



**Márcia Inês**

**Machado Costa**

**As captações de água subterrânea e o ordenamento do território – em busca de sinergias ao nível da bacia hidrográfica**





**Márcia Inês  
Machado Costa**

**As captações de água subterrânea e o ordenamento do  
território – em busca de sinergias ao nível da bacia  
hidrográfica**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Maria Teresa Fidélis da Silva, Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro e coorientada pelo Professor Doutor António José Guerner Dias, Professor Auxiliar do Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.



“Tudo é considerado impossível até acontecer.”

Nelson Mandela



## **o júri**

Presidente

**Professor Doutor Mário Miguel Azevedo Cerqueira**  
Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Vogal (arguente)

**Professor Doutor Eduardo Anselmo Ferreira da Silva**  
Professor Catedrático do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

Vogal (orientadora)

**Professora Doutora Maria Teresa Fidélis da Silva**  
Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro





## **agradecimentos**

A caminhada que hoje me vejo terminar é a maior prova de que nem todos os caminhos são fáceis, mas se tivesse de percorrer este sozinha nunca chegaria a conhecer o sabor deste dia. Por esta razão, não posso deixar de agradecer a todos aqueles que de alguma forma me acompanharam e incentivaram a não desistir!

Agradeço aos meus pais, por todo o esforço que fizeram para me dar esta oportunidade. Em especial á minha mãe, por ter sido a minha fiel companheira confortando-me todos os dias como só uma mãe sabe confortar.

À minha irmã, a quem devo muito mais que um simples obrigada, por ser um grande pilar na minha vida, mantendo-se incondicionalmente ao meu lado em todos os momentos deste percurso.

Ao Miguel, o meu namorado, por me encorajar a acreditar, dia após dia, que tudo isto seria possível. Sem dúvida, um apoio fundamental para a conclusão deste percurso.

À professora Teresa Fidélis deixo um agradecimento muito especial pelo incansável apoio, empenho e dedicação demonstrados enquanto professora e orientadora deste trabalho. É sem dúvida um grande exemplo de profissionalismo que marca o final do meu percurso académico.

Deixo também o meu profundo agradecimento ao professor António Guerner Dias por ter feito parte desta minha caminhada desde início, aliás, mesmo antes dela começar. Por todo o conhecimento transmitido ao longo destes 5 anos e por aceitar ajudar-me a terminar este percurso, sendo coorientador deste desafio final.

Agradeço à ARH - Norte e à ARH - Centro pela atenciosa disponibilização de dados. Em particular ao Dr. Normando Ramos e ao Engenheiro João Mamede por todo o apoio e disponibilidade, que se revelaram determinantes para a realização deste trabalho.

Deixo um último agradecimento muito importante à Irene Palma pela preciosa ajuda no manuseamento de dados em QGIS e ao Pedro Sousa e à Inês Reis pela indispensável ajuda com o inglês.



**palavras-chave**

Águas subterrâneas; Ordenamento do território; Usos do solo; Captações de água subterrânea; Edificado

**resumo**

As águas subterrâneas revelam-se dos recursos mais importantes e vitais, uma vez que englobam um conjunto de reservas relevantes que constituem os aquíferos, sendo uma fonte de água potável. Desta forma, assumem uma função determinante na sobrevivência dos ecossistemas, pelo que é necessário alcançar uma gestão sustentável deste recurso. O crescimento rápido e persistente da população humana tem como resultado uma crescente pressão territorial, trazendo consigo a necessidade de aumentar as zonas urbanas ou, muitas vezes, de proceder à dispersão do edificado. Tendo em conta a importância vital das águas subterrâneas, é essencial que estas sejam protegidas da pressão territorial e que a sua utilização ocorra de forma prudente. Considerando que o aumento do número de captações de água subterrânea pode constituir uma ameaça para os aquíferos, a presente dissertação tem como objetivo principal perceber até que ponto o licenciamento de captações de água subterrânea está a contribuir para o aumento da dispersão do edificado. Para a análise utilizaram-se como casos de estudo as bacias hidrográficas dos rios Leça, Vizela, Antuã e Cértima. Os resultados mostram a existência de um aumento significativo do número de captações de água subterrânea ao longo dos anos, sendo a maioria destas concretizada através de furos e utilizadas para rega. As áreas dos casos de estudo analisadas revelam que o aumento da dispersão do edificado não é acompanhado pela dispersão das captações de água subterrânea. No entanto, não é possível concluir que o licenciamento de captações de água subterrânea não está a contribuir para o aumento da dispersão do edificado, uma vez que as imagens analisadas apenas representam uma fração muito pequena da área total de cada bacia hidrográfica em estudo.



**Keywords**

Groundwater, Territorial Planning, Land use, Groundwater abstraction, Built

**abstract**

Groundwater is one of the most important and vital resources since it includes a number of relevant reservoirs that originates aquifers, being a source of potable water. This way, they play a significant role in the survival of ecosystems, therefore it is necessary to achieve a sustainable management of this resource. The fast and persistent growth of the human population has as result a growing territorial pressure, creating the need to increase the urban areas or, more often, proceeding to the dispersion of the built. Considering the vital importance of the groundwater, it is essential that they are protected from territorial pressure, and that their use happens in a cautious way. Bearing in mind that the increase in the number of groundwater abstractions may pose a threat to aquifers, the main objective of this dissertation is to understand the extent to which the licensing of groundwater abstraction is contributing to an increase in the dispersion of the built. The river basins of Leça, Vizela, Antuã and Cértima where used for the analysis of this study. The results show the existence of a significant increase of the number of groundwater abstractions along the years, being most of these achieved through holes and used for watering. The analysed areas reveal that the increase of the dispersion of the built is not accompanied by the dispersion of the groundwater abstractions. However, it is not possible to conclude that groundwater abstractions licensing is not contributing for the increase of the dispersion of the built, once the analysed images merely represent a very small fraction of the total area of each hydrographical basin in study.



# Índice

Índice de Figuras.....	xvii
Índice de Tabelas.....	xix
Lista de Abreviaturas.....	xxi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Enquadramento do tema.....	1
1.2 Âmbito e objetivos de investigação.....	2
1.3 Metodologia de investigação.....	2
1.4 Estrutura da Dissertação.....	3
2. AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E O ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO.....	5
2.1 Introdução.....	5
2.2 As águas subterrâneas e a sua proteção.....	5
2.3 A relação entre as águas subterrâneas e os usos do solo.....	8
2.4 Ordenamento do território para a proteção das águas subterrâneas.....	12
3. ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO.....	13
3.1 Introdução.....	13
3.2 Proteção dos recursos hídricos subterrâneos no enquadramento legislativo da água.....	13
3.3 Proteção dos recursos hídricos subterrâneos no enquadramento legislativo da edificação.....	17
4. METODOLOGIA.....	21
4.1 Introdução.....	21
4.2 Casos de estudo.....	21
4.3 Fases da Metodologia.....	25
5. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	27
5.1 Introdução.....	27
5.2 Análise de captações de água subterrânea.....	27
5.3 Análise da rede de abastecimento público.....	33
5.4 Análise da evolução da dispersão do edificado.....	34

6. DISCUSSÃO DE RESULTADOS .....	41
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	43
7.1 Conclusões .....	43
7.2 Recomendações .....	44
Referências Bibliográficas.....	45



## Índice de Figuras

Figura 1- Representação esquemática da metodologia de investigação.....	3
Figura 2 – Ciclo da água .....	5
Figura 3 – Classificação dos aquíferos quanto ao tipo de permeabilidade .....	6
Figura 4 – Classificação dos aquíferos quanto ao tipo de pressão .....	7
Figura 5 – Número de publicações que abordam as águas subterrâneas e o ordenamento do território.....	9
Figura 6 - Temas e abordagens sobre as águas subterrâneas e o ordenamento do território... 10	
Figura 7 - Instrumentos de Gestão territorial. ....	19
Figura 8 - Indicação aproximada da localização das bacias hidrográficas utilizadas como casos de estudo.....	21
Figura 9 – Parte da RH2 onde se insere a bacia hidrográfica do rio Vizela.....	22
Figura 10 – Parte da RH2 onde se insere a bacia hidrográfica do rio Leça.....	23
Figura 11 – Parte da RH4 onde se insere a bacia hidrográfica do rio Antuã.....	24
Figura 12 – Parte da RH4 onde se insere a bacia hidrográfica do rio Cértima.....	24
Figura 13 – Número de captações de água subterrânea nas bacias hidrográficas do rio Vizela (em cima) e do rio Leça ( em baixo). ....	27
Figura 14 – Número de captações de água subterrânea nas bacias hidrográficas do rio Antuã (em cima) e do rio Cértima (em baixo). ....	28
Figura 15 – Tipo de captações de água subterrânea nas bacias hidrográficas do rio Vizela e do rio Leça. ....	29
Figura 16 - Tipo de captações de água subterrânea nas bacias hidrográficas do rio Antuã e do rio Cértima.....	29
Figura 17 - Utilizações associadas às captações de água subterrânea nas bacias hidrográficas do rio Vizela e do rio Leça. ....	30
Figura 18 - Utilizações associadas às captações de água subterrânea nas bacias hidrográficas do rio Antuã e do rio Cértima.....	30
Figura 19 – Captações de água subterrânea utilizadas para rega, atividade industrial e consumo humano nas bacias hidrográficas do rio Vizela (em cima) e do rio Leça (em baixo). ....	31
Figura 20 - Captações de água subterrânea utilizadas para rega, atividade industrial e consumo humano, nas bacias hidrográficas do rio Antuã (em cima) e do rio Cértima (em baixo).....	32

Figura 21 - Captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público nas bacias hidrográficas do rio Vizela (à esquerda) e do rio Leça (à direita). .....	33
Figura 22 - Captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público nas bacias hidrográficas do rio Antuã (à esquerda) e do rio Cértima (à direita).....	33
Figura 23 - Dispersão do edificado e das captações de água subterrânea, numa área da bacia hidrográfica do rio Vizela. ....	35
Figura 24 - Dispersão do edificado e das captações de água subterrânea, numa área da bacia hidrográfica do rio Leça.....	36
Figura 25 - Dispersão do edificado e das captações de água subterrânea, numa área da bacia hidrográfica do rio Antuã .....	37
Figura 26 - Dispersão do edificado e das captações de água subterrânea, numa área da bacia hidrográfica do rio Cértima .....	38

## **Índice de Tabelas**

Tabela 1 - Objetivos e princípios previstos para a proteção dos recursos hídricos .....	13
Tabela 2 - Regiões hidrográficas de Portugal .....	14
Tabela 3- Ordenamento e planeamento dos recursos hídricos .....	15
Tabela 4 – Regime de autorizações, licenças e concessões .....	15
Tabela 5 - Captação de água para consumo humano e rega .....	16
Tabela 6 - Perímetros de proteção de águas subterrâneas .....	17
Tabela 7- Expansão da urbanização e edificação e objetivos da gestão territorial .....	17
Tabela 8– Licenciamento de obras de urbanização .....	18



## **Lista de Abreviaturas**

**ARH** - Administração de Recursos Hídricos

**BH** - Bacia Hidrográfica

**CCDR** - Comissão de Coordenação de Desenvolvimento Regional

**IGT** - Instrumentos de Gestão Territorial

**SGT** - Sistema de Gestão Territorial

**PDI** - Plano Diretor Intermunicipal

**PDM** - Plano Diretor Municipal

**PEOT** - Programas Especiais de Ordenamento do Território

**PGBH** - Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica

**PGRH** – Plano de Gestão de Região Hidrográfica

**PIOT** - Programa Intermunicipal de Ordenamento do Território

**PNA** – Plano Nacional da Água

**PNPOT** - Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território

**PP** - Plano de Pormenor

**PPI** - Planos de Pormenor Intermunicipais

**PROT** - Programas Regionais de Ordenamento do Território

**PS** - Programas Setoriais

**PU** - Plano de Urbanização

**PUI** - Planos de Urbanização Intermunicipais

**RH** - Região Hidrográfica



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Enquadramento do tema

Com o decorrer dos anos, os impactes antropogénicos sobre a hidrologia têm vindo a aumentar de forma acelerada a nível global (Bosman et al., 2017). Estes impactes não só englobam os efeitos que advêm diretamente da utilização de água por parte do Homem, como também os efeitos produzidos indiretamente pelas alterações no uso do solo. O comportamento da humanidade em relação à utilização dos recursos hídricos traz consigo um conjunto de questões políticas, económicas, sociais e culturais que não deixam de afetar e influenciar todo o meio ambiente.

Gerir e planejar o território de forma integrada, tendo em conta os recursos hídricos, constitui um desafio complexo e que necessita de uma especial atenção. Neste grande desafio “...encontra-se a necessidade de considerar a variabilidade espacial dos recursos hídricos, as infraestruturas associadas, os diferentes interesses e conflitos, as prioridades, políticas e instrumentos de planeamento” (Fidélis & Roebeling, 2014). Mas ainda mais complexo, que gerir os recursos hídricos no seu todo, é gerir os recursos hídricos subterrâneos. As águas subterrâneas revelam-se dos recursos mais importantes e vitais, uma vez que englobam um conjunto de reservas relevantes que constituem os aquíferos, sendo uma fonte de água potável. Desta forma, assumem uma função determinante na sobrevivência dos ecossistemas, pelo que é necessário alcançar uma gestão sustentável deste recurso.

O crescimento rápido e persistente da população humana tem como resultado uma crescente pressão territorial, trazendo consigo a necessidade de aumentar as zonas urbanas ou, muitas vezes, de proceder à dispersão do edificado. Segundo Brink et al. (2017), a pressão territorial aumenta a necessidade de eleger medidas que tenham em consideração a vulnerabilidade dos recursos e os impactes que as alterações no uso do solo podem provocar. Desta forma, tendo em conta a importância vital das águas subterrâneas, é essencial que estas sejam protegidas da pressão territorial e que a sua utilização ocorra de forma prudente.

Considerando que as águas subterrâneas são de especial valor e que o aumento do número de captações de água subterrânea pode constituir uma ameaça para os aquíferos, estarão as captações de água subterrânea a acompanhar o aumento da dispersão do edificado?

Tendo presente a questão acima enunciada, identifica-se como proposta de trabalho perceber se haverá alguma articulação entre o licenciamento de captações de água subterrânea e o aumento da dispersão do edificado.

## **1.2 Âmbito e objetivos de investigação**

A promoção de uma articulação mais robusta entre o ordenamento do território e os recursos hídricos é um tema que se torna bastante amplo quando se pretende analisar e perceber de que forma ocorre esta inter-relação. A presente investigação tem como âmbito estudar a articulação destas duas áreas, focando-se mais especificamente na relação existente entre as captações de água subterrânea e a dispersão do edificado.

Neste sentido, o objetivo principal consiste em perceber até que ponto o licenciamento de captações de água subterrânea está a contribuir para o aumento da dispersão do edificado. Para responder a este objetivo destaca-se um conjunto de objetivos específicos, nomeadamente:

- Estudar de que forma o enquadramento legislativo contempla critérios que prevejam a proteção das águas subterrâneas, tendo em conta o planeamento urbanístico;
- Identificar as captações de água subterrânea, os diferentes tipos de captações e respetivas utilizações;
- Analisar a abrangência territorial da rede de abastecimento público, relacionando-a com a distribuição e quantidade de captações de água subterrânea existentes;
- Estudar a evolução do processo de edificação ao longo dos anos e avaliar até que ponto esta se relaciona com a distribuição das captações de água subterrânea.

## **1.3 Metodologia de investigação**

Para responder aos objetivos equacionados na secção anterior, o estudo desenvolve-se através dos seguintes pontos, esquematicamente representados na Figura 1:

- i. Apresentação dos principais conceitos e breve revisão de literatura sobre a relação entre as águas subterrâneas e o ordenamento do território;
- ii. Análise da legislação em vigor, associada à proteção das águas subterrâneas e à respetiva articulação com o ordenamento do território;
- iii. Identificação dos casos de estudo e apresentação da metodologia. A metodologia integra três fases principais: a primeira, centrada na representação territorial das captações de água subterrânea, dos diferentes tipos de captações e respetivas utilizações; a segunda, centrada na análise da abrangência territorial da rede de abastecimento público, relacionando-a com as captações identificadas na fase anterior; a terceira, centrada na análise da distribuição territorial do edificado, relacionando-a com as captações identificadas na primeira fase;
- iv. Apresentação dos resultados obtidos;
- v. Discussão dos resultados, tendo por base os objetivos enunciados no capítulo introdutório, a contextualização teórica, o enquadramento legislativo, assim como as características da metodologia e da informação utilizada;



vi. Apresentação das principais conclusões e recomendações.

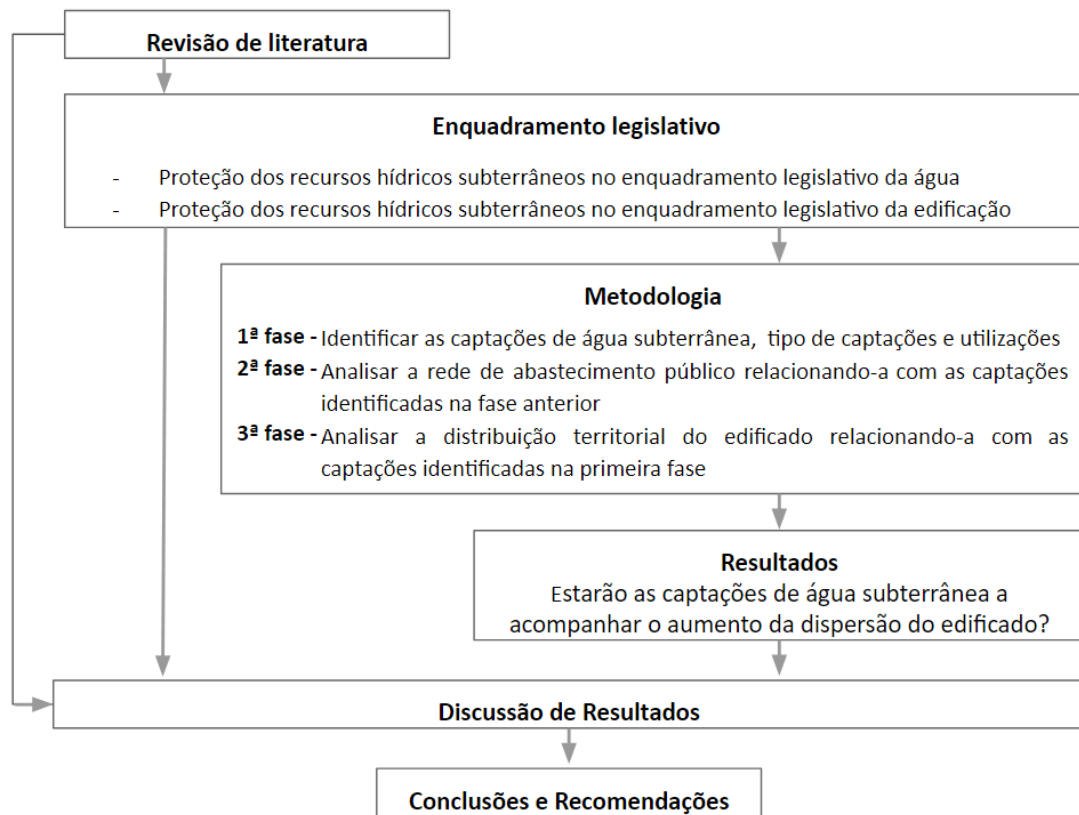


Figura 1- Representação esquemática da metodologia de investigação.

#### 1.4 Estrutura da Dissertação

A dissertação encontra-se dividida em sete capítulos, começando pelo presente capítulo, introdutório, onde consta a apresentação do tema, o âmbito de investigação e os objetivos, assim como a metodologia de investigação.

O segundo capítulo aborda os principais conceitos, desenvolvendo uma reflexão teórica e mostrando de que forma a proteção das águas subterrâneas dependem da articulação com o ordenamento do território, assim como a importância desta interligação na proteção deste recurso hídrico. Encontra-se organizado em três secções. A primeira dedica-se às águas subterrâneas e respetiva proteção, a segunda apresenta a inter-relação das águas subterrâneas com o ordenamento do território e a terceira dedica-se à importância do ordenamento do território para a proteção das águas subterrâneas.

O terceiro capítulo apresenta uma breve análise da legislação em vigor, abordando os instrumentos que exercem um poder legal sobre a gestão dos recursos hídricos, mais concretamente sobre as águas subterrâneas, e o ordenamento do território. Deste modo, encontra-se estruturado em duas secções. A primeira analisa o modo como a proteção dos recursos hídricos subterrâneos se encontra prevista no enquadramento legislativo da água e a segunda analisa o modo como a proteção dos recursos hídricos subterrâneos se encontra prevista no enquadramento legislativo da edificação.

O quarto capítulo descreve as principais características dos casos de estudo e da metodologia utilizada, dividindo-se em duas secções. A primeira apresenta os casos de estudo e a segunda apresenta as fases da metodologia.

O quinto capítulo apresenta a análise dos resultados obtidos através da aplicação da metodologia. Encontra-se organizado em três secções, seguindo de perto as fases da metodologia anteriormente referidas.

O sexto capítulo apresenta a discussão de resultados tendo por base os objetivos propostos na introdução, a contextualização teórica, o enquadramento legislativo e os resultados obtidos, sendo mencionadas as limitações sentidas durante a investigação.

A dissertação é concluída com o sétimo capítulo, que apresenta as principais conclusões e recomendações.

## 2. AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E O ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

### 2.1 Introdução

O capítulo tem como objetivo abordar os principais conceitos, desenvolver uma reflexão teórica e mostrar de que forma a proteção das águas subterrâneas dependem da articulação com o ordenamento do território, assim como a importância desta interligação na proteção deste recurso hídrico. Desta forma encontra-se organizado em três secções. A primeira dedica-se às águas subterrâneas e respetiva proteção, a segunda apresenta a inter-relação das águas subterrâneas com o ordenamento do território e a terceira dedica-se à importância do ordenamento do território para a proteção das águas subterrâneas.

### 2.2 As águas subterrâneas e a sua proteção

O ciclo hidrológico é constituído por um conjunto de processos naturais que permitem a circulação da água no planeta de forma cíclica e contínua, ocorrendo em três estados físicos: líquido, sólido e gasoso (Figura 2). O Planeta Terra, muitas vezes denominado de “Planeta Azul”, apresenta uma superfície composta por mais de 70% de água, no entanto, apenas 3% do total dessa água representa a água doce onde 1% corresponde às águas subterrâneas, rios e lagos.

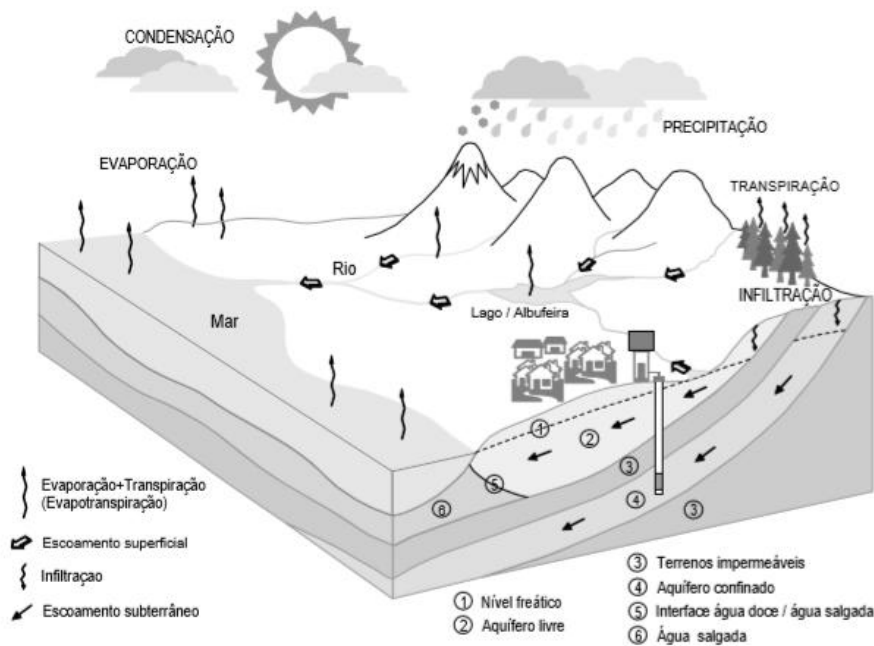


Figura 1 - Ciclo hidrológico simplificado

Figura 2 – Ciclo da água (Fonte: Instituto Português da Qualidade – IPQ).

Após a precipitação, uma parte da água que cai no solo evapora e regressa à atmosfera, outra parte origina cursos de água superficial e uma terceira parte infiltra-se no solo. A água que se infiltra origina um escoamento subterrâneo que, para além de alimentar os cursos de água quando não ocorre precipitação, acumula-se em formações geológicas, originando reservas, que se denominam de aquíferos.

## Aquíferos

Para que ocorra acumulação de água de forma a constituírem-se aquíferos, é necessário que os solos possuam características que permitam a circulação de água através de “espaços vazios”. Dependendo das formações litológicas, a água pode circular de diversas formas dando origem a diferentes tipos de aquíferos, sendo que a porosidade e a permeabilidade dessas formações são características importantes que influenciam a fluidez da circulação de água. Quanto à permeabilidade dos materiais envolventes, os aquíferos podem ser classificados da seguinte forma:

- Aquífero Fissurado – associado a rochas duras com fraturas/fissuras que permitem a circulação de água;
- Aquífero Cársico – associado a rochas carbonatadas que, devido à dissolução dos seus materiais constituintes, originam cavidades que possibilitam a existência de um escoamento subterrâneo;
- Aquífero Poroso – associado a poros e espaços intersticiais originados pelo posicionamento e arranjo dos materiais.

Na Figura 3, encontram-se representados os três tipos de formações litológicas que dão origem aos três aquíferos acima referidos.

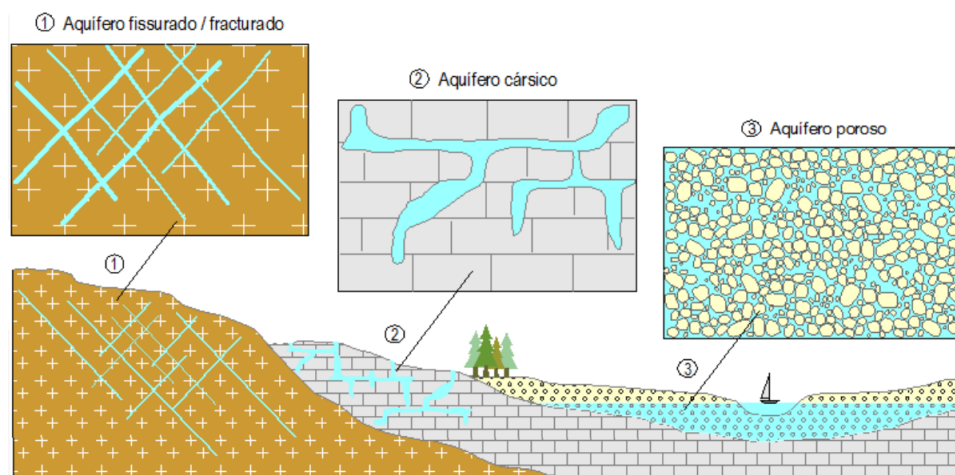


Figura 3 – Classificação dos aquíferos quanto ao tipo de permeabilidade (Fonte: Laboratório Nacional de Energia e Geologia - LNEG).

Para além da permeabilidade, os aquíferos podem também ser classificados segundo a pressão a que a água, neles contida, está exposta (Figura 4), sendo estes classificados em três tipos:

- Aquífero livre ou freático – limitado superiormente por uma camada permeável estando a água, nesse nível, à pressão atmosférica;
- Aquífero semiconfinado ou cativo – limitado superior e/ou inferiormente por camadas pouco permeáveis, o que permite a circulação vertical lenta de água;
- Aquífero confinado – limitado superior e inferiormente por camadas impermeáveis, estando a água submetida a uma pressão superior à pressão atmosférica.

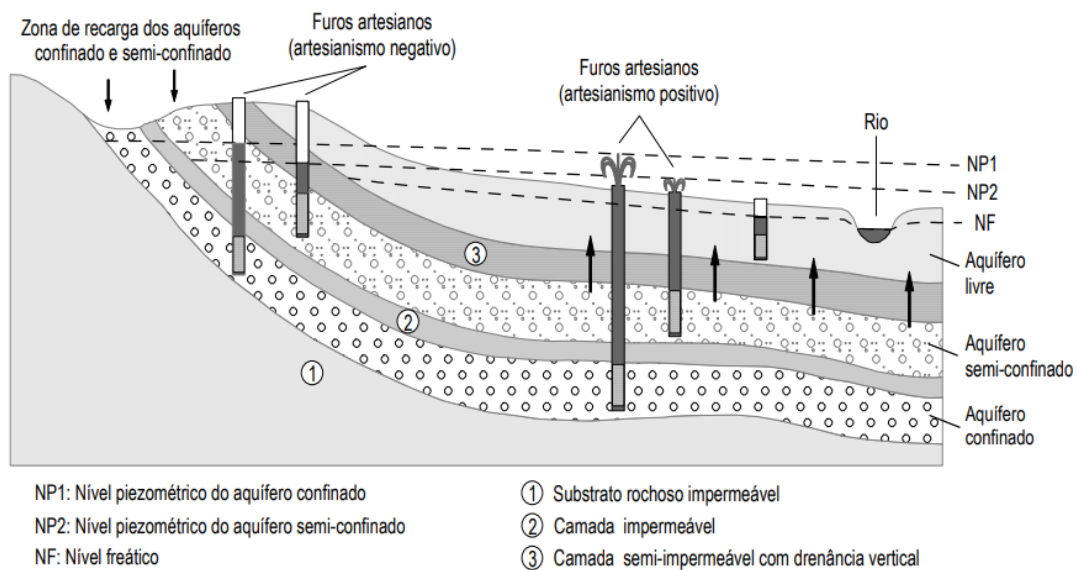


Figura 4 – Classificação dos aquíferos quanto ao tipo de pressão (Fonte: Instituto Português da Qualidade – IPQ).

Caso um furo atinja um aquífero confinado, o nível da água, denominado nível piezométrico, ultrapassará o limite superior do aquífero. Este fenómeno denomina-se de artesianismo, que é positivo quando atinge a superfície do terreno e forma um repuxo de água e é negativo quando não atinge a superfície do terreno.

As captações de água no geral, por si só, assumem uma função essencial nos sistemas de acesso e distribuição de água mas, as captações de água subterrânea, para além dessa função, assumem outra ainda mais importante uma vez que é através destas que se obtém o acesso a massas de água potáveis, imprescindíveis à sobrevivência humana.

### Captações de água subterrânea

Antes de iniciar qualquer tipo de obra ou construção, relativa a captações de água subterrânea, é importante primeiramente conhecer e estudar o subsolo em questão, isto porque todo o processo decorre subterraneamente estando fora do alcance dos

intervenientes na obra (CS/04 - Instituto Português da Qualidade, 2012). Assim, é necessária a realização de um estudo hidrogeológico e geofísico que permita obter a informação necessária para ajudar na escolha do local de perfuração.

É importante selecionar o tipo de captação a instalar ponderando algumas características e situações, como a hidrogeologia do local da captação, a extração do caudal pretendido, funcionalidade da captação e as necessidades/dificuldades previstas na construção.

Posto isto, estando certo da localização da captação, segue-se a fase de construção utilizando o método de perfuração mais adequado à infraestrutura e ao local. É importante isolar o tubo da captação tendo em conta os materiais geológicos envolventes, deixando permeável apenas o local exato onde se pretende que haja circulação de água.

Antes da exploração propriamente dita, é necessário realizar ensaios que permitam verificar o caudal e a operacionalidade das condições de isolamento. Para controlar o funcionamento da captação, garantindo a proteção da água subterrânea, é importante que se realizem campanhas de monitorização permitindo avaliar os parâmetros físico-químicos da água e perceber o estado da sua qualidade.

Caso haja alguma falha no processo de construção ou, então, algum desgaste no material, a água subterrânea que circula no interior das captações pode ser alvo de poluição, tendo como exemplo as seguintes fontes: adubos e pesticidas; aterros sanitários; fossas sépticas; deposição de dejetos de animais, etc.

No sentido de proteger as águas subterrâneas, destinadas ao abastecimento público, destas fontes de poluição, entre outras, surgem os perímetros de proteção que têm como objetivo delimitar a área envolvente da captação, restringindo as atividades que possam provocar alterações na qualidade da água subterrânea. Para tal, normalmente, o perímetro de proteção é constituído por três zonas: imediata, intermédia e alargada, que correspondem, respetivamente, à área contígua à captação, à área contígua exterior à zona de proteção imediata e à área contígua exterior à zona de proteção intermédia.

### **2.3 A relação entre as águas subterrâneas e os usos do solo**

“As águas subterrâneas são a maior e mais sensível massa de água doce do mundo” (Di Guardo e Finizio, 2016), por esta razão é imprescindível a existência de um cuidado redobrado quando o assunto envolve a utilização e o contacto com esta massa de água vital. Para o alcance da proteção das águas subterrâneas é importante que estas “caminhem” sob o olhar atento do ordenamento do território o que, segundo De Maio et al. (2010), não acontece da forma que deveria acontecer, uma vez que, embora a

proteção dos recursos hídricos subterrâneos seja intensamente estudada a nível internacional, raramente é considerada no planeamento territorial e no planeamento urbano.

Para perceber de que forma as águas subterrâneas se encontram interligadas com o ordenamento do território realizou-se uma pesquisa e análise de bibliografia através da base de dados bibliográfica do Scopus. Para este procedimento utilizaram-se alguns conjuntos de palavras-chave que ajudaram a selecionar os artigos alvo de análise.

Na Figura 5 encontram-se representadas algumas das palavras-chave utilizadas, mostrando a quantidade de publicações que abordam temas associados às águas subterrâneas e ao ordenamento do território, ao longo dos últimos anos.

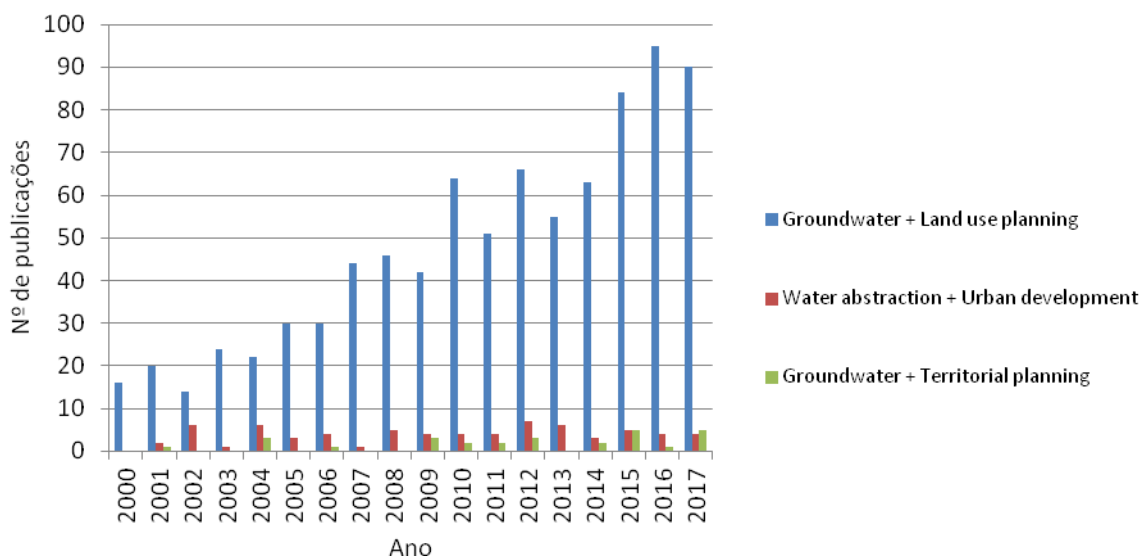


Figura 5 – Número de publicações que abordam as águas subterrâneas e o ordenamento do território.

Através das palavras-chave acima mencionadas, realizou-se uma análise dos artigos mais citados, conjuntamente com artigos mais recentes, percebendo-se que existe um conjunto de conceitos e situações, associados às águas subterrâneas e ao ordenamento do território, que são abordados e discutidos no mesmo sentido por vários autores.

Começando pelas atividades antrópicas, estas acabam por estar presentes em todos os artigos analisados, uma vez que o uso do solo e a utilização de águas subterrâneas é algo que é feito e organizado pelo Homem. Segundo Martínez-Graña et al. (2014), as atividades antrópicas têm provocado um impacto sobre o meio ambiente que realça, cada vez mais, a necessidade de regular essas atividades de forma sustentável. Salienta, ainda, a importância do ordenamento do território referindo que é através

deste que serão estabelecidas as bases para um desenvolvimento com atividades mais sustentáveis.

Existe uma grande interferência humana nos processos que envolvem as águas subterrâneas, esta interferência é notória através de expressões como “relação água-sociedade” (Saurí & Moral, 2001), “questões hidropolíticas” e “guerra da água” (Medzini & Wolf, 2007). Percebe-se a vitalidade e o valor de um recurso como a água, principalmente a potável, quando se chega ao extremo de existirem guerras hidropolíticas que atentam à vida de muitas populações e quando muitas outras vidas são postas em causa pela escassez deste recurso. Todas estas questões estão associadas ao uso do solo e à forma como ele é gerido e, por isso, é possível perceber a relação estreita que existe entre os recursos hídricos, neste caso as águas subterrâneas, e o ordenamento do território.

Na Figura 6 consta uma distribuição simplificada dos temas e abordagens, associadas à relação das águas subterrâneas com o ordenamento do território, utilizadas por vários autores.

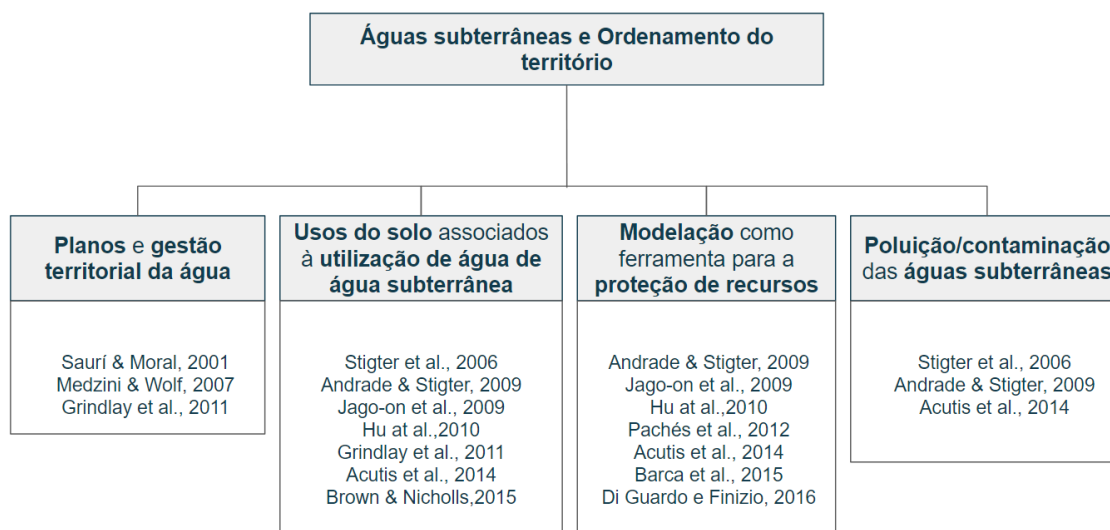


Figura 6 - Temas e abordagens sobre as águas subterrâneas e o ordenamento do território.

A Figura 6 permite concluir que a comunidade científica tem abordado a proteção das águas subterrâneas e a sua articulação com o uso do solo, sob quatro grandes perspectivas, que englobam os planos e a gestão territorial da água, os usos do solo associados à utilização de água subterrânea, a modelação como ferramenta para a proteção de recursos e a poluição das águas subterrâneas.

É possível verificar que um recurso tão valioso como as águas subterrâneas necessita de planos que garantam a sua proteção e uma gestão responsável para que a sua



distribuição a nível territorial seja sustentável. A escassez desta massa de água em determinados territórios assume uma luta constante, seja ela por interesses políticos ou pela sobrevivência de populações e, quando o assunto se volta sobre a gestão das águas subterrâneas são postas em causa questões económicas pois, para assumir um projeto mais sustentável, muitas vezes é também necessário assumir custos. Estes custos raramente são bem aceites quando existem outras formas “de acesso fácil e barato” para utilizar esta massa de água. Grindlay et al. (2011) refere um exemplo desta realidade abordando uma proposta feita aos agricultores da região de Múrcia e Almeria, sul de Espanha, que consiste em utilizar água dessalinizada em substituição da água subterrânea, mas que dificilmente foi aceite devido ao custo do processo de dessalinização ser mais elevado que a utilização das águas subterrâneas.

O uso do solo é algo que se encontra inteiramente ligado à proteção das águas subterrâneas. É neste sentido que vários autores abordam estudos que envolvem a agricultura, como sendo uma atividade que se encontra intrinsecamente ligada às águas subterrâneas e, por isso, ligada aos aquíferos, seja pela questão da irrigação ou da poluição. Destaca-se a necessidade de garantir a eficiência do uso da água na agricultura, sendo que a agricultura irrigada está diretamente ligada à disponibilidade de água subterrânea (Hu et al., 2010).

Associada à agricultura, a pecuária surge como um uso do solo que realça a poluição como uma consequência que advém desta atividade. De acordo com Acutis et al. (2014) a produção pecuária ocupa grande parte do solo agrícola originando graves problemas de poluição hídrica e atmosférica devido às emissões de azoto, o que interfere com a qualidade das águas subterrâneas.

Outro uso do solo que exerce uma grande pressão sobre a utilização das águas subterrâneas é a urbanização. Com o aumento acelerado da população a urbanização acaba por assumir um papel delicado no que toca aos usos do solo, e é exatamente o solo que suporta uma quantidade considerável de infraestruturas que garantem o funcionamento das zonas urbanas, como o abastecimento de água, saneamento, etc. Tão importante como o solo, a água subterrânea surge como um recurso indispensável à sobrevivência das populações, sendo referida por Jago-on et al. (2009) como sendo um recurso que responde às necessidades domésticas e industriais uma vez que possui uma excelente qualidade natural, diminuindo a necessidade de tratamento.

No que concerne à proteção dos recursos hídricos subterrâneos, a monitorização é tida como um processo que auxilia a gestão e o planeamento territorial das massas de água subterrânea, permitindo analisar, avaliar e classificar o seu estado. Desta forma, o processo de monitorização assume um papel importante na tomada de decisões, contribuindo para um melhor controlo dos usos do solo que interferem com as águas subterrâneas (Andrade & Stigter, 2009; Brown & Nicholls, 2015).

É no sentido de prever questões como a poluição das massas de água subterrânea, de exercer um melhor controle sobre a utilização deste recurso e de proteger a qualidade do mesmo, que surge, aliado à monitorização, a utilização de modelos. Abordagens recentes defendem a modelação como uma ferramenta importante, não só para o alcance da proteção dos recursos hídricos como para a proteção de todos os recursos, que deve ser integrada com os dados obtidos nos processos de monitorização (Di Guardo e Finizio, 2016 ; Acutis et al.,2014 ; Pachés et al.,2012). Assim, a modelação poderá contribuir para um ordenamento do território mais eficaz, tendo por base a simulação de cenários que ajudarão na tomada de decisões relativas à utilização das massas de água subterrânea.

## **2.4 Ordenamento do território para a proteção das águas subterrâneas**

O ordenamento do território é definido por Araújo (2016) como um “processo integrado de organização do território” que tem como objetivo ordenar o espaço físico tendo em conta os aspetos naturais, patrimoniais ou culturais. Para tal, o ordenamento do território visa o alcance de um desenvolvimento sustentável exercendo um controle sobre os usos do solo, regulando as atividades nele praticadas, assim como a ocupação humana.

Uma gestão consciente da distribuição e ocupação do território é fundamental para a proteção das águas subterrâneas. A urbanização, engloba todo um conjunto de atividades antropogénicas que provocam alterações na hidrologia, sendo as águas subterrâneas a massa de água mais afetada, seja pela quantidade de água utilizada ou pela poluição nela provocada (Russo & Taddia, 2009). É no sentido de impedir que os usos do solo intervenham no normal funcionamento dos aquíferos, que surge o ordenamento do território como uma ferramenta crucial para gerir a ocupação do solo tendo em conta os recursos hídricos. Perceber de que forma o meio ambiente poderá reagir às atividades antropogénicas é referido por Costa et al. 2019, como um passo fundamental que contribui para o planeamento dos usos do solo de forma a garantir a proteção das águas subterrâneas.

O conceito de ciclo urbano da água demonstra segundo Freitas et al., 2019, “ ...a conectividade e interdependência dos recursos hídricos urbanos e das atividades humanas... ”. Atendendo a que se prevê um aumento de 60% das áreas urbanas, assim como um aumento de 2,5 mil milhões de pessoas nessas mesmas áreas (ONU, 2014) torna-se cada vez mais urgente a existência de um planeamento de recursos hídricos eficiente, que tenha em consideração todas as alterações territoriais provocadas pelo aumento populacional. Caso contrário, assistir-se-á ao declínio do recurso hídrico que assegura a sobrevivência de diversas formas de vida na Terra, principalmente a sobrevivência da humanidade.

### 3. ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO

#### 3.1 Introdução

O capítulo apresenta uma breve análise da legislação em vigor, abordando os instrumentos que exercem um poder legal sobre a gestão dos recursos hídricos, mais concretamente sobre as águas subterrâneas, e o ordenamento do território. Deste modo, encontra-se estruturado em duas secções. A primeira analisa o modo como a proteção dos recursos hídricos subterrâneos se encontra prevista no enquadramento legislativo da água e a segunda analisa o modo como a proteção dos recursos hídricos subterrâneos se encontra prevista no enquadramento legislativo da edificação.

#### 3.2 Proteção dos recursos hídricos subterrâneos no enquadramento legislativo da água

A proteção das águas subterrâneas encontra-se prevista na Lei da Água, nº58/2005 de 29 de dezembro (com as alterações efetuadas pelo Decreto-lei nº 130/2012 de 22 de junho) que transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva nº 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro. Esta lei estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas.

A presente lei engloba alguns objetivos e princípios importantes, representados na tabela 1, que vão de encontro ao tema em estudo e que devem ser tidos em conta na gestão da água.

Tabela 1 - Objetivos e princípios previstos para a proteção dos recursos hídricos (Lei da Água nº 58/2005 e alterações subsequentes).

<b>Objetivos (Artigo 1º)</b>	“ b) Promover uma utilização sustentável de água, baseada numa proteção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis;”
	“ f) Assegurar o fornecimento em quantidade suficiente de água de origem superficial e subterrânea de boa qualidade, conforme necessário para uma utilização sustentável, equilibrada e equitativa da água;”
<b>Princípios (Artigo 3º)</b>	“ b) Princípio da dimensão ambiental da água, nos termos do qual se reconhece a necessidade de um elevado nível de proteção da água, de modo a garantir a sua utilização sustentável;”
	“ d) Princípio de gestão integrada das águas e dos ecossistemas aquáticos e terrestres associados e zonas húmidas deles diretamente dependentes, por força do qual importa desenvolver uma atuação em que se atenda simultaneamente a aspetos quantitativos e qualitativos, condição para o desenvolvimento sustentável;”
	“ h) Princípio da cooperação, que assenta no reconhecimento de que a proteção das águas constitui atribuição do Estado e dever dos particulares;”
	“ i) Princípio do uso razoável e equitativo das bacias hidrográficas partilhadas, que reconhece aos Estados ribeirinhos o direito e a obrigação de utilizarem o curso de água de forma razoável e equitativa tendo em vista o aproveitamento otimizado e sustentável dos recursos, consistente com a sua proteção;”

As alíneas supracitadas reforçam a complexidade do processo de gestão da água, no qual se encontra presente a necessidade de utilizar este recurso hídrico de forma consciente, para que seja possível alcançar uma gestão equilibrada e sustentável. É possível perceber que a gestão da água não deve ser algo unidimensional, mas sim uma gestão integrada que, não só engloba os ecossistemas em si, mas também os seus utilizadores e a forma como se servem deste recurso.

O planeamento dos recursos hídricos é concretizado através dos Planos de Gestão da Região Hidrográfica (PGRH) e do Plano Nacional da Água (PNA), utilizando a região hidrográfica como unidade principal de planeamento e gestão das águas. A região hidrográfica é constituída por uma ou mais bacias hidrográficas e respetivas águas costeiras, sendo que em Portugal existem dez regiões hidrográficas que se encontram identificadas na tabela 2.

Tabela 2 - Regiões hidrográficas de Portugal (Lei da Água nº 58/2005 e alterações subsequentes).

Regiões hidrográficas	Sigla
Minho e Lima	RH1
Cávado, Ave e Leça	RH2
Douro	RH3
Vouga, Mondego e Lis	RH4
Tejo e Ribeiras do Oeste	RH5
Sado e Mira	RH6
Guadiana	RH7
Ribeiras do Algarve	RH8
Açores	RH9
Madeira	RH10

É importante salientar a relevância do ordenamento e do planeamento dos recursos hídricos, como sendo dois conceitos que devem funcionar de forma integrada planeando e regulando as utilizações dos recursos hídricos. Na tabela 3, constam dois princípios, presentes no artigo 14º da Lei da água, que refletem a necessidade e importância da integração destes dois conceitos.

Tabela 3- Ordenamento e planeamento dos recursos hídricos (Lei da Água nº 58/2005 e alterações subsequentes).

<b>Princípio (Artigo 14º)</b>	“1 - O ordenamento e planeamento dos recursos hídricos visam compatibilizar, de forma integrada, a utilização sustentável desses recursos com a sua proteção e valorização, bem como com a proteção de pessoas e bens contra fenómenos extremos associados às águas.”
	“2 - Devem ser planeadas e reguladas as utilizações dos recursos hídricos das zonas que com eles confinam de modo a proteger a quantidade e a qualidade das águas, os ecossistemas aquáticos e os recursos sedimentológicos.”

Associado ao ordenamento e planeamento dos recursos hídricos surgem as autorizações, licenças e concessões para a utilização pública e privada de águas, contribuindo assim para um melhor controlo e gestão deste recurso. No caso das águas subterrâneas estes três regimes encontram-se explícitos na tabela 4.

Tabela 4 – Regime de autorizações, licenças e concessões (Lei da Água nº 58/2005 e alterações subsequentes).

<b>Autorizações (Artigo 66º)</b>	“ 1 - Uma vez apresentado o pedido de autorização, o mesmo considera-se deferido se não for comunicada qualquer decisão no prazo de dois meses, desde que se não verifique qualquer dos pressupostos que impusesse o indeferimento.”
	“ 2 - Por força da obtenção do título de utilização e do respetivo exercício, é devida uma taxa de recursos hídricos pelo impacte negativo da atividade autorizada nos recursos hídricos.”
<b>Licenças (Artigo 67º)</b>	“ 1 - A licença confere ao seu titular o direito a exercer as atividades nas condições estabelecidas por lei ou regulamento, para os fins, nos prazos e com os limites estabelecidos no respetivo título.”
	“ 2 - A licença é concedida pelo prazo máximo de 10 anos, consoante o tipo de utilizações, e atendendo nomeadamente ao período necessário para a amortização dos investimentos associados.”
<b>Concessões (Artigo 68º)</b>	“ 1 - A concessão de utilizações privativas dos recursos hídricos do domínio público é atribuída nos termos de contrato a celebrar entre a administração e o concessionário.”
	“ 2 - A concessão confere ao seu titular o direito de utilização exclusiva, para os fins e com os limites estabelecidos no respetivo contrato, dos bens objeto de concessão, o direito à utilização de terrenos privados de terceiros para realização de estudos, pesquisas e sondagens necessárias, mediante indemnização dos prejuízos causados, e ainda, no caso de ser declarada a utilidade pública do aproveitamento, o direito de requerer e beneficiar das servidões administrativas e expropriações necessárias, nos termos da legislação aplicável.”

Os regimes acima referidos especificam as condições a que cada um deles está sujeito, tentando garantir que a utilização das águas subterrâneas seja o mais ponderada possível.

A complementar a Lei da Água surge o Decreto-Lei nº 226-A/2007 de 31 de maio, que define a captação de águas como “...utilização de volumes de água, superficiais ou subterrâneas, com ou sem retenção ...” tendo como principais finalidades o consumo humano, rega, atividade industrial, produção de energia hidroelétrica e atividades recreativas ou de lazer.

Independentemente da sua finalidade, a captação de água subterrânea engloba três fases. A primeira, a fase de pesquisa, compreende todas as operações de

aprofundamento e escavação tendo como objetivo determinar a existência de águas subterrâneas; a segunda destina-se à execução da estrutura de captação (poço, furo etc.), que engloba todas as obras e procedimentos necessários para permitir a exploração; e a terceira e última fase consiste na exploração que permite aproveitar as águas subterrâneas de acordo com os termos estabelecidos no respetivo título de utilização. Entre cada captação é proposto um afastamento mínimo de 100 m, podendo este limite ser alterado pela entidade competente se assim for tecnicamente fundamentado.

Na tabela 5, abaixo representada, encontram-se algumas considerações relativas às captações de água para consumo humano e para rega e que estão previstas nos artigos 42º e 44º do presente Decreto-Lei.

Tabela 5- Captação de água para consumo humano e rega (Decreto-Lei nº 226-A/2007).

<b>Captação de água para consumo humano (Artigo 42º)</b>	“ 1 - A captação de água para consumo humano tem por finalidade o abastecimento público ou particular.”
	“ 2 - Um sistema de abastecimento público produz água para consumo humano, de acordo com os requisitos definidos no Decreto-Lei nº 243/2001, de 5 de Setembro, sob a responsabilidade de uma entidade distribuidora, seja autarquia, entidade concessionária, empresarial ou qualquer outra que esteja investida na responsabilidade pela atividade.”
	“ 3 - Um sistema de abastecimento particular produz água para consumo humano sob responsabilidade de uma entidade particular, só podendo funcionar na condição de impossibilidade de acesso ao abastecimento público, ficando sujeito aos requisitos legais para este tipo de utilização.”
<b>Captação de água para rega (Artigo 44º)</b>	“ 1 - A captação de águas públicas para rega numa área superior a 50 ha deve apresentar taxas de eficiência que respeitem o estabelecido no Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água.”
	“ 2 - A captação de águas privadas para rega pode ser sujeita a restrições em situações de escassez ou de acidente.”
	“ 3 - A captação de águas públicas, quando destinada, nomeadamente, a rega de jardins, espaços públicos campos de golfe, será, sempre que possível, utilizada como complemento a outras origens de água, designadamente o aproveitamento de águas residuais urbanas devidamente tratadas para o efeito ou a reutilização das águas resultantes das escorrências da rega do próprio campo.”

Os aspetos acima referidos refletem o controlo que deve existir relativamente ao uso de captações de água para consumo humano e rega, para que estas não sejam utilizadas de um modo desnecessário. Assim que as captações deixarem de exercer a função para a qual foram construídas, estas são desativadas num prazo de 15 dias após a cessação da sua exploração.

A instituição de perímetros de proteção de captações de águas subterrâneas é um instrumento de elevada importância para o alcance da proteção deste recurso hídrico. O Decreto-Lei nº 382/99 de 22 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei 226-A/2007 de 31 de maio, estabelece os perímetros de proteção de captações de água subterrânea

destinadas ao abastecimento público. Na tabela 6 encontram-se representados aspetos importantes, do referido Decreto-Lei, que importa salientar.

Tabela 6 - Perímetros de proteção de águas subterrâneas (Decreto-Lei 382/99 e alterações subsequentes).

<b>Objetivo e Âmbito (Artigo 1º)</b>	“1 - O presente diploma estabelece as normas e os critérios para a delimitação de perímetros de proteção de captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público, adiante designados por perímetros de proteção, com a finalidade de proteger a qualidade das águas dessas captações.”
<b>Perímetro de proteção (Artigo 3º)</b>	“1 - O perímetro de proteção é a área contígua à captação na qual se interditam ou condicionam as instalações e as atividades suscetíveis de poluírem as águas subterrâneas (...)”

Os excertos supracitados demonstram a importância de proteger as águas subterrâneas, não só a nível quantitativo mas acima de tudo qualitativo, dos diferentes usos e ocupações do solo. Os perímetros de proteção de água subterrânea são referidos como um “instrumento preventivo” que define áreas de proteção que restringem as atividades de uso e transformação do solo de forma a tentar garantir uma maior e melhor qualidade da água.

### 3.3 Proteção dos recursos hídricos subterrâneos no enquadramento legislativo da edificação

As bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo encontram-se estabelecidas na Lei nº 31/2014 de 30 de maio. Após a análise deste instrumento legislativo é possível perceber que não é feita uma referência, em concreto, à proteção dos recursos hídricos subterrâneos. No entanto, tendo por base o estudo em questão, é pertinente referir alguns aspetos, presentes na referida lei, que se encontram enunciados na tabela 7.

Tabela 7 - Expansão da urbanização e edificação e objetivos da gestão territorial (Lei nº 31/2014).

<b>Fins (Artigo 2º)</b>	“ c) Reforçar a coesão nacional, organizando o território de modo a conter a expansão urbana e a edificação dispersa, corrigindo as assimetrias regionais, nomeadamente dos territórios de baixa densidade, assegurando a igualdade de oportunidades dos cidadãos no acesso às infraestruturas, equipamentos, serviços e funções urbanas, em especial aos equipamentos e serviços que promovam o apoio à família, à terceira idade e à inclusão social;”
<b>Objetivos da gestão Territorial (Artigo 37º)</b>	“ b) A correta distribuição e localização no território das atividades económicas, das funções de habitação, de trabalho, de cultura e de lazer;”
	“ f) A rentabilização de infraestruturas, evitando a extensão desnecessária das redes e dos perímetros urbanos e racionalizando o aproveitamento das áreas intersticiais;”

A alínea c) do artigo 2º reflete a importância atribuída ao controlo da expansão urbana e do edificado relativamente às zonas menos desenvolvidas do território nacional, uma vez que esta expansão se torna essencial para que todos os cidadãos tenham as mesmas oportunidades de acesso aos serviços de infraestruturas urbanas. Para tal, considera-se que é dever do Estado, das regiões autónomas e das autarquias locais *“Assegurar a fiscalização do cumprimento das regras relativas ao uso, ocupação e transformação do solo e aplicar medidas de tutela da legalidade;”* (Artigo 8º, Lei nº31/2014 de 30 de maio).

Neste sentido, a gestão territorial visa executar a política de solos, de ordenamento do território e de urbanismo garantindo um conjunto de objetivos, que demonstram a necessidade de uma correta distribuição e localização dos usos do solo. Desta forma rentabiliza-se e racionaliza-se as áreas e as infraestruturas, de forma a que estas não sofram uma expansão e dispersão desnecessária. Existindo um melhor domínio sobre as atividades e usos exercidos sobre o solo é possível alcançar uma gestão territorial mais eficiente, tendo sempre presente a proteção dos recursos.

Relativamente ao Regime Jurídico da Urbanização e Edificação, este encontra-se presente no Decreto-Lei nº 555/99 de 16 de Dezembro e, desde a sua publicação em diário da república até então, sofreu várias alterações. Após a análise do referido regime, percebe-se que a proteção dos recursos hídricos não se encontra especificamente mencionada. No entanto, é importante salientar alguns pontos do referido Decreto-Lei que dizem respeito ao licenciamento de obras de urbanização. Na tabela 8, para além dos aspetos a salientar, encontram-se também representadas algumas alíneas do artigo 4º para auxiliar na compreensão do artigo 24º.

Tabela 8 - Licenciamento de obras de urbanização (Decreto-Lei nº555/99 e alterações subsequentes).

<p><b>Licenças e autorizações administrativas (Artigo 4º)</b></p>	<p>“2 - Estão sujeitas a licença administrativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) As operações de loteamento;</li> <li>c) As obras de construção, de alteração ou de ampliação em área não abrangida por operação de loteamento ou por plano de pormenor;</li> <li>e) Obras de reconstrução das quais resulte um aumento da altura da fachada ou do número de pisos;</li> <li>i) Operações urbanísticas das quais resulte a remoção de azulejos de fachada, independentemente da sua confrontação com a via pública ou logradouros;</li> </ul>
<p><b>Indeferimento do pedido de licenciamento (Artigo 24º)</b></p>	<p>“ 2 - Quando o pedido de licenciamento tiver por objeto a realização das operações urbanísticas referidas nas alíneas a) a e) e i) do n.º 2 do artigo 4.º, o indeferimento pode ainda ter lugar com fundamento em:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) A operação urbanística afetar negativamente o património arqueológico, histórico, cultural ou paisagístico, natural ou edificado;</li> <li>b) A operação urbanística constituir, comprovadamente, uma sobrecarga inoportável para as infraestruturas ou serviços gerais existentes ou implicar, para o município, a construção ou manutenção de equipamentos, a realização de trabalhos ou a prestação de serviços por este não previstos, designadamente quanto a arruamentos e redes de abastecimento de água, de energia elétrica ou de saneamento.”</li> </ul> <p>“5 - O pedido de licenciamento das obras referidas na alínea c) do n.º 2 do artigo 4.º deve ser indeferido na ausência de arruamentos ou de infraestruturas de abastecimento de água e saneamento ou se a obra projetada constituir, comprovadamente, uma sobrecarga inoportável para as infraestruturas existentes.”</p>



Os excertos supracitados reportam a importância de ter em consideração o meio e as condições em que a obra fica inserida, para que desta não resultem impactos negativos ou dificuldades no normal funcionamento das infraestruturas e serviços. É neste sentido que o artigo 24º faz referência aos motivos que podem levar a um indeferimento do pedido de licenciamento pois, caso sejam detetados aspetos que provoquem um impacto negativo sobre o meio em questão é necessário reconsiderar a obra ou mesmo impedir o seu avanço.

Para atingir um equilíbrio sobre as utilizações do solo é necessária a aplicação de instrumentos que ajudem na gestão do território, surgindo deste modo os chamados Instrumentos de Gestão Territorial – IGT. Em Portugal existem vários instrumentos que compõem o Sistema de Gestão Territorial (SGT), estando este dividido, segundo o Decreto-lei 80/2015 de 14 de maio, em quatro âmbitos: âmbito nacional, âmbito regional, âmbito intermunicipal e âmbito municipal. Cada âmbito é concretizado através de um conjunto de instrumentos, denominados de planos, que se encontram representados na Figura 7, sendo o âmbito nacional da competência da Administração Central, o âmbito regional da competência das Comissões de Coordenação de Desenvolvimento Regional (CCDR), o âmbito intermunicipal da responsabilidade dos municípios envolvidos e, por último, o âmbito municipal da responsabilidade de cada município.



Figura 7 - Instrumentos de Gestão territorial.

Dos planos abrangidos pelo âmbito nacional o PNOT é o programa que assume uma maior relevância na gestão do ordenamento do território português, sendo ele que complementa e orienta todos os restantes planos. No entanto, todos os planos assumem uma função importante uma vez que todos visam garantir uma melhor

gestão do território, desde o âmbito nacional ao âmbito municipal, abrangendo setores como a saúde, ambiente, cultura, transportes, etc . Ainda a nível nacional importa salientar o PEOT no sentido de referir que este plano visa a proteção dos recursos e valores naturais, dos quais fazem parte as águas subterrâneas, intervindo em áreas ambientalmente sensíveis.

Os planos abrangidos pelos restantes âmbitos englobam estratégias de gestão territorial tendo por base os planos pertencentes ao âmbito nacional, sendo que o âmbito regional é implementado ao nível das regiões e os âmbitos intermunicipal e municipal são implementados ao nível dos municípios envolvidos.

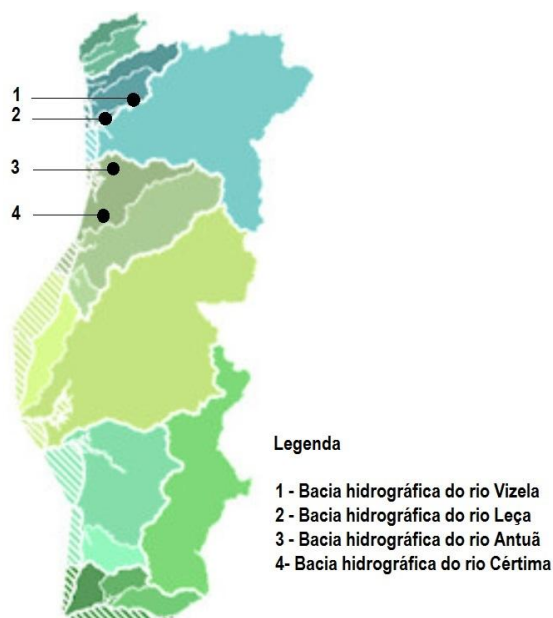
## 4.METODOLOGIA

### 4.1 Introdução

O presente capítulo descreve as principais características dos casos de estudo e desenvolve uma metodologia que se divide em três fases. A primeira, centrada na representação territorial das captações de água subterrânea, dos diferentes tipos de captações e respetivas utilizações; a segunda, centrada na análise da abrangência territorial da rede de abastecimento público, relacionando-a com as captações identificadas na fase anterior; a terceira centrada na análise da distribuição territorial do edificado, relacionando-a com as captações identificadas na primeira fase. Assim, o capítulo apresenta uma secção dedicada aos casos de estudo e uma outra secção dedicada às fases da metodologia.

### 4.2 Casos de estudo

Para a aplicação da metodologia definida elegeram-se quatro casos de estudo que pertencem à região Norte e Centro de Portugal. Desta forma, seleccionaram-se as bacias hidrográficas do rio Leça e do rio Vizela, sendo a última uma sub-bacia do rio Ave, que se localizam na região Norte de Portugal. Da região Centro seleccionaram-se as bacias hidrográficas do rio Antuã e do rio Cértima, ambas sub-bacias do rio Vouga (Figura 8).



**Figura 8** - Indicação aproximada da localização das bacias hidrográficas utilizadas como casos de estudo (Adaptado: APA).

## Caso de estudo da bacia hidrográfica do Rio Vizela

A bacia hidrográfica do rio Vizela, representada na Figura 9, faz igualmente parte da região hidrográfica denominada de RH2 (Cávado, Ave e Leça) visto ser o afluente principal do rio Ave.

Segundo o PGRH-RH2 (2012) do rio Ave, a presente bacia engloba uma área de cerca de 340 km<sup>2</sup>, sendo que o rio Vizela nasce nas alturas de Fafe, percorrendo 50 km até à margem esquerda do rio Ave, em Santo Tirso, local onde converge. Relativamente ao clima, caracteriza-se por ser uma região pluviosa devido à sua posição geográfica e proximidade do oceano Atlântico e, tal como a região da bacia do rio Leça, regista temperaturas médias anuais que variam entre 13°C e 15°C. Quanto à paisagem e ocupação do solo, a bacia hidrográfica do rio Vizela é composta por um vale extremamente aberto, com margens muito largas e planas, sendo uma pequena parte do vale ocupada por áreas fabris e uma grande parte ocupada por paisagem agrícola e rural.

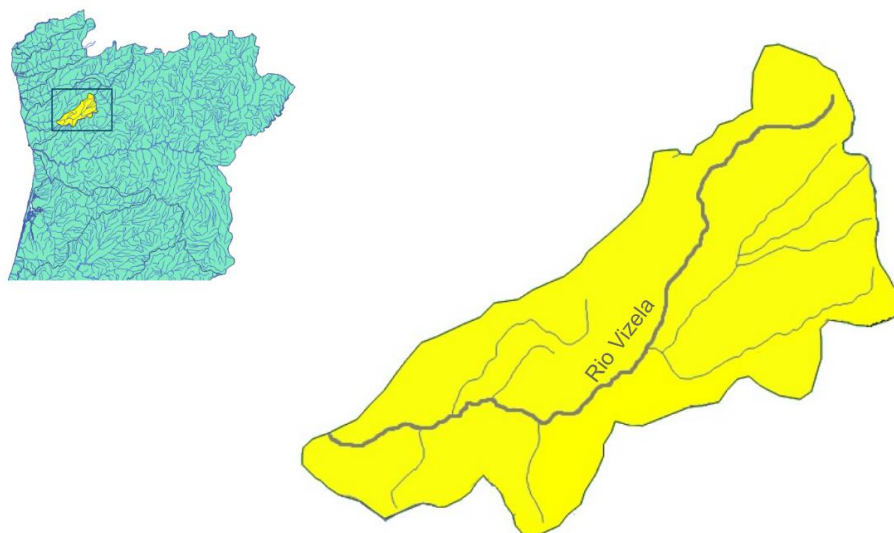


Figura 9 – Parte da RH2 onde se insere a bacia hidrográfica do rio Vizela.

## Caso de estudo da bacia hidrográfica do Rio Leça

Integrada na região hidrográfica denominada de RH2 (Cávado, Ave e Leça), encontra-se a bacia hidrográfica do rio Leça com uma área de cerca de 185 km<sup>2</sup>, tendo como principal curso de água o rio Leça, que nasce no Monte de Santa Luzia, concelho de Santo Tirso, percorrendo 48 km até à foz, no oceano Atlântico.

Segundo o Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Cávado Ave e Leça (PGRH-RH2, 2012), esta bacia apresenta uma forma estreita e alongada com direção NE-SW, tal como se pode observar na Figura 10, atravessando, no seu geral, afloramentos

graníticos. No que se refere ao clima, caracteriza-se por ser uma região relativamente pluviosa devido à sua posição geográfica e proximidade do Oceano Atlântico, apresentado temperaturas médias anuais que variam entre 13°C e 15°C. Relativamente à paisagem e ocupação do solo, a bacia hidrográfica do rio Leça era inicialmente composta por centros de cultivo hortícola e frutícola, sendo o rio Leça um elemento importante na geração de recursos naturais. Consequentemente a bacia sofreu artificialização devido ao estabelecimento de aglomerados humanos, tendo registado alterações significativas, a jusante, com a construção do porto de Leixões.

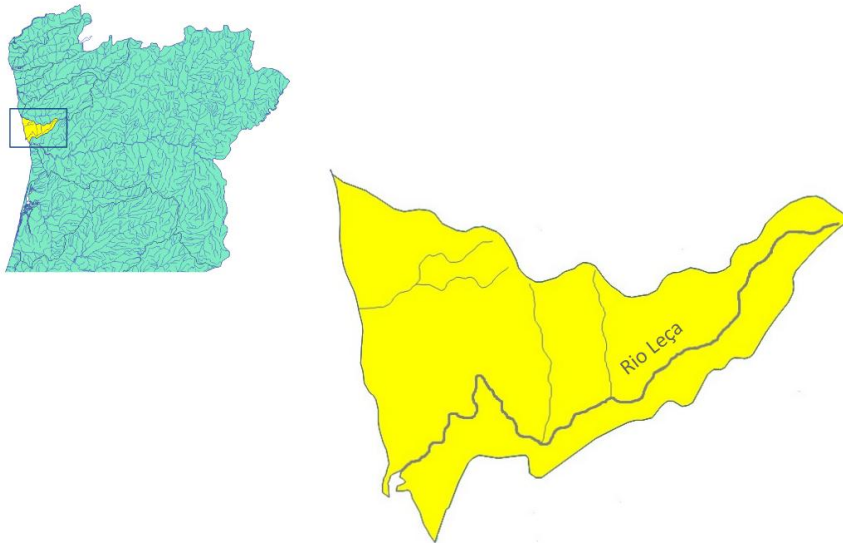


Figura 10 – Parte da RH2 onde se insere a bacia hidrográfica do rio Leça.

### **Caso de estudo da bacia hidrográfica do Rio Antuã**

A bacia hidrográfica do rio Antuã, representada na Figura 11, encontra-se inserida na região hidrográfica denominada de RH4 (Vouga, Mondego e Lis) fazendo parte da bacia hidrográfica do rio Vouga.

Segundo o Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis (PGBH-RH4, 2012) a presente bacia compreende uma área de cerca de 149 km<sup>2</sup>, sendo que o rio Antuã nasce no Monte Alto em Santa Maria da Feira apresentando um comprimento de 38 km. A zona interior da bacia hidrográfica do rio Antuã é formada maioritariamente por xistos e granitos, contendo uma estreita zona litoral formada por aluviões modernos. Quanto às temperaturas médias anuais estas variam entre 12°C e 15°C. Relativamente à paisagem e ocupação do solo a bacia é composta por 46% de área agrícola, sendo a restante área ocupada maioritariamente por zonas urbanas e industriais.

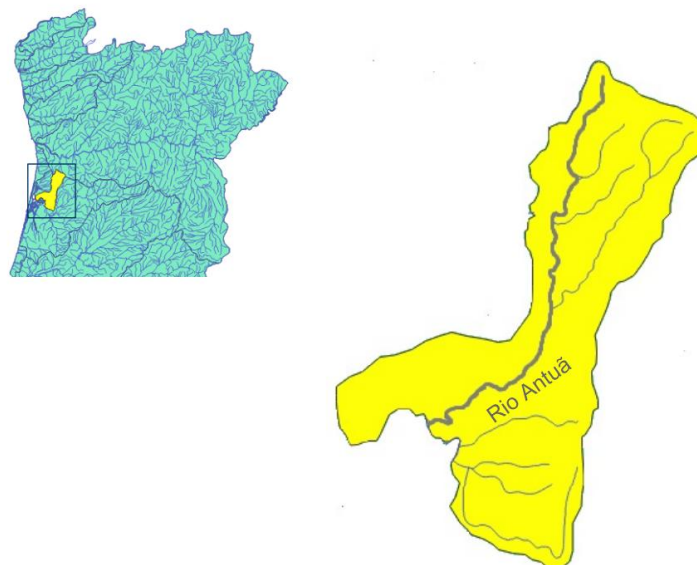


Figura 11 – Parte da RH4 onde se insere a bacia hidrográfica do rio Antuã.

### Bacia hidrográfica do Rio Cértima

Igualmente integrada na região hidrográfica RH4 (Vouga, Mondego e Lis) encontra-se a bacia hidrográfica do rio Cértima, representada na Figura 12, que conta com uma área de cerca de 538 km<sup>2</sup> sendo, das bacias hidrográficas em estudo, a de maior dimensão.

Segundo o PGBH-RH4 (2012) a bacia caracteriza-se pela sua forma arredondada, compreendendo, geologicamente, xistos ordovícicos na zona superior leste da bacia e areias e argilas aluviais modernas na zona oeste, central e inferior. Relativamente ao clima, a região apresenta valores de temperatura que variam entre 12°C e 15°C, tal como a região da bacia hidrográfica anterior, uma vez que se encontram muito próximas uma da outra. Quanto à paisagem e ocupação do solo, a maior parte da área é ocupada por florestas indiferenciadas, apresentando também uma ocupação que demonstra um grande desenvolvimento urbano e industrial.

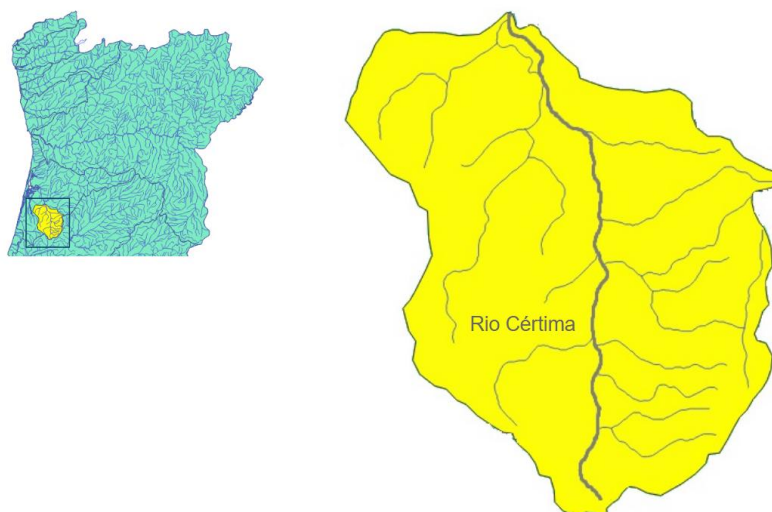


Figura 12 – Parte da RH4 onde se insere a bacia hidrográfica do rio Cértima

### 4.3 Fases da Metodologia

A metodologia selecionada para o estudo em questão compreende três fases, que se aplicam aos quatro casos de estudo anteriormente apresentados, dividindo-se da seguinte forma:

- A primeira fase consiste em identificar as captações de água subterrânea relativamente à sua localização, tipo de captação e respetiva utilização nas bacias hidrográficas selecionadas como casos de estudo. Para tal, solicitaram-se os referidos dados às Administrações da Região Hidrográfica (ARH) do Norte e do Centro, assumindo como período de estudo o intervalo de 1994 a 2018. Os dados rececionados foram organizados em tabelas, utilizando o Excel, para possibilitar a criação de gráficos que mostram a informação de forma mais clara e perceptível. Deste modo, foi possível contabilizar o tipo de captações de água subterrânea existente em cada bacia hidrográfica, assim como a utilização associada a cada captação. Através do programa QuantumGis (QGis) foi possível obter a localização das captações de água subterrânea ao longo das bacias, permitindo observar a evolução do número de captações e respetivas utilizações ao longo do período em estudo;
- A segunda fase consiste em analisar a abrangência territorial da rede de abastecimento público, nas bacias hidrográficas em estudo, relacionando-a com as captações de água subterrânea, identificadas na fase anterior. Para tal, através do programa QGis, realizar-se-ia a sobreposição dos referidos dados. O procedimento referido não foi executado, uma vez que não foi possível ter acesso aos dados da rede de abastecimento público em baixa. Desta forma, apenas se utilizou a informação relativa às captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público, também fornecida pelas ARH do Norte e do Centro, procedendo-se à sobreposição das referidas captações com as captações de água subterrânea, identificadas na primeira fase;
- A terceira fase consiste em analisar a evolução da dispersão do edificado relacionando-a com a evolução do número de captações de água subterrânea. Para o efeito, selecionou-se uma área de cada bacia hidrográfica e, através do GoogleEarth, retiraram-se imagens de satélite referentes aos anos 2008 e 2018. Tendo por base as imagens obtidas procedeu-se à sobreposição destas com as captações de água subterrânea identificadas na primeira fase.





## 5. ANÁLISE DE RESULTADOS

### 5.1 Introdução

O presente capítulo engloba a análise dos resultados obtidos através da aplicação da metodologia utilizada, apresentando todo o conjunto de dados e informações recolhidas e trabalhadas. Para tal, são apresentadas três secções referentes às três fases da metodologia onde constam os resultados obtidos para cada uma das fases.

### 5.2 Análise de captações de água subterrânea

Na primeira fase da metodologia, identificaram-se as captações de água subterrânea nos casos de estudo e obtiveram-se resultados relativamente à localização, tipo de captação e utilização associada.

Através da localização das captações de água subterrânea foi possível obter resultados que retratam a evolução do número de captações nos quatro casos de estudo, no período de 1994 a 2018, estando estes representados nas Figuras 13 e 14.

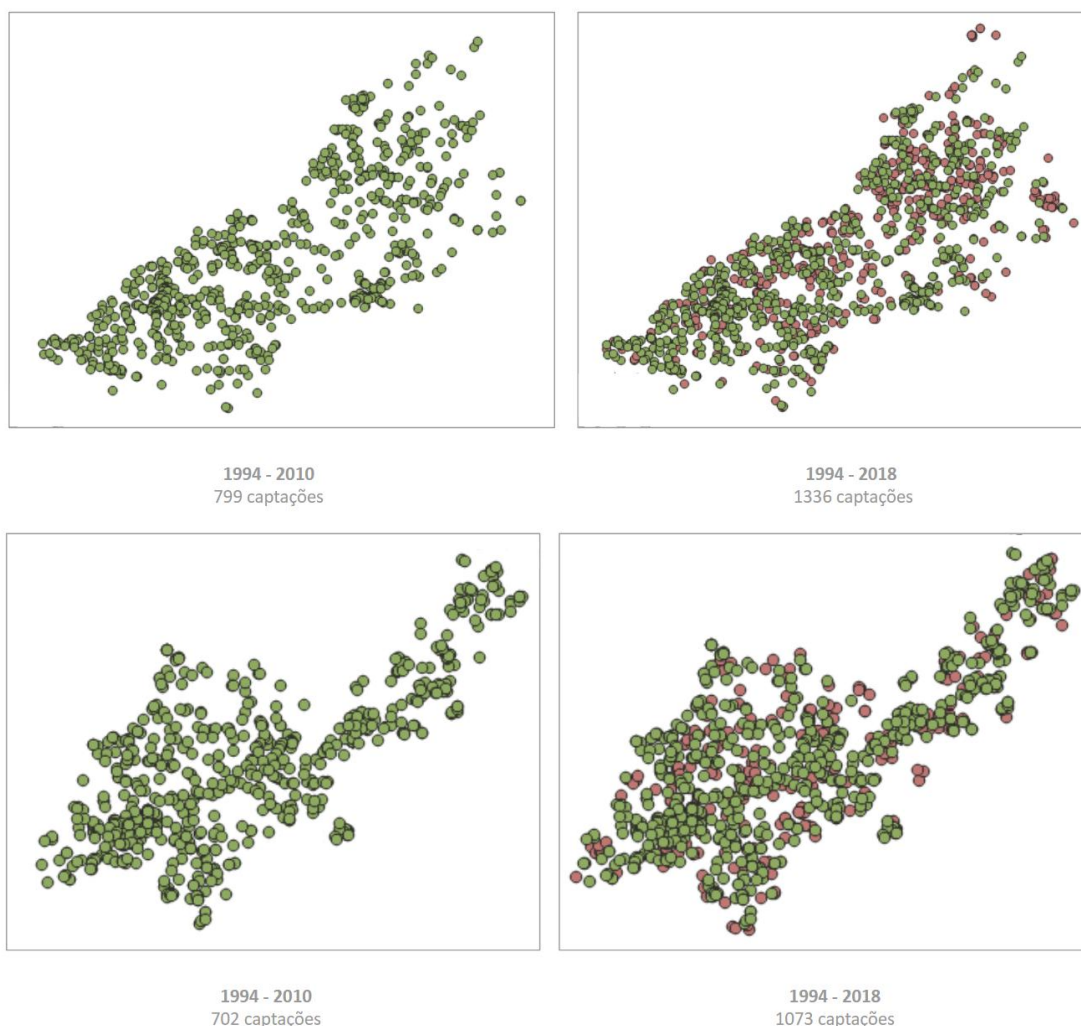


Figura 13 – Número de captações de água subterrânea nas bacias hidrográficas do rio Vizela (em cima) e do rio Leça ( em baixo).

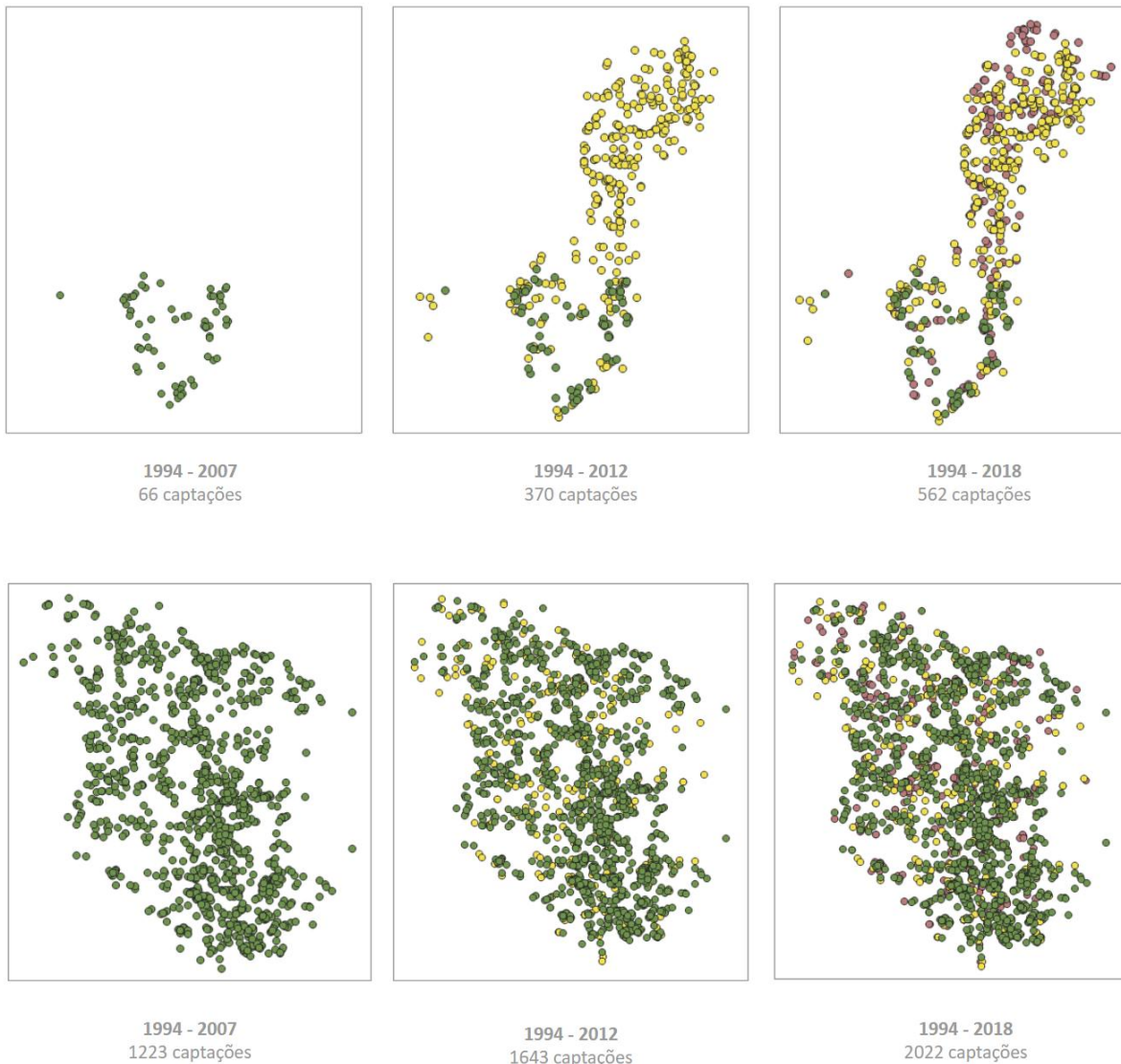


Figura 14 – Número de captações de água subterrânea nas bacias hidrográficas do rio Antuã (em cima) e do rio Cértima (em baixo).

Observando o número de captações de água subterrânea que foram licenciadas ao longo do tempo é possível perceber que, em aproximadamente 25 anos, estas têm vindo a registar um aumento significativo no número de licenciamentos. Este aumento é visível nas quatro bacias hidrográficas mas, notoriamente, este aumento é realçado na bacia hidrográfica do rio Antuã, sendo possível observar que no período de 1994 a 2007 apenas a zona sul da bacia possuía de captações de água subterrânea registadas e a partir de 2007 o número de captações aumentou para quase nove vezes o valor registado no referido ano.

Após o processo de localização, efetuou-se uma análise relativamente ao tipo de captações existentes nos quatro casos de estudo, estando estes representados nas Figuras 15 e 16.

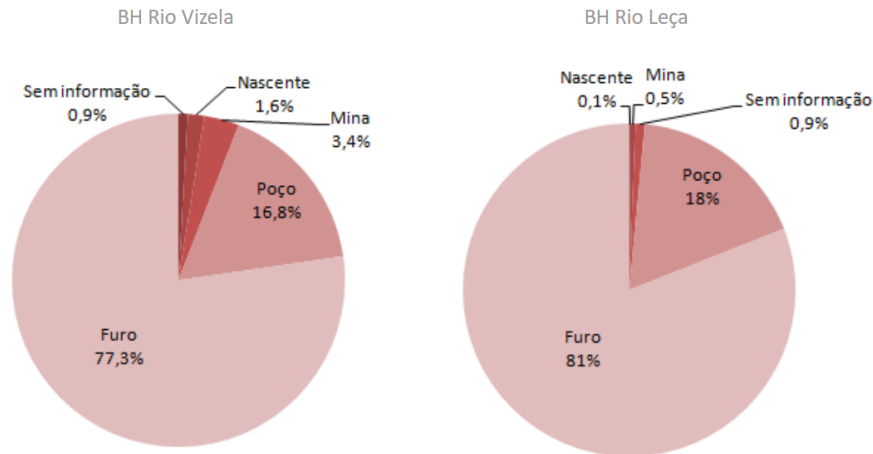


Figura 15 – Tipo de captações de água subterrânea nas bacias hidrográficas do rio Vizela e do rio Leça.

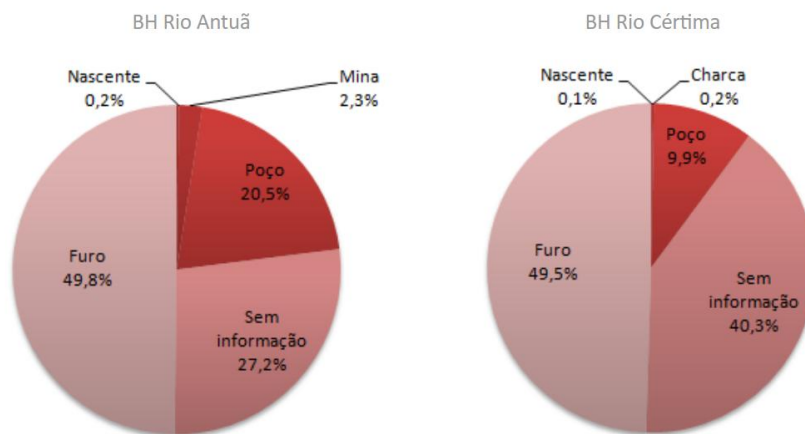


Figura 16 - Tipo de captações de água subterrânea nas bacias hidrográficas do rio Antuã e do rio Cértima.

É possível perceber que grande parte das captações de água subterrânea se concretizou a partir de furos, embora nas bacias hidrográficas do rio Antuã e do rio Cértima se registre uma percentagem representativa de captações para as quais não se obteve informação. As restantes captações estão associadas a poços e minas, sendo também representada uma pequena percentagem que diz respeito a nascentes e charcas.

Relativamente às utilizações para as quais as captações foram licenciadas, estas podem ser observadas nas Figuras 17 e 18.

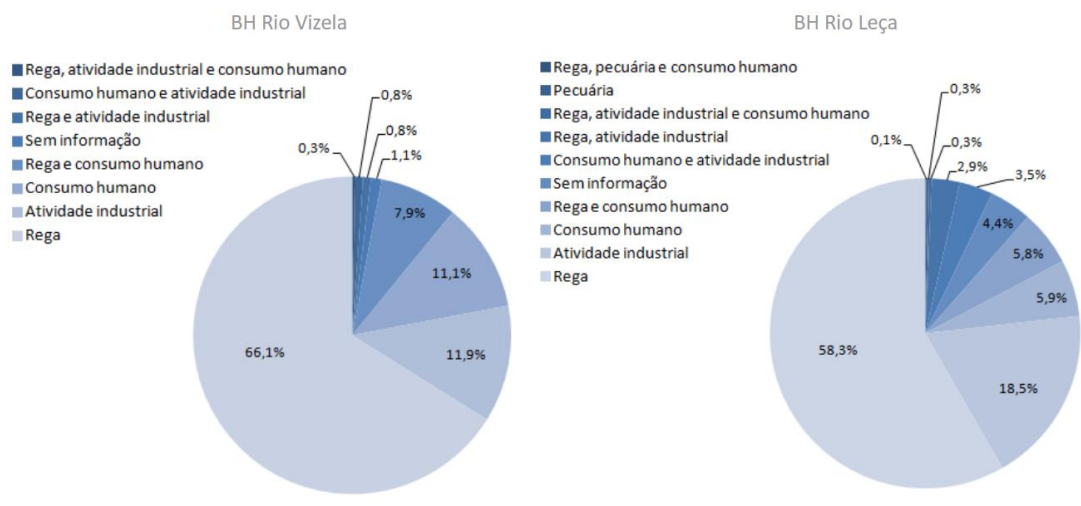


Figura 17 - Utilizações associadas às captações de água subterrânea nas bacias hidrográficas do rio Vizela e do rio Leça.

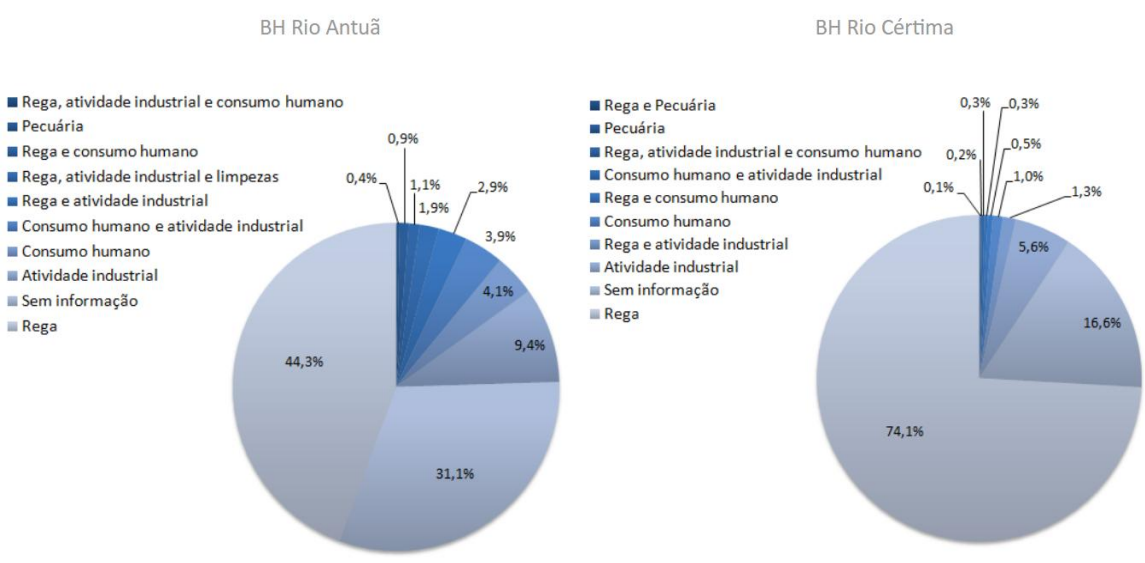


Figura 18 - Utilizações associadas às captações de água subterrânea nas bacias hidrográficas do rio Antuã e do rio Cértima.

Observa-se que uma grande percentagem das captações de água subterrânea, nas quatro bacias hidrográficas, possui licença para rega, o que ajuda a confirmar a grande influência da agricultura no uso da água subterrânea. Percebe-se também que, para além da percentagem de captações para as quais não se obteve informação, o consumo humano e a atividade industrial surgem, logo após a rega, como duas atividades que utilizam a água subterrânea através das captações licenciadas para tal efeito. Em percentagens menores, surge a pecuária e as captações de água

subterrânea que se encontram licenciadas para efeitos diversos, conjugando a rega, o consumo humano, a atividade industrial e a pecuária.

Tendo por base as três utilizações que são alvo de um maior número de licenciamentos, rega, consumo humano e atividade industrial, procedeu-se à identificação espacial das captações de água subterrânea associadas às referidas utilizações, Figuras 19 e 20, de forma a perceber como estas se distribuem ao longo das bacias hidrográficas.



Figura 19 – Captações de água subterrânea utilizadas para rega, atividade industrial e consumo humano nas bacias hidrográficas do rio Vizela (em cima) e do rio Leça (em baixo).

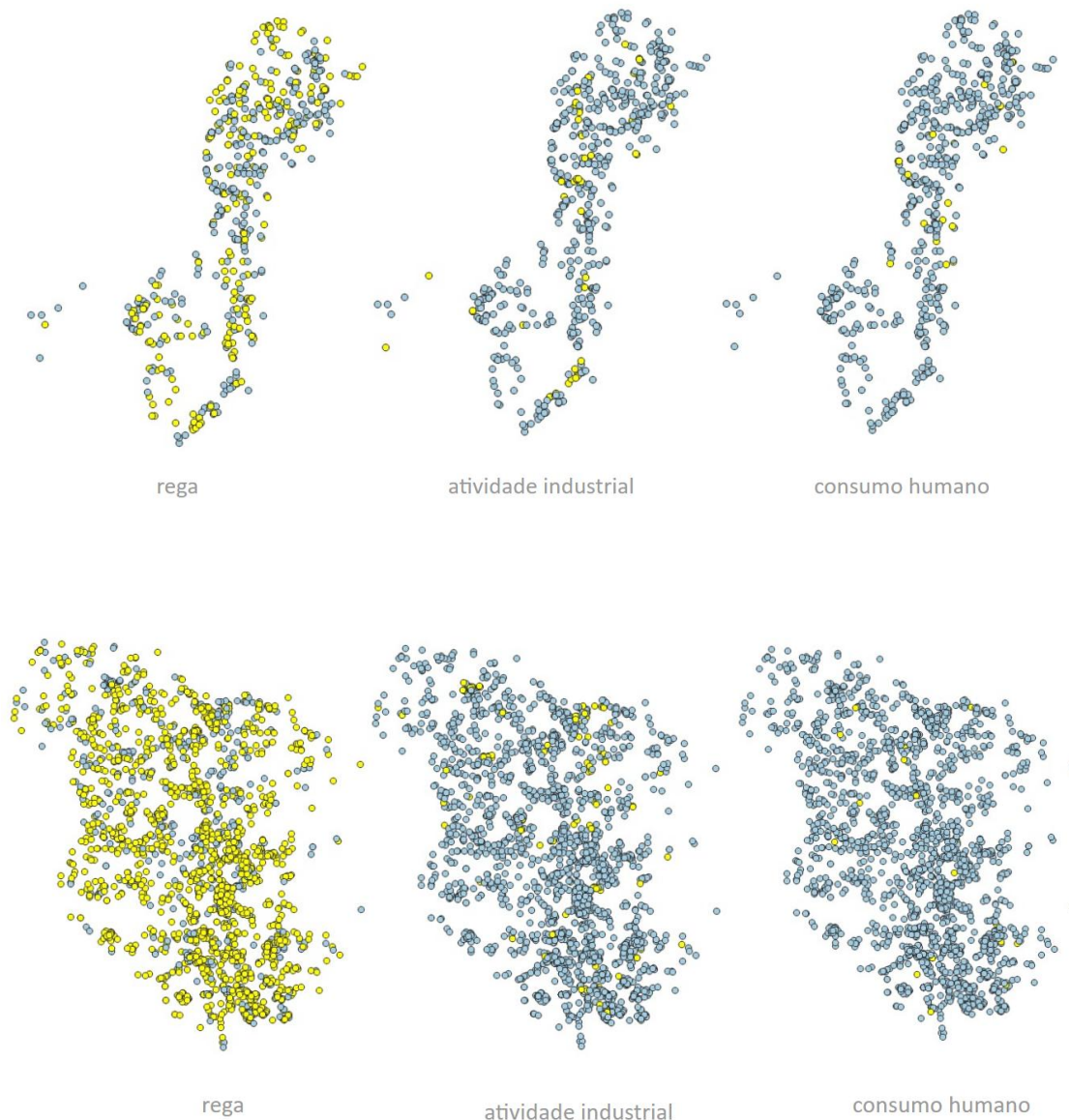


Figura 20 - Captações de água subterrânea utilizadas para rega, atividade industrial e consumo humano, nas bacias hidrográficas do rio Antuã (em cima) e do rio Cértima (em baixo).

Observando as figuras acima representadas percebe-se que as captações de água subterrânea que possuem licença de utilização para rega se encontram distribuídas em grande quantidade por toda a área de cada bacia hidrográfica. Já as captações de água subterrânea utilizadas para a atividade industrial e consumo humano, para além de se encontrarem em menor quantidade, encontram-se dispersamente distribuídas, à exceção da bacia hidrográfica do rio Leça. Nesta bacia as captações de água subterrânea destinadas ao consumo humano, registam uma maior concentração na área nordeste (NE) da bacia.

### 5.3 Análise da rede de abastecimento público

Na segunda fase da metodologia, visto não ser possível realizar a sobreposição de dados utilizando-se a rede de abastecimento público em baixa, procedeu-se à sobreposição das captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público com as captações de água subterrânea identificadas anteriormente (Figuras 21 e 22).

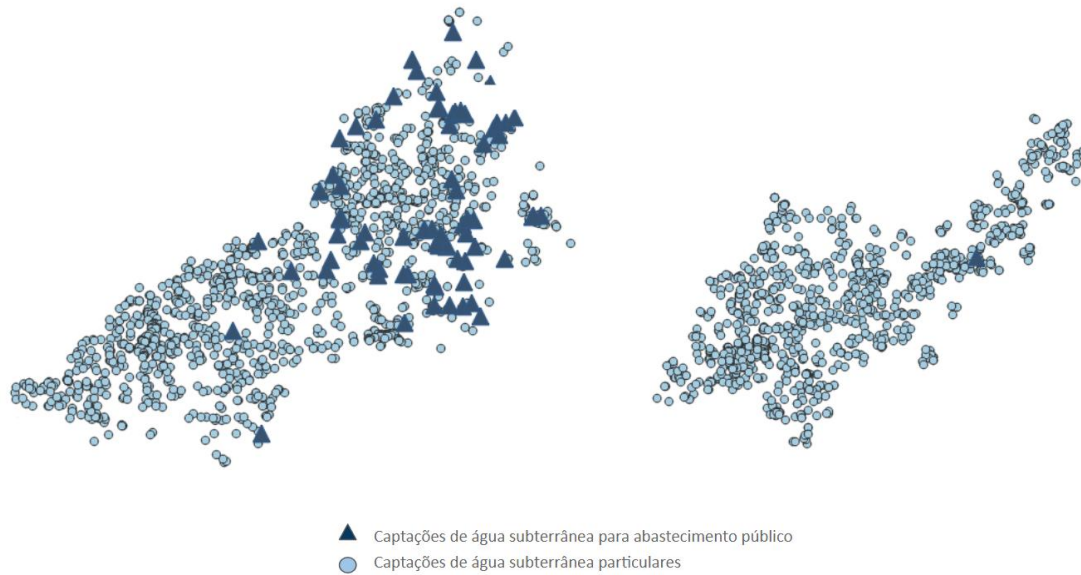


Figura 21 - Captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público nas bacias hidrográficas do rio Vizela (à esquerda) e do rio Leça (à direita).

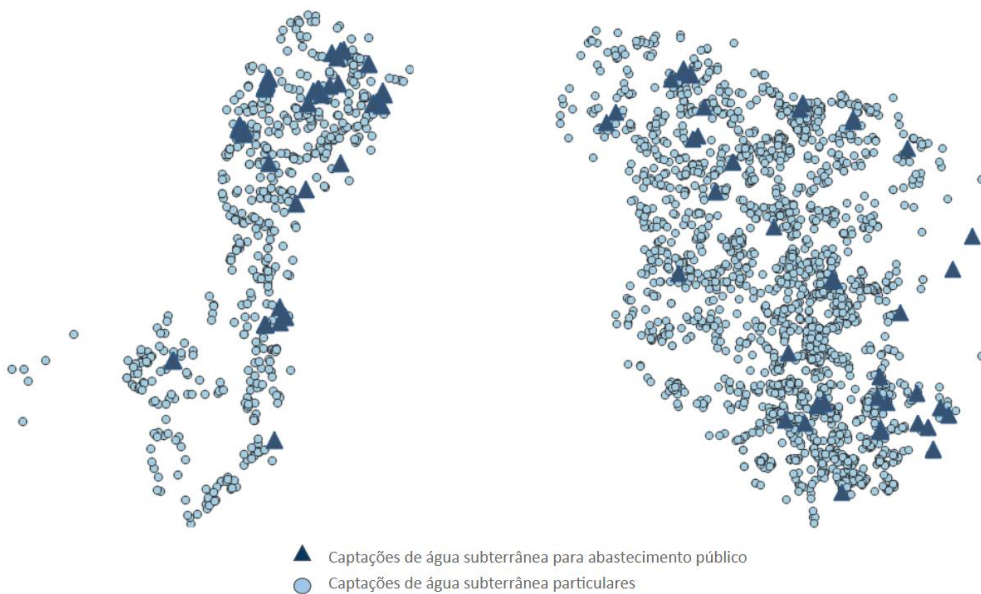


Figura 22 - Captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público nas bacias hidrográficas do rio Antuã (à esquerda) e do rio Cértima (à direita).

Através das figuras acima representadas não é possível analisar o que seria pretendido, no entanto é possível observar a distribuição das captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público, nos quatro casos de estudo. Percebe-se que em algumas zonas das bacias existe uma maior concentração das captações anteriormente mencionadas, o que pode ser sinónimo da existência de uma maior urbanização. As áreas das bacias em que não se registam captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público, como é o caso da bacia hidrográfica do rio Leça, não significa que elas não existam. Mas, devido à limitação na obtenção de dados, é possível que nem todas as referidas captações estejam representadas.

É também possível observar que em alguns casos a quantidade de captações de água subterrânea é bastante elevada tendo em conta a presença de captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público. No entanto, não é possível efetuar uma análise mais específica e pormenorizada, uma vez que não se sabe a quantidade de ramais que fazem parte da presente rede de abastecimento público nem a sua abrangência territorial.

#### **5.4 Análise da evolução da dispersão do edificado**

Na terceira fase da metodologia, selecionou-se uma área de cada bacia hidrográfica e analisou-se essa mesma área em dois anos diferentes, 2008 e 2018, através de imagens de satélite retiradas do GoogleEarth. Nas Figuras 23, 24, 25 e 26 encontram-se representadas todas as áreas analisadas, salientando-se os locais onde ocorreu construção de edificado no período selecionado. Igualmente representadas nas imagens, encontram-se as captações de água subterrânea existentes em cada um dos períodos.





- Captações de água subterrânea em 2008
- Captações de água subterrânea em 2018
- Construção de edificado

Figura 23 - Dispersão do edificado e das captações de água subterrânea, numa área da bacia hidrográfica do rio Vizela.



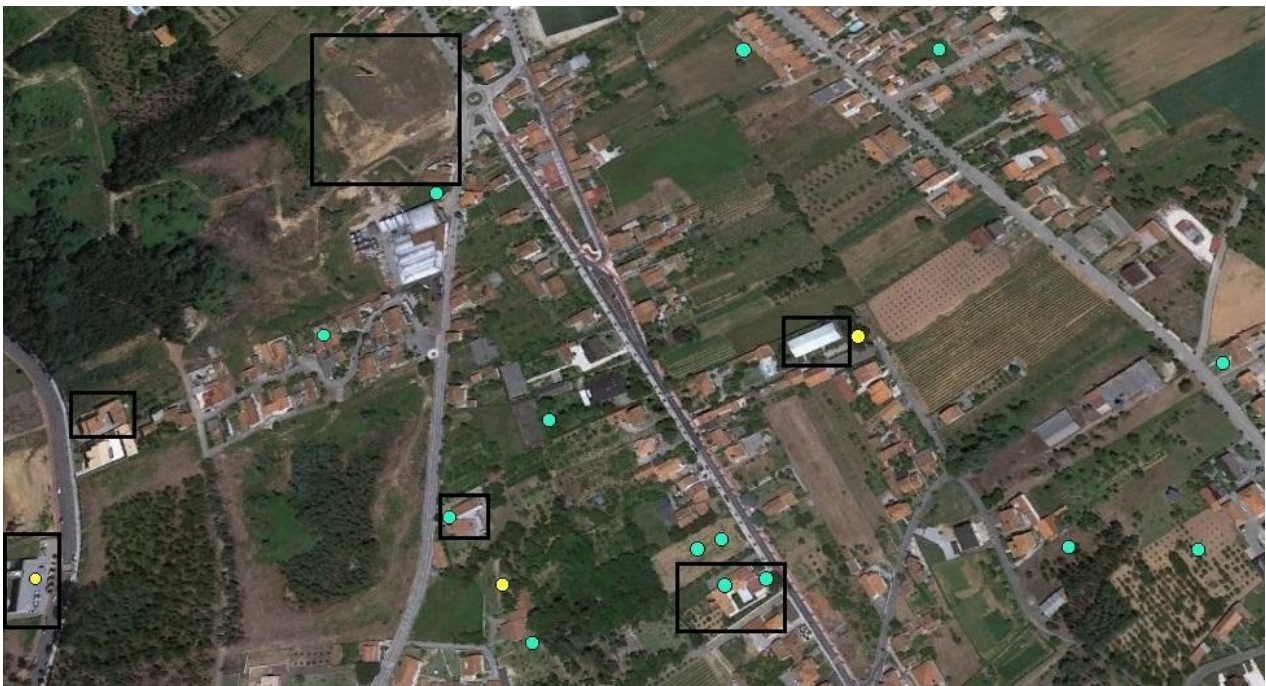
- Captações de água subterrânea em 2008
- Captações de água subterrânea em 2018
- Construção de edificado

Figura 24 - Dispersão do edificado e das captações de água subterrânea, numa área da bacia hidrográfica do rio Leça.



- Captações de água subterrânea em 2008
- Captações de água subterrânea em 2018
- Construção de edificado

Figura 25 - Dispersão do edificado e das captações de água subterrânea, numa área da bacia hidrográfica do rio Antuã



- Captações de água subterrânea em 2008
- Captações de água subterrânea em 2018
- Construção de edificado

Figura 26 - Dispersão do edificado e das captações de água subterrânea, numa área da bacia hidrográfica do rio Cértima

Observando as imagens de satélite é possível perceber que entre 2008 e 2018 a dispersão do edificado é notória em determinadas zonas das áreas analisadas. Esta dispersão revela-se mais clara na área pertencente à bacia hidrográfica do rio Vizela, uma vez que se regista o desaparecimento de áreas verdes para dar lugar a construções, sejam elas de carácter habitacional ou industrial. Na área pertencente à bacia hidrográfica do rio Leça, não se registam grandes alterações ao nível da dispersão do edificado. No entanto, importa salientar que a área de urbanização apresenta-se de forma organizada, o que demonstra a existência de um planeamento territorial mais evidente que os restantes casos de estudo. Na área pertencente à bacia hidrográfica do rio Antuã, a dispersão do edificado é considerada pouco significativa, o mesmo não se verifica na área pertencente à bacia hidrográfica do rio Cértima, onde se regista uma maior alteração do edificado comprovada não só pela sua dispersão mas também pela sua demolição.

Quanto à evolução da dispersão das captações de água subterrânea, não se observa um acompanhamento nítido relativamente à dispersão do edificado, uma vez que as captações registadas em 2018 surgem em lugares onde já existia edificado e não em lugares onde surgiu nova edificação. É também possível observar que as captações de água subterrânea se encontram maioritariamente associadas a campos agrícolas e a zonas industriais.



## 6. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Tendo por base a breve revisão de literatura, apresentada no segundo capítulo, constata-se que as águas subterrâneas são o recurso hídrico mais valioso e, por conseguinte, o mais vulnerável. Percebe-se que existe uma consciencialização da importância da proteção das águas subterrâneas, mas a dificuldade em alcançá-la é um desafio constante. Verifica-se, também, que a proteção das águas subterrâneas se encontra interrelacionada com o ordenamento do território, salientando o uso do solo como sendo aquele que exerce maior pressão sobre estas massas de água. Entre os diversos usos do solo a agricultura é referida como aquela que mais utiliza a água subterrânea.

No enquadramento legislativo da água, apresentado no terceiro capítulo, encontra-se prevista a proteção da água no seu geral, da qual fazem parte os recursos hídricos subterrâneos. No entanto, quando analisado o enquadramento legislativo do edificado, percebe-se que este aborda alguns aspetos referentes à proteção de recursos, no qual se incluem as águas, mas não contempla critérios específicos que prevejam a proteção dos recursos hídricos subterrâneos aquando da construção de edificado. Uma vez que os usos do solo estão diretamente associados à utilização de água subterrânea, é essencial que a proteção deste recurso seja tida em conta em todas as atividades que fazem uso do território, sendo uma delas a construção de edificado.

Relativamente aos resultados obtidos, apresentados no quinto capítulo, verifica-se que o número de captações de água subterrânea tem vindo a registar um aumento significativo ao longo dos anos, o que seria de prever tendo em conta o aumento populacional. Verifica-se também que a maior parte destas captações se concretiza através de furos, uma vez que a construção destes se torna mais fácil, além de que ocupam menos espaço. Quanto às utilizações associadas às captações de água subterrânea, constata-se que a rega é sem dúvida a utilização mais frequente, ajudando a comprovar a influência da agricultura, seja ela intensiva ou de subsistência, na utilização de água subterrânea.

Quanto à análise da rede de abastecimento público, devido à dificuldade na obtenção de dados, não foi possível realizar a análise pretendida. No entanto, é possível perceber que em alguns casos a quantidade de captações de água subterrânea é bastante elevada tendo em conta a presença de captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público. Contudo não é possível efetuar uma análise mais específica e pormenorizada, uma vez que não se sabe a quantidade de ramais que fazem parte da presente rede de abastecimento público nem a sua abrangência territorial. Relativamente aos resultados referentes à análise da dispersão do edificado verifica-se que em algumas zonas esta dispersão é notória, embora o mesmo não

aconteça com as captações de água subterrânea. No entanto, importa salientar que as imagens analisadas apenas representam uma fração muito pequena da área total de cada bacia hidrográfica em estudo. Desta forma não é possível retirar uma conclusão específica quanto à existência de um acompanhamento das captações de água subterrânea relativamente à dispersão do edificado.



## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 7.1 Conclusões

A presente dissertação teve como objetivo principal perceber até que ponto o licenciamento de captações de água subterrânea está a contribuir para o aumento da dispersão do edificado. Neste sentido, a revisão de literatura permitiu perceber de que forma a relação entre as águas subterrâneas e o ordenamento do território é abordada pela comunidade científica. Constatou-se que a proteção das águas subterrâneas é um assunto que necessita de especial atenção, tendo em conta o aumento da pressão territorial que se tem vindo a registar devido ao crescimento populacional. Se por um lado se verifica que as águas subterrâneas são de especial valor para a sobrevivência humana e de todos os ecossistemas, por outro verifica-se que as atividades antrópicas que intervêm no uso e ocupação do solo exercem uma pressão cada vez maior sobre este recurso hídrico subterrâneo. A agricultura é referida como o uso do solo que mais utiliza as massas de água subterrânea, para além de ter um peso bastante elevado nas questões relativas à poluição provocada pelo uso de fertilizantes químicos e pesticidas. É no sentido de controlar os usos e a ocupação do solo, que o ordenamento do território entra com um papel fundamental na proteção das águas subterrâneas.

Para além da revisão de literatura, a análise da legislação em vigor é, também, uma peça fundamental para perceber de que forma a proteção das águas subterrâneas se articula com o ordenamento do território, mais especificamente com a construção de edificado. Foi possível perceber que, no enquadramento legislativo da água, encontra-se prevista a proteção da água no seu geral, da qual faz parte os recursos hídricos subterrâneos. No entanto, o enquadramento legislativo do edificado aborda alguns aspetos referentes à proteção de recursos, no qual se incluem as águas, mas não contempla critérios específicos que prevejam a proteção dos recursos hídricos subterrâneos aquando da construção de edificado. Desta forma considera-se importante que a legislação em vigor evolua no sentido de integrar critérios específicos que prevejam a proteção das águas subterrâneas nos processos de edificação.

No que concerne aos resultados obtidos, através da metodologia aplicada nos casos de estudo, percebe-se que há um aumento significativo do número de captações de água subterrânea ao longo do tempo, sendo a maior parte das captações concretizadas através de furos. Constatou-se, ainda, que a maior parte das captações são utilizadas para rega, o que vai de encontro à utilização de água subterrânea na agricultura, referida nas conclusões relativas à revisão de literatura. Quanto à evolução da dispersão do edificado, nos casos de estudo, verifica-se que essa dispersão não ocorre a par da dispersão das captações de água subterrânea. No entanto, não é possível concluir que o licenciamento de captações de água subterrânea não está a contribuir

para o aumento da dispersão do edificado, uma vez que as imagens analisadas apenas representam uma fração muito pequena da área total de cada bacia hidrográfica em estudo.

## **7.2 Recomendações**

Para a obtenção de uma resposta mais concreta à questão enunciada no capítulo introdutório, considera-se que a metodologia aplicada seria um excelente princípio caso tivesse sido possível obter os dados na sua íntegra e se, relativamente à análise da evolução da dispersão do edificado, as bacias hidrográficas fossem analisadas na sua totalidade e não apenas em algumas áreas. No entanto, as bacias hidrográficas apresentam áreas de grande dimensão dificultando o manuseamento de dados e obtenção de imagens com qualidade suficiente para permitir uma boa análise e observação.

Atendendo às dificuldades acima referidas, recomenda-se que num trabalho futuro se proceda à análise da abrangência territorial da rede de abastecimento público, não realizada no presente estudo, para que se torne possível relacionar as captações de água subterrânea existentes com a abrangência dos ramais pertencentes à referida rede. Desta forma seria possível perceber se existem captações de água subterrânea a serem utilizadas desnecessariamente, tendo em conta a distribuição da rede de abastecimento público. Quanto à análise da evolução da dispersão do edificado, o método poderá ser revisto e alterado, sendo uma das hipóteses analisar os alvarás associados aos processos de construção de uma dada área relacionando as datas dos alvarás com as datas do licenciamento das captações de água subterrânea para a mesma área.

## Referências Bibliográficas

Acutis, M., Alfieri, L., Giussani, A., Provolo, G., Di Guardo, A., Colombini, S., ...Fumagalli, M. (2014) - ValorE: An integrated and GIS-based decision support system for livestock manure management in the Lombardy region (northern Italy), In *Land Use Policy*, vol. 41, p. 149-162

Andrade, A.I.A.S.S., Stigter, T.Y. (2009) - Multi-method assessment of nitrate and pesticide contamination in shallow alluvial groundwater as a function of hydrogeological setting and land use, In *Agricultural Water Management*, vol. 96, p. 1751-1765

APA – ARH-Centro (2012) - Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na Região Hidrográfica 4 (RH4). Agência Portuguesa do Ambiente; Administração da Região Hidrográfica - Centro.

APA – ARH-Norte (2012) - Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (RH2). Relatório de Base. Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico da Região Hidrográfica. Agência Portuguesa do Ambiente; Administração da Região Hidrográfica - Norte.

Araújo, J. (2016) - Ordenamento do Território, disponível em: <http://knoow.net/ciencterravida/geografia/ordenamento-do-territorio/>

Barca, E., Passarella, G., Vurro, M., Morea, A. (2015) - MSANOS: Data-Driven, Multi-Approach Software for Optimal Redesign of Environmental Monitoring Networks, In *Water Resource Manage*, vol. 29, p. 619-644

Bosmans J., Beek L., Sutanudjaja E., Bierkens M., (2017) - Hydrological impacts of global land cover change and human water use, In *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 21, p. 5603-5626

Brink C., Zaadnoordijk W. J., Groenhof B., Bulterman R., Steinweg C., (2017) - REFLECT, a Decision Support System for Harmonizing Spatial Developments with Groundwater Resources, In *Water Resources Management*, vol 31, p. 1271-1281

Brown, S., Nicholls, R.J., (2015) - Subsidence and human influences in mega deltas: The case of the Ganges-Brahmaputra-Meghna, In *Science of Total Environmental*, vol. 527-528, p. 362-374

Costa, C. W., Reinaldo, L., Lollo, J.A., Santos, V. S. (2019) - Potentialforaquifercontaminationofanthropogenicactivityintherecharge area of the Guarani Aquifer System, southeast of Brazil, In *Groundwater for Sustainable Development*, vol. 8, p. 10-23

CS/04 – Instituto Português da Qualidade (IPQ) - Manual de boas práticas para a execução e exploração de furos de captação de águas subterrâneas, Caparica: Instituto Português da Qualidade, 2012. ISBN 978-972-763-132-2

De Maio, M., Minucci, F., Nocerino, G. (2010) - Evaluation of the groundwater global pollution risk: Relationships with Territorial Planning, In American Journal of Environmental Sciences, vol. 6 (2), p. 103-114

Di Guardo, A., Finizio, A. (2016) - A moni-modelling approach to manage groundwater risk to pesticide leaching at regional scale, In Science of the Total Environment, vol. 545-546, p. 200-209

Fidélis, T., Roebeling, P. (2014) - Water resources and land use planning systems in Portugal-Exploring better synergies through Ria de Aveiro, In Land Use Policy, vol. 39, p. 84-95

Freitas, L., Afonso, M. J., Pereira, A. J. S. C., Delerue-Matos, C., Chaminé, H. L. (2019) - Assessment of sustainability of groundwater in urban areas (Porto, NW Portugal): a GIS mapping approach to evaluate vulnerability, infiltration and recharge, In Environment Earth Sciences, vol. 78, p. 1-17

Grindlay, A. L., Lizárraga, C., Rodríguez, M. I., Molero, E. (2011) – Irrigation and territory in the southeast of Spain: evolution and future perspectives within new hydrological planning, In Transactions on Ecology and the Environment, ISSN 1743 – 3541, vol.150, p. 623-637

Hu, Y., Moiwo, J.P., Yang, Y., Han, S., Yang, Y. (2010) - Agricultural water-saving and sustainable groundwater management in Shijiazhuang Irrigation District, North China Plain, In Journal of Hydrology, vol. 393, p. 219-232

Jago-on, K.A.B., Kaneko, S., Fujikura, R., (...), Lee, B., Taniguchi, M. (2009) - Urbanization and subsurface environmental issues: An attempt at DPSIR model application in Asian cities, In Science of the Total Environment, vol. 407, p. 3089-3104

Martinez-Graña, A.M., Goy y Goy, J. L., Gutiérrez, I.B., Cardeña, C.Z. (2014) - Characterization of environmental impact on resources, using strategic assessment of environmental impact and management of natural spaces of “Las Batuecas-Sierra de Francia” and “Quilamas” (Salamanca, Spain), In Environ Earth Sci, vol. 71, p. 39-51

Medzini, A., Wolf, A. T. (2004) - Towards a Middle East at peace: hidden issues in Arab-Israeli hydropolitics, In International Journal of Water Resources Development, ISSN 0790-0627, vol. 20, p. 193-204

ONU - Organização das Nações Unidas (2014) Perspetivas da urbanização mundial: uma revisão de 2014. Departamento de Assuntos Económicos e Sociais, Divisão das Nações Unidas para a População, Departamento dos Assuntos Económicos e Sociais, Nova York

Pachés, M., Romero, I., Hermosilla, Z., Martínez-Guijarro, R. (2012) - PHYMED: An ecological classification system for the Water Framework Directive based on phytoplankton community composition, In *Ecological Indicators*, vol. 18, p. 15-23

Russo, S.L., Taddia, G. (2009) - Groundwater in the Urban Environment: Management Needs and Planning Strategies, In *American Journal of Environmental Sciences*, vol. 5 (4), p. 494-500

Saurí, D., Moral, L. (2001) - Recent development in Spanish water policy. Alternatives and conflicts at the end of the hydraulic age, In *Geoforum*, vol. 32, p.351-362

Stigter, T.Y., Ribeiro, L., Dill, A.M.M.C. (2006) - Evaluation of an intrinsic and a specific vulnerability assessment method in comparison with groundwater salinisation and nitrate contamination levels in two agricultural regions in the south of Portugal, In *Hydrogeology Journal*, vol. 14, p. 79-99

## **Legislação**

Decreto-Lei n.º 80/2015 de 14 de maio. Diário da República n.º 93 – I Série. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa

Decreto-Lei n.º 130/2012 de 22 de junho. Diário da República n.º 120 - I Série. Ministério da Agricultura , do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa

Decreto-Lei n.º 226-A/2007 de 31 de maio. Diário da República n.º 105 - I Série. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa

Decreto-Lei n.º 382/99 de 22 de setembro. Diário da República n.º 222 - I Série-A. Ministério do Ambiente. Lisboa

Decreto-Lei n.º 555/99 de 16 de dezembro. Diário da República - I Série-A. Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território. Lisboa

Lei n.º 31/2014 de 30 de maio. Diário da República n.º 104 - I Série. Assembleia da República. Lisboa

Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro. Diário da República n.º 249 - I Série-A. Assembleia da República. Lisboa