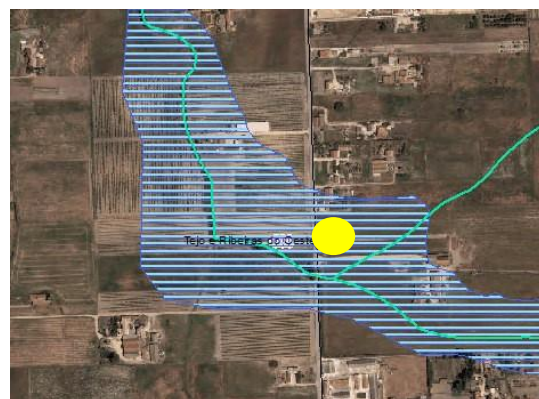
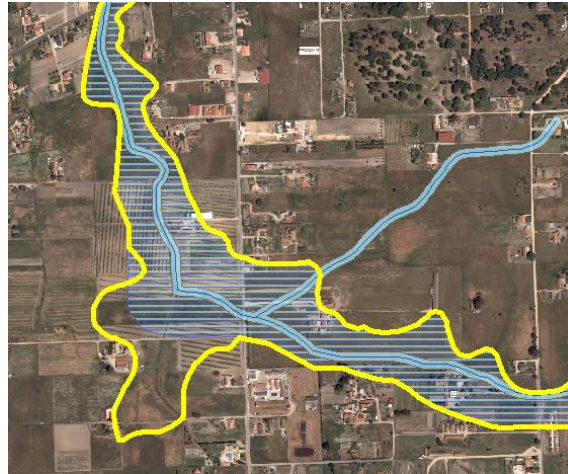


Figura 10d – Ortofotomapa correspondente à Figura 10c (ZAC não acompanha as curvas de nível)

Figura 10 – Vala das Eras, Extratos da Carta de Zonas Inundáveis (PD) e ZAC proposta (carta militar, fls.444) ● Imagens google maps

- Proposta_ZAC_2023
- Proposta_ZAC_2021



No que se refere à delimitação da 1ª área crítica, identificada no Plano de Drenagem, os limites são, na generalidade, os identificados no referido estudo, com exceção da "bolsa" a SW, em que a delimitação atual segue a morfologia indicada na Carta Militar, tendo como referência a curva de nível dos 40 m.

No seguimento da PH3 a linha água foi desviada para um canal no limite de terreno agrícola (Rua José Gaspar da Silva), assegurando ainda assim uma boa drenagem desta área (cf. imagens *Google Maps* abaixo).

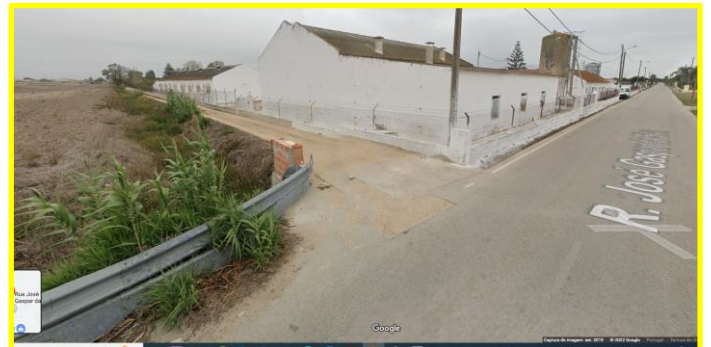




Figura 11a – Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD) Figura 11b – Proposta de ZAC (não prevista)

Figura 11 - Perímetro Urbano de AUGI – Área Urbana de Génese Ilegal
(carta militar, fls.444)

A secção insuficiente identificada pelo Plano de Drenagem neste caso não tem expressão territorial para a delimitação de uma ZAC. Encontrando-se este troço no perímetro de uma AUGI, no âmbito do processo de reconversão em curso, deverá ser assegurado o adequado escoamento.

Vala da Água Doce

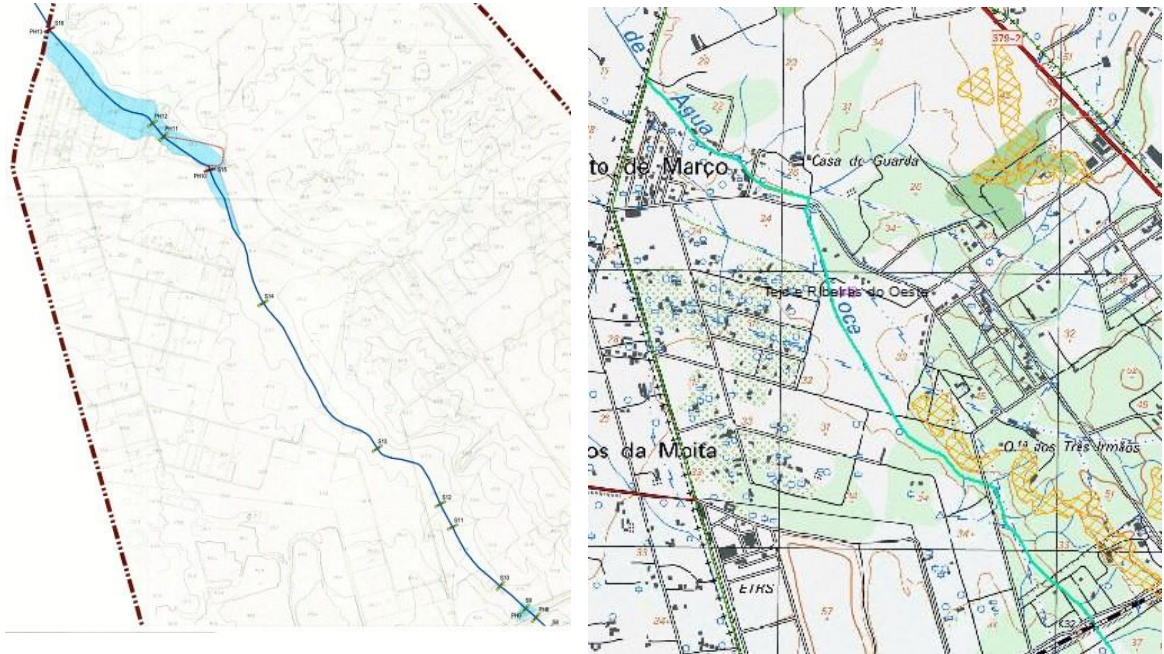
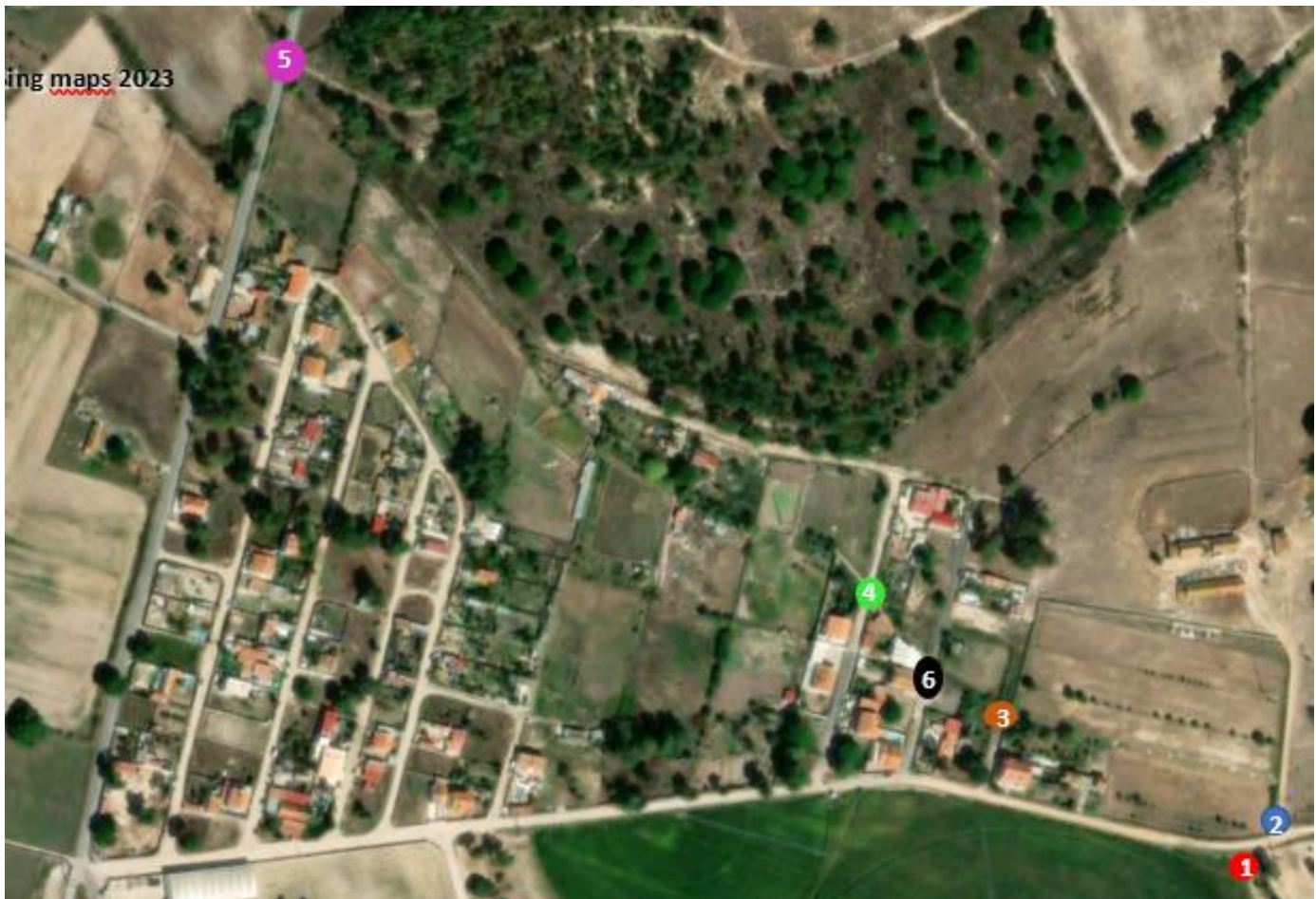
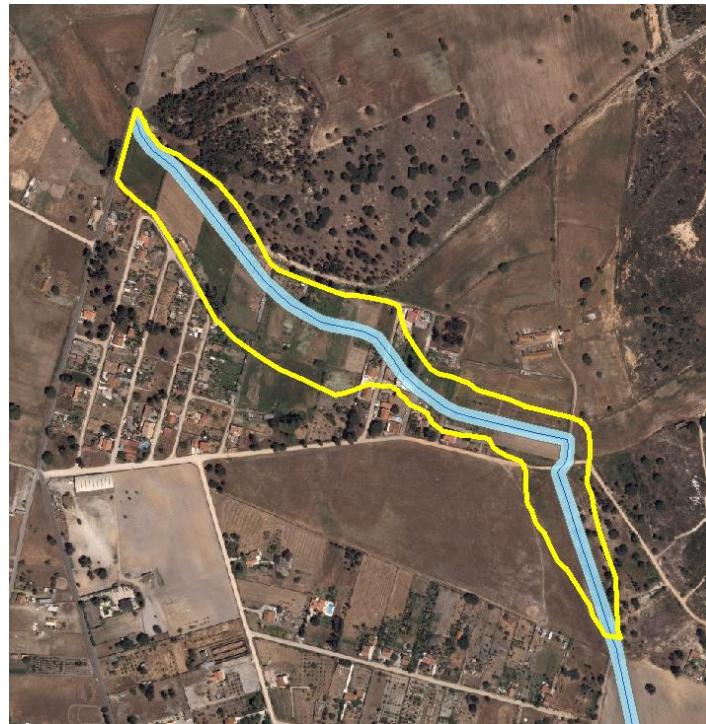



Figura 12a – Troço 1

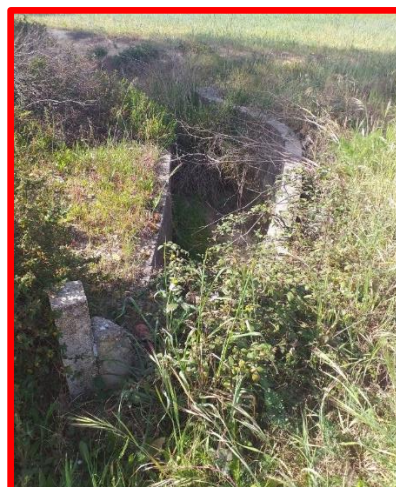


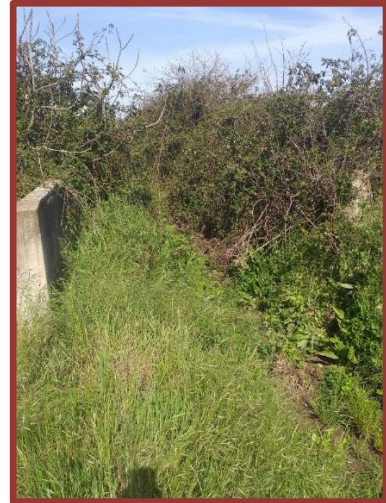
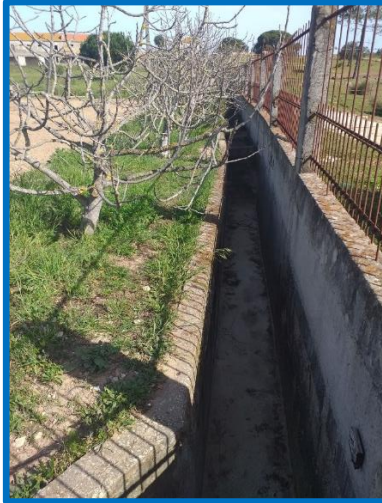


Proposta_ZAC_2023


A ausência de informação na versão anterior (Figura 12a – Troço 1) tratava-se de uma omissão inadvertida uma vez que nesta área está delimitada uma área ZAC advinda do Plano de Drenagem, tendo apenas pequenos ajustes para manter a continuidade, no contacto do Município da Moita, e no setor sueste, para que a atual área inundável englobe a linha de água (e respetiva margem) que foi regularizada apenas num curto troço, após o estudo hidráulico e hidrológico.

Não se constataram alterações recentes nas PH existentes, sendo que a PH13 - Rua Pinheiro Forte (Estrada das Formas), limite de Concelho com o Município da Moita, apresentando um dimensionamento significativo. Parece estar em causa a necessidade de realizar trabalhos de limpeza na ribeira.





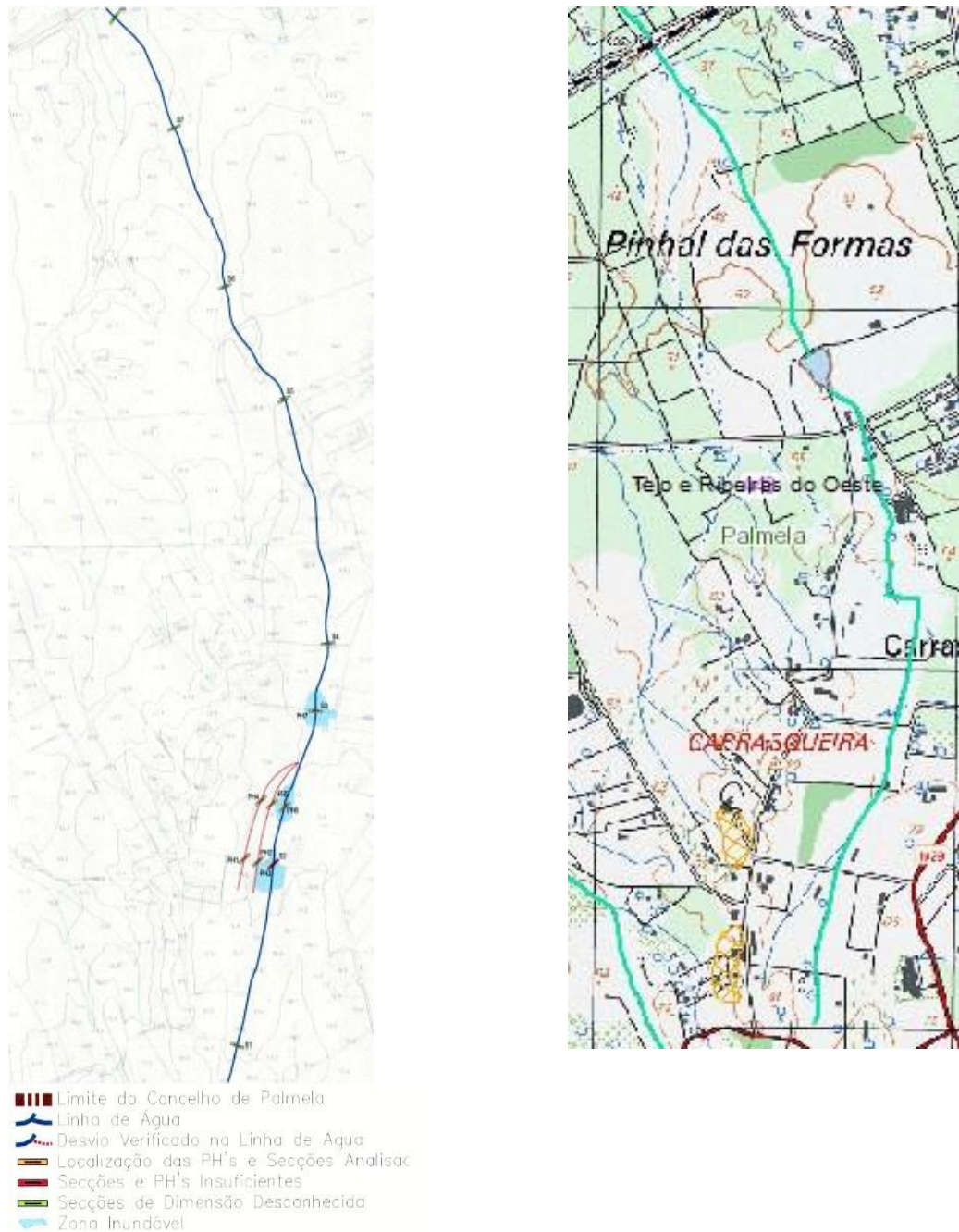


Figura 12b – Troço 2

Figura 12 – Vala da Água Doce. Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD) e ZAC proposta (carta militar, fls.443)

Relativamente à área da figura 12b, trata-se de situações sem expressão territorial significativa, resultantes de pequenas depressões pontuais no solo.

Estas áreas encontram-se inseridas na proposta de Estrutura Ecológica Municipal, sendo solos iminentemente rurais, de uso agrícola, sem ocupação habitacional.

Não há registo de intervenções recentes nestas PH.

Vala Venda do Alcaide

Nesta área em concreto as informações auxiliares disponíveis não permitem uma marcação precisa dos limites da ZAC, tendo sido realizadas algumas alterações de traçado e regularizações das linhas de água no setor montante. Assim, a atual delimitação procura manter a continuidade da ZAC, tendo em conta que no setor terminal, na confluência com a ribeira da Salgueirinha, esta se encontra a cerca de 25 m de altitude e a sua extensão para montante atinge os 30 m (a oeste da Palhota), em cerca de 3 km lineares. Esta constatação e verificação origina a eliminação de duas "bolsas" ZAC em afluentes da margem esquerda integrados em CALM, propostas na versão anterior, e uma maior aproximação dos limites constantes do Plano de Drenagem (figura 14 c).



Figura 14a – Troço 1

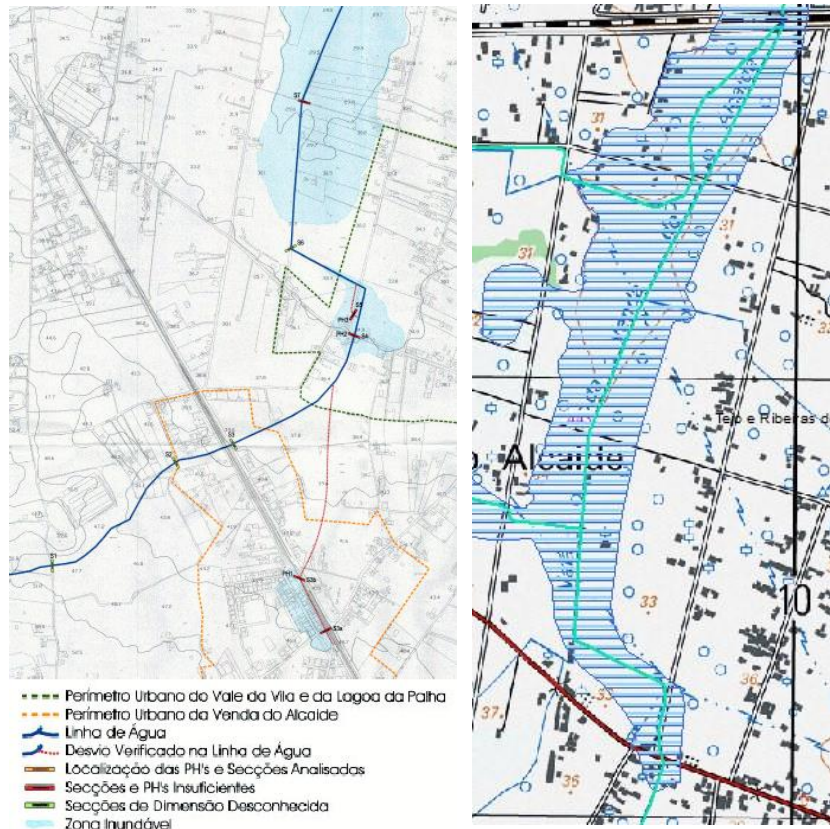


Figura 14b – Troço 2

Figura 14 – Vala da Venda do Alcaide. Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD) e ZAC proposta (carta militar, fls.443)

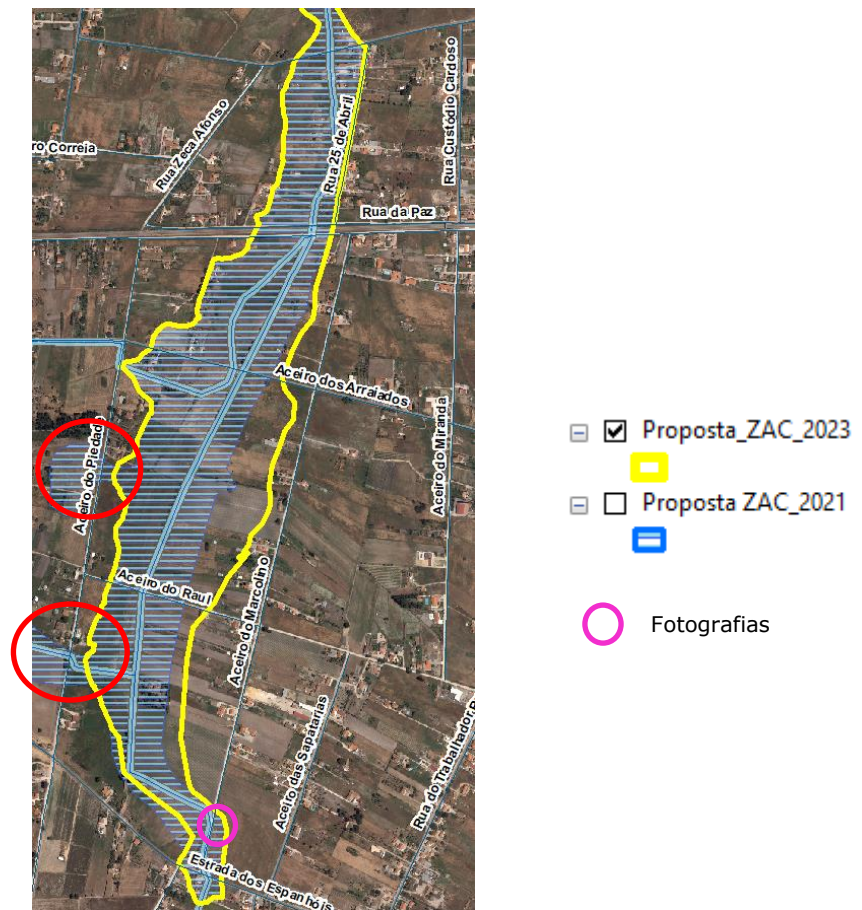


Figura 14c – Nova Proposta de delimitação de ZAC a amarelo, não considerando as áreas assinaladas a vermelho

De referir que foi remodelada a PH existente no Aceiro do Marcolino, embora a linha de água careça de operações de limpeza. Na Estrada dos Espanhóis foi reposta a PH (cf. imagens *Google Maps*).



Foram ainda melhoradas e aumentadas as secções das PH na Rua 25 de Abril e na Rua Custódio Cardoso.

Na proposta de revisão do PDM este PU foi substancialmente reduzido, com reclassificação de algumas áreas significativas de expansão urbanizáveis, (a sul do Caminho de Ferro), para Solo Rústico diminuindo a potencial impermeabilização do solo.

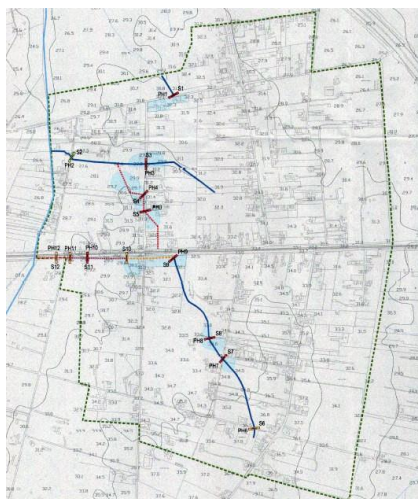


Figura 15a – Extrato da Carta de Zonas Inundáveis(PD) Figura 15b - Proposta de ZAC (não prevista)
Figura 15 - Perímetro urbano de Vale da Vila (carta militar, fls.443)

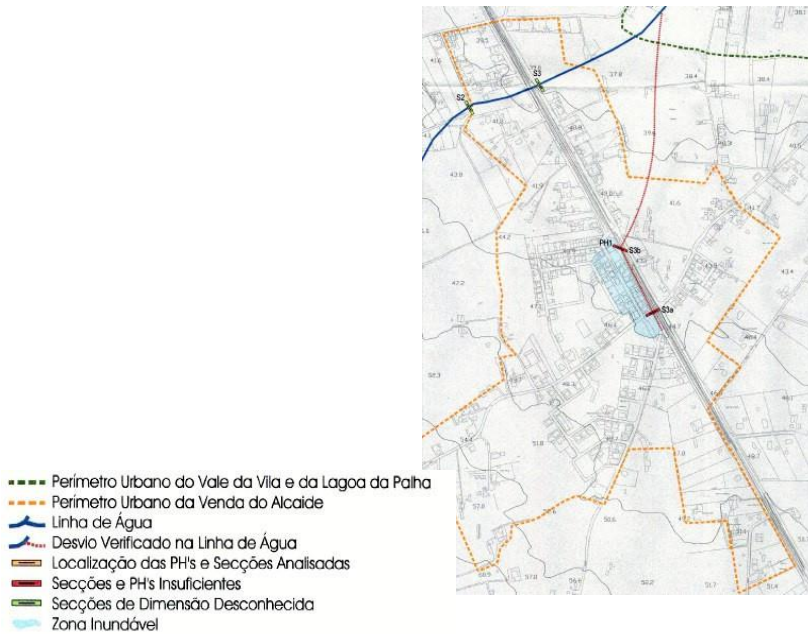


Figura 16a – Extrato da Carta de Zonas Inundáveis(PD)



Figura 16b - Proposta de ZAC (não prevista)

Figura 16 - Perímetro urbano de Venda do Alcaide (carta militar, fls.443)

A linha de água identificada foi regularizada no âmbito do projeto de remodelação do espaço sul envolvente à estação da REFER da Estação de Venda do Alcaide, ocorrido em 2015, estando concretizadas as PH que asseguram uma adequada drenagem pluvial. Na proposta de revisão de PDM, o PU foi substancialmente reduzido, na ordem dos 45%, tendo sido abandonadas grande parte das áreas de expansão previstas no PDM em vigor, diminuindo as condições de potencial edificação e conseqüente impermeabilização do solo.

Ribeira de Coina/Rio de Lagos

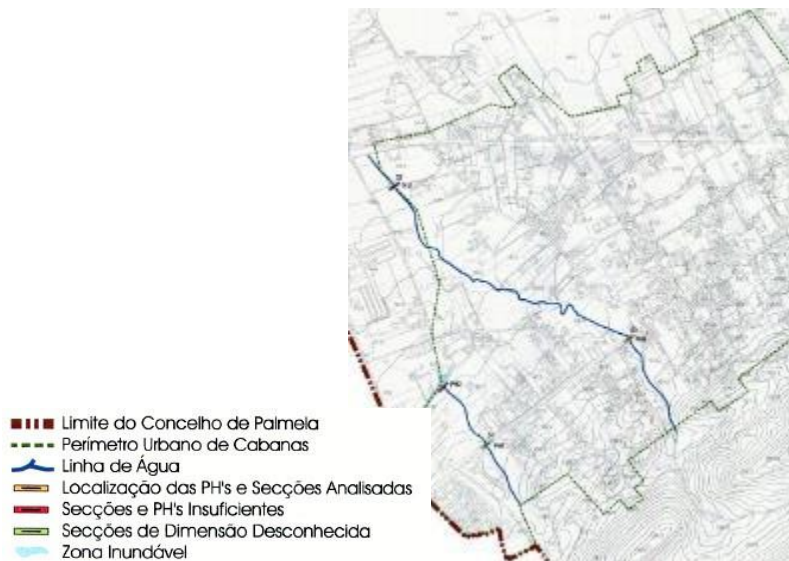


Figura 17a – Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD)

Figura 17b - Proposta de ZAC (não prevista)

Figura 17 - Perímetro urbano de Cabanas (carta militar, fls.454)

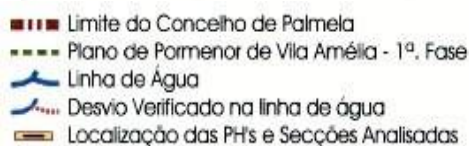


Figura 18a – Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD)

Figura 18b - Proposta de ZAC (não prevista)

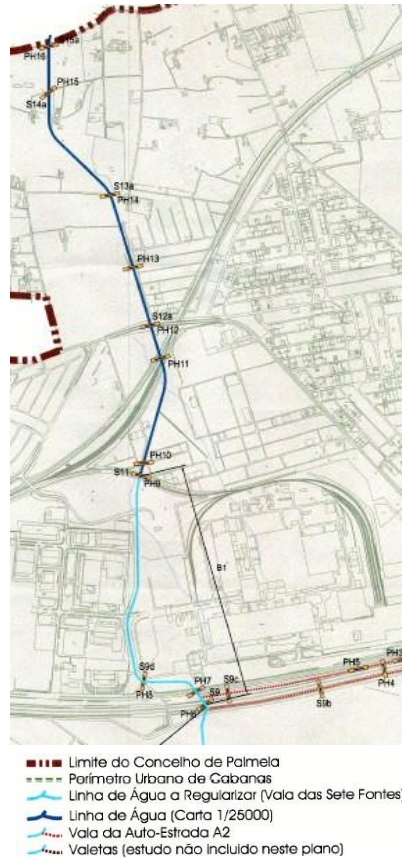
Figura 18 – Plano de Pormenor de Vila Amélia – 1ª Fase (carta militar, fls.454)

O PU foi reduzido cerca de 20% na proposta de revisão de PDM, abandonando áreas de expansão anteriormente previstas, tendo sido criado um espaço verde de proteção (solo urbano) e galeria ripícola (solo rústico) no Rio de Lagos. Foi ainda definida e programada uma ação estratégica para a sua requalificação, numa lógica de renaturalização e fruição das margens. Na área de Vila Amélia, a proposta de revisão do PDM reforçou a proteção da linha de água com a delimitação de um corredor verde integrando a Estrutura Ecológica Municipal.

Vala das Sete Fontes



Carta de Zonas Inundáveis (PD)



Proposta de solução (PD)
Figura 19a – Troço 1



ZAC proposta (não prevista)



Ortofotos 2018 (DGT)

A linha de água foi regularizada em toda a sua extensão. A área assinalada na figura 19a como zona inundável no Plano de Drenagem não se confirma que inunde para a cheia centenária, considerando os registos mais recentes do Serviço Municipal de Protecção Civil,

tendo também sido regularizada e estando concretizadas PHs que asseguram a drenagem (cf. imagens *Bing* e *Google Maps* abaixo).



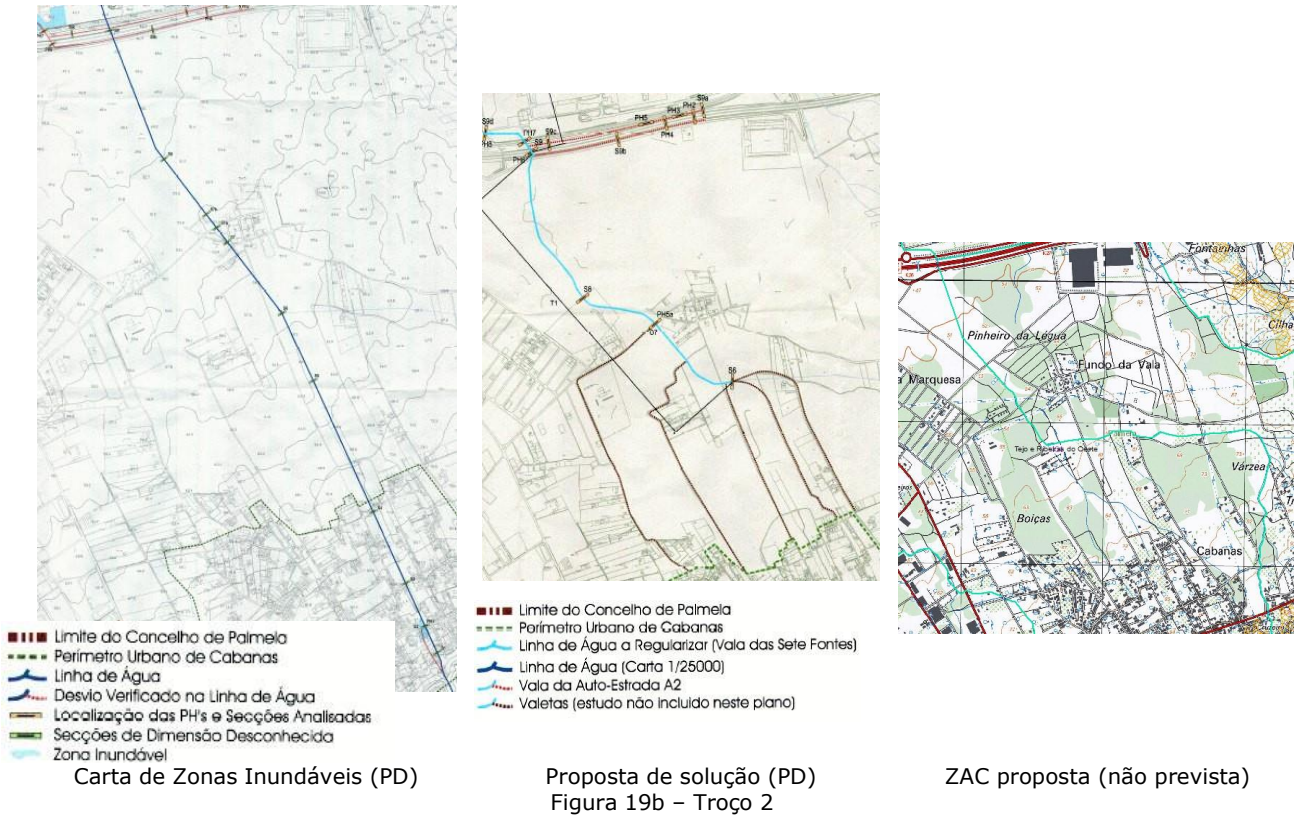


Figura 19 – Vala das Sete Fontes. Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD) e ZAC proposta (carta militar, fls.443)



Figura 20a – Identificação de secções de análise (PD)



Figura 20b - Solução proposta (PD)



Figura 20c – ZAC proposta (não prevista)

Figura 20 – Perímetro urbano de Cabanas. Identificação de secções, de soluções e Proposta de ZAC (não prevista), carta militar fls.454



- Limite do Concelho de Palmela
- Plano de Pormenor de Vila Amélia - 2ª. Fase
- Vala Principal (Ver Estudo da Vala das Sete Fontes)
- Linha de Água
- Secções de Dimensão Desconhecida

Figura 21a – Identificação de secções de análise (PD)



- Limite do Concelho de Palmela
- Plano de Pormenor de Vila Amélia - 2ª. Fase
- Vala Principal (Ver Estudo da Vala das Sete Fontes)
- Linha de Água (Carta 1/25000)
- Linha de Água a Regularizar
- Localização das PH's e Secções Analisadas

Figura 21b - Solução proposta (PD)



Figura 21c – Proposta de ZAC (não prevista)

Figura 21 – Plano de Pormenor de Vila Amélia, 2ª fase. Identificação de secções, de soluções e Proposta de ZAC (não prevista), carta militar, fls.454

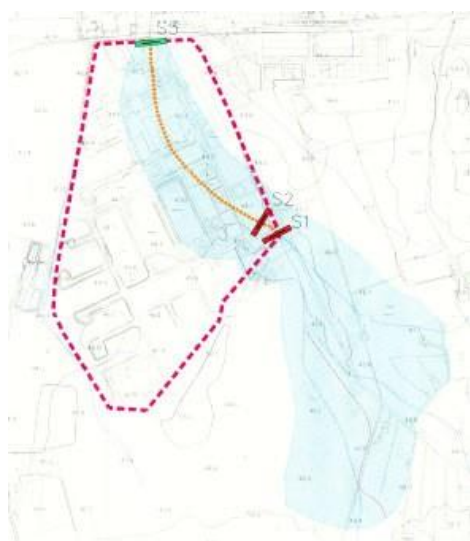
Nos restantes troços da Vala das Sete Fontes o estudo do Plano de Drenagem não assinala Zonas inundáveis, propondo apenas algumas regularizações pontuais que não têm qualquer impacto na delimitação das ZAC.

VALA DA SALGUEIRINHA

Para a Ribeira da Salgueirinha foi realizada e já concluída uma intervenção de regularização numa extensão de cerca de 5,4 Km, até à Albufeira da Brejoeira, conforme projeto aprovado e em consonância com a Declaração de Impacto Ambiental (DIA) que foi emitida.

Importa referir a importância desta intervenção global e o envolvimento e cooperação das entidades, nomeadamente a APA e a CM de Palmela na implementação desta solução que permitiu estabilizar e evitar situações de cheia e inundações no aglomerado de Pinhal Novo e em infraestruturas rodoviárias e ferroviárias estruturantes do território.

Vale do Alecrim



- Espaços Industriais Existentes
- Linha de Água (Carta 1/25000)
- Linha de Água a Regularizar
- Localização das PH's e Secções Analisadas
- Passagem Hidráulica a Remodelar

Figura 22 a Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD)

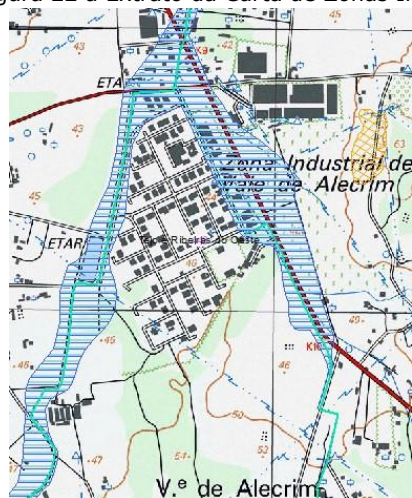


Figura 22b – Solução proposta (PD)



Figura 22c -Proposta de ZAC

Figura 22d – Ortofotomapa (Fonte – Google Maps, 2022)

Figura 22 - Zona Industrial do Vale de Alecrim, Vala da Salgueirinha.

Extrato da Carta de Zona Inundáveis (PD), Identificação de secções, de soluções e Proposta de ZAC, carta militar, fls.443

A figura 22a ilustra uma área inundável no Parque Industrial de Vale do Alecrim. Nesta área ocorreu uma intervenção de regularização profunda no setor de confluência entre o Vale do Alecrim e a Vala da Salgueirinha, tendo sido construída uma PH totalmente nova, com aumento muito substancial relativamente à anteriormente existente, tendo esta uma secção retangular de 6,00 x 2,00 metros (fotos abaixo delimitadas a vermelho).

No setor jusante deste local ocorreu também a regularização da ribeira (foto identificada abaixo a amarelo), pelo que o escoamento a partir deste local e para montante não apresenta constrangimentos, uma vez que as insuficiências de drenagem identificadas no Plano de Drenagem foram ultrapassadas.

No Parque Industrial de Vale do Alecrim, os limites das áreas inundadas identificados pela Proteção Civil e no Plano de Drenagem (Figura 22a), apresentaram contornos díspares, tendo-se verificado que o Parque se encontra a uma cota superior (cerca de 1,5 m) do fundo do vale da Salgueirinha (fotos identificadas abaixo a rosa) e que existe um troço totalmente canalizado (não a céu aberto) que atualmente não é possível aferir com rigor o seu traçado (Figura 22b), foram diminuídas as áreas potencialmente inundáveis.

Recentemente, no âmbito de desenvolvimento de um projeto para a área a sul do Parque Industrial de Vale do Alecrim, foi efetuado um estudo hidrológico (Figura 22e), a montante do troço canalizado, para um período de retorno de 100 anos (cf. MD_TAGE).

Nesta situação, considerou-se que a ZAC, não apresenta continuidade com a associada à Ribeira da Salgueirinha, pelos seguintes motivos: 1) estudo hidráulico e hidrológico recente e mais detalhado, referido anteriormente; 2) o “curso de água” que efetua a ligação entre ZAC está canalizado e o escoamento não ocorre a céu aberto; 3) morfologia do terreno, apresenta uma colina entre áreas inundáveis; 4) o escoamento a jusante da confluência (existente na versão anterior) foi claramente melhorado. Assim, a delimitação atual (Figura 22g), a ZAC a sul do Parque Industrial do Vale do Alecrim, teve em conta os limites mais atualizados provenientes do novo estudo e os registos de inundação do Serviço Municipal de Proteção Civil englobando as margens associados a cursos de água integradas na REN.

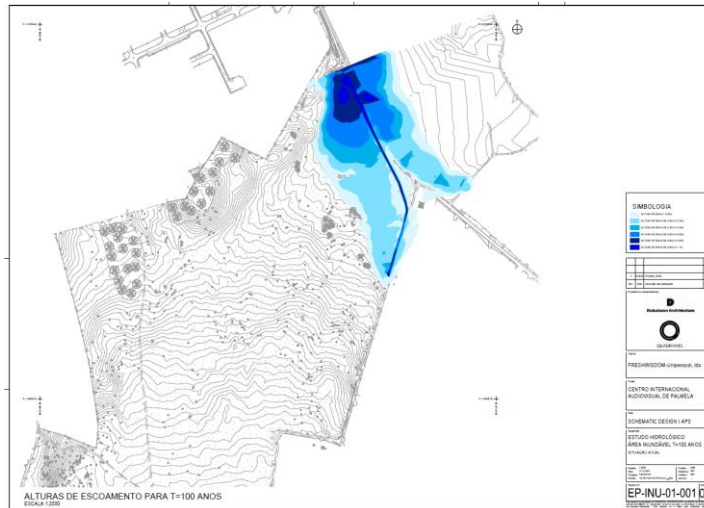


Figura 22 e – Área de Inundação para um PR 100 anos projeto Centro Internacional Audiovisual Palmela (CIAP)



Figura 22 f –Proposta de delimitação de ZAC a amarelo considerando a implantação do projeto CIAP

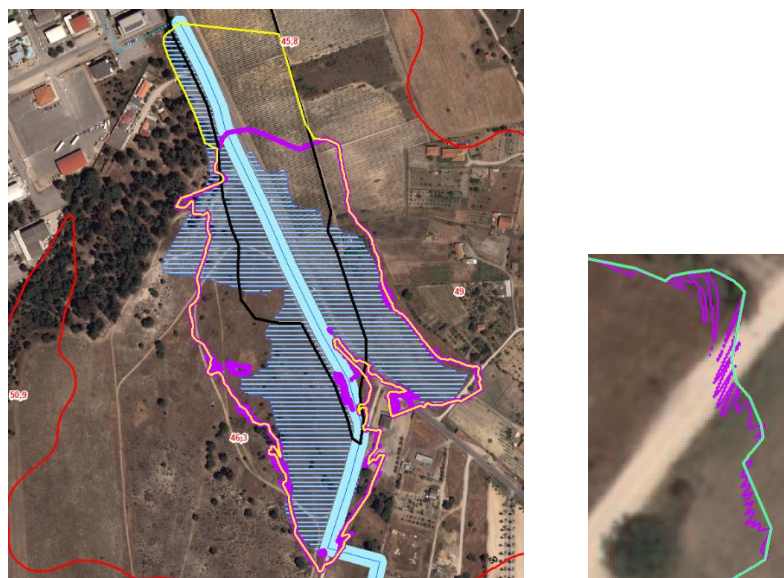


Figura 22 g –Proposta final de delimitação de ZAC a amarelo considerando a situação de referência do projeto CIAP (roxo) após generalização da informação vetorial resultante do modelo (destaque à direita)



Lagoinha

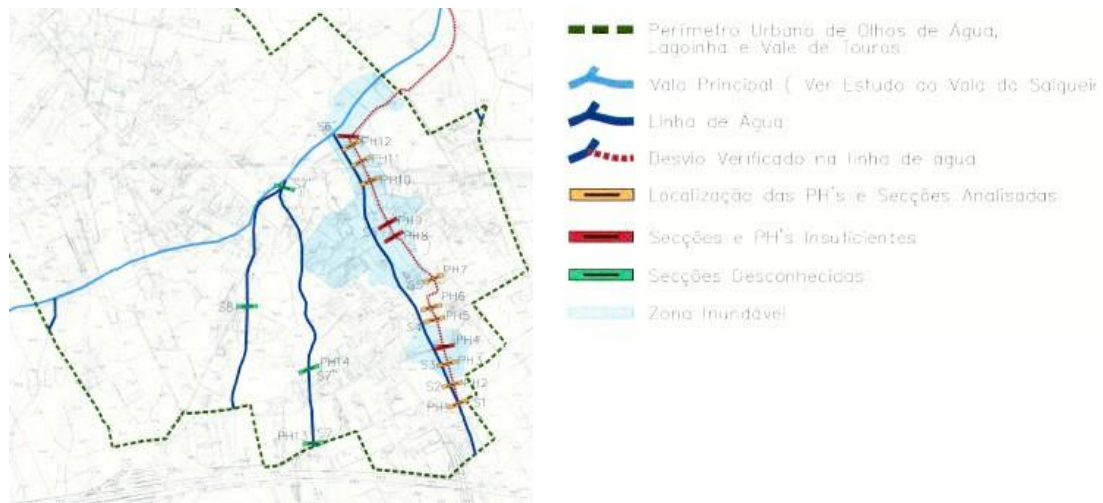


Figura 23a – Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD)

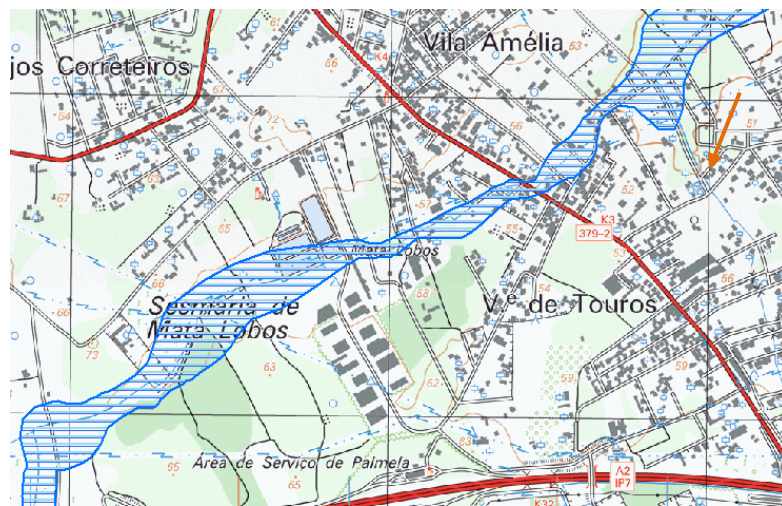


Figura 23b - Proposta de ZAC (seta a cor laranja refere-se a atravessamento de linha de água conforme apresenta nas Figuras 23c e 23d)



Figura 23c e 23 d – Fotografias do curso de água (a norte) e (a sul) indicado na figura anterior (Fonte – Google Maps, 2009) Nota – pequeno troço coberto não indicado na proposta

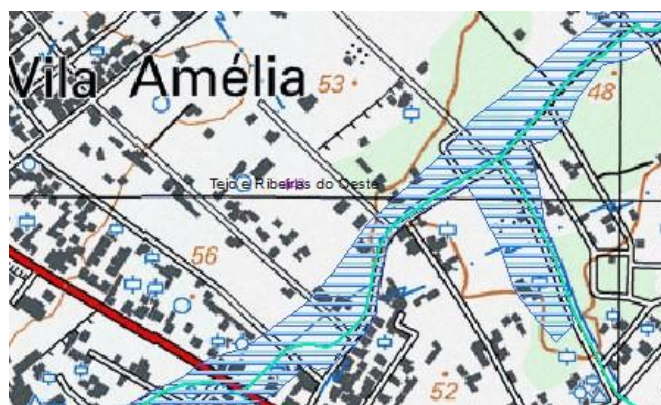


Figura 23e – Afluente da Vala da Salgueirinha. Proposta de ZAC (a delimitação da ZAC não acompanha o andamento da curva de nível)

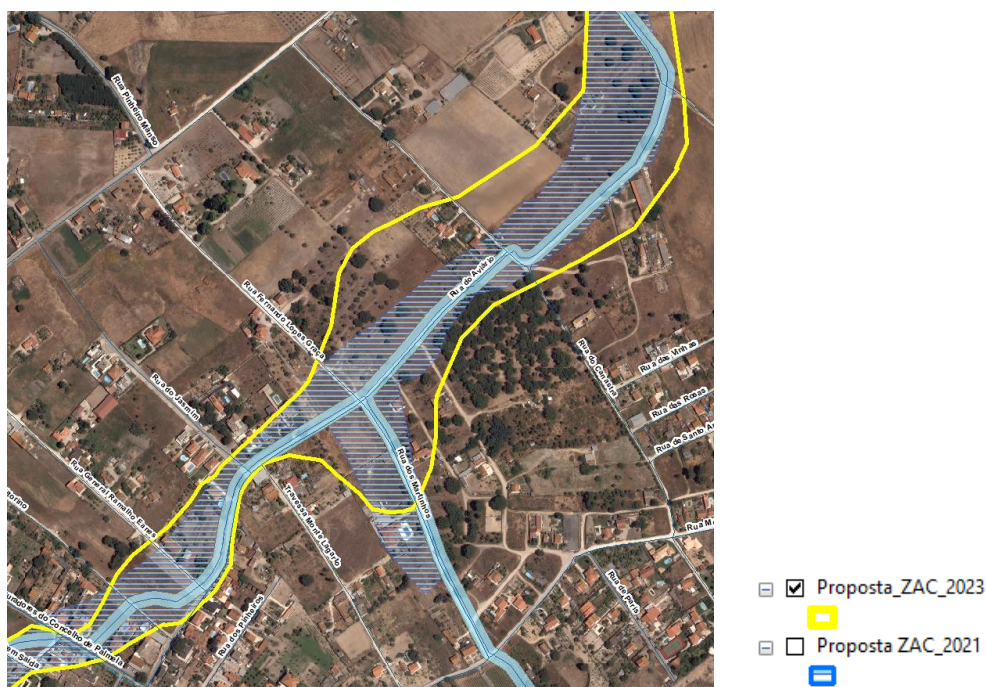


Figura 23 - Perímetro Urbano de Olhos de Água, Lagoinha e Vale de Touros. Extrato da Carta de Zonas Inundáveis (PD), Proposta de ZAC, Incoerências com o território, carta militar, fls.443

Na área identificada na figura 23a, a linha água (Ribeira de Palmela) encontra-se totalmente regularizada há já vários anos por intervenção realizada anteriormente a 2004 pelo INAG – Instituto Nacional da Água, tendo esta entidade acutelado o dimensionamento para o período de retorno dos 100 anos e o facto da intervenção ocorrer numa área urbana habitacional já classificada como tal à época.

As áreas identificadas pelo Plano de Drenagem como potencialmente inundáveis na figura 23a têm uma expressão que resultará mais de dificuldades de continuidade de drenagem e potencial inundabilidade na zona de confluência da Ribeira de Palmela com a Ribeira da Salgueirinha, do que propriamente de uma situação típica de cheia, daí que a proposta de delimitação da ZAC no âmbito da REN tenha considerado efetivamente uma área adjacente à Ribeira da Salgueirinha.

Na área inundável identificada mais a sul pelo Plano de Drenagem (imagem 23a) foram realizadas há já vários anos obras de urbanização na Rua Manuel Maria da Silva e demais ruas envolventes estando dotadas de rede de drenagem pluvial e concretizada uma operação de loteamento, atualmente já totalmente consolidada. A implantação da urbanização ocorreu a cotas superiores ao terreno natural que anteriormente deu origem à identificação da área inundável pelo Plano de Drenagem.

As PH existentes nesta área encontram-se em bom funcionamento, sendo sujeitas regularmente às necessárias operações de limpeza.

No âmbito da proposta de revisão do PDM, para este perímetro urbano ocorreu também uma redução importante com reversão para solo rústico de áreas de expansão, entretanto não executadas, potenciando menos edificação e menor impermeabilização do solo.

Na situação indicada nas figuras 23 crê-se que a regularização efetuada (fotos abaixo) resolverão os problemas indicados no Plano de Drenagem, no curso de água que drena de SSE-NNW. No entanto, uma vez que a regularização da drenagem na ribeira da Salgueirinha ainda não está concluída pode junto à confluência dos cursos de água haver inundação pelo que a delimitação apresentada junto a este local, apoia-se na cota máxima de cheia registada pela Serviço Municipal de Proteção Civil, nesse local, i.e. aproximadamente 49 m.



OUTROS NÚCLEOS URBANOS COM SITUAÇÕES DISCORDANTES

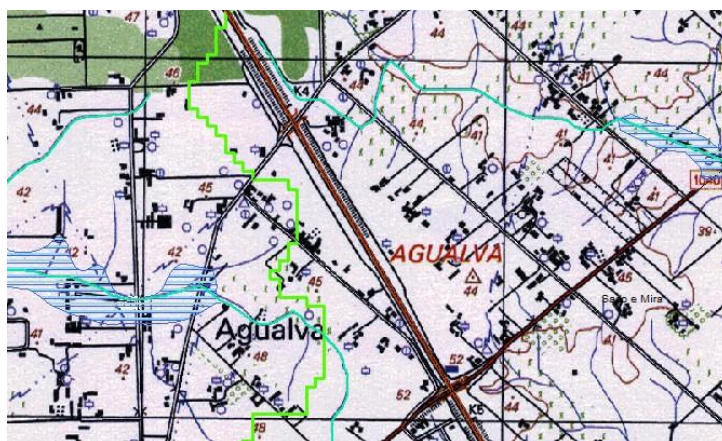


Figura 24 – Aglomerado de Agualva (edificações dispersas). Proposta de ZAC (gestão ARHTO/ARH Alentejo)

Nesta delimitação foram considerados os limites do estudo do Plano de Drenagem, cf. já está referido neste documento na justificação da Vala da Eras.

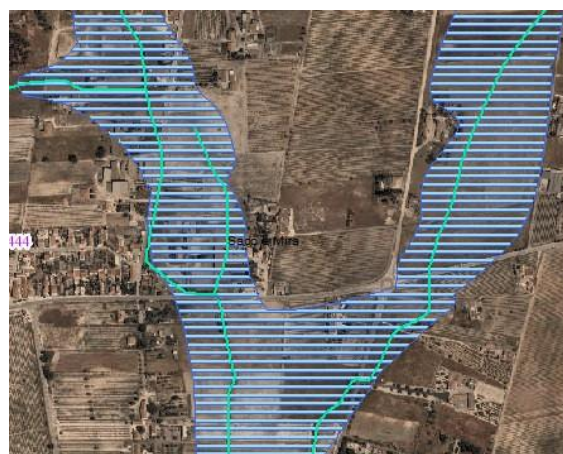


Figura 25 – Aglomerado de Bairro da Margaça. Proposta de ZAC não aderente ao território, carta militar, fls.444 (gestão ARH Alentejo)

Os limites ZAC apresentados junto ao Bairro Margaça, seguem em termos gerais a delimitação proposta no Plano de Drenagem. Contudo, foram conectadas as áreas inundáveis dos dois troços considerando a morfologia do terreno e a cota dos 25 m, expressa na Cartografia à escala 1:5000, bem como garantindo que as áreas identificadas como margem de cursos de água integrados na REN, estão igualmente contempladas em ZAC.

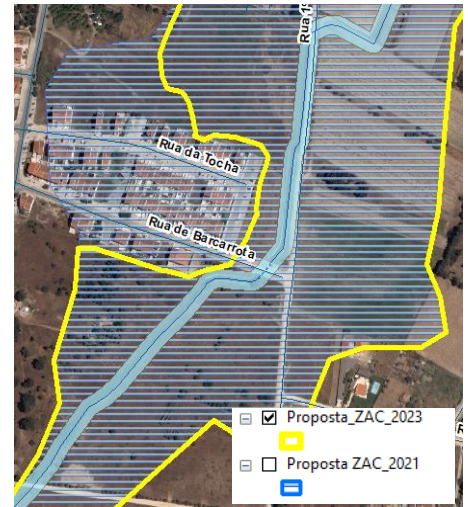
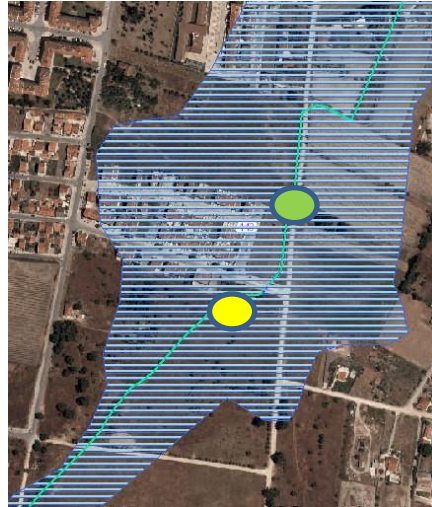
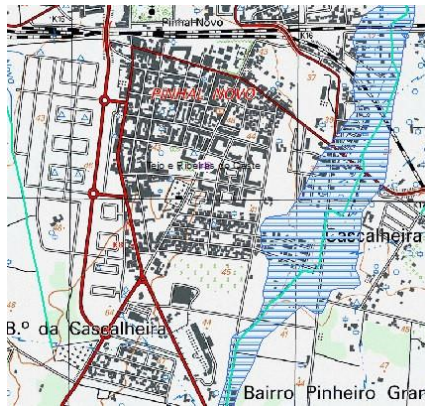
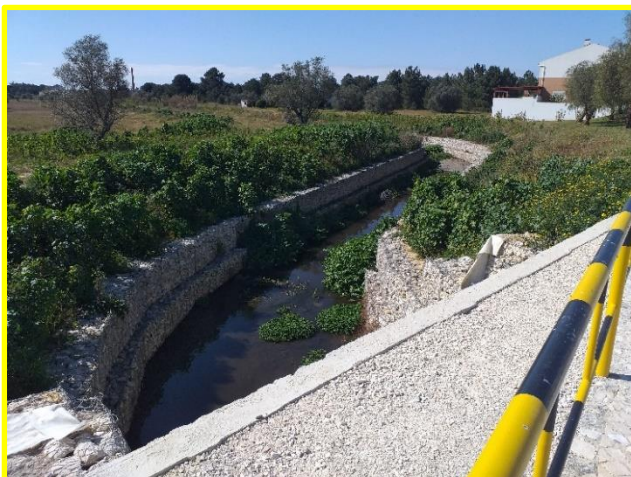


Figura 26 – Pinhal Novo [Cascalheira]. Proposta de ZAC não aderente ao território, carta militar, fls.443 (gestão ARHTO). Proposta a amarelo, indeferida pela APA

A proposta de delimitação, de 2023, retirando a área construída (Figura 26) considerando que a área foi intervencionada de modo significativo quer do ponto de vista de canalização e aprofundamento do leito do curso de água (foto delimitada a amarelo) quer do ponto de vista de urbanização, cujo aterro efetuado para construção de habitações faz com estas se situem numa posição elevada em relação à cota de cheia definida no plano de drenagem (foto delimitada a verde) foi abandonada, por ter sido considerado que a cota do núcleo urbano é cerca de 1m superior à cota de transbordo do leito do curso de água, pelo que esta delimitação só seria válida se na mesma se verificasse o equivalente espraioamento para outras áreas próximas, cuja cota o permitisse.



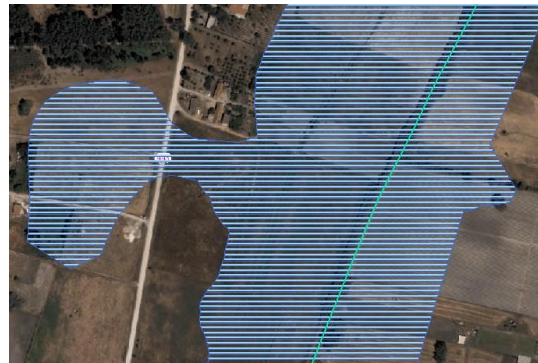
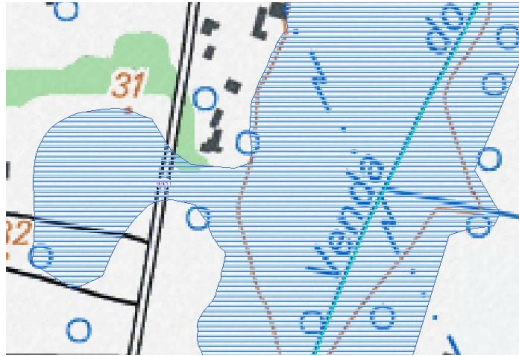


Figura 27 - Vala da Venda do Alcaide. Proposta de ZAC não aderente ao território, carta militar, fls.443 (gestão ARHTO)

Esta situação foi abordada neste documento no ponto relativo à Vala da Venda do Alcaide.

Alto do Pina e Sesmaria de Mata Lobos

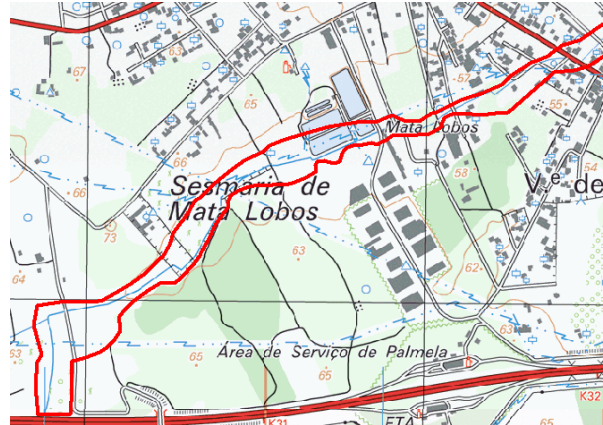
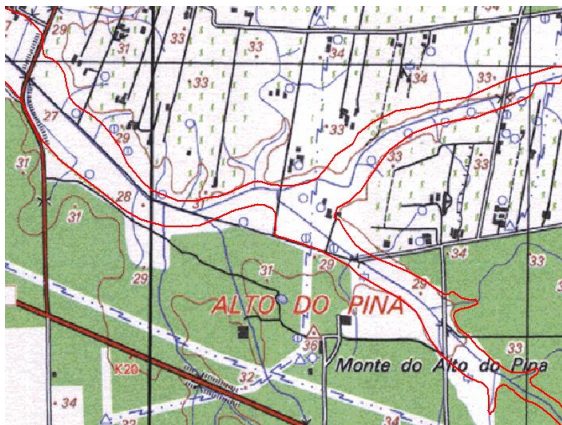


Figura 28 a) Delimitação da ZAC inconsistente com curvas de nível, carta militar, fls.444 e 443 (gestão ARHTO)

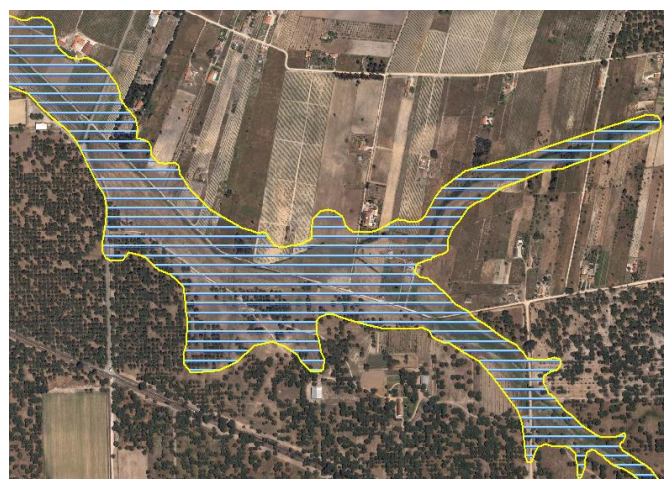
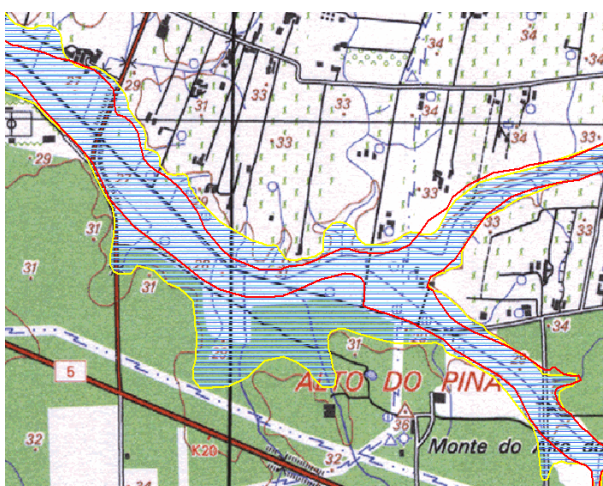


Figura 28 b) Proposta final de delimitação da ZAC, a amarelo. Alto do Pina carta militar, fls.444 e ortos 2018

Esta delimitação foi abordada neste documento no ponto relativo à Vala da Vendinha, ajustando-se neste setor em pormenor, às curvas de nível da carta militar.

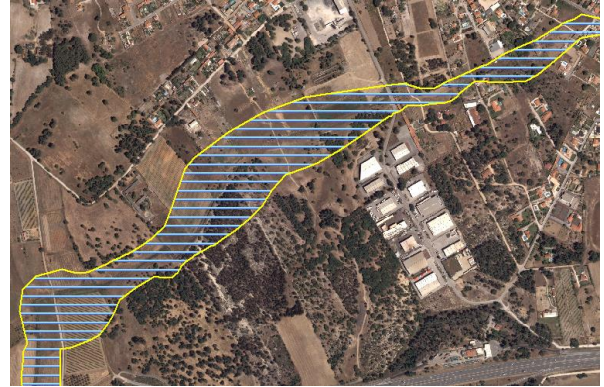
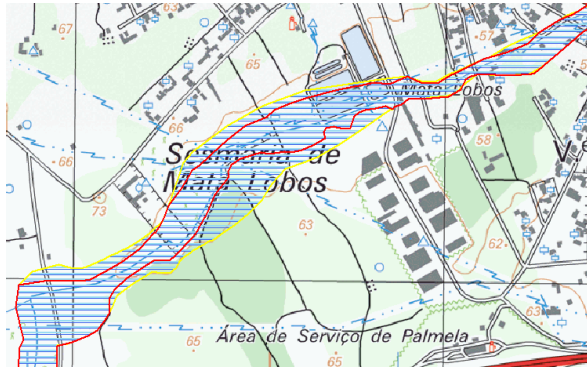


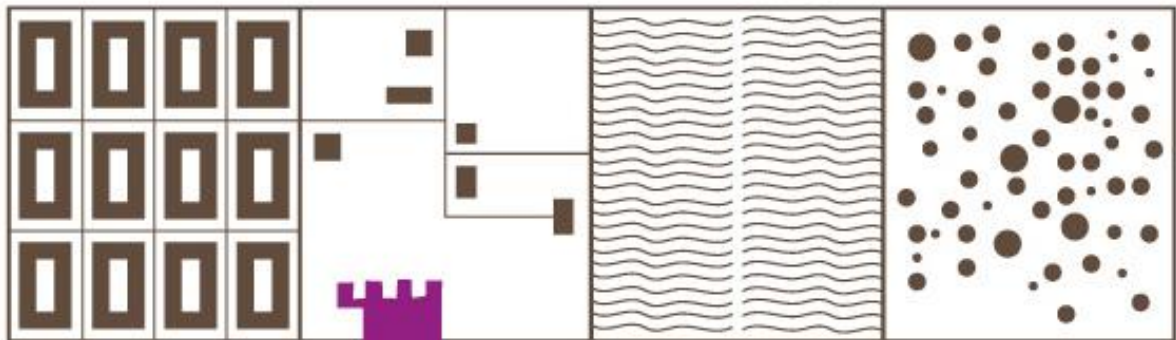
Figura 28 b) Proposta final de delimitação da ZAC, a amarelo. Sesmarias de Mata Lobos carta militar, fls.443 e ortos 2018

A proposta de delimitação neste setor considerou as zonas inundáveis do plano de drenagem, os registos do serviço municipal de proteção civil e cotas entre os 58 e 60 m.

Palmela, Maio de 2024

Anexo: Estudo Hidrológico-Memória Descritiva projeto "Tage- Centro Internacional do Audiovisual de Palmela", elaborado pela empresa Quadrante.

Nota: O trabalho de campo foi realizado entre fevereiro e abril de 2023, correspondendo os registos fotográficos a este período, salvo os casos especificamente identificados no texto.



pdmm

REVISÃO
PLANO DIRETOR
MUNICIPAL
PALMELA

TAGE- CENTRO INTERNACIONAL DO AUDIOVÍDEO DE PALMELA
ESTUDO HIDROLÓGICO- SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA
MEMÓRIA DESCRITIVA

JANEIRO 2024



TAGE PICTURE PROPERTIES, LDA

TAGE – CENTRO INTERNACIONAL DO AUDIOVISUAL DE PALMELA

ESTUDO HIDROLÓGICO – SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

MEMÓRIA DESCRITIVA

Versão 0

Lisboa, 16 de janeiro de 2024



REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
0	16/01/2024	Emissão inicial



TAGE PICTURE PROPERTIES, LDA

TAGE – CENTRO INTERNACIONAL DO AUDIOVISUAL DE PALMELA

ESTUDO HIDROLÓGICO – SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

MEMÓRIA DESCRITIVA

ÍNDICE GERAL

1	<u>INTRODUÇÃO E OBJETIVOS</u>	4
2	<u>ESTUDO HIDROLÓGICO</u>	4
3	<u>MODELAÇÃO DE CHEIAS</u>	6
3.1	ESTABELECIMENTO DO HIETOGRAMAS DE PRECIPITAÇÃO.....	6
3.1.1	METODOLOGIA	6
3.1.2	DEFINIÇÃO DAS BACIAS EXTERIORES.....	7
3.1.3	ESTABELECIMENTO DO HIETOGRAMA DE PRECIPITAÇÃO	7
3.1.4	PERDAS DE PRECIPITAÇÃO.....	9
3.2	ESTABELECIMENTO DO HIDROGRAMAS DE CHEIA	9
3.2.1	CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	10
3.2.2	HIDROGRAMA UNITÁRIO.....	10
4	<u>ESTUDO HIDRÁULICO DAS BACIAS</u>	10
4.1	CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS	10
4.2	MODELO HIDRÁULICO	11
5	<u>RESULTADOS E CONCLUSÕES</u>	13
ANEXOS		
	ANEXO I – DADOS METEOROLÓGICOS – VILA NOGUEIRA DE AZEITÃO.....	15
	ANEXO II – MÉTODOS ESTATÍSTICOS	17



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Distribuição das leis de probabilidade	5
Figura 3.1 - Hietograma de blocos alternados utilizado para o período de retorno de 100 anos.....	8
Figura 4.1 – DTM utilizado na análise hidráulica computacional	12
Figura 5.1 – Altura máxima de escoamento, T=100 anos.....	13
Figura 5.2 – Velocidade máxima de escoamento, T=100 anos.....	14

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Precipitação máxima para T= 100 anos Lisboa (IGIDL)	6
Tabela 2.2 – Valores das relações médias consideradas para obtenção da precipitação de projeto para T= 100 anos Lisboa (IGIDL).....	6



TAGE PICTURE PROPERTIES, LDA

TAGE – CENTRO INTERNACIONAL DO AUDIOVISUAL DE PALMELA

ESTUDO HIDROLÓGICO – SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

MEMÓRIA DESCRITIVA

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O presente documento corresponde ao Estudo Hidrológico relativo à área envolvente do empreendimento TAGE, situada no concelho de Palmela, no distrito de Setúbal.

Para a realização do presente estudo contou-se com o levantamento topográfico da área de estudo à escala 1:500, com a cartografia da série 1:25 000 do IGeoE e da análise realizada durante o levantamento de campo, realizado pelos técnicos da Quadrante.

Os dados meteorológicos/udométricos utilizados foram descarregados da base de dados do SNIRH (Sistema Nacional de Recursos Hídricos).

Durante o desenvolvimento do estudo realizou-se uma visita ao local envolvido de modo a determinar-se alguns dos pressupostos a considerar.

Os principais objetivos a ter em conta no presente estudo de acordo com o estipulado são os seguintes:

- Caracterização hidrológica da área em estudo;
- Caracterização hidráulica, englobando a identificação de áreas de inundação, velocidades de escoamento e percurso do escoamento na área em estudo, bem como a montante e jusante do mesmo.

2 ESTUDO HIDROLÓGICO

O principal objetivo desta análise é estabelecer os hietogramas da precipitação para o período de retorno estudado (100 anos). Este hietograma é utilizado como input nos modelos computacionais onde se determinam os caudais de ponta e a área de inundação.

Os hietogramas de precipitação são estimados através de dados pluviométricos recolhidos a partir de postos meteorológicos próximos da área de estudo. Os dados são retirados da Rede do Serviço Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) que compila dados meteorológicos e hidrológicos de vários locais de Portugal.

Foi considerada a estação meteorológica do SNIRH (APA) mais próxima, geográfica e climaticamente, da área de estudo, que é a de Vila Nogueira de Azeitão. Esta estação

dispõe de registos de 29 anos completos, entre 1986 e 2020, com lacunas entre 2010 e 2014.

Para a determinação dos hietogramas de precipitação da área de estudo foram utilizados os valores da precipitação máxima diária anual (referente ao ano hidrológico, iniciado a 1 de outubro) registados na estação meteorológica de Vila Nogueira de Azeitão.

Foi efetuada a determinação dos descritores estatísticos das correspondentes amostras e a posterior seleção da função de distribuição de probabilidades que melhor se ajusta.

Foram analisadas as leis de Galton, Gumbel e Pearson III (Anexo II), e por apreciação visual do gráfico da Figura 2.1 e constatou-se que a lei de melhor ajuste para o posto de Vila Nogueira de Azeitão é a lei de Pearson III e para a Estação Meteorológica considerada é a lei de Gumbel.

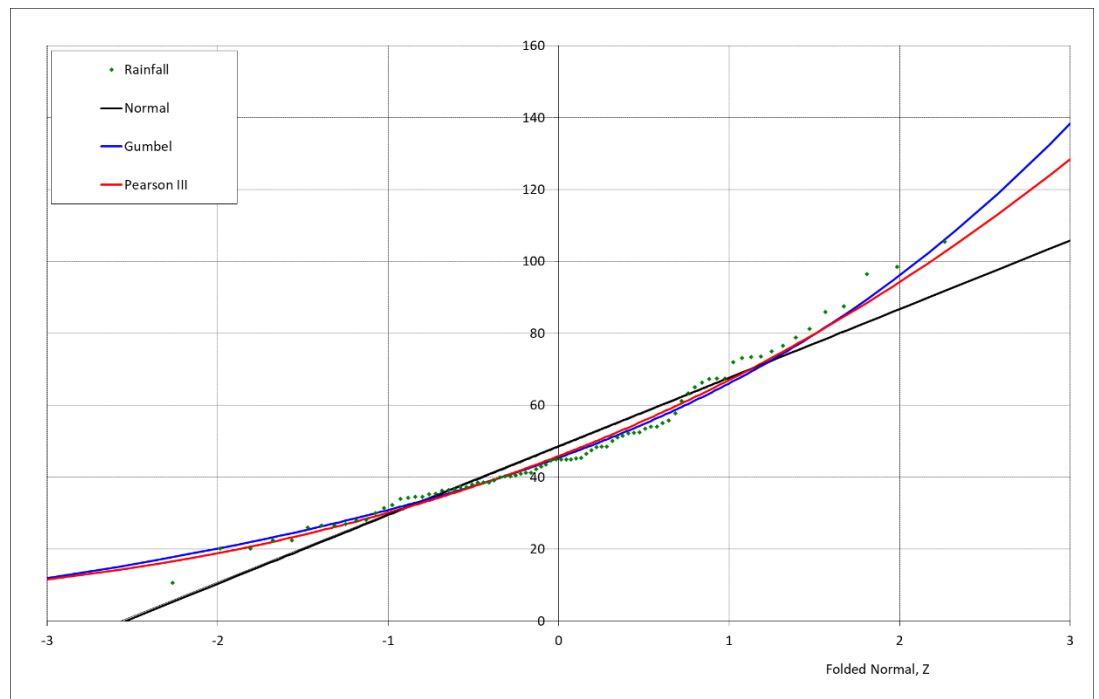


Figura 2.1 - Distribuição das leis de probabilidade

Assim, a precipitação diária máxima anual para o período de retorno de 100 anos, retirada da distribuição estatística de Gumbel, é de 82,2mm.

A fim de obter as precipitações de projeto para a obtenção dos hietogramas de cada período de retorno, os quocientes entre a precipitação máxima diária anual e outros eventos com durações mais curtas foram calculados para o posto udográfico geográfica e climaticamente mais próximo da área de estudo, Lisboa (IGIDL), com base nas curvas IDF estabelecidas por BRANDÃO et al, 20014 and PORTELA, 2008.

Tabela 2.1 - Precipitação máxima para T= 100 anos Lisboa (IGIDL)

Duração de precipitação (h)	Duração de precipitação (min)	Intensidade da precipitação máxima (mm/h)	Precipitação máxima (mm)
24,00	1440,0	5,68	136,23
1,50	90,0	38,23	57,35
1,33	80,0	41,11	54,81
1,17	70,0	44,63	52,07
1,00	60,0	49,08	49,08
0,83	50,0	54,91	45,76
0,67	40,0	63,00	42,00
0,50	30,0	66,68	33,34
0,33	20,0	80,39	26,80
0,17	10,0	110,65	18,44

Tabela 2.2 – Valores das relações médias consideradas para obtenção da precipitação de projeto para T= 100 anos Lisboa (IGIDL)

P(1,5h)/P(1h)	1,168
P(1,33h)/P(1h)	1,117
P(1,17h)/P(1h)	1,061
P(1h)/P(24h)	0,360
P(50 min)/P(1h)	0,932
P(40 min)/P(1h)	0,856
P(30 min)/P(1h)	0,766
P(20 min)/P(30 min)	0,804
P(10 min)/P(30 min)	0,553

3 MODELAÇÃO DE CHEIAS

3.1 ESTABELECIMENTO DO HIETOGRAMAS DE PRECIPITAÇÃO

3.1.1 METODOLOGIA

As cheias são fenómenos naturais de carácter aleatório em que os caudais de ponta podem ser obtidos por aplicação de métodos cinemáticos, empíricos e de base estatística. Os métodos empíricos, por não associarem aos resultados uma probabilidade estatística de ocorrência, são os menos utilizados em estudos hidrológicos.

Os métodos de base estatística permitem estimar o caudal de ponta de cheia, numa determinada secção de referência, em função do período de retorno escolhido, tendo como base registos de cheias anteriores.

Os métodos cinemáticos são muito utilizados devido à sua simplicidade de aplicação. Estes têm em consideração as características do escoamento na bacia hidrográfica, traduzido através do tempo de concentração e da chuvada crítica.

A escolha do método a utilizar na estimativa de caudais de ponta de cheia depende, principalmente, da disponibilidade de dados e da área das bacias hidrográficas em estudo. Sendo que nas bacias hidrográficas objeto do presente estudo não existem registos de escoamento, o método utilizado é do tipo cinemático, mais concretamente, o método do Soil Conservation Service (SCS).

Os hidrogramas de cheia afluentes foram calculados no software HEC-HMS 4.9, desenvolvido pela USACE (U.S. Army Corps of Engineers), através do método do Soil Conservation Service.

3.1.2 DEFINIÇÃO DAS BACIAS EXTERIORES

Verifica-se que afluem duas linhas de água à área de estudo, uma na zona onde se vai erigir o empreendimento TAGE, a Oeste da estrada nacional, e outra a Este da referida via. Ambas as linhas de água irão contribuir para a formação de uma área de cheia para o período de retorno de 100 anos.

As sub-bacias que drenam para a área de estudo foram desenhadas a partir da carta 443 da série 1:25 000 IGeoE.

3.1.3 ESTABELECIMENTO DO HIETOGRAMA DE PRECIPITAÇÃO

A partir do método explicitado anteriormente foram estabelecidos os hietogramas de precipitação para o período de retorno de 100 anos.

Foi considerada uma majoração de 10% da precipitação para considerar os previsíveis efeitos das alterações climáticas.

Logo, e face à ausência de uma estimativa quantitativa das consequências nas curvas IDF para cada período de retorno dessa previsível maior severidade no referido documento e em qualquer outro estudo nesta região hidrográfica, decidiu-se majorar as quantidades de precipitação obtidas a partir das curvas IDF em 10%, valor habitualmente utilizado pela QUADRANTE neste tipo de estudos e consensualmente aceite como o mais provável em estudos relativos a outras regiões de Portugal continental.

Segundo vários estudos, a forma do hietograma que usualmente conduz a caudais de ponta mais extremos é a de blocos alternados, ou seja, considera-se que o pico da intensidade da precipitação ocorre no instante correspondente a metade da duração, diminuindo a intensidade gradualmente em direção às extremidades.

Devido à reduzida dimensão das bacias estudadas, o que origina baixos tempos de concentração, a duração considerada para o hietograma será de uma hora e meia. A dimensão de cada bloco do hietograma será de 10 minutos, correspondendo o maior

bloco ao volume de precipitação gerado por um evento pluvioso com duração de 10 minutos, calculando-se a sua intensidade através da curva IDF referente a cada período de retorno estudado. O bloco seguinte é obtido calculando o volume de precipitação gerado por um evento com duração de 20 minutos subtraindo-se a esse valor o volume de precipitação gerado em 10 minutos. Este método foi utilizado para o estabelecimento de todos os restantes blocos.

Como já referido, foi usado um hietograma de blocos alternados para ambos os postos meteorológicos, pelo que se colocou o maior bloco (correspondente ao volume de precipitação gerado por um evento com duração de 10 minutos) ao centro e os restantes blocos foram sendo distribuídos alternadamente à direita e à esquerda do maior bloco.

Os hietogramas para os vários períodos de retorna e para os postos meteorológicos referidos anteriormente encontram-se apresentados abaixo.

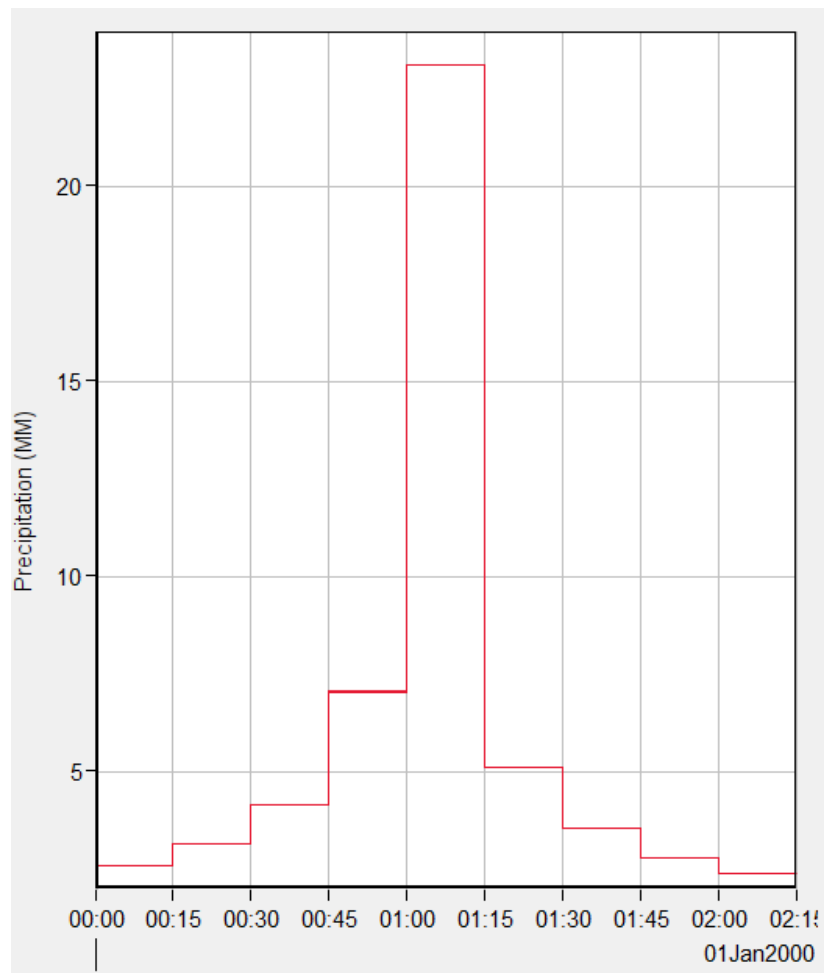


Figura 3.1 - Hietograma de blocos alternados utilizado para o período de retorno de 100 anos

3.1.4 PERDAS DE PRECIPITAÇÃO

As perdas de precipitação são calculadas através do número de escoamento do SCS e da percentagem da bacia considerada como impermeável. Definiu-se em todas as áreas uma percentagem de impermeabilização de 5 a 10%.

O número de escoamento do SCS, que depende da constituição dos solos que formam a bacia de drenagem, foi obtido a partir do SNIAmb (Sistema Nacional de Informação de Ambiente). O solo onde se situa a área de estudo têm um número de escoamento de 74.

Estes valores de número de escoamento são definidos para condições de humidade médias antecedentes (CN II). Os caudais de ponta são maiores se for considerado a condição de humidade elevada (CN III), que relaciona as condições CN II através da seguinte equação:

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

Posto isto, o valor do número de escoamento em condições de elevada humidade é de 86,7.

O modelo integrado no HEC-HMS considera que as perdas iniciais de precipitação (devidas a infiltração, evapotranspiração, etc.) são iguais a $0,2 * S$ (S a capacidade máxima de retenção). A única análise crítica do valor do fator ψ para Portugal Continental de que se tem conhecimento é apresentada em Correia, 1984, que afirma que o valor médio de 0,2 proposto pelo SCS não foi verificado “de forma inteiramente concludente”, reconhecendo, aquele autor, que tal valor conduz a precipitações efetivas muito baixas em consequência das elevadas perdas iniciais de precipitação. Por este motivo, Correia, 1984, propõe um método de cálculo iterativo que, atuando sobre a própria duração da chuvada, conduz a menores perdas iniciais.

Portela et al., 2000, concluem que se deve adotar $\psi=0$ como forma de reduzir, à custa da eliminação das perdas iniciais, as perdas totais de precipitação que obtiveram naquela bacia hidrográfica e que reconheceram como nitidamente excessivas. Por este motivo, consideraram-se nulas as perdas iniciais de precipitação no HEC-HMS.

Os hietogramas são introduzidos no programa HEC-HMS numa bacia hidrográfica genérica com número de escoamento do SCS igual a 86,7. Os resultados obtidos da simulação serão introduzidos como condições de fronteira no modelo do HEC-RAS.

3.2 ESTABELECIMENTO DO HIDROGRAMAS DE CHEIA

Para se estabelecerem os hidrogramas de cheia nas linhas de água que provêm do exterior da área de estudo, foram usados o método do SCS (Soil Conservation Service) e o *software* HEC-HMS. Este método é o mais usado para o estabelecimento de hidrogramas de cheia e tem como grande vantagem a consideração do tipo de solos que constituem a bacia no cálculo do tempo de concentração.

3.2.1 CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Para o cálculo do tempo de concentração (tempo que decorre desde o início do evento pluvioso até que toda a área da bacia contribua para o escoamento) utilizou-se a fórmula de Kirpich:

$$t_c = \left(0,87 \frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Sendo:

t_c : tempo de concentração (h);

L : comprimento da linha de água principal da bacia (km);

H : Diferença entre a cota mais alta da linha de água principal e a secção de referência (m).

Outra fórmula apropriada para o cálculo do tempo de concentração é a fórmula de Temez, apropriada para bacias naturais com área inferior a 3 000 km²:

$$t_c = 1.115 \frac{L^{0.95}}{H^{0.19}}$$

O significado dos símbolos é o mesmo que na fórmula de Kirpich.

Os tempos de concentração adotados para cada bacia são a média do resultado obtido por ambos os métodos.

As sub-bacias cujos valores calculados para o tempo de concentração sejam inferiores a 10 minutos terão como tempo de concentração 10 minutos, uma vez que em terreno não impermeabilizado é irrealista a consideração de tempos de concentração inferiores a este valor.

3.2.2 HIDROGRAMA UNITÁRIO

Foi utilizado o hidrograma unitário sintético do SCS cujos valores de pico e duração dependem da área da bacia, do comprimento do seu curso de água principal, do declive da bacia e da sua ocupação de solo.

4 ESTUDO HIDRÁULICO DAS BACIAS

4.1 CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

Na análise hidráulica do escoamento pretendem-se obter a área de inundação e respetivas profundidades de escoamento para o período de retorno de 100 anos.

Para o efeito serão introduzidos os caudais de ponta calculados no capítulo anterior no software HEC-RAS versão 6.1 e será desenvolvida uma análise do escoamento em 2 dimensões. Como base será utilizado o levantamento topográfico das áreas de estudo, sobre o qual será introduzido, como condições de fronteira de montante, o hidrograma de cheia para o período de retorno de 100 anos na secção em que a linha de água correspondente entra dentro da área de estudo.

Como condição de fronteira de jusante foi considerada a altura de escoamento uniforme para o declive da linha de água.

4.2 MODELO HIDRÁULICO

A versão 6 do HEC-RAS (um software gratuito disponível para download na internet) foi desenvolvido pelo *United States Army Corps of Engineers* e permite desenvolver uma simulação em duas dimensões de escoamentos variados através da utilização das equações de Saint-Venant ou das equações de difusão da onda.

O modelo a 2 dimensões utiliza as condições de conservação de volume e momento, ou seja, o volume de água introduzido nos hidrogramas afluentes é movido ao longo do domínio do modelo digital do terreno (DTM). Isto significa que o volume de água que sai do domínio do DTM através da(s) sua(s) condição e fronteira de jusante somado ao volume armazenado em albufeiras ou outras depressões do terreno tem de ser igual ao volume do(s) hidrograma(s) de cheia afluente(s) introduzido(s) no modelo para garantir o sucesso da simulação. A conservação do volume torna-se deste modo num importante instrumento de verificação da qualidade da modelação (da sua estabilidade numérica e da sua precisão).

Os modelos a 2 dimensões são geralmente regidos pelas equações da continuidade e da onda dinâmica. Estas equações são geralmente resolvidas através do método central das diferenças finitas. Este método modela a progressão da onda de cheia ao longo do tempo através do domínio do DTM. Os cálculos hidráulicos são influenciados de modo mais relevante pela topografia do terreno e pela rugosidade da superfície de cada célula da malha de cálculo pela qual se processa o escoamento.

No caso da versão 6 do HEC-RAS, esta resolve todas as equações de Barré – Saint Venant a duas dimensões, incluindo o efeito de Coriolis e a dispersão do momento causada pela turbulência horizontal utilizando o método da viscosidade turbulenta de Eddy.

A versão 6 do HEC-RAS é aceite internacionalmente como sendo um modelo bastante preciso de simulação do escoamento a 2 dimensões e é recomendado pela agência ambiental americana (FEMA) para a produção de mapas de inundação e de risco de cheia.

Para se desenvolver uma simulação precisa a 2 dimensões é importante a obtenção de um DTM preciso e pormenorizado da área de estudo, como o que foi realizado através do levantamento topográfico (Figura 4.1).

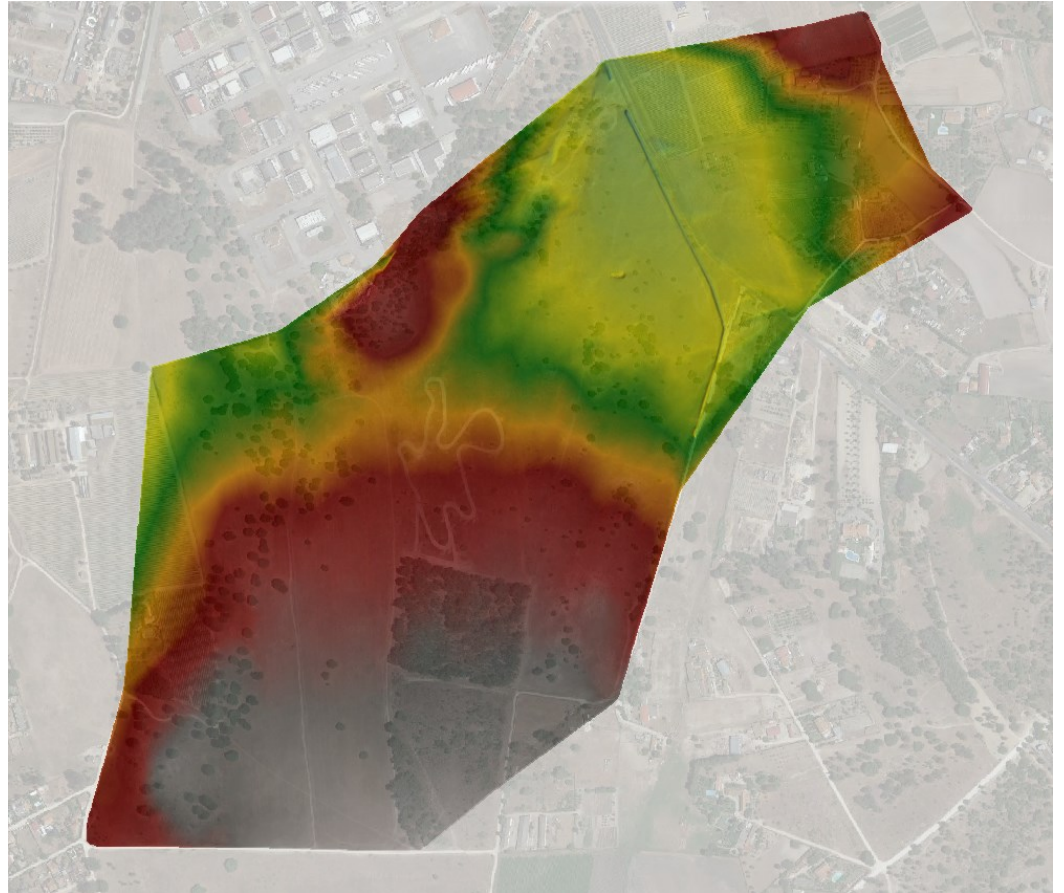


Figura 4.1 – DTM utilizado na análise hidráulica computacional

No DTM o utilizador estabelece uma malha sobre a área onde é expectável que se processe o escoamento e define as dimensões de cada célula e o intervalo temporal de simulação (a duração de cada passo de cálculo). Estes dois fatores são determinantes na precisão do modelo e devem ser escolhidos em função da qualidade e pormenorização do DTM (se não for muito pormenorizado quanto mais fechada for a malha mais o erro se propaga). A relação entre estes dois parâmetros define o número de Courant, que deve ser o máximo possível próximo de 1:

$$u \frac{\Delta t}{\Delta x} \sim 1$$

Sendo u a velocidade de escoamento (m/s), Δt o intervalo de tempo decorrido entre cada passo e Δx a dimensão de cada célula.

Foi considerado um coeficiente de rugosidade de Manning de $0,06 \text{ s/m}^{1/3}$, utilizado para terrenos naturais com vegetação rasteira.

5 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados da simulação hidráulica são apresentados nas seguintes figuras.

Como se pode verificar, a área de inundação abrange a envolvente da EN252, que corresponde ao ponto mais baixo da topografia da área de estudo.

A área de inundação obtida é coincidente com os relatos dos habitantes da zona e das autoridades de proteção civil.

Para entendimento mais detalhado dos resultados, envia-se peça desenhada em anexo.

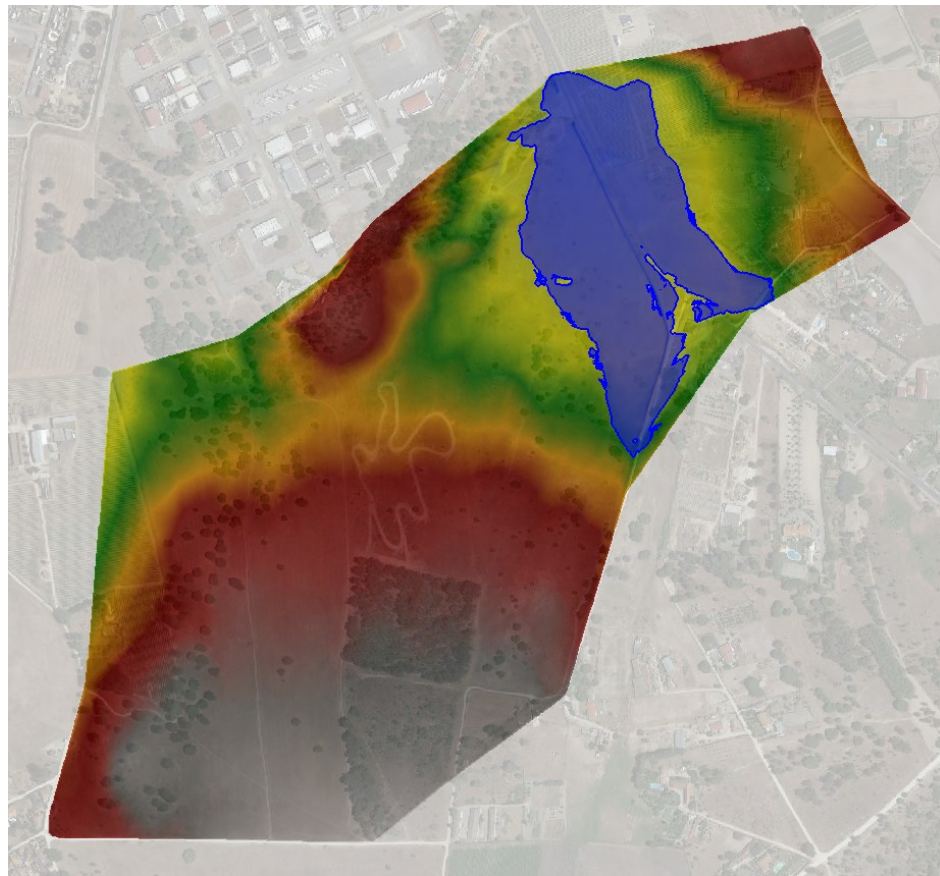


Figura 5.1 – Altura máxima de escoamento, T=100 anos

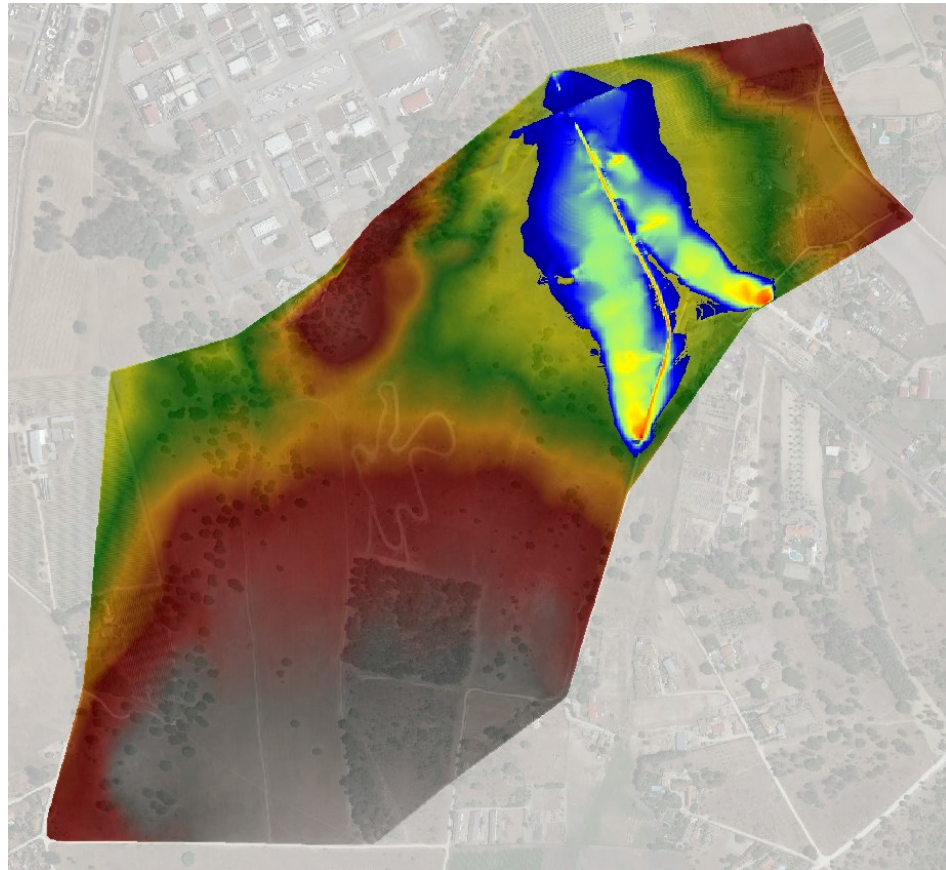


Figura 5.2 – Velocidade máxima de escoamento, T=100 anos



ANEXO I – DADOS METEOROLÓGICOS – VILA NOGUEIRA DE AZEITÃO



Ano hidrológico	Precipitação máxima diária anual (mm)
1985/1986	73.4
1986/1987	54
1987/1988	48.5
1988/1989	38
1989/1990	67.5
1990/1991	87.5
1991/1992	45
1992/1993	38.5
1993/1994	98.5
1994/1995	51.5
1995/1996	52.5
1996/1997	41.2
1997/1998	73.5
1998/1999	53.5
1999/2000	67.3
2000/2001	76.5
2001/2002	36.4
2002/2003	33.9
2003/2004	51.1
2004/2005	37.2
2005/2006	28
2006/2007	40.2
2007/2008	55.1
2008/2009	28.1
2014/2015	20.1
2015/2016	61.2
2016/2017	52.2
2018/2019	10.6
2019/2020	39.1



ANEXO II – MÉTODOS ESTATÍSTICOS

1 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

1.1 DESCRITORES ESTATÍSTICOS

Os descritores estatísticos amostrais utilizados foram a média (\bar{X}), o desvio-padrão (s') e o coeficiente de assimetria (estimador não enviesado) (C_s)

$$\bar{X} = \frac{\left(\sum_{i=1}^N x_i \right)}{N} \quad (1)$$

$$s' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (2)$$

$$C_s = \frac{N^2}{(N - 1)(N - 2)} \frac{\sum (x_i - \bar{X})^3}{N s'^3} \quad (3)$$

Sendo N é a dimensão da amostra e x_i , cada valor de ordem i.

1.2 LEI DE GUMBEL

A estimativa, \hat{X}_G , associada ao período de retorno, T, do valor da variável, X, com distribuição de probabilidades de Gumbel, obtida pelo método dos momentos é dada por

$$\hat{X}_G = \bar{X} + K_G s' \quad (4)$$

em que \bar{X} e s' têm o significado apresentado.

K_G é o factor de frequência obtido em função do período de retorno, T, por

$$K_G = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \left[-\ln \ln \frac{1}{1 - \frac{1}{T}} - 0,577216 \right] \quad (5)$$

1.3 LEI DE PEARSON III

A estimativa, \hat{X}_p , associada ao período de retorno, T, do valor da variável, X, com distribuição de probabilidades de Pearson III, obtida pelo método dos momentos é dada por

$$\hat{X}_p = \bar{X} + K_p S' \quad (6)$$

em que \bar{X} e S' têm o significado apresentado e K_p é o factor de frequência obtido por

$$K_p = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5 \quad (7)$$

em que k é um coeficiente e z, a variável normal reduzida, calculados por

$$k = \frac{C_s}{6}$$

$$z = w - \frac{2,515517 + 0,802850w + 0,010328w^2}{1 + 1,432788w + 0,189269w^2 + 0,001308w^3} \quad (8)$$

sendo C_s , o coeficiente de assimetria e w, definido em função do período de retorno, T, de acordo com

$$w = \sqrt{\ln T^2} \quad (9)$$

Nos casos em que o coeficiente de assimetria, C_s , é igual a zero, K_p é igual à variável normal reduzida, z.

1.4 LEI DE GALTON (LOG-NORMAL)

Uma variável segue a lei de Galton quando a sua transformada Y definida por $Y = \log x$ apresenta uma distribuição Normal.

A estimativa, $\text{Log}\hat{X}_G$, associada ao período de retorno, T, com distribuição de probabilidades de Galton é obtida de

$$\text{Log}\hat{X}_G = \bar{y} + K_n S \quad (10)$$

em que \bar{y} e S representam a média e o desvio padrão da série $Y = \log x$ e K_n é o fator de frequência igual ao valor z da variável normal reduzida apresentado anteriormente.

1.5 TESTE DO QUI-QUADRADO (χ^2)

O teste do Qui-Quadrado é um teste de hipóteses não paramétrico. Este tipo de testes conduz à rejeição da hipótese, H_0 , da amostra ser proveniente de uma população com a distribuição postulada se, para um dado nível de confiança, a estatística do teste exceder um determinado valor crítico.

No teste do Qui-quadrado (X^2) ordenam-se os valores da amostra por ordem decrescente e calcula-se as probabilidades de não excedência respetivas. A série amostral é dividida em M intervalos, de acordo com o tamanho da amostra(N). Não existe regra para a seleção do número de intervalos e do seu comprimento, mas poderá adotar-se os intervalos sugeridos por Henriques /1990) e indicados na Tabela A1.

Tabela A1 - Partições do domínio de fdc F(x) adoptadas na aplicação do teste χ^2 (extraído de Henriques,1990)

N	M	Transformadas por F(x) dos limites dos intervalos de partição										
		0.000	0.200	0.400	0.6000	0.800	1.00					
15-20	5	0.000	0.200	0.400	0.6000	0.800	1.00					
20-25	6	0.000	0.167	0.333	0.500	0.667	0.800	1.00				
25-30	7	0.000	0.143	0.2286	0.429	0.571	0.714	0.857	1.00			
30-40	8	0.000	0.125	0.250	0.375	0.500	0.625	0.750	0.875	1.00		
40-50	9	0.000	0.111	0.222	0.333	0.444	0.556	0.667	0.778	0.889	1.00	
>50	10	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	1.00

Designando por O_i o número de valores da amostra efetivamente contidos no intervalo i e por E_i , o valor esperado de tal número no mesmo intervalo, a estatística do teste é definida por

$$X^2 = \sum_{i=1}^M \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (11)$$

Em cada um dos M intervalos: O_i é o número de elementos da amostra contidos no intervalo i e E_i o valor esperado para o intervalo i (probabilidade de não excedência do intervalo) $E_i = NP_i$.

Onde N é o tamanho da amostra e P_i a probabilidade de não excedência em cada intervalo.

Quando E_i depende de m parâmetros estimados a partir da amostra a estatística do teste, X^2 tem, aproximadamente a distribuição χ^2 com um número de graus de liberdade compreendido entre M-1 e M-m-1.

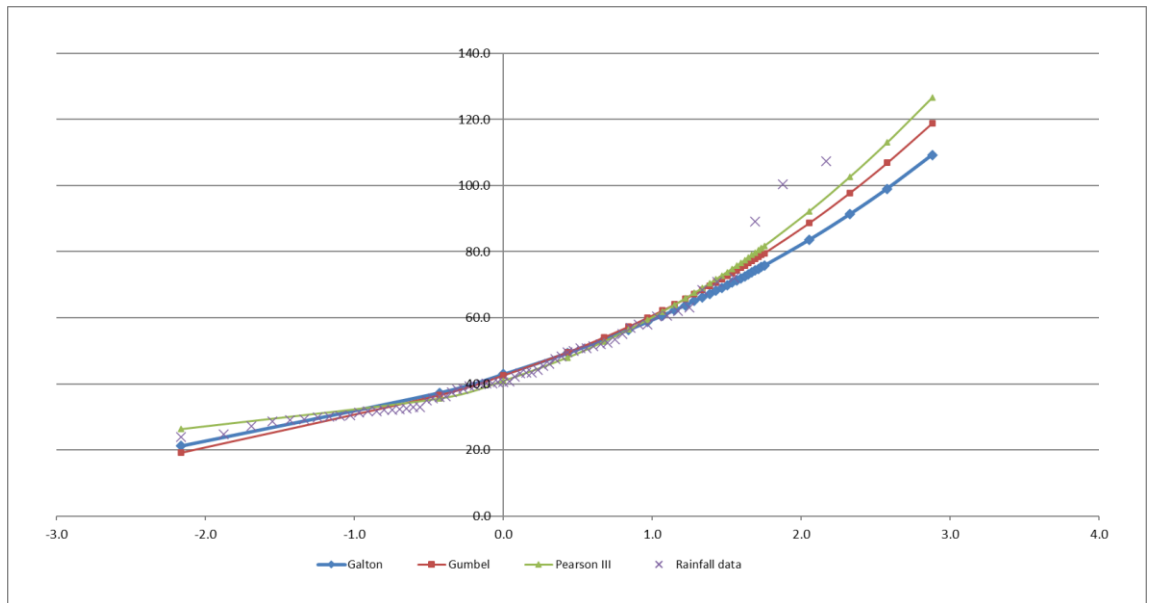


Figura A1 - Distribuição das leis de probabilidades - Duração de 1 dia – São Domingos

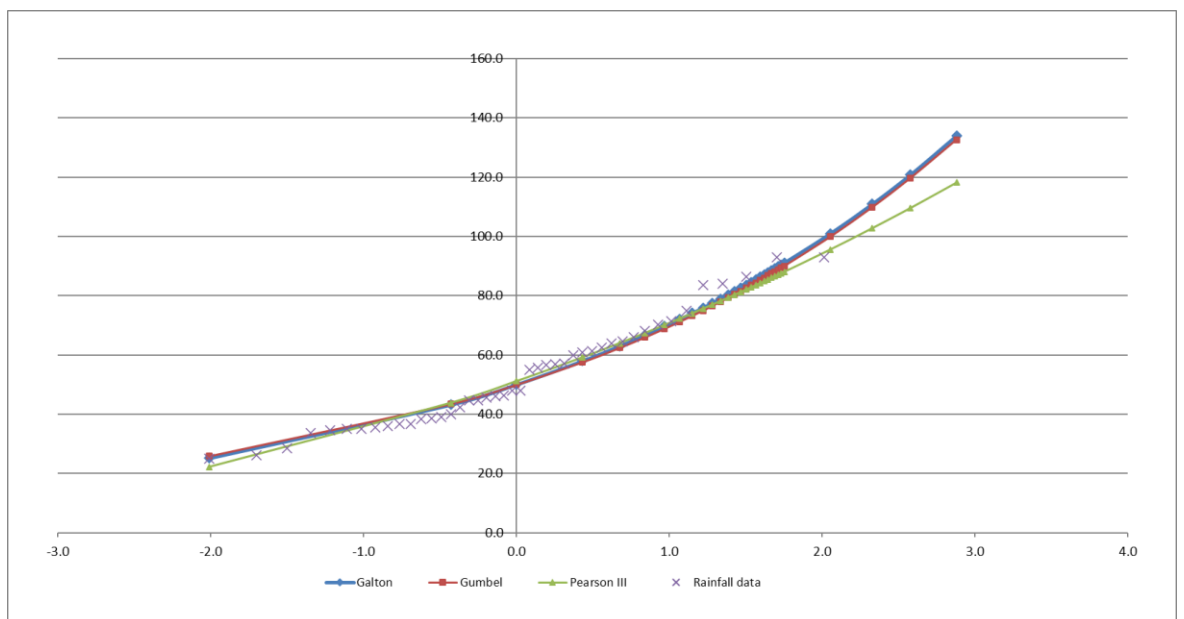


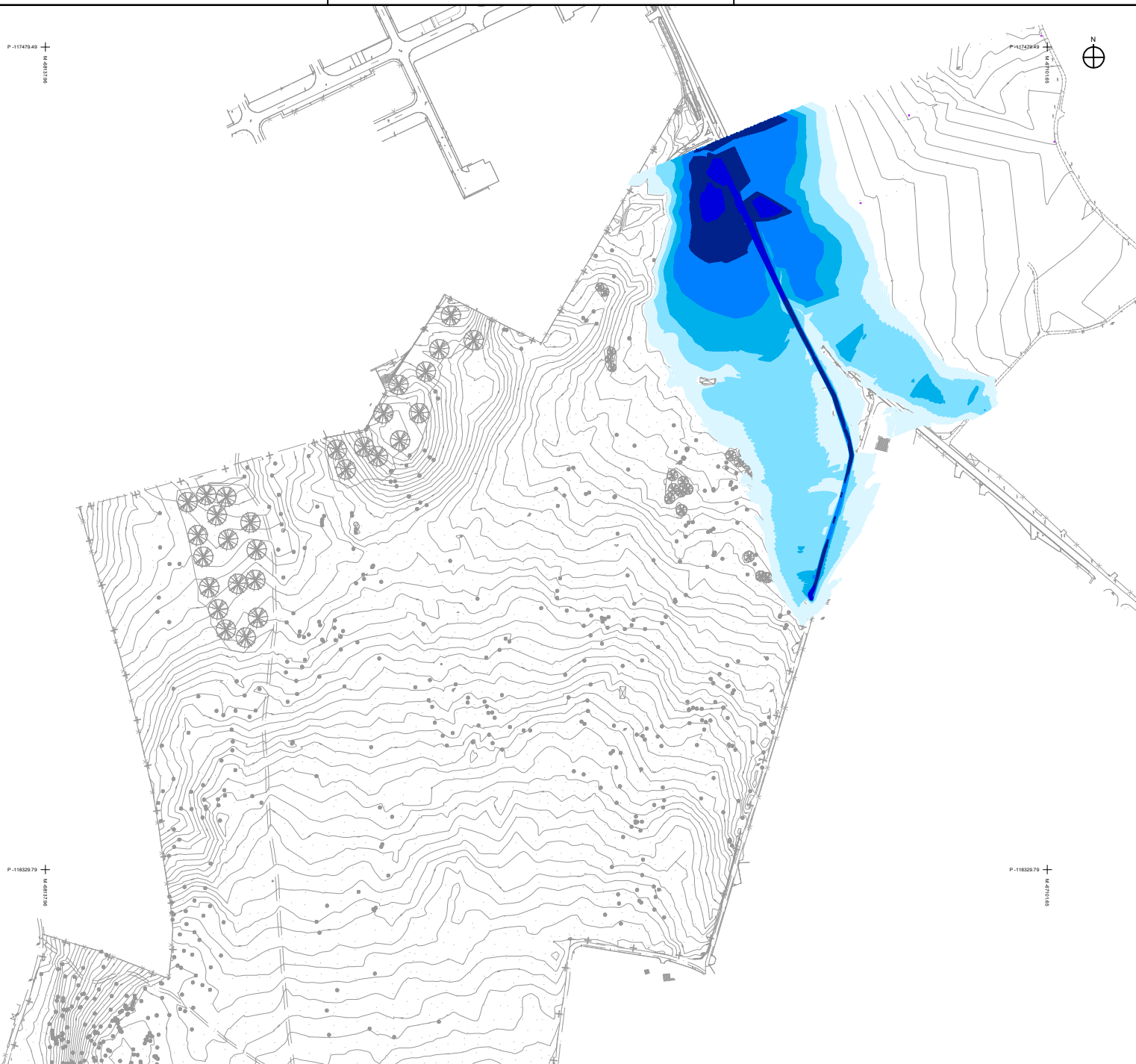
Figura A2 - Distribuição das leis de probabilidades - Duração de 1 dia – Barragem de Campilhas

P-117470.49
BRUBPPA

P-117470.49
BRUBPPA

P-118220.79
BRUBPPA

P-118220.79
BRUBPPA



SIMBOLOGIA	
	ALTURA DE ÁGUA < 0.05m
	ALTURA DE ÁGUA DE 0.05m A 0.20m
	ALTURA DE ÁGUA DE 0.20m A 0.40m
	ALTURA DE ÁGUA DE 0.40m A 0.60m
	ALTURA DE ÁGUA DE 0.60m A 0.80m
	ALTURA DE ÁGUA DE 0.80m A > 1m

Rev	Data	Descrição das alterações	Aprov
0	17-12-2021	Emissão Inicial	

Arquitetura e especialidades

Dublsson Architecture

QUADRANTE

Cliente
FRESHWISDOM-Unipessoal, lda.

Projeto
CENTRO INTERNACIONAL AUDIOVISUAL DE PALMELA

Fase
SCHEMATIC DESIGN | APS

Designação
**ESTUDO HIDROLÓGICO
ÁREA INUNDÁVEL T=100 ANOS
SITUAÇÃO ATUAL**

Escalas: 1:2000	Projeto: RAM
Data: 17-12-2021	Desenhou: FBC
Processo: T2019-0148	Verificou: SSA
Escalas: T2019-0148-EP-PAU/05/2019_Ang	Aprovou: ---

Designação
EP-INU-01-001.00

Revisão

ALTURAS DE ESCOAMENTO PARA T=100 ANOS
ESCALA 1:2000

Este documento é propriedade de DUBLISSON ARCHITECTURE e do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado, reproduzido, copiado ou em parte, ou alterado, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.