



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## ORDENAMENTO, GESTÃO TERRITORIAL E GESTÃO DA ÁGUA

Alterações de uso e ocupação do solo e impacte  
na qualidade da água para abastecimento

Exemplo de Castelo do Bode: da política de ordenamento à análise prática.

Maria VALE<sup>1</sup>; Rui REIS<sup>2</sup>; Raquel MIRANDA<sup>3</sup>; Cláudia. M. d. S. CORDOVL<sup>4</sup>; António G. BRITO<sup>5</sup>

*<sup>1</sup> Doutora/Investigadora, Direção-Geral do Território, mvale@dgterritorio.pt*

*<sup>2</sup> Doutor/Investigador, Direção-Geral do Território, rui.reis@dgterritorio.p*

*<sup>3</sup> Geógrafa/Investigadora, raquelmiranda@sapo.pt*

*<sup>4</sup> Professora/Investigadora, Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia LEAF, cms@isa.ulisboa.pt*

*<sup>5</sup> Professor/Investigador, Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia LEAF, agbrito@isa.ulisboa.pt*

### RESUMO

A gestão do território está intimamente ligada à gestão da água. Portugal fez recentemente a revisão normativa relativa à política de ordenamento do território e à gestão territorial.

Neste trabalho passamos em revista as estratégias conceptuais definidas para a gestão eficiente do espaço e dos recursos hídricos procurando, com base na experiência de trabalho de duas décadas adquirida sobre a sub-bacia de Castelo do Bode, fazer uma análise das transformações de ocupação do solo integrando as transformações induzidas pelos recentes incêndios sofridos no ano de 2017 que acrescentam um risco substantivo para a deterioração da qualidade da água bruta.

A abordagem apresentada é em particular relevante para actualizar o conhecimento sobre a relação entre a actividade humana, em particular a actividade agroflorestal, o risco de incêndio e as suas consequências, no que respeita à gestão e balanços de azoto e fósforo.

Subjacente à monitorização e gestão equilibradas da água e do espaço, surge o tema da gestão de informação. A harmonização da informação georreferenciada de base e temática, é útil sobretudo para a partilha de informação e para a disseminação de resultados num contexto Europeu.

Finalmente sistematizam-se as contribuições para o ordenamento do território português na sua relação com a gestão e preservação de reservas de água para abastecimento.

Este trabalho revela-se fundamental para perceber o problema global tal como ele surge na realidade portuguesa e acrescentar equidade e eficácia na gestão do investimento e na aplicação de fundos comunitários associados aos diferentes interesses de desenvolvimento públicos e privados aplicados no território português e na gestão da água, promovendo uma política eficiente de gestão por forma a conseguir um efectivo crescimento.

**Palavras-chave:** Água; Azoto; Informação; Ordenamento; Território; Qualidade.

**Tema: 1 - Gestão de recursos hídricos e bacias hidrográficas**



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## **1. INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento de um país e o seu crescimento económico têm de integrar nas estratégias que acolhem a gestão integrada do espaço e dos recursos que este disponibiliza.

A gestão do território e afectação do uso e ocupação do solo deve integrar o problema da afectação de recursos hídricos a cada actividade e estimar retornos ao meio hídrico em quantidade e qualidade por forma a garantir uma gestão articulada no espaço e no tempo do modelo de desenvolvimento com a gestão eficiente da água.

Tendo presente esta necessidade de associação entre gestão territorial e a gestão da água há que enquadrar estratégias de desenvolvimento nos quadros normativos que regulamentam o exercício das duas actividades e paralelamente ponderar a distribuição de custos e benefícios entre o estado e os particulares.

Porque a preservação intergeracional de reservas de água potável é fundamental e obrigação do Estado Português inscrita na constituição, e porque este é um problema central à gestão da água, centra-se a abordagem nas implicações que decorrem de estratégias de desenvolvimento com implicações nas reservas de água de um país. Escolhe-se por isso como área de aplicação ao caso português a mais relevante captação de água de Portugal Continental: a captação de Castelo do Bode.

Faz-se uma análise da ocupação territorial da bacia drenante para Castelo de Bode, quer em termos de ocupação efectiva quer em termos dos modelos de desenvolvimento aprovados para a região e consolidados nos Instrumentos de Gestão Territorial em vigor, em Planos e Programas, muitas vezes associados a investimentos na região. Mostra-se ainda a importância de a relacionar com os parâmetros associados a monitorização de qualidade.

A bacia em estudo tem sofrido alterações de uso ao longo dos anos com os consequentes impactos no solo em termos de matéria orgânica e suas características físicas, nomeadamente a drenagem, que afecta directamente a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Neste processo de deterioração de qualidade destacam-se em particular o azoto e o fósforo, dois nutrientes essenciais à produção agrícola, mas com necessidade de atenção especial no que toca aos seus impactes na qualidade da água bruta destinada ao abastecimento.

Porque o território continental português sofreu no ano de 2017 os mais graves incêndios florestais com mais de 400 mil hectares de área ardida, procura-se integrar na análise o fenómeno dos incêndios e seu impacto na qualidade da água. Este risco de deterioração da qualidade das águas superficiais (matéria de estudos nos projectos Nitroportugal e Forland) está associado ao aumento do escoamento superficial, que arrasta consigo os materiais ardidos contendo nutrientes como azoto e fósforo e outros elementos cuja presença excessiva na água é indesejável.

## **1. QUADRO REGULAMENTAR PARA A GESTÃO DA ÁGUA E DO ESPAÇO**

### **1.1. O Quadro regulamentar associado à gestão do Espaço**

A gestão do espaço é fundamental estar bem articulada com a gestão de reservas de água potável. Uma das atribuições do estado, delegadas na Direção-Geral do Território (DGT) é acompanhar e avaliar o funcionamento do Sistema de Gestão Territorial (SGT) e propor as medidas necessárias ao seu aperfeiçoamento.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

O SGT, tal como se encontra atualmente estatuído, é a base da política de ordenamento do território e de urbanismo e está organizado em três âmbitos territoriais - o nacional, o regional e o municipal que comunicam entre si.

Este sistema equer coordenação entre as diversas políticas com incidência territorial e entre estas e a política de ordenamento do território e urbanismo, assegurada pelas entidades responsáveis pela sua elaboração e aprovação, implementação, monitorização avaliação e revisão (Vale, M.J. 2007).

O acompanhamento e a avaliação da política de ordenamento tem como objetivo identificar problemas, deficiências e disfunções quer ao nível normativo, quer ao nível institucional e organizacional, quer ainda ao nível funcional e operativo que obstem a uma eficiente gestão territorial, permitindo, por sua vez, a adoção de medidas com vista à sua correção.

O ordenamento do território é concretizado num conjunto de diplomas que vão desde a Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo – LBPPSOTU - Lei nº.31/2014, de 30 de maio, que estabelece as bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo, documento de base, e que se consolidam num conjunto bastante alargado de diplomas, desde logo aquele aprova a revisão do Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial, o Decreto-Lei nº. 80/2015, de 14 de Maio.

Este diploma determina a substituição da figura dos planos especiais que até aí vinculavam entidades públicas e particulares por programas especiais igualmente elaborados pela administração central, menos explícitos em matéria de zonamento e afectação do espaço. Referem-se a recursos de relevância nacional com repercussão territorial, estabelecendo, exclusivamente, regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais. Continuam a ter por objeto as albufeiras de águas públicas e os seus objectivos centrais são: a) A salvaguarda de objetivos de interesse nacional com incidência territorial delimitada; b) A garantia das condições de permanência dos sistemas indispensáveis à utilização sustentável do território.

Estes programas têm como conteúdo material estabelecer regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais e o regime de gestão compatível com a utilização sustentável do território, através do estabelecimento de ações permitidas, condicionadas ou interditas, em função dos respectivos objetivos. Devem as normas que estabelecem ações permitidas, condicionadas ou interditas, relativas à ocupação, uso e transformação do solo, ser integradas nos planos territoriais, nos termos do n.º 5 do artigo 3.º, vinculando desde modo também os particulares.

Estabelecem estes programas que as normas de gestão das respetivas áreas abrangidas, nomeadamente, as relativas à circulação de pessoas, veículos ou animais, à prática de atividades desportivas ou a quaisquer comportamentos suscetíveis de afetar ou comprometer os recursos ou valores naturais a salvaguardar podem ser desenvolvidas em regulamento próprio, nas situações e nos termos que o programa admitir.

A elaboração do programa é da responsabilidade da administração central. As normas dos programas especiais que procedam à classificação ou à qualificação do uso do solo são nulas (artigo 44, nº6 do mesmo diploma), ainda que o uso do solo tenha impacto direto na qualidade do solo e da água.

Paralelamente, a classificação do solo é estabelecida pelo Decreto Regulamentar nº15/2015, de 19 de agosto: pretendendo este diploma estabelecer os critérios uniformes de classificação e reclassificação do solo, de definição de utilização dominante, bem como das categorias relativas ao solo rural e urbano, aplicáveis a todo o território nacional.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

Aos instrumentos de planeamento Municipal somam-se outros relevantes nesta abordagem de que destacamos os Planos Regionais de Ordenamento Florestal- PROF, que na área de estudo integram o PROF do Pinhal Interior Norte (o concelho de Pedrogão Grande, e Figueiró dos Vinhos); PROF do Pinhal Interior Sul (concelhos da Sertã e de Vila de Rei); PROF do Ribatejo (que abrange os concelhos de Abrantes, Ferreira do Zêzere, Sardoal e Tomar).

A integração da gestão do risco no ordenamento territorial é prevista no âmbito do Plano Setorial de Prevenção e Redução de Riscos (PSPRR, Despacho n.º 15682/2012, de 10 de dezembro), cuja elaboração se encontra em curso, é um instrumento de gestão territorial que pretende definir a estratégia nacional integrada para prevenção e redução de riscos, em articulação com as orientações contidas no Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT).

A par desta pequena síntese de diplomas que, no âmbito deste trabalho se entendeu como relevante citar, constam ainda inúmeras normas que regulamentam directa ou indirectamente o uso e a afectação do espaço de entre as quais se referem todas as Servidões e Restrições de Utilidade Pública e que integram o domínio hídrico, público ou privado, a Reserva Ecológica Nacional e a Reserva Agrícola Nacional.

Percebe-se desta exposição a complexidade de que se reveste a gestão territorial a dificuldade que traduz em definir com rigor potencialidades de desenvolvimento efectivo para uma região sejam elas de desenvolvimento turístico, urbano ou de preservação ambiental ordenada que, bem percebemos, também requer investimento.

Articular, neste quadro, desenvolvimento, equacionando crescimento económico, preservação ambiental com equidade e justiça distribuindo custos e benefícios de forma equilibrada entre proprietários e cidadãos, percebendo o quadro de distribuição de responsabilidades entre privados e o estado, é efectivamente difícil. Mais difícil ainda quando estamos em presença deste complexo quadro normativo que corre a para de outro igualmente complexo, relativo à gestão da água, que se expõe no ponto seguinte.

## **1.2. Quadro regulamentar associado à gestão da água**

A gestão da água condiciona fortemente, o desenvolvimento de cada país. Um quadro normativo disperso e complexo pode tornar menos claros os requisitos de gestão e ser difícil de implementar. As políticas comunitárias devem articular-se com as nacionais e carecem de acompanhamento para evitar situações de stress hídrico e custos de recuperação incompressíveis.

Entre os diplomas mais relevantes em matéria de política de gestão da água contam-se Directiva Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE), DQA, transposta para o quadro normativo português pela Lei da Água, a Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, e pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março, e diplomas complementares.

A DQA e os diplomas que estão na base da sua transposição têm por objectivo proteger e recuperar a qualidade das massas de água, garantir uma gestão sustentada deste recurso, tentando ponderar as diferentes realidades do conjunto dos países da UE.

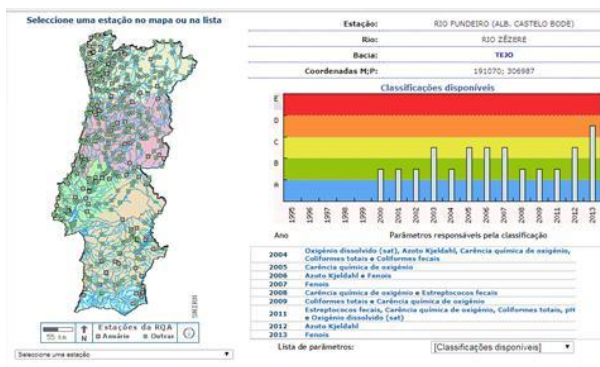
Cada Estado face às limitações financeiras que este objectivo acarreta, deverá definir prioridades de preservação e recuperação de massas de água. Não deve colocar no mesmo plano a recuperação de qualidade de água num estuário com a recuperação /preservação de qualidade de uma captação para abastecimento publico. Concretamente, Castelo de Bode encerra uma captação para abastecimento que abastece quase um quarto da população portuguesa sendo por isso fundamental garantir o cumprimento dos requisitos de qualidade nesta bacia.

As obrigações de preservação e melhoria da qualidade associadas a águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano estão estabelecidas no DL nº236/98 de 1 de agosto, procurando garantir desta forma a sobrevivência e a saúde da população que dela depende.<sup>1</sup> Prevê este mesmo diploma a existência de uma Comissão de Acompanhamento que acompanhe a situação de facto e proponha os ajustamentos necessários por forma garantir cumprimento do objectivo sério de preservação de qualidade.

Cumprir esta obrigação exige uma articulação exemplar entre o poder nacional- Governo e administração central- com a administração regional e local. Percebe-se que um quadro normativo complexo requer simplificação ao nível operacional para que se torne efectivo e que todas as suas incoerências possam em tempo ser ajustadas.

O quadro.1 traduz as exigências de qualidade de água bruta de uma água para abastecimento para o conjunto de parâmetros em estudo.

Parâmetro	Classificação da massa de água superficial					
	A1		A2		A3	
	VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA
Ph (escala de Sorensen)	6,5-8,5		5,5-9,0		5,5-9,0	
Cor (escala Pt-Co)	10	20	50	100	50	200
SST (mg/l)	25	-	-	-	-	-
Temperatura (oC)	22	25	22	25	22	25
Condutividade (mS/cm, 20oC)	1000	-	1000	-	1000	-
Cheiro (Factor de diluição, a 25oC)	3	-	10	-	20	-
Nitratos (mg/l)	25	50	-	50	-	50
Azoto Kjeldahl (mg/l N)	1	-	2	-	3	-
Azoto amoniacal (mg/l NH4)	0,05	-	1,0	1,50	2,00	4,00
Fosfatos (mg/l P2O5)	0,4	-	0,7	-	0,7	-
CQO (mg/l O2)	-	-	-	-	30	-
CBOs a 20oC (mg/l O2)	3	-	5	-	7	-
Oxigénio dissolvido (% sat.)	70	-	50	-	30	-
Pesticidas totais	1,0	-	2,5	-	5,0	-



**Figura 1.** Qualidade de águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano, DL 236/98 de 1 de agosto e evolução da classificação na estação de Rio Fundeiro, rio Zêzere, até 2013 (SNIRH, 2018).

Note-se que só em situações excepcionais se deverá manter o abastecimento, caso estes limites/exigências de qualidade sejam ultrapassados (qualidade inferior a A3).

A classificação ao longo dos últimos anos desta massa de água e os parâmetros de qualidade responsáveis por essa classificação podem ser consultados na página do SNIRH.

<sup>1</sup> Lembra-se aqui que a EPAL tem responsabilidade de garantir qualidade de água distribuída a partir da torre de captação e que, a preservação deste recurso e o desenvolvimento de todas as acções que condução à sua preservação em qualidade são cometidas ao estado.





7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

Para garantir que a qualidade se mantém dentro dos parâmetros exigidos torna-se imperativo monitorizar a qualidade da água dispondo de uma muito bem dimensionada rede de estações de monitorização, capaz de detectar qualquer desvio mal ele surja e de uma articulação perfeita entre as entidades que têm responsabilidades directas na transformação do uso e ocupação do solo na bacia drenante por forma a, de imediato, inverter qualquer projecto de alteração de uso do solo que possa comprometer a preservação de qualidade da água.

É, por isso, da maior relevância conhecer com rigor o que se passa nesta albufeira, como ela tem evoluído nas últimas décadas e que problemas enfrenta por forma a minimizar risco e os danos causados e garantir que cumpre os requisitos de qualidade. Percebendo que a população não sobrevive sem água para beber há que, nesta região da bacia do Tejo, agir com prudência para que esta reserva estratégica mantenha a sua função: dar água para beber à população de Portugal.

### **1.3. Gestão de informação e harmonização de dados**

Percebendo os inúmeros actores associados à gestão da bacia de Castelo do Bode, percebe-se que dispor de informação adequada à tomada de decisões é fundamental e tanto mais relevante quanto mais importante o tema a tratar e os consensos necessários para construir soluções que enquadrem as preocupações dos diferentes actores com interesses na região.

No caso da gestão da água trata-se de conseguir construir para os diferentes municípios, população, proprietários e investidores, soluções que promovam crescimento económico na região, melhorem as condições de vida e o rendimento das famílias locais, remunerem investimento, sem comprometer o abastecimento

Para que a informação possa ser pesquisada e integrada e sirva para gerar conhecimento é fundamental proceder à harmonização de dados recolhidos por entidades públicas ou privadas no quadro das suas atribuições ou relações com a administração pública ou com entidades com atribuições delegadas.

Os dados considerados integram altimetria, rede hidrográfica, rede viária, toponímia, Carta Administrativa de Portugal Continental, Carta de Ocupação do Solo; limites de bacias hidrográficas; CRUS (carta do regime de uso do solo), planos municipais de ordenamento do território, ortofotomapas e rede de estações de monitorização. Estes dados, bem estruturados e em conjunto, permitem perceber a evolução do desenvolvimento da região, quer em termos de ocupação quer em termos da sócioeconomia. Os dados relevantes foram harmonizados e respondem aos requisitos da Diretiva INSPIRE (Diretiva 2007/2/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de março de 2007) que pretende promover o acesso a dados georreferenciados, relativos aos diferentes países da UE, e necessários para suporte das políticas da UE que tenham impacto no ambiente (*in* <https://inspire.ec.europa.eu/about-inspire/563>). Os modelos de dados INSPIRE para os diferentes temas são especificados por esquemas aplicacionais INSPIRE (*application schemas*) (Exemplo para a hidrografia na figura 2) sendo usados posteriormente pelos programas de transformação entre modelos de dados (por exemplo o software HALE - Humboldt Alignment Editor).



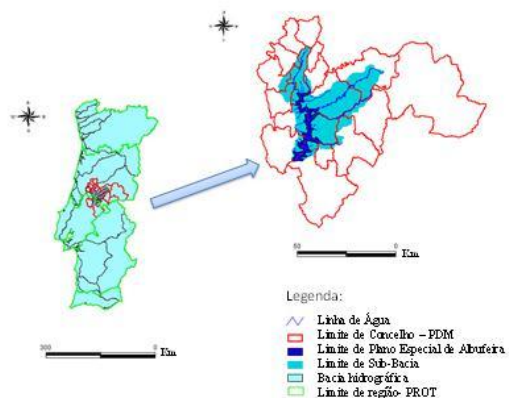
Os dados de ocupação de solo usados para a zona de estudo incluem a carta de ocupação de solo COS2010, caracterizada por uma distância mínima entre linhas de 20 metros e uma MMU (Minimum Mapping Unit) de 1 ha. A COS2010 usa uma nomenclatura hierárquica organizada em cinco níveis, com 225 classes no nível mais detalhado, e sendo o terceiro nível desta nomenclatura compatível com a nomenclatura CLC (Corine Land Cover). Usou-se também a cartografia de ocupação de solo Corine Land Cover (CLC2012) caracterizada por uma distância mínima entre linhas de 100 metros e uma MMU de 25 ha.

Todos os processos de análise podem ser repetidos à medida da actualização dos dados pelas diferentes entidades, por forma a manter uma base de conhecimento actualizada da região. A qualidade da informação assegura, em termos do rigor posicional, completude e adequabilidade da informação disponível, a sua adequação à elaboração de cenários por forma a articular os objectivos de desenvolvimento socioeconómicos e ambientais e de os integrar de forma coerente nos programas e planos de desenvolvimento aos diferentes níveis, nacional, regional e local.

## APLICAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO A CASTELO DO BODE

#### 1.4. Caracterização da bacia de estudo

A articulação entre as opções de planeamento tomadas na base deste modelo de gestão territorial revela-se bastante complexa (Vale, M.J. 2002). A figura 3. ilustra essa complexidade para a sub-bacia hidrográfica em estudo. Esta figura ilustra bem que o actual enquadramento legal associado ao ordenamento do território português requer uma maior coordenação e programação das actividades da administração pública e envolve a participação de múltiplas entidades públicas e privadas no processo de planeamento, gestão e acompanhamento, fundamentação técnica das opções tomadas em matéria de planeamento, responder ao direito à informação e à participação e no quadro das atribuições dadas a cada um dos interessados.

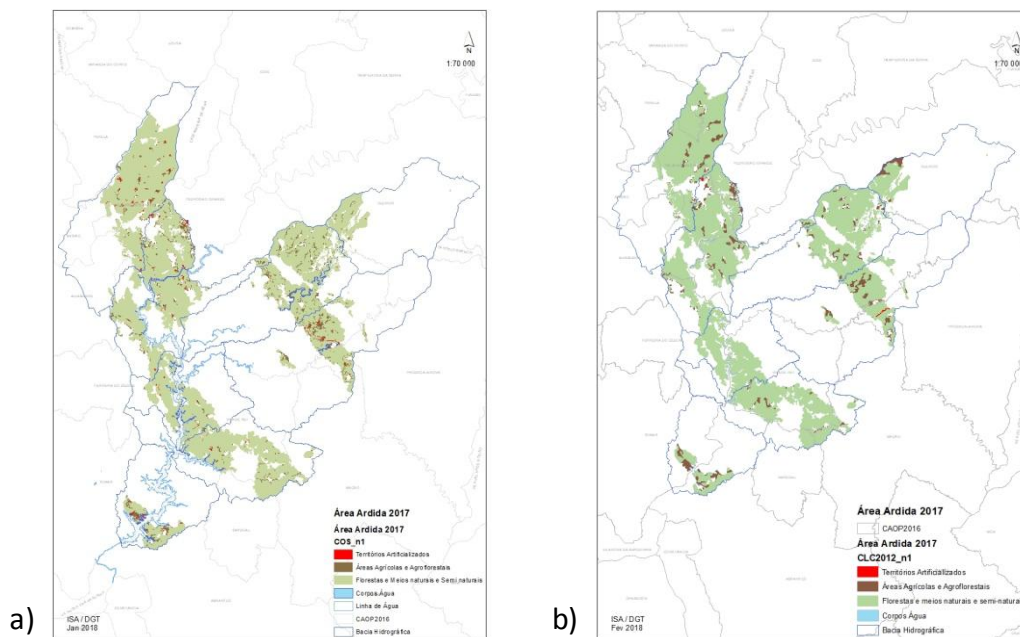


**Figura 3** - Articulação entre diferentes níveis de planeamento integrados no modelo de gestão territorial português.

## 2. GESTÃO DE RISCO: QUALIDADE DA ÁGUA E TERRITÓRIO

### 2.1. Monitorização da ocupação do solo a gestão da água: os fogos florestais

Conhecer como se distribuem a ocupação e os usos do solo na bacia de drenagem é fundamental para se perceber a distribuição de actividades e usos e para se estimarem os consumos e deposições de água, e, face à capacidade de sustentação, perceber os riscos associados à preservação da qualidade da água. A figura 4 mostra a distribuição da área da bacia pelas diferentes classes de ocupação de acordo com a informação disponível (COS 2010; Corine 2012, Vale et al, 2012, Vale et al 2014).



**Figura 4.** Análise das áreas ardidas em 2017: a) COS2010 e b) Corine 2012



O cruzamento desta informação com a delimitação da área percorrida por incêndios em 2017 permite perceber das alterações de área contabilizada para cada classe e sua distribuição pelos diferentes Municípios representados nesta bacia. A título de exemplo ilustra-se na figura 4, a distribuição de áreas ardidas na sub-bacia do Zêzere entre as Barragens da Bouçã e de Castelo de Bode.

A análise da distribuição destas áreas ardidas pelos concelhos que partilham entre si o plano de água, agregada pelas principais classes de uso, florestal, agrícola e artificializado é apresentada na figura 5, fazendo do mesmo modo a análise partindo destas duas cartas de uso do solo: a COS e o Corine.

Note-se a relevâncias das áreas ardidas na bacia de drenagem ainda que estas análises sejam estimativas da área que ardeu efectivamente. Atente-se nas diferenças encontradas, espectáveis face às diferentes regras de produção da COS e do CLC, designadamente de resolução, que afecta a contabilização das áreas agrícolas e de artificializados. É sempre útil ter presente que estas se constituem como estimativas e aproximações à verdade que carecem de verificação.



a) área calculada com base na COS2010 (DGT, 2014)      b) área calculada com base no CLC

**Figura 5.** Estimativas de áreas ardidas em 2017 por classe de ocupação do solo para os concelhos de Pedrogão Grande, Ferreira do Zêzere, Sertão, Vila de Rei, Tomar, Abrantes, Figueiró dos Vinhos e Sardoal: a) COS2010 e b) Corine 2012.

## 2.2. Impactos na qualidade da água: exemplo do Azoto e Fosforo

Os efeitos adversos dos incêndios florestais têm um impacto variável ao nível dos diversos compartimentos ambientais: solo, água, ar e biota

A intensidade do fogo apresenta uma relação directa com os impactos causados no ambiente. Um fogo de baixa intensidade pode fazer aumentar a temperatura da superfície do solo até 100 °C, podendo ser registada a 5 cm de profundidade a temperatura de 50 °C. Se o fogo for de elevada intensidade, então a temperatura da superfície do solo pode atingir os 700 °C, podendo ainda encontrar-se a 10 cm de profundidade uma temperatura de 250 °C (Neary et al., 1999). Uma das consequências dos incêndios florestais pode ser a perda de matéria orgânica do solo (MOS). De facto, a volatilização de compostos orgânicos começa entre os 100 e os 180 °C e, a 200 °C ocorre a decomposição de compostos resistentes como a hemicelulose e lenhina (González-Pérez et al., 2004).



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

Os incêndios florestais também podem resultar em mudanças estruturais na MOS, com as respectivas consequências na menor retenção de elementos pelos colóides do solo. Estes elementos tanto incluem nutrientes como o azoto e o fósforo, como micronutrientes e metais o que, a jusante, poderá chegar às águas superficiais por escoamento superficial ou às águas subterrâneas por lixiviação. No entanto, os incêndios também contribuem para a entrada de materiais orgânicos provenientes de materiais parcialmente queimados o que, a longo prazo pode até resultar em maior acumulação de MO nos solos, devido a deficiência de mineralização (Johnson e Curtis, 2001).

Normalmente, e independentemente da intensidade do fogo, existe um aumento significativo do azoto amoniacal, com consequente perda deste nutriente por volatilização e, caso as condições do meio favoreçam a nitrificação, perda de nitratos por lixiviação. Este aumento do azoto amoniacal deve-se essencialmente ao aumento da quantidade de plantas mortas e biomassa microbiana (Diaz-Ravina et al., 1996). Efectivamente, outra consequência dos incêndios florestais é o impacto da temperatura nos microorganismos do solo, que podem ser mortos entre os 50 e os 120 °C (DeBano et al., 1998).

A biomassa microbiana pode até ser completamente destruída na camada superficial do solo e levar muitos anos para recuperar os níveis pré-fogo (Fritze et al., 1993).

Neste contexto, em que, tanto a MOS como a biomassa microbiana foram total ou parcialmente destruídas, a desestruturação do solo leva necessariamente a uma redução da sua capacidade de adsorção de elementos e de infiltração da água. Após a ocorrência de um fogo forma-se no solo uma camada hidrofóbica e ocorrem alterações na porosidade, na capacidade de infiltração e no armazenamento da água, como consequência das mudanças estruturais ocorridas.

Com efeito, a ausência de vegetação e a recém adquirida depleção da estrutura do solo, promovem largamente a erosão que, seguindo a tendência natural de drenagem das bacias, acaba por levar às massas de água superficiais quantidades variáveis de nutrientes (ex. N e P) e compostos orgânicos provenientes das cinzas formadas pelo material vegetal consumido pelo fogo.

Não só é perdida a MOS e os correspondentes elementos mineralizados, mas também os compostos orgânicos resultantes da queima de espécies lenhosas se transformará, a seu tempo, em mais elementos minerais que potencialmente podem chegar às massas de água, aumentando assim a sua poluição. São de particular relevo o azoto, fósforo, micronutrientes e metais, bem como compostos orgânicos de que são exemplo os aromáticos policíclicos.

O efeito mais notório dos incêndios revela-se ao nível da flora, pela alteração ou eliminação parcial/completa da vegetação (manta morta, vegetação arbórea e arbustiva). Como resultado da perda da vegetação, o solo encontra-se mais exposto e com uma maior vulnerabilidade aos processos erosivos, nomeadamente de tipo erosão hídrica nas primeiras chuvas após o fogo.

O regime hidrológico é também afectado indiretamente pelas alterações ao nível da vegetação e solo, registando-se menor evaporação e sobretudo maiores volumes de escorrência superficial em área aridas face a áreas não aridas (Silva et al., 2016). Mais uma vez este impacto vai favorecer o escoamento superficial de nutrientes entre os quais se destacam o N e o P. Efectivamente, os incêndios florestais devem ser encarados como uma fonte de poluição difusa para as massas de água que se encontrem a jusante de zonas aridas, uma vez que são responsáveis pela produção e/ou remobilização de compostos com potencial tóxico, nomeadamente compostos aromáticos e os metais (Silva et al., 2016). Estas substâncias, a partir de determinadas concentrações, apresentam elevada toxicidade para os seres vivos, e têm um potencial de bioacumulação e elevada persistência ambiental (Silva et al., 2016).

Todas as substâncias pirolíticas, em que também se incluem os nutrientes N e P, podem atingir os sistemas aquáticos a jusante das áreas aridas, através de escorrências superficiais (outros meios de transporte incluem lixiviação e deposição atmosférica), comprometendo a qualidade da água e afetando o biota aquático (Silva et al., 2016). São exemplo, grupos particulares como o fitoplâncton, anfíbios e peixes.

Contudo, a re-vegetação de áreas queimadas ocorre espontaneamente, mas devem ser tomadas medidas para promover o crescimento das plantas para proteger os solos do risco aumentado de erosão após um incêndio, com as consequências negativas na qualidade da água, atrás apontadas. Promover a recuperação do coberto vegetal, que pode incluir herbáceas arbustivas e lenhosas, passa necessariamente pela reestruturação do solo o que, necessariamente, implica a reposição dos níveis de matéria orgânica no solo através de práticas de conservação.

Uma prática recomendável para uma recuperação a menor prazo poderá ser o uso de resíduos orgânicos, que não representem riscos acrescidos de potencial contaminação do solo e das águas, para promover o incremento da quantidade de MO no solo e fornecer nutrientes às espécies em crescimento (Cordovil et al., 2011).

Para além dos vários impactos dos incêndios florestais no solo e na água, destaca-se ainda a poluição atmosférica, causada pela emissão de gases tóxicos, tais como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, e de gases promotores de efeito de estufa, tais como dióxido de carbono, metano, óxido nitroso. A emissão de gases originará, em tempo e local variável, sob influência das condições climáticas, a deposição de elementos no solo e nas massas de água. O factor temperatura e o factor vento determinam fortemente esta deposição, podendo o efeito negativo ser sentido em zonas afastadas das zonas aridas.

Tendo em conta os futuros cenários de alterações climáticas, que prevêem uma maior duração da estação seca e o aumento das temperaturas de Verão extremas (IPCC 2013), é previsível que a ocorrência de incêndios florestais venha a aumentar, com óbvios prejuízos e impactos a vários níveis (Silva et al., 2016). Convém pois também ponderar as áreas a reflorestar articulando-as com outro tipo de ocupação do solo.

### **3. CONCLUSÕES**

Decorre do trabalho desenvolvido a percepção da complexidade da tarefa de gestão integrada do espaço e da água. Deparamo-nos actualmente com um quadro normativo



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

complexo, quer no que respeita às orientações comunitárias e sua articulação com a legislação portuguesa, quer no que se refere a crescente complexidade de diplomas associados ao ordenamento do território, em termos de uso e afectação do espaço e restrições impostas associadas a servidões e riscos ambientais.

Ilustrou-se a complexidade desta tarefa com a análise concreta do problema induzido pelos recentes incêndios, mostrando que é imperativo fazer a correta avaliação dos efeitos dos incêndios florestais nos sistemas aquáticos já que estes podem ser responsáveis por alterações drásticas e imediatas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas.

O uso florestal é contudo apenas uma das afectações do espaço na bacia drenante Percebe-se, na urgência de garantir uma efectiva preservação das reservas de água bruta para abastecimento, que há que melhorar a articulação normativa e a operacionalização das políticas de ordenamento e protecção ambiental, em que a harmonização de informação é fundamental. O trabalho conjunto de investigação aplicada em curso nos projectos Forland e em especial NitroPortugal são fundamentais para melhorar esta articulação normativa e operacional, tendentes a conseguir caminhar no sentido de uma maior eficácia de gestão da água e, no caso presente, de efectivo garante de protecção de reservas estratégicas de água como é o caso da albufeira do Castelo de Bode.

#### **4. AGRADECIMENTOS**

Agradecemos o financiamento concedido ao projecto NitroPortugal pelo programa H2020-TWINN-2015 Coordination & support action (nr 692331), e o financiamento do projecto FORLAND, concedido pela FCT que possibilitaram à equipa de projecto o desenvolvimento deste trabalho e às Direcção Geral do Território e Agência Portuguesa do Ambiente pelos dados que disponibilizam e que se revelam fundamentais à execução de toda a análise.

#### **5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Cordovil C M d S, A. de Varennes, R. Pinto, R.C. Fernandes (2011). Changes in mineral nitrogen, soil organic matter fractions and microbial community level physiological profiles after application of digested pig slurry and compost from municipal organic wastes to burned soils. *Soil Biology and Biochemistry* 43, 845-852. DOI: 10.1016/j.soilbio.2010.12.023
2. DeBano, L.F., Neary, D.G., Folliott, P.F., (1998). *Fire Effects on Ecosystems*. John Wiley & Sons, New York.
3. Díaz-Ravina, M., Prieto, A., Bååth, E., (1996). Bacterial activity in a forest soil after soil heating and organic amendments measured by the thymidine and leucine incorporation technique. *Soil Biology and Biochemistry* 28, 419-426.
4. Fritze, H., Pennanen, T., Pietikainen, J., (1993). Recovery of soil microbial biomass and activity from prescribed burning. *Canadian Journal of Forest Research* 23, 1286-1290.
5. González-Pérez, J.A., González-Vila, F.J., Almendros, G., Knicker, H., (2004). The effect of fire on soil organic matter: a review. *Environment International* 30, 855-870.
6. INSPIRE Thematic Working Group Hydrography (2014) D2.8.1.8 Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines, European Commission Joint Research Centre.
7. IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK,



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

- Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V and Midgley PM (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.
8. Johnson, D.W., Curtis, P.S., (2001). Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest Ecology and Management* 140, 227e238.
  9. Neary, D.G., Klopatek, C.C., DeBano, L.F., Folliot, P.F., (1999). Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest Ecology and Management*. 122, 51e71.
  10. Silva V, Pereira J L, Gonçalves F, Keizer I J, Abrantes N (2016). Efeitos dos fogos florestais nos sistemas aquáticos. *Captar* 6(2), 68-77.
  11. Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG) - <http://snig.dgterritorio.pt/>.
  12. Sistema Nacional de Informação Territorial (SNIT) - [http://www.dgterritorio.pt/sistemas\\_de\\_informacao/snit/](http://www.dgterritorio.pt/sistemas_de_informacao/snit/).
  13. Vale, M. J. “Alterações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável” conferência de encerramento curso de Direito do Ambiente e Urbanismo, Curso de Direito de 2006/2007, da Faculdade de Direito da UCP, 2007.
  14. Vale, M.J., Patrício, P.; Reis, R.; Valério, M.; Costa, C. e P. Marrecas (2014) Alterações de Uso do Solo em Portugal Continental entre 1990 e 2010 - Produção de Cartografia de Ocupação do Solo para Portugal Continental com referência aos anos 1995, 2007 e 2010 e análise da sua evolução - Relatório v1.0, Direção Geral do Território.
  15. Vale, M. J.; Patrício, P.; Reis, R. (2014) Corine Land Cover (2012) - GIO Land Monitoring 2011–2013 in the framework of regulation (EU) N° 911/2010 – Pan-EU Component, Grant Agreement 3541/B2013/RO-GIO/EEA.55440, First Progress Report – Portugal, Direção-Geral do Território, janeiro 2014, Lisboa.
  16. Vale, M.J. “Plataforma colaborativa de suporte ao planeamento integrado do espaço e dos recursos hídricos”, ISEGI UNL, 2002.

### **Legislação**

- Directiva 2000/60/CE, Directiva Quadro da Água. URL: <http://eur-lex.europa.eu/>
- Diretiva 2007/2/EC, Diretiva INSPIRE. URL: <http://eur-lex.europa.eu/>
- Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro. URL: <https://dre.pt/>
- Lei n.º 58/2007, de 4 de setembro, retificada pelas Declarações de Retificação n.º 80 -A/2007, de 7 de Setembro, e n.º 103-A/2007, de 23 de Novembro. URL: <https://dre.pt/>
- Lei n.º. 31/2014, de 30 de maio. URL: <https://dre.pt/>
- Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de agosto. URL: <https://dre.pt/>
- Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março. URL: <https://dre.pt/>
- Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio. URL: <https://dre.pt/>
- Decreto Regulamentar nº 15/2015, de 19 de agosto. URL: <https://dre.pt/>
- Despacho n.º 15682/2012, de 10 de dezembro. URL: <https://dre.pt/>