



José António Galvøeira Mocho
Licenciado em Engenharia Civil

**O Estado atual e perspetivas futuras das Massas
de Águas Subterrâneas em Portugal Continental no
Âmbito da Diretiva-Quadro da Água**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão da Água

Orientador: Prof. Doutor António Pedro de Nobre
Carmona Rodrigues,
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova
de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Prof. David José Fonseca Pereira
Arguente: Prof. Doutor Pedro Manuel Hora Santos Coelho
Vogal: Prof. Doutor António Pedro de Nobre Carmona Rodrigues



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Julho de 2017

Copyright

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Resumo

O maior reservatório de água doce do mundo é a água subterrânea, representando mais de 97% de toda a água doce disponível no planeta, excluindo os glaciares e as calotas polares. Até há poucos anos, a água subterrânea era considerada essencialmente como um reservatório de abastecimento para consumo humano, industrial e agrícola. No entanto, tem-se tornado cada vez mais evidente que a água subterrânea também deve ser protegida pelo seu valor ambiental.

A água subterrânea desempenha um papel essencial no ciclo hidrológico e é fundamental para a manutenção de zonas húmidas e caudais dos rios, fornecendo os caudais de base para os sistemas de águas superficiais. Mais de 50% do caudal anual de muitos rios europeus provém de água subterrânea e, em períodos de baixo caudal, esta contribuição pode chegar a mais de 90%, tendo por isso uma função reguladora nos períodos secos.

A implementação da Diretiva-Quadro da Água (Diretiva 2000/60/CE), como nova estratégia de planeamento e gestão de recursos hídricos, tem como principal objetivo o alcance do bom estado das massas de água dos Estados-Membros da União Europeia, entre as quais estão incluídas massas de água subterrâneas.

Nesta dissertação procurou-se conhecer o estado das massas de água subterrâneas em Portugal Continental, nomeadamente o estado químico e o estado quantitativo, de acordo com o 1º e 2º Ciclo dos Planos de Gestão de Região Hidrográfica publicados em 2009 e 2016 respetivamente. Até 2027 prevê-se que todas as massas de água nacionais atinjam níveis de bom estado químico e de bom estado quantitativo. Porém, para que este objetivo seja alcançado e mantido é necessário que sejam ultrapassados os desafios que se colocam do ponto de vista ambiental e da gestão sustentável.

Palavra-chave: massas de água subterrânea, Planos de Gestão de Região Hidrográfica, bom estado químico, bom estado qualitativo, objetivos ambientais

Abstract

The largest freshwater reservoir in the world is groundwater, accounting for more than 97% of all freshwater available on the planet, excluding glaciers and ice sheets. Until just a few years ago, groundwater was considered essentially as a reservoir for human, industrial and agricultural consumption. However, it has become increasingly clear that groundwater must also be protected by its environmental value.

Groundwater plays an essential role in the hydrological cycle and is essential for the maintenance of wetlands and river flows, which provides the basic flows to the surface water systems. More than 50% of the annual flow of many European rivers comes from groundwater, and in periods of low flow, this contribution can reach more than 90%, which means it has a regulatory function during the dry periods.

The implementation of the Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC) means a new strategy for water resources planning and management and has as its main objective that all water bodies (including groundwater bodies) of the Member States of the European Union achieve the “good status”.

The main goal of this dissertation is to evaluate the state of the groundwater bodies in Portugal, namely its chemical and quantitative status, according to the 1st and 2nd Cycle of the River Basin Management Plans published in 2009 and 2016.

By 2027 all national water bodies are expected to have achieved a good chemical and quantitative status. However, to reach and maintain this objective, it is necessary to overcome various challenges addressing issues from an environmental and a sustainable management point of view.

Keywords: Groundwater, River Basin Management Plans, good chemical status, good quantitative status; environmental goals

Índice de Matérias

1. Introdução	1
2. Objetivos e Estrutura da Dissertação	5
2.1 Objetivos da dissertação.....	5
2.2 Estrutura da dissertação	5
3. Quadro Legal e Institucional	7
3.1 Diretiva do Conselho de 17 de Dezembro de 1979 - Relativa à proteção das águas subterrâneas contra a poluição causada por certas substâncias perigosas.	7
3.2 Groundwater Resources of the European Community Synthetical Report (1982)	9
3.3 Seminário Ministerial sobre Águas Subterrâneas, realizado em Haia em 26 e 27 de Novembro de 1991	9
3.4 Programa de ação para a proteção e a gestão integradas das águas subterrâneas de 21 Fevereiro 1996	9
3.5 A Diretiva Quadro da Água (DQA) de 2000.....	10
3.6 Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro - Lei da Água.....	11
3.6.1 Lei da Água – Lei n.º 58/2005, Artigo 47.º (Capítulo 4) - Objetivos para as Águas Subterrâneas.....	11
3.7 Diretiva da Água Subterrânea - Diretiva n.º 2006/118/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Dezembro.....	12
3.8 Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março.....	13
3.8.1 Artigo 2.º – Anexo I – Caracterização das águas subterrâneas.....	13
3.8.2 Artigo 2.º – Anexo III - Avaliação de pressões sobre águas subterrâneas e respetivo impacte	13
3.8.3 Artigo 4.º - Anexo VII – Monitorização de Águas Subterrâneas	14
3.9 Decreto-Lei n.º 208/2008	15
3.10 Portaria n.º 1115/2009, de 29 de Setembro	16
3.11 Planos de Gestão de Região Hidrográfica.....	17
3.12 Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de Junho	17
3.13 Decreto-Lei n.º 34/2016, de 28 de Junho	17
4. Massas de Água Subterrânea em Portugal Continental de Acordo com os Planos de Gestão de Região Hidrográfica	19
4.1 Unidades Hidrogeológicas	19

4.2 PGRH 1 – Bacias Hidrográficas do Minho e Lima	20
4.2.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas.....	20
4.2.2 Caracterização das Massas de Água Subterrâneas	20
4.2.3 Rede de Monitorização.....	22
4.2.4 Estado das Massas de Água Subterrâneas	23
4.3 PGRH 2 – Bacias Hidrográficas do Cávado, Ave e Leça	24
4.3.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas.....	24
4.3.2 Caracterização das Massas de Água Subterrâneas	25
4.3.3 Rede de Monitorização.....	27
4.3.4 Estado das Massas de Água Subterrâneas	27
4.4. PGRH 3 – Bacia Hidrográfica do Douro	30
4.4.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas.....	30
4.4.2 Caracterização das Massas de Água Subterrânea.....	30
4.4.3 Rede de Monitorização.....	32
4.4.4 Estado das Massas de Água Subterrâneas	32
4.5. PGRH 4 – Bacias Hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis	35
4.5.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas.....	35
4.5.2 Caracterização das Massas de Água Subterrâneas	36
4.5.2 Redes de Monitorização	39
4.5.3 Estado das Massas de Água Subterrâneas	39
4.6 PGRH 5 – Bacia Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste.....	44
4.6.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas.....	44
4.6.2 Caracterização das Massas de Água Subterrâneas	45
4.6.3 Redes de Monitorização	46
4.6.4 Estado das Massas de Água Subterrâneas	47
4.7 PGRH 6 – Bacias Hidrográficas do Sado e Mira	50
4.7.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas.....	50
4.7.2 Caracterização das Massas de Água Subterrâneas	51
4.7.3 Rede de Monitorização.....	53
4.7.4 Estado das Massas de Água Subterrâneas	53
4.8 PGRH 7 – Bacia Hidrográfica do Guadiana	56
4.8.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas.....	56
4.8.2 Caracterização das Massas de Água Subterrâneas	57

4.8.3	Rede de Monitorização	59
4.8.4	Estado das Massas de Água Subterrâneas	60
4.9	PGRH 8 – Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Algarve	63
4.9.1	Delimitação das Massas de Água Subterrânea	63
4.9.2	Caracterização das Massas de Água Subterrânea	64
4.9.3	Rede de Monitorização	67
4.9.4	Estado das Massas de Água Subterrâneas	67
4.10	Objetivos Ambientais e Programas de Medidas.....	71
4.10.1	Objetivos Ambientais alcançados no 1º Ciclo (2009-2015).....	71
4.10.2	Objetivos Ambientais para o 2º (2016-2021) e 3º Ciclo (2022-2027).....	73
4.10.3	Programas de Medidas Ambientais.....	76
5	Casos de Estudo – Soluções para a recuperação, remediação e proteção de massas de águas subterrâneas	83
5.1	Nitratos nos concelhos de Nazaré e Alcobaça	83
5.2	Biorremediação da Contaminação de Nitratos por Bioestimulação – Aquífero de Serpa – Brinches.....	84
5.3	Avaliação da vulnerabilidade do sistema aquífero dos Grabos de Beja e análise crítica das redes de monitorização no contexto da diretiva quadro	85
5.4	Metodologia para a identificação e delimitação de Zonas Prioritárias de Intervenção com vista à recuperação do Estado Bom das Águas Subterrâneas e Superficiais: Caso de Estudo de Melides	85
6	Análise de Resultados e Recomendações	89
6.1	Resultados	89
6.2	Análise Crítica dos Resultados.....	91
6.3	Recomendações para a continuidade do trabalho.....	92
7	Conclusões	93
	Bibliografia	95

Índice das Abreviaturas

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

ARH – Administração da Região Hidrográfica

DAS – Diretiva das Águas Subterrâneas

DL – Decreto-Lei

DQA – Diretiva-Quadro da Água

LA – Lei da Água

MA – Massa de Água

MAS - Massa de Água Subterrânea

PEGA - Plano Específico de Gestão da Água

PGRH – Plano de Gestão de Região Hidrográfica

QSiGA - Questões Significativas da Gestão da Água

RH – Região Hidrográfica

SAGB – Sistema Aquíferos de Grabos de Beja

SILUBSA - Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa

SPOP – Substancias Poluentes e Outros Poluentes

UE – União Europeia

Índice dos Quadros

Quadro 3.1 – Substâncias para as quais deveria ser impedida a descarga.....	7
Quadro 3.2 – Substâncias para as quais se deveriam definir limites de descarga.....	8
Quadro 3.3 – Substâncias para as quais se deviam definir limites de descarga, Metalóides e Metais.....	8
Quadro 4.1 – Massas de Água Subterrânea delimitadas para a RH1. Adaptado de: (PGRH1, Parte 2, 2016).....	20
Quadro 4.2 – Disponibilidades hídricas das Massas de Água da RH1. Adaptado de: (PGRH1, Parte 2, 2016).....	21
Quadro 4.3 – Quadro resumo dos volumes captados anualmente de Água Subterrânea, por sector na RH1. Adaptado de: (PGRH1, Parte 2, 2016).....	22
Quadro 4.4 – Rede de monitorização do Estado Químico e quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH1. Adaptado de: (PGRH1, Parte 2, 2016).....	22
Quadro 4.5 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH1. Adaptado de: (PGRH1, Parte 2, 2016).	23
Quadro 4.6 – Comparação do estado químico das Massas de Água Subterrâneas em termo do 1º e 2º ciclo. Dos PGRH.....	25
Quadro 4.6 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH1 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH1, Parte 2, 2016).	23
Quadro 4.7 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH1. Adaptado de: (PGRH1, Parte 2, 2016).....	24
Quadro 4.8 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH1 no 1º e 2º Ciclo. dos PGRH. Adaptado de: (PGRH1, Parte 2, 2016).....	24
Quadro 4.9 – Massas de Águas Subterrâneas delimitadas para a RH2. Adaptado de: (PGRH2, Parte 2, 2016).	25
Quadro 4.10 – Disponibilidades hídricas das Massas de Água da RH2. Adaptado de: (PGRH2, Parte 2, 2016).....	25
Quadro 4.11 – Quadro resumo dos volumes captados anualmente de Água Subterrânea, por sector na RH2. Adaptado de: (PGRH2, Parte 2, 2016).....	26
Quadro 4.12 – Rede de monitorização do Estado Químico e Quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH2. Adaptado de: (PGRH2, Parte 2, 2016).....	27
Quadro 4.13 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH2. Adaptado de: (PGRH2, Parte 2, 2016).	27
Quadro 4.14 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH2 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH2, Parte 2, 2016).....	28
Quadro 4.15 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH2. Adaptado de: (PGRH2, Parte 2, 2016).....	28
Quadro 4.16 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH1 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH2, Parte 2, 2016).....	29

Quadro 4.17 – Massas de Águas Subterrâneas delimitadas para a RH3. Adaptado de: (PGRH3, Parte 2, 2016).....	30
Quadro 4.18 – Disponibilidades hídricas das Massas de Água Subterrânea na RH3. Adaptado de: (PGRH3, Parte 2, 2016).....	30
Quadro 4.19 – Quadro resumo dos volumes captados de Água Subterrânea, por sector na RH3. Adaptado de: (PGRH3, Parte 2, 2016).....	31
Quadro 4.20 – Redes de Monitorização para a avaliação do Estado Químico e Quantitativo, das Massas de Água Subterrâneas na RH3 Adaptado de: (PGRH3, Parte 2, 2016).....	32
Quadro 4.21 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH3. Adaptado de: (PGRH3, Parte 2, 2016).	33
Quadro 4.22 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH3 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH3, Parte 2, 2016).....	33
Quadro 4.23 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH3. Adaptado de: (PGRH3, Parte 2, 2016).	34
Quadro 4.24 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH3 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH3, Parte 2, 2016).....	34
Quadro 4.25 – Massas de Água Subterrâneas delimitadas para a RH4 – Bacias Hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis. Adaptado de: (PGRH4, Parte 2, 2016).....	36
Quadro 4.26 – Disponibilidades hídricas das Massas de Água Subterrâneas na RH4. Adaptado de: (PGRH4, Parte 2, 2016).....	37
Quadro 4.27 – Quadro resumo dos volumes captados de Água Subterrâneas, por sector na RH4. Adaptado de: (PGRH4, Parte 2, 2016).....	38
Quadro 4.28 – Rede de monitorização do Estado Químico e quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH4. Adaptado de: (PGRH4, Parte 2, 2016).....	39
Quadro 4.29 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH4. Adaptado de: (PGRH4, Parte 2, 2016).	40
Quadro 4.30 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH4 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH4, Parte 2, 2016).....	41
Quadro 4.31 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH4. Adaptado de: (PGRH4, Parte 2, 2016).....	42
Quadro 4.32 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH4 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH4, Parte 2, 2016).....	43
Quadro 4.33 – Massas de Água Subterrâneas delimitadas para a RH5. Adaptado de: (PGRH5, Parte 2, 2016).....	44
Quadro 4.34 – Disponibilidades hídricas das massas de Água Subterrâneas na RH5. Adaptado de: (PGRH5, Parte 2, 2016).	45
Quadro 4.35 – Quadro resumo dos volumes captados de Água Subterrâneas por sector na RH5 anualmente. Adaptado de: (PGRH5, Parte 2, 2016).	46
Quadro 4.36 – Rede de monitorização do Estado Químico e quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH5. Adaptado de: (PGRH5, Parte 2, 2016).....	46

Quadro 4.37 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH5. Adaptado de: (PGRH5, Parte 2, 2016).....	47
Quadro 4.38 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH5 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH5, Parte 2, 2016).....	48
Quadro 4.39 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH5. Adaptado de: (PGRH5, Parte 2, 2016).	49
Quadro 4.40 – Estado Químico das Massas de Água Subterrânea da RH5 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH5, Parte 2, 2016).	50
Quadro 4.41 – Massas de Água Subterrâneas delimitadas para a RH6. Adaptado de: (PGRH6, Parte 2, 2016).....	51
Quadro 4.42 – Disponibilidades hídricas das Massas de Água Subterrâneas na RH6. Adaptado de: (PGRH6, Parte 2, 2016).	51
Quadro 4.43 – Quadro resumo dos volumes captados de Águas Subterrâneas anualmente, por sector na RH6. Adaptado de: (PGRH6, Parte 2, 2016).	52
Quadro 4.44 - Rede de monitorização do estado químico e quantitativo das Águas Subterrâneas na RH6. Adaptado de: (PGRH6, Parte 2, 2016).....	53
Quadro 4.45 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH6. Adaptado de: (PGRH6, Parte 2, 2016).	54
Quadro 4.46 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH6 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH6, Parte 2, 2016).....	54
Quadro 4.47 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH6. Adaptado de: (PGRH6, Parte 2, 2016).....	55
Quadro 4.48 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH6 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH6, Parte 2, 2016).....	56
Quadro 4.49 – Massas de Água Subterrâneas delimitadas para a RH7. Adaptado de: (PGRH7, Parte 2, 2016).....	57
Quadro 4.50 – Disponibilidades hídricas das massas de Água Subterrâneas na RH7. Adaptado de: (PGRH7, Parte 2, 2016).....	58
Quadro 4.51 – Quadro resumo dos volumes captados de Águas Subterrâneas anualmente, por sector na RH7. Adaptado de: (PGRH7, Parte 2, 2016).....	59
Quadro 4.52 – Rede de monitorização do Estado Químico e Quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH7. Adaptado de: (PGRH7, Parte 2, 2016).....	59
Quadro 4.53 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH7. Adaptado de: (PGRH7, Parte 2, 2016).....	60
Quadro 4.54 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH7 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH7, Parte 2, 2016).....	61
Quadro 4.55 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH7. Adaptado de: (PGRH7, Parte 2, 2016).....	62
Quadro 4.56 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH7 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH7, Parte 2, 2016).....	63

Quadro 4.57 – Massas de Água Subterrâneas delimitadas para a RH8. Adaptado de: (PGRH8, Parte 2, 2016).....	64
Quadro 4.58 – Disponibilidades hídricas das Massas de Água Subterrâneas na RH8. Adaptado de: (PGRH8, Parte 2, 2016).....	65
Quadro 4.59 – Quadro resumo dos volumes de Água Subterrâneas captados anualmente, por sector na RH8. Adaptado de: (PGRH8, Parte 2, 2016).....	66
Quadro 4.60 – Rede de monitorização do Estado Químico e quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH8. Adaptado de: (PGRH8, Parte 2, 2016).....	67
Quadro 4.61 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH8. Adaptado de: (PGRH8, Parte 2, 2016).....	68
Quadro 4.62 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH8 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH8, Parte 2, 2016).....	69
Quadro 4.63 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH8. Adaptado de: (PGRH8, Parte 2, 2016).....	70
Quadro 4.64 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH8 no 1º e 2º Ciclo. Adaptado de: (PGRH8, Parte 2, 2016).....	71
Quadro 4.65 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Químico ou mantê-lo, para a RH2. Adaptado de: (PGRH2, Parte 6, 2016).....	77
Quadro 4.66 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Quantitativo ou mantê-lo, para a RH4. Adaptado de: (PGRH4, Parte 6, 2016).....	77
Quadro 4.67 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Químico ou mantê-lo, para a RH4. Adaptado de: (PGRH4, Parte 6, 2016).....	78
Quadro 4.68 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Químico ou mantê-lo, para a RH5. Adaptado de: (PGRH5, Parte 6, 2016).....	79
Quadro 4.69 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Químico ou mantê-lo, para a RH6. Adaptado de: (PGRH6, Parte 6, 2016).....	79
Quadro 4.70 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Químico ou mantê-lo, para a RH7. Adaptado de: (PGRH7, Parte 6, 2016).....	80
Quadro 4.71 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Quantitativo ou mantê-lo, na RH8. Adaptado de: (PGRH8, Parte 6, 2016).....	80
Quadro 4.72 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Químico ou mantê-lo, para a RH8. Adaptado de: (PGRH8, Parte 6, 2016).....	81
Quadro 5.1 – Concentração máxima verificada em cada um dos diferentes pontos de recolha de amostras. Adaptado de: (Caraça, 2015).....	83
Quadro 5.2 – Índices de prioridade de intervenção para águas subterrâneas. Adaptado de: (Novo, Oliveira, Henriques, & Lobo Ferreira, 2016).....	87

Índice de Figuras

Figura 4.1 – Unidades Hidrogeológicas de Portugal Continental. Fonte: Ribeiro (2007).....	19
Figura 4.2 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH1. Fonte: (PGRH1, Parte 2, 2016).....	25
Figura 4.3 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH1. Fonte: (PGRH1, Parte 5, 2016). 54	
Figura 4.4 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH1. Fonte: (PGRH2, Parte 2, 2016).	28
Figura 4.5 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH2. Fonte: (PGRH2, Parte 2, 2016).....	29
Figura 4.6 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH3. Fonte: (PGRH3, Parte 2, 2016).....	33
Figura 4.7 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH3. Fonte: (PGRH3, Parte 2, 2016).	34
Figura 4.8 - Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH4. Fonte: (PGRH4, Parte 2, 2016).....	41
Figura 4.9 - E Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH4. Fonte: (PGRH4, Parte 2, 2016).....	43
Figura 4.10 - Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH5. Fonte: (PGRH5, Parte 2, 2016).....	48
Figura 4.11 - Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH5. Fonte: (PGRH5, Parte 2, 2016).....	50
Figura 4.12 - Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH6. Fonte: (PGRH6, Parte 2, 2016).....	54
Figura 4.13 - Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH6. Fonte: (PGRH6, Parte 2, 2016).....	55
Figura 4.14 - Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH7. Fonte: (PGRH7, Parte 2, 2016).....	61
Figura 4.15 - Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH7. Fonte: (PGRH7, Parte 2, 2016).....	62
Figura 4.16 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH8. Fonte: (PGRH8, Parte 2, 2016).....	69
Figura 4.17 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH8. Fonte: (PGRH8, Parte 2, 2016).....	69
Figura 4.18 – Percentagem de Massas de Água Subterrâneas classificadas em Estado Bom e Médio, no início do 2º Ciclo, Estado Quantitativo.	75
Figura 4.19 – Percentagem de Massas de Água Subterrâneas classificadas em Estado Bom e Médio, no início do 2º Ciclo, Estado Químico.	75
Figura 4.20 – Gráfico com o custo total das medidas, distribuído pelas várias RH que contêm as MAS classificadas em Estado Médio.....	82
Figura 5.1 – Índice de prioridade de intervenção do meio hídrico subterrâneo. Fonte: (Novo, Oliveira, Henriques, & Lobo Ferreira, 2016).....	87

1. Introdução

As águas subterrâneas constituem o maior reservatório de água doce do mundo, representando mais de 97% de toda a água doce disponível no planeta (excluindo glaciares e calotas polares).

A quantidade e a qualidade das águas subterrâneas têm importância estratégica para o desenvolvimento das nações, e para o bem-estar da humanidade e equilíbrio dos ecossistemas, o que torna as opções na gestão dos recursos disponíveis, a chave para um futuro promissor (APRH, 2010).

As águas subterrâneas são responsáveis por 33% do total das águas extraídas em todo o mundo. Mais de dois bilhões de pessoas dependem da água subterrânea como a sua principal fonte de água, enquanto metade ou mais da água de irrigação utilizada na agricultura, a nível mundial, é água subterrânea (UNESCO-WWAP, 2012).

Apesar da importância crítica das águas subterrâneas para o abastecimento mundial de água, há uma atenção insuficiente ao nível da sua gestão e monitorização, quando comparada à atenção que é dada às fontes de águas superficiais. Em muitas regiões do mundo as águas subterrâneas são frequentemente mal monitorizadas e geridas, sendo a sua supervisão muitas vezes inexistente, nos países menos desenvolvidos.

É essencial a avaliação das reservas, a compreensão dos mecanismos de recarga, as conexões hidráulicas, a evolução hidroquímica, a localização das fontes de contaminação, a determinação da vulnerabilidade e dos riscos (APRH, 2010).

A infiltração descontrolada de águas residuais provenientes de atividades industriais e agrícolas e a infiltração de águas pluviais urbanas pontualmente, conduzem à contaminação das águas subterrâneas.

As águas superficiais e subterrâneas são recursos naturais importantes que estão a atravessar sérios problemas de poluição e escassez em todo o mundo, o que resultou numa maior atenção à segurança dos recursos hídricos. A avaliação da qualidade da água é um método absolutamente essencial usado pelos responsáveis pelo planeamento e ordenamento para garantir a segurança da água. Logo, devem ser desenvolvidos métodos de avaliação eficazes para os recursos hídricos superficiais e subterrâneos de modo a garantir a segurança da água e apoiar o desenvolvimento sustentável e a saúde humana (Yu C., 2015).

Tanto quanto se sabe, a primeira rede de monitorização dos níveis de água subterrânea foi criada na Inglaterra/País de Gales por volta de 1845, sendo adotada em seguida outros países europeus no século XX. A monitorização sistemática na Europa começou no período de 1950-1980. Muitos registos de dados de nível de água subterrânea têm agora uma amplitude de 20-30 anos.

A França estabeleceu a primeira rede de qualidade das águas subterrâneas na Europa em 1902. No entanto, a monitorização sistemática da qualidade da água subterrânea na maioria dos países não começou antes de 1980 (G. Jousma, 2004).

O desenvolvimento das redes de monitorização está associado ao desenvolvimento da exploração dos recursos hídricos e ao seu crescente impacto no meio ambiente. As redes de monitorização podem evoluir desde coleções muito incoerentes de poços, na fase de reconhecimento e avaliação de recursos hídricos subterrâneos, até a redes multifuncionais em situações complexas de exploração de águas subterrâneas. O estado em que se encontram as redes de monitorização, por

sua vez, está dependente de diversos fatores, tais como, o clima, a topografia, a hidrogeologia, a densidade populacional, a economia, etc. (Comissão Especializada de Águas Subterrâneas (CEAS), 2010), (G. Jousma, 2004).

Até há poucos anos, a água subterrânea era considerada essencialmente como um reservatório de abastecimento para consumo humano (75% dos residentes da União Europeia dependem da água subterrânea para o seu abastecimento), industrial e agrícola (rega). No entanto, tem-se tornado cada vez mais evidente que a água subterrânea também deve ser protegida pelo seu valor ambiental.

A água subterrânea desempenha um papel essencial no ciclo hidrológico e é fundamental para a manutenção de zonas húmidas e caudais dos rios, providenciando os caudais de base para os sistemas de águas superficiais. Mais de 50% do caudal anual de muitos rios europeus provém de água subterrânea, e em períodos de baixo caudal, esta contribuição pode subir a mais de 90%, tendo por isso uma função reguladora nos períodos secos. Assim, a deterioração da qualidade da água subterrânea pode afetar diretamente a água superficial e os ecossistemas terrestres relacionados (Comissão Europeia, 2008).

O ciclo hidrológico tem lugar na atmosfera, hidrosfera, biosfera e geosfera, sendo acionado pela energia solar e pela gravidade. O estado químico da água vai-se alterando em consequência do seu percurso, sendo assim influenciado pela composição atmosférica, composição e espessura do solo, fenómenos de evapotranspiração, escoamento superficial e infiltração no meio geológico (solo e rocha). A água proveniente da infiltração no meio geológico acumula-se nos poros, fendas ou fendas da rocha em quantidades consideráveis, dando origem aos aquíferos (Oliveira, 2011).

A atividade antropogénica e as alterações climáticas são indiscutivelmente as maiores ameaças à qualidade das águas subterrâneas no século XXI. No entanto, a geologia local também pode ter um impacto significativo (Marion Saby, 2016).

A implementação da Diretiva-Quadro da Água (DQA), como nova estratégia de planeamento e gestão de recursos hídricos, tem como principal objetivo o alcance do bom estado das massas de água dos Estados-Membros da União Europeia, entre as quais se incluem as massas de água subterrâneas.

O alcance do bom estado é um objetivo comum de todos os Estados – Membros. Por conseguinte, a uniformização de metodologias e processos inerentes à definição do potencial ecológico é fundamental, no sentido em que todos os países deverão atingir um objetivo alcançável e comparável (Saraiva, 2010).

A Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000 (Diretiva Quadro da Água), estabeleceu que os Estados-Membros devem proteger, melhorar e recuperar as massas de águas superficiais e subterrâneas com o objetivo ambiental de alcançar um Bom Estado das águas até ao ano de 2015 (Artigo 4º, DQA). Designa-se por Bom Estado, o estado em que se encontra uma massa de água quando os seus estados quantitativo e químico são considerados como pelo menos, “Bons” (APA, 2016).

A DQA foi transposta para a ordem jurídica nacional através das seguintes leis:

- Lei nº 58/2005, de 29 de Dezembro (Lei da Água);
- Decreto-Lei nº 77/2006, de 30 de Março.

O bom estado químico é alcançado quando as concentrações dos poluentes não ultrapassam as normas de qualidade ambiental definidas no anexo IX e no n.º 7 do artigo 16.º da DQA, ou noutros

atos legislativos comunitários relevantes que estabeleçam normas de qualidade ambiental a nível comunitário, nomeadamente a Diretiva 2008/105/CE.

O bom estado quantitativo é o estado alcançado por uma massa de água de superfície, classificado como “Bom” nos termos do anexo V da DQA (APA, 2016).

Nos termos da Diretiva Quadro da Água (DQA) e da Lei da Água (LA), o planeamento de gestão das águas está estruturado em ciclos de 6 anos. Os primeiros Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH), elaborados no âmbito deste quadro legal, estiveram vigentes entre 2009 e 2015. Os Planos de Gestão de Região Hidrográfica de Portugal Continental para o período 2016-2021, isto é, os planos de 2º Ciclo, foram elaborados em três fases:

- A primeira fase de participação pública do 2.º ciclo de planeamento decorreu entre 22 de Dezembro de 2012 e 22 de Junho de 2013, facultando o Calendário e Programa de Trabalhos;
- A segunda fase decorreu entre 17 de Novembro de 2014 e 17 de Maio de 2015, sendo disponibilizados os relatórios relativos às "Questões Significativas da Gestão da Água (QSiGA)" e à "Caracterização da Região Hidrográfica (artigo 5º da DQA)", assim como um resumo destes dois documentos para as oito Regiões Hidrográficas de Portugal Continental;
- A terceira fase teve início a 12 de Junho de 2015 e decorreu até 29 de Fevereiro de 2016, com a disponibilização da versão provisória dos PGRH para as oito Regiões Hidrográficas de Portugal Continental.

Mais tarde, a Resolução do Conselho de Ministros n.º 52/2016, de 20 de Setembro, republicada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 22-B/2016, de 18 de Novembro, aprovou os Planos de Gestão de Região Hidrográfica de Portugal Continental para o período 2016-2021.

Na presente dissertação será feita uma descrição e análise do bom estado das massas de água subterrâneas de Portugal Continental de acordo com os Planos de Gestão de Região Hidrográfica de Portugal Continental para o período 2016-2021, isto é, os PGRH de 2º Ciclo (APA, 2016).

Os principais sistemas de aquíferos em Portugal Continental encontram-se em meios porosos e cársticos. Estes sistemas representam uma área aproximada de 36% do território nacional, em que os sistemas “meios porosos” representam uma área de cerca de 29,4% do território nacional (260000 km²) e os meios cársticos representam 6,2% (5500 km²).

Cerca de 40% dos aquíferos em Portugal tem uma produção média de 30 l/s. Contudo, nas zonas do Maciço Antigo os aquíferos poderão ter produções inferiores a 3 l/s. Esta produção tão baixa e está relacionada com a constituição das rochas, no litoral as formações ígneas e metamórficas possibilitam uma maior produção média dos aquíferos, assim como, com a sua recarga e os anos húmidos e secos.

Os sectores que mais utilizam a água subterrânea em Portugal Continental são, por ordem decrescente: agrícola, abastecimento público, industrial e turismo.

As águas subterrâneas ainda são um “mundo desconhecido” pois só em 2016 é que se procedeu à primeira análise quantitativa de água subterrânea “moderna”, o que foi conseguido através da análise e simulações numéricas do elemento trítio (forma de hidrogénio radioativo), presente na água subterrânea. Daí foi possível calcular a idade média dos aquíferos das amostras que colheram um pouco por todo o mundo, conseguiu-se chegar a uma estimativa de 23,4 milhões km³ de água subterrânea. Deste total foram arbitrariamente divididos em termos de altimetria em, 3,6 milhões km³ - acima da cota dos rios locais, com 15% e porosidade, 6,2 milhões km³ entre o nível dos rios

e o nível do mar, com 12% de porosidade e 13,6 milhões km³ entre o nível do mar e 2 km da crosta terrestre, com 5% de porosidade (Gleeson, Befus, Jasechko, Luijendijk, & Cardenas, 2016).

2. Objetivos e Estrutura da Dissertação

2.1 Objetivos da dissertação

A presente dissertação tem como principais objetivos:

1. Fazer uma breve síntese do estado atual das massas de água subterrâneas em Portugal Continental, tendo por base os dados disponíveis nos Planos de Gestão de Região Hidrográfica;
2. Apresentar algumas soluções ao nível da recuperação e remediação de massas de água subterrânea contaminadas, assim como da proteção e vulnerabilidade dos aquíferos em Portugal Continental, tendo em consideração estudos recentes.

Relativamente ao primeiro objetivo foi feita a aferição do qual o estado atual das massas de água segundo os Planos de Gestão de Região Hidrográfica, tendo em consideração o seu bom estado químico e quantitativo. Pretendeu-se tirar conclusões da situação atual, da evolução do 1º para o 2º ciclo dos Planos de Gestão Hidrográfica e traçar futuros cenários para as massas de água subterrâneas no que diz respeito ao seu bom estado.

Quanto ao segundo objetivo, tendo em consideração estudos recentes, são apresentadas algumas soluções para a recuperação e remediação de massas de água subterrânea em estado medíocre, e ainda para a proteção das massas de água subterrâneas em Portugal Continental.

2.2 Estrutura da dissertação

O presente trabalho está dividido em sete capítulos.

O primeiro e segundo capítulos referem-se à Introdução e aos Objetivos e Estrutura da Dissertação.

No terceiro capítulo, dividido em quatro subcapítulos, é feita uma apresentação e análise do Quadro Legal e Institucional relacionado com as águas subterrâneas. O primeiro subcapítulo aborda a Diretiva Quadro de Água, o segundo dedica-se à Diretiva das Águas Subterrâneas e ainda a uma breve história sobre a evolução das leis e normas neste sector da água, no terceiro subcapítulo é feito um breve descritivo da Lei da Água e, por fim, no quarto é descrito o Plano de Região Hidrográfica.

No quarto capítulo apresenta-se uma caracterização das massas de água subterrânea de cada uma das Regiões Hidrográficas (RH), tendo em conta os aspetos mais pertinentes, de forma a descrever sucintamente o seu estado atual segundo o Plano de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH) de 2º ciclo, 2016-2021. Neste capítulo é também feita uma comparação entre o estado no 1º ciclo e no 2º ciclo dos PGRH. Para além da análise dos estados quantitativo e químicos das massas de água subterrâneas de acordo com os parâmetros de avaliação da DQA e da DAS, são também indicadas as disponibilidades hídricas, o volume captado e o retorno de cada uma das RH, e o estado atual da rede de monitorização para cada uma das RH.

No quinto capítulo são descritos alguns casos de estudo de casos de estudos sobre a recuperação e remediação de aquíferos em Portugal Continental.

No sexto capítulo é realizada a análise dos resultados e a respetiva análise crítica dos resultados obtidos para o estado das massas de água subterrâneas e as perspectivas futuras, segundo os PGRH. Por fim, o sétimo capítulo inclui as conclusões deste estudo.

3. Quadro Legal e Institucional

No presente capítulo é realizado um breve resumo da evolução legislativa em matéria de águas subterrâneas tanto ao nível da União Europeia, como de Portugal. Desde a Diretiva do Conselho relativa à proteção das águas subterrâneas contra a poluição causada por certas substâncias perigosas de 1979 até ao Decreto-Lei nº77/2006 para a monitorização das águas subterrâneas de 2006.

3.1 Diretiva do Conselho de 17 de Dezembro de 1979 - Relativa à proteção das águas subterrâneas contra a poluição causada por certas substâncias perigosas

A diretiva 80/68/CEE era relativa à proteção das águas subterrâneas contra a poluição causada por certas substâncias perigosas. Assim, tinha como principal objetivo limitar as descargas de substâncias tóxicas, persistentes e bioacumuláveis, provenientes de diversas fontes, nomeadamente, urbanas e industriais. Esta diretiva veio colmatar a necessidade de criar uma uniformização na Comunidade Económica Europeia, uma vez que, muitos dos estados membros constituintes à data tinham limitações nos dados ou ausência dos valores das descargas das substâncias consideradas poluentes (Decreto-Lei nº 77/2006 de 30 de Março).

A diretiva 80/68/CEE definiu duas listas de substâncias perigosas:

- Lista I com as substâncias para as quais deveria ser impedida a descarga (Quadro 3.1);
- Lista II – substâncias para as quais se deviam definir limites de descarga (Quadro 3.2 e Quadro 3.3);

Quadro 3.1 - Substâncias para as quais deveria ser impedida a descarga.

LISTA I
Compostos orgânicos de halogénio e substâncias que podem produzir esses compostos no meio aquático
Compostos orgânicos de fósforo
Compostos orgânicos de estanho
Substâncias que possuem um poder cancerígeno, mutágeno ou teratógeno no meio aquático ou por intermédio deste
Mercúrio e compostos de mercúrio
Cádmio e compostos de cádmio
Óleos minerais e hidrocarbonetos
Cianetos

Quadro 3.2 - Substâncias para as quais se deviam definir limites de descarga.

LISTA II
Metalóides e metais, assim como os respetivos compostos (Quadro 3.3)
Biocidas e seus derivados que não figuram na Lista I.
Substâncias que têm um efeito prejudicial no sabor e/ou no cheiro das águas subterrâneas, assim como os compostos suscetíveis de produzir essas substâncias nas águas e torná-las impróprias para o consumo humano
Compostos orgânicos de silício tóxicos ou persistentes e substâncias que podem produzir esses compostos nas águas, com exclusão dos que são biologicamente inofensivos ou que se transformam rapidamente na água em substâncias inofensivas.
Compostos inorgânicos de fósforo e fósforo elementar.
Fluoretos
Amoníaco e nitritos.

Quadro 3.3 - Substâncias para as quais se deviam definir limites de descarga, Metalóides e Metais.

Metalóides e Metais – Lista II (continuação)	
Zinco	Cobre
Níquel	Estanho
Bário	Berílio
Cromo	Chumbo
Selénio	Boro
Urânio	Vanádio
Arsénio	Antimónio
Molibdenio	Titânio
Cobalto	Terulio
Tálio	Prata
Amónio/fluoretos	Nitritos

Foram excluídas desta diretiva, as descargas de efluentes domésticos provenientes de habitações isoladas e as descargas que contenham substâncias das listas I e II, Quadro 3.1 e 3.2, em quantidades e concentrações muito pequenas.

Os valores das limitações e impedimentos definidos nesta norma, pouco têm a ver com os fixados nos dias de hoje, no entanto, foi um ponto de partida. Para além destas limitações foi também estabelecida a proibição de descarga direta de efluentes radioativos.

3.2 Groundwater Resources of the European Community Synthetical Report (1982)

Este estudo veio no seguimento de um pedido do Diretor-Geral para o Ambiente, Proteção do Consumidor e Segurança Nuclear da Comunidade Europeia da época. O principal objetivo consistia em realizar um levantamento quantitativo possibilitando uma aglomeração da informação relativa aos recursos hídricos subterrâneos dos Estados-Membros.

Neste estudo foram tidos em conta os seguintes pontos:

- Realização de um inventário dos aquíferos, descrevendo os seus dados geológicos, litológicos, hidrogeológicos (transmissividade, direções de fluxo, intrusão salina);
- Estudo sobre as potencialidades dos aquíferos, da disponibilidade das recargas dos aquíferos, bem como a avaliação do seu excedente ou carência.

Com este relatório foi possível ter uma ideia do comportamento dos principais aquíferos a nível Europeu. Relativamente aos aquíferos de menores dimensões e menos explorados não existia muita informação disponível, sendo verificada a ausência dos dados de exploração e a sua falta de precisão.

3.3 Seminário Ministerial sobre Águas Subterrâneas, realizado em Haia em 26 e 27 de Novembro de 1991

Neste seminário incitou-se à realização de um programa de ação que evitasse, a longo prazo, a deterioração da quantidade e da qualidade das águas doces e subterrâneas na União Europeia. Definiu-se que até ao ano 2000 teria de ser implementado, tanto a nível nacional com comunitário, um plano de ação que permitisse garantir uma proteção e gestão dos recursos hídricos de água doce.

Este plano teria de ter uma abordagem integrada, de forma a garantir que os recursos hídricos superficiais e subterrâneos seriam geridos de forma global, isto é, teriam de ser consideradas as interações desde a atmosfera até ao solo. Também as políticas de gestão ambiental deveriam estar englobadas com as demais políticas relacionadas com atividade humana.

3.4 Programa de ação para a proteção e a gestão integradas das águas subterrâneas de 21 Fevereiro 1996

A 21 de Fevereiro de 1996 a Comissão Europeia, adotou um comunicado sobre a política comunitária das águas subterrâneas onde é reconhecida a importância da prevenção da poluição e da conservação das águas subterrâneas, nomeadamente os aquíferos que se encontram nas zonas rurais, onde estão acumuladas as águas subterrâneas em maior quantidade e de melhor qualidade. Na comunicação, as principais quatro linhas de ação são:

- Criação de ferramentas para controlar a poluição das águas subterrâneas por fontes difusas, e desenvolvimento de um código de boas práticas sustentáveis que incluíssem outros sectores, nomeadamente o agrícola

- Criação de ferramentas para permitir o controlo das descargas e emissões das fontes pontuais, bem como o desenvolvimento de medidas para garantir a conservação e melhoramento do meio ambiente;
- Criação de normas para a manutenção quantitativa dos recursos de água doce e regulamentação da captação de águas doces;
- Desenvolvimento de princípios comunitários que permitam elaborar uma gestão integrada da utilização e proteção da água, quer a nível nacional quer a nível comunitário, com o objetivo de garantir a qualidade das águas subterrâneas.

3.5 A Diretiva Quadro da Água (DQA) de 2000

A Diretiva-Quadro da Água (DQA), Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água. Este revela-se como o principal instrumento de promoção de medidas articuladas em cada bacia hidrográfica, com vista a garantir uma gestão sustentável dos recursos hídricos, salvaguardando a proteção e qualidade das águas superficiais interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas.

De acordo com a DQA, a água subterrânea é toda a água que está abaixo da superfície do solo na zona saturada e em contacto direto com o solo ou subsolo (Daly, 2010).

Os principais objetivos para as águas subterrâneas na DQA, são os seguintes:

- Restringir/evitar os limites das descargas poluentes, de modo a evitar a deterioração das massas de água subterrâneas (MAS);
- Melhorar, proteger e reabilitar as massas de água;
- Garantir que o bom estado das massas de água seja alcançado ao fim de 15 anos do início da aplicação da DQA;
- Aplicação de medidas que permitam reverter a tendência quando é verificado um aumento de concentrações que danifiquem o estado da massa de água.

O parâmetro para a classificação do estado quantitativo das águas subterrâneas é o regime de níveis freáticos. De acordo com a DQA, para o bom estado quantitativo, deve-se garantir que:

“O nível da água nas massas de águas subterrâneas é tal que os recursos hídricos subterrâneos disponíveis não são ultrapassados pela taxa média anual de captação a longo prazo.

Assim, os níveis freáticos não estão sujeitos a alterações antropogénicas que possam:

- Impedir que sejam alcançados os objetivos ambientais especificados nos termos do artigo 4.º para as águas de superfície que lhe estão associadas,
- Deteriorar significativamente o estado dessas águas,
- Provocar danos significativos nos ecossistemas terrestres diretamente dependentes do aquífero.” (Comissão Europeia, 2000).

Os objetivos para o estado quantitativo das águas subterrâneas são claros na DQA. O intuito é assegurar um balanço entre as extrações e a recarga da água subterrânea. Contudo, os critérios para definir o estado químico são mais complexos e não foram totalmente resolvidos na altura em que a DQA foi adotada.

Assim, o Parlamento Europeu e o Conselho pediram à Comissão Europeia o desenvolvimento de uma proposta para uma diretiva “filha” que clarificasse os critérios que definem o bom estado químico e especificações relacionadas com a identificação e inversão de tendências de poluição. Esta nova diretiva, Diretiva da Água Subterrânea (DAS) foi adotada em Dezembro de 2006 (Comissão Europeia, 2008).

3.6 Lei nº 58/2005, de 29 de Dezembro - Lei da Água

A transposição da Diretiva-Quadro da Água (DQA) nos diferentes Estados-Membros envolveu a aplicação de aspetos e metodologias inovadoras. Para que as disposições da Diretiva fossem respeitadas foi necessário investigar, testar, calibrar e utilizar metodologias nunca antes desenvolvidas ou aplicadas (Saraiva, 2010).

No caso de Portugal, a DQA foi transposta para o direito nacional pela Lei da Água, Lei nº 58/2005, de 29 de Dezembro, complementada pelos Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março e Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, que regulamentam o regime da utilização dos recursos hídricos e pelo Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de Junho, que estabelece o respetivo regime económico e financeiro (PGRH1, Relatório Técnico, 2012).

A Lei da Água tem por objetivo estabelecer um enquadramento para a proteção das águas superficiais interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas, de modo a que: evite a degradação e proteja e melhore o estado dos ecossistemas aquáticos e dos ecossistemas terrestres e zonas húmidas diretamente associados; promova um consumo de água sustentável; reforce e melhore o ambiente aquático através da redução gradual ou a cessação de descargas, emissões e perdas de substâncias prioritárias; assegure a redução gradual e evite o agravamento da poluição das águas subterrâneas; contribua para mitigar os efeitos das inundações e secas (PGRH1, Relatório Técnico, 2012).

3.6.1 Lei da Água – Lei nº 58/2005, Artigo 47.º (Capítulo 4) - Objetivos para as Águas Subterrâneas

A Diretiva-Quadro da Água distingue diferentes classes de massas de água, atribuindo a cada uma delas objetivos distintos, conforme sejam superficiais, fortemente modificadas ou artificiais, e subterrâneas (Saraiva, 2010).

No caso específico das massas de água subterrâneas, os objetivos ambientais são o bom estado químico e o bom estado quantitativo, e os dois níveis de classificação são o estado bom e o estado medíocre. Tanto o estado químico como o estado quantitativo são definidos pela pior classificação dos testes relevantes para os elementos em risco. Se qualquer um dos testes dá o resultado medíocre, a massa de água subterrânea é globalmente classificada como medíocre. É também de salientar que todos os testes relevantes devem ser feitos para cada massa de água subterrânea, isto é, esta avaliação não deve parar quando um dos testes dá resultado medíocre (PGRH8, Relatório Técnico, 2012).

Para que os objetivos ambientais definidos pela DQA, isto é, o bom estado químico e o bom estado quantitativo sejam atingidos, de acordo com o Artigo 47.º da Lei nº58/2005, devem-se seguir os seguintes passos:

- Aplicar medidas destinadas a evitar ou limitar a descarga de poluentes nas águas subterrâneas e prevenir a deterioração do estado de todas as massas de água.
- Assegurar a proteção, melhoria e recuperação de todas as massas de água subterrâneas, garantindo o equilíbrio entre as captações e as recargas dessas águas.
- Inverter qualquer tendência significativa e persistente de aumento da concentração de poluentes que resulte do impacto da atividade humana, com vista a reduzir gradualmente os seus níveis de poluição.
- Regular a monitorização e classificação dos estados químico e quantitativo das águas subterrâneas por normas a aprovar, nos termos do n.º 3 do artigo 102.º
- Proibir a descarga direta de poluentes nas águas subterrâneas, à exceção de descargas que não comprometam o cumprimento dos objetivos específicos estabelecidos na presente lei, que podem ser autorizadas nas condições definidas por normas a aprovar, nos termos do n.º 3 do artigo 102.º.

3.7 Diretiva da Água Subterrânea - Diretiva n.º 2006/118/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Dezembro

A Diretiva da Água Subterrânea (DAS) estabeleceu um regime que determina normas em relação à avaliação do estado químico da água e introduz medidas para prevenir ou limitar a introdução de poluentes. Ao complementar a DQA, a diretiva estabeleceu critérios de qualidade que têm em conta características locais e permitem efetuar melhorias baseadas nos dados da monitorização e nos novos conhecimentos científicos. Esta diretiva representa assim uma resposta adequada e cientificamente consistente aos requisitos da DQA, isto é, a clarificação dos critérios que definem o bom estado químico e a identificação e inversão de tendências significativas e persistentes para o aumento da concentração de poluentes. Foi da responsabilidade de cada Estado-Membro a determinação dos níveis limiares mais apropriados, tendo em consideração condições locais e/ou regionais (Comissão Europeia, 2008).

A diretiva relativa à proteção das águas subterrâneas 2006/118/CE de 2006 teve como principais objetivos estabelecer medidas específicas, previstas nos números 1 e 2 do artigo 17 da Diretiva 2000/60/CE, através da definição de critérios para a avaliação do bom estado químico das águas subterrâneas e da definição de critérios para a identificação e inversão de tendências significativas e persistentes para o aumento das concentrações de poluentes e para a definição dos pontos de partida para a inversão dessas tendências. E ainda, completar as disposições destinadas a prevenir ou limitar a introdução de poluentes nas águas subterrâneas que tinham sido previstas na Diretiva 2000/60/CE, assim como, prevenir a deterioração do estado de todas as massas de águas subterrâneas (DIRECTIVA 2006/118/CE, 2006).

Com a criação da Diretiva de Águas Subterrâneas, a DQA passou a estabelecer não só a necessidade de monitorização da quantidade dos recursos de todas as massas de água ou grupos de massas de água, como ainda a monitorização do seu estado químico, em programas de rede de vigilância e de rede operacional.

Assim, com base na DAS pode-se concluir que a água subterrânea deve ser:

- ✓ Caracterizada;

- ✓ Monitorizada;
- ✓ Classificada;
- ✓ Sujeita a objetivos definidos;
- ✓ Protegida, e quando necessário melhorada (Daly, 2010).

3.8 Decreto-Lei n° 77/2006, de 30 de Março

“A transposição da DQA foi complementada com o Decreto-Lei (DL) n.º 77/2006, de 30 de Março, que apresenta um conjunto de normas comunitárias de natureza essencialmente técnica e de carácter transitório. As águas subterrâneas são essencialmente enquadradas nas Parte II do Anexo I no que diz respeito à sua caracterização; no n.º 2 do Anexo III no que se refere à avaliação das pressões, do respetivo impacte e da definição de objetivos; na Parte II do Anexo V no que diz respeito à definição do estado das massas de águas subterrâneas; e no Anexo VII no que diz respeito à sua monitorização” (Decreto-Lei n° 77/2006 de 30 de Março).

3.8.1 Artigo 2.º – Anexo I – Caracterização das águas subterrâneas

O Decreto-Lei define que as águas subterrâneas deveriam ser alvo primeiro de uma caracterização inicial e posteriormente de uma caracterização mais aprofundada.

Na caracterização inicial foi definido que a Autoridade Nacional da Água iria proceder a uma primeira caracterização de todas as massas de águas subterrâneas a fim de avaliar as suas utilizações e o grau de risco de não se cumprirem os objetivos definidos nos artigos 47.º e 48.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, para cada massa de águas subterrâneas.

Após esta primeira caracterização, a Autoridade Nacional da Água deverá proceder a uma caracterização mais aprofundada das massas ou grupos de massas de águas subterrâneas que tenham sido consideradas em situação de risco de forma a permitir uma avaliação mais precisa da importância desse risco e a identificação das medidas necessárias nos termos do artigo 30.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. A caracterização mais aprofundada inclui informações relevantes sobre o impacte das atividades humanas e também informações pertinentes nomeadamente sobre características geológicas, características hidrogeológicas, características dos solos e depósitos superficiais na área de drenagem que alimenta a massa de águas subterrâneas, características de estratificação das águas no interior da massa de águas subterrâneas, o inventário dos sistemas superficiais associados, as estimativas das direções e caudais de transferência de águas, dados para calcular a taxa de recarga global média anual a longo prazo e a caracterização da composição química das águas subterrâneas.

3.8.2 Artigo 2.º – Anexo III - Avaliação de pressões sobre águas subterrâneas e respetivo impacte

De acordo com o Decreto-Lei, para as massas de águas subterrâneas transfronteiriças ou para as que, de acordo com a caracterização do Anexo I, estejam em risco de não cumprir os seus objetivos ambientais devem ser recolhidas informações tais como:

- a) A localização dos pontos da massa de águas subterrâneas onde seja realizada a captação de água,
- b) As taxas médias anuais de captação a partir destes pontos;

- c) A composição química da água captada a partir da massa de águas subterrâneas;
- d) A localização dos pontos da massa de águas subterrâneas nos quais é diretamente descarregada água;
- e) As taxas de descarga nesses pontos;
- f) A composição química das águas descarregadas na massa de águas subterrâneas;
- g) O ordenamento do território na área ou áreas de drenagem a partir das quais a massa de águas subterrâneas recebe a sua recarga, incluindo poluentes e alterações antropogénicas das características de recarga.

Tendo por base as informações recolhidas é efetuada uma avaliação do impacto das alterações no nível quantitativo das águas subterrâneas.

De acordo com o Decreto-Lei, devem ser fixados objetivos menos exigentes do que os previstos no artigo 47.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. Devendo ser identificadas as massas de águas subterrâneas para as quais devem ser estabelecidos objetivos inferiores, nos termos do artigo 51.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, quando, em resultado do impacto da atividade humana, determinado em conformidade com os números anteriores, a massa de água subterrânea se encontre tão poluída que, para alcançar um bom estado químico seja inexecutável ou muito trabalhoso.

3.8.3 Artigo 4.º - Anexo VII – Monitorização de Águas Subterrâneas

O Decreto-Lei nº 77/2006 de 30-03-2006 anexo VII, descreve os dois aspetos fundamentais da monitorização de águas subterrâneas: a monitorização do seu estado quantitativo e do seu estado químico.

Para efetuar a monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas e dos recursos hídricos disponíveis, é necessário:

- Conceber a rede de monitorização de níveis freáticos dos aquíferos, que deve ser fornecida no plano de gestão de bacia hidrográfica pela Autoridade Nacional da Água;
- Conhecer a densidade dos pontos de monitorização representativos do nível freático em cada massa de águas ou grupo de massas de águas subterrâneas e que permita avaliar o impacto das captações e descargas no nível freático dos aquíferos e a direção do escoamento do caudal da água, caso atravesse a fronteira de um Estado membro;
- Prever a frequência de monitorização que permita avaliar o estado quantitativo de cada massa de águas ou grupo de massas de águas subterrâneas, tomando em consideração as variações da recarga a curto e a longo prazos e em especial o impacto das captações e descargas no nível dos aquíferos, no que se refere às massas de águas subterrâneas em risco de não atingirem os objetivos ambientais especificados no artigo 47.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. No caso em que a água atravesse a fronteira de um Estado membro, deverá ser prevista uma frequência de monitorização suficiente para avaliar a direção e taxa de percolação da água que atravessa a fronteira;
- Interpretar e apresentar o estado quantitativo das águas subterrâneas através de um mapa elaborado pela Autoridade Nacional da Água, com base na avaliação efetuada. Nesse mapa as cores verde e vermelha deverão corresponder aos estados de bom e medíocre, respetivamente.

No que se refere à monitorização do estado químico das águas subterrâneas, importa considerar:

- Uma rede de monitorização das águas subterrâneas, que permita não só dar a conhecer o estado químico das águas subterrâneas em cada bacia hidrográfica, mas também detetar, a longo

prazo, o aumento das concentrações de poluentes. A Autoridade Nacional da Água estabelece um programa de monitorização de vigilância para cada período de vigência de um plano de gestão de bacia hidrográfica, cujos resultados serão aplicados num programa de monitorização;

- A monitorização de vigilância, que tem como objetivos completar e validar o processo de avaliação do impacte e fornecer informações que serão utilizadas na determinação de tendências a longo prazo, resultantes tanto de alterações das condições naturais como da atividade antropogénica. Os pontos de monitorização deverão ser selecionados em número suficiente, não só para massas de águas consideradas em risco de não estarem em bom estado, nos termos dos anexos I e III, mas ainda para massas de águas transfronteiriças. Em todas as massas de águas subterrâneas selecionadas serão monitorizados os seguintes parâmetros fundamentais:
 - Teor de oxigénio
 - pH
 - Condutividade
 - Nitratos (NO₃)
 - Amónia (NH₄)

Para as massas de água em risco de não estarem em bom estado, são também monitorizados os parâmetros indicativos do impacte das pressões a que estão sujeitas.

- A monitorização operacional é efetuada nos intervalos entre os períodos de execução dos programas de monitorização, com o objetivo de determinar o estado químico de todas as massas ou grupos de massas de águas subterrâneas identificadas como estando em risco, e ainda de determinar a presença de eventuais tendências, a longo prazo, para o aumento da concentração de qualquer poluente. A seleção dos pontos de monitorização e a frequência da monitorização seguem regras semelhantes às indicadas na monitorização do estado quantitativo;
- A identificação de tendências na concentração de poluentes é efetuada pela Autoridade Nacional da Água, com base nos dados resultantes da monitorização de vigilância e da monitorização operacional. Serve para identificar, estatisticamente, eventuais tendências para o aumento das concentrações de poluentes, ou a sua inversão.
- A interpretação e apresentação do estado químico das águas subterrâneas, cujo bom estado no que se refere aos parâmetros químicos para os quais foram fixadas normas de qualidade ambiental na legislação comunitária, tem por base: o cálculo do valor médio dos resultados da monitorização de cada ponto da massa ou grupo de massas de águas subterrâneas; a utilização destes valores médios para demonstrar o cumprimento do requisito de um bom estado químico das águas subterrâneas. É elaborado um mapa colorido do estado químico das águas subterrâneas, em que a cor verde corresponde a bom e a cor vermelha corresponde a medíocre;

A apresentação do estado das águas subterrâneas é incluída no plano de gestão de bacia hidrográfica através de mapas coloridos que indicam o estado quantitativo e o estado químico de cada massa ou grupo de massas de água, de acordo com o esquema de cores acima referido.

3.9 Decreto-Lei n.º 208/2008

Relativamente à avaliação do estado das águas subterrâneas, o Decreto-Lei 208/2008 transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/118/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Dezembro (Diretiva das Águas Subterrâneas), regulamentando o artigo 47.º da Lei da Água, no respeitante à avaliação do estado químico da água subterrânea, definindo os critérios e

procedimentos para avaliação do estado químico das águas subterrâneas e para a identificação de tendências e definição do ponto de partida para a inversão dessas tendências.

Neste DL são estabelecidas definições como: «Norma de qualidade da água subterrânea»; «Limiar»; «Tendência significativa e persistente para o aumento da concentração»; «Introdução de poluentes na água subterrânea»; «Concentração natural»; «Valor de referência».

Relativamente aos Critérios para a avaliação do estado químico da água subterrânea, o DL refere que as normas serão as constantes do quadro nº 2.3.2, da seção II do anexo V do DL nº77/2006 de 30 de Março:

- Nitratos - 50 mg/l
- Substâncias ativas dos pesticidas, incluindo os respetivos metabolismos e produtos de degradação e de reação – 0.1µg/l

O DL define que os limiares aplicáveis ao bom estado químico das MA baseiam-se na sua proteção, poderão ser definidos ao nível da RH, ou a nível nacional. Os limiares dos poluentes e respetivos indicadores a analisar e a forma como estes devem de ser publicados no respetivo PGRH.

São identificadas as tendências e a respetiva definição do ponto de partida para a respetiva inversão dessa tendência, compete às A.R.H avaliar e identificar as tendências para o aumento das concentrações dos poluentes, as A.R:H são também responsáveis pela inversão das respetivas tendências de modo a que estas não coloquem nunca em causa, a degradação dos ecossistemas evolventes e da saúde humana.

Por último neste DL são propostas medidas para a prevenir ou limitar a introdução de poluentes na água subterrânea. (Decreto-Lei nº208/2008, 2008)

3.10 Portaria n.º 1115/2009, de 29 de Setembro

A Portaria nº 1115/2009, de 29 de Setembro define como se atua na avaliação do estado quantitativo das massas de água subterrânea com a finalidade de assegurar o bom estado quantitativo das massas de água, para tal deverá ser realizada uma avaliação com uma certa frequência ao estado da massa de água subterrânea e deverão ser analisados os seguintes aspetos:

- Avaliação da recarga das massas de água;
- Avaliação das extrações nas massas de água;

O bom estado quantitativo de uma massa de água subterrânea implica que o nível de água na referida massa seja tal que os recursos hídricos subterrâneos disponíveis não sejam ultrapassados pela taxa média anual de extração a longo prazo.

Não altera o bom estado quantitativo a ocorrência temporária ou contínua, em áreas limitadas, de alterações na direção do escoamento subterrâneo em consequência de variações de nível, desde que essas alterações não provoquem intrusões de água salgada, ou outras, que revelem uma tendência para tais intrusões, induzida por ação humana, constante e claramente identificada.

O bom estado quantitativo de uma massa de água subterrânea considera-se atingido quando a taxa média anual de captações a longo prazo existentes na massa de água subterrânea for inferior a 90 % da recarga média anual a longo prazo da mesma massa de água.

3.11 Planos de Gestão de Região Hidrográfica

A DQA procura contribuir para uma correta política de planeamento dos recursos hídricos através dos Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH), instrumentos principais da implementação da DQA e que incitarão efeitos diretos sobre as atividades e usos da água nas respetivas regiões. (PGRH1 – Relatório Técnico)

No entanto, os PGRH incorporam não só as perspetivas ambientais da DQA, mas também asseguram o cumprimento da Lei da Água em todos os domínios nela consagrados, nomeadamente o Artigo 47.º (Capítulo 4) referente aos objetivos para as águas subterrâneas e Decreto-Lei n.º 77/2006, Artigo 4º (Anexo VII) relativo à monitorização de águas subterrâneas, analisados nas secções 2.3.1 e 2.3.2 respetivamente.

Com base numa caracterização e diagnóstico, nos PGRH são definidos cenários, objetivos e programas de medidas; a primeira meta foi em 2015, prevendo-se uma renovação dos PGRH de 6 em 6 anos, em que os próximos horizontes são 2021 e 2027.

No caso específico das águas subterrâneas é frequente que, quando o estado químico é classificado de medíocre, os objetivos ambientais exigidos pela DQA sejam prorrogados para 2021 ou 2027. Isto verifica-se uma vez que as massas de água subterrâneas, ao contrário dos rios, se caracterizam por apresentarem velocidades de escoamento relativamente lentas e, portanto, em situações de contaminação apresentam maior inércia no que respeita à recuperação da qualidade da água (PGRH8, Relatório Técnico, 2012).

Para garantir que os PGRH obtenham resultados é necessário tecnologia, disponibilidade financeira, capacitação de instituições e boa governação. Se estes quatro fatores convergirem será possível exercer competências de planeamento, licenciamento, fiscalização, monitorização, fazendo assim valer a dimensão multisectorial dos recursos hídricos. Nestas condições será possível resolver as pressões que a erosão costeira, a escassez de água e as secas, as cheias e as inundações, a contaminação da água e as alterações hidromorfológicas colocam à sustentabilidade na proteção e valorização dos recursos hídricos, numa tarefa que cruza as políticas públicas e ultrapassa as fronteiras administrativas, incluindo as internacionais (PGRH2 – Relatório Técnico, 2012).

3.12 Decreto-Lei n.º130/2012, de 22 de Junho

Este DL tem como objetivos a alteração da Lei n.º58/2005, Lei da água, alterada pelo DL n.º245/2009 de 22 de Setembro adaptando o quadro institucional e de competências de gestão dos recursos hídricos, face à Lei Orgânica do Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, aprovada pelo Decreto -Lei n.º 7/2012, de 17 de Janeiro, e à orgânica da Agência Portuguesa do Ambiente, I. P., aprovada pelo Decreto -Lei n.º 56/2012, de 12 de Março (Decreto-Lei n.º130/2012 de 22 de Junho, 2012).

3.13 Decreto-Lei n.º 34/2016, de 28 de Junho

Este DL procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de Outubro, que estabelece o regime de proteção das águas subterrâneas contra a poluição e deterioração, transpondo a Diretiva 2014/80/UE da Comissão, de 20 de junho de 2014, que altera o anexo II da

Diretiva 2006/118/CE do Parlamento e do Conselho, relativa à proteção das águas subterrâneas contra a poluição e a deterioração.

Constatou-se de que para além dos nitratos e do azoto amoniacal, que já haviam sido incluídos no Anexo I e II do Decreto-Lei nº208/2008, de 28 de outubro, o azoto e o fósforo também estão presentes na água subterrânea, o risco associado das massas de água superficiais e ecossistemas terrestres envolventes à respetiva eutrofização, este DL define que se deverá também incluir na avaliação os nitritos que contribuem para o azoto e fósforo total, bem como os fosfatos.

Neste DL são também criadas metodologias que permitem facilitar a comparabilidade dos limiares, através da aplicação de princípios comuns, para a determinação das concentrações de fundo geoquímico.

Por último, neste DL realiza-se uma revisão da informação considerada necessária relativamente aos poluentes e indicadores para os quais já foram estabelecidos limiares, nomeadamente no que respeita às metodologias de avaliação do estado químico das massas de água subterrâneas utilizadas nos primeiros planos de gestão de bacia hidrográfica. Esta alteração tem em vista assegurar a melhor compreensão e comparação de resultados, bem como a harmonização das metodologias de fixação de limiares para as águas subterrâneas a nível da União Europeia (Decreto Lei nº34/2016 de 28 de Junho)

4. Massas de Água Subterrânea em Portugal Continental de Acordo com os Planos de Gestão de Região Hidrográfica

4.1 Unidades Hidrogeológicas

Existem 4 Unidades Hidrogeológicas em Portugal Continental, Figura 4.1.

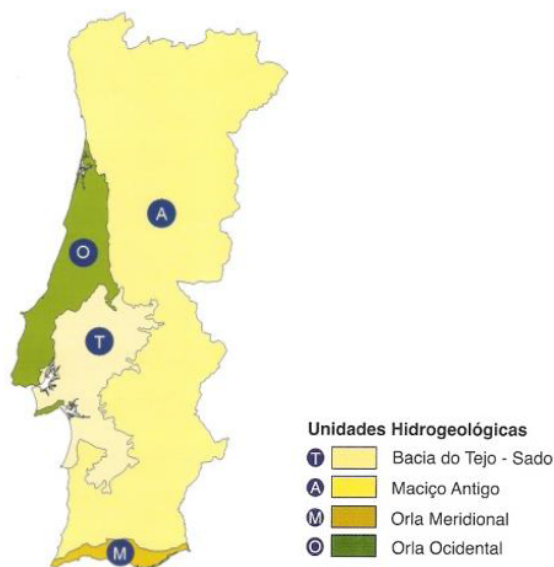


Figura 4.1 – Unidades Hidrogeológicas de Portugal Continental. **Fonte:** Ribeiro (2007).

O Maciço Antigo é fundamentalmente formado por rochas metamórficas e magmáticas, podendo ser muito ou pouco fraturadas. As rochas predominantes encontradas neste maciço são o xisto, granito ou grauvaque, formando estas rochas aquíferos essencialmente do tipo fissurado. Neste maciço e em menor quantidade encontram-se também rochas carbonatadas, calcários, dolomíticos, mármore e dolomias e quartzitos. Este tipo de rochas dá origem a diversos sistemas de aquíferos com certas características cársicas. Ao tratar-se deste tipo de rochas, acima descritas, produzem aquíferos de produtividade baixa, livres pouca aptidão para este maciço tem pouca aptidão aquífera.

A Orla Ocidental é essencialmente formada por rochas sedimentares, tais como os argilitos, arenitos, os carbonatos e os arenosos desagregados. Devido a este tipo de rochas, este maciço contém alguns aquíferos importantes relacionados com as formações carbonatas e detríticas.

A Unidade Hidrogeológica Bacia do Tejo-Sado corresponde a uma grande bacia sedimentar, formada por sedimentos terciários e quaternários. Pode considerar-se que a bacia está dividida em duas sub-unidades: a Bacia Terciária do Baixo Tejo e a Bacia de Alvalade. A Bacia Terciária do Baixo Tejo integra o maior sistema aquífero do território nacional e os seus recursos hídricos subterrâneos são um importantíssimo fator de desenvolvimento, assegurando abastecimentos urbanos, industriais e agrícolas (Almeida, Mendonça, Jesus, & Gomes, 2000).

A Orla Meridional é constituída por terrenos sedimentares de idade mesozóica e cenozóica, assentes sobre um soco hercínico, constituído por xistos e grauvaques de idade carbónica (Almeida, Mendonça, Jesus, & Gomes, 2000).

Há 57 sistemas aquíferos em Portugal Continental. No entanto, a medida de unidade de análise das águas subterrâneas, de acordo com a DQA e aplicada pelos PGRH, não são os sistemas aquíferos, mas sim as massas de água subterrâneas, que podem compreender todo um sistema aquífero ou apenas uma parte.

A metodologia utilizada para a identificação e delimitação das massas de água foi definida pelo INAG, no âmbito da elaboração do Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas prevista no Artigo 5.º da DQA (PGRH5, Relatório Técnico, 2012).

4.2 PGRH 1 – Bacias Hidrográficas do Minho e Lima

Esta região hidrográfica contém a bacia hidrográfica dos Rios Lima e Minho, águas superficiais costeiras e subterrâneas subjacentes. partilhada com Espanha. Esta RH abrange uma área de 2465 km² da área do território nacional.

4.2.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas

A região hidrográfica do Minho e Lima (RH1) possui duas massas de água subterrânea Quadro 4.1, em que nenhuma corresponde a um sistema aquífero.

Quadro 4.1 – Massas de Água Subterrâneas delimitadas para a RH1. **Adaptado de:** (PGRH1, Parte 2, 2016).

Nº de Massas de Água	Código da Massa de Água	Designação da Massa de Água	Unidade Hidrogeológica
1	A01RH1	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Minho	Maciço Antigo
2	A02RH1	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Lima	Maciço Antigo

4.2.2 Caracterização das Massas de Água Subterrâneas

A disponibilidade hídrica, é considerada a capacidade de uma massa de água subterrânea em fornecer água, ao longo do ano e considerando as condições naturais. Este valor está relacionado com a recarga do aquífero pela precipitação, este também outros fatores de recarga que poderão influenciar este valor, como é o caso das trocas de água, entre massas de água e de processos de drenagem.

Relativamente às disponibilidades hídricas anuais subterrâneas na RH1, no PGRH – 2º ciclo entradas e saídas (em hm³/ano) e a disponibilidade hídrica por unidade de área (hm³/(km²/ano)). No cálculo das disponibilidades hídricas desta região, especialmente dos sistemas indiferenciados, que representam uma grande área do país, mas em termos de recursos hídricos são pouco importantes. Nos PGRH de 2º ciclo por vezes foi necessário extrapolar onde se realizou estudos a níveis hidrogeológicos, foram considerados homogéneos o indiferenciado de cada uma das unidades hidrogeológicas., tendo a precipitação média anual considerada por (Nicolau, 2002)

É importante salientar que as características das massas de água subterrânea da RH1 promovem um escoamento do tipo sub-superficial, o que leva a que exista uma forte interação entre massas de águas superficiais e subterrâneas. No Quadro 4.2 estão representadas as disponibilidades hídricas para a RH1.

Quadro 4.2 – Disponibilidades hídricas das Massas de Água da RH1. **Adaptado de:** (PGRH1, Parte 2, 2016).

Massa de água	Disponibilidade hídrica anual (hm³/ano)	Disponibilidade hídrica por unidade de área (hm³/(km²/ano))
Maçiço Antigo Indiferenciado da Bacia do Minho	104,79	0,11
Maçiço Antigo Indiferenciado da Bacia do Lima	143,33	0,10
Total	284,12	0,21

Nesta RH1, uma vez que a composição geológica é muito diversificada, esta disponibilidade poderá não representar o volume de água disponível nesta RH1.

Tão importante como a avaliação da disponibilidade hídrica é o conhecimento da incerteza espacial associada à heterogeneidade dos meios hidrogeológicos. É neste binómio que assenta a principal diferença entre as massas de água subterrânea associadas a aquíferos diferenciados e a aquíferos indiferenciados. Por essa razão, foi tido em conta o grau de incerteza associado à disponibilidade por unidade de área, diferenciando-se desta forma a importância da disponibilidade hídrica subterrânea por massa de água, e, conseqüentemente, por região hidrográfica, atendendo aos diferentes meios hidrogeológicos.

Quanto à poluição de origem tóxica e difusa nas massas de água subterrânea da RH1, foram consideradas pressões exercidas por atividades antropogénicas, tais como aterros sanitários e explorações mineiras desativadas, para a poluição tóxica, e pressões de origem agropecuária, para a poluição difusa.

Relativamente às cargas de origem tóxica, verificou-se que nenhuma afeta a qualidade das massas de águas subterrâneas da RH1, no ano de referência 2009, nem no ano horizonte 2021. Para a poluição de origem difusa, por sua vez, prevê-se uma diminuição das atividades pecuárias, entre o ano de referência e o ano horizonte.

Na RH1 foram também identificadas instalações industriais, aterros sanitários e lixeiras, potencialmente emissores de substâncias perigosas e outro tipo de poluentes (SPOP), para os quais não se dispõe de informação que permita identificar a sua emissão por fonte poluente. As SPOP suscetíveis de exercer pressão sobre as águas da RH1 são as seguintes: mercúrio, níquel, chumbo, cádmio, carbono orgânico total, cianetos, antimónio, arsénio, crómio total e crómio hexavalente, selénio, potássio, fenóis, crómio VI, alumínio, bário, boro, sulfuretos e fluoretos.

As captações de águas subterrâneas identificadas na RH1 destinam-se fundamentalmente ao abastecimento para usos agrícolas e ao abastecimento público segundo os dados fornecidos no pelo Relatório Técnico da RH1 (PGRH1, Relatório Técnico, 2012).

Em geral, não existem pressões significativas de carácter quantitativo nas massas de água subterrânea, podendo, no entanto, ocorrer abaixamentos mais acentuados dos níveis piezométricos, em resposta a períodos de seca. Porém, os níveis piezométricos têm-se mantido constantes ou até mesmo crescentes no caso do Maçiço Antigo indiferenciado da Bacia do Lima.

Quadro 4.3 – Quadro resumo dos volumes captados anualmente de Água Subterrânea, por sector na RH1. Adaptado de: (PGRH1, Parte 2, 2016).

Sector	Volume captado (hm ³)	% do volume total captado	Retornos por sectores (hm ³)
Abastecimento	15,57	21,57	1,56
Agrícola	55,82	77,35	11,06**
Industrial	0,28	0,39	0,01
Turismo	0,45	0,62	0,05*
Outros	0,05	0,07	0,005
Total	72,17	100	12,68

*- O valor que está associado aos retornos dos campos e golfe e ficou associado ao sector do Turismo.

** - O valor que está associado aos retornos do sector da pecuária, ficou associado à agricultura.

Da análise do Quadro 4.3, pode-se concluir que nesta região hidrográfica o maior consumidor de água subterrânea, é o sector agrícola, com cerca de 77% do volume total captado, em segundo lugar segue-se o sector do abastecimento com 21%, os restantes sectores não representam uma grande expressão do consumo total, cerca de 1% do volume total captado, o sector do Turismo com 0,62%, o sector do Industrial com 0,39% e os Outros com 0,07%.

4.2.3 Rede de Monitorização

Quanto às redes de monitorização na RH1, são de destacar os seguintes programas: rede de quantidade e rede de vigilância, este último relacionado com a rede de monitorização de qualidade Quadro 4.4. Não existe nenhuma massa de água subterrânea identificada como estando em risco de não atingir os objetivos quantitativos, pelo que a rede de monitorização operacional não se encontra implementada.

Quadro 4.4 – Rede de monitorização do Estado Químico e quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH1. Adaptado de: (PGRH1, Parte 2, 2016).

Estado Químico				Estado Quantitativo	
Rede de Vigilância		Rede operacional			
Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas
6	2 (100%)	0	0	4	2 (100%)

Nesta RH todas as massas de água subterrânea, são monitorizadas tanto ao nível do estado químico com ao estado quantitativo. Segundo o PGRH da RH1 de 2º ciclo existem 6 estações para monitorizar o estado das massas de água, ao nível do estado químico, não existindo nenhuma estação operacional. Os ensaios nas massas de água subterrânea realizam-se semestralmente, sendo estes realizados os períodos mais favorável e desfavorável do ano hidrológico.

Em relação à rede de monitorização do estado quantitativo das massas de água subterrâneas, existem quatro estações, três delas poços e uma delas é um furo vertical. Os ensaios consistem na análise dos níveis piezométricos e da medição dos caudais das nascentes, os ensaios têm uma periodicidade mensal.

4.2.4 Estado das Massas de Água Subterrâneas

As duas massas de água subterrâneas da RH1 foram classificadas com bom estado quantitativo, de acordo com os objetivos impostos pela DQA. Isto vai de encontro aos valores relativos às disponibilidades hídricas e à não significativa tendência de abaixamento dos níveis piezométricos, mencionados anteriormente, Quadro 4.5.

Quadro 4.5 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH1. **Adaptado de:** (PGRH1, Parte 2, 2016).

Massas de Água Subterrâneas	Estado Quantitativo
Maciço Antigo indiferenciado do Minho	Bom
Maciço Antigo indiferenciado do Lima	Bom

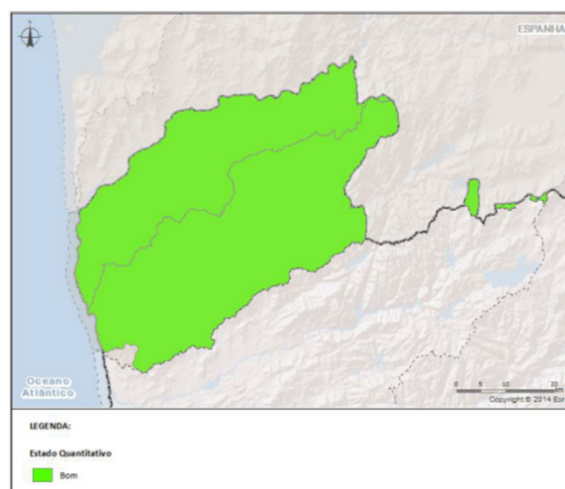


Figura 4.2 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH1. **Fonte:** (PGRH1, Parte 2, 2016).

Quadro 4.6 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH1 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH1, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH1	2	2 (100%)	0	2	2 (100%)	0

Foi elaborada uma comparação entre os planos, de 1º e 2º Ciclo do planeamento e como é possível observar no Quadro 4.6, não ocorreram alterações ao estado quantitativo das massas de água, nos dois planeamentos.

Quanto ao estado químico, a avaliação das duas massas de água subterrânea permitiu aferir que ambas se encontram num bom estado químico Quadro 4.7 e Figura 4.3. O único poluente identificado em concentrações significativas, mas abaixo dos valores limites, foi o nitrato (NO_3^-). Este poluente é particularmente preocupante para a massa de água subterrânea Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Lima, onde em 2009 se verificava uma tendência de subida dos valores de nitrato.

Quadro 4.7 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH1. **Adaptado de:** (PGRH1, Parte 2, 2016).

Massas de Água Subterrâneas	Estado Químico
Maçiço Antigo indiferenciado do Minho	Bom
Maçiço Antigo indiferenciado do Lima	Bom

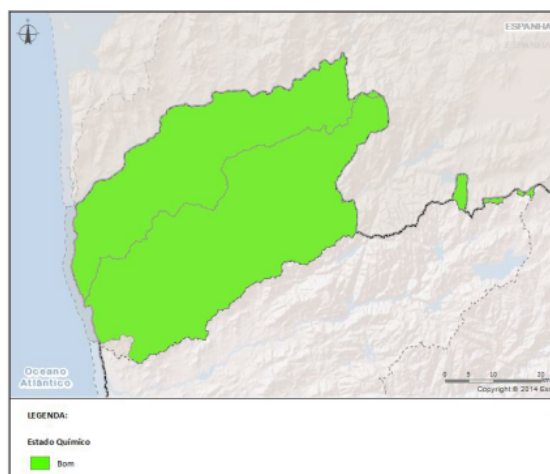


Figura 4.3 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH1. **Fonte:** (PGRH1, Parte 5, 2016).

Quadro 4.8 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH1 no 1º e 2º Ciclo. dos PGRH. **Adaptado de:** (PGRH1, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH1	2	2 (100%)	0	2	2 (100%)	0

Tal como se pode observar no Quadro 4.8 e Figura 4.3, também ao nível do estado químico das águas subterrâneas não ocorreram alterações entre o 1º e 2º ciclo.

4.3 PGRH 2 – Bacias Hidrográficas do Cávado, Ave e Leça

4.3.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas

Nesta região hidrográfica fazem parte a bacia hidrográfica dos Rios Cávado, Ave e Leça e bacias hidrográficas das ribeiras da costa. São também consideradas as suas respetivas massas de água subterrâneas e costeiras. A região hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (RH2) possui 4 massas de água subterrânea, Quadro 4.9, em que nenhuma corresponde a um sistema aquífero.

Quadro 4.9 – Massas de Águas Subterrâneas delimitadas para a RH2. **Adaptado de:** (PGRH2, Parte 2, 2016).

Nº de Massas de Água	Código da Massa de Água	Designação da Massa de Água	Unidade Hidrogeológica
1	A01RH2	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Cávado	Maciço Antigo
2	A02RH2	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Ave	Maciço Antigo
3	A03RH2	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Leça	Maciço Antigo
4	A04RH2	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Baixo Cávado/Ave	Maciço Antigo

4.3.2 Caracterização das Massas de Água Subterrâneas

Relativamente às disponibilidades hídricas subterrâneas na RH2, no PGRH de 2º ciclo é realizado uma avaliação às disponibilidades hídricas em hm^3/ano , desta RH. Salienta-se que as características das massas de água subterrânea da região em análise promovem um escoamento do tipo subsuperficial, o que leva a uma forte interação entre massas de água superficiais e subterrâneas, segundo o Relatório Técnico do 1º ciclo dos PGRH. Os valores das disponibilidades hídricas estão disponibilizados no Quadro 4.10.

Quadro 4.10 – Disponibilidades hídricas das Massas de Água da RH2. **Adaptado de:** (PGRH2, Parte 2, 2016).

Massa de água	Disponibilidade hídrica anual (hm^3/ano)	Disponibilidade hídrica por unidade de área ($\text{hm}^3/(\text{km}^2/\text{ano})$)
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Cávado	147,78	0,1
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Ave	124,44	0,08
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Leça	16,61	0,08
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Cávado/Ave	14,44	0,07
Total	303,27	0,33

A disponibilidade hídrica subterrânea média estimada por massa de água subterrânea da RH2 é de $147,78 \text{ hm}^3/\text{ano}$ no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Cávado, $124,44 \text{ hm}^3/\text{ano}$ no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Ave, $16,61 \text{ hm}^3/\text{ano}$ no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Leça e $14,44 \text{ hm}^3/\text{ano}$ no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Baixo Cávado/Ave.

Quanto à poluição de origem tóxica e difusa nas massas de águas subterrâneas da RH2, foram consideradas pressões exercidas por atividades antropogénicas, tais como aterros sanitários, lixeiras e explorações mineiras desativadas para a poluição tóxica, pressões de origem agrícola, agropecuária, e ainda campos de golfe para a poluição difusa.

Relativamente às cargas de origem tóxica, não foi possível verificar se as áreas mineiras estão a ter repercussões nas massas de águas subterrâneas. Quanto aos aterros sanitários existentes nesta região hidrográfica considerou-se, face à informação disponível, que nenhum representa uma pressão significativa. Portanto, as pressões exercidas por poluição tóxica não afetam as massas de águas subterrâneas da RH2.

Para a poluição de origem difusa, por sua vez, previu-se uma diminuição das atividades pecuárias entre o ano de 2009 e o ano de 2015, nas massas de água subterrâneas, mas até ao momento ainda não existem dados a confirmar tal facto. O Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Cávado, Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Ave e Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Leça. No entanto, o Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Leça e o Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Baixo Cávado/Ave apresentavam no relatório técnico do 1º ciclo, impactos negativos devido a atividades agrícolas e agropecuárias, previu-se que esta situação se iria manter até ao ano de 2015, para o caso da segunda massa de água subterrânea referida, o que se veio a verificar. De acordo com o PGRH de 2º ciclo da RH2, o Maciço Antigo Indiferenciado do Cávado/Ave só deverá atingir o bom estado em 2027, pois o processo de eliminação da poluição difusa é lento e gradual.

Segundo o relatório técnico enviado à UE, em 2012, na RH2 foram identificadas instalações industriais, aterros sanitários e lixeiras potencialmente emissores de substâncias perigosas e outro tipo de poluentes (SPOP), para os quais não se dispõe de informação que permita identificar a sua emissão por fonte poluente. As SPOP suscetíveis de exercer pressão sobre as águas subterrâneas da RH2, são as seguintes: mercúrio, níquel, chumbo e cádmio.

As captações de água subterrânea identificadas na RH2 destinam-se fundamentalmente ao abastecimento para uso agrícola e ao abastecimento ao sector industrial.

Os dados fornecidos no 2º ciclo do PGRH para a RH2 relativamente ao volume de água extraído das massas de água subterrâneas, está representado no Quadro 4.11.

Quadro 4.11 – Quadro resumo dos volumes captados anualmente de Água Subterrânea, por sector na RH2. Adaptado de: (PGRH2, Parte 2, 2016).

Sector	Volume captado (hm ³)	% do volume total captado	Retornos de cada sector (hm ³)
Abastecimento	2,73	1,28	0,28
Agrícola	192,43	90,48	38,01**
Industrial	15,60	7,33	0,78
Turismo	1,84	0,87	0,18*
Outros	0,09	0,04	0,009
Total	212,68	100	39,26

*- O valor que está associado aos retornos dos campos e golfe e ficou associado ao sector do Turismo.

** - O valor que está associado aos retornos do sector da pecuária, ficou associado ao sector da Agricultura.

Da análise dos valores do Quadro 4.11, pode-se constatar de que o sector que mais consome água subterrânea é o agrícola, representando cerca de 90,48% do total do volume captado, o segundo maior consumidor de água subterrânea nesta RH2 é sector industrial com 7,33%, em terceiro

segue-se o sector do Abastecimento com 1,28%, segue-se o sector do Turismo com 0,87% e por último o sector Outros com 0,04%.

Estas captações encontram-se localizadas maioritariamente no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Cávado e no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Ave. Em geral, não existem pressões significativas de carácter quantitativo nas massas de águas subterrâneas podendo, no entanto, ocorrer rebaixamento dos níveis piezométricos em resposta a períodos de seca.

4.3.3 Rede de Monitorização

Quanto à rede de monitorização na RH2, são de destacar os seguintes programas: rede de quantidade, rede de vigilância e rede operacional, os dois últimos relacionados com a rede de monitorização de qualidade, Quadro 4.12.

Quadro 4.12 – Rede de monitorização do Estado Químico e quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH2. **Adaptado de:** (PGRH2, Parte 2, 2016).

Estado Químico				Estado Quantitativo	
Rede de Vigilância		Rede operacional			
Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas
9	4 (100%)	23	1 (25%)	8	3 (75%)

As estações das redes de vigilância e operacional garantem a monitorização do estado químico das quatro massas de água subterrânea existentes na RH2.

A rede de monitorização para avaliação do estado químico das massas de água subterrânea é composta por quarenta pontos de monitorização, dos quais nove correspondem a monitorização de vigilância, vinte e três a monitorização operacional e as restantes estações avaliam o estado quantitativo. A frequência de amostragem nas redes de vigilância e operacional é semestral, com uma campanha nas águas altas (Março-Maio) e outra nas águas baixas (Setembro-Outubro).

Na rede de monitorização das massas de água subterrâneas relativamente ao estado quantitativo só são monitorizadas três das quatro massas de água, uma vez que a massa de água do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Leça, apresenta as mesmas formações geológicas da massa de água Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Ave.

4.3.4 Estado das Massas de Água Subterrâneas

No Quadro 4.13 e Figura 4.4 são indicadas as classificações das massas de água subterrâneas, no que diz respeito ao seu estado quantitativo de acordo com o PGRH de 2º ciclo (2016 a 2021). Todas as massas de água subterrâneas da RH2 têm um bom estado quantitativo.

Quadro 4.13 – Estado Quantitativo das Massas de Água da RH2. **Adaptado de:** (PGRH2, Parte 2, 2016).

Massas de Água Subterrâneas	Estado Quantitativo
Maciço Antigo indiferenciado do Ave	Bom
Maciço Antigo indiferenciado do Cávado	Bom
Maciço Antigo indiferenciado Ave/Cávado	Bom
Maciço Antigo indiferenciado do Leça	Bom

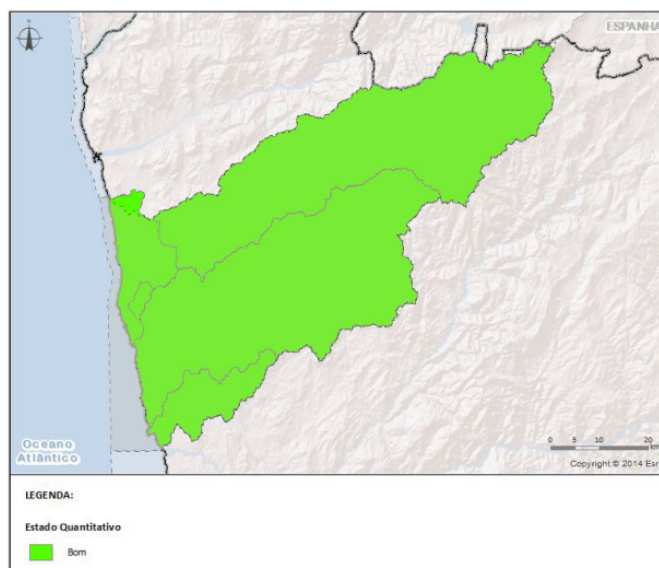


Figura 4.4 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH2. **Fonte:** (PGRH2, Parte 2, 2016).

Quadro 4.14 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH2 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH2, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH2	4	4 (100%)	0	4	4 (100%)	0

De acordo com os objetivos impostos pela DQA, como é possível evidenciar no Quadro 4.14 as 4 massas de água subterrânea da RH2 foram classificadas com bom estado quantitativo, desde o 1º ciclo do planeamento. Isto vai de encontro aos valores relativos às disponibilidades hídricas e à não significativa tendência de abaixamento dos níveis piezométricos, mencionados anteriormente.

No Quadro 4.15 e Figura 4.5 estão representadas as classificações para o estado químico das massas de água subterrâneas.

Quadro 4.15 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH2. **Adaptado de:** (PGRH2, Parte 2, 2016).

Massas de Água Subterrâneas	Estado Químico
Maçço Antigo indiferenciado do Ave	Bom
Maçço Antigo indiferenciado do Cávado	Bom
Maçço Antigo indiferenciado Ave/Cávado	Medíocre
Maçço Antigo indiferenciado do Leça	Bom

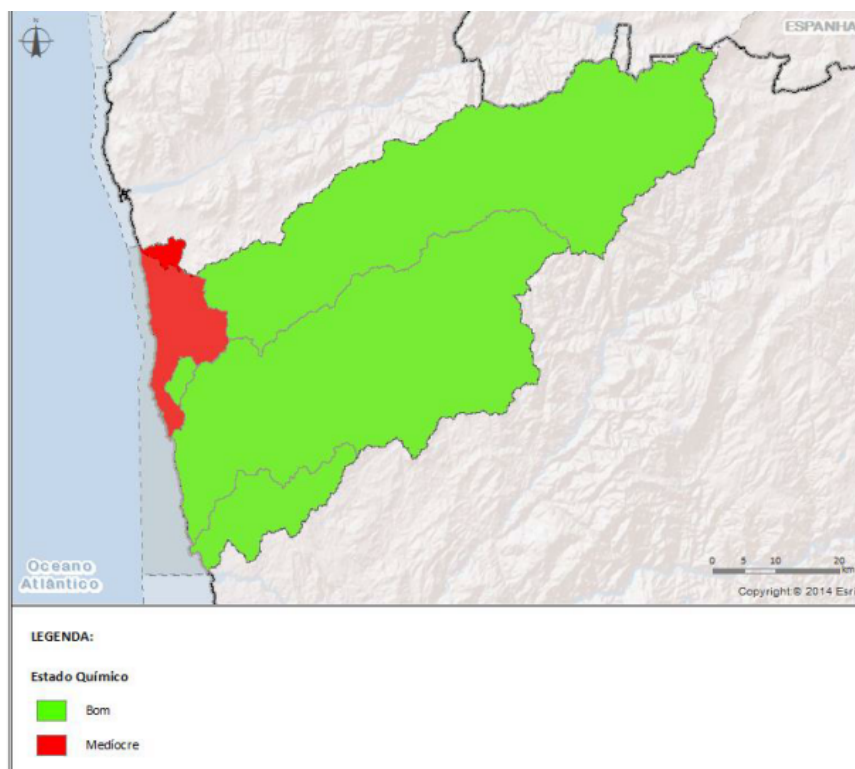


Figura 4.5 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH2. **Fonte:** (PGRH2, Parte 2, 2016).

Quadro 4.16 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH2 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH2, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH1	4	3 (75%)	1 (25%)	4	3 (75%)	1 (25%)

No Quadro 4.16 estão representadas as classificações para o estado químico das massas de água subterrâneas, não existiram alterações para o estado das massas de água nos dois ciclos do PGRH da RH2.

Quanto ao estado químico, a avaliação das quatro massas de água subterrânea, permitiu aferir que três se encontram no bom estado químico e uma encontra-se em estado medíocre. A massa de água em medíocre estado químico é a do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Baixo Cávado/Ave, tal como já havia sido mencionado no ponto 4.3.2, nesta massa de água há sinais claros de contaminação provocada por atividades humanas tais como, a agricultura e a pecuária. A contaminação é evidenciada pelo excesso de nitrato, 81,4 mg/l, (valor do Relatório técnico do 1º ciclo), concentração bastante superior ao valor paramétrico para consumo humano.

Prevê-se que esta massa de água só deverá atingir o bom estado químico em 2027, uma vez que, o processo de descontaminação das massas de água por poluição difusa (excesso de nitratos) é um processo muito lento. No entanto, é também importante garantir que são tomadas medidas de proteção para estas massas de água, nomeadamente incentivando os agricultores para o uso moderado de adubos e fertilizantes na agricultura. Para atingir o bom estado químico até 2027, estão previstas as seguintes medidas (1) intervenções nos sistemas de tratamento de efluentes

pecuários e (2) medidas de controlo de poluição difusa de origem agrícola (PGRH2, Parte 5, 2016).

4.4. PGRH 3 – Bacia Hidrográfica do Douro

4.4.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas

Nesta região hidrográfica do Douro, a bacia hidrográfica é partilhada com Espanha. Como referido anteriormente fazem parte desta região as massas de água superficiais, subterrâneas e costeiras. Esta região hidrográfica abrange 19218 km² em território nacional de um total de 97477,96 km². A região hidrográfica do Douro (RH3) possui três massas de água subterrâneas, Quadro 4.17.

Quadro 4.17 – Massas de Águas Subterrâneas delimitadas para a RH3. **Adaptado de:** (PGRH3, Parte 2, 2016).

Nº de Massas de Água	Código da Massa de Água	Designação da Massa de Água	Unidade Hidrogeológica
1	A01RH3	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Douro	Maciço Antigo
2	A1	Veiga de Chaves	Maciço Antigo
3	O01RH3	Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia do Douro	Orla Ocidental

4.4.2 Caracterização das Massas de Água Subterrânea

Relativamente às disponibilidades hídricas subterrâneas na RH3, no PGRH de 2º ciclo foi calculado a disponibilidade hídrica para cada massa de água, Quadro 4.18.

Quadro 4.18 – Disponibilidades hídricas das Massas de Água Subterrâneas na RH3. **Adaptado de:** (PGRH3, Parte 2, 2016).

Massa de água	Disponibilidade hídrica anual (hm³/ano)	Disponibilidade hídrica por unidade de área (hm³/(km²/ano))
Veiga de chaves	2,7	0,18
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Douro	4,83	0,07
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do	1076,28	0,06

Assim, pode-se concluir que o resultado do balanço é sempre positivo, para qualquer dos cenários referidos, quer considerando o valor de recarga média anual quer considerando apenas os valores estimados para as disponibilidades hídricas médias anuais, uma vez que estes não são nunca excedidos pelas extrações médias anuais.

Quanto à poluição de origem tópica e difusa nas massas de águas subterrâneas da RH3, foram consideradas pressões exercidas por atividades antropogénicas, tais como aterros sanitários,

lixeiros e explorações mineiras desativadas para a poluição tóxica; e pressões de origem agrícola, agropecuária, e ainda campos de golfe para a poluição difusa.

Relativamente às cargas de origem tóxica, o impacto das áreas mineiras é aparentemente reduzido. No entanto, é importante reforçar o controlo e monitorização das águas subterrâneas abrangidas por estas áreas. Quanto aos aterros sanitários existentes nesta região hidrográfica considerou-se, face à informação disponível, que nenhum representa uma pressão significativa. Portanto, de um modo geral, as pressões exercidas por poluição tóxica não afetam as massas de águas subterrâneas da RH3.

Para a poluição de origem difusa, por sua vez, previu-se uma diminuição das atividades pecuárias entre o ano de 2009 e o ano de 2015, e conseqüente diminuição das cargas difusas de origem agrícola e pecuária nas massas de águas subterrâneas.

Na RH3 foram também identificadas instalações industriais, aterros sanitários e lixeiras potencialmente emissores de substâncias perigosas e de outro tipo de poluentes (SPOP), para os quais não se dispõe de informação que permita identificar a sua emissão por fonte poluente. As SPOP suscetíveis de exercer pressão sobre as águas subterrâneas da RH3 são as seguintes: mercúrio, níquel, chumbo e cádmio (PGRH3, Parte 2, 2016).

As captações de água subterrânea identificadas na RH3 destinam-se fundamentalmente ao abastecimento para usos agrícolas e ao abastecimento público para pequenos aglomerados. No PGRH de 2º ciclo da RH3 foram fornecidos os volumes de água extraído pelas captações subterrâneas, estão representados no Quadro 4.19, não existem pressões significativas de carácter quantitativo nas massas de água subterrâneas podendo, no entanto, ocorrer em resposta a períodos de seca.

Salienta-se que as características das massas de águas subterrâneas da região em análise promovem um escoamento do tipo subsuperficial, o que leva a uma forte interação entre massas de água superficiais e subterrâneas. Por essa razão é minimizado o erro associado à potencial sub ou sobrestimação do volume captado num tipo de origem (PGRH3, Parte 2, 2016).

Quadro 4.19 – Quadro resumo dos volumes captados de Água Subterrâneas, por sector na RH3. **Adaptado de:** (PGRH3, Parte 2, 2016).

Sector	Volume captado (hm³)	% total do volume captado	Retornos de cada sector (hm³)
Abastecimento	19,70	6,33	ND*
Agrícola	283,55	91,11	56,38**
Industrial	5,61	1,80	ND*
Turismo	2,07	0,67	0,28
Outros	0,27	0,09	0,027
Total	311,20	100	58,86

Nota: *- Não disponível no PGRH da RH3 – 2º ciclo;**- O valor que está associado aos retornos do sector da pecuária, ficou associado ao sector da agricultura.

O sector responsável pelo maior volume captado nesta RH3, é o sector agrícola, o seu volume é cerca de 91,2% do volume total captado, segue-se o Abastecimento com 6,3%, o sector Industrial com 1,80% e por último o sector do Turismo com 0,6%.

4.4.3 Rede de Monitorização

Quanto à rede de monitorização na RH3, são de destacar os seguintes programas: rede de quantidade e rede de vigilância, o último relacionado com a rede de monitorização de qualidade, Quadro 4.20. Na RH3 não existe nenhuma massa de água subterrânea identificada como estando em risco de não atingir os objetivos especificados no art.º 4.º da DQA, pelo que a rede de monitorização operacional não se encontra implementada.

Quadro 4.20 – Rede de monitorização do Estado Químico e quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH3. **Adaptado de:** (PGRH3, Parte 2, 2016).

Estado Químico				Estado Quantitativo	
Rede de Vigilância		Rede operacional			
Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas
21	2 (67%)	0	0	10	2 (67%)

Nota: No PGRH – RH3 de 2º ciclo não existe nenhuma justificação para que 1 das 3 Massas de Água não seja monitorizada.

Na RH3, a rede de monitorização das águas subterrâneas para o estado químico é constituída por vinte e um pontos de vigilância, são só monitorizadas duas das três massas de água desta RH3, mas não em funcionamento nenhuma rede operacional. As massas de água são monitorizadas semestralmente, nos períodos mais desfavorável (Setembro-Outubro) e favorável (Março-Maio), do ano hidrológico.

Em relação à avaliação do estado quantitativo das massas de água subterrânea na RH3, existem 10 estações de controlo, sendo 9 delas poços e uma nascente. Estas são controladas mensalmente, quer em termos dos níveis piezométrico bem com dos caudais da nascente.

4.4.4 Estado das Massas de Água Subterrâneas

As massas de água subterrânea Veiga de Chaves e Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Douro foram classificadas em bom estado quantitativo, de acordo com os objetivos impostos pela DQA. Isto vai de encontro aos valores relativos às disponibilidades hídricas e à não significativa tendência de abaixamento dos níveis piezométricos, mencionados anteriormente.

No Quadro 4.21 e Figura 4.6, estão representadas as classificações para o estado quantitativo das massas de água subterrâneas, relativamente ao 2º ciclo do PGRH para a RH3.

Quadro 4.21 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH3. **Adaptado de:** (PGRH3, Parte 2, 2016).

Massas de Água Subterrâneas	Estado Quantitativo
Maciço Antigo indiferenciado do Douro	Bom
Orla Ocidental indiferenciado da Bacia do Douro	Bom
Veiga de Chaves	Bom

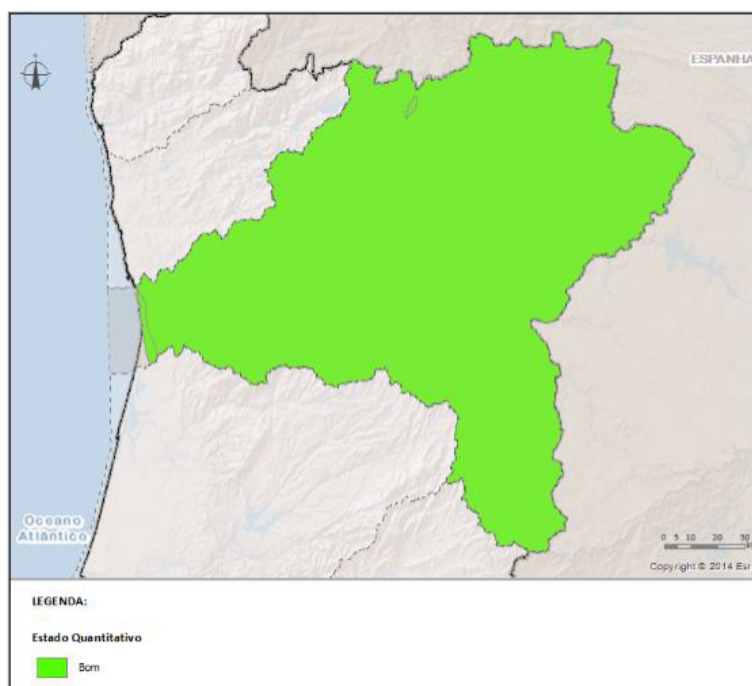


Figura 4.6 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH3. **Fonte:** (PGRH3, Parte 2, 2016).

Ao analisar o Quadro 4.22, referente à evolução do estado quantitativo nesta RH3, conclui-se que todas as massas de água se mantiveram em bom estado, nos dois ciclos.

Quadro 4.22 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH3 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH3, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH3	3	3 (100%)	0	3	3 (100%)	0

A classificação do estado quantitativo, das massas de água subterrâneas segundo o PGRH para a RH3 estão descritos no Quando 4.23 e é possível verificar na Figura 4.7.

Quadro 4.23 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH3. **Adaptado de:** (PGRH3, Parte 2, 2016).

Massas de Água Subterrâneas	Estado Químico
Maciço Antigo indiferenciado do Douro	Bom
Orla Ocidental indiferenciado da Bacia do Douro	Bom
Veiga de Chaves	Bom

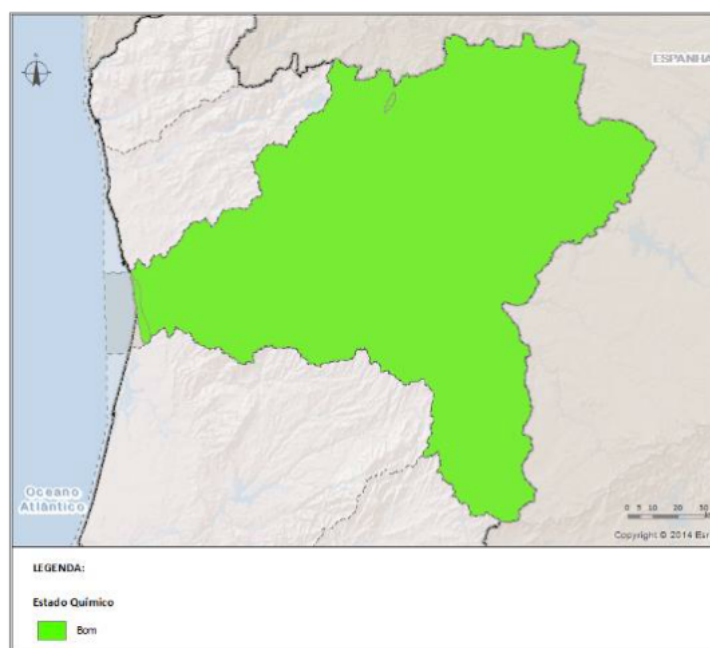


Figura 4.7 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH3. **Fonte:** (PGRH3, Parte 2, 2016).

Segundo o Quadro 4.23 e a Figura 4.7 é possível verificar que todas as massas de água para a RH3 estão classificadas como bom estado de conservação.

No Quadro 4.24 está representada a comparação da evolução da classificação das massas de água em termos quantitativos.

Quadro 4.24 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH3 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH3, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH3	3	3 (100%)	0	3	3 (100%)	0

Da avaliação das três massas de água subterrânea, permite-se aferir que todas se encontram em bom estado químico, Quadro 4.24. Segundo o Relatório Técnico do 1º ciclo, o único poluente identificado em concentrações significativas mas abaixo dos valores limites foi o nitrato (NO₃⁻), no entanto, a situação não é preocupante uma vez que não há tendência de subida dos valores de concentração do ião nitrato.

Desde o 1º ciclo até à presente data, início do 2º ciclo não existiu, qualquer alteração ao estado das massas de água para a o estado químico, as três massas de água mantiveram-se em bom estado, Quadro 4.24 (PGRH3, Parte 2, 2016).

4.5. PGRH 4 – Bacias Hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis

4.5.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas

Desta região hidrográfica fazem parte a bacia dos rios Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras de Costa, bem com as respetivas massas de águas superficiais, subterrâneas e costeiras, numa área total de 12 144 km², do território nacional. A região hidrográfica das Bacias do Vouga, Mondego e Lis possui vinte e duas massas de água subterrâneas, tal como se pode constatar no Quadro 4.25.

No 1º Ciclo existiam 30 massas de água subterrânea, dada a alteração imposta pelo DL nº 130/2012 de 22 de Junho que altera e republica a LA, passaram a estar 22 massas de água (Decreto-Lei nº130/2012 de 22 de Junho, 2012).

Quadro 4.25 – Massas de Água Subterrâneas delimitadas para a RH4 – Bacias Hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis. **Adaptado de:** (PGRH4, Parte 2, 2016).

Nº de Massas de Água	Código da Massa de Água	Designação da Massa de Água	Unidade Hidrogeológica
1	A01RH4	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga	Maciço Antigo
2	A02RH4	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego	Maciço Antigo
3	O01RH4_C2*	Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga	Orla Ocidental
4	O02RH4	Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Mondego	Orla Ocidental
5	O03RH4	Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Lis	Orla Ocidental
6	A12	Luso	Maciço Antigo
7	O3	Cársico da Bairrada	Orla Ocidental
8	O4	Ançã - Cantanhede	Orla Ocidental
9	O8	Verride	Orla Ocidental
10	O1_C2*	Quaternário de Aveiro	Orla Ocidental
11	O5	Tentúgal	Orla Ocidental
12	O6_C2*	Aluviões do Mondego	Orla Ocidental
13	O7	Figueira da Foz - Gesteira	Orla Ocidental
14	O10_C2*	Leirosa - Monte Real	Orla Ocidental
15	O12	Vieira de Leiria - Marinha Grande	Orla Ocidental
16	O14	Pousos - Caranguejeira	Orla Ocidental
17	O29	Louriçal	Orla Ocidental
18	O30	Viso - Queridas	Orla Ocidental
19	O31_C2*	Condeixa - Alfarelos	Orla Ocidental
20	O2	Cretácico de Aveiro	Orla Ocidental
21	O11_C2*	Sicó-Alvaiázere	Orla Ocidental
22	O9_C2*	Penela-Tomar	Orla Ocidental

* - Massas de água foram atualizadas no 2º ciclo. Delimitação revista na informação geológica, para eliminar os buracos existentes.

4.5.2 Caracterização das Massas de Água Subterrâneas

As disponibilidades hídricas anuais para a RH4 e a respetiva disponibilidade hídrica por unidade de área, das quatro massas de água subterrâneas estão no Quadro 4.26.

Quadro 4.26 – Disponibilidades hídricas das Massas de Água Subterrâneas na RH4. **Adaptado de:** (PGRH4, Parte 2, 2016).

Massa de água	Disponibilidade hídrica anual (hm ³ /ano)	Disponibilidade hídrica por unidade de área (hm ³ /(km ² /ano))
Quaternário de Aveiro	225	0,24
Cretácico de Aveiro	7,7	0,01
Cársico da Bairrada	13	0,07
Ançã – Cantanhede	11	0,28
Tentúgal	19	0,12
Aluviões do Mondego	48	0,32
Figueira da Foz – Gesteira	10	0,16
Verride	6,1	0,4
Penela – Tomar	108,96	0,44
Leirosa - Monte Real	52	0,23
Sicó – Alvaiázere	155,43	0,47
Vieira de Leiria - Marinha Grande	95	0,3
Pousos – Caranguejeira	5,9	0,06
Louriçal	67	0,11
Viso – Queridas	28	0,15
Condeixa – Alfarelos	1,8	0,01
Condeixa – Alfarelos	1,5	0,1
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga	55	0,19
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Mondego	58	0,18
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Lis	24	0,17
Maçiço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga	144	0,07
Maçiço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego	280	0,06

Deste modo, pode-se concluir que na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, em ano médio, as disponibilidades hídricas de cada bacia são muito superiores às necessidades hídricas exigidas.

Quanto à poluição de origem tóxica nas massas de água subterrâneas da RH4, foram consideradas cargas de origem industrial química, industrial extrativa, agropecuária, e ainda lixeiras e aterros sanitários para a poluição tóxica.

Relativamente às cargas de origem tóxica, as pressões com origem em lixeiras e aterros sanitários resultam em problemas de elevadas concentrações de fenóis, cádmio, cobre, chumbo e arsénio nalgumas massas de água subterrânea; as pressões com origem em explorações agropecuárias não são alvo do devido controlo; no entanto, considera-se que, à priori, não representam focos de contaminação pontual para a água subterrânea. Quanto às cargas de origem industrial química, estas afetam sobretudo o sistema aquífero Quaternário de Aveiro, sobre o qual se encontra o Complexo Químico de Estarreja (CQE). Neste sistema aquífero estão identificadas cinco zonas contaminadas, com condutividade elétrica elevada, com pH a variar entre 4,4 e 10,1 e com concentrações elevadas de elementos tais como os cloretos (14 840 mg/L), sódio (10 600 mg/L), sulfatos (2 130 mg/L), nitratos (47 mg/L em N), alumínio (34,9 mg/L), ferro (167 mg/L), zinco (50 mg/L), arsénio (9,73 mg/L), cobre (21 mg/L) e mercúrio (0,659 mg/L). Ainda em relação às cargas de origem industrial extrativa é de realçar a possível contaminação do Maçiço Antigo

Indiferenciado da Bacia do Vouga, onde existem várias minas abandonadas que podem potenciar contaminação das águas subterrâneas, essencialmente por chumbo (Pb).

Quanto à poluição de origem difusa, as principais fontes de poluição são: os sistemas de drenagem urbana, a agricultura e a silvicultura. Destas, só foi possível avaliar o impacto da agricultura na qualidade das massas de águas subterrâneas, uma vez que não existem estudos ou dados de monitorização que permitam uma análise detalhada do potencial de poluição dos sistemas de drenagem urbana e da silvicultura.

Houve apenas necessidade de analisar o parâmetro azoto (N), por se considerar que, na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, o fósforo (P) não constitui um risco para a qualidade das águas subterrâneas. Verificaram-se níveis preocupantes de N nas seguintes massas de água subterrâneas (por ordem decrescente): Quaternário de Aveiro; Orla Ocidental da Bacia do Vouga; Aluviões do Mondego, Figueira da Foz – Gesteira, Vieira de Leiria – Marinha Grande, Tentúgal e Cársico da Bairrada.

Ainda no âmbito da avaliação da poluição difusa de origem agrícola, foi considerada a utilização de produtos fitofarmacêuticos, podendo-se aferir que a massa de água subterrânea Aluviões do Mondego apresenta uma elevada contaminação por pesticidas.

Quanto volume captado de água das massas subterrâneas, foram estimadas no PGRH de 2º ciclo da Região Hidrográfica das Bacias do Mondego, Vouga e Lis, os dados que se encontram no Quadro 4.27.

Quadro 4.27 – Quadro resumo dos volumes captados de Água Subterrâneas, por sector na RH4. **Adaptado de:** (PGRH4, Parte 2, 2016).

Sector	Volume captado (hm ³)	% do volume total captado	Retornos de cada sector (hm ³)
Abastecimento	77,80	26,08	7,78
Agrícola	190,81	63,97	37,75**
Industrial	20,56	6,89	1,03
Turismo	1,58	0,53	0,16*
Outros	7,53	2,53	0,75
Total	298,29	100	47,47

*- O valor que está associado aos retornos dos campos e golfe e ficou associado ao sector do Turismo.

**- O valor que está associado aos retornos do sector da pecuária, ficou associado ao sector da Agricultura.

Do Quadro 4.27 conclui-se de que o sector que consome mais água na RH4, é o sector agrícola com 63,97% do volume captado, o segundo sector que capta mais água é de Abastecimento para consumo humano, tanto público bem como particular, com 26,08%, do volume total, segue-se o sector Industrial com 6,98%, o sector Outros com 3% e por último o sector do Turismo 0,53%.

No PGRH de 2º ciclo existe uma lacuna, relativamente à disponibilização do número de captações de água subterrânea.

4.5.2 Redes de Monitorização

Relativamente à rede de monitorização na Região Hidrográfica das Bacias do Vouga, Mondego e Lis, são de destacar os seguintes programas: rede de quantidade, rede de vigilância e rede operacional, as duas últimas relacionadas com a rede de monitorização de qualidade e estado químico, representado no Quadro 4.28.

Quadro 4.28 – Rede de monitorização do Estado Químico e quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH4. **Adaptado de:** (PGRH4, Parte 2, 2016).

Estado Químico				Estado Quantitativo	
Rede de Vigilância		Rede operacional		Nº Estações	Massas de água monitorizadas
Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas		
113	22 (100%)	58	3 (14%)	121	20 (91%)

Na RH4, avaliação do estado das massas de água subterrânea, em relação ao estado químico é composta pela rede de vigilância com cento e treze estações, onde todas as massas de água são monitorizadas e pela rede operacional, onde existem cinquenta e oito estações estão inseridas em três massas de água, Aluviões do Mondego, Quaternário de Aveiro e Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga. Das da rede operacional, cinquenta e oito estações da rede operacional quarenta e sete inserem-se nas “Zonas Vulneráveis”, confinadas pela portaria nº164/2010 e que por sua vez foram instaladas devido ao facto de nestas massas de água se ter detetado excesso de nitratos, Diretiva dos Nitratos de 91/676/CEE.

A periodicidade da análise ao estado químico da água é semestral, onde é considerado o período mais favorável à recolha das amostras (Março-Maio) e o mais desfavorável (Setembro-Outubro).

A rede de monitorização para a avaliação do estado quantitativo é composta por cento e vinte e uma estações, das vinte e duas massas de água, apenas vinte são monitorizadas, as massas de água Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego e Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga, não estão a ser monitorizadas. A frequência das análises aos níveis piezométricos e medição dos caudais é mensal.

4.5.3 Estado das Massas de Água Subterrâneas

No Quadro 4.29 e Figura 4.8, está representado o estado de cada massa de água subterrâneas, para a Região Hidrográfica das Bacias do Mondego, Vouga e Lis.

Quadro 4.29 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH4. **Adaptado de:** (PGRH4, Parte 2, 2016).

Designação da Massa de Água	Estado Quantitativo
Maçiço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga	Bom
Maçiço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego	Bom
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga	Bom
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Mondego	Bom
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Lis	Bom
Luso	Bom
Cársico da Bairrada	Mediocre
Ançã - Cantanhede	Bom
Verride	Bom
Quaternário de Aveiro	Bom
Tentúgal	Bom
Aluviões do Mondego	Bom
Figueira da Foz - Gesteira	Bom
Leirosa - Monte Real	Bom
Vieira de Leiria - Marinha Grande	Bom
Pousos - Caranguejeira	Bom
Louriçal	Bom
Viso - Queridas	Bom
Condeixa - Alfarelos	Mediocre
Cretácico de Aveiro	Mediocre
Sicó-Alvaiázere	Bom
Penela-Tomar	Bom

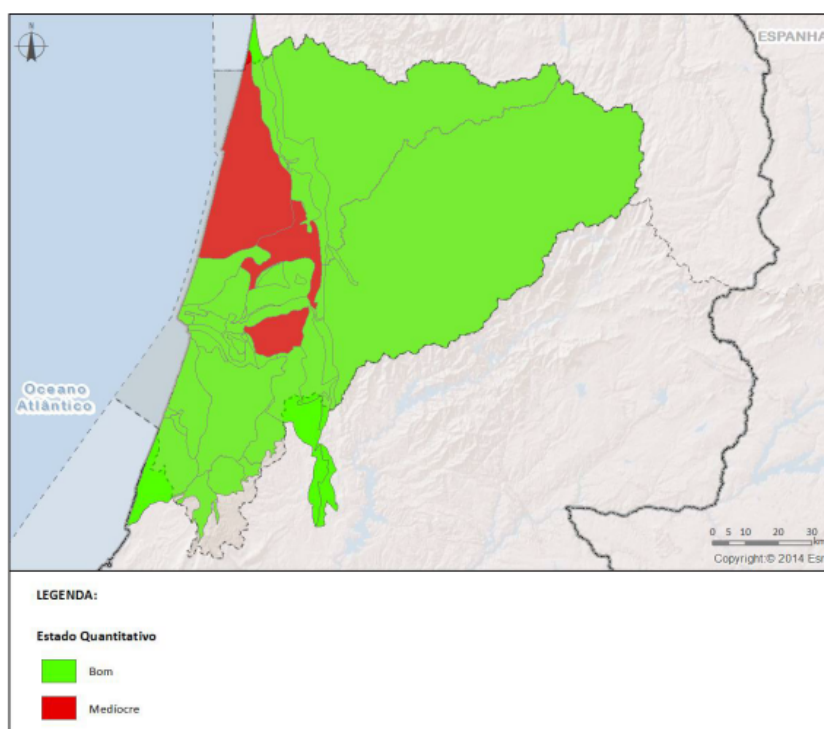


Figura 4.8 - Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH4. **Fonte:** (PGRH4, Parte 2, 2016).

Em relação ao à avaliação do estado quantitativo das massas de água RH4, existem dezanove das vinte e duas que estão em bom estado e três avaliadas com o estado medíocre, estas apresentam todas o mesmo motivo, as medidas aplicadas no licenciamento de captações não surtiram o efeito desejado, até ao Final de 2015. Importa referir que as massas de água Cárstico da Bairrada e Condeixa-Alfarelos, para estas massas de água prevê-se que seja harmonizado o procedimento de avaliação da pressão que o sector agrícola representa para estas duas massas de água, uma vez que os volumes de água utilizados para a avaliação do 2º ciclo do planeamento, foram catalogados, no Recenseamento Agrícola de 2009. Logo prevê-se que atinjam o bom estado no final do 2º ciclo do planeamento do PGRH, 2021.

Relativamente à evolução do estado das massas de água, em termos quantitativos, é possível verificar que no 1º ciclo de planeamento existia apenas uma MAS classificada em estado medíocre, e no início do 2º ciclo existiam três MAS, no entanto o número de MAS na transição dos dois ciclos foi aumentado, como é possível verificar no Quadro 4.30.

Quadro 4.30 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH4 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH4, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH1	20	19 (95%)	1 (5%)	22	19 (86%)	3 (14%)

Quanto ao estado químico duas das massas de água subterrâneas da região não atingem o bom estado por razões de origem química. Estas massas de água coincidem com as mencionadas como sendo alvo de cargas de origem difusa devido às áreas agrícolas, estas massas de água estão descritas no Quadro 4.31 e na Figura 4.9. Existem nesta RH4 apenas duas massas de água que estão classificadas em estado medíocre, em termos químicos.

Quadro 4.31 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH4. **Adaptado de:** (PGRH4, Parte 2, 2016).

Designação da Massa de Água	Estado Químico
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga	Bom
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego	Bom
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga	Medíocre
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Mondego	Bom
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Lis	Bom
Luso	Bom
Cársico da Bairrada	Bom
Ançã - Cantanhede	Bom
Verride	Bom
Quaternário de Aveiro	Bom
Tentúgal	Bom
Aluviões do Mondego	Bom
Figueira da Foz - Gesteira	Bom
Leirosa - Monte Real	Bom
Vieira de Leiria - Marinha Grande	Bom
Pousos - Caranguejeira	Bom
Louriçal	Bom
Viso - Queridas	Bom
Condeixa - Alfarelos	Bom
Cretácico de Aveiro	Medíocre
Sicó-Alvaiázere	Bom
Penela-Tomar	Bom

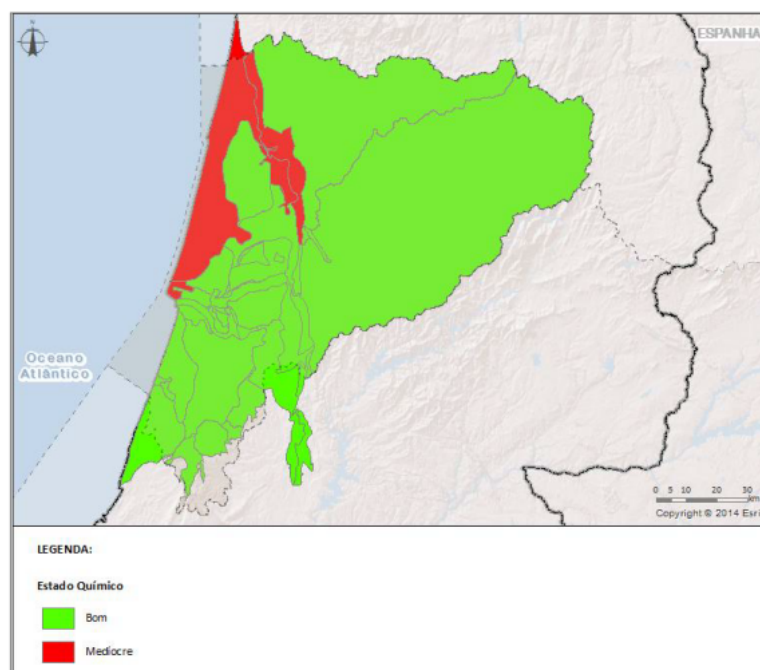


Figura 4.9 - E Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH4. **Fonte:** (PGRH4, Parte 2, 2016).

No Quadro 4.32 foi realizada a comparação do estado em termos químicos para a RH4.

Quadro 4.32 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH4 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH4, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH4	20	17 (85%)	3 (15%)	22	20 (91%)	2 (9%)

Em relação à evolução do estado químico das massas de água subterrâneas nesta RH4, importa referir que houve um aumento do número total de MAS. Das vinte e duas massas de água que constituem a RH4, vinte encontram-se em bom estado e duas estão classificadas com estado medíocre, sendo o principal motivo para esta classificação a poluição difusa (excesso de utilização de nitrato nos terrenos agrícolas), recuperar desta patologia é um processo que demora algum tempo a surtir efeito, uma vez que as massas de água subterrânea têm alguma inércia.

As duas massas de água classificadas com medíocre estado químico são o Quaternário de Aveiro, que se prevê que atinja o bom estado até 2021, e a Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga em 2027, que se prevê que atinja o bom estado no final do 3º ciclo (PGRH4, Parte 2, 2016).

4.6 PGRH 5 – Bacia Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste

4.6.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas

Desta Região Hidrográfica fazem parte as bacias hidrográficas do Tejo e das Ribeiras do Oeste, em conjunto as bacias hidrográficas ocupam 30 512 km² de território nacional. Esta é um Região Hidrográfica internacional, uma vez que, a bacia hidrográfica do Tejo ocupa 55 781 km² de território espanhol e 25 015,51 km².

A RH5 do Tejo e Ribeiras do Oeste contém vinte massas de água subterrâneas, tal como se pode constatar no Quadro 4.33.

Quadro 4.33 – Massas de Água Subterrâneas delimitadas para a RH5. **Adaptado de:** (PGRH5, Parte 2, 2016).

Nº de Massas de Água	Código da Massa de Água	Designação da Massa de Água	Unidade Hidrogeológica
1	A01RH5	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Maciço Antigo
2	A2	Escusa	Maciço Antigo
3	A3	Monforte - Alter do Chão	Maciço Antigo
4	A4	Estremoz - Cano	Maciço Antigo
5	O01RH5_C2*	Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	Orla Ocidental
6	O15	Ourém	Orla Ocidental
7	O20_C2	(Maciço Calcário Estremenho)	Maciço Antigo
8	O26	Ota - Alenquer	Orla Ocidental
9	O28	Pisões - Atrozela	Orla Ocidental
10	T01RH5	Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bacia do Tejo - Sado
11	T1_C2*	Bacia do Tejo - Sado / Margem Direita	Bacia do Tejo - Sado
12	T3	Bacia do Tejo - Sado / Margem Esquerda	Bacia do Tejo - Sado
13	T7	Aluviões do Tejo	Bacia do Tejo - Sado
14	PTO18	(Maceira)	Maciço Antigo
15	PTO19	(Alpedriz)	Maciço Antigo
16	PTO23	(Paço)	Orla Ocidental
17	PTO24	(Cesareda)	Orla Ocidental
18	PTO25	(Torres-Vedras)	Orla Ocidental
19	PTO33	(Caldas da Rainha – Nazaré)	Orla Ocidental
20	O02RH5	(Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia das Ribeiras do Oeste)	Orla Ocidental

* - Massas de água foram atualizadas no 2º ciclo. Delimitação revista na informação geológica, para eliminar não abrangidas por massas de água subterrânea.

No planeamento de 2º ciclo e de acordo com o Decreto Lei nº130/2012 de 30 de Junho que altera a republica a LA as massas de água (que se encontram entre parenteses do Quadro 4.33 mais: Maciço Ocidental Indiferenciado da Bacia das Ribeiras do Oeste) transitaram para a RH5. No

total foram oito massas de cuja gestão transitou no 2º ciclo da RH4 do Mondego Vouga e Lis para a RH5 do Tejo e Ribeiras do Oeste.

4.6.2 Caracterização das Massas de Água Subterrâneas

Relativamente às disponibilidades hídricas subterrâneas na RH5, no 2º Ciclo do planeamento o foram calculadas as disponibilidades hídricas para a RH5, estão representadas no Quadro 4.34.

Quadro 4.34 – Disponibilidades hídricas das massas de Água Subterrâneas na RH5. **Adaptado de:** (PGRH5, Parte 2, 2016).

Massa de água	Disponibilidade hídrica anual (hm ³ /ano)	Disponibilidade hídrica por unidade de área (hm ³ /(km ² /ano))
Maceira	2,08	0,41
Alperdiz	23,5	0,25
Maciço Calcário Estremenho	426,79	0,54
Paço	1,56	0,24
Cesareda	7,19	0,46
Torres Vedras	14,04	0,18
Caldas da Rainha - Nazaré	36,07	0,22
Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste	213,61	0,12
Bacia do Tejo-Sado / Margem Direita	172,8	0,11
Bacia do Tejo-Sado / Margem Esquerda	1005,91	0,15
Aluviões do Tejo	217,87	0,2
Ourém	48,74	0,15
Ota - Alenquer	24,89	2,65
Pisões - Atrozela	6,34	0,29
Escusa	4,79	0,62
Monforte - Alter do Chão	16,92	0,17
Estremoz - Cano	49,35	0,24
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	132,56	0,14
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	87,64	0,06
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	1006,48	0,07

Quanto à poluição de origem tóxica nas massas de água subterrânea desta região, foram quantificadas cargas de origem urbana, nomeadamente fossas sépticas e Estações de Tratamento de Águas (ETAR). É no Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo, na Bacia do Tejo-Sado/Margem Direita e na Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda, que se registam as maiores cargas originadas pelas fossas sépticas e ETAR.

Quanto à poluição de origem difusa, as principais fontes de carga são de origem pecuária, agroindustrial e agrícola. Houve apenas necessidade de analisar o parâmetro azoto (N), por se considerar que, na RH5 o fósforo (P) não constitui um risco para a qualidade das águas subterrâneas. Das fontes de carga mencionadas, as pressões de origem agrícola e pecuária são as principais responsáveis pela poluição difusa, 51% e 47,2%, respetivamente.

Em relação às captações de águas subterrâneas, foram estimados no PRGRH de 2º ciclo apresentam-se no Quadro 4.35.

Quadro 4.35 – Quadro resumo dos volumes captados de Água Subterrâneas por sector na RH5 anualmente. Adaptado de: (PGRH5, Parte 2, 2016).

Sector	Volume captado (hm ³)	% do volume captado	Retornos por sector (hm ³)
Abastecimento	160,69	19,55	16,22
Agrícola	582,20	70,84	115.36**
Industrial	29,30	3,57	1,47
Turismo	14,09	1,71	1,26*
Outros	35,60	4,33	3,56
Total	821,88	100	137,86

*- O valor que está associado aos retornos dos campos e golfe e ficou associado ao sector do Turismo.

** - O valor que está associado aos retornos do sector da pecuária, ficou associado ao sector da Agricultura.

No Quadro 4.35, referente aos volumes captados na RH5, é possível verificar que o sector que extrai mais água, é o sector agrícola com 70,84%, de seguida apresenta-se o sector do abastecimento com 19,55%, o sector indiferenciado com 4,33%, o sector industrial com 3,56% e por último o sector do turismo com 1,71% do volume total captado.

4.6.3 Redes de Monitorização

Relativamente à rede de monitorização na RH5, são de destacar os seguintes programas: rede de quantidade, rede de vigilância e rede operacional, os dois últimos associados à qualidade, e portanto, no caso de massas de água subterrâneas ao estado químico, Quadro 4.36.

Quadro 4.36 – Rede de monitorização do Estado Químico e quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH5. Adaptado de: (PGRH5, Parte 2, 2016).

Estado Químico				Estado Quantitativo	
Rede de Vigilância		Rede operacional			
Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas
239	20 (100%)	67	7 (35%)	133	18 (90%)

Na RH5 a rede de monitorização, em relação à avaliação do estado químico existem duzentas e trinta e nove estações de vigilância e todas as massas de água são monitorizadas, a rede operacional é constituída por sessenta e sete estações e são monitorizadas apenas sete das vinte massas de água, no entanto existem pontos comuns entre as duas redes. As amostragens para avaliação deste estado realizam-se semestralmente e durante o período mais favorável (Março-Maio) e desfavorável (Setembro-Outubro).

Para a avaliação do estado quantitativo da RH5, existem cento e trinta e três estações de monitorização onde é garantido de dezoito das vinte massas de água são monitorizadas. As periodicidades das observações às massas de água são mensais, onde estão excluídas seis destas estações pois fornecem os dados automaticamente.

4.6.4 Estado das Massas de Água Subterrâneas

Nesta Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste todas as massas de água subterrânea possuem um bom estado quantitativo, como é possível verificar no Quadro 4.37 e na Figura 4.10.

Quadro 4.37 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH5. **Adaptado de:** (PGRH5, Parte 2, 2016).

Massas de água Subterrâneas	Estado Quantitativo
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bom
Escusa	Bom
Monforte - Alter do Chão	Bom
Estremoz - Cano	Bom
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bom
Ourém	Bom
Maciço Calcário Estremenho	Bom
Ota - Alenquer	Bom
Pisões - Atrozela	Bom
Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bom
Bacia do Tejo - Sado / Margem Direita	Bom
Bacia do Tejo - Sado / Margem Esquerda	Bom
Aluviões do Tejo	Bom
Maceira	Bom
Alpedriz	Bom
(Paço)	Bom
Cesareda	Bom
Torres-Vedras	Bom
Caldas da Rainha – Nazaré	Bom
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia das Ribeiras do Oeste	Bom

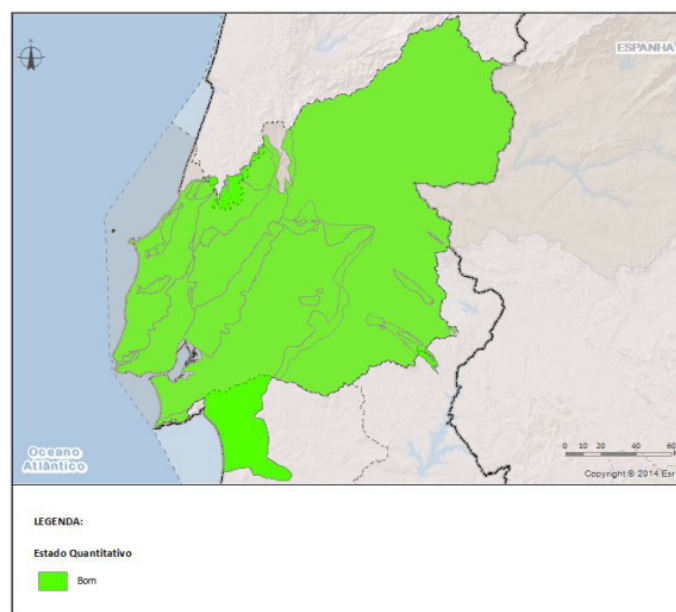


Figura 4.10 - Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH5. **Fonte:** (PGRH5, Parte 2, 2016).

Em relação à comparação nos dois ciclos do planeamento, 1º ciclo e início do 2º ciclo, não existiram alterações do estado das MAS em termos quantitativos das massas de água para esta RH5, Quadro 4.38.

Quadro 4.38 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH5 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH5, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH5	20	20 (100%)	0	20	20 (100%)	0

Quanto ao estado químico, das vinte massas de água subterrâneas afetas à RH5, duas não atingem o bom estado. As massas de água são Estremoz-Cano e Paço. Quanto à massa de água subterrânea Estremoz-Cano, de acordo com estudos realizados a captações de água subterrânea para abastecimento público, utilizou-se nitratos em excesso e sem controlo, para aumentar a produção agrícola (Correia, 2013).

Durante o 1º ciclo de Planeamento, começaram a ser aplicadas medidas de controlo na envolvente dos terrenos destas captações, que consistiam na erradicação da utilização de adubos na zona das captações, bem como a divulgação e informação junto dos agricultores. Dada a resiliência da massa de água, só se prevê que esta massa de água subterrânea, alcance o bom estado químico em 2021.

Em relação à massa de água Paço, prevê-se o seu bom estado, no ano 2027 e a com o mesmo problema que a massa Estremoz-Cano. A classificação do estado químico das massas de água, está descrito no Quadro 4.39 e Figura 4.11.

Quadro 4.39 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH5. **Adaptado de:** (PGRH5, Parte 2, 2016).

Massas de água Subterrâneas	Estado Químico
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bom
Escusa	Bom
Monforte - Alter do Chão	Bom
Estremoz - Cano	Medíocre
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bom
Ourém	Bom
Maciço Calcário Estremenho	Bom
Ota - Alenquer	Bom
Pisões - Atrozela	Bom
Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo	Bom
Bacia do Tejo - Sado / Margem Direita	Bom
Bacia do Tejo - Sado / Margem Esquerda	Bom
Aluviões do Tejo	Bom
Maceira	Bom
Alpedriz	Bom
Paço	Medíocre
Cesareda	Bom
Torres-Vedras	Bom
Caldas da Rainha – Nazaré	Bom
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia das Ribeiras do Oeste	Bom

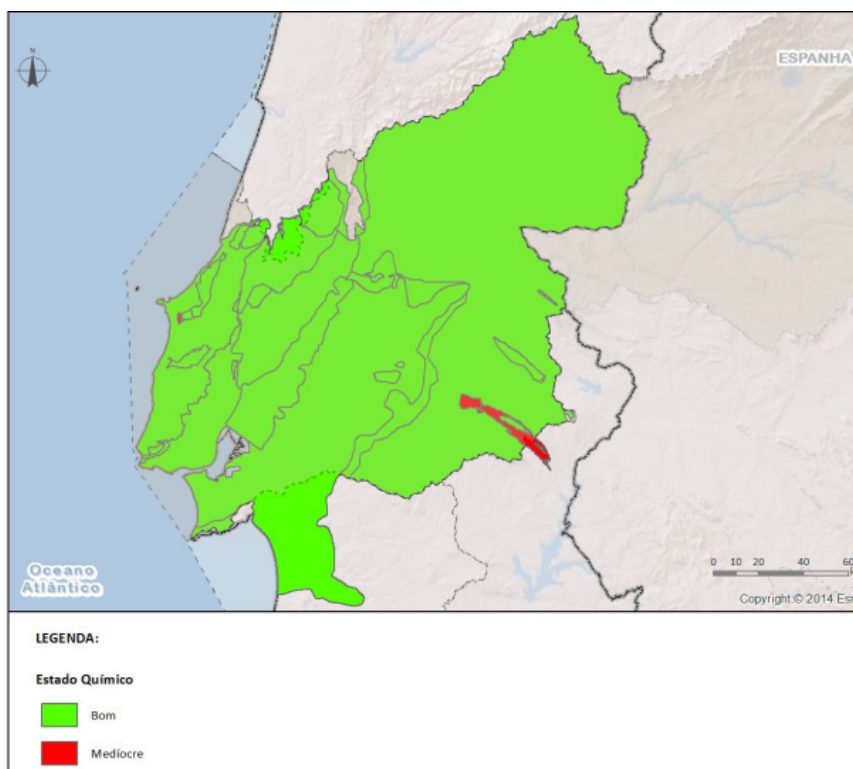


Figura 4.11 - Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH5. **Fonte:** (PGRH5, Parte 2, 2016).

Relativamente à comparação do estado químico das massas de água subterrâneas em termos químicos, existiu uma melhoria segundo os PGRH de 2º ciclo, de oito massas de água classificadas em mau estado, apenas duas no início do 2º ciclo foram classificadas em estado medíocre.

Quadro 4.40 – Estado Químico das Massas de Água Subterrânea da RH5 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH5, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH5	20	12 (60%)	8 (40%)	20	18 (90%)	2 (10%)

O tempo de resposta das medidas para o controlo da poluição difusa neste tipo de massas de água é um processo moroso, uma vez que está localizado numa zona de cultivo intensivo (PGRH5, Parte 5, 2016).

4.7 PGRH 6 – Bacias Hidrográficas do Sado e Mira

4.7.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas

A região hidrográfica do Sado e Mira é uma bacia nacional com uma área de 12 149 km², onde a bacia do Rio Sado abrange uma área de 7 962 km² e a restante área é ocupada pela bacia do Rio Mira. A região hidrográfica das Bacias do Sado e Lima, a RH6, possui nove massas de água

subterrâneas, três das quais correspondem a sistemas aquíferos, tal como se pode constatar no Quadro 4.41.

Quadro 4.41 – Massas de Água Subterrâneas delimitadas para a RH6. **Adaptado de:** (PGRH6, Parte 2, 2016).

Nº de Massas de Água	Código da Massa de Água	Designação da Massa de Água	Unidade Hidrogeológica
1	T6	Bacia de Alvalade	Bacia do Tejo-Sado
2	O34**	Sines – Zona Norte	Orla Ocidental
3	O35**	Sines – Zona Sul	Orla Ocidental
4	A6	Viana do Alentejo - Alvito	Maciço Antigo
5	A01RH6_C2*	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	Maciço Antigo
6	O01RH6	Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	Orla Ocidental
7	T01RH6	Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo - Sado	Bacia do Tejo-Sado
8	A0Z1RH6_C2*	Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	Maciço Antigo
9	A0Z2RH6	Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	Maciço Antigo

* - Massas de água que foram atualizadas no 2º ciclo. Delimitação revista na informação geológica, para eliminar não abrangidas por massas de água subterrânea.

** - Tendo em conta o modelo conceptual de fluxo subterrâneo, individualizam-se as massas de água em Bom estado das com estado inferior a Bom.

4.7.2 Caracterização das Massas de Água Subterrâneas

Relativamente às disponibilidades hídricas subterrâneas na RH6, são fornecidos no relatório técnico dados referentes às entradas e saídas de água nas massas de água subterrânea, Quadro 4.42.

Quadro 4.42 – Disponibilidades hídricas das Massas de Água Subterrânea na RH6. **Adaptado de:** (PGRH6, Parte 2, 2016).

Massa de água	Disponibilidade hídrica anual (hm ³ /ano)	Disponibilidade hídrica por unidade de área (hm ³ /(km ² /ano))
Bacia de Alvalade	125,02	0,18
Sines - Zona Norte	37,7	0,21
Sines - Zona Sul	13,7	0,2
Viana do Alentejo - Alvito	1,91	0,1
Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado	119,04	0,16
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	20,41	0,16
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	114,57	0,04
Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	70,21	0,03
Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	61,75	0,04

Quanto à poluição de origem tónica e difusa nas massas de água subterrâneas da RH6, foram consideradas cargas de origem urbana, industrial, agropecuária (suinicultura), e ainda lagares, adegas e aterros de resíduos para a poluição tónica; e cargas de origem agrícola, industrial, agropecuária (suinicultura) e ainda campos de golfe e áreas mineiras para a poluição difusa. Relativamente às cargas de origem tónica, as cargas industriais são as predominantes e os parâmetros Carência Química de Oxigénio (CQO), Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO₅), Sólidos Suspensos Totais (SST) e em menor grau Azoto (N) e Fósforo (P) os mais significativos.

As massas de água onde se verifica a maior predominância dos parâmetros referidos, nomeadamente CQO, SST e CBO₅ são essencialmente a Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado e o Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado. No entanto, em termos gerais, o impacto provocado por estas fontes de poluição pontual, apesar de negativo é de magnitude reduzida e, conseqüentemente, pouco significativo para a qualidade das massas de água subterrâneas. Ainda em relação à poluição pontual, é de destacar, a massa de água subterrânea de Sines, onde se tem verificado a presença de contaminação continuada com hidrocarbonetos de petróleo, situação que se tem vindo a agravar ao longo do tempo.

Relativamente às cargas de origem difusa, as massas de água subterrânea sobre as quais se verificam maiores pressões são as seguintes:

- Cargas agrícolas – Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado, e Bacia do Tejo-Sado Indiferenciado da Bacia do Sado. No entanto, é de salientar que na RH6 as cargas de origem agrícola não são significativas.
- Cargas com origem em campos de golfe – Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado, no entanto, também neste caso, as cargas não são significativas.
- Cargas industriais e agropecuárias (suinicultura) – Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado, sobretudo devido a cargas resultantes da suinicultura.
- Cargas devido às áreas mineiras – Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado e Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado, contudo estas cargas são pouco significativas.

Quanto às captações de água subterrânea, são fornecidos pelo RH6, dados no Quadro 4.43.

Quadro 4.43 – Quadro resumo dos volumes captados de Águas Subterrâneas anualmente, por sector na RH6. **Adaptado de:** (PGRH6, Parte 2, 2016).

Sector	Volume captado (hm ³)	% do volume captado	Retornos por sector (hm ³)
Abastecimento	15,50	20,12	1,63
Agrícola	44,33	57,58	8,50**
Industrial	1,87	2,43	0,09
Turismo	0,80	1,04	ND*
Outros	14,50	18,83	1,45
Total	77,00	100	11,68

*ND- O valor não foi disponibilizado no PGRH da RH6 - 2º ciclo.

** - O valor que está associado aos retornos do sector da pecuária, ficou associado ao sector da Agricultura

No Quadro 4.43 é possível constatar de que o maior consumidor que mais extrai água a nível subterrâneo, é o sector agrícola com 57,58% do volume total captado, seguindo-se o sector do consumo abastecimento público/particular com cerca de 20,12%, o sector Indiferenciado com 18,83%, em seguida o sector Industrial com 2,43% e por último o sector do Turismo com 1,04% do volume total captado na RH6.

A evolução dos níveis piezométricos não evidencia oscilações significativas dos níveis, pelo que os impactes negativos decorrentes das captações são, em geral, pouco significativos.

4.7.3 Rede de Monitorização

Relativamente à rede de monitorização na RH6, são de destacar os seguintes programas: rede de quantidade e rede de vigilância, Quadro 4.44.

Quadro 4.44 - Rede de monitorização do Estado Químico e quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH6. Adaptado de: (PGRH6, Parte 2, 2016).

Estado Químico				Estado Quantitativo	
Rede de Vigilância		Rede operacional			
Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas
20	7 (78%)	0	0	7	4 (44%)

Relativamente à rede de monitorização das massas de água subterrâneas em relação ao estado químico, existem 20 estações na rede de vigilância 7 das 9 são monitorizadas, não existe nenhuma estação de monitorização para a rede operacional. As campanhas de amostragem realizam-se semestralmente, com uma campanha no período mais favorável (Março-Maio) e no período mais desfavorável (Setembro-Outubro).

Em relação à rede de monitorização para avaliação do estado quantitativo, existem 7 estações que monitorizam 4 das 9 massas de água. As estações são todas em furos e as amostragens realizam-se mensalmente onde são observados os níveis piezométricos dos mesmos.

4.7.4 Estado das Massas de Água Subterrâneas

Na RH6 todas as massas de água subterrâneas foram classificadas com bom estado quantitativo, de acordo com os objetivos impostos pela DQA, o que vai de encontro aos valores relativos às disponibilidades hídricas e níveis piezométricos das massas de água desta região hidrográfica, mencionados anteriormente. No entanto, na massa de água subterrânea de Sines registaram-se alguns abaixamentos significativos dos níveis piezométricos, que devem ser alvo de atenção. Quadro 4.45 e Figura 4.12.

Quadro 4.45 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH6. **Adaptado de:** (PGRH6, Parte 2, 2016).

Massas de Água Subterrâneas	Estado Quantitativo
Bacia de Alvalade	Bom
Sines – Zona Norte	Bom
Sines – Zona Sul	Bom
Viana do Alentejo - Alvito	Bom
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	Bom
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	Bom
Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo - Sado	Bom
Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	Bom
Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	Bom

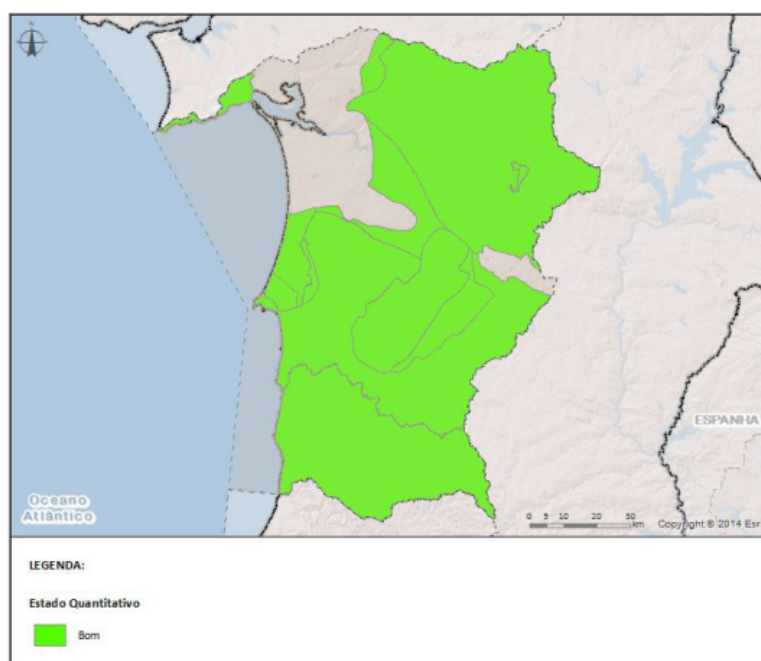


Figura 4.12 - Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH6. **Fonte:** (PGRH6, Parte 2, 2016).

No Quadro 4.46 está representada a comparação entre o estado quantitativo para a RH6, nos dois ciclos, não existiram alterações, foram todas classificadas em bom estado.

Quadro 4.46 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH6 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH6, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH6	8	8 (100%)	0	9	9 (100%)	0

Nota: No 2º ciclo do planeamento foram delimitadas duas novas massas de água subterrânea e foi eliminada uma massa de água.

Quanto ao estado químico, há apenas uma massa de água subterrânea na RH6 que não atinge o bom estado por razões de origem química, a de Sines/Zona Sul, tal situação deve-se ao facto desta massa de água ter em excesso de compostos orgânicos derivados do petróleo, Quadro 4.47 e Figura 4.13.

Quadro 4.47 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH6. **Adaptado de:** (PGRH6, Parte 2, 2016).

Massas de Água Subterrâneas	Estado Químico
Bacia de Alvalade	Bom
Sines – Zona Norte	Bom
Sines – Zona Sul	Medíocre
Viana do Alentejo - Alvito	Bom
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Sado	Bom
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Sado	Bom
Bacia do Tejo - Sado Indiferenciado da Bacia do Tejo - Sado	Bom
Zona Sul Portuguesa da Bacia do Sado	Bom
Zona Sul Portuguesa da Bacia do Mira	Bom

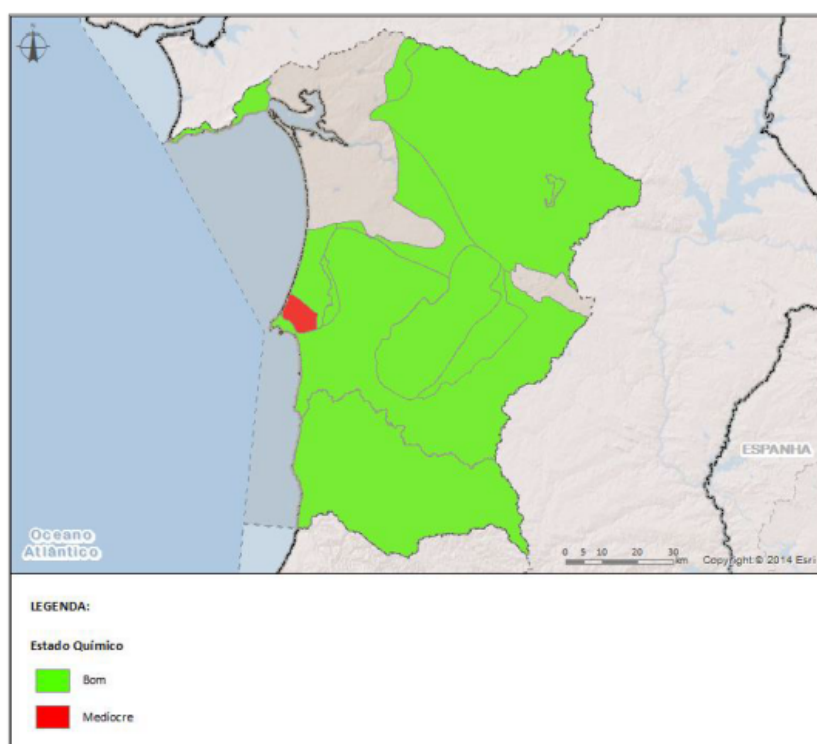


Figura 4.13 - Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH6. **Fonte:** (PGRH6, Parte 2, 2016).

Quadro 4.48 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH6 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH6, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo			
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Desconhecido (nº massas de água)	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH6	8	7 (88%)	0	1 (12%)	9	8 (89%)	1 (11%)

Nota: Com a revisão para o 2º ciclo foram delimitadas 2 novas massas de água subterrânea, eliminada 1.

Na RH6, existe apenas uma massa de água que foi classificada como estado medíocre em termos químicos, Quadro 4.48, a massa de água Sines/Zona Sul, esta massa de água já sofreu uma intervenção, foram encontrados hidrocarbonetos na massa de água, verificou-se que foi um caso pontual, no entanto os terrenos envolventes a esta massa de água ainda apresentam concentrações de compostos orgânicos superiores aos limiares estabelecidos no âmbito dos PGRH, representando assim um risco ambiental, em termos do recurso em si e do recurso como fonte de água para consumo humano. Porém, os parâmetros obrigatórios, nomeadamente, o nitrato, o azoto amoniacal, o cloreto e o sulfato, apresentam concentrações que vão de encontro aos objetivos de qualidade estipulados no âmbito da DQA (PGRH6, Parte 2, 2016); (PGRH6, Parte 5, 2016).

4.8 PGRH 7 – Bacia Hidrográfica do Guadiana

4.8.1 Delimitação das Massas de Água Subterrâneas

A Região hidrográfica do Guadiana é uma bacia partilhada com Espanha, a bacia abrange um total de 66 999,83 km², onde 11 534,13km² situam-se em Portugal e o restante em Espanha, onde estão incluídas as massas de água costeiras, subterrâneas e superficiais.

A região hidrográfica da Bacia do Guadiana (RH7) possui nove massas de água subterrâneas, tal como se pode constatar no Quadro 4.49.

Quadro 4.49 – Massas de Água Subterrâneas delimitadas para a RH7. **Adaptado de:** (PGRH7, Parte 2, 2016).

Nº de Massas de Água	Código da Massa de Água	Designação da Massa de Água	Unidade Hidrogeológica
1	A11	Elvas - Campo Maior	Maçiço Antigo
2	A5	Elvas - Vila Boim	Maçiço Antigo
3	A9	Gabros de Beja	Maçiço Antigo
4	A10	Moura - Ficalho	Maçiço Antigo
5	M17	Monte Gordo	Orla Meridional
6	A0X1RH7_C2**	Maçiço Antigo Indiferenciado da Bacia do Guadiana	Maçiço Antigo
7	O01RH7	Orla Meridional Indiferenciada da Bacia do Guadiana	Orla Meridional
8	A0Z1RH7_C2**	Zona Sul Portuguesa - Bacia do Guadiana	Maçiço Antigo
9	-*	Zona Sul Portuguesa - Transição de Atlântico e Serra	Maçiço Antigo

*- Massa de água deixou de ser individualizada no 2º ciclo, foi integrada nas massas de água A0X1RH7_C2 e A0Z1RH7_C2.

** - Devido à eliminação de uma massa de água, foi revista a sua delimitação.

Nota: -Segundo o PGRH de 2ºciclo, a massa de água referente à Orla Meridional Indiferenciado da Bacia do Guadiana encontra-se agrupada com as seguintes massas de água: Orla Meridional Indiferenciado da Bacia do Arade, Orla Meridional Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Barlavento e Orla Meridional Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Sotavento.

- Para efeitos de monitorização e apreciação as massas de água de Zona Sul Portuguesa das Bacias das Ribeiras do Sotavento, Zona Sul Portuguesa da Bacia do Arade e Zona Sul Portuguesa das Bacias das Ribeiras do Sotavento estão agrupadas à massa de água Zona Sul Portuguesa da Bacia do Guadiana.

4.8.2 Caracterização das Massas de Água Subterrâneas

Relativamente às disponibilidades hídricas subterrâneas anuais e por unidade de área na RH7, estimadas no PHRH de 2º ciclo, Quadro 4.50.

Quadro 4.50 – Disponibilidades hídricas das massas de Água Subterrâneas na RH7. **Adaptado de:** (PGRH7, Parte 2, 2016).

Massa de água	Disponibilidade hídrica anual (hm³/ano)	Disponibilidade hídrica por unidade de área (hm³/(km²/ano))
Monte Gordo	1,74	0,18
Elvas - Vila Boim	18,18	0,16
Gabros de Beja	37,45	0,11
Moura - Ficalho	17,15	0,09
Elvas - Campo Maior	9,47	0,15
Orla Meridional Indiferenciado da Bacia do Guadiana	2,3	0,1
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Guadiana	195,08	0,03
Zona Sul Portuguesa da Bacia do Guadiana	124,27	0,04

É possível verificar através do Quadro 4.50, que as existe uma grande disparidade entre as características físicas, químicas e geológicas das MAS da RH7, a que tem menor disponibilidade hídrica, a MAS de Monte Gordo, apresenta valores cerca de cento e dez inferiores à MAS que tem maior disponibilidade hídrica, Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Guadiana.

Quanto à poluição de origem tóxica e difusa nas massas de água subterrâneas da RH7, foram consideradas cargas de origem urbana, industrial, agropecuária (suinicultura), e ainda lagares, adegas e aterros de resíduos para a poluição tóxica. Consideraram-se também cargas de origem agrícola (geral), industrial, e ainda campos de golfe, áreas agrícolas adubadas e áreas mineiras para a poluição difusa.

Relativamente às cargas de origem tóxica, as cargas urbanas são as mais predominantes, e os parâmetros analisados são, tal como está estipulado, a Carência Química de Oxigénio (CQO), Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO₅), Sólidos Suspensos Totais (SST) e Azoto (N) e Fósforo (P), estes dois últimos com menor influência.

As massas de água onde se verifica a maior predominância dos parâmetros referidos, nomeadamente CQO, SST e CBO₅ são, por ordem decrescente: o Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Guadiana, os Gabros de Beja e a Zona Sul Portuguesa da Bacia do Guadiana. No entanto, em termos gerais, o impacto provocado por estas fontes de poluição pontual, apesar de negativo é de magnitude reduzida e, consequentemente, pouco significativo para a qualidade das massas de água subterrâneas. Contudo, em relação à poluição pontual, é ainda de destacar a possibilidade da sua contribuição para os problemas de excesso de nitratos que se verificam em algumas massas de água.

Relativamente às cargas de origem difusa, as massas de água subterrânea sobre as quais se verificam maiores pressões são as seguintes:

- Cargas agrícolas (geral) e industriais – Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Guadiana, sobretudo consequência dos níveis de azoto.
- Cargas com origem em campos de golfe – Zona Sul Portuguesa da Bacia do Guadiana, também em grande parte consequência dos níveis de azoto.

- Cargas devido às áreas agrícolas adubadas – Gabros de Beja, Elvas-Campo Maior e Elvas-Vila Boim.
- Cargas devido às áreas mineiras – Zona Sul Portuguesa da Bacia do Guadiana e Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Guadiana, contudo estas cargas são pouco significativas.

Quanto às captações de água subterrâneas, foram estimados para o PGRH de 2º ciclo para a RH7, os dados do Quadro 4.51.

Quadro 4.51 – Quadro resumo dos volumes captados de Águas Subterrâneas anualmente, por sector na RH7. **Adaptado de:** (PGRH7, Parte 2, 2016).

Sector	Volume captado (hm ³)	% do volume captado	Retornos por sector (hm ³)
Abastecimento	28,92	20,85	2,90
Agrícola	77,40	55,79	15,02**
Industrial	0,85	0,61	0,04
Turismo	0,03	0,02	0*
Outros	31,54	22,73	3,15
Total	138,74	100	21,12

*- O valor que está associado aos retornos dos campos e golfe e ficou associado ao sector do Turismo.

** - O valor que está associado aos retornos do sector da pecuária, ficou associado ao sector da Agricultura.

Como é possível verificar da análise do Quadro 4.51, conclui-se que o sector que consome mais água subterrânea na RH7, é sector Agrícola com 55,79% do volume total captado, seguindo-se o sector Outros, um conjunto de vários sectores que não é possível definir com exatidão, com 22,73%, segue-se o Abastecimento, público mais os privados, com 20,85%, o sector Industrial com 0,61% e por último o sector do Turismo com 0,02% do volume total captado.

4.8.3 Rede de Monitorização

Relativamente à rede de monitorização na RH7, são de destacar os seguintes programas: rede de quantidade, rede de vigilância e rede operacional, as duas últimas relacionadas com a rede de monitorização de qualidade Quadro 4.52.

Quadro 4.52 – Rede de monitorização do Estado Químico e Quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH7. **Adaptado de:** (PGRH7, Parte 2, 2016).

Estado Químico				Estado Quantitativo	
Rede de Vigilância		Rede operacional			
Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas
35	7 (88%)	26	3 (38%)	19	7 (88%)

Na RH7 a rede de monitorização para a avaliação do estado químico, é composto na rede de vigilância por 35 estações, onde 7 das 8 massas de água são monitorizadas. Na rede operacional, existem 26 estações onde são monitorizadas 3 das 8 massas de água. A periodicidade para a avaliação do estado químico é semestral e são realizadas nos períodos no período mais desfavorável (Março-Maio), e favorável (Setembro-Outubro).

Em relação à monitorização para a avaliação do estado quantitativo, é composta por 19 estações de monitorização, onde são monitorizadas 7 das 9 massas de água desta RH7. Estas estações são do tipo furo e são observados mensalmente os níveis piezométricos.

4.8.4 Estado das Massas de Água Subterrâneas

No Quadro 4.53 e Figura 4.14, para a RH7, estão representadas as classificações das massas de água para o estado quantitativo, estabelecidas pela DQA. Todas as massas de água foram classificadas com o estado bom., como é possível constatar.

Quadro 4.53 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH7. **Adaptado de:** (PGRH7, Parte 2, 2016).

Massas de Água Subterrâneas	Estado Quantitativo
Elvas - Campo Maior	Bom
Elvas - Vila Boim	Bom
Gabros de Beja	Bom
Moura - Ficalho	Bom
Monte Gordo	Bom
Maçiço Antigo Indiferenciado da Bacia do Guadiana	Bom
Orla Meridional Indiferenciada da Bacia do Guadiana	Bom
Zona Sul Portuguesa - Bacia do Guadiana	Bom
Zona Sul Portuguesa - Transição de Atlântico e Serra	Bom

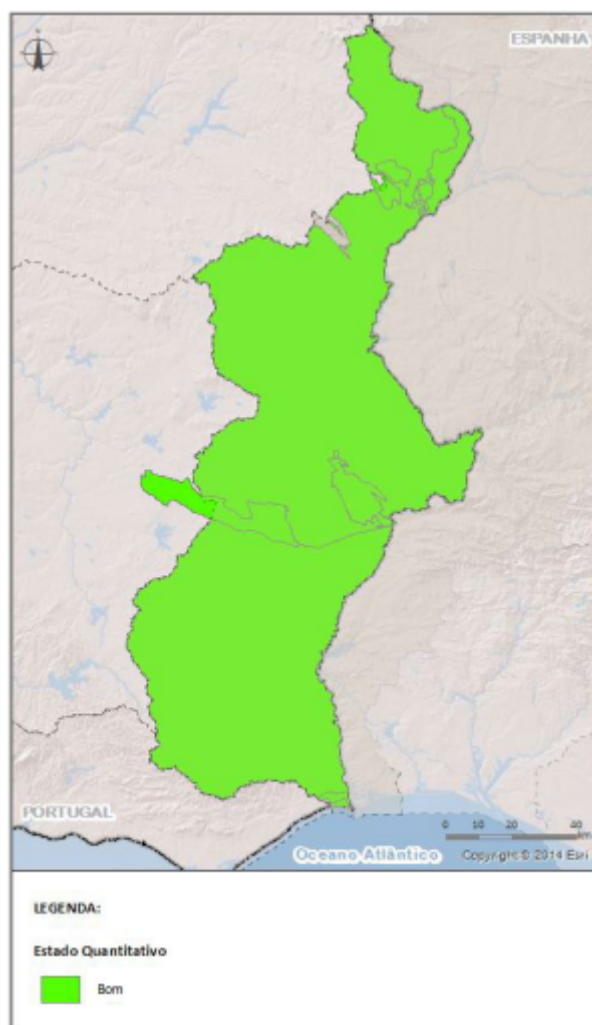


Figura 4.14 - Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH7. **Fonte:** (PGRH7, Parte 2, 2016).

Quadro 4.54 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH7 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH7, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo				2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Desconhecido (nº massas de água)	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH7	9	8 (89%)	0	1 (11%)	8	8(100%)	0

Nota: Com a revisão para o 2º ciclo foi eliminada 1 massa de água.

Na avaliação das massas de água na RH7, em termos quantitativos, não existiram massas de água em estado medíocre, quer no 1º ciclo, quer no 2º ciclo, Quadro 4.54.

No Quadro 4.55 e Figura 4.15, para a RH7, estão representadas as classificações das massas de água para o estado químico, estabelecidas pela DQA.

Quadro 4.55 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH7. **Adaptado de:** (PGRH7, Parte 2, 2016).

Massas de Água Subterrâneas	Estado Químico
Elvas - Campo Maior	Mediocre
Elvas - Vila Boim	Bom
Gabros de Beja	Mediocre
Moura – Ficalho	Bom
Monte Gordo	Bom
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Guadiana	Bom
Orla Meridional Indiferenciada da Bacia do Guadiana	Bom
Zona Sul Portuguesa - Bacia do Guadiana	Bom
Zona Sul Portuguesa - Transição de Atlântico e Serra	Bom

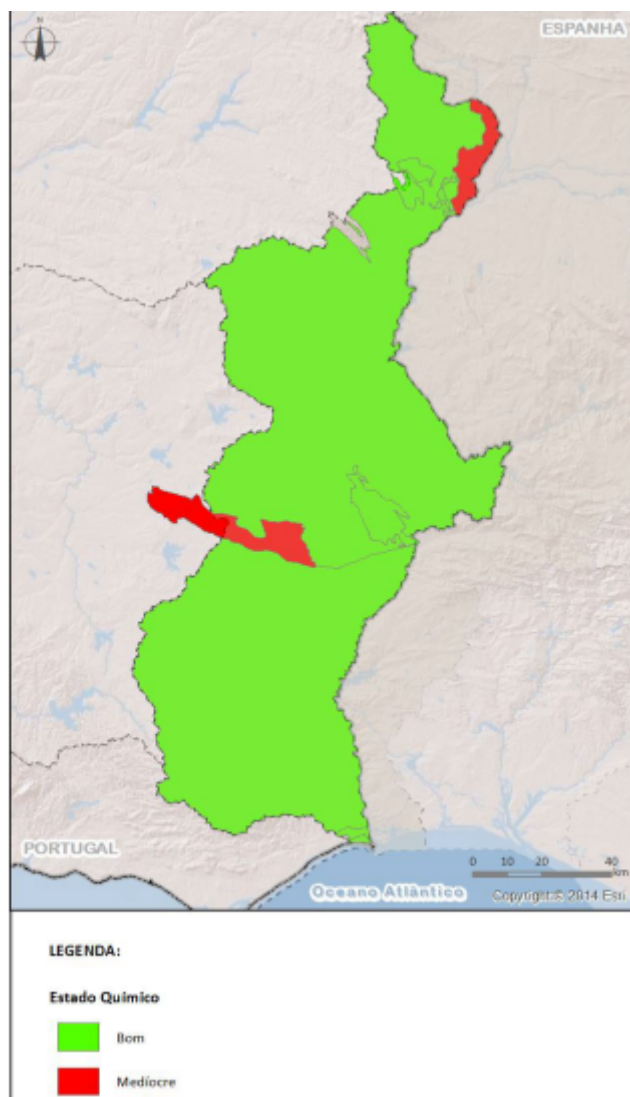


Figura 4.15 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH7. **Fonte:** (PGRH7, Parte 2, 2016).

Quadro 4.56 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH7 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH7, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH7	9	6(67%)	3 (33%)	8	6 (75%)	2 (25%)

Nota: com a revisão para o 2º ciclo foi eliminada uma massa de água.

Entre os dois ciclos de planeamento existiu uma melhoria de estado de uma massa de água, passou de três classificadas em estado medíocre, para duas, Quadro 4.56.

Na RH7 existem sete massas com o bom estado químico e duas classificadas como medíocre. Das massas de água consideradas com estado inferior a bom, Elvas-Campo Maior e Grabos de Beja, não atingiriam o bom estado químico no início do 2º ciclo devido à dificuldade de executar medidas de controlo da poluição difusa demorara a realizar algum efeito na massa de água.

O sistema de aquífero de Grabos de Beja apresenta uma baixa vulnerabilidade à exposição da poluição, no entanto as práticas utilizadas na agricultura foram descontroladas, foram responsáveis pela poluição da massa de água. Em 2005, apontava que esta massa de água no final de 2015 estivesse recuperada, mas tal não se veio a verificar. (Paralta, Frances, & Ribeiro, 2005)

Dado que a poluição verificada nesta RH7 é proveniente essencialmente de poluição de origem difusa, de terrenos agrícolas e de efluentes pecuários, deverão ser aplicadas medidas de intervenção, melhoramento e reabilitação. dos sistemas de tratamento. A massa de água Elvas-Campo Maior, prevê-se que atinga o bom estado químico no final do 2º ciclo dos PGRH, 2021 e Grabos de Beja, no final de 2027.No caso dos Gabros de Beja, os níveis de nitrato são de tal modo elevados que a massa de água não é aconselhada para consumo humano (PGRH7, Parte 2, 2016); (PGRH7, Parte 5, 2016).

4.9 PGRH 8 – Bacias Hidrográficas das Ribeiras do Algarve

4.9.1 Delimitação das Massas de Água Subterrânea

A Região hidrográfica das Ribeiras do Algarve abrange uma aérea de 5 511 km2 onde estão incluídas as massas de água costeiras, subterrâneas e superficiais. A região hidrográfica das Ribeira do Algarve (RH8) possui vinte e cinco massas de água subterrâneas, tal como se pode constatar na Quadro 4.57.

Quadro 4.57 – Massas de Água Subterrâneas delimitadas para a RH8. **Adaptado de:** (PGRH8, Parte 2, 2016).

Nº de Massas de Água	Código da Massa de Água	Designação da Massa de Água	Unidade Hidrogeológica
1	M6	Albufeira - Ribeira de Quarteira	Orla Meridional
2	M2	Almádena – Odeáxere	Orla Meridional
3	M9	Almancil – Medronhal	Orla Meridional
4	M18	Campina de Faro – Subsistema Vale do Lobo	Orla Meridional
5	M19	Campina de Faro – Subsistema Faro	Orla Meridional
6	M11	Chão de Cevada - Quinta de João de Ourém	Orla Meridional
7	M1	Covões	Orla Meridional
8	M4	Ferragudo – Albufeira	Orla Meridional
9	M15	Luz – Tavira	Orla Meridional
10	M14	Malhão	Orla Meridional
11	M3	Mexilhoeira Grande - Portimão	Orla Meridional
12	M13	Peral – Moncarapacho	Orla Meridional
13	M7	Quarteira	Orla Meridional
14	M5	Querença – Silves	Orla Meridional
15	M16	São Bartolomeu	Orla Meridional
16	M8	São Brás de Alportel	Orla Meridional
17	M10	São João da Venda – Quelfes	Orla Meridional
18	T01RH8_C2*	Maciço Antigo Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Algarve	Maciço Antigo
19	M01RH8_C2**	Orla Meridional Indiferenciado da Bacia do Arade	Orla Meridional
20	M02RH8_C2***	Orla Meridional Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Barlavento	Orla Meridional
21	M03RH8_C2**	Orla Meridional Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Sotavento	Orla Meridional
22	A0z1RH8_C2*	Zona Sul Portuguesa das Bacias das Ribeiras do Barlavento	Maciço Antigo
23	A0z3RH8_C2**	Zona Sul Portuguesa das Bacias das Ribeiras do Sotavento	Maciço Antigo
24	A0z2RH8_C2**	Zona Sul Portuguesa da Bacia do Arade	Maciço Antigo
25	A0z4RH8	Várzea - Aljezur	Maciço Antigo

*- Delimitação revista considerando os limites cartografados para as rochas ígneas do Maciço de Monchique.

** - Dado a reduzida dimensão, a sua individualização não representa um contributo significativo a nível hidrogeológico.

*** - Pequeno polígono localizado à foz do Rio Arade

4.9.2 Caracterização das Massas de Água Subterrânea

Relativamente às disponibilidades hídricas anuais da RH8, estão representadas no Quadro 4.58.

Quadro 4.58 – Disponibilidades hídricas das Massas de Água Subterrâneas na RH8. **Adaptado de:** (PGRH8, Parte 2, 2016).

Massa de água	Disponibilidade hídrica anual (hm³/ano)	Disponibilidade hídrica por unidade de área (hm³/(km²/ano))
Covões	4,49	0,08
Almádena - Odeáxere	19,94	0,31
Mexilhoeira Grande – Portimão	11,55	0,22
Ferragudo – Albufeira	10	0,09
Querença - Silves	110,86	0,35
Albufeira - Ribeira de Quarteira	11,02	0,2
Quarteira	16,86	0,21
S. Brás de Alportel	7,69	0,22
Almancil - Medronhal	8,29	0,36
S. João da Venda - Quelfes	16,1	0,14
Chão de Cevada - Quinta de João de Ourém	1,75	0,33
Campina de Faro - Subsistema Vale de Lobo	4,6	0,14
Campina de Faro - Subsistema Faro	6,2	0,11
Peral - Moncarapacho	13,68	0,31
Malhão	3,39	0,29
Luz - Tavira	5,4	0,19
S. Bartolomeu	1,72	0,16
Várzea de Aljezur	4,58	2,57
Orla Meridional Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Barlavento	12,07	0,16
Orla Meridional Indiferenciado da Bacia do Arade	12,56	0,13
Orla Meridional Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Sotavento	3,34	0,08
Maciço Antigo Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Algarve	6,98	0,11
Zona Sul Portuguesa das Bacias das Ribeiras do Barlavento	25,89	0,03
Zona Sul Portuguesa da Bacia do Arade	28,11	0,04
Zona Sul Portuguesa das Bacias das Ribeiras do Sotavento	11,08	0,04

Quanto à poluição de origem tóxica e difusa nas massas de água subterrâneas da RH8 no relatório técnico enviado à Comissão Europeia, nos PGRH de 1º Ciclo foram realizadas análises foram feitas para o ano de referência 2009 e para ano horizonte 2015.

Nestas análises, relativamente às cargas de origem tóxica, os parâmetros analisados foram, como habitual, a Carência Química de Oxigénio (CQO), a Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO₅), os Sólidos Suspensos Totais (SST), o Azoto (N) e o Fósforo (P), tendo sido obtidos os seguintes resultados:

Cargas urbanas – Para a maioria das massas de água subterrâneas da RH8 prevê-se uma diminuição das cargas de origem urbana. As exceções são Quarteira, São João da Venda-Quelfes,

Orla Meridional do Arade e Orla Meridional das Bacias das Ribeiras do Barlavento, para as quais se prevê um aumento deste tipo de cargas.

Cargas industriais – Para todas as massas de água subterrâneas da RH8 prevê-se uma diminuição das cargas de origem industrial.

Cargas agropecuárias (suinicultura) - Para todas as massas de água subterrâneas da RH8 prevê-se uma diminuição das cargas de origem suinícola.

Relativamente às cargas de origem difusa, os parâmetros analisados foram o N e o P; tendo sido obtidos os seguintes resultados:

Cargas agrícolas – Para a maioria das massas de água subterrâneas da RH8 prevê-se um aumento das cargas difusas de origem agrícola. A previsão de aumento das cargas de azoto sobre as massas de água subterrânea Campina de Faro, Chão de Cevada-Quinta João de Ourém e S. João da Venda-Quelfes é particularmente preocupante, considerando que no ano de referência (2009) estas massas de água se encontram em estado medíocre em virtude da presença do nitrato (NO₃) de origem difusa.

Cargas agropecuárias – Para a maioria das massas de água subterrâneas prevê-se uma diminuição das cargas difusas de origem agropecuária. As exceções são Mexilhoeira Grande-Portimão, Ferragudo-Albufeira, Maciço Antigo Indiferenciado das bacias das Ribeiras do Algarve, Orla Meridional Indiferenciado da Bacia do Arade e do Sotavento, Zona Sul Portuguesa da Bacia do Arade e Querença-Silves.

Cargas com origem em campos de golfe – Previu-se para 2015 um aumento das cargas em 13 das 22 massas de água subterrâneas da RH8.

Será especialmente relevante acompanhar a poluição difusa na massa de água de Querença-Silves. Com efeito, trata-se de uma importante origem de água para o abastecimento público na região do Algarve e a sua elevada vulnerabilidade à entrada de contaminantes e características de transporte que favorecem a rápida dispersão de contaminantes nas camadas aquíferas, pode colocar em risco o bom estado desta massa de água. (PGRH8, Relatório Técnico, 2012)

Quanto ao volume de água extraído das captações de águas subterrâneas, distribuídas por sector, foram estimados pelo PGRH de 2º ciclo da RH8 e estão representados no Quadro 4.59.

Quadro 4.59 – Quadro resumo dos volumes de Água Subterrâneas captados anualmente, por sector na RH8. Adaptado de: (PGRH8, Parte 2, 2016).

Sector	Volume captado (hm ³)	% do volume captado	Retornos por sector (hm ³)
Abastecimento	11,22	8,42	1,12
Agrícola	101,98	76,57	20,37**
Industrial	1,01	0,76	0,05
Turismo	9,90	7,43	0,99*
Outros	9,08	6,82	0,91
Total	133,18	100	23,44

*- O valor que está associado aos retornos dos campos e golfe e ficou associado ao sector do Turismo.

** - O valor que está associado aos retornos do sector da pecuária, ficou associado ao sector da Agricultura.

Da análise do Quadro 4.59, é possível verificar de que o sector com mais volume captado, é o sector agrícola com 76,57%, o sector do abastecimento com 8,42%, o sector do Turismo com 7,43%, o sector dos Outros com 6,82% e por último o sector Industrial com 0,76% do volume total captado.

Até ao início do século XXI a sobre-exploração das águas subterrâneas no Algarve, em particular junto ao litoral, deu origem a fenómenos esporádicos de intrusão salina, que se traduziram no elevado teor de cloretos, salinidade. Este facto levou à delimitação, em 2002, de uma área crítica à extração de água subterrânea, na qual se condicionam novos pedidos de licenciamento deste tipo de captações.

4.9.3 Rede de Monitorização

Relativamente às redes de monitorização para a RH8, estão representadas do Quadro 4.60 a informação para o estado quantitativo e químico das massas de água subterrâneas.

Quadro 4.60 – Rede de monitorização do Estado Químico e Quantitativo das Massas de Águas Subterrâneas na RH8. **Adaptado de:** (PGRH8, Parte 2, 2016).

Estado Químico				Estado Quantitativo	
Rede de Vigilância		Rede operacional			
Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas	Nº Estações	Massas de água monitorizadas
63	22 (88%)	30	4 (16%)	128	24 (96%)

A rede de monitorização na RH8 para avaliar o estado químico é composta por sessenta e três estações da rede de vigilância e abrange vinte e duas das vinte e cinco massas da RH8. A rede operacional é composta por trinta estações, onde são monitorizadas quatro das vinte e cinco. A frequência os períodos de amostragem são semestrais nestas duas redes, são realizadas as amostragens no período mais favorável (Março-Maio) e no mais desfavorável (Setembro-Outubro), do ano hidrológico.

Na rede de monitorização do estado quantitativo das massas de água subterrâneas para esta RH8, existem cento e vinte e oito pontos de amostragem, onde apenas uma massa de água não é monitorizada. Estes pontos de amostragem são do tipo furos/poços, a periodicidade de observações não foi especificada no PGRH mas presume-se que seja mensal e sejam observados os níveis piezométricos.

4.9.4 Estado das Massas de Água Subterrâneas

A avaliação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas para a RH8, está descrita no Quadro 4.61 e Figura 4.16.

Quadro 4.61 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH8. **Adaptado de:** (PGRH8, Parte 2, 2016).

Massas de Água Subterrânea	Estado Químico
Albufeira - Ribeira de Quarteira	Bom
Almádena – Odeáxere	Bom
Almancil – Medronhal	Bom
Campina de Faro – Subsistema Vale do Lobo	Bom
Campina de Faro – Subsistema Faro	Medíocre
Chão de Cevada - Quinta de João de Ourém	Bom
Covões	Bom
Ferragudo – Albufeira	Bom
Luz – Tavira	Bom
Malhão	Bom
Mexilhoeira Grande – Portimão	Bom
Peral – Moncarapacho	Bom
Quarteira	Bom
Querença – Silves	Bom
São Bartolomeu	Bom
São Brás de Alportel	Bom
São João da Venda – Quelfes	Bom
Maciço Antigo Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Algarve	Bom
Orla Meridional Indiferenciado da Bacia do Arade	Bom
Orla Meridional Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Barlavento	Bom
Orla Meridional Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Sotavento	Bom
Zona Sul Portuguesa das Bacias das Ribeiras do Barlavento	Bom
Zona Sul Portuguesa das Bacias das Ribeiras do Sotavento	Bom
Zona Sul Portuguesa da Bacia do Arade	Bom
Várzea – Aljezur	Bom

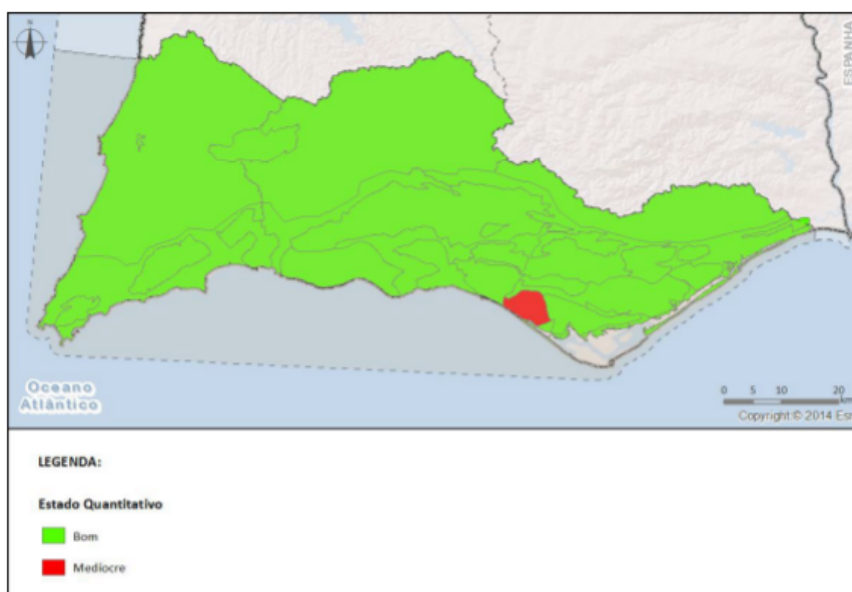


Figura 4.16 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH8. **Fonte:** (PGRH8, Parte 2, 2016).

Quadro 4.62 – Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas da RH8 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH8, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo				2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Desconhecido (nº massas de água)	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH8	23	22 (96%)	0	1 (4%)	25	24(96%)	1 (4%)

Nota: com a revisão para o 2º ciclo foram delimitadas 4 novas massas de água subterrâneas e eliminadas duas.

De acordo com o Quadro 4.62 é possível identificar a massa de água que não atingiu o bom estado quantitativo, a massa de água Campina Faro – Subsistema Vale do Lobo. Esta massa de água não alcançou o bom estado devido ao facto de no período do 1º ciclo do PGRH não ser possível elaborar um plano controlar os volumes extraídos, dos disponíveis pelos recursos hídricos. Prevê-se que esta massa de água atinja o bom estado até ao final do 2º ciclo.

A avaliação do estado químico das massas de água subterrâneas para a RH8, está descrita no Quadro 4.63 e Figura 4.17.

Quadro 4.63 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH8. **Adaptado de:** (PGRH8, Parte 2, 2016)

Massas de Água Subterrânea	Estado Químico
Albufeira - Ribeira de Quarteira	Bom
Almádena – Odeóxere	Bom
Almancil – Medronhal	Medíocre
Campina de Faro – Subsistema Vale do Lobo	Bom
Campina de Faro – Subsistema Faro	Medíocre
Chão de Cevada - Quinta de João de Ourém	Bom
Covões	Bom
Ferragudo – Albufeira	Bom
Luz – Tavira	Bom
Malhão	Bom
Mexilhoeira Grande - Portimão	Medíocre
Peral – Moncarapacho	Bom
Quarteira	Bom
Querença – Silves	Bom
São Bartolomeu	Bom
São Brás de Alportel	Bom
São João da Venda – Quelfes	Bom
Maciço Antigo Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Algarve	Bom
Orla Meridional Indiferenciado da Bacia do Arade	Bom
Orla Meridional Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Barlavento	Bom
Orla Meridional Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Sotavento	Bom
Zona Sul Portuguesa das Bacias das Ribeiras do Barlavento	Bom
Zona Sul Portuguesa das Bacias das Ribeiras do Sotavento	Bom
Zona Sul Portuguesa da Bacia do Arade	Bom
Várzea – Aljezur	Bom

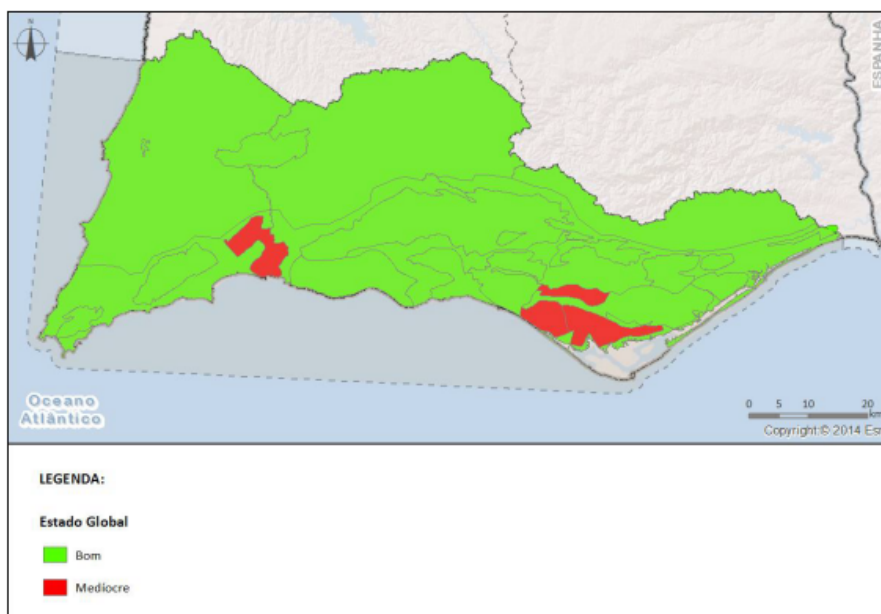


Figura 4.17 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH8. **Fonte:** (PGRH8, Parte 2, 2016).

Quadro 4.64 – Estado Químico das Massas de Água Subterrâneas da RH8 no 1º e 2º Ciclo. **Adaptado de:** (PGRH8, Parte 2, 2016).

	1º Ciclo			2º Ciclo		
	Nº Massas de água	Bom	Medíocre	Nº Massas de água	Bom	Medíocre
RH8	23	19 (83%)	4 (17%)	25	22 (88%)	3 (12%)

Nota: Com a revisão para o 2º ciclo foram delimitadas 4 novas massas de água subterrânea e foram duas eliminadas.

Da análise do Quadro 4.64, das 25 massas de água na RH8, existem três massas de água subterrâneas na RH8 que não atingem o bom estado no início do 2º Ciclo (Almansil-Medronhal, Campina de Faro – Subsistema de Faro, Mexilhoeira Grande – Portimão), o motivo principal para estas massas de água não atingirem o bom estado é devido ao excesso de Nitrato encontrado nestas massas de água com origem na poluição difusa das zonas agrícolas (PGRH8, Parte 2, 2016).

4.10. Objetivos Ambientais e Programas de Medidas

4.10.1 Objetivos Ambientais alcançados no 1º Ciclo (2009-2015)

Com base do Relatório Técnico dos PGRH do 1º Ciclo do Planeamento, constatou-se que existiram oitenta e oito massas de água subterrânea em Portugal Continental, das quais vinte e três se encontravam em estado medíocre, o que correspondia a 26%. Portanto, cerca de um quarto das massas de água subterrâneas apresentavam-se estado medíocre. Apenas três das massas de águas subterrâneas em estado medíocre possuíam esta classificação devido ao estado quantitativo.

Existiam vinte e uma massas de água com estado químico medíocre, e apenas uma, Campina de Faro (RH8), com estado químico e quantitativo medíocre.

A região hidrográfica onde se encontra o maior número de massas de água subterrâneas em estado medíocre é a RH4 com oito, seguida pela RH5, RH7 e RH8 todas com quatro. Contudo, em termos percentuais, foi na RH7 que se encontrava a maior incidência de massas de água em estado medíocre, 44%, seguida pela RH5 com 33% e a RH4 com 29%.

As regiões hidrográficas onde se encontravam o menor número de massas de água em estado medíocre são a RH1 e a RH3, ambas com todas as massas de água subterrânea em bom estado. Das vinte e três massas de água subterrânea em estado medíocre, previa-se que apenas duas atingissem os objetivos ambientais estipulados pela DQA até 2015: Alpedriz (RH4) e Monforte-Alter do Chão (RH5).

Previam-se que em 2021, oitenta e três das oitenta e oito massas de água subterrâneas atinjam o bom estado. Portanto, haviam dezasseis massas de água em estado medíocre para as quais se estimava que alcançassem o bom estado em 2021, nomeadamente: Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Leça (RH2), Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Baixo Cávado/Ave (RH2), Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Mondego (RH4), Quaternário de Aveiro (RH4), Aluviões do Mondego (RH4), Cretácico de Aveiro (RH4), Paço (RH4), Torres Vedras (RH4), Estremoz-Cano (RH5), Pisões – Atrozela (RH5), Elvas-Campo Maior (RH7), Elvas-Vila Boim (RH7), Moura-Ficalho (RH7), Chão de Cevada - Quinta de João de Ourém (RH8), Luz-Tavira (RH8) e São João da Venda – Quelfes (RH8).

Até 2027, e segundo os horizontes definidos pela União Europeia em relação à qualidade das massas de água, todas as massas de água subterrânea deverão estar em bom estado. Portanto, previa-se que isso verifica-se para as seguintes massas de água: Caldas da Rainha-Nazaré (RH4), Aluviões do Tejo (RH5), Sines/Zonal Sul (RH6), Gabros de Beja (RH7) e Campina de Faro (RH8).

Era na Administração da Região Hidrográfica do Algarve que se encontrava a menor percentagem de número de massas de água subterrânea em estado medíocre, comparativamente com o número de massas de água subterrânea existentes nesta região hidrográfica 18%, seguida da ARH do Norte 22%, ARH do Centro 27%, ARH do Alentejo 29% e, por último, ARH do Centro 33%. No entanto, é de realçar que as percentagens referidas tinham em conta o número de massas de água em cada ARH e não as áreas em km² de águas subterrâneas em estado bom e medíocre. Se fosse este o caso, provavelmente seria na ARH do Norte que se registariam os resultados mais positivos, uma vez que tanto as massas de água subterrânea da RH1 como da RH3 estão 100% em bom estado, e abrangem áreas bastante significativas.

Em Portugal o maior problema, identificado fim do 1º Ciclo do planeamento, no que diz respeito ao estado das massas de água subterrâneas, foi o excesso do ião nitrato, resultante de poluição pontual e difusa, sobretudo de origem agrícola.

Durante a criação dos PGRH do segundo ciclo sugeria-se que era importante verificar o progresso da implementação das medidas incluídas nos “Programas de Medidas dos PGBH” e se os objetivos ambientais prorrogados para 2021 e 2027 se mantinham.

Já no fim do primeiro ciclo fazia-se referência às alterações climáticas podem fazer subir o nível médio das águas do mar, provocando o alastramento de problemas relacionados com a intrusão salina, nomeadamente o excesso de cloretos, situação que necessita de atenção no futuro.

Outro aspeto importante e implementado agora no segundo ciclo do planeamento e que peca no primeiro ciclo do planeamento foram as diversas abordagens praticadas por cada Administração Regional que dificultavam a leitura dos dados e dão origem a diferentes informações, em particular nas secções dos relatórios técnicos dos PGRH referentes à caracterização das massas de água, análise das redes de monitorização e medidas a implementar.

4.10.2 Objetivos Ambientais para o 2º (2016-2021) e 3º Ciclo (2022-2027)

Os PGRH de 2º ciclo preveem que todas as massas de água subterrânea vão atingir o bom estado até 2027. Assim, todas as massas de água subterrâneas em estado medíocre têm de passar ao estado bom nos próximos ciclos, ou seja, durante o período de 2016 a 2021 (2º Ciclo) ou de 2022 a 2027 (3º Ciclo).

Como foi mencionado anteriormente, as massas de água subterrânea - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Minho e Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Lima, presentes na RH1, já se encontravam em bom estado quantitativo e químico no final de 2015, garantindo o objetivo ambiental ainda no decorrer do 1º ciclo de planeamento. Portanto, o principal objetivo ambiental para o 2º ciclo de planeamento consiste em garantir a manutenção ou promover a melhoria do seu bom estado.

Todas as MAS na RH2 estão classificadas com bom estado relativamente ao estado quantitativo. Em relação ao estado químico, três possuem bom estado químico e uma está em estado medíocre. A massa de água subterrânea em estado químico medíocre, e consequentemente classificada com estado medíocre, é o Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Baixo Cávado/Ave. Prevê-se o cumprimento dos objetivos ambientais em 2027. Na tomada de decisão de prorrogação do prazo de 2015 para 2027 foram tidos em conta os seguintes fatores: as características do meio hidrogeológico; a viabilidade de promover projetos de reabilitação da massa de água; os valores de concentração de nitrato na água subterrânea; e o período vigente das medidas já adotadas para redução do nitrato na água.

Todas as massas de água subterrânea existentes na RH3, até ao final de 2015 estavam em bom estado químico e quantitativo. Deste modo, atualmente, o principal objetivo ambiental é garantir a manutenção ou promover a melhoria do seu bom estado.

Na Região Hidrográfica das Bacias do Vouga, Mondego e Lis (RH4) há 17 massas de água subterrânea que já se encontram em bom estado quantitativo e químico. Prevê-se que o bom estado se mantenha até 2021 e o principal objetivo ambiental é garantir a manutenção ou melhoria do seu bom estado.

Quanto ao estado quantitativo na RH há três massas de água em estado medíocre, o Cárstico da Bairrada, o Cretácico de Aveiro e Condeixa-Alfarelos, prevê-se que duas atinjam o bom estado em 2021 e uma em 2027. Em relação ao estado químico, há duas massas de água classificadas como medíocre, Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga e Quaternário de Aveiro, uma delas deverá alcançar o bom estado até ao final de 2021 e a outra até ao final de 2027.

Na Região Hidrográfica do Tejo e das Ribeiras do Oeste (RH5) todas as 20 massas de água estão classificadas com bom estado quantitativo. Quanto ao estado químico, 18 das 20 encontram-se em bom estado. No que diz respeito às massas de água classificadas com bom estado o principal objetivo ambiental é garantir a sua manutenção ou melhoria.

Em relação às duas massas de água subterrâneas que se encontram em estado medíocre, prevê-se que uma delas atinja o seu bom estado em 2021 e outra em 2027. Estes prazos foram prorrogados

porque as metodologias utilizadas para resolver o problema, que está inerente a este tipo de poluição, tem a sua resiliência e demora algum tempo a ter-se resultados de campo. As massas de água em estado medíocre são Estremoz – Cano e Paço.

Na RH6, com a exceção da massa de água subterrânea Sines/Zona Sul, todas as massas de água subterrâneas já se encontram em bom estado quantitativo e químico. Prevê-se que o bom estado se mantenha até 2027 e o principal objetivo ambiental é garantir a sua manutenção ou melhoria.

Para o caso particular de Sines/Zona Sul prevê-se o bom estado até 2027. Os motivos para esta prorrogação do bom estado da massa de água são, o seu estado químico medíocre, resultado de contaminação tóxica com hidrocarbonetos de origem industrial.

Quanto ao estado quantitativo, as oito massas de água subterrânea da Região Hidrográfica do Guadiana (RH7) estão classificadas com estado bom e o principal objetivo ambiental até 2027, é garantir a manutenção ou promover a melhoria do seu bom estado.

Em relação ao estado químico das massas de água desta região, apenas seis das oito encontram-se em estado bom. Prevê-se que Elvas-Campo Maior atinja o bom estado até 2021 e para a MAS Gabros de Beja prevê-se o bom estado até 2027, devido à dimensão da área afetada e à capacidade de resposta natural da massa de água.

Na Região Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (RH8), das vinte e cinco massas de água subterrâneas que a contemplam, em relação ao estado quantitativo, vinte e quatro estão classificadas com estado bom, prevê-se que a massa de água subterrânea em estado medíocre, a Campina de Faro - Subsistema de Lobo alcance o bom estado no final de 2021. Para as restantes massas de água, o principal objetivo ambiental até 2027 é garantir a manutenção ou promover a melhoria do seu bom estado.

Quanto ao estado químico, três MAS estão classificadas com estado medíocre, Mexilhoeira Grande-Portimão, Almansil-Medronhal e Campina de Faro - Subsistema de Lobo, prevê-se que até 2021 uma atinja o bom estado e as restantes só em 2027, uma vez que a origem da poluição é causada por excesso aplicação de nitratos e deverá ser necessário mais tempo para garantir que as medidas a aplicar surtam o efeito desejado.

Em suma, no início do 2º ciclo de planeamento, em termos quantitativos, de um total de noventa e três massas de água subterrâneas contabilizadas, registam-se oitenta e nove massas de água em bom estado e quatro em estado medíocre. Em termos químicos no início do 2º ciclo de planeamento de um total de noventa e três massas de água, oitenta e duas encontram-se em bom estado e onze em estado medíocre.

Estes dados são representados graficamente nas figuras que se seguem.

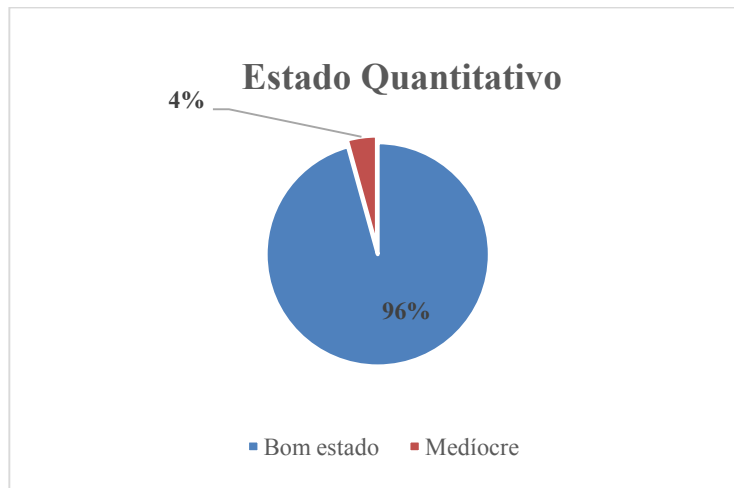


Figura 4.18 – Percentagem de Massas de Água Subterrâneas classificadas em Estado Bom e Medíocre, no início do 2º Ciclo, Estado Quantitativo.

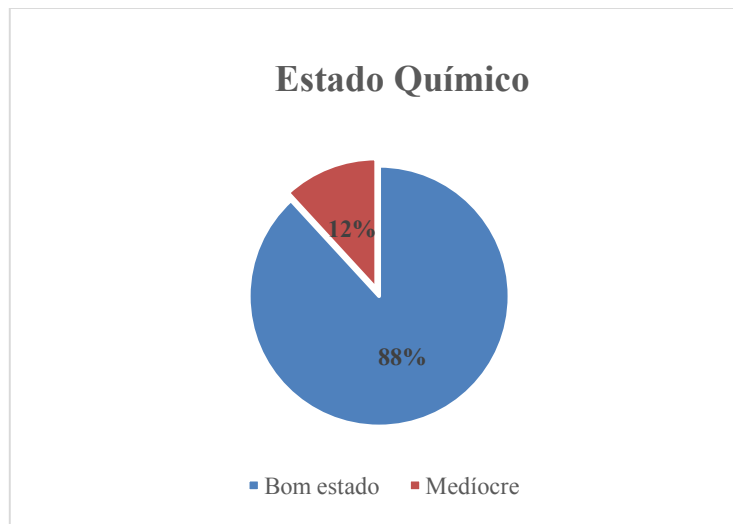


Figura 4.19 – Percentagem de Massas de Água Subterrâneas classificadas em Estado Bom e Medíocre, no início do 2º Ciclo, Estado Químico.

De acordo com os dados disponibilizados pelos PGRH de 2º Ciclo (2016-2021), quinze das noventa e três massas de água estão classificadas com o estado medíocre até ao final de 2021, e prevê-se que sete dessas quinze alcancem o bom estado aquando da publicação do 3ºCiclo. Das quinze massas de água com classificação “medíocre”, quatro delas são em termos quantitativos - Cársico da Bairrada (RH4), Cretácico de Aveiro (RH4), Condeixa - Alfarelos (RH4) e Campina de Faro -Subsistema Vale de Lobo (RH8), - e treze em termos químicos – Maciço Antigo Indiferenciado do Baixo Cávado/Ave (RH2), Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga (RH4), Quaternário de Aveiro (RH4), Cretácico de Aveiro (RH4), Estremoz-Cano (RH5), Paço (RH5), Sines-Zona Sul (RH6), Elvas-Campo-Maior (RH7), Grabos de Beja (RH7), Almansil-Medronhal (RH8), Campina Faro- Subsistema de Faro (RH8) e Mexilhoeira Grande – Portimão (RH8).

No no final do 2º ciclo de planeamento, prevê-se que só uma massa de água em termos quantitativos ficará em estado medíocre (Cretácico de Aveiro), a maioria das massas de água

passará para o estado bom. Em relação à classificação química das massas de água, no final do 2º ciclo do PGRH prevê-se que estejam quatro massas de água em estado medíocre (Quaternário de Aveiro (RH4), Estremoz-Cano (RH5), Elvas-Campo-Maior (RH7) Almansil-Medronhal (RH8) e 7 delas só alcancem o “Bom” estado no final de 2027.

Portanto, de acordo com as previsões do 2º ciclo dos PGRH todas as massas de água irão atingir o bom estado no final do 3º ciclo em 2027. Relativamente ao estado quantitativo, as previsões do 2º ciclo dos PGRH são as seguintes:

- três massas de água atingem o bom estado até 2021
- uma massa de água atinge o bom estado até 2027

Quanto ao estado químico, as previsões do 2º ciclo dos PGRH são as seguintes:

- quatro massas de água atingem o bom estado até 2021
- sete massas de água atingem o bom estado até 2027

4.10.3 Programas de Medidas Ambientais

No 2º ciclo do planeamento, está prevista a aplicação de um conjunto de medidas de forma a melhorar o estado das massas de água que se encontram em estado medíocre, atuando essencialmente nas pressões significativas que atingem as massas de água. Neste capítulo serão enumeradas as medidas a aplicar, para os vários tipos de pressões bem como o investimento a realizar, nas várias RH onde estão as MAS classificadas com estado medíocre.

No relatório técnico foi efetuado um diagnóstico com vista a uma abordagem objetiva da situação atual, em que se aferiu que as medidas aplicadas para o alcance dos objetivos ambientais definidos pela DQA para as massas de água subterrânea estão a ser parcialmente cumpridas.

As medidas que deverão ser tomadas para alterar o estado da massa de água em termos químicos são mais difíceis, de controlar e de implementar, pois normalmente a origem da poluição da massa de água em sete dos casos a é derivado à poluição agrícola origem difusa, campos agrícolas e explorações pecuárias o que levará a que quando as medidas sejam tomadas, a massa de água terá alguma inércia em recuperar o seu estado. A outra massa de água (Sines-Zona Sul) que se encontra em estado medíocre é derivado à necessidade de se proceder à descontaminação dos solos envolventes à descontaminação que já foi realizada nesta massa de água.

Na RH1 e a RH3, não há MAS classificada em estado medíocre. Para que as massas de águas subterrâneas destas regiões hidrográficas mantenham e melhorem o seu estado químico e quantitativo, prevê-se a aplicação de uma série de medidas associadas ao Programa de Medidas do PGBH.

Existem dois tipos de medidas, definidas nos PGRH de segundo ciclo:

- Medidas Base – correspondem aos requisitos para cumprir os objetivos ambientais ao abrigo da legislação em vigor;
- Medidas Suplementares – garantem uma maior proteção ou uma melhoria adicional das águas sempre que seja necessário;

Na RH2 da bacia do rio Cávado, Ave e Leça, na única massa em estado medíocre em termos químicos, prevê-se que sejam aplicadas três medidas, uma de base e duas suplementares, a medida

deverá ter o principal objetivo de reduzir a poluição, através da redução ou da eliminação dos nutrientes, provenientes da agricultura, Quadro 4.65.

Quadro 4.65 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Químico ou mantê-lo, para a RH2. **Adaptado de:** (PGRH2, Parte 6, 2016).

Massa de Água	Tipo de pressão	Medidas		
		Descrição	Tipologia	Investimento (mil €)
Maciço Antigo Indiferencia do do Baixo Cávado/Ave	Agrícola	Aplicação do Programa de Ação da Zona Vulnerável de Esposende -Vila do Conde e avaliação da sua eficácia.	Base	280
	Agrícola	Melhorar a regulação das utilizações dos recursos hídricos subterrâneos	Suplementar	0
	Agrícola	Validar o valor de recarga das massas de água	Suplementar	0

Na RH4 em termos quantitativos nas três massas de água classificadas como medíocre, todas as medidas têm em comum a substituição, a massa de água Condeixa-Alfarelos tem uma medida para preservar os ecossistemas aquáticos e terrestres envolventes, Quadro 4.66.

Quadro 4.66 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Quantitativo ou mantê-lo, para a RH4. **Adaptado de:** (PGRH4, Parte 6, 2016).

Massa de água	Tipo de pressão	Medidas		
		Descrição	Tipologia	Investimento (mil €)
Cársico da Bairrada	Agrícola	Substituição da comunicação prévia de início de utilização de águas subterrâneas pela autorização nas massas de águas subterrâneas em estado quantitativo inferior a bom	Suplementar	0
Cretácico de Aveiro	Industrial	Substituição da comunicação prévia de início de utilização de águas subterrâneas pela autorização nas massas de águas subterrâneas em estado quantitativo inferior a bom	Suplementar	0
Condeixa-Alfarelos	Agrícola	Substituição da comunicação prévia de início de utilização de águas subterrâneas pela autorização nas massas de águas subterrâneas em estado quantitativo inferior a bom Preservar os ecossistemas aquáticos e terrestres dependentes das águas subterrâneas	Base e suplementar	0

Para a RH4, em termos químicos as pressões incidentes na massa de água são do setor agrícola, a descrição das medidas bem como o custo associado das medidas estão, no Quadro 4.67.

Quadro 4.67 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Químico ou mantê-lo, para a RH4. **Adaptado de:** (PGRH4, Parte 6, 2016).

Massa de água	Tipo de pressão	Medidas		
		Descrição	Tipologia	Investimento (mil €)
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga	Agrícola	Aplicação do Programa de ação das Zonas Vulneráveis de Estarreja - Murtosa e Litoral Centro Preservar os ecossistemas aquáticos e terrestres dependentes das águas subterrâneas	Base e Suplementar	960*; 1275
Quaternário de Aveiro	Agrícola	Descontaminação da massa de água subterrânea Quaternário de Aveiro na envolvente do Complexo Químico de Estarreja Aplicação do Programa de ação das Zonas Vulneráveis de Estarreja-Murtosa e Litoral Centro Preservar os ecossistemas aquáticos e terrestres dependentes das águas subterrâneas	Base e Suplementar	960*; 1275

Para a RH5, em termos químicos as pressões incidentes na massa de água são do setor agrícola, a descrição das medidas bem como o custo associado das medidas estão, no Quadro 4.68.

Quadro 4.68 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Químico ou mantê-lo, para a RH5. **Adaptado de:** (PGRH5, Parte 6, 2016).

Massa de água	Tipo de pressão	Medidas		
		Descrição	Tipologia	Investimento (mil €)
Estremoz - Cano	Agrícola	Garantir a impermeabilização artificial de sistemas de tratamento e/ou armazenamento de águas residuais; Investigação da origem dos parâmetros cujas concentrações excedem os limiares ou normas de qualidade nas massas de água subterrâneas Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo, Monforte-Alter do Chão, Estremoz-Cano, Orla Ocidental Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Oeste, Pisões-Atrozela, Caldas da Rainha-Nazaré, Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda; Interdição de rejeição de águas residuais através de sistemas de infiltração no solo em massas de água subterrâneas cársicas; Aplicação do programa de ação para as zonas vulneráveis do Tejo e de Estremoz-Cano.	Base e Suplementar	91
Paço	Agrícola	Aplicação das medidas previstas no programa de ação das zonas vulneráveis na massa de água subterrânea Paço; Garantir a impermeabilização artificial de sistemas de tratamento e/ou armazenamento de águas residuais	Base e Suplementar	0

Para a RH6, em termos químicos as pressões incidentes na massa de água são do setor agrícola, a descrição das medidas bem como o custo associado das medidas estão, no Quadro 4.69.

Quadro 4.69 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Químico ou mantê-lo, para a RH6. **Adaptado de:** (PGRH6, Parte 6, 2016).

Massa de água	Tipo de pressão	Medidas		
		Descrição	Tipologia	Investimento (mil €)
Sines - Zona Sul	Industrial	Remediação da Massa de Água Subterrânea Sines Zona Sul; Recuperação Ambiental do Aterro da Sanchinha; Remediação da Massa de Água Subterrânea; Implementação do Plano de Monitorização de Recursos Hídricos da Zona Industrial e Logística de Sines	Base e Suplementar	3743,4

Para a RH7, em termos químicos as pressões incidentes na massa de água são do setor agrícola, a descrição das medidas bem como o custo associado das medidas estão, no Quadro 4.70.

Quadro 4.70 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Químico ou mantê-lo, para a RH7. **Adaptado de:** (PGRH7, Parte 6, 2016).

Massa de água	Tipo de pressão	Medidas		
		Descrição	Tipologia	Investimento (mil €)
Grabos de Beja	Agrícola	Aplicação do programa de ação para as zonas vulneráveis de Beja e Elvas	Base e Suplementar	50*
Elvas-Campo-Maior	Agrícola	Preservar os ecossistemas aquáticos e terrestres dependentes das águas subterrâneas	Base e Suplementar	50*

Para a RH8, em termos quantitativos as pressões incidentes na massa de água são do setor agrícola, a descrição das medidas bem como o custo associado das medidas estão, no Quadro 4.71.

Quadro 4.71 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Quantitativo ou mantê-lo, na RH8. **Adaptado de:** (PGRH8, Parte 6, 2016).

Massa de água	Tipo de pressão	Medidas		
		Descrição	Tipologia	Investimento (mil €)
Campina de Faro - Subsistema de Lobo		Elaboração de Plano Específico de Gestão da Água (PEGA) para definição de regras de exploração em reia crítica à extração de água subterrânea	Suplementar	0

Para a RH8, em termos químicos as pressões incidentes na massa de água são do setor agrícola, a descrição das medidas bem como o custo associado das medidas estão, no Quadro 4.72.

Quadro 4.72 – Medidas a aplicar às Massas de Água Subterrâneas para alterar o seu Estado Químico ou mantê-lo, para a RH8. **Adaptado de:** (PGRH8, Parte 6, 2016).

Massa de água	Tipo de pressão	Medidas		
		Descrição	Tipologia	Investimento (mil €)
Mexilhoeira Grande - Portimão	Agrícola	Implementação das restrições e condicionantes ao uso do solo nas zonas de máxima infiltração; Elaboração de Plano Específico de Gestão da Água (PEGA) para definição de regras de exploração em área crítica à extração de água subterrânea; Aplicação na massa de água subterrâneas Mexilhoeira Grande-Portimão das medidas previstas no programa de ação das zonas vulneráveis; Renovação/reforço das principais condutas adutoras de águas residuais do concelho de Portimão	Suplementar	3360*
Almansil-Medronhal	Agrícola	Aplicação do programa de ação para as zonas vulneráveis de Faro e da Luz de Tavira	Base	90*
Campina de Faro - Subsistema de Lobo	Agrícola	Elaboração de Plano Específico de Gestão da Água (PEGA) para definição de regras de exploração em área crítica à extração de água subterrânea; Aplicação do programa de ação para as zonas vulneráveis de Faro e da Luz de Tavira	Suplementar	90*

Na Figura 4.20, está representado o valor do investimento por RH, onde é possível visualizar que é na RH6 onde terá de ser efetuado um maior investimento pelas entidades competentes., em seguida a RH8, a RH4, a RH2, a RH5 e por último a RH7. No total até 2027, estima-se que terão de ser investidos 9894 mil euros, para que todas as massas de água classificadas em estado medíocre sejam classificadas em estado bom no final de 2027.

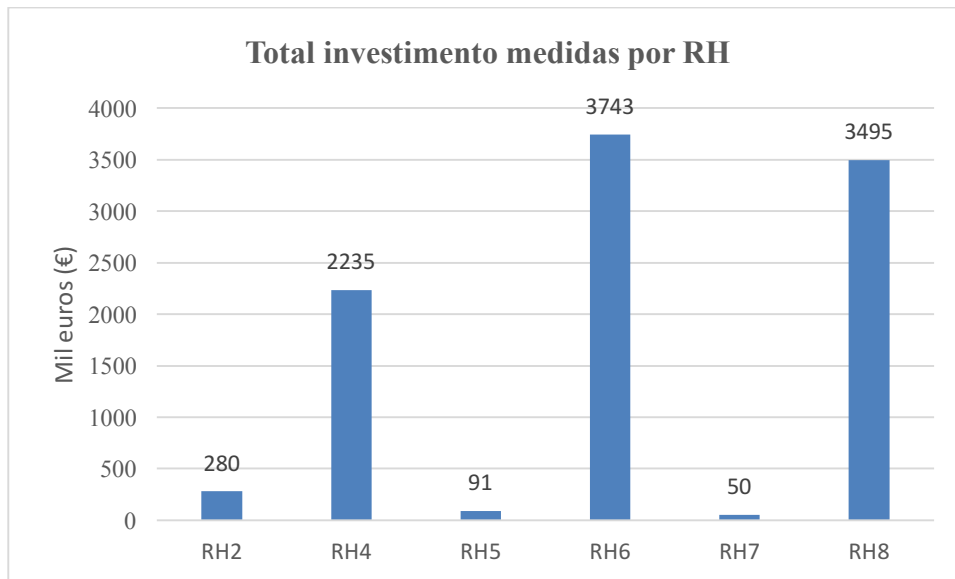


Figura 4.20 – Gráfico com o custo total das medidas, distribuído pelas várias RH que contêm as MAS classificadas em Estado Mediocre.

5. Casos de Estudo – Soluções para a recuperação, remediação e proteção de massas de águas subterrâneas

Neste capítulo são apresentados alguns casos de estudo desenvolvidos em Portugal que tiveram como objetivo a recuperação e remediação de massas de água subterrâneas, assim como assegurar a proteção e determinar a vulnerabilidade dos sistemas de aquíferos.

Foram escolhidos quatro estudos, o primeiro estudo aborda a problemática das elevadas concentrações do ião nitrato na água e apresenta algumas soluções para o controlo das elevadas concentrações de ião nitrato

O segundo estudo apresentado descreve o método da biorremediação por bioestimulação, que se trata de uma estratégia de remoção de nitrato bastante vantajosa.

No terceiro estudo é analisado ao pormenor o sistema aquífero dos Gabros de Beja e uma análise das redes de monitorização deste aquífero.

O quarto estudo define índices de prioridades de intervenção para as massas de água subterrânea, o que permite aumentar a eficiência em melhorar o estado de uma massa de água subterrânea.

5.1 Nitratos nos concelhos de Nazaré e Alcobaça

Neste trabalho intitulado “Nitratos nos concelhos de Nazaré e Alcobaça” e publicado em 2015 no âmbito do 10º Seminário sobre Águas Subterrâneas foi realizada uma análise ao teor de nitratos, das amostras colhidas nos concelhos de Nazaré e Alcobaça, entre 2004 e 2012, na área onde está definida a massa de água PT033 – Nazaré Caldas da Rainha. As referidas análises não foram colhidas na mesma altura, nem no mesmo intervalo temporal, por exemplo na zona do Juncal foram analisadas amostras desde 2004 a 2012.

Relembrando que, segundo a Lei nº58/2005 de 29 de Dezembro, a máxima concentração do ião nitrato permitida para água de consumo humano é de 50 mg/l. No Quadro 5.1, estão representados os valores de maior concentração do ião nitrato nas zonas de recolha. Sendo importante salientar que, a concentração mais elevada do ião nitrato coincide com a época de cultivo das terras.

Quadro 5.1 – Concentração máxima verificada em cada um dos diferentes pontos de recolha de amostras. **Adaptado de:** (Caraça, 2015).

Localização da recolha	Ano	Tipo	Concentração (mg/l)
Juncal	2008	Furo	159
Fervença	2012	Poço	334,59
Valado doa frades	2012	Poço	303,71
Nazaré	2012	Poço	179,77
Quinta de São Gião	2011	Furo	142,65
Paúl da Serra	2012	Poço	94,11
Maiorga	2012	Furo	72,32
Montes	2012	Poço	105,63
Cós	2008	Furo	67,4
Monte dos Ramos	2008	Poço	74,5
Alcobaça	2011	Furo	101,6

Estas análises foram realizadas tendo em consideração a legislação em vigor, assim pode-se verificar que todos os valores são superiores ao permitido por lei para a água de consumo, existindo até valores cerca de cerca de 6 vezes superiores.

Este estudo recomenda que sejam recolhidas amostras anuais, em dois períodos, a época seca e a época húmida, conhecendo o tipo de captação onde as amostras irão ser recolhidas. O estudo aconselha também a que seja elaborado um relatório geotécnico completo para conhecer melhor o comportamento do aquífero de água em questão. É ainda recomendada a alteração das práticas agrícolas, pecuárias e industriais/urbanas, para uma utilização mais sustentável, assim como uma melhoria e investimento em estudos hidrogeológicos para conhecer melhor a região e o local. Por último, recomenda-se a recolha de informação de outros poluentes na água, não só o ião nitrato, mas também por exemplo o arsénio, sulfato, fosforo. Este trabalho faz ainda referência há necessidade de avaliar todo o sistema de monitorização das águas subterrâneas (Caraça, 2015).

5.2 Biorremediação da Contaminação de Nitratos por Bioestimulação – Aquífero de Serpa – Brinches

Neste trabalho foi publicado em 2011 no âmbito do 8º Seminário sobre Águas Subterrâneas

O aquífero de Serpa-Brinches localiza-se no sector Este do sistema aquífero Gabros de Beja. É um aquífero livre e pouco profundo. As características geológicas e hidrogeológicas fazem com que seja vulnerável à contaminação. Normalmente, tem uma contaminação de nitratos maior que o permitido por lei (50 mg/L).

A biorremediação por bioestimulação é uma estratégia de remoção de nitrato frequentemente utilizada, especialmente porque (1) tem rápida ação, (2) é uma estratégia de baixo investimento e (3) a sua aplicação é realizada in-situ.

A biorremediação por bioestimulação é uma técnica que se baseia no processo de desnitrificação biológica, sendo que o nitrato é reduzido a azoto molecular. No estudo em questão este processo foi estimulado através da adição de carbono à água subterrânea.

Quis-se identificar o melhor plano de biorremediação do aquífero. Portanto, selecionou-se a fonte de carbono e o consórcio de microrganismos mais eficientes na remoção de nitrato do meio.

Foi ainda simulado o fluxo e movimento de particular neste aquífero, para averiguar a técnica de aplicação in-situ mais adequada.

O Sistema Aquífero dos Gabros de Beja (SAGB) do qual o aquífero Serpa-Brinches faz parte, é essencialmente constituído por gabros e dioritos. O sistema exhibe um comportamento de aquífero livre e misto de características porosas e fissuradas. A principal fonte de recarga do SAGB é a precipitação que se infiltra em toda a área de afloramento do sistema. A descarga é feita nas nascentes e linhas de água, até ser atingido o nível de equilíbrio.

A água subterrânea deste aquífero geralmente apresenta elevada mineralização, mediana condutividade elétrica de 684 $\mu\text{S}/\text{m}$, mediana de resíduo seco de 484 mg/L, pH com tendência alcalina e fáceis bicarbonatadas calco-magnesianas devido à circulação em rochas ígneas básicas.

O principal problema ao nível do consumo humano das águas deste aquífero prende-se com os teores em nitrato, que frequentemente ultrapassam o limite legalmente imposto, 50 mg/L.

Este trabalho permitiu escolher a forma de biorremediação mais eficiente para remover os nitratos do aquífero Serpa-Brinches. A fonte de carbono mais eficiente para a remoção de carbono, foi a serradura, demonstrou melhores resultados do que o etanol e sendo muito mais eficiente, uma vez

que se está a aproveitar um desperdício industrial. Neste estudo concluiu-se que para remover o nitrato mais facilmente, através do método de biorremediação se deveria misturar a serradura nos solos de recarga do aquífero (Madeira, Carvalho, & Chaves, 2011).

5.3 Avaliação da vulnerabilidade do sistema aquífero dos Grabos de Beja e análise crítica das redes de monitorização no contexto da diretiva quadro

Este estudo foi publicado em 2005 no âmbito do 7º SILUSBA.

O sistema de aquífero de Grabos de Beja possui uma área de cerca de 350 km² e é um dos mais importantes reservatórios de água presentes em rochas cristalinas que se encontram na região semiárida do Alentejo, apresenta uma produtividade média de 15hm³/ano, valor acima da média desta região. É deste sistema de aquífero que é extraída grande parte da água para abastecimento público nos concelhos de Serpa, Beja e Ferreira do Alentejo.

Durante o século XX nesta zona do país utilizou-se a monocultura cerealífera extensiva, onde não existiu um uso eficiente das quantidades de adubos utilizados, tais excessos vieram a repercutir-se na deterioração do estado das águas subterrâneas aos longos dos anos, através da poluição difusa.

Das 8 estações de monitorização data da elaboração do relatório, todas elas apresentavam valores persistentes com valores superiores a 50 mg/l de concentração de nitratos, acima dos recomendados por lei.

Em 2000 existiam 32 estações de monitorização neste Sistema de aquíferos, à data não se disponha de informação relevante para poder realizar uma análise de tendência aprofundada aos resultados obtidos nestas estações. Foi aconselhado realizar uma monitorização à massa de água, nas zonas mais sensíveis de modo a ter uma amostragem que permitisse melhor avaliar a evolução dos nitratos na respetiva massa de água.

Na altura do estudo, esta massa de água já era referenciada para ser devidamente acompanhada, através da aplicação da transposição das diretivas europeias para a proteção das massas de água, bem como a aplicação do Código de Boas Práticas Agrícolas, de modo a inverter a situação verificada na altura e que permitisse que a massa de água alcançasse o bom estado em 2015.

Para além das medidas anteriores, indicou-se que as medidas para a proteção das massas de água deveriam considerar a vulnerabilidade dos aquíferos, em função das suas funções hidrogeológicas e dos riscos potenciais ou efetivos relacionados com as atividades humanas (Paralta, Frances, & Ribeiro, 2005).

5.4 Metodologia para a identificação e delimitação de Zonas Prioritárias de Intervenção com vista à recuperação do Estado Bom das Águas Subterrâneas e Superficiais: Caso de Estudo de Melides

Este estudo foi publicado em 2016 no âmbito do VII Congresso Ibérico das Ciências do Solo.

A metodologia apresentada neste trabalho considera o tipo de massa de água a ser recuperada, a distribuição das cargas poluentes, a ocupação do solo, as fontes de poluição associadas e as massas de água em conexão hidráulica com a massa de água a recuperar. A metodologia foi desenvolvida tanto para águas subterrâneas como superficiais e o resultado final foi um mapa de zonamento de prioridades de intervenção.

Este estudo conclui que, para cada caso devem ser identificadas as medidas de intervenção mais adequadas e quais as zonas com prioridade de intervenção, tendo em vista os melhores resultados e os custos mínimos possíveis.

A metodologia desenvolvida neste trabalho foi para aplicação direta às massas de água da bacia de Melides. Contudo, o objetivo foi a aplicação da metodologia a outros casos. A metodologia foi baseada em SIG com uma estrutura semelhante ao DRASTIC - método de avaliação de vulnerabilidade -, incorporando elementos da metodologia IFI, e ainda, considerando os dados disponibilizados por um estudo anterior do PROWATERMAN focado nas fontes poluentes.

O estudo tem duas componentes independentes: (1) Áreas prioritárias para intervenção para ambientes de águas superficiais e, (2) Áreas prioritárias para intervenção para ambientes de águas subterrâneas.

Na bacia de Melides as águas superficiais estão dependentes do *status* do aquífero, há conexão hidráulica. Quando há uma conexão hidráulica entre a água subterrânea e superficial e ambas estão num estado inferior a bom a intervenção nas áreas prioritárias tem de ser definida para ambas. Quando não há conexão hidráulica e/ou apenas uma entre as massas de água subterrâneas e superficiais está em estado medíocre, só têm de ser definidas áreas de intervenção para a massa de água em estado medíocre.

Em Melides, para a recuperação do aquífero as zonas prioritárias de intervenção são as zonas de origem da poluição (Parque de Campismo, Zonas de exploração de gado).

A metodologia é baseada em índices, usa ferramentas de SIG e gera mapas para cada parâmetro – com base na intersecção destes mapas é feito o “Priority Intervention Index Map” (Mapa de índices de Prioridade de Intervenção) para cada uma das duas componentes. Neste mapa o índice é calculado de maneira diferente para cada componente. Sendo que, para as águas subterrâneas o índice é calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$IP_{Subt} = 3 \times D_{Subt} + 2 \times Nf_{Subt} + 3 \times C_{Subt} + 3 \times TP_{Subt} + 4 \times IFI + 1 \times Zd_{Subt}$$

IP_{Subt} – Ground water intervention priority index (Índice de prioridade de intervenção na água subterrânea)

D_{Subt} – Depth to the water table (Profundidade até à superfície da água acima da zona de saturação)

Nf_{Subt} – Spatial distribution of pollution sources (Distribuição espacial das fontes de poluição)

C_{Subt} – Descargas poluentes

TP_{Subt} – Tempo de percurso

IFI – índice IFI

Zd_{Subt} – Discharge zones to surface water the respective parameters for this index (Zonas de descarga para águas superficiais)

Desta fórmula resulta o Quadro 5.2 com os índices de prioridade de intervenção para as águas subterrâneas.

Quadro 5.2 – Índices de prioridade de intervenção para águas subterrâneas. **Adaptado de:** (Novo, Oliveira, Henriques, & Lobo Ferreira, 2016).

INDEX	Prioridade de Intervenção
189 – 270	Imediato
149 – 188	Urgente
112 – 148	Moderado
76 – 111	Baixo
24 – 75	Muito baixo

A aplicação desta metodologia resulta num mapa, tal como o apresentado de seguida:

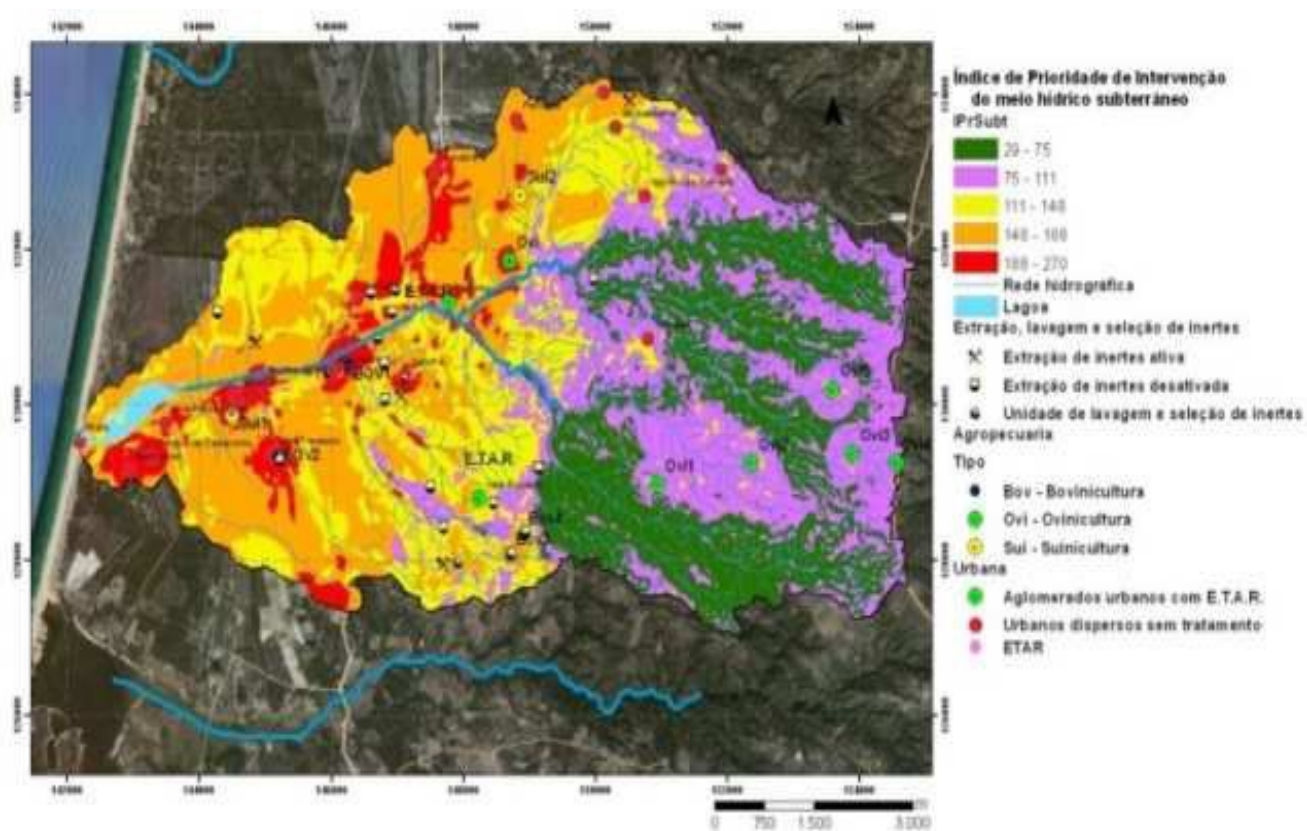


Figura 5.1 – Índice de prioridade de intervenção do meio hídrico subterrâneo. **Fonte:** (Novo, Oliveira, Henriques, & Lobo Ferreira, 2016)

6. Análise de Resultados e Recomendações

6.1 Resultados

Existem noventa e três massas de água subterrânea em Portugal Continental, encontram-se em estado medíocre catorze dessas MAS, o que corresponde a 16% do total. Destas quatorze, quatro estão classificadas com medíocre estado quantitativo, e onze com medíocre estado químico, apenas a MAS Campina de Faro (RH8) se encontra classificada em estado medíocre em termos quantitativos e químicos.

A região hidrográfica onde se encontra o maior número de massas de água subterrâneas em estado medíocre é a RH4 com cinco, seguida pela RH8 com quatro e RH5 e RH7 com duas.

Contudo, em termos percentuais, são nas RH2 e RH7 que se encontra a maior incidência de massas de água em estado medíocre, 25%, seguida pelas RH4 com 23%, a RH8 com 16%, RH6 com 11% e RH5 com 10%.

As regiões hidrográficas onde se encontram o menor número de massas de água em estado medíocre são a RH1 e a RH3, ambas com todas as massas de água subterrânea em bom estado.

Das quinze massas de água subterrânea em estado medíocre, no final de 2015, foi necessário aplicar prorrogações de prazos, de acordo com as medidas a aplicar por tipo de massa de água.

Prevê-se que sete atinjam os objetivos ambientais estipulados pela DQA até 2021, são elas: Cársico da Bairrada (RH4), Condeixa Alfarelos (RH4), Quaternário de Aveiro (RH4), Estremoz-Cano (RH5), Elvas-Campo-Maior (RH7), Almancil-Medronhal (RH8), Campina de Faro – Subsistema Vale do Lobo (RH8).

Até 2027, segundo os horizontes definidos pela União Europeia em relação à qualidade das massas de água, todas as massas de água subterrânea deverão estar em bom estado. Portanto, até 2027 as seguintes massas de água deverão atingir o bom estado: Maciço Antigo Indiferenciado do Baixo Cávado/Ave (RH2), Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga (RH4), Cretácio de Aveiro (RH4), Paço (RH5), Sines/Zonal Sul (RH6), Gabros de Beja (RH7) e Campina de Faro – Subsistema de Faro (RH8) e Mexilhoeira Grande-Portimão (RH8).

De seguida, são apresentadas as percentagens de massas de água subterrâneas em estado medíocre tendo em consideração o número total de massas de água subterrânea existentes em cada Região Hidrográfica: Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (25%), Região Hidrográfica do Guadiana (25%), Região Hidrográfica do Vouga/Mondego e Lis (23%), Região Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (16%), a Região Hidrográfica do Sado e Mira (11%), a Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (10%).

Relativamente ao tipo de pressões significativas, das quinze massas de água em estado medíocre no final de 2015, doze estão relacionadas com setor Agrícola, duas com o setor Industrial e uma por apurar. Portanto, mais de metade das massas de água subterrânea em Portugal estão classificadas com estado medíocre devido ao estado químico.

Em Portugal o maior problema, no que diz respeito ao estado das massas de água subterrâneas, é o excesso do ião nitrato, resultante de poluição e difusa, sobretudo de origem agrícola.

Mesmo após a aplicação da Diretiva dos Nitratos, verifica-se e ainda existe um grande lobby agrícola que teme que ao reduzir o consumo de adubos a situação financeira dos agricultores seja afetada, através da redução da produção. Ainda existem muitos agricultores que não concordam

com a ideia de produzir menos do que tecnicamente possível, a fim de proteger o meio ambiente. (Ribeiro, 2013)

Devem ser tomadas medidas do ponto de vista de sensibilizar as pessoas que utilizam os recursos hídricos subterrâneos, aplicar medidas mais eficientes na venda e distribuição de produtos fitofarmacêuticos para uso agrícola, realizar workshops gratuitos aos agricultores, de modo que os produtos fitofarmacêuticos sejam aplicados de modo sustentável, apoio e incentivos fiscais para a produção de agricultura biológica, bem como o aumento da fiscalização e dos recursos humanos especializados nos recursos hídricos.

Para que o objetivo estabelecido para 2027 para as massas de água subterrâneas em Portugal Continental seja atingido e mantido é aconselhável, realizar uma monitorização mais abrangente das massas de água subterrâneas e produzir relatórios das pressões nas massas de água, estes relatórios deveriam ser intermediários entre ciclos e ter particular incidência nas massas de água que têm ou tiveram a classificação de medíocre. À semelhança do que foi previsto no 2º Ciclo, com a criação de relatórios intermediários de análise ao progresso da implementação das medidas, possibilitando as atualizações e correções necessárias.

Um dos aspetos que tem falhado até à data foi a forma como a informação sobre as massas de água subterrânea chega aos principais “*stake-holders*” (nos setores da agricultura, indústria, turismo, etc), e junto das populações. Tal acontece porque, a influência e importância das massas de água subterrânea é desconhecida para muitos. Para combater esta desinformação seria pertinente facilitar e incrementar a divulgação do conteúdo dos PGRH, elaborando conferências, divulgando nas escolas e realizando pequenas ações de formação junto dos “*stake-holders*”

Nas zonas mais vulneráveis, seria interessante, tornar a participação nestas ações de formação obrigatória, uma vez que, muitas das suas atitudes menos “boas” prejudicam o meio ambiente e a saúde humana num futuro próximo, pelo que, é essencial que as suas atitudes sejam repensadas.

Deverão ser elaborados mais programas e planos mais específicos para as zonas vulneráveis de forma, a que seja possível avaliar e acompanhar a evolução do estado das zonas vulneráveis.

Como por exemplo o Plano Específico de Gestão da Água na área crítica do Algarve, onde devido a um aumento de pedidos para extração de água subterrânea numa “faixa” junto à costa, para prevenir fenómenos de intrusão salina, o PGRH de 2º ciclo da Região do Algarve proponha a elaboração deste plano de acompanhamento onde foram propostas algumas medidas para acompanhar a evolução do estado das massas de água, com por exemplo, o controlo do volume extraído das captações, a diminuição dos volumes extraídos e a definição das condições específicas de execução e de exploração (Reis & Gago, 2013).

No decorrer dos PGRH de 2º ciclo é importante verificar o progresso da implementação das medidas incluídas nos “Programas de Medidas dos PGBH” e se os objetivos ambientais prorrogados para 2021 e 2027 se mantêm.

As alterações climáticas podem fazer subir o nível médio das águas do mar, provocando o alastramento de problemas relacionados com a intrusão salina, nomeadamente o excesso de cloretos, situação que necessita de atenção no futuro.

É preciso ter atenção devido às consequências das alterações climáticas nas águas subterrâneas. Ao nível do estado quantitativo, prevê-se que as alterações climáticas resultem na diminuição da recarga, no aumento do nível médio do mar e no aumento da captação de águas subterrâneas. Quanto ao estado químico, a qualidade das águas subterrâneas pode ser afetada devido ao possível aumento do transporte de nutrientes resultante de precipitações intensas e à ocorrência de intrusão

salina auxiliada por um futuro aumento do nível do mar (PGRH7, Parte 2, 2016).

6.2 Análise Crítica dos Resultados

As medidas apresentadas nos PGRH são muitas vezes generalistas e deveriam ser mais focadas em cada caso específico. Também as pressões consideradas frequentemente têm um carácter demasiado geral e não são tidas em conta as reais necessidades da região hidrográfica em questão. É necessária uma reflexão mais ponderada, para que se possam identificar as verdadeiras necessidades de cada massa de água subterrânea.

Para obter uma informação que não seja generalista é necessário recorrer a outros estudos para além dos PGRH, nomeadamente trabalhos científicos e relatórios específicos disponibilizados pela APA.

Em primeiro lugar deverá apostar-se mais na divulgação da informação e formação para os intervenientes associações e agricultores, e explicar que se nada for feito agora, o futuro sustentável das massas de água subterrâneas estará em risco, em segundo lugar deverá aumentar-se dos recursos humanos especializados, todos os assuntos especializados sejam resolvidos de forma rápida e eficaz e por último, na área da investigação, fiscalização e por último que sejam incrementadas os valores das multas, quer na contaminação das massas de água, quer na captação abusiva.

A avaliação da qualidade da água subterrânea tem sido realizada principalmente usando abordagens estatísticas aplicadas a dados geoquímicos, modelação geoquímica, ou pelo rastreamento do fluxo de água subterrânea usando isótopos estáveis e radioativos. Estas abordagens exigem uma compreensão do contexto geológico presente, mas não da evolução geológica da região. Porém, o conhecimento da evolução geológica de uma determinada região pode ser crítico para entender qual o elemento individual ou o conjunto de elementos que estão presentes e como eles interagem uns com os outros e com os meios de acolhimento, além de sua distribuição espacial numa área particular. São poucos os estudos que consideram as diversas relações entre os contextos hidrogeológicos passados e presentes e a evolução geológica da área estudada, o tempo de residência da água subterrânea, a ocorrência de fluidos altamente mineralizados e seu papel na formação de depósitos económicos (Marion Saby, 2016), e seria interessante adicionar estes conhecimentos à análise realizada nos PGRH.

Em relação objetivo principal da DQA para 2027, que todas as massas de água na UE, alcancem o bom estado, é possível que este objetivo venha a ser prorrogado para uma data posterior, uma vez que existem medidas a aplicar que terão que carecer de investimento público e tendo em conta as linhas atuais e dos últimos anos do nosso país, vão existir algumas medidas que poderão não ser aplicadas de acordo com o planeamento definido, 2016-2021.

A RH6, a RH8 e a RH4 são as que estão mais expostas a esse risco, uma vez que de acordo programa de medidas definido, são as que exigem mais investimento das instituições do estado, será fundamental acompanhar a evolução do programa de medidas. Outro dos pontos que deverá ser repensado e melhorado, é a contratação de mais profissionais especializados que acompanhem as necessidades da APA, bem como incrementem.

6.3 Recomendações para a continuidade do trabalho

Durante o presente 2º Ciclo do planeamento, é extremamente importante acompanhar a evolução do estado das MAS, bem como dos respetivos programas e medidas a aplicar às massas de água que se encontram em estado “mediocre”. Para tal, deverão ser acompanhados os resultados dos programas de medidas que irão ser disponibilizados pelas respetivas ARH.

Recomenda-se que sejam elaborados planos de monitorização aleatórios às MAS, não só às massas de água subterrâneas que foram classificadas com o estado mediocre mas também às que foram classificadas em bom estado.

No final do 2º ciclo do planeamento é importante realizar um estudo às medidas que foram aplicadas em cada RH. Nas massas de água que foram classificadas em estado mediocre, recomenda-se a elaboração de um relatório com as medidas que realmente foram aplicadas durante este 2º ciclo e que foram prorrogadas.

Para além disso seria importante a disponibilização da informação que vai sendo analisada pelas respetivas ARH, às populações, através de um website interativo que permitisse consultar informação relevante sobre as MAS, por exemplo, com indicação dos pontos de monitorização das MAS, resultados das análises obtidas, pressões a que estão sujeitas, medidas aplicadas e sua produtividade.

É extremamente importante envolver a população em geral, bem como todos os intervenientes, para que as MAS consigam atingir o objetivo estabelecido. Seria importante inculcar à população a importância de preservar os recursos hídricos subterrâneos, quer ao nível da sua quantidade, restringindo a sua extração nas zonas mais vulneráveis, quer ao nível da sua qualidade química, através da adoção de uma agricultura sustentável, que permita uma redução da aplicação de adubos e por conseguinte uma menor contaminação das águas subterrâneas.

7. Conclusões

A água subterrânea é o principal reservatório de armazenamento de água doce disponível no planeta Terra e, por esse motivo, tem que ser cuidada e preservada como tal.

Uma das principais dificuldades que foi detetada na realização deste trabalho foi a falta de informação técnica sobre as massas de água subterrâneas em Portugal Continental. Para além dos dados disponibilizados nos PGRH, os artigos científicos sobre este tema são escassos. Ainda existe um longo caminho a percorrer no que diz respeito ao conhecimento sobre os aquíferos e respetivas massas de água.

Com base na análise realizada é importante salientar alguns aspetos: em primeiro lugar, a Diretiva-Quadro da Água (DQA), a Diretiva das Águas Subterrâneas (DAS) e a Lei da Água são muito complexas do ponto de vista científico e administrativo/governativo.

Dos objetivos estabelecidos pela DQA e DAS, um dos mais importantes para a proteção das águas subterrâneas é a classificação do seu estado, resultado da definição de valores limite para parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Na elaboração dos PGRH de 2º ciclo houve o cuidado de fazer uma abordagem geral por cada uma das Administrações Regionais. O que não se verificou nos PGRH de 1º ciclo, onde a leitura dos dados era difícil e dava origem a diferentes informações, em particular nas secções dos relatórios técnicos dos PGRH referentes à caracterização das massas de água, análise das redes de monitorização e medidas a implementar.

O principal objetivo estabelecido pelos PGRH relativamente ao estado das massas de água subterrâneas é que todas atinjam o bom estado até 2027 e, para que este objetivo seja alcançado será necessário um acompanhamento de todos os intervenientes e um reforço do conhecimento dos sistemas de aquíferos em Portugal Continental. No entanto, devido às condições socioeconómicas que o país atravessa e dado que algumas medidas exigem que seja efetuado um investimento público considerável para a recuperação das massas de água, com toda a certeza que em 2027 irão existir massas de água subterrâneas classificadas com estado medíocre (quantitativo e/ou químico).

Com a realização deste trabalho permitiu evidenciar que ainda existe um longo caminho a percorrer para que as massas de água subterrâneas consigam alcançar o bom estado, quer químico, quer quantitativo nas várias RH do país.

Os estudos existentes ainda são muito escassos. No entanto, existem trabalhos de bastante interesse ao nível da recuperação e remediação de massas de água subterrânea contaminadas que apresentam soluções que deveriam ser tidas em conta, tais como a biorremediação ou a aplicação de uma metodologia para a definição de áreas prioritárias de intervenção.

Antes que seja aplicada qualquer solução dever-se-á incentivar e promover o conhecimento dos aquíferos que existem no nosso País para que sejam aplicadas as soluções mais eficientes em cada região e zona a reabilitar, considerando os custos e os impactos ambientais nos ecossistemas envolventes.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, C., Mendonça, J. J., Jesus, M. R., & Gomes, A. J. (2000). *Sistemas Aquíferos de Portugal Continental*. Instituto da Água - Centro de Geologia. Lisboa: SNIRH.
- APA. (2016). *Agência Portuguesa do Ambiente*. Obtido de Políticas - Água: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=848>
- APRH. (2010). *Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos*. Obtido de Comissão Especializada de Águas Subterrâneas (CEAS): <http://www.aprh.pt/index.php/pt/areas-tematicas/aguas-subterraneas>
- Caraça, C. (2015). Nitratos nos concelhos da Nazaré e Alcobaça. *10º Seminário sobre Águas Subterrâneas*. Évora.
- Comissão Especializada de Águas Subterrâneas (CEAS). (2010). Obtido de Associação Portuguesa de Recursos Hídricos: <http://www.aprh.pt/index.php/pt/areas-tematicas/aguas-subterraneas>
- Comissão Europeia. (2000). *Directiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, Jornal Oficial das Comunidades Europeias*.
- Comissão Europeia. (2008). *Protecção das águas subterrâneas na Europa – A nova directiva da água subterrânea – consolidando o quadro regulamentar da EU*.
- Correia, D. (Julho de 2013). Tese de Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. *Aquífero Estremoz-Cano - Identificação das fontes de poluição azotada e remoção de nitratos*.
- Daly, D. (2010). The EU Groundwater Directive (2006) (GWD) and the Groundwater Regulations, Hydrometric & Groundwater Section - Environmental Protection Agency Acknowledgement,.
- Decreto Lei nº34/2016 de 28 de Junho. (s.d.). Ministério da Agricultura. *Decreto Lei nº34/2016*.
- Decreto-lei 77/2006, d. 3. (30 de Março de 2006). *Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional*. Lisboa, Portugal.
- Decreto-Lei nº 77/2006 de 30 de Março. (s.d.). *Diário da República nº 64 Série I Parte A*.
- Decreto-Lei nº130/2012 de 22 de Junho. (2012). Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. *Decreto-Lei nº130/2012*. Lisboa.
- Decreto-Lei nº208/2008. (28 de Outubro de 2008). Decreto Lei nº208/2008 de 28 de Outubro. *MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL*.
- DIRECTIVA 2006/118/CE. (12 de Dezembro de 2006). DIRECTIVA 2006/118/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO Relativa à Protecção das Águas Subterrâneas contra a Poluição e a Deterioração. *Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia - Jornal Oficial da União Europeia*.
- G. Jousma, F. R. (October de 2004). *World-wide inventory on groundwater monitoring*. Utrecht: IGRAC - International Groundwater Resources Assessment Centre.
- Gleeson, T., Befus, K. M., Jasechko, S., Luijendijk, E., & Cardenas, M. B. (2016). The global volume and distribution of modern groundwater. *nature geoscience*.
- J.P. Lobo Ferreira; T.E. Leitão; T.Martins; M.M. Oliveira; J.P. Monteiro; M.E. Novo. (7 e 8 de Março de 2013). 9º Seminário de águas subterrâneas. *Variabilidade Climática, Recursos Hídricos Subterrâneos e Ecossistemas Dependentes da Água Subterrânea*. Caparica, Portugal.
- Lei da Água nº58/2005. (s.d.). (Republicação - Versão em Vigor), CAPÍTULO IV - Objectivos ambientais e monitorização das águas, Artigo 47.º - Objectivos para as águas subterrâneas. .

- M. Dhanasekarapandian, S. C. (2016). Spatial and temporal variation of groundwater quality and its suitability for irrigation and drinking purpose using GIS and WQI in an urban fringe. *Journal of African Earth Sciences* (124), 18.
- Madeira, J., Carvalho, M., & Chaves, S. (2011). BIORREMEDIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DE NITRATOS POR BIOESTIMULAÇÃO. APLICAÇÃO AO AQUÍFERO SERPA-BRINCHES. *8º Seminário sobre Águas Subterrâneas - APRH*. Lisboa.
- Marion Saby, M. L. (February de 2016). Linking groundwater quality to residence times and regional geology in the St. Lawrence Lowlands, southern Quebec, Canada. *Applied Geochemistry*, 13.
- Nascimento, J., Condesso de Melo, M. T., Barreiras, N., Miguéns, F., Buxo, A., & L., R. (2013). AVALIAÇÃO DA REPRESENTATIVIDADE DAS REDES DE MONITORIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE ACORDO COM A DIRECTIVA-QUADRO DA ÁGUA. *VIII - Congresso Ibérico para o Planeamento e Gestão da Água*. Lisboa: Universidade Lusíada Editora.
- Nicolau, R. (2002). *Modelação e mapeamento da distribuição espacial de precipitação - Uma aplicação a Portugal Continental. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Doutor em Engenharia do Ambiente pela Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia*. Caparica.
- Novo, M., Oliveira, L., Henriques, M., & Lobo Ferreira, J. (2016). Metodologia para a Identificação e delimitação de Zonas Prioritárias de Intervenção Com Vista à Recuperação do Estado Bom das Águas Subterrâneas e Superficiais: Caso de Estudo de Melides. *VII Congresso Ibérico das Ciências do Solo*.
- Oliveira, J. M. (2011). *Impacto das Alterações Climáticas na Qualidade das Águas Subterrâneas de Aquíferos Carbonatados em Portugal*. Lisboa: Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa.
- Paralta, A. E., Frances, P. A., & Ribeiro, L. (2005). Avaliação do Sistema de Aquífero dos Grabos de Beja e Análise Crítica à rede das monitorização no contexto da Directiva Quadro-Água. *7º SILUBSA*. Évora.
- PGRH1, Parte 2. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Minho e Lima (RH1) - 2º Ciclo. Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH1, Parte 5. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Minho e Lima (RH1) - 2º Ciclo. Parte 5 - Objectivos. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH1, Relatório Técnico. (Agosto de 2012). Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica - 1º Ciclo - Relatório Técnico - Comissão Europeia. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH2, Parte 2. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (RH2) - 2º Ciclo. Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH2, Parte 5. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (RH2) - 2º Ciclo. Parte 5 - Objectivos. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH2, Parte 6. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (RH2) - 2º Ciclo. Parte 6 - Programa de Medidas. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH3, Parte 2. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Douro (RH3) - 2º Ciclo. Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH3, Parte 5. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Douro (RH3) - 2º Ciclo. Parte 5 - Objectivos. *Agência Portuguesa do Ambiente*.

- PGRH4, Parte 2. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis (RH4) - 2º Ciclo. Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH4, Parte 5. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis (RH4) - 2º Ciclo. Parte 5 - Objectivos. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH4, Parte 6. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica Vouga, Mondego e Lis - 2º Ciclo. Parte 6 - Programa de Medidas . *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH5, Parte 2. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5) - 2º Ciclo. Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH5, Parte 5. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5) - 2º Ciclo. Parte 5 - Objectivos. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH5, Parte 6. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste - 2º Ciclo. Parte 6 - Programa de Medidas . *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH5, Relatório Técnico. (2012). Plano de Gestão de Região Hidrográfica - Relatório Técnico. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH6, Parte 2. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Sado e Mira (RH6) - 2º Ciclo. Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH6, Parte 5. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Sado e Mira (RH6) - 2º Ciclo. Parte 5 - Objectivos. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH6, Parte 6. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Sado e Mira - 2º Ciclo. Parte 6 - Programa de Medidas . *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH7, Parte 2. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Guadiana (RH7) - 2º Ciclo. Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH7, Parte 5. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Guadiana (RH7) - 2º Ciclo. Parte 5 - Objectivos. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH7, Parte 6. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Guadiana- 2º Ciclo. Parte 6 - Programa de Medidas . *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH8 , Parte 5. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (RH8) - 2º Ciclo. Parte 5 - Objectivos. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH8, Parte 2. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (RH8) - 2º Ciclo. Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH8, Parte 6. (Maio de 2016). Plano de Gestão de Região Hidrográfica das Ribeiras do Algarve - 2º Ciclo. Parte 6 - Programa de Medidas . *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- PGRH8, Relatório Técnico. (Maio de 2012). Plano de Gestão de Região Hidrográfica da RH8 - 1º Ciclo - Relatório Técnico - Comissão Europeia. *Agência Portuguesa do Ambiente*.
- Reis, E., & Gago, C. (2013). Plano Específico de gestão da Água na área crítica do Algarve - Contributos para a sua elaboração. *9º Seminário sobre águas subterrâneas*. Campus de Caparica.
- Ribeiro, L. (2013). Avaliação da representatividade das redes de monitorização (de qualidade) de águas subterrâneas. *9º Seminário de Águas Subterrâneas, APRH*. Campus de Caparica.
- Saraiva, F. A. (2010). *O Potencial Ecológico no âmbito da Directiva-Quadro da Água – Conceitos e Metodologia de definição*. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão da Água. Monte da Caparica: Universidade Nova de Lisboa.

- Soares, E. (Outubro de 2015). Tese de Douturamento em Geografia. *Os Planos de Gestão de Região Hidrográfica em Portugal Continental: contributo para o desenvolvimento de um instrumento para a avaliação de planos de recursos hídricos*. Portugal.
- Subterrâneas, A. -C. (02/06/2009). *Águas Subterrâneas*. Obtido em 21 de 02 de 2017, de APRH - Associação Portuguesa de Recursos Hídricos: <http://www.aprh.pt/index.php/pt/areas-tematicas/aguas-subterraneas>
- UNESCO-WWAP. (2012). *Facts and Figure - Managing Water under Uncertainty and Risk - United Nations World Water Development Report 4*. United Nations World Water Assessment Programme.
- Yu C., Y. X. (2015). A universal calibrated model for the evaluation of surface water and groundwater quality: Model development and a case study in China. *Journal of Environmental Management*, 20-27.