

MUNICÍPIO DE OURÉM
CÂMARA MUNICIPAL
DIVISÃO DE PLANEAMENTO E ORDENAMENTO DO
TERRITÓRIO

REVISÃO PDM – OURÉM
RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL BRUTA

ÁREAS ESTRATÉGICAS DE PROTEÇÃO E RECARGA
DOS AQUÍFEROS

Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012

Outubro de 2013



CÂMARA MUNICIPAL DE OURÉM

DIVISÃO DE PLANEAMENTO E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Índice

Índice	3
Índice de Figuras	4
Índice de Quadros	5
Índice de Gráficos	6
1 Introdução	8
2 REN – Áreas Estratégicas de Recarga e Protecção de Aquíferos.....	8
3 REN Publicada	11
4 Caracterização do Município de Ourém.....	15
4.1 Análise Geológica	15
4.1.1 Introdução	15
4.1.2 Enquadramento Regional	15
4.1.3 Hidrogeologia	39
4.2 Hipsometria	48
4.3 Declives	50
4.4 Hidrografia.....	51
5 Metodologias existentes para a delimitação das Áreas Estratégicas de Protecção e Recarga de Aquíferos (AEPRA)	54
5.1 Sistemas aquíferos porosos ou com dupla porosidade (fraturados e porosos)	54
5.2 Sistemas aquíferos cársicos.....	57
5.3 Índice de Recarga Efetiva	58
6 Resultados	60
6.1 Índice de Suscetibilidade e EPIK	60
6.1.1 Índice de Suscetibilidade	60
6.1.2 EPIK	61
6.2 Recarga Efetiva (IRef)	62
6.2.1 Parâmetro LP	62
6.2.2 Parâmetro D	68
6.2.3 Parâmetro ZV.....	70
6.2.4 Cálculo da Recarga Efetiva	72
6.3 Área a Integrar em REN.....	73
7 Delimitação da proposta de Área de Recarga de aquíferos	76
7.1 Orientações da Agência Portuguesa do Ambiente.....	76
7.2 Aplicação de Metodologia.....	77
7.3 Proposta de Área Estratégica de Protecção e Recarga do Aquífero.....	89
8 Conclusão	91

Índice de Figuras

Figura 1: REN aprovada pela Resolução de Conselho de Ministros - norte	11
Figura 2: REN aprovada pela Resolução de Conselho de Ministros – sul	12
Figura 3: Áreas de Máxima Infiltração e Cabeceiras de Linhas de Água	13
Figura 4: Unidades geotectónicas de Portugal com localização do concelho de Ourém	15
Figura 5: Localização dos limites da Bacia Lusitânica, setores e falhas que constituíram fronteiras internas importantes ao longo da sua evolução	17
Figura 6: Neotectónica de Portugal (adaptado de Cabral, 1989) com localização do concelho de Ourém.....	21
Figura 7: Mapa esquemático da região de Candeeiros - Porto de Mós - Planalto de Fátima.....	23
Figura 8: Carta tectónica	26
Figura 9: Corte geológico da bacia de Ourém (Alburitel – Casal dos Bernardos)	29
Figura 10: Carta litoestratigráfica do concelho.....	30
Figura 11: Sistemas aquíferos presentes no Município de Ourém	39
Figura 12: Sistema aquífero de Ourém	40
Figura 13: Sistema Aquífero do Maciço Calcário Estremenho	43
Figura 14: Sistema Aquífero Sicó-Alvaiázere	46
Figura 15: Sistema Aquífero Pousos-Caranguejeira.....	48
Figura 16:Hipsometria	49
Figura 17:Declives.....	51
Figura 18: Rede Hidrográfica e Ecossistemas Aquáticos Dependentes das Águas Subterrâneas	53
Figura 19: Classificação da Vulnerabilidade (IS)	61
Figura 20: Classificação da Vulnerabilidade (EPIK)	62
Figura 21: Recarga Média Anual	65
Figura 22: Precipitação média anual (1951-1980)	66
Figura 23: Precipitação média anual (1971-2000)	67
Figura 24: Parâmetro LP – Recarga Potencial ao nível do Solo	68
Figura 25: Parâmetro D – Declive da Superfície Topográfica.....	69
Figura 26: Parâmetro ZV – Litologia e Estrutura da Zona Vadosa	72
Figura 27: Índice de Recarga Efetiva.....	73
Figura 28: Área de recarga preferencial	74
Figura 29: Áreas preferenciais de recarga (EPIK e IREF).....	77

Figura 30: Interligação entre manchas de recarga preferencial com área superior a 1ha.	78
Figura 31: Integração de áreas de mato, olival em patamares com declive superior a 10% entre áreas preferenciais de Recarga (EPIK)	79
Figura 32: Integração de Ecossistemas Aquáticos Dependentes das Águas Subterrâneas (EDAS)	80
Figura 33: Acerto a cartografia de referência.....	81
Figura 34: Exclusão de áreas habitacionais impermeabilizadas e no limite de Áreas Preferenciais de Recarga (IRef)	82
Figura 35: Integração de Cavidade Cársicas.....	83
Figura 36: Exclusão de áreas com tipo de solo com pouca aptidão para Recarga de Aquíferos	84
Figura 37: Integração das Áreas de Recarga Preferencial F<25 (EPIK)	85
Figura 38: Integração dos EDAS na Proposta de AEPRA	86
Figura 39: Integração das Áreas com Índice de Recarga Efectiva de Classe superior a 8.	87
Figura 40: Integração das Áreas Preferenciais de Recarga (Iref) presente na REN em vigor e/ou adjacentes às linhas de água	88
Figura 41: Generalização e conexão das restantes áreas superiores a 1ha.....	89
Figura 42: Proposta Preliminar de AEPRA	90

Índice de Quadros

Quadro 1: Área Máxima Infiltração e Cabeceira de linha de água por freguesia	14
Quadro 2: Pontos de água subterrânea (aquífero de Ourém).....	41
Quadro 3: Pontos de água subterrânea (aquífero do Maciço Calcário Estremenho)	44
Quadro 4: Furo Vertical do Vale de Alvega.....	44
Quadro 5: Furo Vertical do Vilar dos Prazeres.....	45
Quadro 6: Parâmetro D	55
Quadro 7: Parâmetro R	55
Quadro 8: Parâmetro A	56
Quadro 9: Parâmetro T.....	56
Quadro 10: Classificação de Vulnerabilidade	57
Quadro 11: Parâmetro E	57
Quadro 12: Parâmetro P	57
Quadro 13: Parâmetro I	58
Quadro 14: Parâmetro K.....	58
Quadro 15: Classificação de Vulnerabilidade.....	58

Quadro 16: Recarga potencial ao nível do solo	59
Quadro 17: Declive da superfície topográfica.....	59
Quadro 18: Índices atribuídos à zona vadosa das várias litologias no OVT (quadro de referencia regional 2009)	60
Quadro 19: Recarga Média Anual por unidade litológica	64
Quadro 20: Estações do SNIRH e APA	66
Quadro 21: Valores paramétricos segundo diferentes fontes atribuídos às diferentes litologias existentes no Município de Ourém.....	70
Quadro 22: Valores paramétricos atribuídos ao parâmetro ZV	71

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Perfil 1 – oeste – este.....	49
Gráfico 2: Perfil 2 – Sudoeste/Nordeste	50

Siglas e Acrónimos

APA	Agência Portuguesa do Ambiente
AEPRA	Áreas Estratégicas de Protecção e Recarga de Aquíferos
CNROA	Centro Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário
COS	Carta Ocupação do Solo
DGOTDU	Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano
E	Este
EDAS	Ecosistemas Aquáticos Dependentes das Água Subterrâneas
ICNB	Instituto para a Conservação da Natureza e Biodiversidade
IEADR	Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural
IGP	Instituto Geográfico Português
IM	Instituto de Meteorologia
INAG	Instituto de Água
INETI	Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação
IRef	Índice de Recarga Efetiva
IS	Índice de Susceptibilidade
N	Norte
NE	Nordeste
NW	Noroeste
PBH	Plano da Bacia Hidrográfica
PGBHRO	Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste
PGRH	Plano de Gestão de Região Hidrográfica
PROT-OVT	Plano Regional de Ordenamento do Território para a região do Oeste e Vale do Tejo
PROT-AML	Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa
REN	Reserva Ecológica Nacional
S	Sul
SE	Sudeste
SMN	Serviço Meteorológico Nacional
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
SROA	Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário
SW	Sudoeste
W	Oeste

1 Introdução

Áreas Estratégicas de Protecção e Recarga de Aquíferos (AEPRA) é um dos ecossistemas integrantes da Reserva Ecológica Nacional.

A AEPRa procura delimitar áreas, que devido às suas características são essenciais para a recarga natural de aquíferos, sendo importantes na conservação da quantidade e qualidade da água subterrânea.

Este trabalho tem como objetivo a descrição da metodologia do Índice de Recarga Efetiva e das tarefas, realizadas no âmbito da elaboração de uma proposta preliminar de AEPRa.

2 REN – Áreas Estratégicas de Recarga e Protecção de Aquíferos

“A Reserva Ecológica Nacional (REN) foi criada em 1983, pelo Decreto – Lei n.º 321/83, de 5 de julho, na sequência da instituição da Reserva Agrícola Nacional, em 1982. No referido diploma, a REN é concebida como uma estrutura de enquadramento e protecção dos espaços produtivos, agrícolas e urbanos, destinada a garantir a permanência de determinadas ocorrências físicas e um mínimo de atividade biológica.”

A Reserva Ecológica Nacional era constituída por dois grandes grupos: Ecossistemas Costeiros e Ecossistemas Interiores.

No que concerne à Recarga de Aquíferos, esta variável encontrava-se dividida por dois ecossistemas interiores: Cabeceiras dos cursos de águas delimitadas a partir das linhas de cumeada de separação de rios e ribeiros até à rede hidrográficas; Áreas de Máxima Infiltração delimitadas de acordo com a geologia.

Em 1990 é publicado o Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de Março, que pretende clarificar e corrigir alguns fatores do primeiro Decreto-Lei.

Passam agora a existir 3 grandes grupos: 1- Zonas Costeiras; 2-Zonas ribeirinhas, águas interiores e áreas de infiltração máxima ou de apanhamento; Zonas Declivosas.

REVISÃO DO PLANO DIRECTOR MUNICIPAL DE OURÉM

Tanto as Áreas de Máxima Infiltração como as Cabeceira de linha de água fazem parte do grupo 2.

As Cabeceiras de linhas de água passam a ser integradas sempre que a sua situação em relação à bacia hidrográfica tenha repercussões sensíveis no regime do curso de água e na erosão das cabeceiras ou das áreas situadas a jusante, enquanto que as Áreas de Máxima Infiltração mantêm-se inalteradas.

A 22 de Agosto de 2008 é publicado o Decreto-Lei nº. 166/2008. E acordo com este decreto, a delimitação da REN passa a ocorrer a dois níveis: o nível estratégico, concretizado através das orientações estratégicas de âmbito nacional e regional, e o nível operativo, traduzido na elaboração a nível municipal de propostas de cartas de delimitação das áreas de REN com a indicação dos valores e riscos que justificam a sua integração.

Passam a integrar a REN: Áreas de protecção do litoral; Áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre; Áreas de prevenção de riscos naturais.

As Áreas Estratégicas de Protecção e Recarga de Aquíferos (AEPRA), passam a ser definidas como áreas que devido ao solo, formação geológica e morfologia do terreno possuem condições favoráveis à infiltração e recarga natural dos aquíferos, possuindo desse modo interesse conservacionista quer na quantidade quer na qualidade da água de modo a prevenir ou evitar a sua escassez ou deterioração.

A delimitação das Áreas Estratégicas de Protecção e Recarga de Aquíferos deve considerar o funcionamento hidráulico do aquífero (mecanismo de recarga, descarga, fluxo subterrâneo, conexões existentes), vulnerabilidade à poluição e a pressões a que se encontra sujeito, assim como, o seu principal uso.

9

A Resolução do Conselho de Ministros nº 81/2012 de 3 outubro “procede à aprovação das orientações estratégicas de âmbito nacional e regional para a delimitação da REN a nível municipal, sem prejuízo da futura aprovação do plano setorial de prevenção e redução de riscos, constituindo uma mais-valia para os processos de delimitação em curso e permitindo ainda a aplicação do regime mais simplificado de elaboração e aprovação da referida delimitação a nível municipal, que se encontra previsto no Decreto-Lei nº 166/2008, de 22 de agosto.” – Resolução do Conselho de Ministros nº81/2012.

A Resolução do Conselho de Ministros nº 81/2012 de 3 outubro refere que para a delimitação das áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos se devem considerar:

REVISÃO DO PLANO DIRECTOR MUNICIPAL DE OURÉM

- a) Os sistemas aquíferos e massas de água subterrânea, presentes no artigo 4.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água), inventariados pelo à data INAG;
- b) Outros sistemas identificados em estudos técnico – científicos validados que sejam produtivos e economicamente exploráveis, de acordo com a definição de aquífero constante da Lei da Água;
- c) As aluviões, bem como algumas áreas de fraturação, importantes para a manutenção dos ecossistemas fluviais na época de estiagem;
- d) Outras formações hidrogeológicas indiferenciadas ou outras áreas que sejam importantes para a prevenção e minimização de situações de cheia e inundação e de seca extrema, bem como para a sustentabilidade de sistemas aquáticos e da biodiversidade dependentes da água subterrânea."

"Deveram ser utilizados modelos numéricos do escoamento subterrâneos sempre existam. Na ausência desses modelos, a delimitação deverá ser feita 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. No caso de existirem aquíferos sobrepostos, avalia-se a vulnerabilidade à contaminação para o sistema aquífero mais superficial, uma vez que é o mais vulnerável."

O Decreto Lei nº 239/2012 de 2 de Novembro, altera e republica o Decreto-Lei n.º166/2008.

Foi publicada posteriormente a Declaração de Retificação nº71/2012 de 30 novembro, que procura corrigir alguns erros detectados na Resolução do Conselho de Ministros nº 81/2012 de 3 outubro.

3 REN Publicada

A delimitação da REN em vigor do município de Ourém foi aprovada a 30 de setembro de 2004, pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 136/2004, sendo corrigida a 26 de abril de 2007 pela Resolução do Conselho de Ministros nº 61/2007 (vd. Figuras 1 e 2).

Figura 1: REN aprovada pela Resolução de Conselho de Ministros - norte

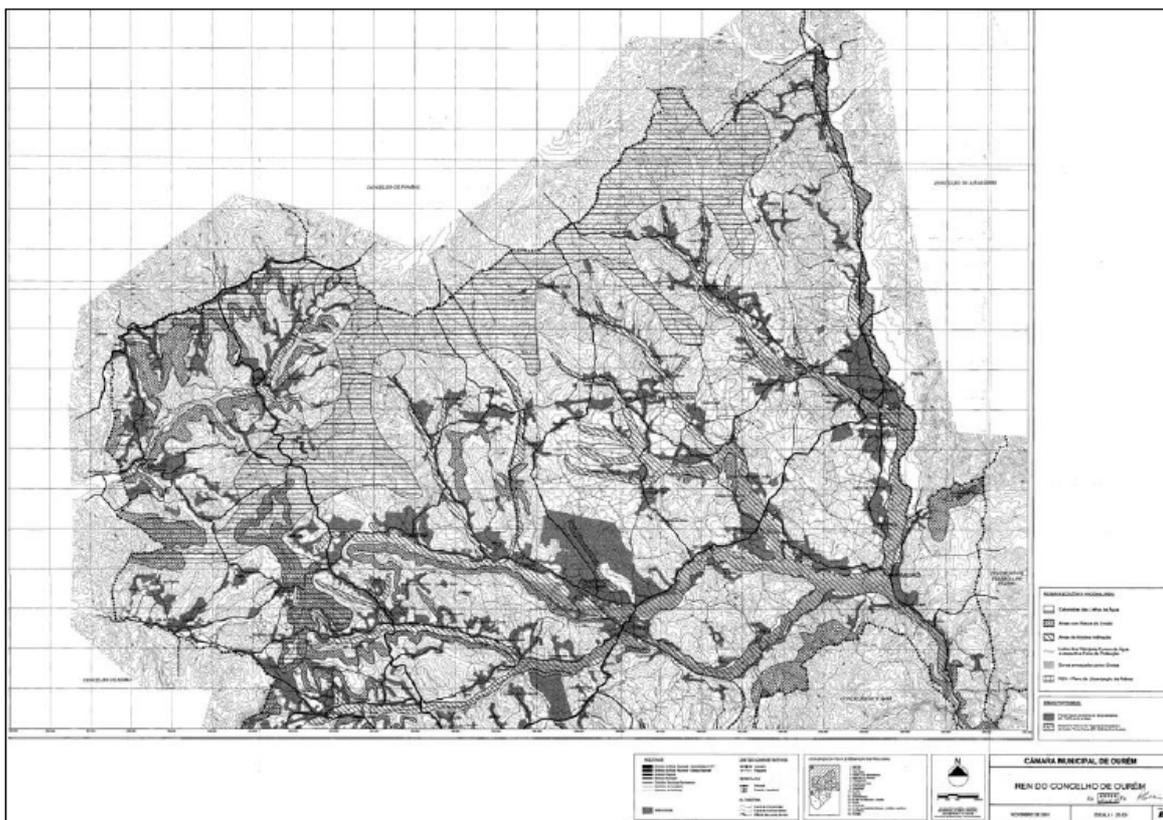
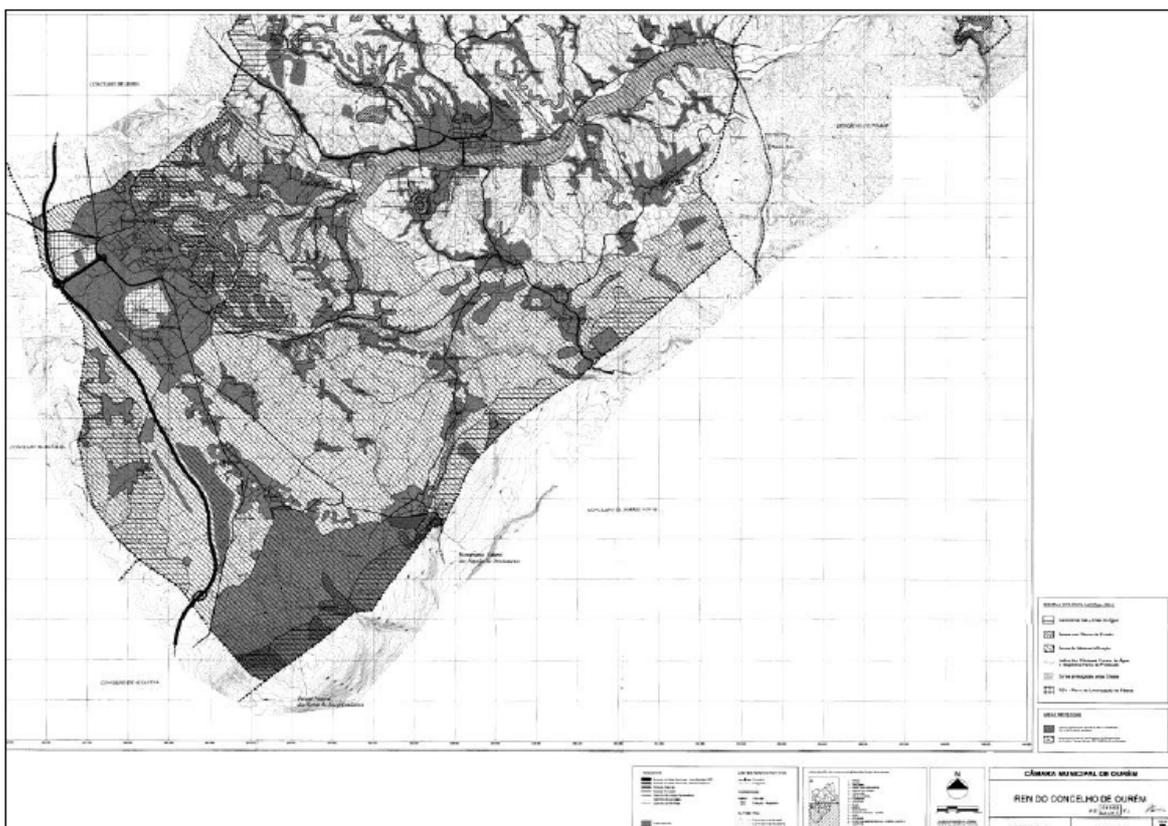


Figura 2: REN aprovada pela Resolução de Conselho de Ministros – sul



Fonte: DIÁRIO DA REPÚBLICA—I SÉRIE-B / n.º 81 —26-04-2007

As Áreas Estratégica de Recarga e Protecção dos Aquíferos (Decreto-Lei nº. 166/2008) deveram corresponder aos ecossistemas, Áreas de Máxima Infiltração e Cabeceiras de Linhas de água, presentes na REN de Ourém em vigor.

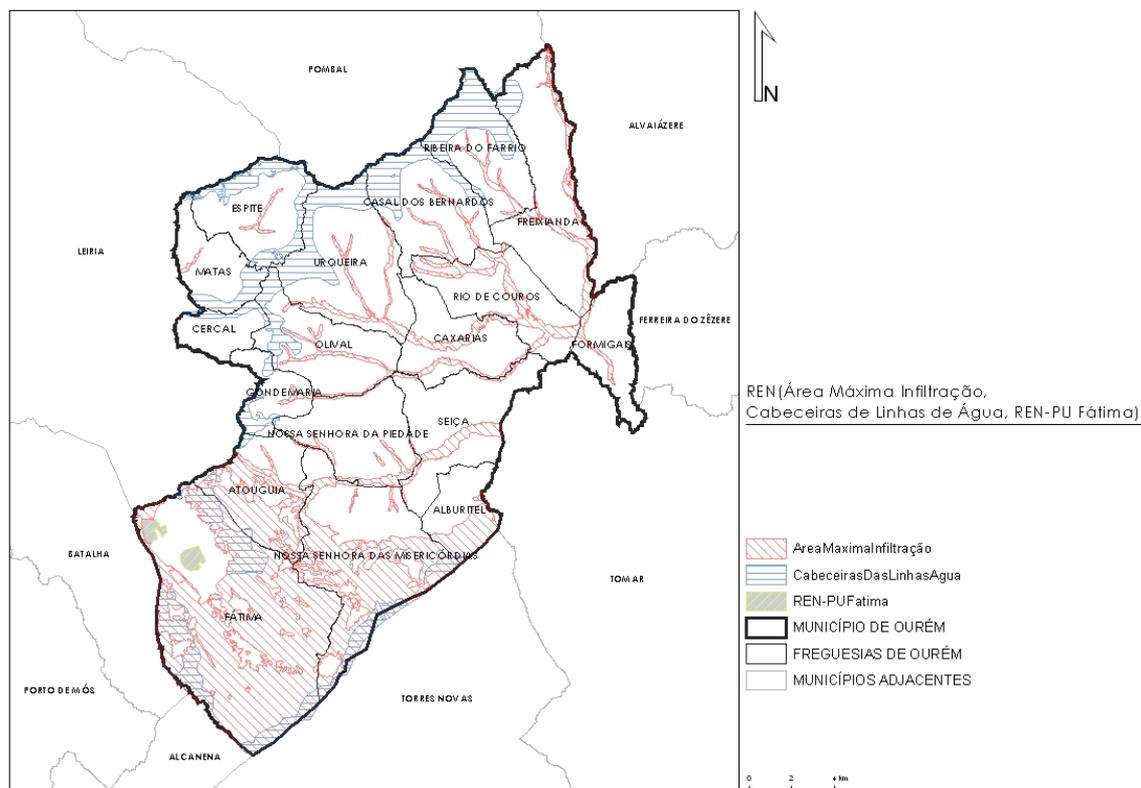
12

Na REN em vigor (vd. Figura 3), 15696 hectares encontram-se classificados como Área de Máxima Infiltração e/ou Cabeceira de Linha de água, correspondendo a 37,7% do território Ouriense. Já 5556 Hectares correspondem a Cabeceira de Linhas de Água e 11773 hectares a Área de Máxima Infiltração.

Em certas situações, a mesma área é classificado como Cabeceira de Linha de Água e Área de Máxima Infiltração, como ocorre por exemplo, na Serra de Aire.

Os 173,5 hectares referentes a REN dentro dos limites do Plano de Urbanização de Fátima, correspondem ao sistema Área de Máxima Infiltração.

Figura 3: Áreas de Máxima Infiltração e Cabeceiras de Linhas de Água



Fonte: Município de Ourém

A Área de Máxima Infiltração é claramente superior à área referente a Cabeceiras de Linhas de água. As freguesias do norte do concelho são as que possuem uma maior percentagem do seu território classificado como Cabeceiras de Linhas de Água, enquanto que as freguesias do sul possuem uma maior Área de Máxima Infiltração. O sul do concelho corresponde ao Cárstico, logo, é compreensível que, nas freguesias de Fátima, Nossa Senhora das Misericórdias, Atouguia, mais de 50% do seu território se encontre classificado como Área de Máxima Infiltração.

A norte encontramos as linhas de fecho que fazem a separação entre as Bacias Hidrográfica do Tejo, Mondego e Lis, levando a que a percentagem território classificado como Cabeceira de Linhas de Água seja o mais elevado nas freguesias de Ribeira do Fárrio e Espite.

A freguesia de Fátima possui a maior percentagem do seu território em Área de Máxima Infiltração e/ou Cabeceiras de Linhas de Água com 77,5% (vd. Quadro 1).

Quadro 1: Área Máxima Infiltração e Cabeceira de linha de água por freguesia

FREGUESIAS	Cabeceira de linha de água		Área de Máxima Infiltração		Área Total	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
ALBURITEL	11,5	1	420,7	37,6	420,7	37,6
ATOUGUIA	93,6	4,8	1005,4	51,3	1033	52,7
CASAL DOS BERNARDOS	584,8	25,2	163,4	7	748,3	32,3
CAXARIAS	0	0	297,2	16,5	297,2	16,5
CERCAL	118,7	15,3	0	0	118,7	15,3
ESPITE	601,8	30,4	45,8	2,3	647,6	32,7
FÁTIMA	1234,6	17,2	5566,3	77,5	5566,3	77,5
FORMIGAIS	0	0	90,9	7	90,9	7
FREIXIANDA	157,7	5	449,1	14,3	606,7	19,4
GONDEMARIA	187,8	21,1	42,8	4,8	230,6	25,8
MATAS	309,2	23,8	18,2	1,4	327,4	25,2
NOSSA SENHORA DA PIEDADE	5,6	0,3	220,9	10,8	226,5	11,1
NOSSA SENHORA DAS MISERICÓRDIAS	320,9	7,9	2133	52,4	2133	52,4
OLIVAL	304,5	14,4	182,7	8,6	487,2	23
RIBEIRA DO FARRIO	859,8	43,2	121,1	6,1	981	49,3
RIO DE COUROS	0	0	451,8	21,6	451,8	21,6
SEIÇA	0	0	308	12,4	308	12,4
URQUEIRA	764,9	24,6	256	8,2	1020,9	32,9
OURÉM (CONCELHO)	5556	0,1	11773	28,3	15696	37,7

Fonte: Município de Ourém

4 Caracterização do Município de Ourém

De modo a delimitar as Áreas de Protecção e Recarga de Aquíferos é essencial elaborar uma boa caracterização do concelho e descrever os elementos necessários para a sua delimitação. Esta caracterização tem como principal fonte o Caderno Biofísico, dos Estudos de Caracterização e Diagnóstico, elaborados no âmbito do processo de Revisão do Plano Director Municipal de Ourém.

4.1 Análise Geológica

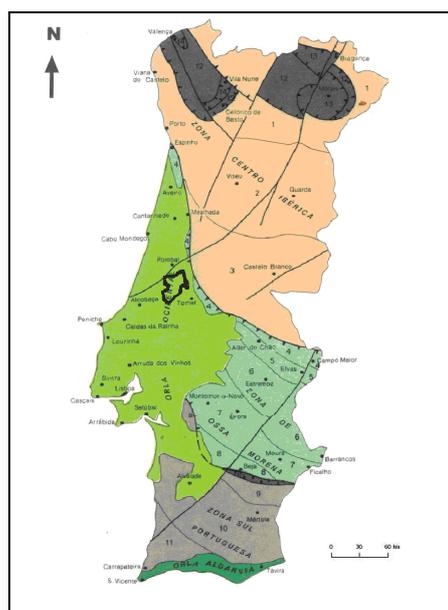
4.1.1 Introdução

A área ocupada pelo concelho de Ourém encontra-se abrangida pelas cartas geológicas, escala 1:50.000, n.º 23-C, 23-D, 27-A e 27-B. À exceção da última, estão todas incluídas na Carta Geológica da Área Metropolitana de Leiria, fornecida em formato digital no ano de 2008, pelo então Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, IP. A nomenclatura das unidades lito – estratigráficas seguiu aquela que é referida nessa fonte.

4.1.2 Enquadramento Regional

O concelho de Ourém localiza-se na unidade geotectónica mais recente do País, a Orla Mesocenozóica Ocidental, ou Margem Ocidental Ibérica, situada no limite oeste da microplaca ibérica, mais propriamente na Bacia Lusitânica, ou Lusitaniana (vd. Figura 4).

Figura 4: Unidades geotectónicas de Portugal com localização do concelho de Ourém



Fonte: Porto Editora, adaptado de Ribeiro *et al.*, 1979

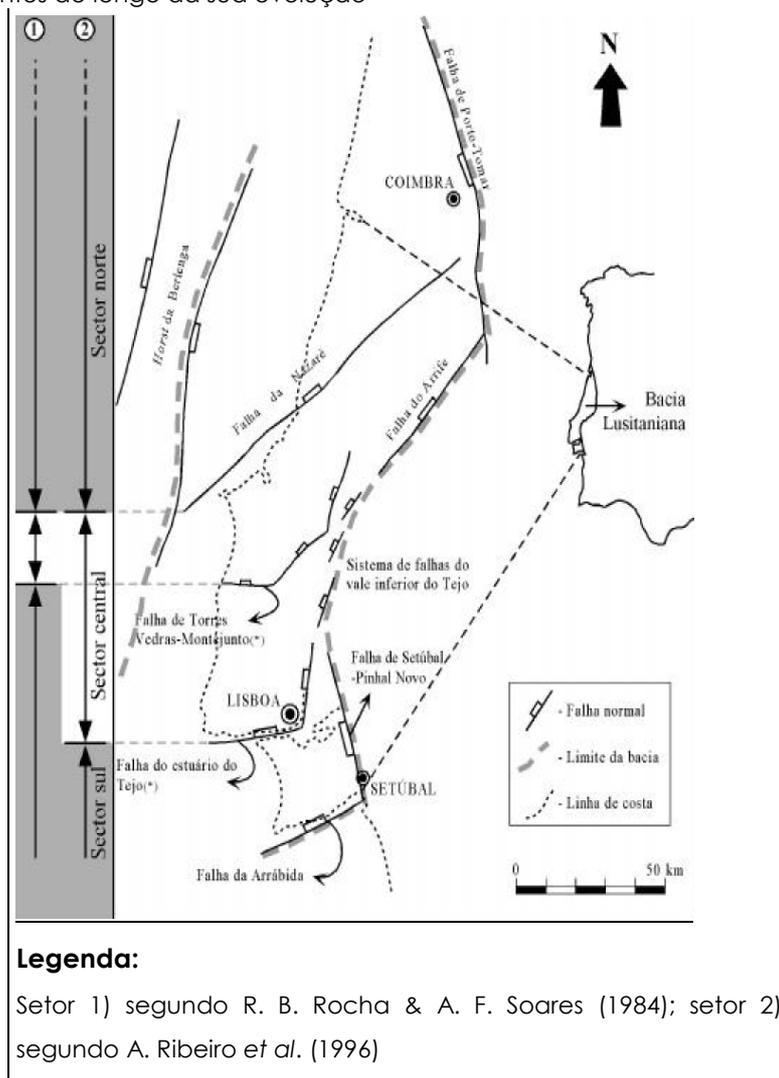
Trata-se de uma bacia do tipo distensivo (em "riff"), com origem na abertura do Oceano Atlântico Norte, no seio do supercontinente Pangeia, controlada por falhas formadas durante o episódio orogénico Varisco (Ribeiro *et al.*, 1979). Tem como limites:

- A norte, a Falha de Aveiro;
- A sul a Falha da Arrábida;
- A este é limitada pela Falha Porto-Tomar, que a divide do soco antigo;
- A oeste pelos ilhéus, "horst" das Berlengas e Farilhões, que a separam da plataforma continental.

Transversalmente a bacia é dividida pela Falha da Nazaré, que separa o setor norte do setor sul, setores estes que possuem diferente evolução tectono – sedimentar (Kullberg *et al.*, 2006).

Em termos globais a bacia possui uma dimensão superior a 20.000 km², alongando-se por cerca de 200 km segundo a direção NNW – SSE e por mais de 100 km perpendicularmente. Cerca de um terço da bacia encontra-se submersa (vd. Figura 5).

Figura 5: Localização dos limites da Bacia Lusitânica, setores e falhas que constituíram fronteiras internas importantes ao longo da sua evolução



Fonte: J. C. Kullberg (2000)

Quanto à litologia, a aacia, é composta por rochas sedimentares, terrígenas ou siliciclásticas (arenitos e argilitos) e de precipitação química e/ou biológica (calcários, dolomitos, margas, evaporitos, etc.), que se depositaram sobre o soco cristalino, Maciço Hespérico, atingindo em certos locais uma espessura de cerca de 5 km (Ribeiro *et al.*, 1979). Raras vezes, estão cortadas por injeções magmáticas que preencheram falhas de desligamento esquerdo, de direções que variam de NW – SE a NE – SW (Kullberg *et al.*, 2006).

4.1.2.1 Evolução Geodinâmica

A evolução geodinâmica da Bacia Lusitânica revela grande complexidade, devido à interação de diversos factores, como o diapirismo, a inversão precoce, os episódios magmáticos e, principalmente, a forte influência do comportamento do soco cristalino

na evolução da mesma (variações do nível do mar/subsidência: movimentos isostáticos/eustáticos). Os episódios de atividade magmática e eventos diapíricos permitem também sublinhar a sua associação com as grandes mudanças do quadro geodinâmico na Bacia Lusitânica (Pena dos Reis *et al.*, 2010).

Além do enchimento sedimentar mesozóico, com taxas variáveis de subsidência e de sedimentação, os eventos de soerguimento e erosão à escala da bacia tiveram também lugar, com taxas diferenciadas em diferentes locais, originando por vezes formações lagunares. Os principais acontecimentos erosivos ocorreram durante o Cretácico, relacionados com os eventos sucessivos de rutura na Margem Ocidental Ibérica e com a inversão tectónica regional induzida pela formação da crosta oceânica (Azerêdo *et al.*, 2003 *in* Ferreira dos Santos *et al.*, 2010). Esta evolução ocorre em três ciclos geodinâmicos de 1.ª ordem, separados por grandes descontinuidades regionais.

O primeiro ciclo inicia-se no Mesozóico (Triásico superior), com a diferenciação da bacia em consequência do estiramento crustal que deu origem a um sulco de "rift" intra-continental, com o enchimento da Bacia com sedimentos siliciclásticos continentais de regime climático árido (Formação de Grés de Silves) encimados por evaporitos (Formação de Dagorda), denunciando já um regime lagunar, que corresponde às primeiras tentativas da transgressão do início do Liássico (Teixeira *et al.*, 1968).

O segundo ciclo inicia-se com um segundo evento extensional (Pena dos Reis *et al.*, 1999), possuindo distinto controlo geodinâmico, que desencadeou a reorientação atlântica da bacia na partir do Jurássico superior (Malm), evoluindo durante o Cretácico inferior para uma margem passiva, ao longo de três segmentos alinhados de sul para norte e temporalmente sucessivos. O concelho de Ourém situa-se no setor central, entre a Falha da Nazaré, a norte, e de Montejunto-Arife, a sul este setor corresponde, "grosso modo", à área aflorante do atual Maciço Calcário Estremenho (MCE). A sedimentação francamente marinha surge no final do Oxfordiano.

O primeiro evento diapírico de relativo tamanho, associado aos evaporitos da Formação da Dagorda, ocorreu, também, nesta idade, favorecido pelas ações tectónicas de fraturação que facilitaram a subida das rochas salíferas, comprimidas em profundidade pelo peso dos sedimentos acumulados, acentuando as estruturas em anticlinal (Teixeira *et al.*, 1968). As elevadas taxas de subsidência e a complexidade da distribuição de fácies durante todo o Kimmeridgiano indicam uma fase transicional (Wilson *et al.*, 1990; Pinheiro *et al.*, 1996). No final desta sequência ocorre uma progressiva diminuição de profundidade, com a bacia a apresentar fácies de ambientes cada vez mais rasos, por vezes salobres, culminando num sistema fluvial continental, onde o território se encontra já emerso, limitando-se a bacia a um pequeno golfo. A sedimentação de toda a vasta

área da bacia durante o Cretácico inferior e médio inicia-se na sequência de atividade diastrófica no Aptiano (Barremiano), que (re)ativou um ou vários “semi-grabens” marginais, determinando a progradação dos limites da bacia para norte e para este em resposta à fase tectónica Austríaca (Dinis *et al.*, 1989). A deposição da Formação da Figueira da Foz corresponde a esta fase, assentando por desconformidade no depocentro da Bacia Lusitânica e discordância angular com hiato de significado temporal que aumenta para o setor norte.

O terceiro ciclo inicia-se a partir do final do Cretácico com a inversão tectónica da bacia, devido a episódios de tectónica compressiva relacionados com o Ciclo Alpino. Esta inversão originou o surgimento e exposição de vastas áreas da bacia e subsequente erosão, de que resultou uma significativa acumulação de sedimentos siliciclásticos. A base da sequência, final do Aptiano a início do Campaniano, é marcada por um influxo súbito de sedimentos clásticos transportados para sudeste por um sistema fluvial de clima húmido.

Na passagem do Cretácico inferior ao Cretácico superior o mar invade progressivamente o setor central da Bacia Lusitânica, na região de Lisboa-Arrábida (Teixeira *et al.*, 1980) de onde avança em direcção ao norte e ao oeste, depositando séries de fácies marinhas de ambiente de planície litoral (Ribeiro *et al.*, 1979). Durante o Turoniano ocorrem eventos halocinéticos isolados, evidenciados pela presença de desconformidades e carsificação (Pinheiro *et al.*, 1996). O topo da sequência é caracterizado pela ocorrência de silcretos, originados pela silicificação dos calcários turonianos por ações climáticas (Teixeira *et al.*, 1968), o que evidencia longo hiato deposicional. A separação entre o Mesozóico e o Cenozóico faz-se por lacuna estratigráfica bem marcada correspondente aos depósitos do Paleogénico, que ocupam extensão reduzida no país.

Terminado o episódio vulcânico da região de Lisboa-Mafra (Turoniano – Neogénico), o mar avançou novamente em movimento transgressivo sobre a bacia, onde durante o Oligocénico terminal se formaram várias zonas deprimidas, depositando-se séries de calcários e argilas com intercalações arenosas muito possantes. No decurso do Miocénico mantém-se a fácies continental ou, às vezes, lagunar, sendo que em alguns locais se originam lenhitos (Teixeira *et al.*, 1968), no final o regime salobro ou mesmo continental acentua-se e generaliza-se (Teixeira *et al.*, 1980). O Miocénico culmina com uma nova e expressiva fase compressiva. O Pliocénico caracteriza-se por inúmeros pequenos ciclos de subida e descida do nível médio das águas do mar, podendo delimitar-se “grosso modo” numa fase de regressão entre duas fases transgressivas. Os afloramentos ocorrem em diversas bacias de estrutura sinclinal, onde surgem leitos argilosos espessos com níveis de diatomitos e lenhitos.

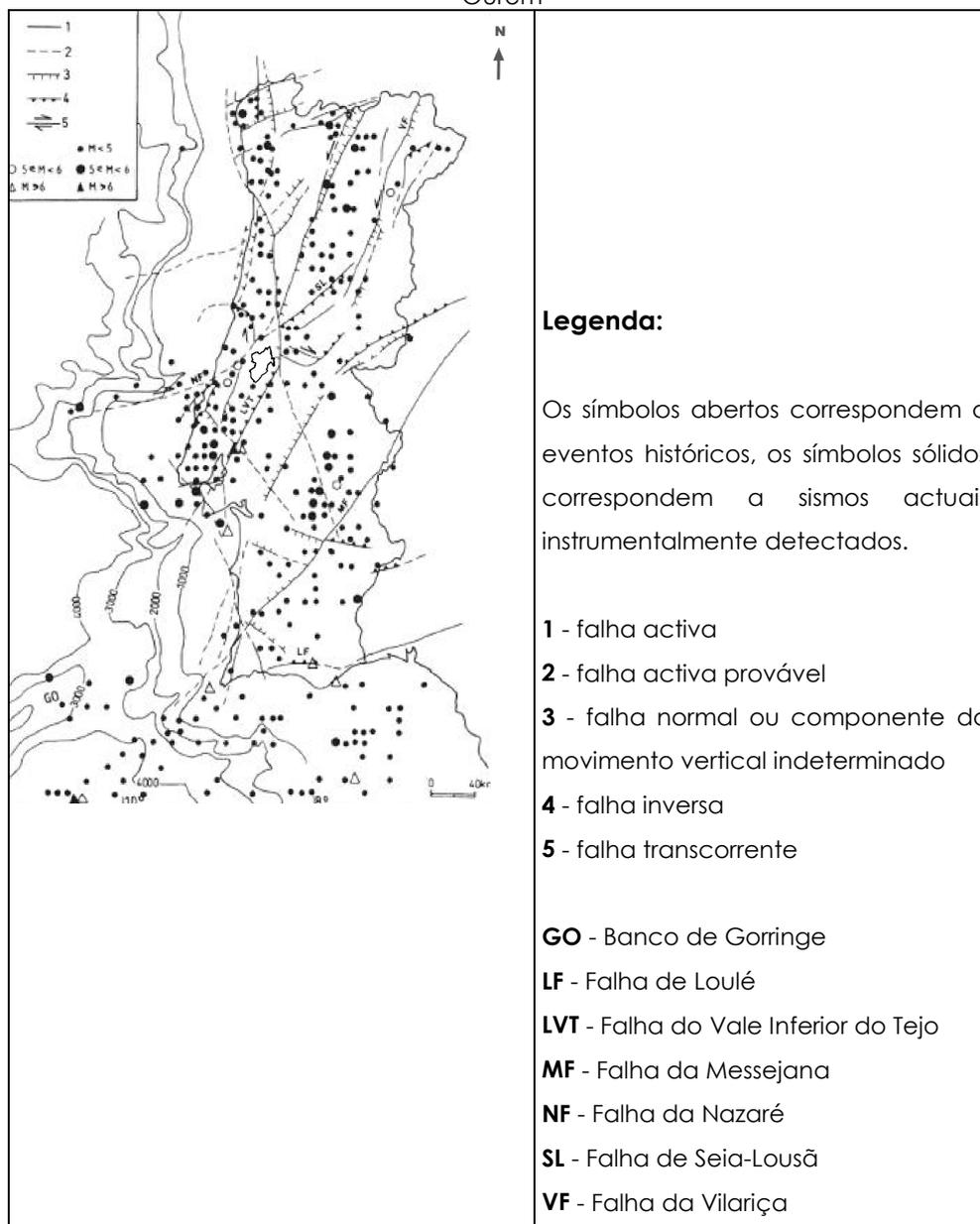
Após a transgressão final do Pliocénico segue-se novo movimento regressivo com o qual se inicia o Plistocénico e os tempos quaternários, durante este período ocorreram diversas oscilações no nível do mar, essencialmente por influência das glaciações ocorridas, sendo que o mesmo desceu muito abaixo da posição atual, dando-se então profunda escavação das fozes dos rios, de que são testemunhos, no litoral, os níveis de praias antigas dispostas em degrau e, na rede hidrográfica do interior, os depósitos de terraços fluviais. Além dos terraços sedimentares, o Plistocénico é também representado por coluviões e areias eólicas. No início do Holocénico deu-se nova transgressão, com o nível do mar a atingir a posição atual (Teixeira *et al.*, 1980). Às formações modernas correspondem os depósitos fluviomarinhas, das areias das praias e dunas, no litoral, e dos aluviões fluviais no interior.

4.1.2.2 Tectónica

A evolução tectónica da Bacia Lusitânica, intracratónica e peri-atlântica ("rift" abortado), separada de uma zona externa por um relevo estrutural, o "horst" da Berlenga, foi condicionada por falhas que se formaram durante o episódio de fraturação tardivarisco do final do Paleozóico (Ribeiro *et al.*, 1979) e que desempenharam um papel fundamental na influência do desenvolvimento e evolução da Margem Ocidental Ibérica, não só "onshore", com a formação das bacias sedimentares, como "offshore", no sentido em que o "rifting" foi propagado, possivelmente intermitentemente, ao longo desta (Pinheiro *et al.*, 1996). Salientam-se, como importantes na estruturação da Bacia, as falhas orogénicas variscas de orientação NW – SE e N – S (como exemplo a Falha Porto-Tomar). A reativação destas fraturas pré-existentes no soco cristalino, durante a orogenia alpina, e a sua propagação para a cobertura sedimentar, condicionou fortemente a evolução mesozóica (principalmente distensiva) e cenozóica (a maioria de compressão e inversão tectónica) da Bacia Lusitânica.

O mapa simplificado da neotectónica de Portugal (adaptado de Cabral, 1989, *in* Pinheiro *et al.*, 1996) mostra as principais estruturas ativas, magnitudes e localização epicentral da principal atividade sísmica, histórica e atual. O concelho de Ourém localiza-se entre três grandes falhas ativas regionais: a Falha da Nazaré, a norte, que se prolonga em terra até à Falha Porto-Tomar e em "offshore" em canhão submarino, a Falha Porto-Tomar a, este, e a Falha do Arrife a sudeste (vd. Figura 6).

Figura 6: Neotectónica de Portugal (adaptado de Cabral, 1989) com localização do concelho de Ourém



Fonte: Pinheiro *et al.* (1996)

O concelho de Ourém, que abrange três estruturas tectono – litologicamente diferenciadas, o Maciço Calcário Estremenho (Planalto de São Mamede - Plataforma de Fátima e Serra de Aire), o Maciço Calcário de Condeixa-Sicó-Alvaiázere e a Bacia de Ourém, localiza-se entre as grandes falhas: Falha Porto-Tomar, Falha da Nazaré e Falha do Arrife, associadas a esta última ocorrem a sul do concelho as falhas, conjugadas, de Alvados e Minde e a oeste a Falha do Reguengo do Fetal, relacionada com os movimentos diapíricos de Porto de Mós:

A Falha Porto-Tomar, é um acidente principal, relacionado com a orogenia Varisca, de direcção NW – SE e N – S, correspondente a uma faixa de cisalhamento que se estende do Porto a Tomar, com inflexão em Coimbra. Esta faixa separa a Margem Ocidental Ibérica do Maciço Hespérico (vd. Figura 6).

A Falha da Nazaré, de direcção NE – SW e inclinação para NW, ao longo da qual se encontra instalado um importante canhão submarino, com atividade sísmica associada, é um acidente tectónico de primeira ordem, constituindo uma falha extensional enraizada no soco. As falhas com direcção WSW – ENE a E – W, na MOI, são consideradas por Ribeiro (2002) como correspondendo a direcções transformantes aquando da abertura do Atlântico Norte (vd. Figura 6).

A Falha do Arrife é uma falha de orientação geral NE – SW, inclinando para NW. Esta falha corresponde provavelmente a uma das falhas sinistróginas da fraturação tardivarisca (Ribeiro *et al.*, 1979), reativada sucessivamente durante a distensão mesozóica, devido à atividade extencional da bacia, e inversão tectónica cenozóica, com cavalgamento vergente para SE, durante o Miocénico, do Maciço Calcário Estremenho de idade jurássica sobre a Bacia Terciária do Tejo (Manuppella *et al.*, 2000). Esta estrutura ativa (Cabral, 1989 *in* Pinheiro *et al.*, 1996) de carácter regional e o conjunto de falhas que se lhe encontram interligadas, falhas conjugadas, controlam a tectónica local (vd. Figura 7).

A Falha de Minde é uma falha conjugada com a Falha de Alvados, resultando num sistema de duas falhas escalonadas de direcção NW – SE interligadas, na região de Alvados, por uma zona onde se apresentam orientadas segundo a direcção E – W, delimitando uma área deprimida (polje de Minde). Orientados do mesmo modo, um grande número de acidentes, por vezes instruídos por filões de natureza dolerítica, compartimentam os blocos (Planaltos) de Santo António e São Mamede. O sistema de falhas terá sido ativo como falha extensional durante o Mesozóico, provavelmente durante o Jurássico superior, inclinando para NE e definindo, durante a distensão, uma dobra anticlinal de grande amplitude no bloco do teto (bloco e dobra de São Mamede). Posteriormente, durante a inversão tectónica miocénica da Bacia Lusitânica, o sistema foi reativado como rampa lateral direita do cavalgamento do Arrife (Manuppella *et al.*, 2000) (vd. Figura 7).

A Falha do Reguengo do Fetal é uma falha orientada NNE – SSW, que atuou como normal durante as fases extensionais mesozóicas da Bacia Lusitânica, mas cuja atividade no Jurássico médio é desconhecida, por ausência de dados. O facto de o Cretácico inferior assentar diferencialmente sobre diferentes unidades litoestratigráficas do Jurássico superior, a teto desta falha, sugere a existência de uma estruturação tectónica anterior à

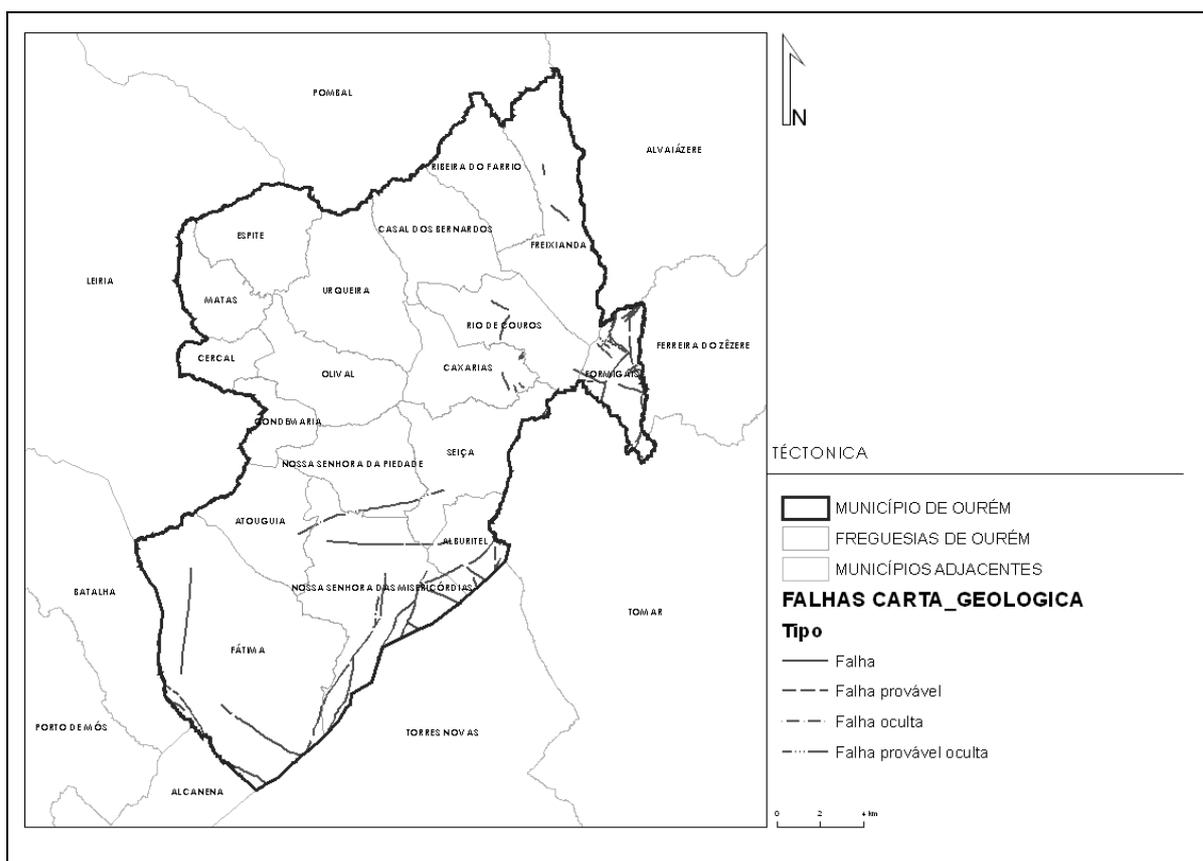
A Serra de Aire, que corresponde a um anticlinal alongado na direção E – NE e falhado nos bordos este e sul, evidencia o levantamento continuado ao longo do grande acidente cavalgante da Falha do Arrife, que coloca em contacto o MCE com a Bacia Terciária do Tejo. Este alinhamento tectónico, ao qual se juntam diversas falhas de direção média (NW-E), como as que delimitam a Serra a oeste, é recortado por falhas transversais (NW-SE) que orientam alguns vales, dos quais o mais profundo é o Vale Garcia, e que definem compartimentos (degraus) na Serra de Aire e no Planalto de S. Mamede, entre eles o compartimento de “Cabeço do Meio – Giesteira” que é marginado a sul pela Falha de Crespos/Covão do Milho e a norte pela Falha de Vale Garcia, a partir da qual se localiza o compartimento de “Goucha Larga” (Rodrigues, 2008), o compartimento a norte deste, “Lagoa”, é individualizado pela Falha da Pedreira do Galinha (Manuppella *et al.*, 2000).

No Maciço Calcário de Condeixa-Sicó-Alvaiázere, a tectónica que o afeta é condicionada pelos acidentes tardivariscos que afetaram o soco e cuja reativação influenciou a cobertura mesozóica (Ribeiro *et al.*, 1979), sendo a mais importante a Falha Porto-Tomar, de direção local sensivelmente N – S, que divide a Orla Mesocenozóica Ocidental do soco antigo e cujo alinhamento é seguido por diversas falhas secundárias. O maciço é constituído por um conjunto de blocos limitados por falhas, onde por vezes se desenvolvem estruturas em sinclinal e em anticlinal. A sul de Alvaiázere identificam-se vários acidentes de orientação submeridiana, que se julga terem tido a sua origem por ação de compressões W – E. Tais compressões terão sido as responsáveis por uma tectónica cavalgante, onde os materiais margosos do Liásico médio a superior, mais plásticos, terão sido esmagados entre os calcários do Dogger e as dolomias do Liásico inferiores, criando-se os acidentes referidos. Apesar de pouco claro, o prolongamento da Falha do Arrife, para NE, parece associar-se aos acidentes paralelos ao alinhamento Porto-Tomar responsáveis pelo soerguimento dos calcários do Maciço Calcário de Condeixa-Sicó-Alvaiázere, como é o exemplo da Serra de Alvaiázere. Nesta serra, apesar do soerguimento ter tido origem na tectónica frágil, também a tectónica dútil marcou a sua presença, verificável no dobramento dos calcários do Dogger. No concelho, as exurgências de Fonte Grande e do Agroal, na margem esquerda do Rio Nabão, estão condicionadas pela fraturação local, estando a primeira associada a uma falha de orientação SW – NE (possível prolongamento do alinhamento da Falha do Arrife), e a segunda ao cruzamento de duas falhas de orientação NW – SE e NE – SW (Santos, 2002). A Bacia de Ourém é uma depressão, circular, em sinclinal originada por uma deformação de grande raio de curvatura, com cerca de 15 km de diâmetro, no interior da qual as camadas, dos terrenos cretácicos e cenozóicos (Teixeira *et al.*, 1968), estão

sub-horizontais, com leves inclinações de 2-5° para este, por influência do diapiro de Vermoil. O depocentro da bacia situa-se entre a Gondemaria, Olival, Urqueira e Caxarias, e tem por limites, a oeste e sul, o Maciço Calcário Estremenho, a norte e noroeste é afetada pelo anticlinal diapírico profundo de Vermoil, que já se manifesta em Espite, no limite do concelho. O bordo este desta estrutura, na proximidade do contacto cavalgante do Maciço Calcário Estremenho sobre a bacia do Tejo, está afetado por um conjunto de acidentes sub-paralelos ao carreamento principal NE – SW e cujos planos de falha inclinam levemente para NW (Dinis, 1991). O extremo NE desta bacia é delimitado por falhas de direção NW – SE, onde se faz o prolongamento das grandes falhas do Maciço de Condeixa-Sicó-Alvaiázere (Manuppella et al., 1978). O mesmo padrão de fraturação é verificado nas formações cretácicas e terciárias da Bacia de Ourém, nas imediações de Andrés e de Fonte da Moura (Teixeira et al., 1968). É ainda de referir a Falha da Sabacheira orientada NE – SW (Almeida et al., 2000).

A Bacia de Ourém é atravessada por diversas falhas de direção aproximada E – W nomeadamente a falha de Santo Amaro – Toucinhos, e a falha provável de Ourém, que acompanha a Ribeira de Seiça desde São Sebastião, em Atouguia, a Valada, em Seiça, (vd. Figura 8). Não é de excluir a existência de outras estruturas de menor expressão na bacia originadas pela tectónica frágil, mascaradas pela cobertura sedimentar.

Figura 8: Carta tectónica



Fonte: LNEG

4.1.2.3 Geomorfologia

O país encontra-se dividido, grosseiramente em termos geomorfológicos, entre o norte e o sul, sendo que a norte do Tejo a quase totalidade do território possui um relevo com elevações superiores a 400 m. A Meseta apresenta uma altitude média de 800 m, verificando-se um rebaixamento progressivo em direção à Orla Mesocenozóica Ocidental, onde se insere a Bacia Lusitânica, a sul do Tejo predominam as terras baixas, com características de peneplanície, com elevações, no geral, inferiores a 200 m (Ferreira, 2000).

O concelho de Ourém, localizado na Bacia Lusitânica, encontra-se inserido em três grandes domínios geomorfológicos distintos, o Maciço Calcário Estremenho (MCE), unidades morfoestruturais: Planalto de São Mamede e Serra de Aire, e o Maciço Calcário de Condeixa – Sicó – Alvaiázere (MCCSA), Serra de Alvaiázere, individualizados pelos calcários do Jurássico, e a depressão em sinclinal designada por Bacia de Ourém, da

qual a separação da Plataforma de Fátima se faz através de interflúvios em lomba, formados nas camadas calcárias do Jurássico superior.

A diversidade morfológica presente na área do concelho é, em grande parte, ditada pela anisotropia lítica, que resulta da presença das rochas, essencialmente calcárias, do MCE e do MCCA, na sua maioria de idade jurássica, e dos arenitos da Bacia de Ourém, essencialmente cretácicos. Os calcários predominam a sul e estão presentes a este, onde o relevo é mais acidentado, sendo aí que se verificam as maiores altitudes e vertentes declivosas, bem pronunciadas na paisagem. Em oposição, a centro e norte, onde afloram os arenitos cretácicos, encontram-se as altitudes mais baixas, declives menos acentuados e vertentes mais suaves.

O Maciço Calcário Estremenho, sujeito a fenómenos de carsificação, encontra-se sobrelevado em relação à Plataforma Litoral e às Bacia do Tejo e de Ourém, na unidade morfoestrutural do Planalto de São Mamede e Serra de Aire, a nordeste (Martins, 1949). O Planalto de São Mamede constitui uma extensa região planáltica, separada da Plataforma Litoral pelos relevos do Alqueidão da Serra, tendo a sua altitude máxima entre Mira de Aire e São Mamede e desce em degraus até à Bacia de Ourém. A Plataforma de Fátima, a cerca de 340 m de altitude, é uma das extensas superfícies de aplanção deste Planalto, estendendo-se para norte e nascente em a ligação com a bacia cretácica de Ourém, sendo que a parte mais elevada do concelho coincide com a parte terminal da Plataforma de Fátima. Nesta Plataforma as grandes depressões estão ausentes, mas a superfície, onde os depósitos detríticos são frequentes, está entalhada por uma densa rede de vales desorganizados por dolinas, ou depressões fechadas isoladas (Manuppella *et al.*, 2000), a faturaçãõ regional, com rumo dominante de N130°, condiciona a presença e orientação das formas cársicas maiores, como é o caso de algares e dolinas, e das formas cársicas menores, como fendas de dissolução e lapiás de diversos tipos, bem como formas de pseudo-estratificação dos calcários derivadas de fenómenos de compressão tectónica (Rodrigues, 2008). Das diversas formas cársicas presentes no concelho destacam-se dezenas de algares, como por exemplo, entre outros, o Algar da Malhada de Dentro, Algar de Vale Figueira (Bairro), as dolinas de Cova da Iria, Lagoa da Giesteira, Lagoa do Bairro, a Lapa do Sobral (Sobral).

Os campos de lapiás são os menos desenvolvidos.

A unidade geomorfológica do Maciço Calcário de Condeixa – Sicó – Alvaiázere, na zona limítrofe ao concelho possui, no geral, formas cársicas superficiais menos desenvolvidas, sobressaindo, no entanto, o imponente Canhão Fluvio-cársico do Agroal, sendo que ao atravessar os calcários do Dogger o Rio Nabão forma este magnífico canhão cársico ao correr no fundo de um vale com pouco mais de 30 m de largura, limitado por paredes

rochosas subverticais com cerca de 60 m de altura. Este encaixe da rede hidrográfica encontra-se bem testemunhado pelos depósitos de terraço fluvial que se identificam no vale do Rio Nabão.

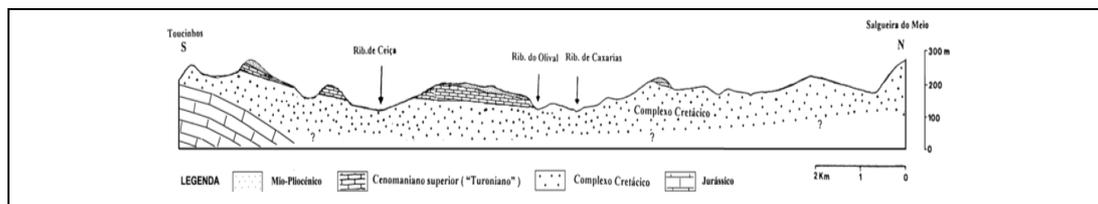
Também nos depósitos de vertente essa evolução pode ser referenciada, especialmente com o depósito suspenso numa das paredes subverticais do canhão fluvial do Agroal, que parece ser correlativo de uma fase de estabilidade no encaixe do rio, em que este estaria a cerca de 10 m acima do leito atual. No aprofundamento do seu leito, o Rio Nabão adaptou-se às linhas de fragilidade tectónica, que facilitaram o trabalho de encaixe, mas que deixaram a sua marca nas bruscas mudanças de direção do vale. Alguns dos seus afluentes, com menor caudal, não conseguiram acompanhar este processo, ficando suspensos e apresentando fortes ruturas de declive ao atingir as paredes do canhão. A carsificação, nas colinas calcárias nesta área do MCCSA, desenvolveu algumas formas cársicas das quais os lapiás são o exemplo mais abundante, na sua ainda ou em vias de exumação, não contribuindo assim para a construção de uma paisagem típica de campo de lapiás (Santos, 2002). As dolinas são raras neste local, no entanto, as grutas e as buracas estão bem representadas.

A unidade geomorfológica da Bacia de Ourém, composta por depósitos gresoconglomeráticos pouco coerentes do Cretácico e Cenozóico, está modelada em colinas onduladas com altitudes que variam entre 250 e 350 m, essencialmente trabalhadas pela rede de hidrográfica dendrítica das Ribeiras de Seiça, Olival, Caxarias e Salgueira que são afluentes do Rio Nabão (Dinis et al., 1989). Na parte da bacia instalada sobre os calcários margosos do Jurássico superior, o padrão de drenagem é parcialmente influenciado pela estrutura, alternando os troços ortoclinais com os cataclinais que no conjunto denunciam uma inclinação geral para nordeste. O perfil longitudinal das linhas de água acompanha o rebaixamento das superfícies onde se encaixam, sendo o desnível quase sempre à volta dos 100 m (Manuppella et al., 2000). No centro da bacia, as vertentes são em geral coroadas pelos calcários do Turoniano, que formam, por vezes, cornijas bem marcadas na topografia, nomeadamente nas zonas de Olival, Caxarias e Ourém. Os relevos subestruturais, suportados pelos calcários turonianos, cobertos por camadas do Miocénico, constituem uma superfície que se abate progressivamente para sudeste e tem, na região de Ourém-Alburitel, a altitude de 240 a 250 m (vd. Figura 9). Neste local a direção estrutural NE-SW é marcada pelas vertentes dos relevos anticlinais que prolongam a Serra de Aire para nordeste (Manuppella et al., 2000).

No seio da mancha arenítica da bacia merece referência a bacia jurássica de Espite (Teixeira et al., 1968), recortada pela rede hidrográfica do ribeiro com o mesmo nome.

REVISÃO DO PLANO DIRECTOR MUNICIPAL DE OURÉM

Figura 9: Corte geológico da bacia de Ourém (Alburitel – Casal dos Bernardos)



Fonte: Adaptado de Paralta (1999)

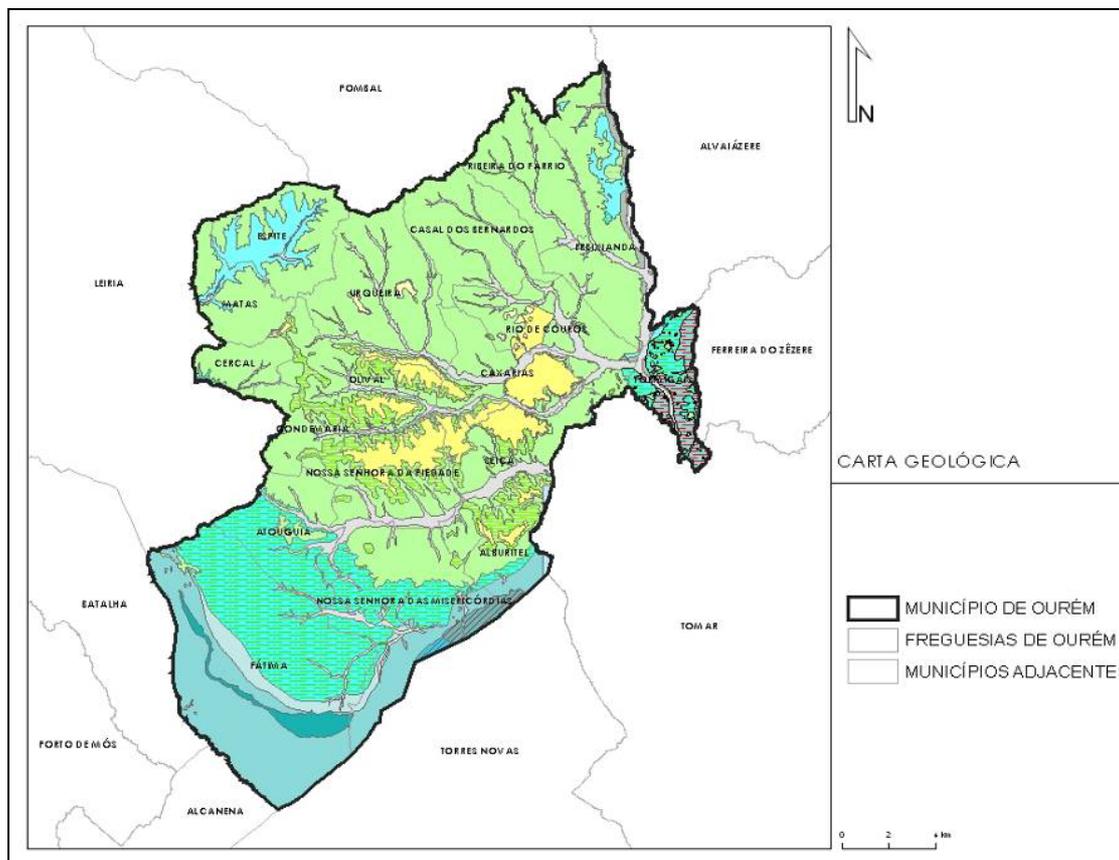
4.1.2.4 Litoestratigrafia

As formações mais antigas aflorantes no concelho datam do Mesozóico, final do Jurássico médio, e possuem carácter carbonatado: “Formação de Degracias”, “Calcários de Vale da Serra” e “Calcários e Dolomitos de Montinhoso”, “Dolomitos de Furadouro” e “Formação de Senhora da Estrela”, “Calcários Micríticos de Serra de Aire”, “Calcários Oolíticos de Fátima” e “Calcários de Moleanos”.

No Jurássico superior a natureza inicial dos depósitos, “Formação de Cabaços e Montejunto”, começa por ter um carácter marinho menos vincado, com adição de minerais de argila aos calcários, conferindo-lhe uma faceta mais margosa: “Formação de Cabaços”, já aquando da deposição das “Camadas de Montejunto” volta a influência marinha. No final do Jurássico inicia-se nova regressão marinha, “Formação de Alcobaça”, com depósitos constituídos por alternâncias de margas mais ou menos arenosas, calcários detríticos, arenitos e argilitos.

No concelho, o Cretácico inicia-se na “Formação da Figueira da Foz”, com organizações de carácter continental, de depósitos terrígenos, provenientes do desmantelamento das zonas emersas. O Cretácico inferior termina com nova transgressão marinha sendo a separação entre este e o Cretácico superior marcada pela ocorrência da passagem do domínio silicioso para o carbonatado, da unidade dos “Calcários Margosos de Ourém e Batalha”. O Cenozóico possui, essencialmente, carácter continental, constituído por arenitos e argilitos: “Arenitos de Ourém” e “Grupo do Barracão”. O Quaternário cinge-se aos depósitos de cobertura e aluviões. A descrição das unidades litoestratigráficas referidas é apresentada cronologicamente das mais recentes para as mais antigas (vd. Figura 10).

Figura 10: Carta litoestratigráfica do concelho



	aluv-Aluviões
	dr-Depósitos areníticos e terra rossa do Maciço Calcário Estremenho
	Qf-Depósitos de terraços fluviais
	PBa-Grupo de Barracão
	MOu-Arenitos de Ourém
	C2OB-Calcários margosos de Ourém e Batalha
	C1-2FF-Formação de Figueira da Foz: arenitos, conglomerados e argilas
	C1-2FF-Formação de Figueira da Foz: arenitos, conglomerados e argilite
	J3AI-Formação de Alcobaça
	J3AI_b-Formação de Alcobaça
	J3CM-Camadas de Cabaços e de Montejunto
	J3CM_a-Camadas de Cabaços e de Montejunto
	J2MI-Calcários de Moleanos
	J2Fa-Calcários oolíticos de Fátima
	J2SA-Calcários Micríticos de Serra de Aire
	J2SE-Formação de Senhora da Estrela
	J2Fu-Dolomitos de Furadouro
	J2Mt-Calcários e dolomitos de Montinhoso
	J2VS-Calcários de Vale da Serra
Legenda: 	J2De-Formação de Degraças: calcários com nódulos de sílex

Fonte: LNEG

4.1.2.4.1 Cenozóico

Quaternário

Aluviões (aluv: Quaternário/Holocénico)

Os depósitos modernos distribuem-se ao longo das principais linhas de água da região, pertencentes na sua maioria à rede hidrográfica do Rio Nabão, com exceção do Ribeiro de Espite e do Ribeiro dos Sete Rios, que drenam para a bacia do Rio Lis. Os vales que se iniciam após o planalto de Fátima e que se estendem para a Bacia de Ourém estão primeiramente associados aos sedimentos de natureza carbonatada deste planalto e, depois, aos siliciclásticos do Cretácico desta bacia. Sobre as unidades do Cretácico, as aluviões são de maior largura e profundidade que as anteriores, como é o caso da Ribeira de Seiça (Manuppella *et al.*, 2000).

Depósitos areníticos e terra rossa do Maciço Calcário Estremenho (dr: Quaternário/ Holocénico)

Estas formações situam-se geralmente em manchas e retalhos nos vales e nas depressões fechadas existentes dentro do Maciço Calcário Estremenho, têm uma composição arenomargosa e são resultantes da dissolução dos carbonatos, evidenciando, no geral, uma cor avermelhada típica (Manuppella *et al.*, 2000).

Depósitos de terraços fluviais (Qf: Quaternário/ Plistocénico)

Os depósitos de terraços fluviais, originados em regime de regressão marinha, encontram-se pouco desenvolvidos no concelho, sendo apenas identificáveis junto às linhas de água de maior ordem, em manchas ao longo do Rio Nabão e na confluência das Ribeiras de Caxarias e Olival com esse Rio. São também desta idade os depósitos de vertente de crioclastos que se localizam no sopé da Serra de Aire, Maxieira, e nas vertentes calcárias de Fátima e Atouguia. Estes depósitos são acumulações de detritos angulosos de calcário, homométricos, e nesta região, não consolidadas. O processo de crioclastia resulta da meteorização física da rocha, gelifração, devido à variação do volume da mesma causada por baixas temperaturas. Estes depósitos estão morfogeneticamente relacionados com os fenómenos de periglaciação ocorridos, durante os episódios de frio do Quaternário (Plistocénico), a baixa altitude e em vertentes calcárias próximas da costa atlântica.

Terciário

Grupo do Barracão (P_{ba}: Pliocénico)

Os Arenitos de Ourém (ou Alburitel) são recobertos, apenas, na área dos altos dos Sapatos, do Chão da Cabeça e da Fonte da Moura, situados a NW e a NE de Caxarias, por depósitos pliocénicos constituídos por conglomerados, areias e argilas, por vezes contendo intercalações de diatomito e lenhitas (Manupella *et al.*, 1978), denunciando ambientes de deposição fluviais a palustres (Cunha *et al.*, 2009). As cascalheiras são constituídas por grandes calhaus rolados, com cerca de 0,5 m de diâmetro, sendo que em relação a estes depósitos pliocénicos são originados por ações transgressivas que ocorreram no final desse período. Encontram-se também dispersos alguns blocos de grandes dimensões, considerados como residuais e pseudo – erráticos (Teixeira, 1952, *in* Teixeira *et al.*, 1968). A espessura dos depósitos pliocénicos é variável situando-se entre os 10 e os 30 metros.

Arenitos de Ourém (M⁵⁻⁶_{Ab}: Miocénico superior)

Os Arenitos de Ourém, aloformação de Ourém, (Barbosa, 1995), ou Arenitos de Alburitel (Manuppella *et al.*, 2000), situam-se nos planaltos localizados entre Alburitel, Caxarias, Urqueira e Pinheiro, definindo pequenas manchas, cuja espessura máxima não ultrapassa os 50 m (Barbosa, 1995). Estes afloramentos assentam em discordância, com lacuna estratigráfica que aumenta de SE para NW, e recobrem a unidade cretácica "Calcários Margosos de Ourém e Batalha", embora em alguns pontos (Andrés) possam contactar diretamente com a Formação da Figueira da Foz, regista-se aqui a existência de algumas bancadas gresoso rijas, lembrando os arenitos do Buçaco ou da Sanguinheira. A norte deste local, em Fonte da Moura, e por influência tectónica, a unidade, deformada e cortada por falhas atinge uma espessura de cerca de 200 m, possuindo intercalações abundantes de lenhito (Teixeira *et al.*, 1968). A unidade é definida por uma associação de fácies conglomeráticas, areníticas e lutíticas, de clastos compostos essencialmente por quartzo, feldspato e xisto, e apresenta uma passagem lateral e gradual de nascente para poente: a primeira, predominantemente conglomerática, ocupa as linhas de cumeeada da região de Outeiros Rachados (Tomar) e representa a associação "proximal"; a segunda, de carácter areníticoconglomerático, de posição intermédia, ocorre a sul e nascente de Caxarias; a terceira, considerada já "distal", é representada por fácies arenolutítica e desenvolve-se para oeste do meridiano de Caxarias (Barbosa, 1995). Também, cromaticamente, existe uma gradação da cor desde esbranquiçada/amarelada nos níveis conglomeráticos mais proximais a avermelhada nos arenitos e lutitos distais estando a rubefacção associada à composição mineralógica caulínítica/ilítica da fração lutítica, que reflete a mudança para condições climáticas cada vez mais quentes e húmidas (Barbosa, 1995).

4.1.2.4.2 Mesozóico

Cretácico superior

Calcários Margosos de Ourém e Batalha (C_{20B}: Cenomaniano médio a Turoniano superior)

Na Bacia de Ourém, estes calcários definem pontos elevados, de pequenas áreas planálticas (designadas por *Achadas*), situando-se num deles, o ponto mais elevado no interior da bacia com uma cota de 330 m, o Castelo de Ourém. São comumente recobertos pelos depósitos acima referidos do Terciário, seguindo a mesma distribuição geográfica. A unidade inicia-se por alternâncias de calcários margosos com arenitos finos com tendência de domínio carbonatado para o topo. São, então, cada vez mais frequentes camadas de calcários, compactos a apinhoados, e margas onde se

intercalam, por vezes, arenitos (Manupella *et al.*, 2000). Os níveis carbonatados possuem elevado conteúdo fóssilífero, de origem marinha, com grande interesse paleontológico. No corte da Lourinha foram descritas (Teixeira *et al.*, 1968) as seguintes camadas: “1.º nível com *Pterocera incerta*”; “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*”; “Camadas com *Anorthopygus*”; “Camadas com *Exogira columba*”; “Camadas com ostras e equinídeos”; e “Calcários brancos com *Trochacteon giganteum*”. A espessura da unidade pode oscilar entre os 10 e os 30 m.

Cretácico inferior

Formação da Figueira da Foz (C^{1-2FF}: Aptiano superior a Cenomaniano médio)

Também designada, entre outras, por “Grés Belasianos” por Paul Choffat (1900), ou de Conglomerados da Caranguejeira (Manuppella *et al.*, 2000), é a unidade mais antiga do Cretácico da Bacia Lusitânica a norte da Nazaré (Dinis *et al.*, 1994). Cartograficamente é a unidade mais representativa da Bacia de Ourém, ocupando vasta área do seu território, situando-se entre o centro e o norte do concelho, inclusive. A formação, ocorre também como pequenos retalhos, provavelmente aprisionados em armadilhas tectónicas, sobre o Maciço Calcário Estremenho, na Plataforma Carbonatada de Fátima (Teixeira *et al.*, 1980), por exemplo em Algar de Água, Giesteira, Cabeço do Barreiro, Lagoa e Zambujal e, ainda, em vários locais da freguesia de Formigais no Maciço Calcário de Condeixa – Sicó – Alvaiázere. A Formação da Figueira da Foz consiste num corpo de natureza detrítica (siliciclástica), cuja espessura varia entre os 75 e os 270 m e onde alternam termos grosseiros, conglomeráticos ou gresoconglomeráticos e níveis argilosos avermelhados. Esse corpo foi formado em fase de acalmia tectónica, fundamentalmente em resposta à transgressão cenomaniana, à subsidência “pós-rift” e ao desmantelamento do relevo na área – mãe, numa extensa planície aluvial ou fluviodeltaica, invadida progressivamente pelo domínio marinho. No local, possui atitude próxima da horizontal, apenas ligeiramente afetada pelo anticlinal diapírico profundo de Vermoil (Dinis, 1991). Na base, assenta em discordância sobre unidades do Jurássico superior, paleocarsificadas (Dinis *et al.*, 2002), e, no topo, surge em conformidade aparente com os Calcários Margosos de Ourém e Batalha, sendo a separação ou limite entre ambas considerado sempre que ocorre a passagem do domínio silicioso para o carbonatado (Manupella *et al.*, 2000).

Jurássico superior

Formação de Alcobaça (J^{3Al_b} e J^{3Al}: Kimeridgiano inferior a base do Titoniano)

A Formação de Alcobaça ($J^3_{Al_b}$), designada também por Complexo de Vale de Lagares (Teixeira *et al.*, 1968), aflora nas proximidades de Espite, associado à erosão da rede de drenagem do Ribeiro de Espite, sendo o equivalente lateral das Camadas da Abadia. Neste local a formação apresenta uma espessura variável entre 150 e 200 m, é representada por alternâncias de margas mais ou menos arenosas, calcários detríticos, arenitos e argilitos, que contêm várias associações fossilíferas de coraliários, por vezes "in situ", raras amonites, bivalves, equinodermos, braquiópodes, espongiários e abundantes restos de plantas, ocorrendo camadas de lenhite centimétricas a métricas; pequenos aparelhos recifais de ostreídeos estão presentes na metade superior da unidade. Níveis de oólitos ferruginosos e abundantes oncólitos ocorrem no seio dos níveis areníticos ou de calcários detríticos ou biodetríticos. O ambiente de sedimentação teria sido o de plataforma carbonatada com pequena altura de água, mas submetida a frequentes descargas siliciclásticas das terras emersas vizinhas (Kullberg *et al.*, 2006). Diametralmente a formação aflora, composta por arenitos e calcários margosos (J^3_{Al}), em retalhos, no extremo oeste do concelho, alinhados com o vale fluvial do Rio Nabão e recobertos por depósitos aluvionares, denunciando o carácter epigenético deste curso de água e o bordo do sinclinal que define a Bacia de Ourém.

Camadas de Cabaços e Montejunto (J^3_{CM} : Oxfordiano médio a oxfordiano superior)

A unidade das Camadas de Cabaços e Montejunto representa o maior afloramento rochoso do Jurássico superior (Malm) no concelho, ocupando vasta área em forma de crescente, com convexidade voltada para sul, desde o limite NW da freguesia de Atouguia (cujas manchas a norte seguem até ao Cercal, onde aflora junto ao Ribeiro dos Sete Rios) até SE da freguesia de Alburitel onde se estreita junto ao cavalcamento do Arrife, contornando, já em retalhos, a Bacia de Ourém, a este, até à Freixianda.

A idade da Formação de Cabaços, também designada como Camadas de Valverde (Ribeiro *et al.*, 1979), é atribuída ao Oxfordiano médio, a unidade tem cerca de 40 a 50 m de espessura média (cerca de 130 m na sondagem de Vermoil-1) e é constituída por uma espessa série de calcários margosos e margas de água doce a salobra, de fácies lacustres, com carófitas e ostracodos, a que se associam raros "packstones" e "grainstones". Alguns destes calcários apresentam níveis com "birdseye" e calhaus negros, bioturbações e, por vezes, abundante mas restrita fauna de bivalves, gastrópodes, foraminíferos e algas (Kullberg *et al.*, 2006). Os níveis de lenhite apesar de mais abundantes nas zonas mais distais da Bacia Lusitânica, junto à costa, podem contudo ocorrer no interior da bacia. Foram observadas lentículas, decimétricas a métricas, contendo níveis carbonosos elevados junto à localidade de Amoreira (entre as cotas 310 m e 317 m).

As Camadas de Montejunto, cuja idade é atribuída ao Oxfordiano médio a superior, assentam em continuidade sobre as Camadas de Cabaços que, progressivamente, se iam abrindo a influências marinhas, desenvolve-se então uma série monótona de calcários micríticos com intercalações de calcários argilosos e de calcários micríticos intraclásticos. Estas camadas têm 80 a 100 m de espessura média (cerca de 350 m na sondagem Gaiteiros-1) e corresponde a sequência de calcários cinzentos, por vezes nodulosos devido a intensa bioturbação, e margas, para o topo, passam a oolíticos e/ou pisolíticos. Os calcários contêm coraliários, por vezes "in situ", e a mesma abundante fauna de bivalves da unidade anterior, gasterópodes, raras amonites e belemnites, espículas de equinídeos, estromatoporídeos, algas, foraminíferos e ostracodos, restos de plantas, oncólitos e intraclastos. São correntes diversas estruturas sedimentares ("grooves" e laminação cruzada do tipo "herring-bone", estratificações entrecruzadas, "slumps" de pequena dimensão). Esta unidade ter-se-ia depositado em plataforma carbonatada com pequena altura de água (Kullberg *et al.*, 2006).

Jurássico médio

Calcários de Moleanos (J²_{MI}: Batoniano superior a Caloviano inferior)

Esta unidade, lenticular, com uma espessura aproximada de 150 m, aflora em mancha em forma de crescente com convexidade voltada para sul na extremidade da área dos calcários do Malm, sendo sensivelmente paralela à dos Calcários Oolíticos de Fátima, mas possuindo maior extensão (desde as proximidades da Cova da Iria até ao Outeiro das Matas). O contacto, quase sempre normal, é feito com a unidade dos Calcários Micríticos da Serra de Aire e, localmente, em Casal Farto, com os Calcários Oolíticos de Fátima (Manuppella *et al.*, 2000). A unidade é constituída por calcários clásticos que apresentam cores esbranquiçadas ou creme e possuem intercalações de calcários muito fossilíferos e de calcários pelmicríticos com bioturbação, filamentos e amonóides. (Duarte *et al.*, 2010).

Calcários Oolíticos de Fátima (J²_{Fa}: Batoniano superior)

Os Calcários Oolíticos de Fátima formam uma área aproximadamente em forma de crescente, com a convexidade para sul, que se estende desde um pouco a sudoeste da Cova da Iria até ao Bairro. A unidade apresenta uma forma lenticular com uma espessura de 40 a 50 m sendo constituída por dois litótipos básicos: "grainstones" bem calibrados, oolíticos, com pelóides e bioclastos finos associados, formando feixes de estratificação oblíqua planares, com espessuras da ordem dos 0,5 a 1 m; e "grainstones"

com o mesmo tipo de clastos mas de dimensão média a grosseira e laminações gradadas paralelas (Manuppella *et al.*, 2000).

Calcários Micríticos de Serra de Aire (J^{2SA} : Batoniano inferior a Batoniano superior)

Esta formação, também designada em alguma bibliografia como Formação de Valverde, representa o maior afloramento de rochas do Jurássico médio do concelho, possui uma espessura na ordem dos 350 a 400 m. Na zona do Bairro, junto ao Monumento Natural das Pegadas dos Dinossáurios, foi observada uma sucessão de cerca de 14 m de calcários micríticos coesos, de cor creme, de modo geral bem estratificados e com inclinação regular de $15^{\circ}N$, existem alguns níveis laminares, centimétricos, menos coesos e cuja estrutura é ondulada, do tipo crosta estromatolítica (laminações microbiano-algais). Em diversos locais na região do Planalto de Fátima – S. Mamede, em que a Giesteira é um dos referenciados, observam-se sequências cíclicas de calcários micríticos fenestrados, com gastrópodes (incluindo nerineídeos) e lamelibrânquios (incluindo megalodontídeos), separadas entre si por paleossolos (níveis centimétricos a decimétricos de calcretos laminares) e por paleocarsos com espessuras médias de 5 a 20 cm (Manupella *et al.*, 2000).

Formação de Senhora da Estrela (J^{2SE} : Bajociano superior-Batoniano inferior)

A Formação de Senhora da Estrela aflora no concelho exclusivamente no seu extremo este, na freguesia de Formigais. A formação é constituída por calcários bioclásticos e oolíticos, ricos em conteúdo fóssil, nomeadamente, bivalves, gastrópodes, equinodermos, braquiópodes, serpulídeos, coraliários e formas afins, denunciando um subambiente de deposição característico de praia-de-barreira, com forte influência de correntes, ondulação e tempestades. A espessura aproximada da formação é superior a 80 m (Martins, 2008).

37

Dolomitos de Furadouro (J^{2FU} : Bajociano a Batoniano inferior)

Os Dolomitos do Furadouro afloram, no concelho, no extremo nordeste da Serra de Aire, em Lagoa do Furadouro, na zona do vértice geodésico de Penedo Gordo, estando cartograficamente separados dos Calcários e Dolomitos de Montinhoso por falha. São caracterizados por uma série predominantemente dolomítica. Sondagens efetuadas apontam para uma espessura da formação superior a 100 m (Manuppella *et al.*, 2000).

Calcários e Dolomitos de Montinhoso (J^{2MT} : Bajociano inferior a médio (?) a Bajociano superior)

Os Calcários e Dolomitos de Montinhoso afloram na zona do vértice geodésico de Algar da Ereira, em N.º S.º das Misericórdias, sendo compostos por uma alternância de dolomitos e calcários calciclásticos dolomitizados. A forte dolomitização apresentada

encontra-se estritamente condicionada pela zona de cavalgamento do Maciço Calcário Estremenho sobre a bacia terciária do Tejo (Cavalgamento do Arrife). Este acidente separa tectonicamente esta unidade da dos Calcários Micríticos de Serra de Aire e dos Calcários do Vale da Serra, que praticamente não aflora no concelho. A espessura desta unidade é da ordem dos 90 a 100 m (Manuppella *et al.*, 2000).

Calcários de Vale da Serra (J²_{vs}: Bajociano inferior a médio (?) a Bajociano superior)

O limite da formação dos Calcários de Vale da Serra contacta com o limite do concelho de Ourém na zona do Bairro, entre o Monumento Natural das Pegadas dos Dinossáurios e o Alto da Lagoa, não se estendendo o seu afloramento para o interior concelho. A unidade, que possui uma espessura de 90 a 100 m, é composta por uma alternância de calcários micríticos e calcários calciclásticos, mais ou menos dolomitizados. Na parte superior da unidade, na zona do Monumento Natural, ocorrem dolomicrites de cor encarniçada ou acastanhada, com laminações microbiano-algais, constituindo um litótopo muito particular, característico da transição Bajociano-Batoniano na região (Manuppella *et al.*, 2000).

Formação de Degracias (J²_{De}: Bajociano inferior a Bajociano superior)

A Formação de Degracias, composta por calcários compactos com nódulos de sílex, aflora na área da exurgência do Agroal. O afloramento, englobado pela Formação da Senhora da Estrela é condicionado, local e tectonicamente, por falhas. A formação é caracterizada pela ocorrência de uma litofácies com tendência carbonatada crescente para o topo, onde as camadas da base possuem cerca de 20 a 40 cm de espessura, tornando-se mais espessas para o topo, onde se observam nódulos botroidais siliciosos. A espessura da formação é da ordem dos 100 a 150 m (Martins, 2008).

É essencialmente em duas camadas de lenhite piritosa, com espessuras de 0,60 e 0,91m que se encontram intercaladas em sedimentos greso-argilosos. O jazigo de Fonte da Moura é constituído por seis camadas com interesse económico (de espessura mínima de 0,5 m e densidade de lenhite de 1,2), foi explorado entre os anos de 1946 e 1955, tendo produzidas 42.000 toneladas de carvão.

Também os afloramentos Oolíticos de Fátima, nos seus blocos de menor dimensão têm sido aproveitados para a produção de calçada.

Em Alburitel, os Calcários Micríticos de Serra de Aire, de cor beje rosada e grão fino, afetados tectonicamente pelo carreamento do Arrife, são explorados para fins ornamentais devido ao seu aspeto fraturado intensamente recristalizado e estilolitizado, com veios calcíticos finos e ferruginosos. A rocha ornamental possui a denominação comercial de "Alpinina Rosa Atlântida".

REVISÃO DO PLANO DIRECTOR MUNICIPAL DE OURÉM

4.1.3.1 Sistema Aquífero de Ourém

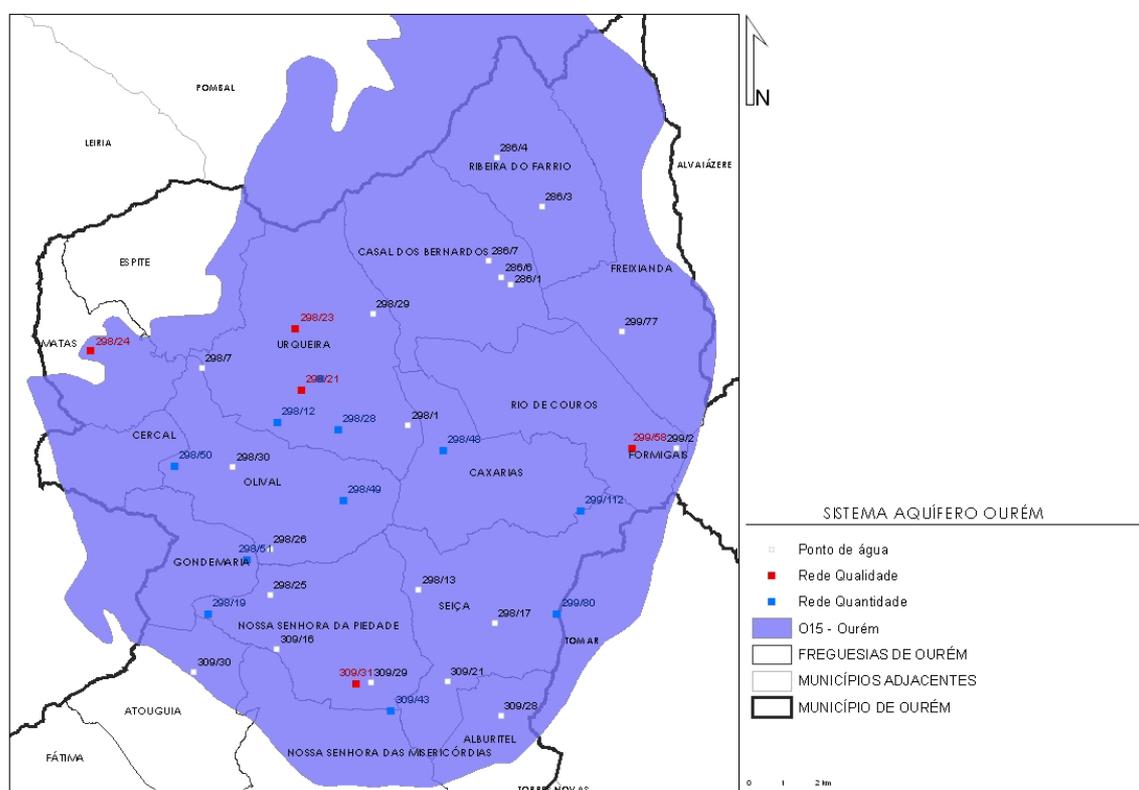
O sistema aquífero de Ourém (denominado O15 segundo a APA) é um aquífero poroso que abrange, não só o concelho que lhe dá o nome, como está presente nos concelhos de Alvaiázere, Leiria, Pombal e de Tomar, possuindo um total de 316 km², dos quais 258 km² no Concelho de Ourém.

Este sistema aquífero corresponde à bacia cretácica de Ourém sendo constituído pelo um Complexo Detrítico do Cretácico e por depósitos do Cenomiano, do Miocénico e Pliocénico.

O substrato é constituído pelo Complexo de Vale de Lagares (Kimeridiano inferior) composto por arenitos de grão fino, argilas cinzentas e intercalações calcárias e pelo Complexo detrítico Cretácico (Arenitos do Carrascal) composto por arenitos, conglomerados e argilas com espessuras entre 50 e 200 metros.

Este sistema é composto por várias camadas e é predominantemente confinado. Os Arenitos do Carrascal (conglomerados de Caranguejeira), constituem a formação aquífera mais importante (vd. Figura 12).

Figura 12: Sistema aquífero de Ourém



Fonte: SNIRH

Uma das áreas mais produtivas localiza-se no centro do concelho, nomeadamente no Vale do Ribeiro da Caridade, na Ribeira de Seiça e na área de Caxarias, nas proximidades da Cidade de Ourém (Paralta 1995).

A produtividade, obtida a partir de 57 dados de caudal, aponta para uma mediana de 4,5 litros por segundo, valores médios de 7,1 litros por segundo e máximos de 25 litros por segundo (Almeida, 2000).

A transmissividade pode variar entre 3 e 527 m²/dia (PGRH Tejo). O coeficiente de armazenamento obtido em dois ensaios com piezómetros varia entre 4x10⁻⁵ e 8x10⁻⁵.

A rede piezométrica existente não permite a elaboração de um mapa da superfície piezométrica do Aquífero de Ourém, por outro lado, o SNIRH disponibiliza dados referentes a nove pontos permitindo assim retirar algumas relações sobre as principais tendências piezométricas e medir a recarga do aquífero.

Quadro 2: Pontos de água subterrânea (aquífero de Ourém)

Ref. SNIRH	Local	Freguesia	Profundidade (m)	Cota (m)	Uso Principal	Período de Monitorização	Tendência
298/12	LAVADOURO	URQUEIRA	51	190	AGRICULTURA (REGA)	2001-2010	DESCENDENTE
298/18	AMIEIRA	URQUEIRA	74	183		2001-2010	DESCENDENTE
298/19	FAVACAS	NOSSA SENHORA DA PIEDADE		220	AGRICULTURA (REGA)	2002	
298/28	QUINTAL – MATA NORTE	URQUEIRA	60	182	AGRICULTURA (REGA)	2001-2010	DESCENDENTE
298/48(RA2)	CARVOEIRA	CAXARIAS	150	190		2003-2008	DESCENDENTE
298/49(RA3)	CASAIS DE CARCAVELOS	OLIVAL	150	150		2003-2010	
298/50(RA4)	BARROCARIA	OLIVAL	144	232		2003-2008	ESTÁVEL
298/51	FOLGADO	GONDEMARIA	140	187		2003-2008	DESCENDENTE
299/112	BARREIRA	CAXARIAS	105	108		2003-2008	ASCENDENTE
309/43(RA1)	OURÉM	NOSSA SENHORA DAS MISERICÓRDIAS	130	143		2003-2008	ASCENDENTE

Fonte: SNIRH

Através do quadro 2 pode-se aferir que existe a tendência de esvaziamento do aquífero entre a Urqueira e Caxarias, podendo este facto estar relacionado com a sobre exploração local do aquífero ou com o decréscimo da precipitação.

Pode-se dividir este sistema aquífero em três sectores: um sector central (bacia hidrográfica de Seiça e de Caxarias), com escoamento de oeste para este, um sector norte (bacia hidrográfica da Ribeira do Fárrio), com escoamento de noroeste para sudeste e por fim um sector sul (área da cidade de Ourém) com escoamento de sudoeste para nordeste.

A principal área de descarga é a área sudoeste do aquífero, verificando-se convergência de fluxo na região de Caxarias.

Segundo Almeida et al. existe a possibilidade de que haja uma conexão hidráulica no sector oeste (freguesias de Cercal e de Matas) com o sistema aquífero vizinho de Pousos – Caranguejeira.

A precipitação média anual na bacia é de 808 (mm/ano) (série 10/1979-9/2009) e a temperatura média anual de 15°C.

A recarga aquífera provêm maioritariamente das áreas mais elevadas do concelho, quer a norte, quer a noroeste, por infiltração direta nos terrenos de origem cretácica. A infiltração diferida ocorre nos calcários do Cenomiano médio e superior que cobrem em parte esses terrenos.

Paralta (1995) admite uma recarga aquífera de 10 a 15% da precipitação média anual. Segundo o estudo do ano 2000, elaborado pelo INAG, esse valor será de apenas 5% da precipitação, considerando a recarga provável de sistema, sendo de 10 hm³/ano e que as saídas conhecidas seriam de 4 hm³/ano. Todavia, o Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo de 2012, com dados para os períodos de 2001-2009, apresenta valores mais positivos, apontando para uma recarga de 48,74 hm³/ano, ou seja 19 % da precipitação da média anual com saídas de 2,9 hm³/ano.

Fazendo uma caracterização hidrogeoquímica deste aquífero, e com base em informação disponível tendo como fonte a APA e o PGRH Tejo, podemos afirmar que a fácies dominante é bicarbonatada cálcica e cloretada sódica, tendo em conta o período de análise entre 2000 e 2009.

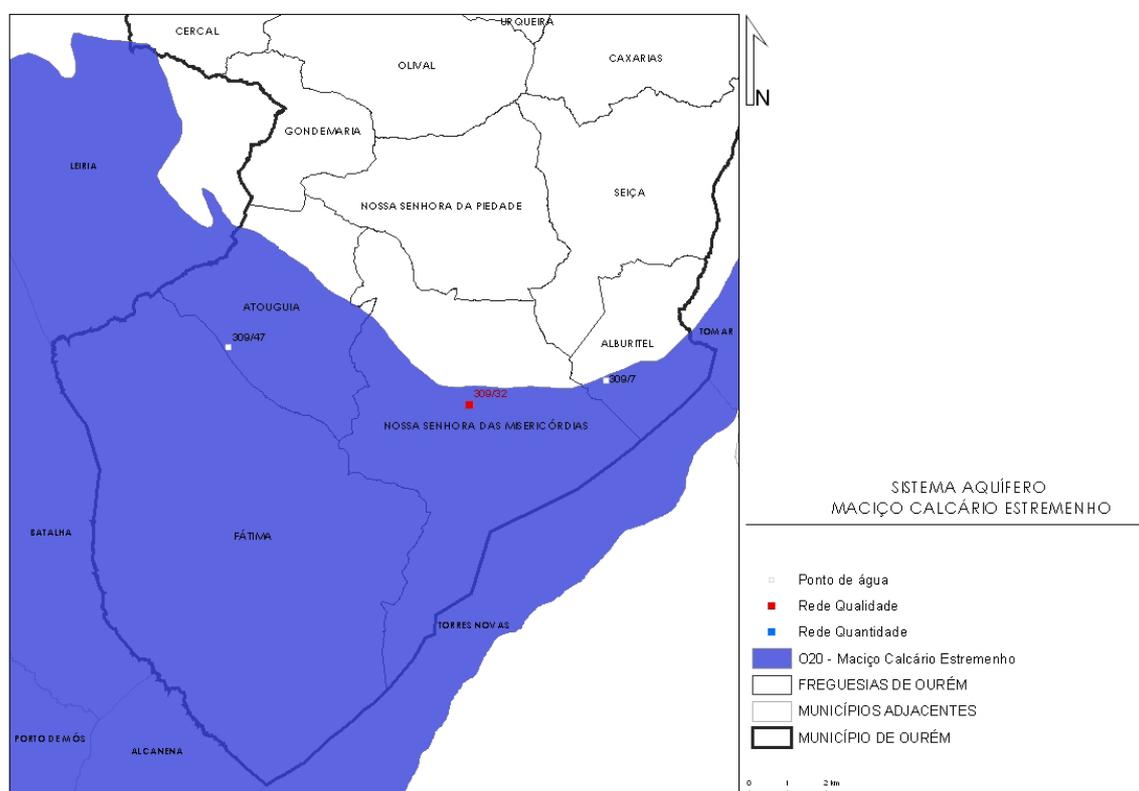
4.1.3.2 Sistema Aquífero do Maciço Calcário Estremenho

O sistema aquífero Maciço Calcário Estremenho (denominado O20 segundo a APA) engloba vários concelhos, Alcanena, Alcobaça, Batalha, Leiria, Porto de Mós, Rio Maior,

Santarém, Tomar, Torres Novas. No concelho de Ourém abrange as freguesias do sul (Fátima, Nossa Senhora da Piedade, Atouguia e Alburitel) numa área total de 767,6 km², dos quais 120 km² estão presentes no concelho de Ourém.

Este sistema de aquíferos é suportado pelas formações carbonatadas do Jurássico Superior, possuindo espessuras muito variáveis. As formas cársticas predominantes são as dolinas que podem ser encontradas, por exemplo, na freguesia de Fátima e os lapiás, em profundidade temos os algares, as galerias e condutas, com destaque para o Algar da Malhada de Dentro na freguesia de Nossa Senhora da Misericórdias (vd. Figura 13).

Figura 13: Sistema Aquífero do Maciço Calcário Estremenho



Fonte: SNIRH

Este aquífero possui uma rede de drenagem subterrânea bastante complexa, com elevado grau de organização, constituída por vários subsistemas, cada um deles associado a uma nascente cárstica perene. Existem neste sistema nascentes perenes e nascentes temporárias, com destaque para a nascente de Bezelga e para a nascente do Almonda no concelho vizinho de Torres Novas.

A produtividade é mais elevada nas áreas de descarga natural sendo esta geralmente fraca ou inexistente, isto acontece porque a água circula por galerias cársticas inseridas em maciços rochosos de permeabilidade muito baixo, sendo difícil de captar água

REVISÃO DO PLANO DIRECTOR MUNICIPAL DE OURÉM

através de furos. Estes furos são, em regra geral, pouco produtivos ou mesmo improdutivos e as captações mais bem sucedidas localizam-se nas áreas de descarga.

A produtividade do aquífero foi obtida a partir de 28 dados de caudal em todo o aquífero (Almeida, 2000) apontando para uma mediana de 0,8 litros por segundo, valores médios de 2,3 litros por segundo, mínimos de 0 e máximos de 20 litros por segundo.

A transmissibilidade estimada a partir de caudais específicos de captações varia entre 1 e 4800 m²/dia (APA/SNIRH). Esta dispersão é característica de maciços cársicos com elevado grau de organização subterrânea. No concelho de Ourém existem apenas dois furos no aquífero do Maciço Calcário, não permitindo fazer um mapa de tendências piezométricas (vd. Quadros seguintes).

Quadro 3: Pontos de água subterrânea (aquífero do Maciço Calcário Estremenho)

Ref. SNIRH	Local	Freguesia	Profundidade (m)	Cota (m)	Uso Principal	Período de Monitorização
309/32	VILAR DE PRAZERES	NOSSA SENHORA DAS MISERICORDIAS	171	230	AGRICULTURA (REGA)	2001
309/47	VALE DE ALVEGA	ATOUGUIA	15	212		NÃO PERTENCE À REDE DE QUANTIDADE

Fonte: APA

Quadro 4: Furo Vertical do Vale de Alvega

DATA	PROFUNDIDADE DO NÍVEL DE ÁGUA (m)	NÍVEL PIEZOMÉTRICO (m)
23-05-2003	4,17	207,83
12-07-2004	6,15	205,85
05-07-2005	7,62	204,38
09-05-2006	4,08	207,92

Fonte: APA

Quadro 5: Furo Vertical do Vilar dos Prazeres

DATA	PROFUNDIDADE DO NÍVEL DE ÁGUA (m)	NÍVEL PIEZOMÉTRICO (m)
Maio de 2001	7,92	222,08

Fonte: INAG

Infelizmente os dados disponibilizados não permitem aferir uma tendência quanto ao comportamento do aquífero.

Tendo em conta vários aspetos hidrogeológicos, geomorfológicos e estruturais, este sistema encontra-se dividido em quatro subsectores. O concelho de Ourém está inserido no setor referente Planalto de São Mamede e Serra de Aire. Todos estes setores apresentam um ou mais direções de fluxo, possuindo grandes flutuações interanuais.

Segundo Almeida (2000), a precipitação média anual em toda a região abrangida por este aquífero é de 1000 a 1500 mm/ano, enquanto que no PGRH Tejo, a precipitação para o período 1980-2009 será de 917 mm/ano.

Os valores de recarga do aquífero variam de autor para autor, por exemplo Novo (1991) considera que a recarga do aquífero será de 299,9 hm³/ano, já Lobo Ferreira (1988) considera que a recarga deverá ser de 205,5 hm³/ano. Devido a esta disparidade de valores Almeida (2000) define como prováveis entradas entre 300 a 350 hm³/ano, e saídas da ordem dos 275 hm³/ano (valores referentes ao total das três nascentes principais, todas elas fora do concelho de Ourém, Alviela, Almonda e Fontes (LIS)). No plano o PGRH Tejo o balanço hídrico será de 1,44 hm³/ano, para o período de 1980-2009, a recarga deverá ser de 426,79 hm³/ano referente a 61% da precipitação.

A fácies química deste aquífero é bicarbonatada cálcica.

4.1.3.3 Sistema Aquífero de Sicó – Alvaiázere

O sistema aquífero de Sicó – Alvaiázere, no concelho de Ourém, abrange uma pequena parte da freguesia de Formigais. Este aquífero está distribuído pelos concelhos de Alvaiázere, Ansião, Condeixa – a – Nova, Ferreira do Zêzere, Penela, Pombal, Soure e Tomar, com uma extensão total de 332 km², dos quais 6 km² no Concelho de Ourém.

As formações aquíferas dominantes são, os Calcários e Dolomitos, do período Batoniano e Bajociano. A litologia dominante na freguesia de Formigais é a Formação da Senhora da Estrela, constituída por calcários bioclásticos e oolíticos.

Segundo Almeida (2000) este sistema é um sistema aquífero cársico heterogéneo com caudais geralmente nulos ou fracos. Foi estimada uma mediana de 4 litros por segundo, um máximo de 60 litros por segundo, um mínimo de 0,5 litros por segundo, e uma média de 10,3 litros por segundo. A transmissividade estimada, calculada a partir de 3 caudais específicos, pode variar entre 4 e 570 m²/dia.

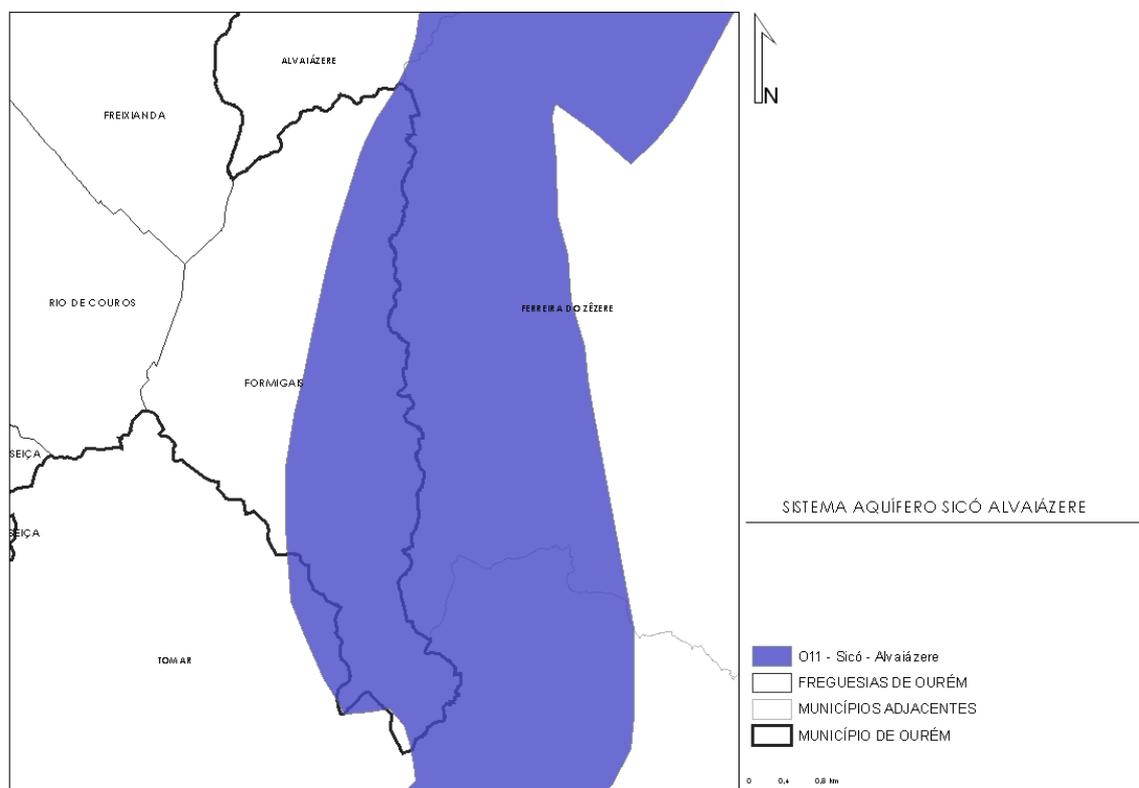
Não existem piezómetros com observações periódicas que permitam a evolução temporal dos níveis.

A análise espacial permite definir dois setores distintos, o Sicó – Rabaçal, a oeste de um setor referente à serra de Ansião – Alvaiázere. As zonas mais produtivas são as que se situam perto das zonas de drenagem. No setor oriental os níveis piezométricos decrescem no sentido N – S, indicando um escoamento no sentido das nascentes mais meridionais (Agroal).

Almeida (2000) considera como precipitação média de 900 mm/ano, sendo a recarga de 135hm³/ano e a saída de 120 hm³/ano, referente a uma taxa de recarga de 40%. O PGRH do Tejo considera uma precipitação de 917 mm/ano, com recargas de 155,43 hm³/ano referente a uma taxa de recarga de 48%.

A fácies Química é bicarbonatada cálcica (vd. Figura 14).

Figura 14: Sistema Aquífero Sicó-Alvaiázere



Fonte: SNIRH

4.1.3.4 Sistema Aquífero de Pousos Caranguejeira

O Sistema aquífero de Pousos – Caranguejeira abrange apenas dois concelhos, Ourém e Leiria, possuindo uma área total de 102 km². Apenas 4 km² ficam localizados no interior dos limites do concelho de Ourém, correspondendo a uma pequena parte das freguesias de Matas e do Cercal.

As formações aquíferas dominantes são os Arenitos (Cretácico inferior) e o Complexo Carbonatado (Cenomaniano – Turoniano).

A litologia dominante é constituída por arenitos argilosos, mais ou menos grosseiros, com passagens conglomeráticas e lenticulas argilosas, com 200 m de espessura. O Complexo Carbonatado é constituído por margas, calcários margosos, calcários compactos com espessura da ordem dos 50 m.

Este sistema aquífero é constituído por multicamadas e é poroso. A produtividade foi calculada a partir de 30 dados: a mediana é de 5,1 litros por segundo, o máximo de 25 l/s, mínimo de 1,1 litros por segundo e uma média de 7,7 l/s.

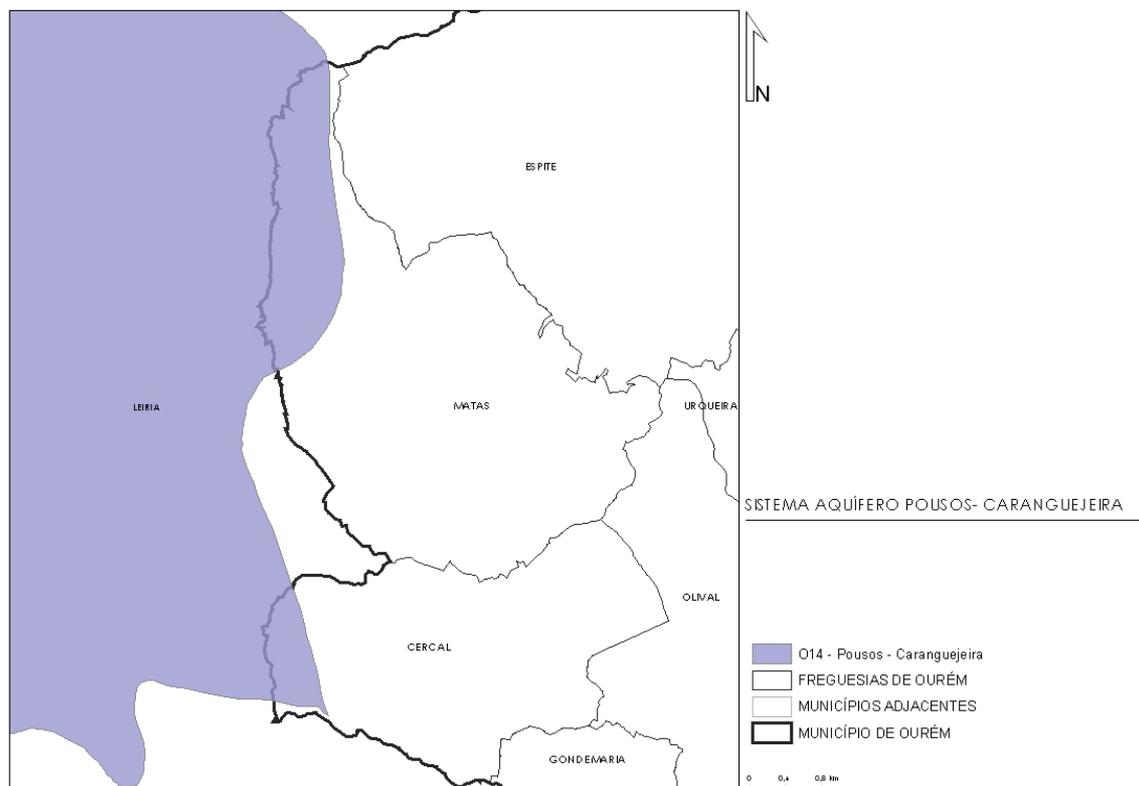
A transmissividade estimada a partir de 25 captações situa-se entre 30 e 150 m²/dia sendo a média de 37m²/dia e a mediana 18m²/dia.

No geral as recargas são diretas, sendo a sua área de alimentação principal na formação Aquífera do Carrascal, principalmente a sul e a sudeste.

Segundo Almeida (2000) este sistema possui uma recarga aproximada de 3 hm³/ano, correspondendo a 10% da precipitação média local e possui saídas conhecidas para abastecimento público de cerca de 1 hm³/ano. Segundo o PGRH o balanço hídrico será de 1,44 hm³/ano.

A fácies química deste sistema de é cloretada sódica (vd. Figura 15).

Figura 15: Sistema Aquífero Pousos-Caranguejeira

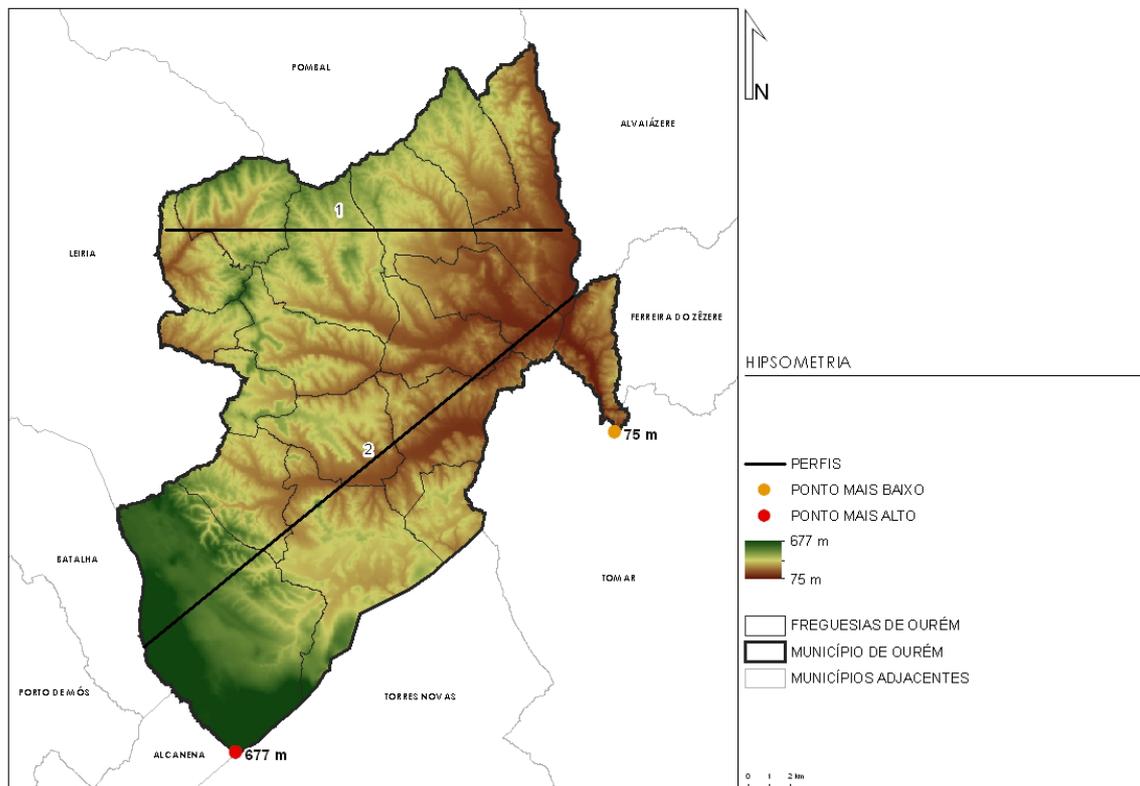


Fonte: SNIRH

4.2 Hipsometria

O concelho de Ourém possui um relevo ondulado, desenvolvendo-se entre as cotas de 75 e 677 metros (vd. Figura 16). A cota mais elevada localiza-se no sul do concelho, na freguesia de Fátima, enquanto que a cota mais baixa, situa-se na parte este do concelho, na freguesia de Formigais. É nessa área que se localizam os pontos de menor altitude, no vale do Rio Nabão e na confluência com os seus principais afluentes: Ribeira do Fárrio, Ribeira de Caxarias, Ribeira do Olival e Ribeira de Seiça. No lado oposto, localiza-se a Ribeira de Espite, afluente do Rio Lis, cujo vale apresenta também cotas menores. Apesar de ser na parte sul do concelho que existe a predominância das cotas mais elevadas (freguesia de Fátima), existem também no norte altimetrias significativas. O relevo é bastante acidentado nessa franja, na transição entre as bacias hidrográficas do Mondego, Tejo e Lis. Nas principais ribeiras do concelhom como é o caso da Ribeira de Seiça, a altitude média situa-se entre os 200 e 300 metros.

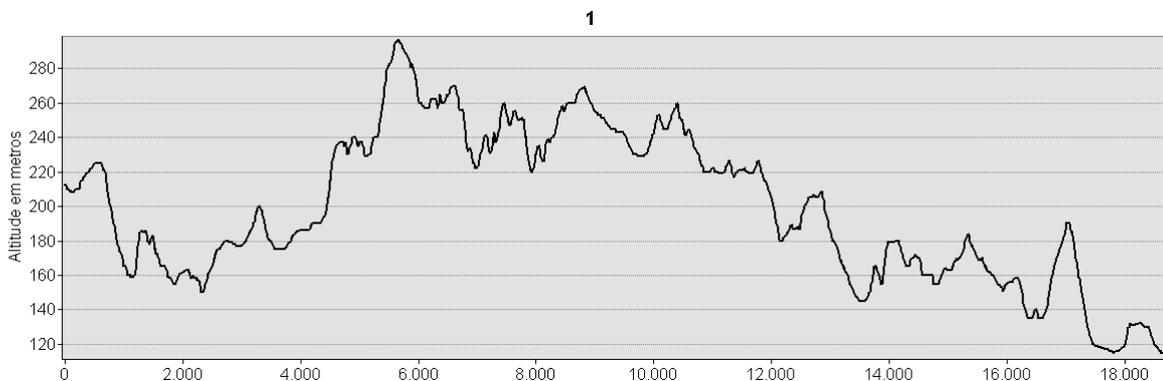
Figura 16:Hipsometria



Fonte: Município de Ourém

O corte W – E (Gráfico1), retirado da Figura 16, ilustra o carácter irregular do norte do concelho. As altitudes mais elevadas são referentes à linha de cumeada que separa a bacia hidrográfica do Tejo da bacia hidrográfica do Lis (altitude acima dos 280 m). As flutuações de altitude são referentes aos diferentes vales, por onde foi traçado o perfil, correspondendo os valores mais reduzidos ao fundo de vale, do Rio Nabão.

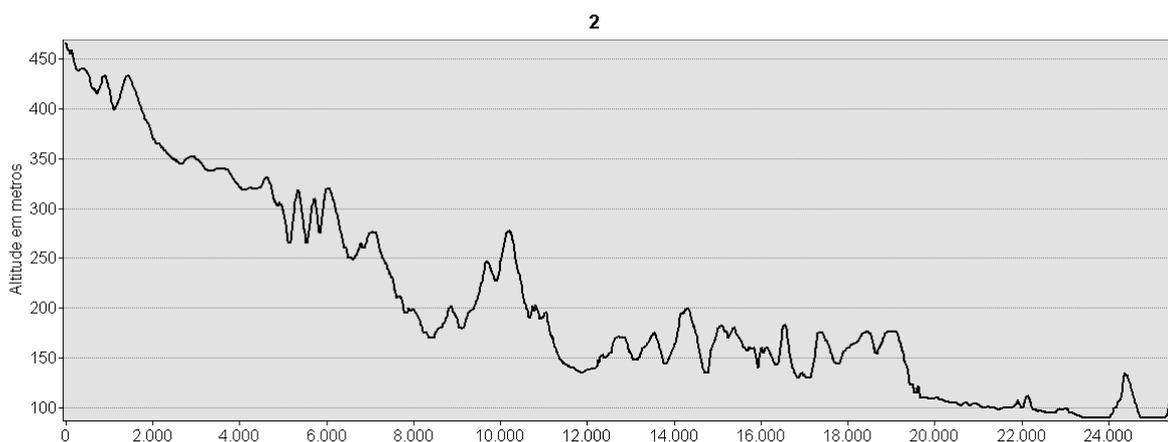
Gráfico 1: Perfil 1 – oeste – este



Fonte: Município de Ourém

O perfil N – S (Gráfico 2), também extraído da Figura 13, ilustra as diferenças altimétricas existentes entre os extremos sul e norte do concelho, com altitudes superiores a 450 m a sul, no Planalto de São Mamede (Nível das Pias), que diminuem gradualmente para norte, embora com algumas variações quando o perfil atravessa alguns dos principais vales do concelho, até ao vale do Rio Nabão, onde registam as altitudes mais baixas.

Gráfico 2: Perfil 2 – Sudoeste/Nordeste



Fonte: Município de Ourém

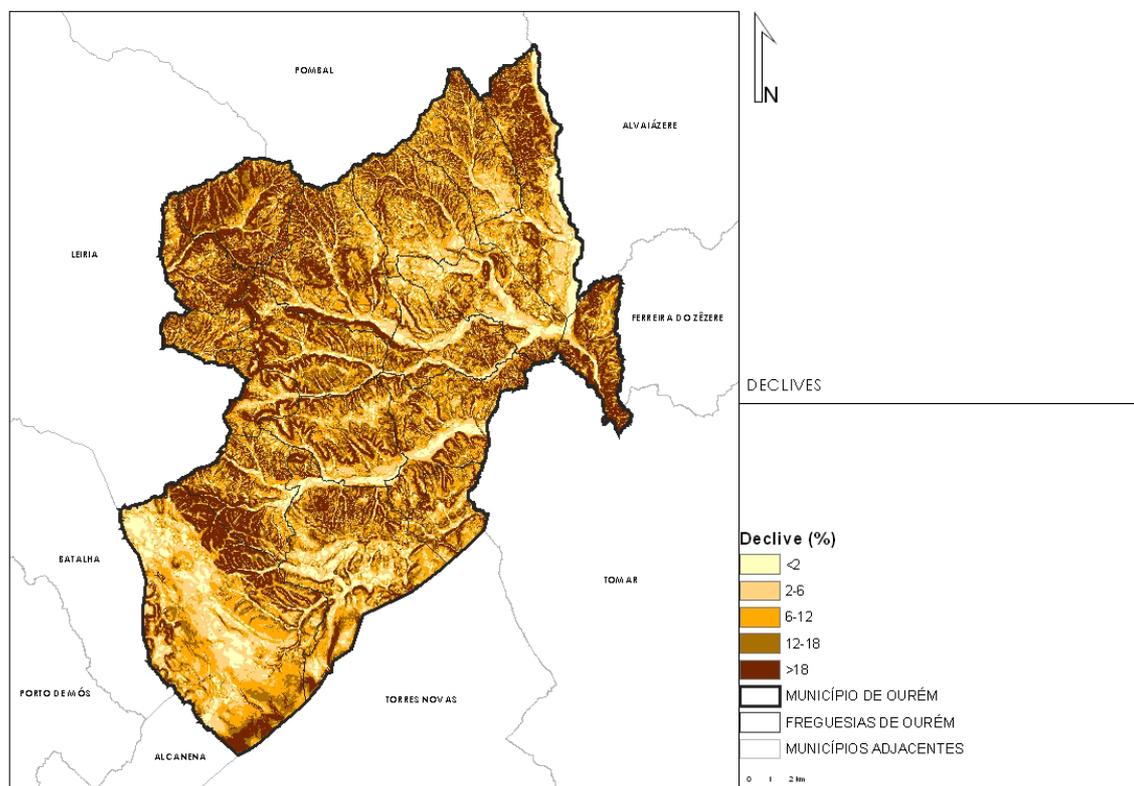
4.3 Declives

O território concelhio de Ourém é muito irregular, com apenas 11,3% da área a possuir declives inferiores a 2%, enquanto 25,85% apresenta declives superiores a 18%. Os declives menos acentuados correspondem na sua grande maioria à Plataforma de Fátima, ao fundo de vale do Rio Nabão e das principais ribeiras do concelho (Seiça, Caxarias, Caneiro, Olival, etc.). Os declives mais acentuados correspondem em parte, a vertentes existentes na Serra de Aire, Lombas de Fátima e adjacentes às principais ribeiras.

No Plano das Bacias Hidrográficas do Oeste, a variável declive aparece como parâmetro essencial na identificação das Áreas de Preferenciais de Recarga. As áreas que possuam um declive inferior a 6% e Índice de Recarga Efetiva de 6 ou 7, deverão ser consideradas como áreas preferenciais de recarga de aquífero. No Município de Ourém 27% dos declives existentes são iguais ou inferiores a 6%.

Deve-se ainda realçar que 45 % do território Ouriense possui declives inferiores a 10% e que apenas 12% possui declives superiores a 25 % (vd. Figura 17).

Figura 17: Declives



Fonte: Direcção Geral do Território

4.4 Hidrografia

A Rede Hidrográfica do Concelho de Ourém encontra-se distribuída por duas bacias hidrográficas: Bacia Hidrográfica do Rio Tejo e Bacia Hidrográfica do Rio Lis.

No concelho de Ourém existem inúmeras linhas de água com bacias hidrográficas superiores a 350 hectares, na sua grande maioria ribeiras afluentes do Rio Nabão (Bacia Hidrográfica do Tejo), o único Rio a atravessar o concelho. Entre elas destacam-se, a Ribeira do Fárrio, Ribeira da Salgueira, Ribeira de Seiça, Ribeira do Caneiro, Ribeira das Matas e Ribeira do Olival.

Na Bacia Hidrográfica do Lis, importa referir a existência da Ribeira de Espite e a Ribeira dos Sete Rios.

O Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo identifica vários Ecossistemas Aquáticos Dependentes das Águas Subterrâneas (EDAS), no município de Ourém. A maioria dos EDAS existentes é do tipo “Depósitos Sedimentares do Tejo e do Sado”. A

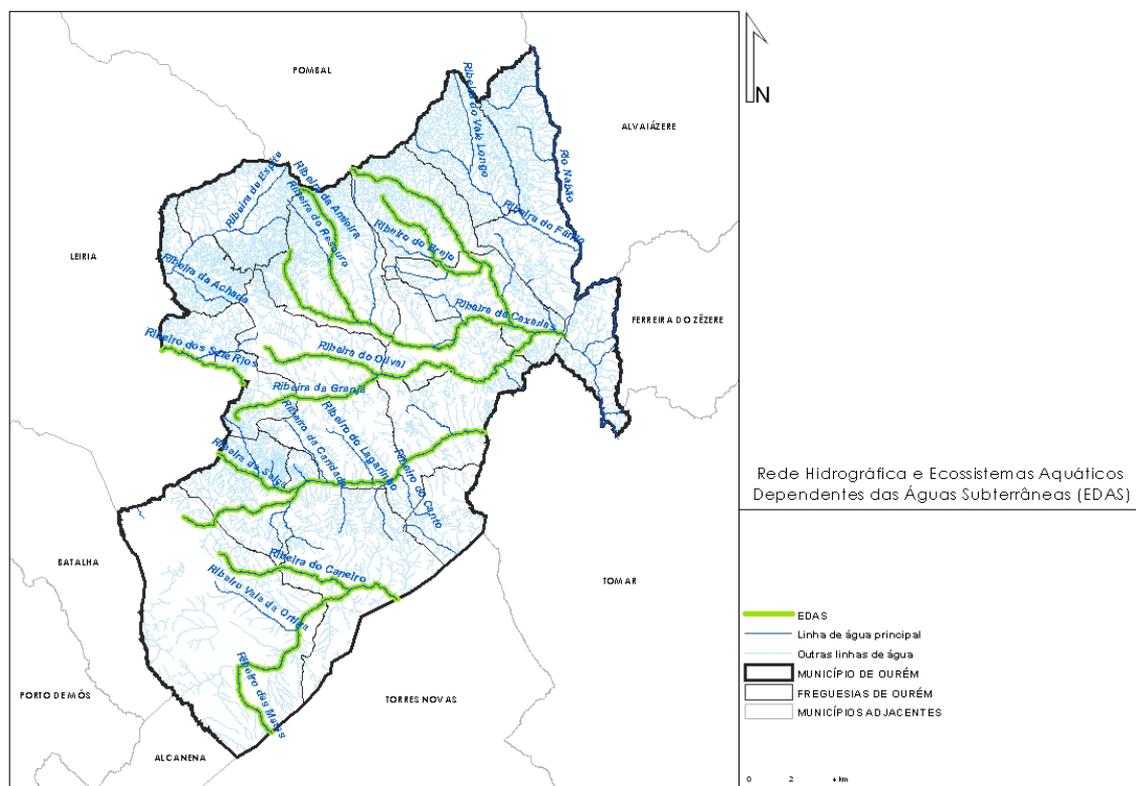
Ribeira de Sete Rios, pertencente à Bacia Hidrográfica do Lis, é a única a pertencer ao tipo “Rios do Litoral Centro”.

Dos EDAS existentes, dois encontram-se em risco, Ribeira das Matas e Ribeira do Caneiro. As restantes EDAS presente são as seguintes: Ribeira do Cuvo, Ribeira de Seiça, Ribeira da Alvega, Ribeira do Olival, Ribeira do Casal Ribeiro, Ribeira do Almo, Ribeira de Caxarias, Ribeira da Urqueira, Ribeira da Salgueira e Ribeira da Amieira.

O Plano de Gestão da Bacia Hidrográfica do Tejo ainda identifica o EDA, Cova da Areia, do Tipo “Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado”, presente na Plataforma de Fátima, em pleno Maciço Calcário Estremenho. De acordo com (Manupella, G. et al., 2000), “ na plataforma de Fátima, as grandes depressões estão ausentes, mas a superfície, onde os depósitos detríticos são frequentes, está entalhada um rede de vales desorganizada por dolinas, ou pequenas depressões fechadas ou isoladas”, por outro, segundo Alfredo Fernandes Martins, refere, “nenhum curso de água superficial, indígena ou exótico, atravessa a área do Maciço; e apenas nas zonas marginais do bloco calcário tem temporariamente uma drenagem superficial tal o caso das exurgências da Fónia, de Alvados, do Vale do Furadouro e a do canhão de Rio Maior”.

Não faz portanto sentido que se considere a EDA – Cova da Areia, quer como linha de água com uma bacia hidrográfica superior a 350 ha, quer como sendo um curso de água superficial (vd. Figura 18).

Figura 18: Rede Hidrográfica e Ecossistemas Aquáticos Dependentes das Águas Subterrâneas



Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente

5 Metodologias existentes para a delimitação das Áreas Estratégicas de Protecção e Recarga de Aquíferos (AEPRA)

Para a delimitação e identificação das Áreas Estratégicas de Protecção e Recarga de Aquíferos (AEPRA), mais precisamente na avaliação da vulnerabilidade à poluição, a declaração de rectificação n.º 71/2012, de 30 de novembro, identifica três metodologias específicas para os diferentes tipos de sistema de aquífero: O Índice de Suscetibilidade (IS), para sistemas aquíferos porosos ou com dupla porosidade, o índice de vulnerabilidade EPIK, para sistemas aquíferos cársicos e o índice de vulnerabilidade VULFRAC, para sistemas aquíferos fissurados.

A Agência Portuguesa de Ambiente propõe ainda a utilização do Índice de Recarga Efetiva, referenciado no Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste, por ser metodologia de fácil aplicação, podendo ser aplicada em qualquer tipo de sistema aquífero.

5.1 Sistemas aquíferos porosos ou com dupla porosidade (fraturados e porosos)

“Para a avaliação da vulnerabilidade específica nos sistemas aquíferos porosos ou com dupla porosidade, como é o caso dos aquíferos com comportamentos mistos (e. g. os sistemas aquíferos cársicos - porosos), é utilizado o Índice de Suscetibilidade (IS) [Ribeiro (2005) (10)], de natureza puramente intrínseco, isto é, o parâmetro ocupação do solo é retirado e os ponderadores dos outros quatro parâmetros reestimados.

O IS intrínseco 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). O IS intrínseco é dado pela expressão:

$$IS = 0,24 D + 0,27 R + 0,33 A + 0,16 T$$

A profundidade da zona não saturada (D) é a profundidade do topo do aquífero, definida como a distância vertical que um determinado poluente tem de percorrer até chegar ao aquífero. Quanto maior for a distância a percorrer pelo poluente, maiores são as hipóteses de haver uma depuração por parte do solo atravessado.

Quadro 6: Parâmetro D

Classe (m)	Valor
< 1,5	100
1,5 -4,6	90
4,6 -9,1	70
9,1 -15,2	50
15,2 -22,9	30
22,9 -30,5	20
> 30,5	10

O parâmetro recarga do aquífero (R) mede a quantidade de água que chega anualmente ao aquífero através da precipitação que se escoia verticalmente até atingir o nível freático, fazendo aumentar a quantidade de água subterrânea armazenada. O valor da recarga pode ser estimado por métodos que utilizam a equação de balanço hídrico do solo ou os que utilizam diretamente variáveis hidrogeológicas.

A escolha da metodologia depende dos dados existentes e da sua qualidade. A APA, I. P., disponibiliza alguns valores de recarga para alguns sistemas aquíferos.

A recarga é calculada no balanço hídrico do solo a partir da equação:

$$\text{Recarga} = P - E_s - ETR \pm \Delta S$$

Em que P é a precipitação, Es é o escoamento superficial, ETR a evapotranspiração real e ΔS é a variação do conteúdo de humidade do solo.

Quadro 7: Parâmetro R

Classe de Recarga (mm)	Valor
< 51	10
51 -102	30
102 -178	60
178 -254	80
> 254	90

A geologia do aquífero (A) considera que, quanto mais permeável for o material dos aquíferos, maiores são as hipóteses de contaminação das águas subterrâneas.

Quadro 8: Parâmetro A

Classe	Valor	Valor típico
Xisto argiloso, argilito	10 -30	20
Rocha metamórfica/ígnea	20 -50	30
Rocha metamórfica/ígnea alterada	30 -50	40
«Till» glacial	40 -60	50
Arenito, calcário e argilitos estratificados	50 -90	60
Arenito maciço	40 -90	60
Calcário maciço	40 -90	80
Areia e balastro	40 -90	80
Balastro	20 -100	90

A topografia (T) define os declives do terreno que, quanto mais elevados forem, menor é a infiltração. Deste modo, declives mais atenuados promovem uma maior infiltração e transporte dos contaminantes para as águas subterrâneas.

Quadro 9: Parâmetro T

Classe (%)	Valor
< 2	100
2 -6	90
6 -12	50
12 -18	30
> 18	10

Após a classificação dos vários parâmetros (D, R, A, T) é efetuada a soma ponderada de acordo com a equação para o cálculo do IS. Quanto maiores forem os valores finais de IS obtidos, tanto maior é a probabilidade de determinada área ser mais vulnerável à contaminação das águas subterrâneas.

A classificação dos valores de IS é, de seguida, efetuada em função da sua vulnerabilidade.

Para efeitos de delimitação da REN consideram-se as áreas mais vulneráveis à poluição dos aquíferos porosos ou de dupla porosidade tomando os valores de IS correspondentes às classes de extremamente vulnerável a elevada."

Quadro 10: Classificação de Vulnerabilidade

IS	Vulnerabilidade
> 90	Extremamente vulnerável
80-90	Muito elevada
70-80	Elevada
50-60	Moderada a baixa
60-70	Moderada a alta
40-50	Baixa
30-40	Muito baixa
< 30	Extremamente baixa

5.2 Sistemas aquíferos cársicos

“No caso dos sistemas aquíferos cársicos considera-se o índice de vulnerabilidade EPIK, método desenvolvido especificamente para a avaliação da vulnerabilidade deste tipo de aquíferos Doerfliger e Zwahlen (1997). Este índice considera a geologia cársica dos aquíferos, a geomorfologia e as características hidrogeológicas.

O índice é construído com base nos seguintes quatro parâmetros: epicarso (E), cobertura de proteção (P), condições de infiltração (I) e grau de desenvolvimento da rede cársica (K).

A cada parâmetro é atribuído um valor segundo, uma classificação que tem em conta o impacto potencial da poluição.

Quadro 11: Parâmetro E

Epicarso	Aspetos da geomorfologia cársica	Classificação
E1	Sumidouros, dolinas, afloramentos muito fraturados	1
E2	Zonas intermediárias no alinhamento de dolinas, vales secos, afloramentos com fraturação média	3
E3	Ausência	4

Quadro 12: Parâmetro P

Cobertura de proteção	Espessura do solo acima do aquífero cársico	Classificação
P1	0 cm -20 cm	1
P2	20 cm -100 cm	2
P3	1 m -8 m	3
P4	> 8m	4

Quadro 13: Parâmetro I

Condições de infiltração	Tipo	Classificação
I1	Cursos de água de caráter perene ou temporário que alimentam sumidouros e dolinas	1
I2	Áreas em bacias hidrográficas com inclinação > 10 % em áreas cultivadas e > 25 % em prados e pastagens	2
I3	Áreas em bacias hidrográficas com inclinação < 10 % em áreas cultivadas e < 25 % em prados e pastagens	3
I4	A restante área da bacia hidrográfica	4

Quadro 14: Parâmetro K

Rede cársica	Grau de desenvolvimento	Classificação
K1	Moderado a muito desenvolvido	1
K2	Fraco	2
K3	Aquíferos sem carsificação	3

Após a classificação dos vários parâmetros (E, P, I, K) é efetuada a soma ponderada de acordo com a seguinte expressão:

$$F = 3 E_i + P_j + 3 I_k + 2 K_l$$

Efetua-se por fim a classificação dos valores do EPIK em função da sua vulnerabilidade. Para efeitos de delimitação da REN consideram-se as áreas mais vulneráveis à poluição dos aquíferos cársicos tomando os valores de EPIK correspondentes às classes de vulnerabilidade muito alta a alta."

Quadro 15: Classificação de Vulnerabilidade

Índice EPIK	Vulnerabilidade
≤ 19	Muito alta
19 < F < 25	Alta
> 25	Moderada a baixa

5.3 Índice de Recarga Efetiva

O Índice de Recarga Efetiva (I_{Ref}) é definido do seguinte modo:

$$I_{Ref} = (1 \cdot L_p + 1 \cdot D + 3 \cdot ZV) / 5$$

L_p – Recarga potencial

D – Declive da superfície topográfica

ZV – zona vadosa

Este índice toma o valor mínimo de 1 e o valor máximo de 9,8. A identificação e delimitação das áreas estratégicas de proteção e recarga de aquíferos, para efeitos de integração da REN, deverá integrar áreas com:

- IRef igual a 8 e 9, independentemente do declive;
- IRef igual 6 e 7 em áreas com declive inferior a 6%.

Parâmetros:

Recarga potencial (Ip):

Este parâmetro é calculado ao nível do solo. De modo a calculá-lo foram tidos em conta apenas dois fatores, a precipitação média anual e os valores de recarga referentes à geologia do aquífero.

O parâmetro deverá ser classificado do seguinte modo:

Quadro 16: Recarga potencial ao nível do solo

Recarga potencial (mm/ano)	<51	51-102	102-178	178-254	>254
Valor	1	3	6	8	9

Declive da superfície topográfica (D):

O declive promove o escoamento lateral ao nível do contato com o solo, ou do rególito com a rocha subjacente. Os declives mais acentuados estão associados a vales profundos e estreitos, correspondendo geralmente a uma maior espessura da zona vadosa.

59

Quadro 17: Declive da superfície topográfica

Declive (%)	<2	2-6	6-12	12-18	>18
Índice	10	9	5	3	1

Litologia e estrutura da zona vadosa(ZV):

Trata-se parâmetro que está diretamente relacionado com a natureza e permeabilidade vertical da zona vadosa nas formações hidrogeológicas.

Quadro 18: Índices atribuídos à zona vadosa das várias litologias no OVT (quadro de referencia regional 2009)

Litologia da zona vadosa	Índice
Dunas, areia de duna e de praia	10
Terraços e aluviões arenosas	8 10
Lodos e argilas	1
Depósitos do MCE	2 5
Depósitos do pliocénico	3 6
Areias e argilas de pombal e rendinha (miocénico)	3 5
Miocénico da bacia do tejo	5 7
Complexo detrítico e calcário do paleogénico	3
Complexo vulcânico de lisboa	2
Calcários do Cretácico médio (calcários com rudistas)	4 6
Calcários margosos e margas do Cretácico inferior (belasiano)	3 4
Grés do Cretácico inferior	3 6
Grés superior com restos de vegetais e dinossauros do jurássico superior	3 4
Calcários carsificados do jurássico superior: Camadas de montejunto, calcários de amaral e calcários de ota e alenquer	6 8
Outras formações do jurássico superior	3 4
Calcários e calcários dolomíticos e formação de candeeiros do jurássico médio	8 10
dolomitos, calcários e calcários dolomíticos do jurássico inferior	6 7
formação dagorda	1
Grés de silves do triásico	2
Quartzitos	3
Rochas fraturadas e fissuradas (igneas e metamórficas)	2

6 Resultados

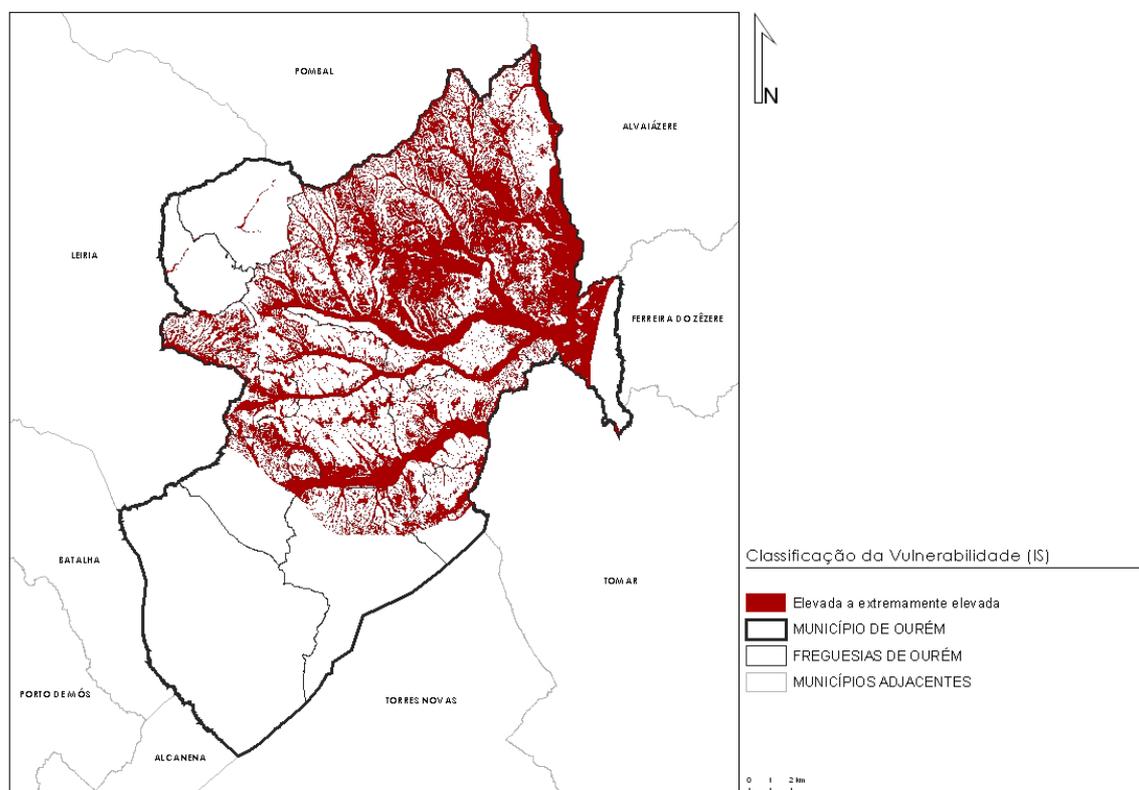
6.1 Índice de Suscetibilidade e EPIK

Os índices de suscetibilidade – IS e o EPIK encontram-se descritos no estudo “Delimitação de áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos no âmbito da Reserva Ecológica Nacional”.

6.1.1 Índice de Suscetibilidade

O relatório “Delimitação de áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos no âmbito da Reserva Ecológica Nacional”, ao calcular o Índice de Suscetibilidade – IS aponta para uma área favorável de recarga de 12291,4 ha, correspondendo a 30% da área do Município de Ourém (vd. Figura 19).

Figura 19: Classificação da Vulnerabilidade (IS)



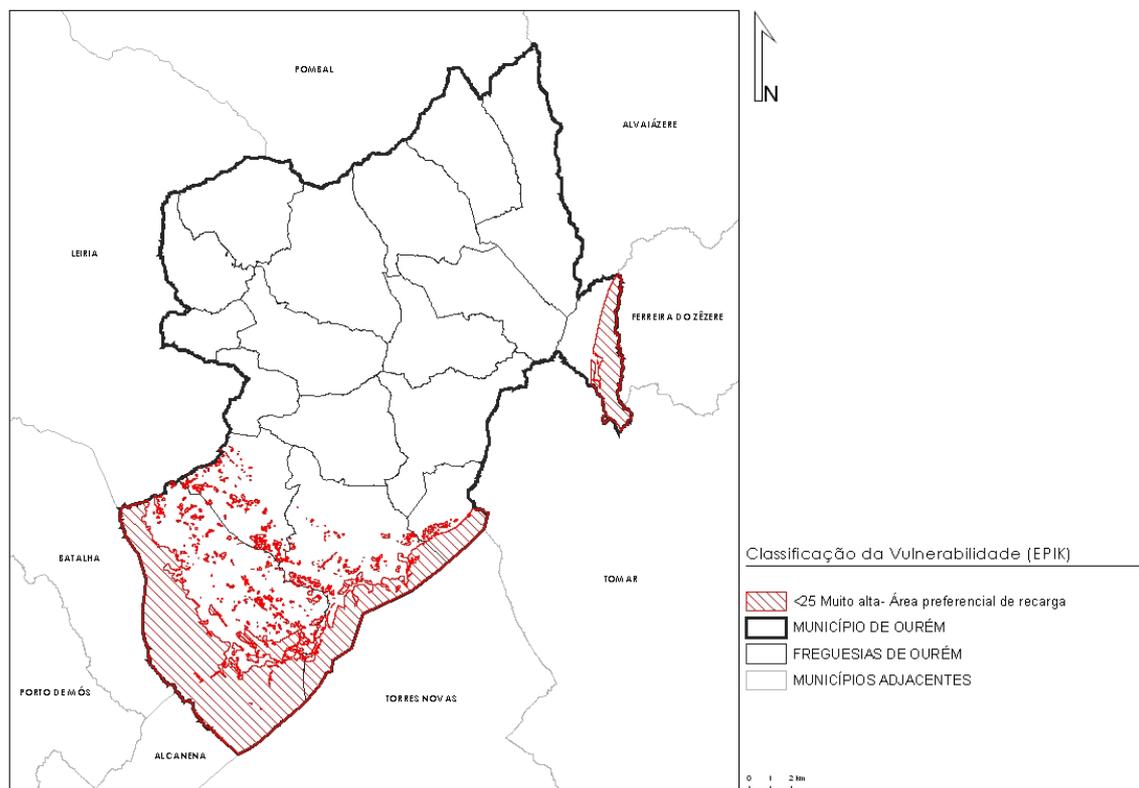
Fonte: EcoinTEGRAL

Ao analisar a figura 19, concluímos que quase todos os vales existentes no município de Ourém, com a exceção do Vale da Ribeira de Espite, possuem uma Vulnerabilidade Elevada a Extremamente Elevada. Tendo em atenção as características específicas do território, e analisando o resultado final da classificação da vulnerabilidade IS, todas as áreas com declive pouco acentuado possuem características favoráveis a recarga dos aquíferos. Podemos ainda verificar a existência de áreas com valor IS elevado com declives que podem atingir os 10%.

6.1.2 EPIK

O relatório “Delimitação de áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos no âmbito da Reserva Ecológica Nacional”, ao calcular o Índice EPIK, para o sistema do Maciço Calcário Estremenho e de Sicó – Alvaiázere, aponta para uma área de recarga de 6137 ha, correspondendo a 48% da área destes sistemas e 15% da área do município de Ourém (vd. Figura 20).

Figura 20: Classificação da Vulnerabilidade (EPIK)



Fonte: Ecointegral

Ao analisarmos a figura anterior, denotamos que, todas as áreas do Jurássico Médio (muito carsificadas), localizadas no Maciço Calcário Estremenho e no de Sicó – Alvaiázere, estão identificados como possuindo um grau muito alto de vulnerabilidade. A Plataforma de Fátima e os vales existentes na Plataforma de Fátima, não referidos como sendo Áreas Preferenciais de Recarga.

62

6.2 Recarga Efetiva (IRef)

O Índice de Recarga Efetiva (IRef) foi calculado internamente, pela equipa técnica que desenvolve o projeto de revisão do PDM de Ourém pelo que os seus resultados serão descritos na integra nos pontos capítulos seguintes.

6.2.1 Parâmetro LP

Este parâmetro é calculado ao nível do solo, tendo-se tido em conta dois fatores: a precipitação média anual e os valores de recarga referentes à geologia do aquífero. Ou

seja, o parâmetro LP resulta da reclassificação do produto da precipitação pelo valor de recarga.

a) Recarga Média Anual

A atribuição dos valores de recarga é revela-se difícil, devido à diversidade de fontes existentes, e aos valores díspares de recarga atribuídos pelos diferentes autores.

Os valores de recarga de aquífero existentes reportam ao aquífero, e não tanto à litologia. Desse modo torna-se difícil diferenciar dentro de um sistema aquífero recargas diferentes, embora existam litologias distintas.

Na bibliografia de referência são, assim, referidos diferentes valores de recarga média anual para o aquífero de Ourém. Segundo Paralta (1995) este aquífero apresenta uma taxa de recarga entre os 10 a 15%, sendo que estes valores são referentes apenas aos afloramentos dos arenitos cretácicos (Formação de Figueira da Foz). Por sua vez Oliveira e Lobo Ferreira (1994) apontam para uma taxa de recarga de 43%, enquanto que para Almeida (2000) esse valor será de apenas 5%.

Mais recentemente, em 2012, o PGRH do Tejo refere que o valor aproximado de recarga se encontra mais próximo dos 19% da precipitação.

No que respeita ao Maciço Calcário Estremenho, os autores de referência também não são consensuais.

Segundo Almeida (1992), Crispim e Romariz (1990), a recarga do aquífero será na ordem dos 50% enquanto que Novo (1991) aponta para um valor aproximado de 37 a 43%. O Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste (2012), com dados mais recentes, aponta para uma recarga de 61% da precipitação.

Ao contrário do que ocorre com os aquíferos anteriores, a bibliografia existente para o Aquífero de Sicó – Alvaiázere e de Pousos – Caranguejeira é mais escassa. Oliveira e Lobo (1994) apontam para uma recarga para o aquífero Sicó – Alvaiázere na ordem dos 40%, enquanto que em Almeida et. al (2000) , o aquífero Pousos – Caranguejeira é apontado como possuindo uma recarga de 10%.

Optou-se por considerar os valores de recarga mais recentes (vd. Quadro 19)

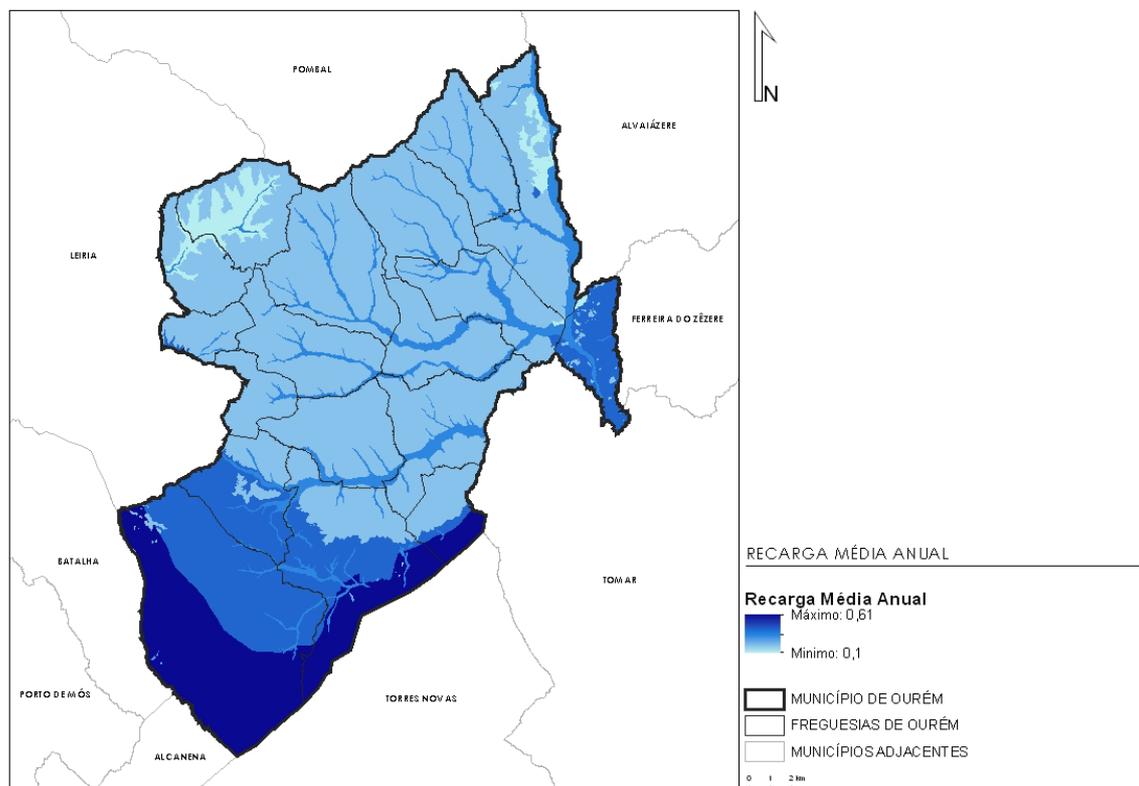
Quadro 19: Recarga Média Anual por unidade litológica

Unidade Litológica	Recarga Média Anual (%)	Fonte:
Aluviões (Holocénico)	33	a)
Depósitos areníticos e terra rossa do Maciço Calcário Estremenho (Holocénico)	27	Valor ponderado
Depósitos de terraços fluviais (Plistocénico)	33	a)
Grupo de Barracão (Pliocénico)	19	a)
Arenitos de Ourém (Miocénico Superior)	19	a)
Calcários margosos de Ourém e Batalha (Cretácico Superior)	19	a)
Formação de Figueira da Foz (Cretácico Inferior a Superior)	19	a)
Camadas de Alcobaça (Jurássico Superior)	10	b)
Camadas de Cabaços e de Montejunto indiferenciadas (Jurássico Superior)	40	c)
Calcários de Moleanos (Jurássico Médio)	61	d)
Calcários de Vale da Serra (Jurássico Médio)	61	d)
Calcários e dolomitos de Montinhoso (Jurássico Médio)	61	d)
Calcários oolíticos de Fátima (Jurássico Médio)	61	d)
Dolomitos de Furadouro (Jurássico Médio)	61	d)
Formação de Degracias (Jurássico Médio)	40	c)
Formação de Senhora da Estrela (Jurássico Médio)	40	c)
Formação de Serra de Aire (Jurássico Médio)	61	d)

- a) Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo
- b) Almeida et al (2000)
- c) Oliveira & Lobo Ferreira, (1994)
- d) Plano de Gestão da Bacia Hidrográfica das Ribeira dos Oeste

Como se pode observar de seguida, os valores de recarga são mais elevados no sul do concelho (vd. Figura 21), referentes ao aquífero do Maciço Calcário Estremenho, concretamente nas formações do Jurássico Médio. Os valores de recarga mais reduzidos, reportam às Camadas de Alcobaça, presentes no fundo de vale da Ribeira de Espite e na freguesia de Freixianda.

Figura 21: Recarga Média Anual



Fonte: CMO

b) Precipitação

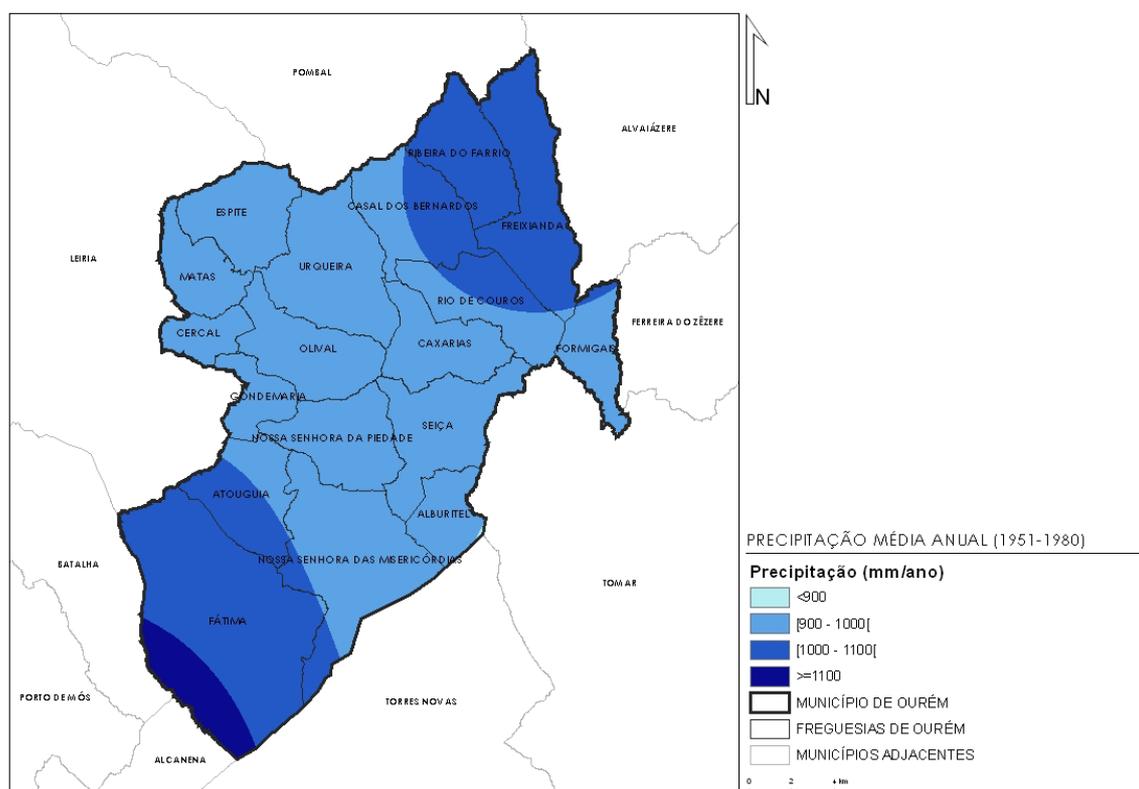
Existem diferentes metodologias que podem ser utilizadas na elaboração de um mapa de precipitação. Optou-se pela utilização de um mapa de precipitação simples, calculado através interpolação do tipo IDW, com dados do SNIRH (2013) ou do INMG (1991). Descuraram-se outras metodologias mais complexas, tais como regressão linear simples ou múltipla, pois acredita-se que não acrescentam mais-valias ao processo. Foram utilizados dados de precipitação referentes às normais climatológicas para os períodos intercalares de 1951-1980 (INMG) e 1971 – 2000 (vd. Quadro 20).

Quadro 20: Estações do SNIRH e APA

Estações	Precipitação (mm)	
	1951 a 1980	1971-2000
Aljubarrota	Ausência de dados	833,79
Alvaiázere	Ausência de dados	1189,57
Freixianda	1014,8	939,7
Leiria	922,7	Ausência de dados
Minde	1201,5	1160,53
Pombal	1004,8	948,38
Rego da Murta	Ausência de dados	1018,52
Tomar	787,9	841,77

Uma das dificuldades encontradas deveu-se à ausência de informação para um período mínimo de 30 ano. No “Relatório de Delimitação de Áreas Estratégicas de Proteção e Recarga de Aquíferos, no âmbito da Reserva Ecológica Nacional”, foram utilizados dados de precipitação referentes ao período de 1951-1980 (vd. Figura 22).

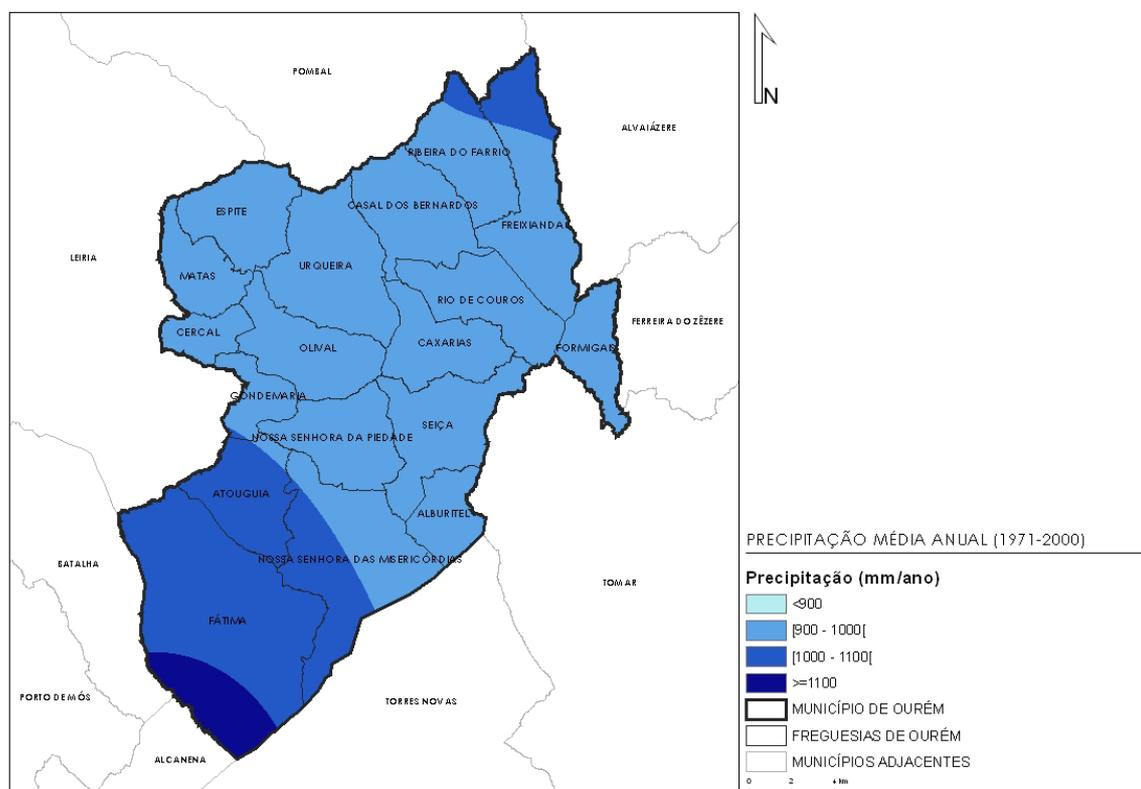
Figura 22: Precipitação média anual (1951-1980)



Fonte: IPMA

Procurou-se obter dados de precipitação mais recentes, de preferência das mesmas estações utilizadas no período de 1951-1980, mas para o período 1971-2000. Não foi possível utilizar a estação de Leiria, devido à ausência de informação para esse período. Obteve-se, para o período 1971-2000, dados referentes a estações nas proximidades do concelho de Ourém, com uma distribuição plausível. Apesar do esforço, só foi possível obter informação de precipitação para as estações assinaladas no Quadro 19 (vd. Figura 23).

Figura 23: Precipitação média anual (1971-2000)

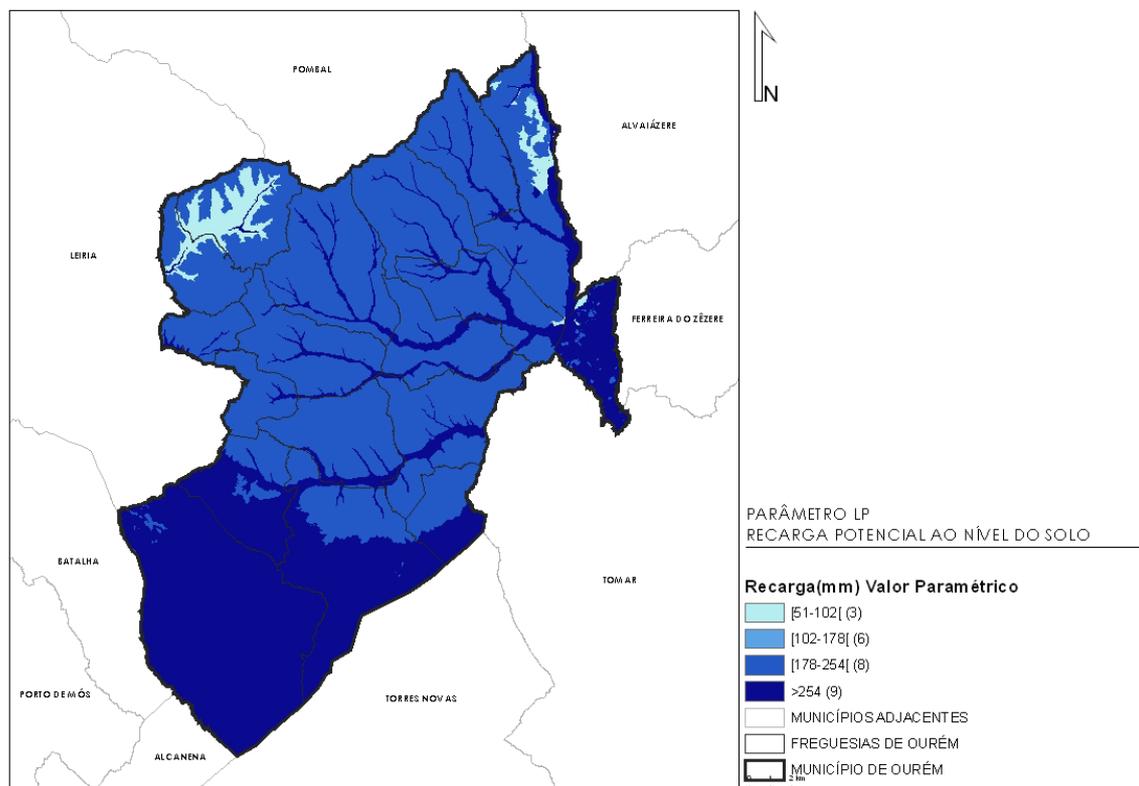


Fonte: APA

Comparando as Figuras 22 e 23 denota-se um aumento, no centro – este, e uma diminuição da precipitação no nordeste do concelho.

Tal como a Figura 24 pretende ilustrar, os valores do parâmetro L_p são mais elevados no Maciço Calcário Estremenho, em Formigais (Sicó – Alviázere) e nas baixas aluvionares. Pode-se concluir ainda que, a recarga potencial ao nível do solo, é bastante elevada na totalidade do concelho de Ourém, com valores de recarga acima dos 178 mm. A única excepção ocorre nas áreas cuja litologia é referente a camadas de Alcobaça, cuja recarga varia entre 51-102 mm.

Figura 24: Parâmetro LP – Recarga Potencial ao nível do Solo

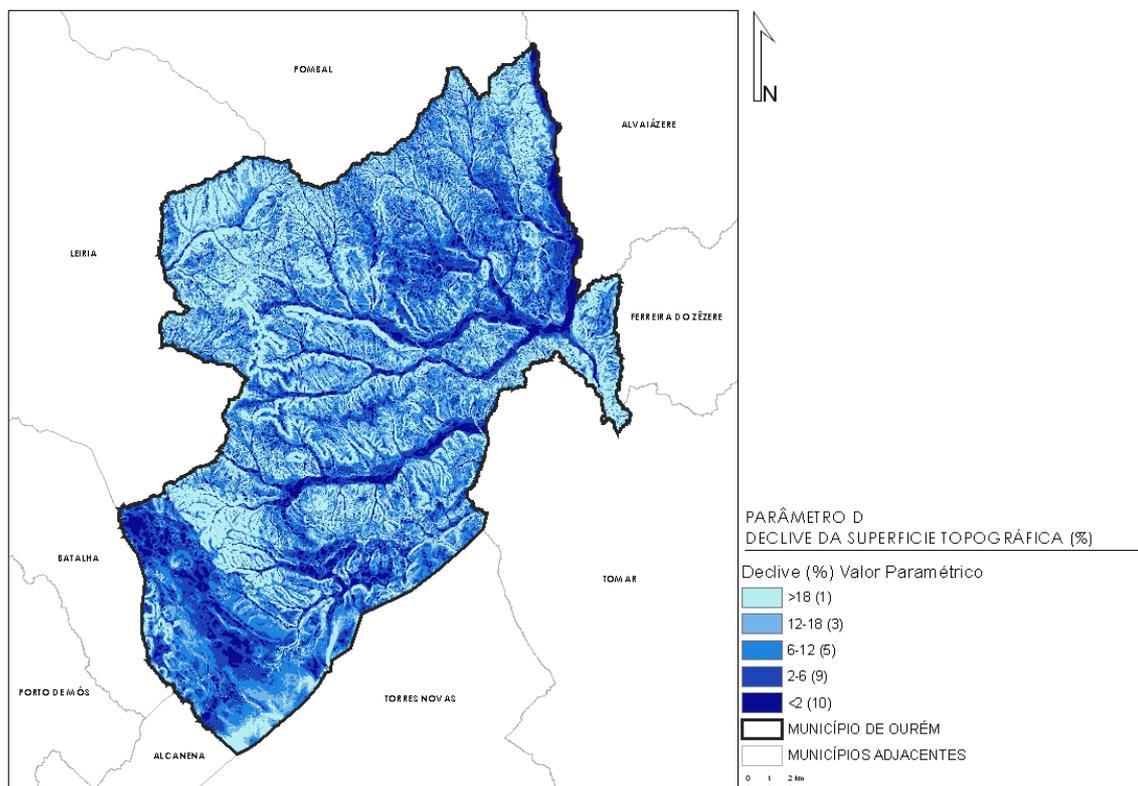


Fonte: Município de Ourém

6.2.2 Parâmetro D

O parâmetro D resulta de uma reclassificação simples do mapa de declives do concelho, pelo não será de estranhar que os valores mais elevados correspondam aos fundos de vale das principais linhas de água do território municipal, e a grande parte da plataforma de Fátima. Por outro lado, os valores mais reduzidos correspondem a áreas mais declivosas, como por exemplo as lombas de Fátima e a Serra de Aire (vd. Figura 25).

Figura 25: Parâmetro D – Declive da Superfície Topográfica



Fonte: Município de Ourém

6.2.3 Parâmetro ZV

Já o Parâmetro ZV, referente à litologia e estrutura da zona vadosa, têm como base as características de permeabilidade nas formações hidrogeológicas (vd. Quadro 21 e 22).

Quadro 21: Valores paramétricos segundo diferentes fontes atribuídos às diferentes litologias existentes no Município de Ourém

Unidade Litológica	a)	b)	c)
Aluviões (Holocénico)	9	8	8-10
Depósitos areníticos e terra rossa do Maciço Calcário Estremenho (Holocénico)	4	-	2-5
Depósitos de terraços fluviais (Plistocénico)	9	8	8-10
Grupo de Barracão (Pliocénico)	6	8	3-6
Arenitos de Ourém (Miocénico Superior)	-	6	5-7
Calcários margosos de Ourém e Batalha (Cretácico Superior)	4	7	4-6
Formação de Figueira da Foz (Cretácico Inferior a Superior)	5	6	3-6
Camadas de Alcobaça (Jurássico Superior)	3	5	3-4
Camadas de Cabaços e de Montejunto indiferenciadas (Jurássico Superior)	7	7	6-8
Calcários de Moleanos (Jurássico Médio)	9	-	8-10
Calcários de Vale da Serra (Jurássico Médio)	-	-	8-10
Calcários e dolomitos de Montinhos (Jurássico Médio)	-	-	8-10
Calcários oolíticos de Fátima (Jurássico Médio)	-	-	8-10
Dolomitos de Furadouro (Jurássico Médio)	9	-	8-10
Formação de Degracias (Jurássico Médio)	-	-	8-10
Formação de Senhora da Estrela (Jurássico Médio)	-	9	8-10
Formação de Serra de Aire (Jurássico Médio)	9	-	8-10

- a) Riscos de cheia e de movimentos de vertente no concelho da Batalha
- b) Delimitação de áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos no âmbito da Reserva Ecológica Nacional
- c) Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas do Oeste

O Quadro 21 apresenta os valores de permeabilidade das formações hidrogeológicas existentes no município de Ourém, numa escala de 0 a 10, desde o menos ao mais permeável, tendo como referencia três trabalhos diferentes.

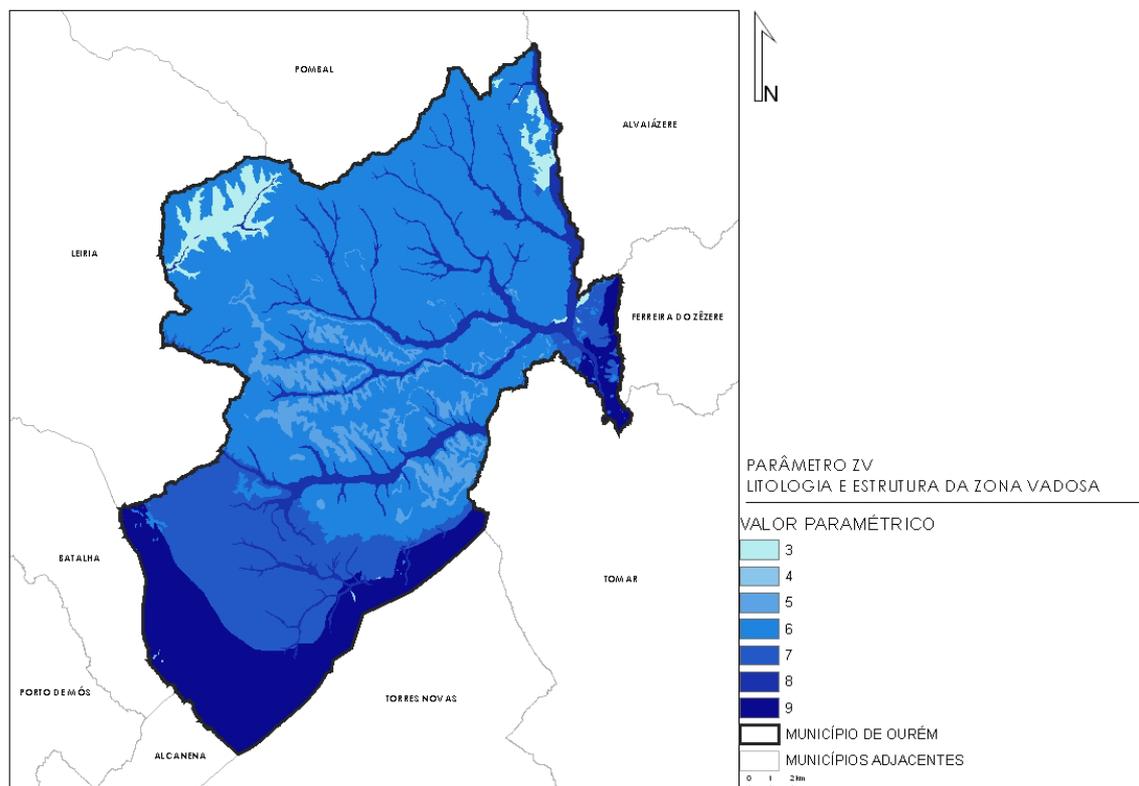
Por seu turno, o Quadro 22 foi elaborado tendo em conta os valores médios apresentados pelos diferentes trabalhos referenciados no Quadro 21.

Quadro 22: Valores paramétricos atribuídos ao parâmetro ZV

Unidade Litológica	Valor paramétrico
Aluviões (Holocénico)	8
Depósitos areníticos e terra rossa do Maciço Calcário Estremenho (Holocénico)	4
Depósitos de terraços fluviais (Plistocénico)	8
Grupo de Barracão (Pliocénico)	6
Arenitos de Ourém (Miocénico Superior)	6
Calcários margosos de Ourém e Batalha (Cretácico Superior)	5
Formação de Figueira da Foz (Cretácico Inferior a Superior)	6
Camadas de Alcobaça (Jurássico Superior)	3
Camadas de Cabaços e de Montejunto indiferenciadas (Jurássico Superior)	7
Calcários de Moleanos (Jurássico Médio)	9
Calcários de Vale da Serra (Jurássico Médio)	9
Calcários e dolomitos de Montinhoso (Jurássico Médio)	9
Calcários oolíticos de Fátima (Jurássico Médio)	9
Dolomitos de Furadouro (Jurássico Médio)	9
Formação de Degracias (Jurássico Médio)	9
Formação de Senhora da Estrela (Jurássico Médio)	9
Formação de Serra de Aire (Jurássico Médio)	9

Reclassificou-se carta geológica do município de Ourém (vd. figura 26) com os valores paramétricos do Quadro 22.

Figura 26: Parâmetro ZV – Litologia e Estrutura da Zona Vadosa



Fonte: Município de Ourém

Analisando o Quadro 22 e a Figura 26, percebe-se que os valores paramétricos de ZV são mais elevados nos calcários do Jurássico Médio, localizados no Maciço Calcário Estremenho e de Sicó – Alvaiázere, nomeadamente nas partes sul e este do Município de Ourém. Os valores de ZV mais reduzidos são, uma vez mais, referentes às Camadas de Alcobaça.

6.2.4 Cálculo da Recarga Efetiva

O índice de Recarga Efectiva é calculado do seguinte modo:

$$I_{Ref} = (1 \cdot I_p + 1 \cdot D + 3 \cdot ZV) / 5$$

I_p – Recarga potencial

D – Declive da superfície topográfica

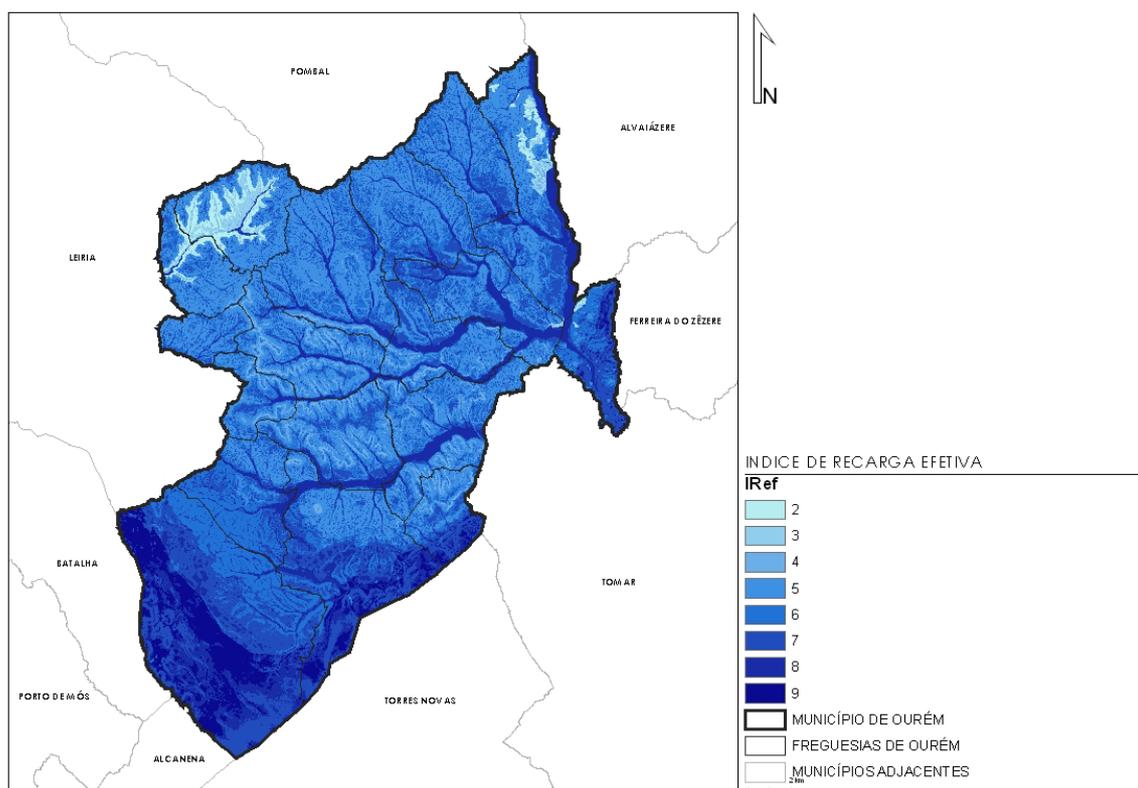
ZV – zona vadosa

O resultado obtido encontra-se ilustrado na figura seguinte. Ao analisarmos esse resultado, da aplicação do Índice de Recarga Efetiva, deparamo-nos com valores de

recarga mais elevados no Maciço Calcário Estremenho e de Sicó – Alvaiázere, bem como nos fundos aluvionares.

Os valores mais reduzidos de recarga são referentes ao vale da Ribeira de Espite, assim como em algumas áreas da Freixianda, onde se pode encontrar as Camadas de Alcobaça, que são constituídas essencialmente por calcários margosos e arenitos (vd. Figura 27).

Figura 27: Índice de Recarga Efetiva



Fonte: Município de Ourém

6.3 Área a Integrar em REN

Segundo o Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste, a identificação e delimitação das áreas estratégicas de proteção e recarga dos aquíferos deve abranger:

- As classes de Recarga efetiva mais elevadas (IREF), independentemente do declive (ou seja as classes 8 e 9);
- As áreas com declive inferior a 6% e com valores IREF de 6 ou 7.

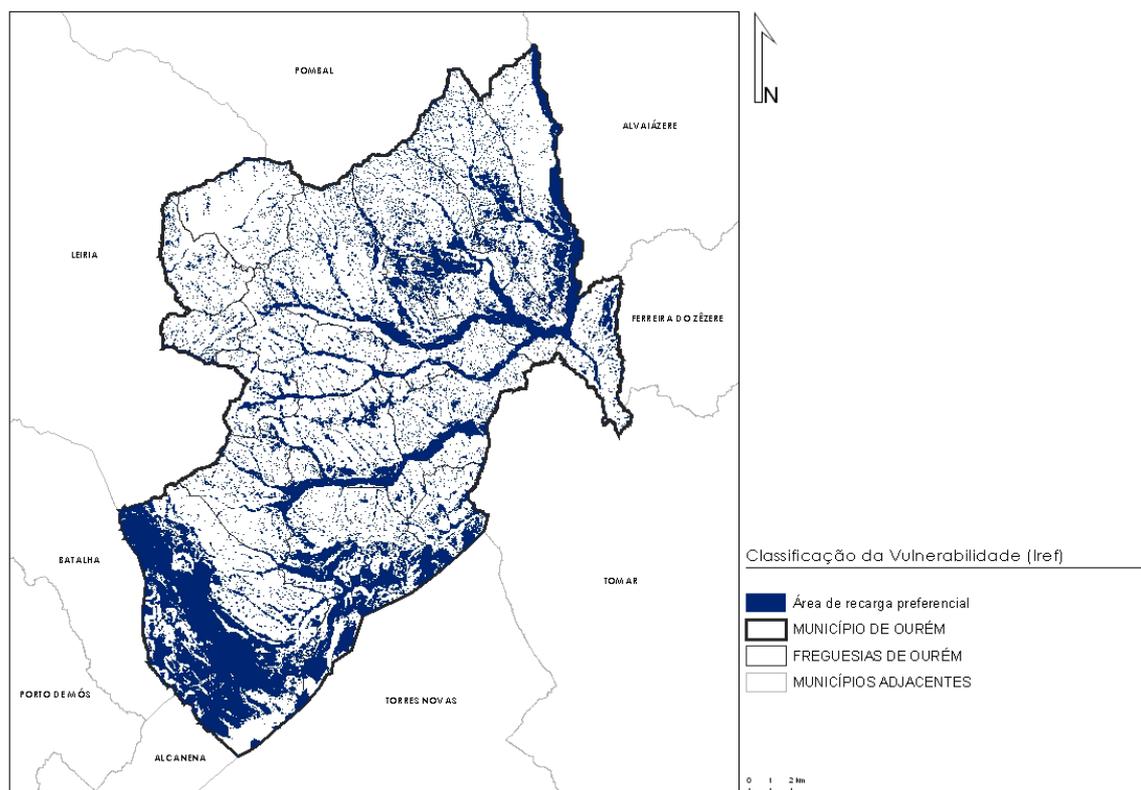
Respeitando os critérios acima referidos, identificaram-se 13159 ha de áreas que possuem as características necessárias para serem integradas em REN. Estas áreas são, na sua grande maioria, áreas aplanadas, ou seja, integram o topo de vertentes ou fundo de vales.

São espaços descontínuos, constituindo um conjunto fragmentado de polígonos de diferentes dimensões, resultando da exclusão das áreas com declives superiores a 6%.

Ao não integrar-se as áreas com declive superior a 6%, nas classes Iref 6 e 7, está-se a excluir áreas de recarga importantes, nomeadamente no cársico. Por exemplo, ao aplicar-se tal procedimento, exclui-se grande parte da Serra de Aire e de Sicó – Alvaiázere.

Por outro lado, ao integrar-se áreas com declive pouco acentuado, no Cársico, estão-se a integrar áreas com solos pouco permeáveis, como é o caso das camadas de Terra Rossa (vd. Figura 28).

Figura 28: Área de recarga preferencial



Fonte: Município de Ourém

Dos 13159 ha delimitados, apenas 7487, 5 ha, são da classe Iref 8 e 9, referentes em grande parte a baixas aluvionares e à plataforma de Fátima. Trata-se de uma plataforma

pouco Carsificada, quando comparada com a Serra de Aire, pertencente, por sua vez, ao Batoniano (Jurássico médio), estando identificadas nela várias cavidades cársicas.

Se fossem excluídas a totalidade das áreas calculadas através do Índice de Recarga Efectiva, referente às das classes Iref superiores 6, 63,4% do município seria considerado como Área Estratégica de Recarga e Protecção de Aquíferos, com a totalidade do Maciço Calcário Estremenho a integrar esta variável, conjuntamente com e a maioria dos espaços com declive inferior a 10%.

De referir ainda que, as áreas em Reserva Ecológica Nacional delimitadas no Plano Director Municipal em Vigor, referentes aos sistemas Cabeceiras de Linha de Água e Áreas de Máxima Infiltração, são de 17155,21 ha.

Se comparados o resultado do Iref, com os subsistemas da REN em vigor, deparamo-nos com uma diminuição de 3996 ha. Caso se optasse pela integração de todas as áreas com Iref superior a 6, ocorreria um aumento de área de 9240 ha.

O estudo "Delimitação de áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos no âmbito da Reserva Ecológica Nacional", que segue a metodologia do DL. n.º 239/2012 de 2 de novembro), identifica 18428,8 ha que deverão ser integrados em REN, sendo que destes, 12291,4 ha foram identificados pela metodologia IS (Bacias sedimentares), enquanto 6137,4 foram calculados a partir do EPIK (Cársico). Caso fosse considerado o estudo elaborado pelo consultor que apoiou a equipa técnica (Peralta, 2013), resultaria um aumento de 1273,59 ha de AEPR, em relação à REN em vigor.

Tendo em conta esse resultado, considera-se que os resultados obtidos pela metodologia EPIK eram os que melhor se adequavam à realidade, visto que as áreas mais aplanadas da plataforma de Fátima se encontram preenchidas por solos aluviados, possuindo assim alguma permeabilidade. Nas áreas de afloramentos rochosos, algumas mais declivosas, pode-se encontrar um maior número de algares e de campos de lápiás, pelo que deverão ser tidas também em conta.

No que respeita à bacia hidrografia de Ourém deve optar-se pelo método da recarga efetiva, visto os resultados obtidos através desta metodologia serem mais realista do que a obtida pela metodologia IS.

7 Delimitação da proposta de Área de Recarga de aquíferos

Como justificado, de modo a elaborar uma proposta de Áreas Estratégicas de Recarga de Aquíferos, considerou-se que a metodologia EPIK é aquela que melhor se adequa aos Aquíferos Cársicos, (MCE e de Sicó – Alvaiázere), enquanto o Índice de Recarga Efetiva é o mais adequado para os restantes aquíferos, Ourém e de Pousos – Caranguejeira.

Procurou-se delimitar uma primeira proposta de AEPRA, tendo como base os resultados obtidos em cada Índice de Avaliação de Vulnerabilidade, as orientações definidas Agência Portuguesa do Ambiente e em critérios definidos pela equipa técnica responsável pela revisão do PDM de Ourém.

7.1 Orientações da Agência Portuguesa do Ambiente.

A Agência Portuguesa do Ambiente referiu diversas orientações a seguir na delimitação das Áreas Estratégicas de Protecção e Recarga dos aquíferos. A saber:

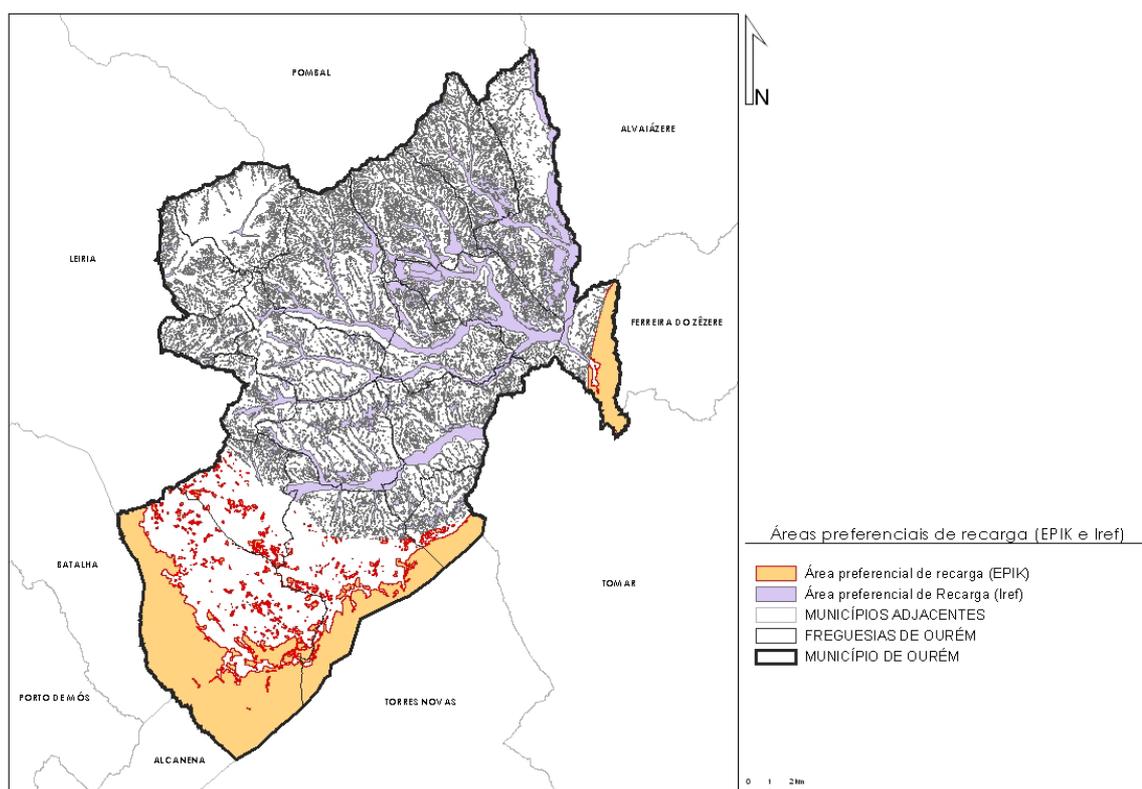
- Possuir uma boa caracterização geológica e hidrogeológica do concelho, obtida a partir das Notícias Explicativas das Cartas Geológicas à escala 1: 5 000, descrição dos sistemas aquíferos de Portugal Continental presentes no snirh.pt e nos Planos de Bacia Hidrográfica de 2000 e 2011;
- Possuir uma boa caracterização da topografia existente, principalmente através da carta de declives;
- Aplicar uma das metodologias referidas no Plano das Bacia Hidrográficas das Ribeiras do Oeste, nomeadamente o Índice de Recarga Efetiva;
- Ter em conta que normalmente a área cársica é considerada como sendo, na sua totalidade, como de recarga, mas no caso concreto do Maciço Calcário Estremenho deverá ser feita uma consulta bibliográfica, e de campo, de modo a avaliar o estado de carsificação das formações geológicas existentes. As formações do Batoniano (Jurássico Médio), são mais carsificadas que as restantes;
- Apurar a localização das grutas e algares existente, de modo a “assegurar a sustentabilidade dos ecossistemas de águas, subterrâneas, principalmente nos aquíferos cársicos, como por exemplo invertebrados que ocorrem em cavidade e grutas”;
- Ter em consideração os ecossistemas aquáticos dependentes das águas subterrâneas, nomeadamente as linhas de água identificadas no âmbito dos Planos de Gestão de Região Hidrográfica;

- Delimitar as baixas aluvionares e os locais onde exista a existência do nível de água junto da superfície;
- Confrontar os resultados obtidos no Índice de Recarga Efetiva com o conhecimento geológico e hidrogeológico e com os logs litológicos existente;
- Identificação de linhas de água, lagos e lagoas naturais perenes.

7.2 Aplicação de Metodologia

De modo a obter uma certa continuidade na delimitação das Áreas Estratégicas e de Proteção e de Recarga dos Aquíferos, foram tidas em conta as orientações definidas pela APA: **i)** a aplicação da metodologia EPIK para os Aquíferos Cárscicos do Maciço Calcário Estremenho e de Sicó – Alvaiázere e do IREF no restante território (vd. Figura 29).

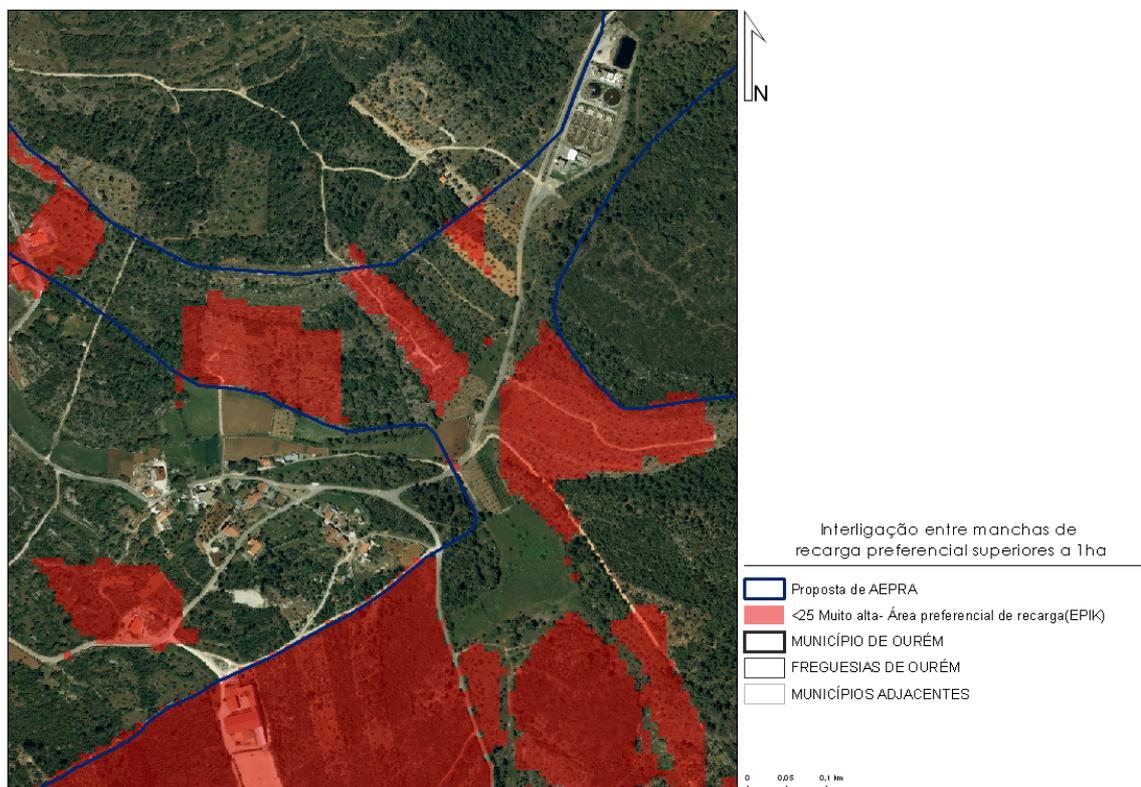
Figura 29: Áreas preferenciais de recarga (EPIK e IREF)



Fonte: Município de Ourém

ii) Estabelecer-se conectividade entre as diferentes manchas de recarga preferencial, resultantes na aplicação das metodologias EPIK e IREF (vd. Figura 30);

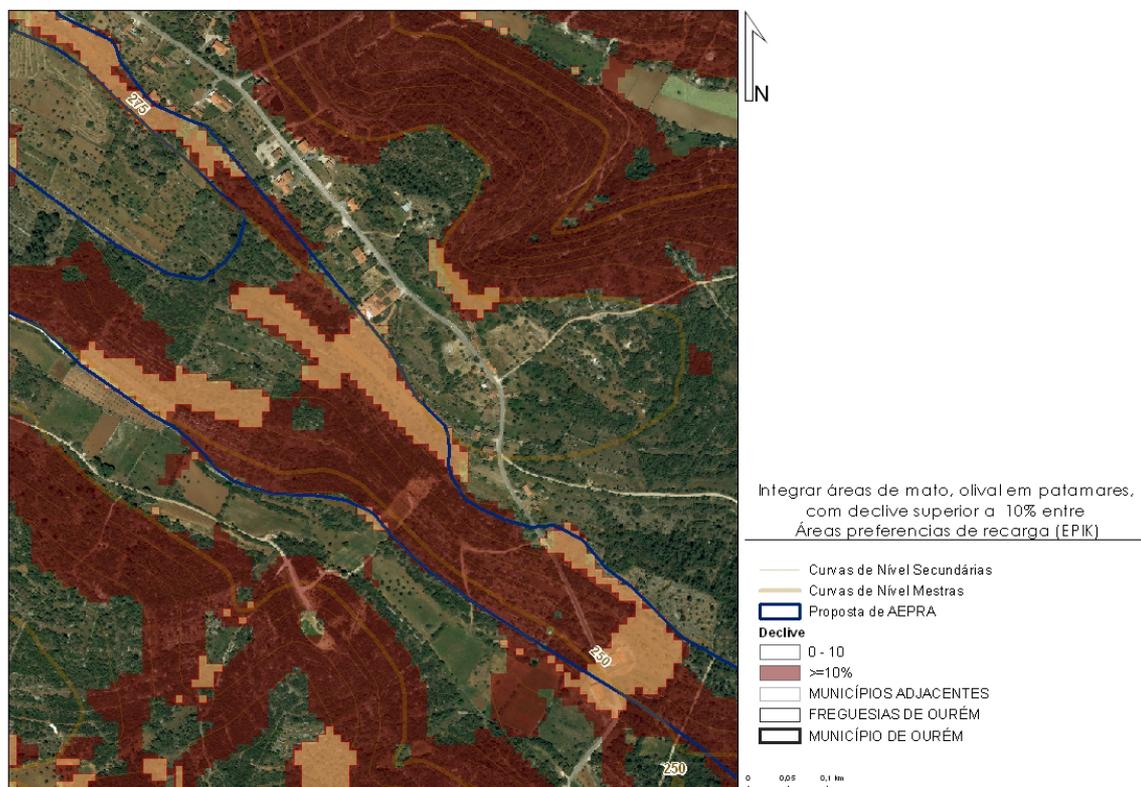
Figura 30: Interligação entre manchas de recarga preferencial com área superior a 1ha



Fonte: Município de Ourém

iii) Nas áreas carsificadas, conectar Áreas Preferenciais de Recarga, integrando áreas de mato, olival em patamares, nas lombas de Fátima, privilegiando assim vertentes com declive superior a 10% (vd. Figura 31);

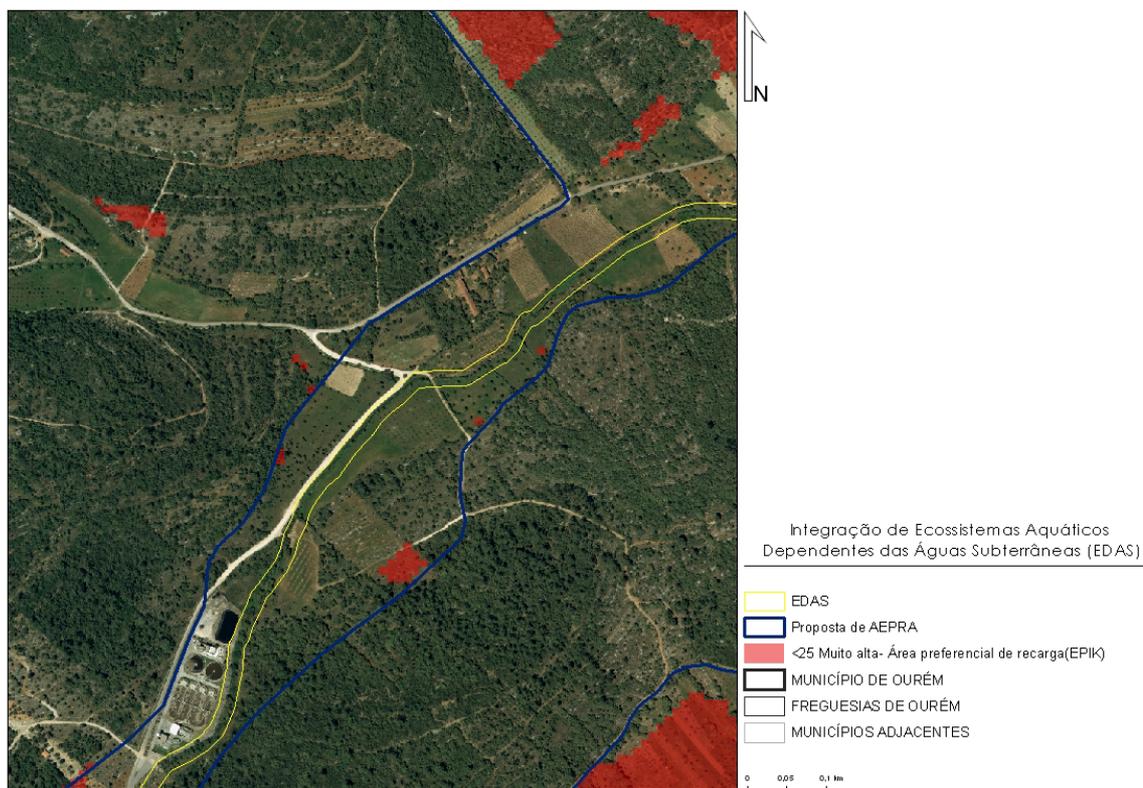
Figura 31: Integração de áreas de mato, olival em patamares com declive superior a 10% entre áreas preferenciais de Recarga (EPIK)



Fonte: Município de Ourém

iv) Integrar as áreas adjacentes às ribeiras identificadas como possuindo valor ecológico. Foram integradas a Ribeira da Amieira, Ribeira da Salgueira, Ribeira da Urqueira, Ribeira das Matas, Ribeira de Sete Rios, Ribeira de Caxarias, Ribeira de Seiça, Ribeira do Almo, Ribeira do Caneiro, Ribeira do Casal do Ribeiro, Ribeira do Olival, Ribeira da Alvega e Ribeira do Cuvo (vd. Figura 32);

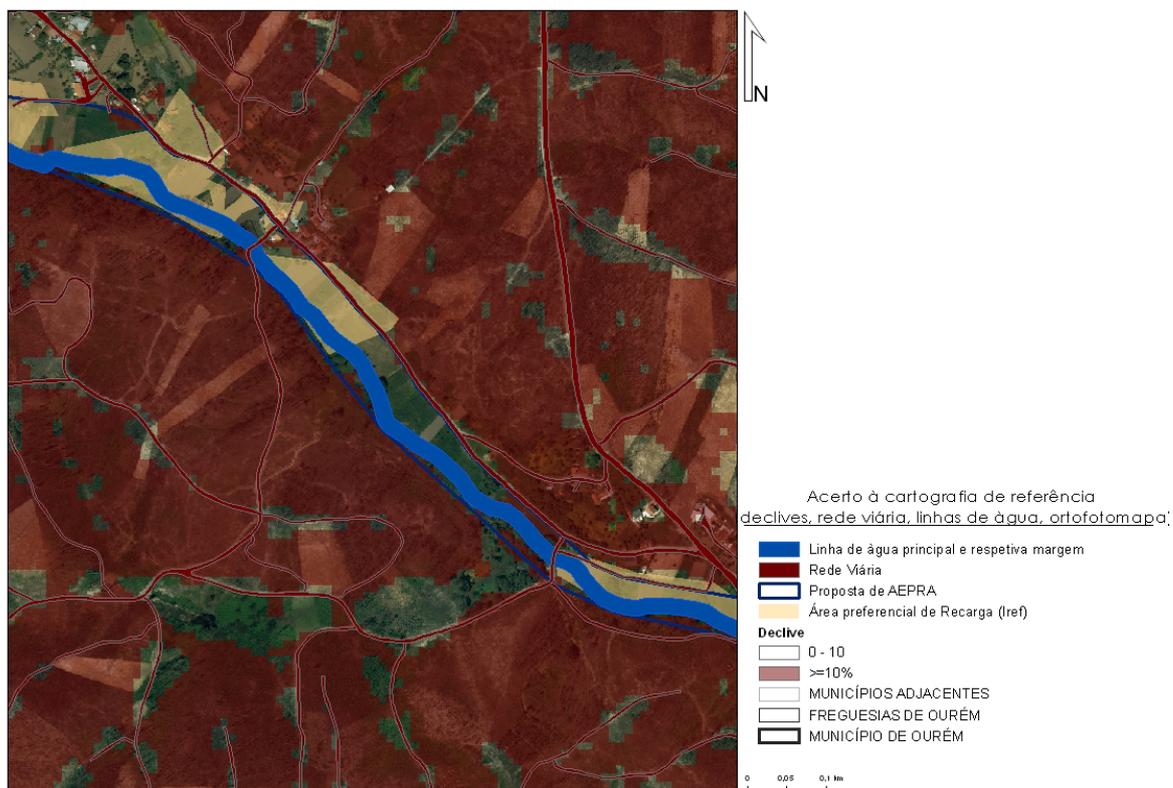
Figura 32: Integração de Ecossistemas Aquáticos Dependentes das Águas Subterrâneas (EDAS)



Fonte: Município de Ourém

v) Acerto ao declive (até a limite máximo de 10% na bacia sedimentar de Ourém), à rede viária, linhas de água, e à informação contida na fotografia aérea (vd. Figura 33);

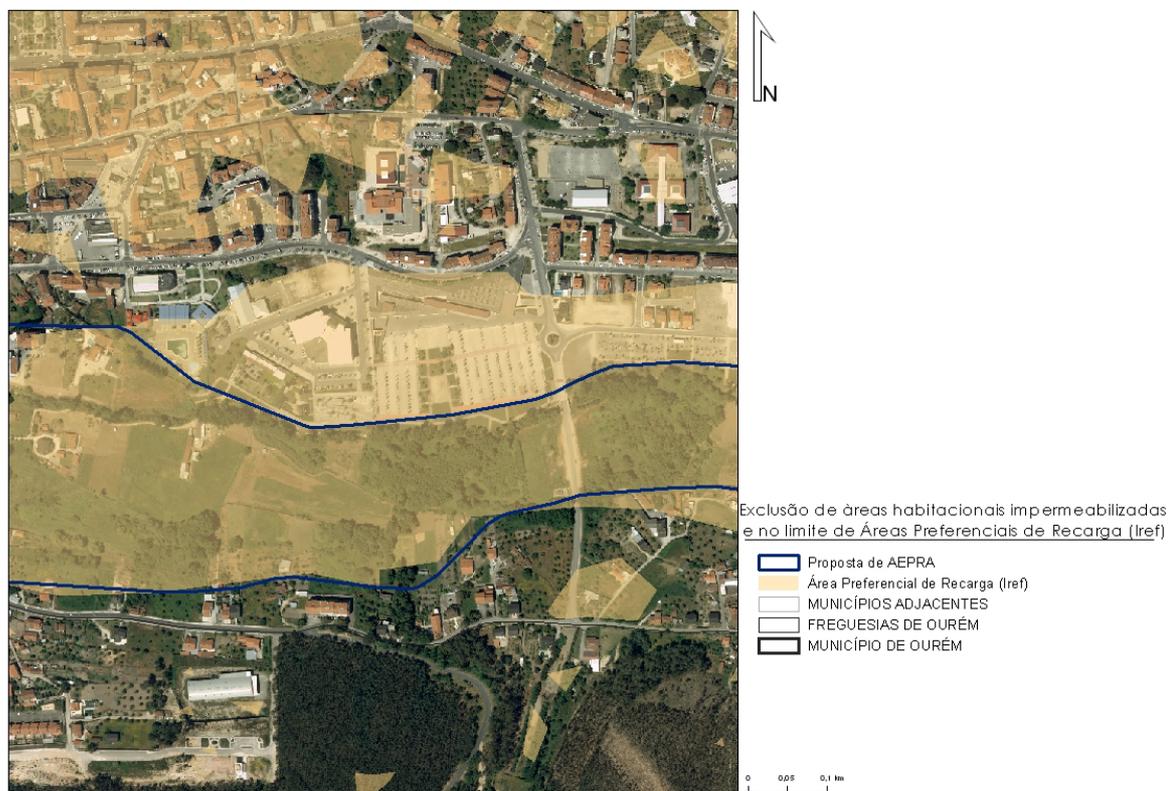
Figura 33: Acerto a cartografia de referência



Fonte: Município de Ourém

vi) Contornar as áreas habitacionais periféricas, tendo em conta que parte destas áreas já se encontram impermeabilizadas, como por exemplo Cidade de Ourém (vd. Figura 34);

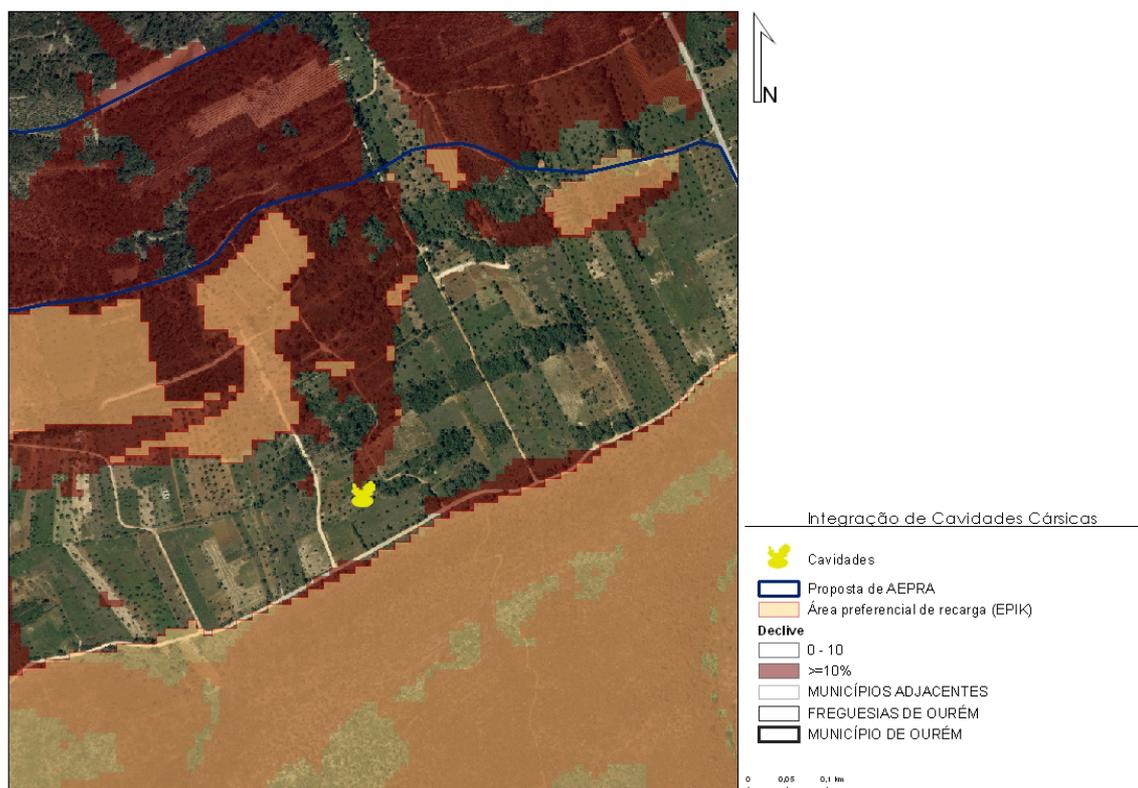
Figura 34: Exclusão de áreas habitacionais impermeabilizadas e no limite de Áreas Preferenciais de Recarga (IRef)



Fonte: Município de Ourém

vii) Integração das áreas onde existam algares e grutas (vd. Figura 35);

Figura 35: Integração de Cavidade Cársicas



Fonte: Município de Ourém

viii) Exclusão de áreas com tipo de solo de pouca aptidão para Recarga de Aquíferos, como por exemplo solos Litólicos, Não Húmicos, Pouco Insaturados Normais, de arenitos grosseiros (Vt) (vd. Figura 36).

Figura 36: Exclusão de áreas com tipo de solo com pouca aptidão para Recarga de Aquíferos



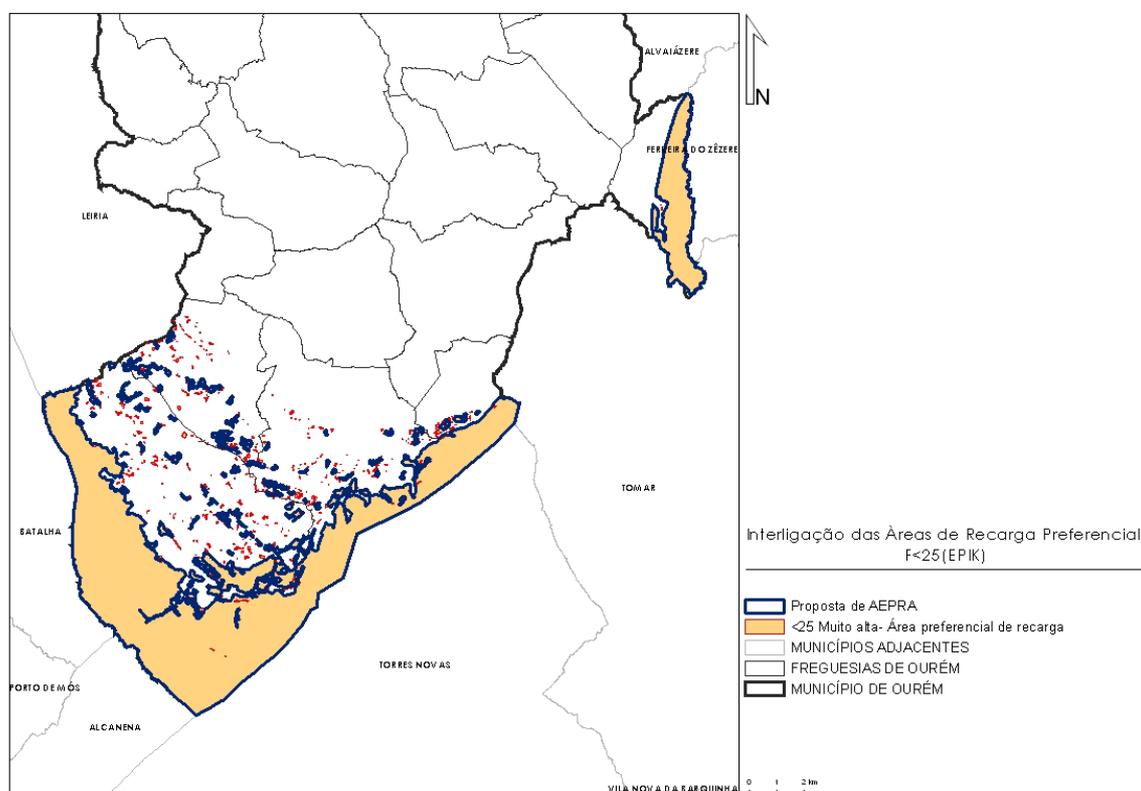
Fonte: Município de Ourém

ix) Generalização final dos resultados obtidos.

A elaboração da proposta de AEPR, por generalização da informação obtida anteriormente, foi dividida em diferentes fases:

1. Interligação das áreas de recarga preferencial $F < 25$, definidas pela metodologia EPIK (vd. Figura Seguinte);

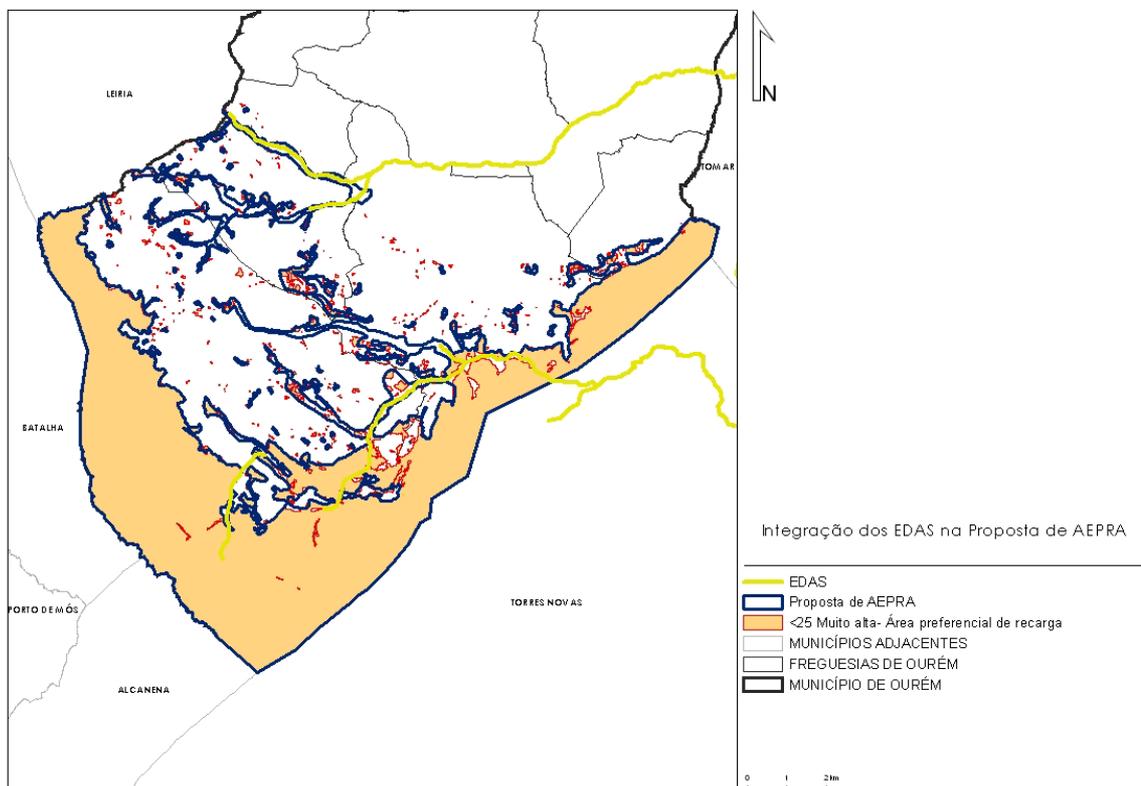
Figura 37: Interligação das Áreas de Recarga Preferencial $F < 25$ (EPIK)



Fonte: Município de Ourém

2. Integração, no Maciço Calcário Estremenho, das áreas adjacentes às ribeiras identificadas como possuindo valor ecológico (vd. Figura Seguinte);

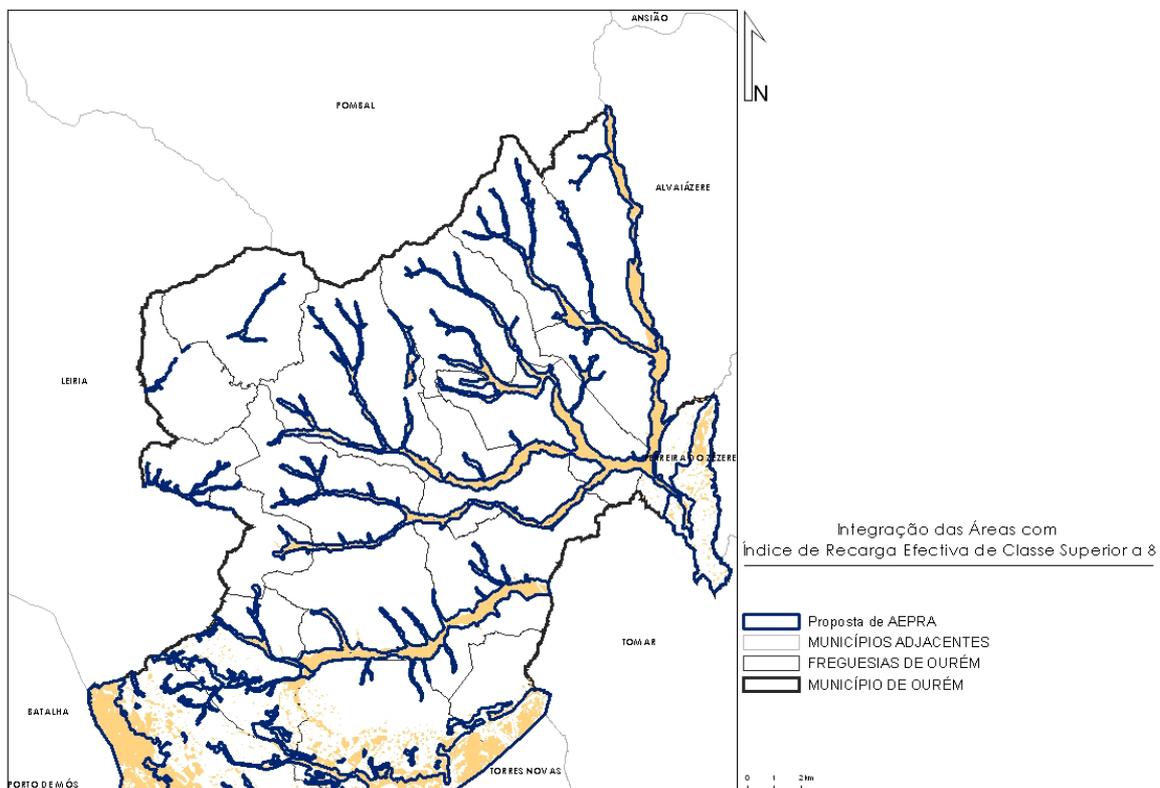
Figura 38: Integração dos EDAS na Proposta de AEPR



Fonte: Município de Ourém

3. Junção de todas as áreas do Índice de Recarga Efectiva superiores a 8, fora dos sistemas Cárscicos (vd. Figura Seguinte);

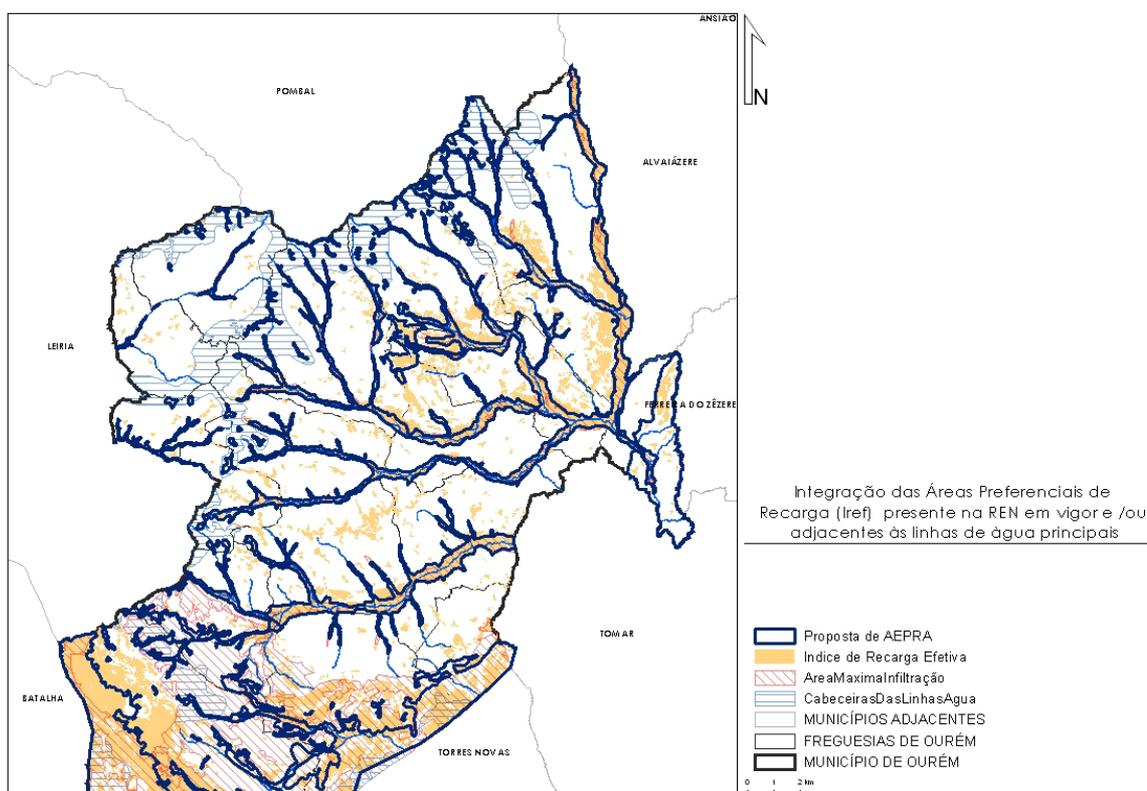
Figura 39: Integração das Áreas com Índice de Recarga Efectiva de Classe superior a 8



Fonte: Município de Ourém

4. Conexão e integração, fora dos Sistemas Cárscicos, das Áreas Preferenciais de Recarga obtidas através do cálculo do Índice de Recarga Efetiva, cuja dimensão seja superior a 1 ha, que se encontrem actualmente integrados na Reserva Ecológica Nacional em vigor (Área de Máxima Infiltração e Cabeceiras de linhas de água) e/ou adjacentes às linhas de água principais (vd. Figura seguinte);

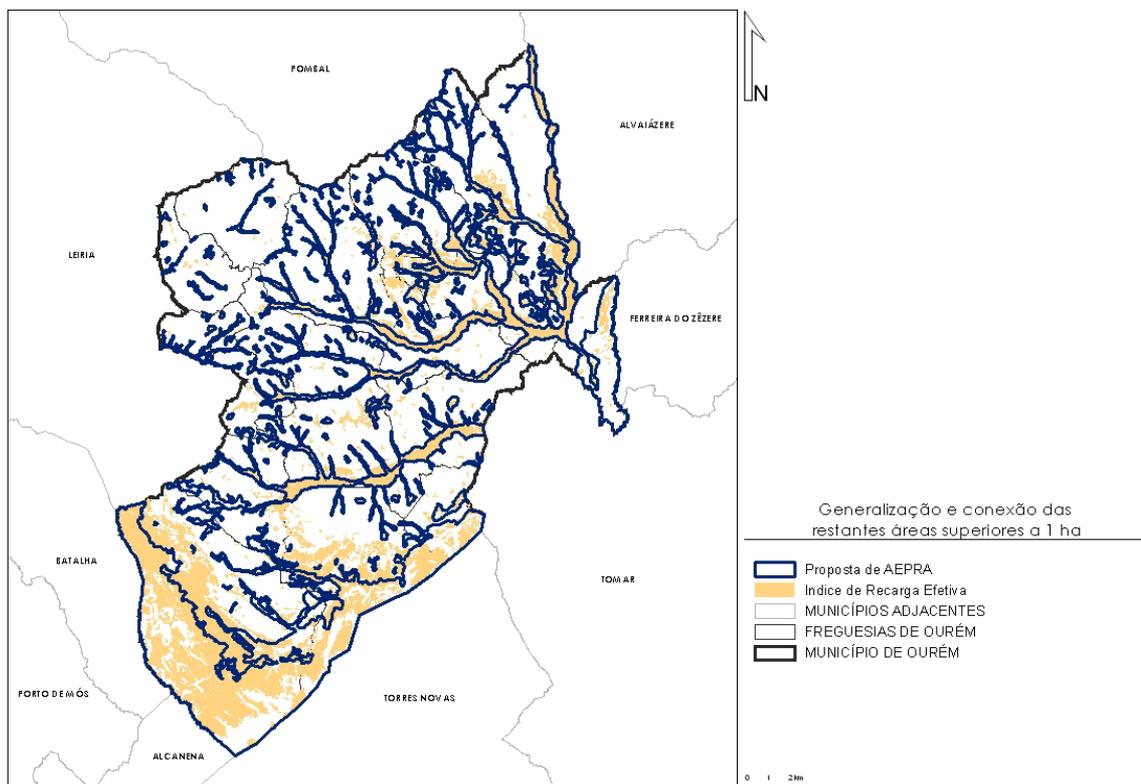
Figura 40: Integração das Áreas Preferenciais de Recarga (Iref) presente na REN em vigor e/ou adjacentes às linhas de água



Fonte: Município de Ourém

5. Generalização e conexão das restantes áreas superiores a 1 ha, tendo em conta o tipo de solo, declive, geologia, conectividade, percentagem de área impermeabilizada (vd. Figura seguinte);

Figura 41: Generalização e conexão das restantes áreas superiores a 1ha



Fonte: Município de Ourém

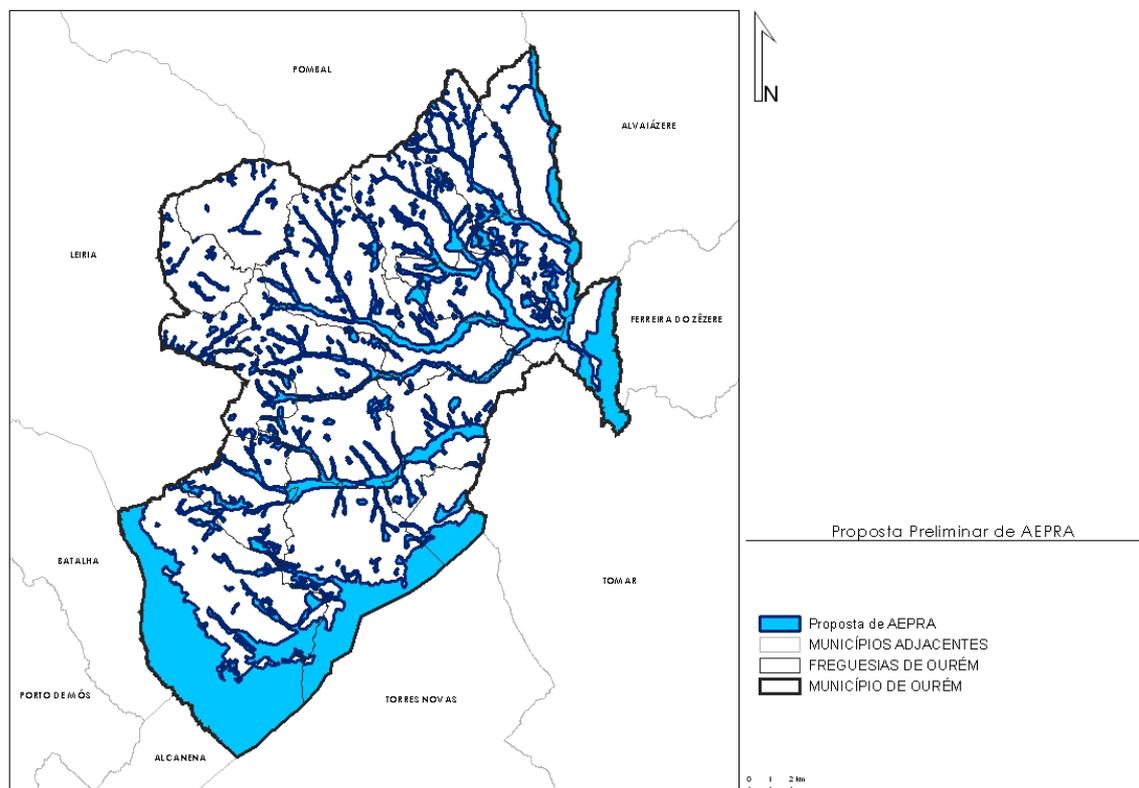
89

7.3 Proposta de Área Estratégica de Protecção e Recarga do Aquífero

A proposta preliminar da AEPR no Município de Ourém (vd. Figura 42) possui uma área próxima dos 11 576 ha. Tal proposta integra maioritariamente áreas muito carsificadas, no sul do concelho, incluindo, por exemplo, a totalidade da Serra de Aire, excluindo contudo as áreas aplanadas da Plataforma de Fátima.

Foram integradas ainda grandes extensões de baixas a aluvionares e pequenas manchas isoladas, referentes a topos de vertentes e a Cabeceiras de Linhas de Água.

Figura 42: Proposta Preliminar de AEPR



Fonte: Município de Ourém

8 Conclusão

A AEPRa proposta procura integrar, ao máximo, as áreas de clara apetência para a recarga dos aquíferos, de forma a promover a protecção dos mesmos. Incluem-se, como abordado, as áreas extremamente carsificadas, cavidades cársicas, ecossistemas aquáticos dependentes das águas subterrâneas e baixas aluvionares, existentes na Bacia Sedimentar de Ourém.

A identificação dos espaços com clara apetência para recarga dos aquíferos foi feita pela aplicação de diferentes metodologias, tais como, o Índice de Recarga Efetiva, para aquíferos porosos e o índice EPIK, para aquíferos cársicos.

O resultado obtido pela aplicação destas metodologias foi uma malha poligonal bastante fragmentada, que se procurou uniformizar para tornar a proposta de AEPRa mais coerente, com uma maior interligação entre as áreas preferenciais de recarga de maior dimensão.

Apesar desse esforço existem ainda muitas manchas isoladas, especialmente no topo das vertentes e nas áreas outrora identificadas como Cabeceiras de Linhas de Água. A proposta de AEPRa possui uma área de 11 756 ha, valor que poderá aumentar caso se decida interligar as manchas que se encontrem atualmente isoladas, ou integrar áreas que se encontram fora das manchas propostas.

Por outro lado, o valor poderá diminuir se optar-se pela exclusão de manchas que se encontram isoladas, que se provem não possuir características para a sua classificação como AEPRa.

Em termos globais as áreas agora identificadas significam uma diminuição de 3 923 ha em relação aos sistemas homólogos da REN em vigor. Tal diminuição deve-se à exclusão de áreas menos carsificadas do Maciço Calcário Estremenho, assim como à supressão da variável Cabeceiras de linhas de água, incluída agora em AEPRa.

BIBLIOGRAFIA ÁREAS ESTRATÉGICAS DE PROTEÇÃO E RECARGA DOS AQUÍFEROS

Almeida, C.; et Al (1992)- COST 65 – National Report for Portugal., Hydrogeological Aspects of Groundwater Protection in Karstic Areas, Final Report, EUR16547 EN. pp. 211-22.

Almeida, C.; et Al (2000)- "Sistemas Aquíferos de Portugal Continental". Centro de Geologia e Instituto da Água, Dezembro 2000, 661 pp.

Ascenso, V.; (2011)-" Análise da Ocorrência de Cheias e Deslizamentos de Vertente no Concelho da Batalha".Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa, 143 pp.

Barbosa, B. A. P. S. (1995) – "Alostratigrafia e Litostratigrafia das unidades continentais da Bacia terciária do Baixo Tejo". Relações com eustatismo e a tectónica. Dissertação de Doutoramento na Universidade de Lisboa.

Crispim, J.A.; Romariz, M. A. (1990)- Nota Preliminar sobre a contaminação Bacteriológica de Algumas Nascentes do Maciço Calcário Estremenho. Lisboa, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, GEOLIS Vol IV, Fasc. 1 e 2. pp. 173-176.

Cunha, L.; et Al (2010) – "Depósitos periglaciares da depressão de Tapeus (vertente NW da Serra do Rabaçal – Maciço de Sicó; Portugal central) – análise sedimentar e morfo-estrutural". Actas/Proceedings do V Congresso Nacional de Geomorfologia, Porto, 8-11 Dezembro de 2010, pp. 37-42.

Cunha, P et Al (2009) - "Evolução geológica de Portugal continental durante o Cenozóico - sedimentação aluvial e marinha numa margem continental passiva (Ibéria ocidental)". Abstracts, 6º Simposio sobre el Margen Ibérico Atlántico MIA09 (Oviedo, España), p. xi-xx.

Dinis, J. L.,et Al(2002). "Le Bassin lusitanien (Portugal) à l'Aptien supérieur – Albien: organisation séquentielle, proposition de corrélations, évolution". Compt. Rend. Geoscience, 334, 757 – 764, Paris.

Dinis, J. M. L. et Al. (1989) – "Litostratigrafia e modelos deposicionais nos "grés belasianos (Cretácico) a Leste de Leiria (Portugal Central)". Geociências, Rev. Univ. Aveiro, 4, 2, pp. 75-96.

Dinis, J. M. L. (1991) – “Sistemas deposicionais na macrossequência principal superior dos "grés belasianos" (Cretácico) a Leste de Leiria (Portugal Central)". Memórias e Notícias, pub. Mus. Lab. Min. e Geol. Univ. Coimbra, 111, pp. 105-146.

Dinis, J. M.; et Al (1994) - "Controls on vertical changes of alluvial system character. The "grés belasianos" unit - Cretaceous of the Lusitanian Basin (Central Portugal)". Cuadernos de Geologia Iberica, Madrid, 18, pp. 27-58.

Doerfliger & Zwahlen (1997)- EPIK- A new method for outlining of protection areas in karstic environment. In Gunnay G, Jonshon Al (Eds)- International Symposium and Filed seminar on karst waters and environmental impacts, Antalya, Turkey, Blakema, Rotterdam, pp. 117-123.

Duarte, J.; et Al (2010) – “Caracterização das descontinuidades e de situações de instabilidade de uma pedreira de calcário ornamental localizada em Valinho de Fátima". "e-Terra". ISSN 1645-0388. pp 20-24.

Ferreira dos Santos, O.; et Al (2010) – “Modeling of Cretaceous uplift and erosion events in the Lusitanian Basin (Portugal)". II Central & North Atlantic Conjugate Margins Conference, Lisboa, 2010. Program and Short Abstracts:83.

Ferreira, A. B. (2000) – “Considerações acerca do arrefecimento pliocénico em Portugal”. Finisterra: Revista portuguesa de geografia, ISSN 0430-5027, Vol. 35, Nº 70, pp. 89-101

Ferreira, A. M. P. J. (2000) – “Dados Geoquímicos de Base de Sedimentos Fluviais de Amostragem de Baixa Densidade de Portugal Continental: Estudo de Factores de Variação Regional”, Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro. Departamento de Geociências.

Kullberg, J. C. (2000) – “Evolução Tectónica Mesozóica da Bacia Lusitaniana”. Tese de doutoramento, Universidade Nova de Lisboa, 361 pp.

Kullberg, J. C. et Al. (2006) – “A Bacia Lusitaniana: Estratigrafia, Paleogeografia e Tectónica”. In Geologia de Portugal no contexto da Ibéria (R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha & J. C. Kullberg, Eds.). Univ. Évora, pp. 317-368.

Lobo-Ferreira, J. P.; et Al (1988)- BALSEQ – A model for the Estimation of Water Balances, Including Aquifer Recharge, Requiring Scarce Hydrologic Data in Estimation of Natural Groundwater Recharge. Ed. I. Simmers, NATO ASI series, Serie C: Vol 222. D. Reidel Publ Comp.

Manupella, G.; et Al (2000). Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000: Notícia Explicativa da Folha 27-A, Vila Nova de Ourém, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.

Martins, A..F. (1949) - Maciço Calcário Estremenho - Contribuição para um estudo de geografia física. Tese de Doutoramento em Ciências Geográficas na Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Edição de 1999 do PNSAC/ICN, Coimbra

Martins, J. M (2008) – "Litostratigrafia das séries de meio marinho interno do Jurássico Médio da região de Condeixa-Sicó-Alvaiázere, Portugal". Comunicações Geológicas, 2008, t.95, pp. 27-49. Lisboa, Portugal.

Martins, L.; et Al (2010) - "Mesozoic magmatism at the West Iberian Margins: timing and geochemistry". In: Reis R. P. & Pimentel, N. (eds), II Central & North Atlantic Conjugate Margins Conference, Lisboa, 2010, Programs & Short Abstracts: 64.

Novo, M. E.; et Al (1991)- Inventário dos Recursos Hídricos Subterrâneos. Caracterização da Qualidade das Águas e Vulnerabilidade dos Aquíferos da Região Centro, Lisboa, LNEC, Relatório 213/91- GIAS.

Oliveira, M. M., Lobo Ferreira, J. P. (1994) – Desenvolvimento de um inventário das Águas Subterrâneas de Portugal: Metodologias de Análise da Recarga de Aquíferos. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Relatório LNEC 319/94 – GIAS, 111 pp.

Paralta, E.; (1995) – Contribuição para o Estudo Hidrogeológico da Bacia de Ourém. Lisboa. Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Estágio Profissionalizante em Geologia Aplicada e do Ambiente. 151 pp.

Paralta, E.; et Al (1999) - "Hidrogeologia da Bacia de Ourém - Aplicação de Estatística Multivariada na caracterização hidrogeoquímica do aquífero cretácico". In IV Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, Coimbra, 1999

Paralta, E.; et Al (2012)-" Delimitação de áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos no âmbito da Reserva Ecológica Nacional". Estudo não publicado efectuado para a VEOLIA- Águas de Ourém

PBH Tejo (1999) – Plano de Bacia Hidrográfica do Tejo. Consórcio HP; GIBB Portugal; Procesi; Hidrorumo. Ministério do ambiente. Lisboa.

PGBHRO (2012) – Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Oeste. Consórcio DHV, Hidroprojeto, LNEC, ICCE, IPIMAR, Biodesign. MAMAOT/ARH TEJO. Agosto de 2012

PGRH Tejo (2012) – Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo. Consórcio DHV, Hidroprojeto, LNEC, ICCE, IPIMAR, Biodesign. MAMAOT/ARH TEJO. Julho de 2012

Pena dos Reis, R.; et Al (1999) - "Geologic evolution of Lusitanian Basin during Late Jurassic (Portugal)". In Advances in Jurassic Research 2000, ed. Hall & Smith; GeoResearch Forum, Vol. 6 (2000) pp. 345-356, Trans Tech Pub, Zurich.

Pena dos Reis, R.; et Al (2010) - "A evolução da Bacia Lusitânica (Portugal) e dos sistemas petrolíferos associados". Revista Electrónica de Ciências da Terra. V. 10, nº 4. 1-4.

95

Pinheiro, L. M.; et Al (1996) - "The western Iberia margin: a geophysical and geological overview". In Whitmarsh, R. B., Sawyer, D. S., Klaus, A & Masson, D. G. (Eds.), Proc. Ocean Drilling Program Sc. Res., 149, pp. 3- 23.

PROT-AML (2001)- Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana Lisboa : Estudos de Fundamentação Técnica. V.4. pp. 67-102.

Ribeiro, A.; et Al (1979) - "Introduction à la géologie générale du Portugal". Serv. Geol. Portugal, 114pp.

Rodrigues, M. L. (2008) - "Estudo Geomorfológico-Geotécnico da área do Parque de Negócios de Fátima". Estudo não publicado efectuado para a Câmara Municipal de Ourém, Departamento de Geografia da universidade de Lisboa, 56pp.

Santos L. M. (2002) - "A Bacia Hidrográfica do Rio Nabão, aspectos cárnicos e actividades de lazer na área do Agroal". Tese para obtenção do grau de mestre em Geografia, pelo Instituto de Estudos Geográficos da Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra: 226 pp.

Santos, V. F.; et Al (1998) - "Monumento Natural das Pegadas de Dinossáurio da Serra d'Aire-Pedreira do Galinha". Livro guia das excursões V Congresso Nacional de Geologia, 1, pp. 39-45.

Senos, M. L.; et Al (2003) - "Sismicidade de Portugal Continental". Física de la Tierra. 15. pp. 93-110.

Teixeira, C. et Al (1968) - "Carta geológica de Portugal na escala de 1/50000. Notícia explicativa da Folha 23-C, Leiria". Serv. Geol. Portugal, Lisboa.

Teixeira, C.; et Al (1980) - "Introdução à Geologia de Portugal". Instituto Nacional de Investigação Científica, 475pp., Lisboa.

Wilson, R. C. L. (1979) – "A reconnaissance study of Upper Jurassic sediments of the Lusitanian Basin". Ciências da Terra, Univ. Nov. Lisboa, Lisboa, 5, pp. 53-85

Legislação

Decreto-lei n.º 321/83, de 5 de julho – Regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN).

Decreto-lei n.º 93/90 de 19 de Março – Revê o regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN), estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 321/83, de 5 de Julho.

Decreto-lei n.º 166/2008, de 22 de agosto – Aprova o Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional e revoga o Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de Março.

REVISÃO DO PLANO DIRECTOR MUNICIPAL DE OURÉM

Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012 de 3 de Outubro – 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 a nível municipal.

Decreto-lei n.º 239/2012, de 2 novembro de 2012 – Procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, que estabelece o regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional.

Declaração de Retificação n.º 71/2012 de 30 de novembro – Retifica a Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012, de 3 de outubro, da Presidência do Conselho de Ministros, 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 a nível municipal, publicada no Diário da República, 1.ª série, n.º 192, de 3 de outubro de 2012.