

Opções de gestão pública dos recursos água e solo na Agricultura Portuguesa

Soil and water management options in portuguese irrigated agriculture

Ricardo Serralheiro¹ *, Mário de Carvalho¹, Teresa Pinto Correia¹, António Chambel²

* Autor correspondente: ricardo@uevora.pt

¹ Professor da Universidade de Évora, Investigador do Instituto Mediterrâneo para Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento, MED.

² Professor da Universidade de Évora, Investigador do Instituto de Ciências da Terra, ICT

RESUMO: Os objetivos do desenvolvimento sustentável das Nações Unidas e também os da União Europeia, expressos estes no “Pacto Ecológico Europeu”, condicionam as atividades económicas aos desafios da sustentabilidade, tendo naturalmente à cabeça o combate às alterações climáticas, a descarbonização, a conservação e o uso eficiente dos recursos essenciais, o solo, a água e a energia. Nos países do Sul da Europa, como é o caso de Portugal, o regadio, sendo uma forma de intensificação agrícola é atividade chave no uso dos referidos recursos essenciais.

Na política agrícola portuguesa, desde os anos 30 do século XX até hoje, toda a atenção e relevo têm sido dados aos grandes regadios coletivos, de iniciativa estatal, servidos por grandes obras hidráulicas e hidroagrícolas, apoiadas em estudos e projetos e utilizando os melhores solos. Porém, apesar das enormes somas de investimentos públicos feitos nestes regadios coletivos, o interesse e a adesão dos agricultores foram escassos, pelo menos até ao recente sucesso do empreendimento de Alqueva. Ainda agora, apesar dos sucessos verificados nos regadios coletivos, faltam-lhes respostas a importantes questões, sobretudo as de natureza ambiental: da conservação do solo e da água, da paisagem e da biodiversidade. E não são menores as assimetrias de desenvolvimento que lhe estão associadas, ficando a riqueza criada localizada regionalmente e nas mãos de uma minoria de proprietários, individuais e empresas, “beneficiários” do grande regadio.

O presente artigo mostra que um novo paradigma na gestão pública dos recursos hídricos e do solo, dando grande relevo e apoio a empreendimentos que se baseiem na agricultura de sequeiro complementada com pequenos regadios, dispersos por todo o território, será decisivo da sustentabilidade e coesão territorial, coordenando-se com os planos de gestão florestal e outras atividades rurais, promovendo o desenvolvimento dos territórios de baixa densidade populacional. Os pequenos empreendimentos hidroagrícolas adequam-se particularmente ao uso conservativo do solo, da água e da energia, quer quando se inserem em empresas de maior dimensão, como é mais frequente no Alentejo, quer praticando uma agricultura de dimensão familiar, mais facilmente orientada para a policultura. Os pequenos regadios, compartimentando a paisagem, promovem simultaneamente a biodiversidade, a qualidade e a segurança alimentares, a presença humana no território, a prevenção dos incêndios florestais e dos efeitos das secas, a retenção de carbono no solo, etc.

A agricultura de conservação do solo e da água pratica tecnologias inovadoras, que aumentam ou pelo menos mantêm os teores de matéria orgânica dos solos, os quais aumentam a porosidade e a drenagem, a fertilidade e a capacidade de retenção de água utilizável. Estas formas de agricultura têm sustentabilidade económica e ambiental, mais que quaisquer outros sistemas e paradigmas de gestão agrícola. Os agricultores hão de ter um conhecimento profissional cada vez mais sofisticado e exigente, para o que precisam de ser assistidos tecnicamente no projeto e implementação destas atividades agrícolas inovadoras, competindo ao Estado organizar os serviços de extensão necessários.

Palavras-chave: Gestão da Rega, Solo e Água, Agricultura de Regadio.

ABSTRACT: *The objectives of sustainable development, presented by both the United Nations and the European Union – these as described in the “European Green Deal” – imply that the economic activities agree with the challenges of sustainability, naturally beginning with the fight against climatic change, looking for carbon reduction in the atmosphere, and the efficient use of soil, water, and energy. In South Europe countries, as Portugal, irrigation is a key issue for the management of the referred to resources, a conservative management being essential for development, while some management mistakes may contribute for unsustainability of the production system.*

All attention and relief have traditionally been given by Portuguese policy to development of large irrigation districts, using important hydraulic structures and equipment, financed by public funds, well supported by studies and projects, using selected soils and technology.

The present article owes to demonstrate that another policy in public management of soil and water resources may decisively contribute for rural and national development, if small irrigation systems are stimulated and supported, no matter the farm size, combining irrigation with rainfed farming. This type of combined agriculture makes a polyculture and biodiverse use of soil and water, completing farming with forest systems management, conserving a diverse landscape, contributing for food quality and security at a nation level. This type of farming is the true support to the territory’s coherence and development, if applied not only on selected sites but with a broad distribution within all the territory.

Combined farming, as proposed, makes a conservative agriculture, based on innovative agricultural technology, which increases soil organic matter, therefore ameliorating soil porosity and drainage, and soil water holding capacity, contributing for carbon sequestration. Such a type of environment friendly agriculture is sustainable, both from the environmental and the economic points of view. However, this type of technologically based agriculture requires the farmers to hold a professional, permanently updated knowledge. Therefore, for being conveniently succeeded, the farmers need the technical assistance from Government engineers and agronomists. For that purpose, the Government has to organize some kind of a new national agricultural extension service.

Keywords: *Irrigation Management, Soil and Water, Irrigated Agriculture.*

1. INTRODUÇÃO: OUTRA ESTRATÉGIA PARA OS REGADIOS

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas reafirmam a urgência de uma transição nos processos de produção e de consumo dos alimentos. O muito recente Pacto Ecológico Europeu (European Commission, 2020), com a “Estratégia do Prado ao Prato” e a “Estratégia de biodiversidade da UE para 2030”, renova uma intenção clara da Comissão Europeia de condicionar as atividades económicas europeias aos desafios da sustentabilidade. As Missões do Horizonte Europa, nomeadamente a dos Solos e a do Clima, expressam a intenção da Comissão Europeia de fomentar a mudança de paradigma através de diversos instrumentos (Veerman *et al* 2020). Estes diferentes documentos reconhecem aquilo que a ciência demonstra há vários anos: a necessidade de mudarmos radicalmente a forma como usamos os recursos, para daí passarmos a um desenvolvimento mais inclusivo e sustentável (Horlings, L. G.; T. Marsden. 2011; Rockström *et al* 2017). Nas regiões do sul da Europa, a produção agrícola tem registado um processo acelerado de intensificação e especialização (Silveira *et al* 2018), acompanhado pela apropriação dos recursos naturais e territoriais por interesses financeiros externos, inclusive do grande capital, e um desligamento entre a agricultura e a comunidade rural e, consequentemente, entre a comunidade e o seu território (Rasmussen *et al* 2018; Rodríguez-Cohard *et al* 2018). No Alentejo, o investimento público na construção da barragem e no plano de rega de Alqueva despoletou este processo nas duas últimas décadas, aparentemente sem que a abrangência dos impactes da mudança tenha sido equacionada. Mas, em sentido inverso, os territórios não contemplados por estes interesses têm vindo a ser objeto de desinvestimento e abandono (Serralheiro e Carvalho, 2020).¹

A avaliação do sucesso dos regadios públicos portugueses pode fazer-se desde a década de 1930, quando se começaram a construir perímetros de rega no nosso País, por iniciativa estatal e à custa de investimentos públicos (Serralheiro, 1997). Constatar-se-á que raramente, ao longo de mais de 80 anos entretanto decorridos, foi notável

ou entusiasta o ritmo de adesão aos sistemas de produção em regadio, por parte dos agricultores proprietários das terras que passaram a ser servidas pelas infraestruturas hidroagrícolas. Não foram nunca (ou quase nunca) falhas de engenharia ou defeitos das referidas infraestruturas a poderem explicar o desinteresse dos “beneficiários”. Houve sempre, isso sim, uma notável falta de coerência interna dos projetos de regadio coletivo, por admitirem implicitamente que os agricultores, habituados à agricultura de sequeiro e conhecedores das respetivas tecnologias por saber tradicional, adeririam facilmente às formas de produção em regadio, logo que tivessem água disponível nas suas propriedades. Não se verificou tal imediatismo e facilidade na adesão dos agricultores aos novos regadios. Houve sempre, neste processo, fatores de complexidade ignorados ou subestimados. Reconhece-se hoje que eram precisos muito mais apoios técnicos e financeiros e transformações estruturais e de natureza social e económica, para uma conversão do sequeiro ao regadio. A prática do regadio exige, muito mais do que a do sequeiro, a disponibilidade de muitos e caros fatores de produção, incluindo maquinaria especializada, sementes e adubos, pesticidas, etc., com a correspondente capacidade de investimento e, acima de tudo, conhecimento tecnológico, não só das novas culturas, mas da gestão do solo, da água e da energia, conhecimento dos mercados, etc., meios e conhecimentos que a grande maioria dos agricultores portugueses não possuíam. Daí a tradicional pouco entusiasta adesão ao regadio dos “beneficiários” dos perímetros estatais.

A situação só se alterou de facto com o Alqueva, por conjugação de várias circunstâncias: beneficiação pelo regadio de grandes propriedades, pagando pequenas taxas de exploração e de manutenção (a taxa de amortização nunca se pagou nos regadios portugueses) e preços artificialmente baixos da água; introdução de inovações tecnológicas e oportunidades de mercado; maior abertura de mercados internacionais a produtos como o azeite e o vinho, que aumentaram a competitividade com inovação tecnológica, passando a ser produtos do regadio; alteração da PAC, nomeadamente o desligamento das ajudas, que aumentou a competitividade das culturas anteriormente excluídas das ajudas ligadas. Nas novas áreas abrangidas pelo empreendimento de Alqueva, a grande dimensão de muitas propriedades agora irrigadas traduziu-se em enormes acréscimos do valor da terra agrícola e no interesse do capital, inclusive o de dimensão internacional, abrindo portas à instalação de empreendimentos de grande

¹ Ao longo do presente artigo, os autores vão servir-se de números e dados concretos principalmente referentes ao Alentejo, que para os autores são mais familiares e mais disponíveis. Porém, mesmo quando para outras regiões os números possam ser diferentes, a realidade hidroagrícola é semelhante, sendo válidas as considerações e as conclusões do presente artigo.

dimensão, por empresas e investimentos estranhos ao território, numa escala de agronegócio outrora desconhecida. Outros perímetros que não os de Alqueva beneficiaram por acréscimo desta dinâmica de crescimento, seguindo caminhos semelhantes, fazendo da agricultura de regadio uma atividade rentável e socialmente prestigiada.

O regadio público português teve assim, em anos recentes, um desenvolvimento notável, com elevado nível de sucesso empresarial e de importância dos agronegócios. Por isso, tem sido grande a tendência, nomeadamente entre os responsáveis governamentais, de dirigir atenções e investimentos públicos apenas para esta forma de regadio, em grandes perímetros de rega, esquecendo as outras formas, mais modestas, como os pequenos regadios privados, individuais ou coletivos, sempre menos apoiados, mas não menos importantes, pelo menos potencialmente, no conjunto da agricultura nacional (Serralheiro *et al.*, 2020). Para o caso do Alentejo, faz-se no Quadro 1 a panorâmica numérica das áreas de regadio, público e privado, conforme se deduz da

informação obtida nos Recenseamentos Agrícolas de 1999 a 2019 (RGA1999; RA2009; RA2019), publicado em (INE 2001; INE 2011; INE 2021). Fica bem patente a desigualdade de situações e de benefício do apoio público, conforme o tipo de regadio a que pode aceder cada agricultor, em cada ponto do território. É especialmente notável que o pequeno regadio privado diminuiu sempre, nas décadas recentes.

Há de facto muito a melhorar no apoio à agricultura de regadio, para que esta forma de agricultura seja sustentável e beneficie o território no seu conjunto, não só o do Alentejo, mas o de todo o País, não só a grande propriedade, mas também a mais pequena e menos interessante para o grande capital, não só onde haja água com facilidade, também onde seja necessário mais esforço e tecnologia para a obter, armazenar e distribuir. No presente artigo, referem-se com mais frequência os números e situações do Alentejo, mais familiares para os autores. Há de notar-se, porém, que em outras regiões do País as situações são essencialmente como as aqui descritas.

Quadro 1. Evolução das áreas de regadio no Alentejo.

EVOLUÇÃO DAS ÁREAS DE REGADIO NO ALENTEJO

Evolução conforme os recenseamentos gerais da agricultura RA1999, RA2009 e RA2019

(áreas em ha)			
	RA1999	RA2009	RA2019
I - Área equipada para rega (Recenseamentos Agrícolas)			
	163983	155123	232627
inclui:			
a) Perímetros coletivos anteriores a Alqueva (47 360 antigos + 1 530 dos Minutos)	48890	48890	48890
b) Sistema de Alqueva, completo no RA2019, com os 3 subsistemas; para o RA 09 estimam-se 9100ha = Luz (600ha)+infraestr 12 (4700ha) + Monte Novo (3800ha)	0	9100	118893
c) Perímetros antigos, abrangidos pelo Alqueva (Odivelas 7300 + Roxo 5040)	/		-12340
d) Regadios privados coletivos (cerca de 7% no caso do Alentejo) e individuais (93%) - (=I-a-b-c)	115093	97133	77184
II - Área futura de regadio no Alentejo, a curto prazo (2030)			
Sendo:			
e) Expansão do sistema de Alqueva, em curso			50000
f) Perímetros (Crato, Arraiolos, Xévorá) previstos no PNI2030			15000
g) Regadios coletivos de iniciativa estatal, ficarão			220443
h) Regadios privados, sem novas referências (*)			77184

(*) O RA2019 não explicita as áreas de regadio privadas inventariadas, tendo os 77184ha referidos sido calculados acima, na parte I deste quadro, como: a área de regadio privado é igual à área total irrigável inventariada diminuída da área de regadios coletivos, que é conhecida.

Verifica-se um decréscimo, nas últimas décadas, da área dos regadios privados, consentânea aliás com a diminuição das áreas totais de regadio no País, com excepção do Alentejo, a única região em que essa área aumentou, por virtude de Alqueva, entre os recenseamentos de 2009 e 2019. Porém, mesmo para a região Alentejo, a área de regadio privado diminuiu sempre, desde 1999.

Há em primeiro lugar uma questão ambiental. Assistiu-se à introdução de interessantes inovações tecnológicas, de dimensões e talvez de resultados imediatos espetaculares, mas algumas de fundamentação técnica e de sustentabilidade ambiental pelo menos questionáveis. As transformações que se verificaram foram acompanhadas da intensificação do uso dos fatores de produção, não só da água e de novos equipamentos, mas também dos agroquímicos, sendo crescentes os receios e as observações de casos de abuso, quer na fertilização, quer na proteção fitossanitária, com consequências graves na perda de biodiversidade e na libertação de poluentes para o solo e a água e para a atmosfera (EEA 2019). Introduziu-se a armação do solo, para a plantação de culturas permanentes arbóreas, em camalhões de grande dimensão, orientados no sentido dos maiores declives do terreno e feitos à custa da remoção, na entrelinha, do solo arável, tudo contrariando os procedimentos recomendáveis para a conservação do solo e da água, introduzindo enormes e inúteis riscos de erosão. Continuam a verificar-se usos descontrolados ou perdulários da água de rega, por via do seu custo muito baixo, contraditórios com a eficiência de aplicação e economia necessárias (Dias e Correia 2020). A monocultura em áreas extensas e contínuas, nomeadamente de olival e outras culturas permanentes, provoca alterações na estrutura da paisagem, com perturbação no equilíbrio e funcionamento ecológico (Palomo-Campesino *et al*, 2018). Estas alterações aumentam os riscos de pragas e doenças, assim como, pela simplificação extrema, reduzem a capacidade de recuperação do ecossistema após um regime de perturbações, naturais ou antrópicas.

Finalmente, numa região que aposta no turismo e que tem nesta atividade uma parte significativa e crescente do emprego e receita, sendo este ancorado na especificidade e integridade do património construído e paisagístico, a simplificação acelerada e não controlada da paisagem e a consequente perda das suas características identitárias é um paradoxo difícil de entender (Pinto-Correia 2020). A paisagem e os serviços dos ecossistemas por ela suportados, que agora se perdem, não serão recuperáveis (Angelstam *et al* 2019).

Há uma outra questão que é territorial. Tanto o regadio de Alqueva como outros regadios de iniciativa estatal criam riqueza, que se concentra nas mãos de apenas um pequeno número de beneficiários, que atuam numa área inevitavelmente reduzida do território: a área beneficiada pelo regadio público corresponde a não mais do que

15% da Superfície Agrícola Utilizada. Há uma transferência de recursos, dos contribuintes para as empresas que exploram o regadio. Fora dessa área, os agricultores nada beneficiam, diretamente, dos investimentos públicos feitos. Ficam assim em questão, ou muito limitados, os objetivos, sucessivamente anunciados nos instrumentos de ordenamento do território, de: coesão territorial, combate às alterações climáticas, prioridade às pessoas e à inclusão social, à qualificação, à formação, ao emprego. Não se trata apenas, talvez nem principalmente, de um problema de justiça distributiva. É, antes de mais, um problema do verdadeiro desenvolvimento do território rural e de gestão equilibrada e estratégica dos recursos (European Commission 2021). Do ponto de vista agrícola, mais de 85% da área e das explorações do Alentejo, que se caracterizam principalmente por sistemas agro-silvo-pastoris, nada beneficiaram, diretamente, com o empreendimento de Alqueva, e continuam dependentes da irregularidade do clima mediterrânico, das alterações climáticas e das crescentes frequência e severidade das secas, da fraca produtividade da agricultura de sequeiro tradicional, das pastagens e dos montados com suas dinâmicas próprias e alguns problemas específicos, de solos pobres ou com qualidade agrícola limitada e, acima de tudo, de técnicas nem sempre as mais adequadas. Em caso de seca extrema, o grande regadio em pouco ou nada contribuirá para a defesa do restante território, uma vez que a maior parte das culturas produzidas não são complementares dos sistemas de sequeiro. E para estes sistemas, que ocupam a maior parte do território, o investimento público em inovação, eficiência no uso dos fatores de produção, estratégias de mercado e de valorização dos produtos, tem sido praticamente nulo.

Seria pelo menos desejável a procura de soluções que resolvessem estas duas questões. Uma solução passará pela repartição das atenções, dos apoios técnicos e dos investimentos, mais equitativa e generalizada, entre regadios públicos e privados, coletivos e individuais, pequenos e grandes, em complemento da agricultura de sequeiro, visando uma abrangência territorial que lhe garanta efetiva coerência, otimizando o uso dos recursos, nomeadamente o solo, a água e a energia, garantindo a sustentabilidade da agricultura, quer recorrendo ao regadio, quer em sequeiro.

O país precisa urgentemente desta nova estratégia de uso e conservação do solo e da água, que promova, para a generalidade do território e não apenas para os que puderam ser diretamente beneficiados pelos perímetros de rega, o uso mais

racional do precioso e escasso recurso hídrico. É preciso que cada unidade de produção agrícola, em qualquer ponto do território, possa garantir a melhor utilização daqueles recursos escassos, gerando a melhor sustentabilidade económica e ambiental.

A água poderá, com muito mais benefícios duradouros para cada região, ser utilizada para aumentar a biodiversidade, melhorar a paisagem (mosaico variado de culturas e vegetação), estimular a fixação das populações pela diversidade cultural e de atividades, ao aumentar as oportunidades de atividade económica diversa e de emprego, e assim manter ligada a atividade agrícola ao território onde está instalada – em vez do crescente desligamento que se verifica entre os dois. Deverá ainda a água servir para, numa visão interligada do território, aumentar a sustentabilidade e a defesa contra secas extremas das áreas de sequeiro (Poux e Aubert 2018).

Em todas as regiões há agricultores, que é fundamental manterem-se para combater o despovoamento, mas que precisam de melhorar a capacidade produtiva do seu solo para conseguirem modelos de negócio viáveis, se integrarem nos mercados, contribuindo para a soberania alimentar do país e aumentando a qualidade de vida da sua família. Para isso têm de proteger o solo, defendendo-o da erosão e da seca, aumentando-lhe a qualidade, a matéria orgânica, a biodiversidade, a inserção paisagística e a resiliência aos incêndios rurais. Todos estes objetivos implicam uma utilização otimizada da água, que é um recurso escasso, mas disponível com limitações variáveis segundo a localização, precisando o agricultor, isolado ou em coletivo, de apoios técnicos e financeiros para a captar, armazenar e aplicar. A maioria destes utilizadores da água e da terra não sabe fazer o projeto para o investimento de que precisa (individual ou coletivamente) (Dias e Correia 2020). Sem apoio estatal orientado, estes utilizadores rurais nunca serão ganhadores em qualquer concurso para financiamento de projetos (Molden 2020). De facto, os objetivos da Comissão Europeia para a agricultura, refletidos nas orientações da nova Política Agrícola Comum PAC pós-2022, cada vez mais exigentes tecnologicamente e orientados para a sustentabilidade ambiental, requerem dos agricultores um conhecimento profissional tecnologicamente elevado e em permanente atualização. Por outro lado, em Portugal e não só, diversas análises (Avillez 2021; Dupraz & Guyomard 2019)) mostram como estes agricultores mais pequenos e com menos capacidade para se organizarem e procurarem apoios técnicos são também

os que consequentemente são desfavorecidos em termos dos pagamentos do 1º Pilar da PAC (pagamentos diretos), o que naturalmente reforça a sua condição de precariedade e incapacidade de investimento. É preciso que técnicos, que sejam do Estado ou privados com a qualidade e objetividade dos seus serviços garantida pelo Estado, apoiem os agricultores na elaboração dos projetos e na sua execução ao longo dos anos, num processo de assistência técnica continuada. Será fundamental um serviço de extensão de qualidade assegurada, também ele preconizado, aliás, nos objetivos explícitos da PAC pós-2022 e já considerado em programas anteriores desta política, mas muito reforçado na proposta para o próximo programa-quadro (EU SCAR AKIS 2019). Deverá ser um serviço de assistência técnica diversificada a cada agricultor, com um papel de certa forma semelhante ao que, no domínio da saúde, tem para cada cidadão o médico de família do SNS.

A organização central deste serviço de assistência técnica aos agricultores será certamente papel do Ministério da Agricultura, através da DGADR, enquanto autoridade nacional do regadio e desenvolvimento rural. A sua implementação no terreno envolverá certamente competências das Direções Regionais de Agricultura e de outras entidades, públicas, privadas ou cooperativas, que estejam no terreno com essa vocação e competência.

2. OS RECURSOS HÍDRICOS

2.1. Água de superfície

Com base no registo das principais características das barragens do Alentejo, do arquivo da Direção Regional dos Recursos Hídricos, foi possível reunir no Quadro 2 alguns dados essenciais das pequenas barragens privadas de uso exclusivamente agrícola, como a distribuição por concelhos (coluna 1) e as capacidades de armazenamento total. Eram, em todo o Alentejo, há cerca de uma década (2010), 867 pequenas albufeiras (coluna 2) somando uma capacidade de armazenamento superior a 368 hm³ (coluna 3). Por outro lado, diminuindo das áreas totais irrigáveis (equipadas para rega), inventariadas no RA09, as áreas que em cada concelho estão incluídas em perímetros de regadio coletivos, deduzem-se as áreas de regadio privado no respetivo concelho e totais. Fica-se, assim, com uma razoável caracterização das dimensões de cada forma de regadio, fundamental para o desenho de uma estratégia de gestão da água na agricultura, mais completa que a do atual Plano Nacional de

Regadios (Ministério da Agricultura, 2018; FENAREG, 2019; AgroGes e FENAREG, 2019; EDIA, 2021), que se refere apenas aos grandes perímetros de rega públicos.

Assim, uma primeira constatação é que, no caso do Alentejo, a capacidade de armazenamento das pequenas barragens já existentes à data do recenseamento suportará, com segurança contra secas, a rega de cerca de 62 mil hectares, (coluna 5). Esta área é, para a maioria dos concelhos, inferior às áreas de regadios privados estimadas (coluna 8). As áreas diferenciais serão, naturalmente, regadas com recurso a origens subterrâneas (coluna 9). É assim possível estimar, para cada concelho alentejano, os volumes de recursos hídricos subterrâneos utilizados nos pequenos regadios. É também legítimo deduzir que esses volumes são decrescentes, correspondendo à diminuição das áreas de regadios privados, pelo menos desde 1999. Complementarmente e ainda com referência ao Quadro 2, fez-se uma estimativa das potencialidades de crescimento dos pequenos regadios privados do Alentejo, se se quisesse utilizar na rega os recursos solo e água disponíveis. É um exercício teórico, que pode ajudar na perceção dos limites e fatores limitantes para este tipo de desenvolvimento, com base no regadio. Neste exercício, admitiu-se para todos os concelhos um escoamento médio anual de 250 mm (precipitação total de 500 mm e coeficiente de escoamento 0,5). Admitiu-se também que se armazena em reserva, para atender às frequentes situações de seca, a água requerida pelos regadios durante dois anos (coluna 4). Verifica-se que o escoamento potencial anual (coluna 11) permitiria, em qualquer dos 47 concelhos do Alentejo, uma área de pequenos regadios (coluna 12) muito superior à atual área equipada para essa forma de agricultura (coluna 6). De facto, a área teoricamente regável pela disponibilidade hídrica de superfície, mais de 1 milhão de hectares (total da coluna 12) é muito superior a toda a área de solos com potencial aptidão agrícola e para eventual intensificação pelo regadio (cerca de 800 mil hectares, agrupamentos A, B e C de Azevedo e Cary, 1989, Quadro 4). Quer dizer, **a expansão dos pequenos regadios no Alentejo terá como fator limitante a área de solos disponíveis com qualidade para o regadio, antes da disponibilidade de recursos hídricos de superfície**. Esta situação será ainda mais marcante a norte do Tejo, onde são mais abundantes os recursos hídricos. Aliás, deve salientar-se que outros fatores limitantes avultarão primeiro, que são a disponibilidade financeira e a capacidade técnica e de projeto para a referida eventual expansão dos pequenos regadios.

2.2. Água subterrânea

2.2.1 Condicionalismo ecológico dos recursos hídricos subterrâneos

Nas regiões mediterrânicas, as tendências de alterações climáticas, tanto as que já se registam como as previstas pelo IPCC (*International Panel on Climate Change*) (EEA 2019) são de aumento da temperatura e redução da precipitação, aumentando a irregularidade destes parâmetros climáticos e a frequência de fenómenos extremos, como secas e inundações. Significa isto que há cada vez mais episódios de precipitação concentrada, o que não beneficia os fenómenos de infiltração.

Deste modo, são de esperar menos recursos de água subterrânea renováveis (Jaeger *et al* 2019; Malek *et al* 2018). De facto, há, em função da menor infiltração, um rebaixamento médio dos níveis no aquífero. Mas, como a descarga é controlada por nascentes, lagos, rios ou mesmo o oceano, o armazenamento global no aquífero mantém-se relativamente estável. O que se altera é o volume de água renovável em cada ano, que depende dos volumes de infiltração, e isso influenciará na redução dos volumes de água subterrânea descarregados para o ambiente, o que pode ter consequências sérias sobre o meio natural, nomeadamente os ecossistemas dependentes de águas subterrâneas. Isto em situação natural, sem interferência humana. Porém, a redução das precipitações e aumento das temperaturas, como consequência das alterações climáticas, levará naturalmente a maior pressão sobre o uso da água para a agricultura e outros usos, pelo que é de esperar que a estabilidade natural vá sendo cada vez mais alterada pela crescente intensificação dos sistemas produtivos, levando a um ajuste das práticas de uso e ocupação do solo, com cada vez maiores necessidades de água para rega (Molden 2019).

Por isso, se bem que as alterações climáticas não tenham grande efeito sobre os volumes de água armazenada nos aquíferos, as maiores necessidades de rega poderão levar a uma procura muito maior dos recursos hídricos subterrâneos e daí, facilmente, a uma afetação excessiva (sobre-exploração dos aquíferos) com efeitos que, em alguns casos, já são irreversíveis (Corbera *et al* 2019). A sobre-exploração pode inclusive levar à perda das características originais dos aquíferos, com fenómenos por exemplo de subsidência de terrenos, que torna inviável a recuperação das condições originais dos mesmos. Com a redução da quantidade de água nos aquíferos surgem também fenómenos de maior contaminação, pois a redução dos volumes propicia menores taxas de diluição contra qualquer poluente que entre no aquífero.

Quadro 2. Recursos hídricos de superfície.

PEQUENAS BARRAGENS PARA REGA, POR CONCELHOS DO ALENTEJO										Estimativa do Escoamento		
coluna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Concelho		peq barrgs p rega	Capacid total	Neces globais p 2 anos (*)	Área regável por pq barrgs	RGA09 Área total regadio	RGA09 Área regadio coletivo	RGA09 Área regadio privado	Neces novas barrgs ou águas subt hm² concelho	Área do concelho	Escoa potencial anual (**)	Área máxima regável
		nº	hm³	m³/ha	ha	ha	ha	ha	hm³	km²	hm³	ha
Alandroal		17	3,064	9755	314	2187	1388	799	4,73	542,68	135,67	13908
Alcácer do Sal		20	10,868	6396	1699	7562	6180	1383	0	1499,87	374,97	58630
Aljustrel		22	8,837	6303	1402	6843	5040	1803	2,53	458,47	114,62	18185
Almodôvar		9	15,316	5960	2570	309	-	309	0	777,88	194,47	32629
Alter do Chão		13	9,642	6396	1508	981	-	981	0	362,07	90,52	14153
Alvito		9	2,685	6396	420	398	-	398	0	264,85	66,21	10353
Arraiolos		51	11,842	9519	1244	2626	490	2136	8,49	683,75	170,94	17958
Arronches		25	3,973	5909	672	447	-	447	0	314,65	78,66	13312
Avis		37	14,912	6396	2332	6344	-	6344	25,66	605,97	151,49	23687
Barrancos		3	1,064	5906	180	8,5	-	9	0	768,42	192,11	32527
Beja		65	31,847	4959	6422	13002	-	13002	32,63	1106,44	276,61	55779
Borba		8	2,111	5581	378	859	-	859	2,68	145,19	36,30	6504
Campo Maior		8	1,310	4699	279	4152	2590	1562	6,03	272,20	68,05	14482
Castelo de Vide		7	0,831	6396	130	163	-	163	0,21	264,91	66,23	10355
Castro Verde		5	4,611	4552	1013	814	-	814	0	569,44	142,36	31274
Crato		15	2,714	6396	424	268	-	268	0	398,07	99,52	15560
Cuba		2	1,300	7153	182	2322	-	2322	15,31	172,09	43,02	6015
Elvas		23	7,741	8472	914	7712	4810	2902	16,84	631,29	157,82	18629
Estremoz		15	5,517	6544	843	2997	-	2997	14,10	513,80	128,45	19629
Évora		31	12,061	6851	1760	7229	3820	3409	11,29	1307,08	326,77	47697
Ferreira Alentejo		40	21,428	6396	3350	15934	12000	3934	3,73	648,25	162,06	25340
Fronteira		23	11,515	6396	1800	2436	-	2436	4,06	248,60	62,15	9718
Gavião		0	0	6396	0	437	-	437	2,79	294,59	73,65	11515
Grândola		0	0	6396	0	1653	-	1653	10,57	825,94	206,49	32286
Marvão		0	0	6396	0	155	-	155	0,99	154,90	38,73	6055
Mértola		29	21,188	7812	2712	692	-	692	0	1292,87	323,22	41374
Monforte		30	12,103	5459	2217	1710	-	1710	0	420,25	105,06	19246
Montemor Novo		63	31,509	6396	4927	5177	1530	3647	0	1232,97	308,24	48196
Mora		9	2,992	6396	468	1968	-	1968	9,59	443,95	110,99	17354
Moura		21	4,402	4111	1071	5249	-	5249	17,18	958,46	239,62	58286
Mourão		8	1,318	4959	266	705	600	105	0,00	278,63	69,66	14047
Nisa		5	0,832	6396	130	205	-	205	0,48	575,68	143,92	22503
Odemira		30	3,089	6396	483	10820	12000	1180	0	1720,60	430,15	67258
Ourique		4	0,947	14069	67	870	-	870	11,29	663,31	165,83	11787
Ponte de Sor		36	7,164	6396	1120	4057	-	4057	18,78	839,71	209,93	32824
Portalegre		16	5,725	9979	574	549	-	549	0	447,14	111,79	11202
Portel		22	7,700	6042	1274	1514	342	1172	0	601,01	150,25	24868
Redondo		8	3,416	4589	744	2982	1148	1834	5,00	369,51	92,38	20130
Reguengos Mons		10	17,613	4105	4291	2425	-	2425	0	464,00	116,00	28258

Quadro 2. (continuação) Recursos hídricos de superfície.

PEQUENAS BARRAGENS PARA REGA, POR CONCELHOS DO ALENTEJO										Estimativa do Escoamento		
coluna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Concelho		peq barrgs p rega	Capacid total	Neces globais p 2 anos (*)	Área regável por pq barrgs	RGA09 Área total regadio	RGA09 Área regadio coletivo	RGA09 Área regadio privado	Neces novas barrgs ou águas subt hm³ concelho	Área do concelho	Escoa potencial anual (**)	Área máxima regável
		nº	hm³	m³/ha	ha	ha	ha	ha	hm³	km²	hm³	ha
Santiago Cacém		31	22,258	6396	3480	6662	6053	609	0	1059,77	264,94	41426
Serpa		26	13,910	4357	3193	9045	-	9045	25,50	1110,86	277,72	63740
Sines		0	0	6396	0	264	-	264	1,69	132,42	33,11	5176
Sousel		29	10,582	6396	1655	3269	-	3269	10,33	279,32	69,83	10919
Vendas Novas		6	1,446	6396	226	1536	-	1536	8,38	222,39	55,60	8693
Viana Alentejo		17	9,069	6396	1418	2026	-	2026	3,89	393,67	98,42	15388
Vidigueira		13	5,179	4102	1263	4979	-	4979	15,24	316,61	79,15	19296
Vila Viçosa		6	1,004	4537	221	580	-	580	1,63	194,86	48,72	10737
SOMA ou MÉDIA		867	368,635	6396	61637	155123	57991	97132	291,64	27849,39	6962,35	1138889
coluna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

(*) Tem-se verificado que no Alentejo se dimensionam com frequência as pequenas barragens para corresponderem às necessidades de rega de um ou dois anos. Admite-se aqui, para segurança, o valor maior: 2 anos.

(**) Admitindo um coeficiente de escoamento $C = 0,5$ e sendo as precipitações médias anuais à roda de 500mm, resulta um escoamento de referência de $R = 250$ mm, que aqui se toma para todos os concelhos. A variação entre estes resulta da área do concelho e das proporções dos vários sistemas culturais que o ocupam.

São, portanto, as alterações globais, potenciadas pelas alterações climáticas, que poderão levar à degradação dos serviços dos aquíferos, seja para os diversos tipos de consumo humano (agricultura, indústria, abastecimento doméstico), seja para os serviços dos ecossistemas, onde uma parte da água subterrânea é responsável pela sobrevivência de muitas espécies vegetais e animais (Jaeger *et al* 2019; Molden 2019).

Com a interação próxima entre as águas subterrâneas e superficiais, a redução do volume de águas subterrâneas levará também a uma grande redução dos escoamentos nas linhas de água superficiais, por falta de descarga dos aquíferos nas alturas mais secas do ano, podendo no limite levar ao esgotamento de rios até agora permanentes (Malek *et al* 2018).

Esta redução do nível freático corre o risco de afetar também o equilíbrio do ecossistema, por criar sobre as plantas uma enorme pressão de adaptação do sistema radicular à maior profundidade da água. Não é possível avaliar ainda o efeito real desta pressão, mas pode colocar-se a hipótese de que árvores comuns na região, como o sobreiro ou a azinheira, possam não ter condições de sobrevivência em contextos climáticos mais extremos.

2.2.2 Quantificação dos recursos hídricos subterrâneos

A Figura 1 representa a estrutura hidrogeológica do continente português, podendo distinguir-se quatro grandes unidades hidrogeológicas:

A – Maciço Antigo, a grande plataforma geológica continental, onde as formações geológicas dão origem a aquíferos de tipo fraturado;

O – Orla Ocidental, onde os aquíferos são cársicos e/ou porosos;

M – Orla Meridional, onde os aquíferos são também cársicos e/ou porosos;

T – Bacia TejoSado, onde os aquíferos são fundamentalmente porosos, com alguns a apresentar também características cársicas,

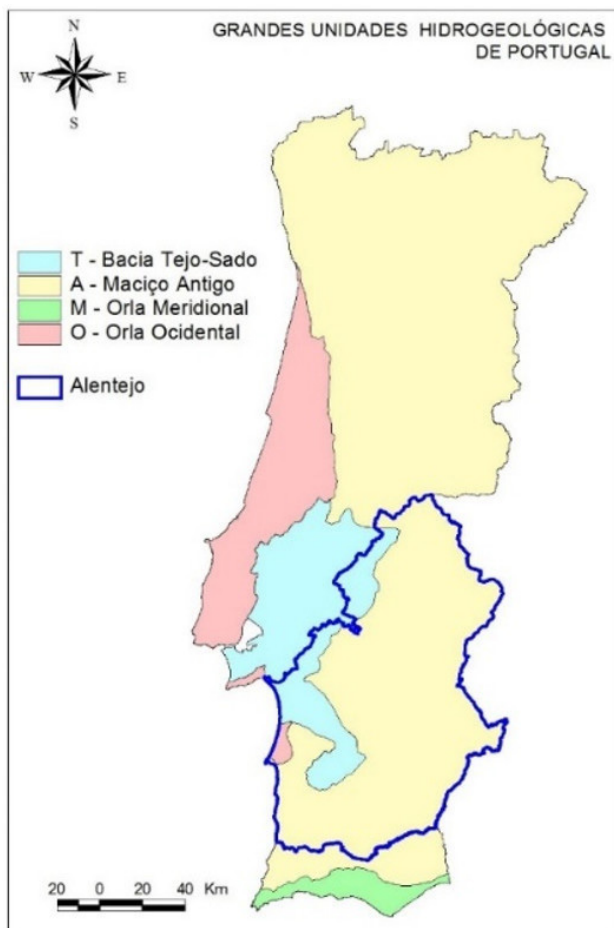


Figura 1. Posicionamento do Alentejo em função das 4 grandes unidades hidrogeológicas definidas em Portugal continental (Fonte SNIRH s/ data).

No Alentejo, estão representadas três destas quatro regiões, embora a maioria da área corresponda ao Maciço Antigo (Figura 1). As taxas de infiltração e as produtividades neste maciço são geralmente baixas (1 a 2 L/s) e, por isso, a maioria deste território nem sequer é reconhecida como aquífero, considerando-se apenas uma área pouco produtiva. Dentro desta área há, no entanto, algumas formações geológicas diferenciadas, em zonas de rochas mais fraturadas e alteradas, que apresentam produtividades mais elevadas (com médias até aos 5 L/s), com alguma importância regional (ERHSA 2001).

Em relação aos aquíferos das orlas Ocidental e Meridional, as produtividades podem estar até acima dos 100 L/s, mas as médias andarão entre os 10 e os 30 L/s (Almeida *et al* 2000).

Na Bacia do Tejo-Sado, os aquíferos porosos são os mais produtivos. A parte central da bacia é a mais produtiva (com captações acima dos 100 L/s); no Alentejo, que abrange apenas a margem mais a sul da mesma, a produtividade é mais reduzida, podendo ainda assim existir captações com mais de 50 L/s. No contacto com as formações do Maciço Antigo, as formações sedimentares são muito

argilosas e não constituem sequer um aquífero, mas 4 ou 5 km para oeste já se encontram produtividades razoáveis, acima dos 5-10 L/s.

No projeto “Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA)”, coordenado tecnicamente, em grande parte, pela Universidade de Évora, inventariaram-se as disponibilidades hídricas subterrâneas nas perspetivas quantitativa e qualitativa (ERHSA, 2001; Chambel *et al.*, 2007). Na Figura 2 e no Quadro 3 mostram-se os sistemas aquíferos do Alentejo, 19 no total, a que se acrescentam dois setores menos produtivos, a Zona Indiferenciada da Bacia do Tejo-Sado (T0) e o Maciço Antigo (A0), e os valores de recursos renováveis médios anuais nesses aquíferos. No total, os volumes estimados de recursos renováveis, infiltrados, no Alentejo são de 1511,7 hm³ em ano de precipitação média. Não foram calculados os volumes totais de água armazenada nestes aquíferos, apenas se calcularam os recursos renováveis, que são a parte anual da precipitação infiltrada em profundidade e que vai renovar a água nos aquíferos. Em projeto, para fins de utilização efetiva, não se devem considerar mais do que 80% dos volumes de infiltração anual, para sustentabilidade e segurança, não só dos próprios sistemas aquíferos, como também dos ecossistemas dependentes das águas subterrâneas, o que neste caso corresponde a um máximo em ano de precipitação média de 1209,4 hm³.

No Alentejo (Quadro 3), os aquíferos fraturados correspondem à maior parte da área e são considerados setores aquíferos de baixa produtividade, onde as captações de água subterrânea debitam caudais entre os 0,5 e os 2 L/s. São caracterizados por terem uma infiltração média na ordem dos 5% dos valores de precipitação anual. Outros aquíferos fraturados, alguns com maior produtividade (caudais entre cerca de 3 e 6 L/s), correspondem aos setores aquíferos que, dentro do Quadro 3, têm uma taxa de infiltração média de 10% dos valores da precipitação.

Os aquíferos carbonatados são, na sua maioria, claramente mais produtivos, normalmente com taxas de infiltração entre os 10 e os 50% da precipitação anual. São muitas vezes aquíferos cársicos, onde a água subterrânea circula através de fraturas de grande dimensão e com caudais muito importantes, algumas vezes mesmo em grutas. São comuns caudais de extração de 10 a 20 L/s nestes aquíferos. Finalmente existem, na Bacia Tejo-Sado, três aquíferos porosos (com taxas de infiltração de 30% dos valores anuais de precipitação, com produtividades muito importantes, que podem ir a mais de 100 L/s, no caso do Aquífero da Margem Esquerda da Bacia do Tejo (T3), o único representado no Alentejo. São suporte tradicional de regadios

importantes naquela bacia. Há ainda um outro aquífero poroso na Orla Ocidental, que não está representado, nem na Figura 2, nem no Quadro 3, por se sobrepor ao aquífero carbonatado de Sines e ter uma importância menor, quando comparado com o aquífero confinado inferior de Sines.

Na agricultura, as águas subterrâneas no sector pouco produtivo do Maciço Antigo têm sido utilizadas em pequenas hortas e pequenos regadios nas zonas de pequena propriedade, mas, nas zonas dos aquíferos fraturados mais produtivos, são ou foram também utilizadas em sistemas de regadio de dimensões mais significativas, como no caso do aquífero dos Gabros de Beja, onde, antes da construção da barragem de Alqueva, as águas subterrâneas garantiam já regadios de dimensão apreciável numa boa parte dos solos daquela zona. Também na zona do Maciço de Estremoz grande parte das vinhas é regada com águas subterrâneas do aquífero de Estremoz-Cano (A4, na Figura 2). Na Bacia Tejo-Sado, muitos regadios importantes baseiam-se também em águas subterrâneas. Os aquíferos assumem, assim, uma importância significativa, não só extensivamente no suporte de pequenos regadios, mas também em regadios de maior dimensão. As captações são normalmente furos, mas, por exemplo na região de Évora, algumas captações por charca são muito importantes também para o sequeiro (complementado), a pecuária e pequenos regadios.

Contudo, o consumo de água subterrânea tem de limitar-se, rigorosamente, à capacidade efetiva de recarga dos aquíferos. De facto, há dados que apontam para uma situação já alarmante de sobre-exploração em alguns aquíferos específicos em Portugal. Nas últimas quatro décadas, houve um nível de investimento notável na construção de captações particulares de água para rega agrícola, com impacto na diminuição dos recursos hídricos subterrâneos. Em simultâneo, a intensificação agrícola possibilitada pelo regadio tem também impacto na qualidade da água, que é contaminada pelo uso excessivo de pesticidas e fertilizantes, com aumento, em especial, dos níveis de nitratos. De igual modo se agrava o problema complexo da salinidade, quer do solo, quer da água. Assim, em muitos dos aquíferos mais importantes do país, é exigível todo o cuidado no uso deste recurso, incluindo um programa, que ainda não existe de forma extensiva, de monitorização geral e sistemática da quantidade e da qualidade das águas subterrâneas.

À escala mundial, se o consumo de água continuar a aumentar a um ritmo idêntico ao que se tem verificado nos últimos anos, e apesar do armazenamento de água subterrânea ser muito significativo, as taxas de

extração para rega em áreas áridas não permitirão a recuperação física dos recursos hídricos. Entre 1940 e 2008, a nível mundial, 4500 km³ de água subterrânea foram extraídos do armazenamento dos aquíferos, sem retorno às reservas de água subterrânea, aumentando enormemente esse ritmo para 120 a 180 km³/ano a partir do ano 2000 (Foster & Tyson 2015).

Os dados do Quadro 3 são ilustrativos dos aspetos quantitativos potenciais das águas subterrâneas no Alentejo, salientando-se a capacidade útil de recarga anual, somando 1511,7 hm³, que se pode comparar com os 368 hm³ da capacidade das 867 pequenas barragens de rega já existentes por alturas do recenseamento de 2009, ou com os 3133 hm³ úteis da albufeira de Alqueva, ou ainda com os quase 7000 hm³ de escoamento sobre toda a área do Alentejo, conforme a estimativa apresentada na coluna 11 do Quadro 2. Salienta-se a relatividade destas comparações, que se referem apenas a disponibilidades efetivas correntes, não aos volumes totais armazenados, que no caso das águas subterrâneas do Alentejo se estimam em mais de 10000 hm³, incluindo aquíferos que, na Orla Ocidental e na bacia do Tejo-Sado podem ter porosidade eficaz superior a 0,2 e espessuras de mais de 100 ou 200 m. Estas, no entanto, são reservas de água que não devem ser utilizadas, a não ser em caso de extrema necessidade, pois essa exploração causaria não só a degradação parcial de alguns dos aquíferos, como poderia ser fatal para os ecossistemas dependentes de águas subterrâneas, nomeadamente os dependentes dos regimes de fluxo dos rios que deixariam de ter o contributo das águas subterrâneas.

2.2.3 Qualidade das águas subterrâneas

Quanto à qualidade das águas subterrâneas para rega, no já referido estudo ERHSA (2001) usouse o diagrama do *United States Salinity Laboratory*, que é um gráfico de duas entradas, para classificar as águas subterrâneas em função da sua utilização em solos agrícolas. Em abcissas a condutividade elétrica (CE) da água, definindo quatro classes (C1 a C4) de risco crescente de salinização do solo onde se use para rega a água analisada; uma água C2 (risco moderado de salinização) pode ainda ser usada na rega, desde que o solo tenha boa drenagem; uma água C3 (risco elevado) só deverá ser usada na presença de uma boa rede de drenagem, que facilite a lixiviação dos sais que se acumulem no solo; uma água C4 (risco muito elevado) não deve ser usada em nenhum caso. Em ordenadas, o diagrama classificativo considera quatro classes (S1 a S4) de risco crescente de alcalinização, traduzido pela razão de adsorção de sódio, que é uma função da concentração de sódio na água relativamente às

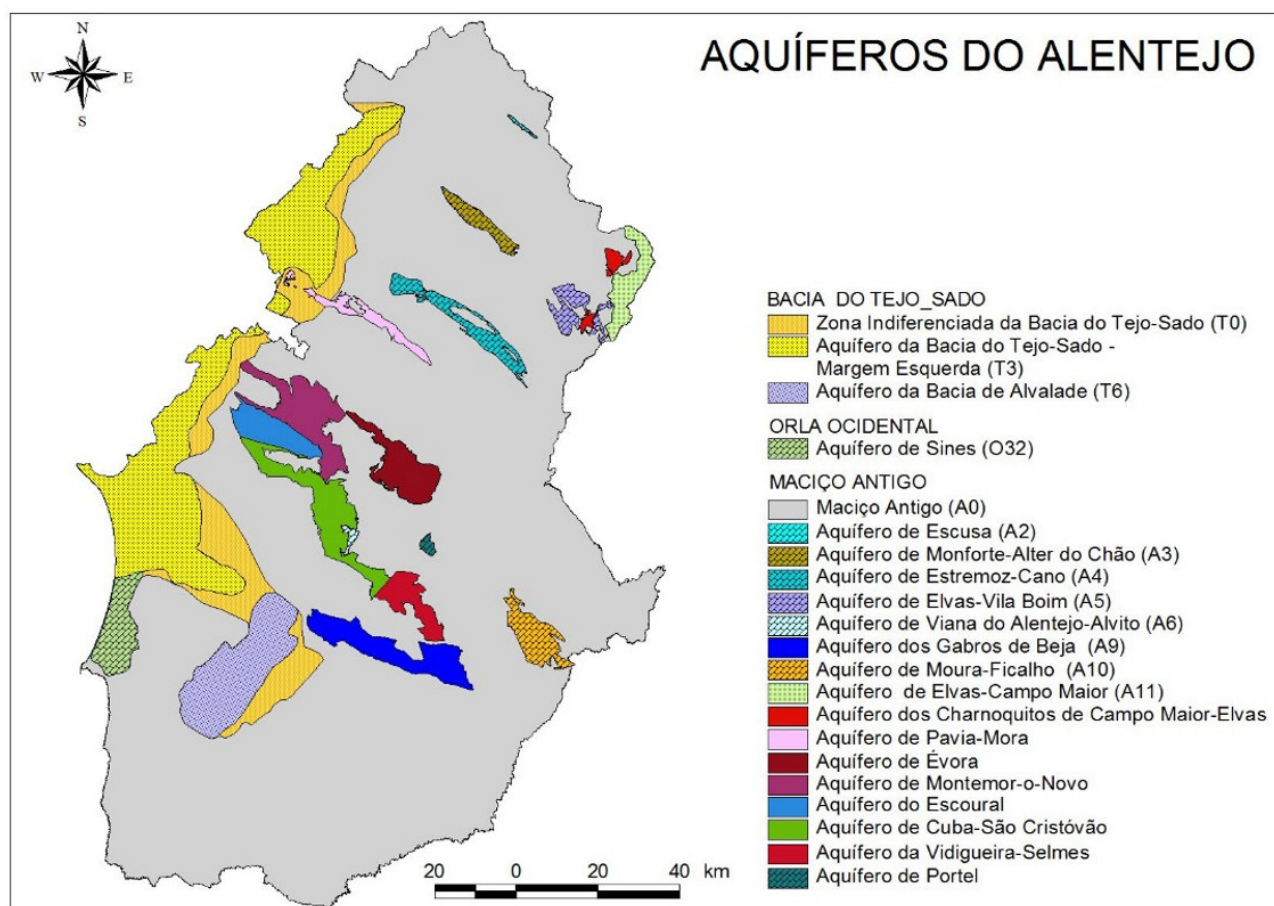


Figura 2. Setores aquíferos do Alentejo (Chambel et al 2007, modificada e atualizada).

concentrações de outros catiões, Ca^{2+} e Mg^{2+} . Uma água S2 já não deve ser usada em solos de textura fina, a não ser com boa drenagem; uma água S3 não deve ser usada, a não ser com aplicação de gesso e na presença de uma rede que assegure muito boa drenagem; uma água S4 (risco muito elevado) não deve ser usada em nenhum caso. O diagrama combina as duas entradas, resultando em 16 classes de qualidade da água desde C1S1 até C4S4.

Quase todas as águas analisadas no âmbito do projeto ERHSA são C2 ou C3 em termos de salinidade e S1 em termos de presença de sódio. É indispensável, portanto, para utilizar as águas subterrâneas na rega, mas evitando os riscos de salinização do solo, lembrando o que acima se disse sobre a frequente deficiência da drenagem interna dos solos do Alentejo, melhorar essa condição, geralmente requerendo-se a construção de uma suficiente rede de drenagem. Há ainda que referir que as águas da bacia do Sado e algumas do Tejo são S2 e mesmo S3, o que reforça, para essas regiões, a necessidade da rede de drenagem como parte da infraestrutura hidráulica de rega.

No entanto, verifica-se que há uma variação significativa da mineralização total da água

subterrânea entre o norte e o sul do Alentejo. A norte (zona de Portalegre, por exemplo), a tendência geral é para águas menos mineralizadas, ao passo que, para sul, a tendência é para águas mais mineralizadas, fator que se acentua para sul de Beja, onde surgem águas já muito salobras nalguns locais, nomeadamente em toda a Faixa Piritosa.

Em termos de fácies hidroquímicas, a Bacia do Tejo-Sado apresenta águas com tendência cloretada-sódica, mais acentuada a sul, na Bacia de Alvalade. Mais a norte, a mesma bacia continua a apresentar essa mesma tendência, mas começam a aparecer mais águas com tendência carbonatada, por vezes magnesiana (ERHSA 2001).

No aquífero de Sines a água é claramente bicarbonatada-cálcica, o que é de esperar do principal aquífero carbonatado da região (ERHSA 2001).

No que respeita ao Maciço Antigo, a sul de Beja as fácies hidroquímicas são claramente cloretadas-sódicas, e, para norte, essa tendência vai-se esbatendo, passando as águas a ser mais bicarbonatadas cálcicas e magnesianas, ou seja, há maior variabilidade hidroquímica.

Quadro 3. Reservas renováveis anuais dos aquíferos do Alentejo.

Sectores aquíferos	Tipo de rochas	Área do aquífero no Alentejo (km ²)	Recarga média anual (% da precipitação)	Recarga média anual (mm)	Recurso renovável anual (hm ³ /ano)
Bacia do Tejo-Sado					
Zona Indiferenciada da Bacia do Tejo-Sado (T0)	Porosas	1257	5	33	41,5
Aquífero da Bacia do Tejo-Sado – Margem Esquerda (T3)	Porosas	2181	30	200	436,2
Aquífero da Bacia Alvalade (T6)	Porosas	702	30 (*)	158	110,9
Orla Ocidental					
Aquífero de Sines (O32)	Carbonatadas	250	-	-	31,5 (**)
Maciço Antigo					
Maciço Antigo (A0)	Fraturadas	20119	5	33	663,9
Aquífero de Escusa (A2)	Carbonatadas	8	51	465	3,7
Aquífero de Alter do Chão-Monforte (A3)	Carbonatadas	69	13	82	5,7
Aquífero de Estremoz-Cano (A4)	Carbonatadas	202	25	167	37,7
Aquífero de Elvas-Vila Boim (A5)	Carbonatadas	113	25	150	17
Aquífero de Viana do Alentejo-Alvito (A6)	Carbonatadas	18	16	101	1,9
Aquífero dos Gabros de Beja (A9)	Fraturadas	347	10	54	18,7
Aquífero de Moura-Ficalho (A10)	Carbonatadas	191 (***)	23	139	11
Aquífero de Elvas-Campo Maior (A11)	Porosas	176	20	120	21,1
Aquífero dos Charnoquitos de Campo Maior/Elvas	Fraturadas	48	10	58	2,8
Aquífero de Pavia-Mora	Fraturadas	267	10	61	16,3
Aquífero de Évora	Fraturadas	255	10	65	16,6
Aquífero de Montemor-o-Novo	Fraturadas	373	10	71	26,5
Aquífero do Escoural	Fraturadas	198	10	74	14,7
Aquífero de Cuba-S. Cristóvão	Fraturadas	369	10	65	24
Aquífero de Vidigueira-Selmes	Fraturadas	165	10	56	9,2
Aquífero de Portel	Carbonatadas	18	7	45	0,8
TOTAL					1511,7

* Dados de Paralta et al 2007; ** Dados de Almeida et al 2000; *** Área de recarga é de apenas 81 km²

Fontes: ERHSA 2001;Chambel et al, 2007

3. O RECURSO SOLO

3.1. Panorâmica breve dos solos do Alentejo

Azevedo e Cary (1989) organizaram em cinco agrupamentos (ver Quadro 4) as ordens e subordens dos solos do Alentejo, definidas e designadas de acordo com a classificação portuguesa dos solos proposta por Cardoso (1965). Os cinco agrupamentos traduzem afinidades pedológicas e propriedades dos solos, que os autores consideraram importantes na produção agrícola e nas atividades agronómicas, contudo sem o carácter sistemático e classificativo das “classes” de aptidão dos solos da cartografia publicada, com esse carácter e objetivos, mas tendo como modelo a capacidade de o solo produzir trigo de sequeiro. No entanto, para facilidade de referência no texto que se segue, inseriu-se uma coluna com as designações A a E dos agrupamentos que, embora

se referindo a qualidades do solo, não se confundem com as referidas classes de aptidão.

Pode considerar-se que só três (designados A, B, C) dos cinco agrupamentos de solos considerados têm “boa” aptidão agrícola, somando 800 000 ha, menos de 30% da área total do Alentejo. A aptidão para o regadio será ainda mais restritiva, já que são mais os fatores intervenientes. É naturalmente grande a tentação de considerar maior a aptidão do agrupamento A, o que será verdade no que se refere a alguns aspetos, como a profundidade do perfil e a fertilidade química. No entanto, repare-se que é também nos solos deste agrupamento – Barros e Para-barros – que mais frequentemente se impõem fatores restritivos, como a muito má drenagem interna e os elevados riscos de salinização, incluindo casos graves de alcalinização. Já nos agrupamentos B e C, de solos Mediterrâneos ou Argiluvitados, de espessuras de perfil e fertilidade

Quadro 4. Agrupamento dos solos do Alentejo.

Ordens e Subordens	Agrupamento	Áreas (ha)	% na Área total
Barros, para-barros e afins	A	275 000	10
Solos mediterrâneos, pardos e vermelhos, não calcários	B	417 000	16
Solos argiluvitados não calcários e calcários	C	108 000	4
Solos litólicos não húmicos e argiluvitados delgados	D	900 000	34
Solos argiluvitados delgados e litossolos	E	972 000	36
Total		2 672 000	100

Fonte: Azevedo, Ário L.; Cary, F. Caldeira. (1989).

química bastante menores que nos do agrupamento A, se tem de lidar com um problema ainda grave de deficiente drenagem interna, que decorre neste caso da compacidade elevada do horizonte (B) argiluvitado. Porém, os riscos de salinização já são aqui bastante menores que no agrupamento A. Problema frequente nestes solos é a baixa fertilidade química, associada aos baixos teores de matéria orgânica, de fósforo e de magnésio, baixo pH e, frequentemente, elevados teores de manganés, atingindo níveis tóxicos (Carvalho et. al. 2015; Serralheiro e Carvalho, 2020; Carvalho e Serralheiro, 2021). A menor aptidão agrícola considerada para os agrupamentos D e E decorre, quer da limitada espessura dos perfis destes solos, quer das texturas demasiado grosseiras e das limitadas fertilidades químicas. No entanto, se utilizados na rega de culturas de Outono/Inverno e com tecnologias de produção apropriadas, estes solos podem ser aproveitados para culturas anuais regadas, como prados temporários, forragens e cereais, de forma rentável.

3.2. Conservação do solo e da água: a matéria orgânica e a drenagem

Há de notar-se que os problemas referidos limitativos da aptidão agrícola de todos os grupos de solos se associam, muito diretamente, aos baixos teores de matéria orgânica que genericamente se verificam. De facto, a matéria orgânica do solo é a parte que lhe dá vida, não só por os resíduos vegetais suportarem a atividade microbiana, também por, na fase de mineralização, devolverem nutrientes ao solo e posteriormente, na fase de humificação, se transformarem em ácidos húmicos. Estes são compostos de moléculas longas, com cargas elétricas muito ativas, que se ligam fortemente às posições de troca nos minerais da argila, formando complexos minerais-orgânicos (argilo-húmicos), que são muito importantes na agregação das partículas do solo e consequente resistência à erosão e formação dos poros, reduzindo o escoamento superficial. São assim determinadas pela matéria

orgânica propriedades importantes da qualidade do solo, ou capacidade de este prestar serviços ao ecossistema: a capacidade de troca catiónica (e a consequente fertilidade química), a estrutura e a porosidade (e as correspondentes resistência à erosão e drenagem interna) e a capacidade de retenção de água no solo (aumento da infiltração, por ser melhor a porosidade e a drenagem interna) e aumento do teor de humidade à capacidade de campo. Quer dizer, verifica-se que a qualidade dos solos e a sua capacidade de uso agrícola (em sequeiro ou em regadio) decorre principalmente do teor de matéria orgânica. Esta será, naturalmente, a linha diretriz das tecnologias agrícolas: aumentar os teores de matéria orgânica dos solos, o que irá, circunstancialmente, ao encontro das necessidades de imobilização de carbono nos solos, na linha da descarbonização e combate às alterações climáticas. Tecnologias conservativas (ou regenerativas) do solo, que o protegem da erosão, como a mobilização mínima ou a não mobilização (sementeira direta), são peças importantes na conservação do solo e da água. Também o serão outras técnicas menos diretas, como o grau de cobertura do solo (as pastagens permanentes promovem uma cobertura excecional, assim como o restolho ou um *mulch* formado pelos resíduos das culturas, se conduzidas em sementeira direta), a cultura em linhas seguindo as curvas de nível, e sistemas simples de vala e câmara de nível, a constituírem sistemas de drenagem de superfície. Estes últimos sistemas de drenagem podem simultaneamente servir para a implantação das linhas de culturas arbóreas, as quais encontram no câmara um meio poroso, bem drenado e fértil, especialmente favorável nos primeiros anos do desenvolvimento das jovens árvores. Deve ainda referir-se que, particularmente nos solos de textura mais fina e nos Argiluvitados, as culturas de enraizamento abundante (como é o caso das culturas forrageiras, independentemente da família a que pertencem), promovem, pelos resíduos das suas raízes, o aumento da matéria

orgânica e consequente melhoria da estabilidade estrutural, com a manutenção de uma rede de canais biológicos, que pode aumentar a drenagem de forma muito significativa.

Assim, a adoção de tecnologias apropriadas pode resolver muitas das limitações dos solos, permitindo o seu uso em regadio, o que tornará a área potencialmente regável bem superior, uma vez que a pouca profundidade poderá ser ultrapassável com a rega, especialmente em culturas de Outono/Inverno. Para estas culturas, havendo muito menores necessidades de dotações totais e instantâneas de água de rega, a profundidade do solo é menos crítica na sua adaptação ao regadio. E, lembra-se, é a disponibilidade de solos e não de água a principal limitação a uma distribuição mais uniforme do regadio no território.

4. ÁGUA E SISTEMAS PRODUTIVOS

4.1. Sistemas de sequeiro. Sistemas agro-silvo-pastoris

No Alentejo, à semelhança do que se verifica no restante território continental, a superfície agrícola utilizada (SAU), não sofreu alterações significativas

(Figura 3), desde a entrada de Portugal na Comunidade Europeia. No entanto, verificou-se uma acentuada transferência da área dedicada a culturas aráveis para a área dedicada a pastagens permanentes, como resultado das sucessivas alterações da Política Agrícola Comum (PAC) que, desligando as ajudas da atividade, por um lado aumentou os pagamentos diretos às grandes áreas, mas por outro permitiu um melhor ajustamento da ocupação do território à realidade edafoclimática. A deficiência hídrica na Primavera (que se tem vindo a agravar como consequência da alteração climática) assim como a elevada percentagem de solos pouco férteis e com baixo armazenamento de água útil tornam o território, em condições de sequeiro, com maior vocação para a produção de biomassa, ou seja, de pastagens e forragens e a consequente produção pecuária, do que para a produção de culturas para grão.

Esta transformação é racional e positiva. Fica claro que a principal vocação do sequeiro no Alentejo é a adoção de sistemas silvo-pastoris, confirmada pela grande transferência de áreas de culturas arvenses para pastagem, com o desligamento das ajudas. As pastagens de sequeiro são a base da produção animal, pois constituem a fonte de alimento mais barata, conforme se observa na Figura 4, obtida a partir de

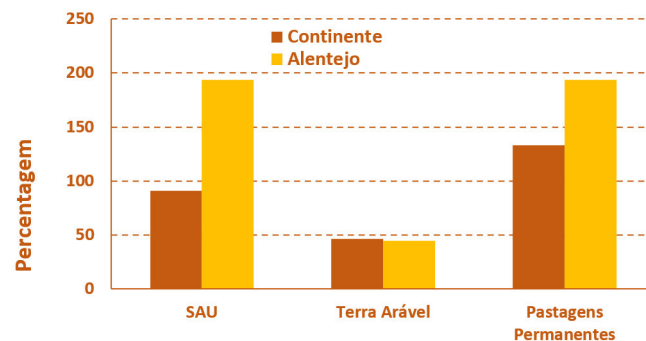


Figura 3. Percentagem de evolução (altura das barras) de áreas agrícolas (SAU, arvenses e pastagens) em Portugal Continental (barras a vermelho) e no Alentejo (barras a amarelo), entre 1983 e 2013
(Fonte: RASQ e IFFA 2013)

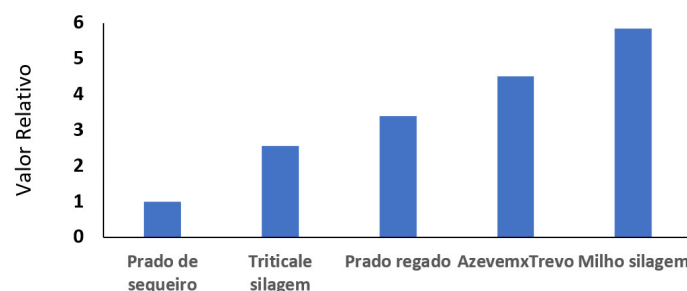


Figura 4. Custos comparados de pastagens e forragens, por unidade de matéria seca, observados em explorações agrícolas no Alentejo.

dados reais de explorações agropecuárias no Alentejo. Porém, o fator de grande preocupação é que cerca de 87% das pastagens são pobres, como as classifica o Instituto Nacional de Estatística (INE), isto é, são pastagens permanentes de crescimento espontâneo utilizadas, periódica ou permanentemente, para alimentação de gado, que não são melhoradas por adubações, cultivos, sementeiras ou drenagens. Particular atenção deve ser dada a este facto, sendo uma prioridade melhorar a produtividade e a qualidade destas pastagens. A acidez do solo (cerca de 85% dos solos nacionais são ácidos) e as toxicidades de manganês e alumínio frequentemente associadas, assim como os baixos teores de fósforo, são as correções fundamentais a introduzir para aumentar a produtividade das pastagens de sequeiro, havendo casos concretos na região em que a produtividade foi multiplicada por dez.

Foi a redução da área dedicada aos cereais para grão a grande responsável pela diminuição da SAU dedicada às culturas aráveis. Em sentido contrário, verificou-se um aumento da área dedicada a culturas forrageiras (como complemento do aumento da área de pastagens) e um aumento das culturas permanentes, particularmente do olival, da vinha e, mais recentemente, dos frutos de casca dura, que o regadio de Alqueva veio permitir. Recentemente, a Estratégia Nacional para a Promoção da Produção de Cereais”, aprovada em 2018, através da RCM n.º 101/2018, procura dar resposta aos níveis demasiado baixos de autossuficiência alimentar de Portugal, nomeadamente no que respeita a cereais, em especial ao trigo para pão, para cujo abastecimento Portugal se tornou totalmente dependente das importações, ficando em grande risco a soberania alimentar do País. Um aumento significativo, a curto prazo, da produção de cereais de Inverno, como o trigo, só será possível com o recurso ao regadio, de forma a fazer face ao aumento de frequência das secas de Primavera. A médio/longo prazo, um aumento do teor do solo em matéria orgânica permitirá também tornar a cultura mais sustentável no sequeiro, pelo menos nos melhores solos.

4.2. Sistemas de Regadio. Culturas regadas

Naturalmente, o regadio, em conjunto com outros avanços tecnológicos, permitiu o aumento da produtividade agrícola. Sendo a água um fator escasso e caro, a sua produtividade é uma questão central para a viabilidade do regadio e para a sua contribuição na sustentação do território. A produtividade de culturas como o milho e a oliveira mais que triplicaram nos últimos trinta anos e a da uva aumentou 75% (Marques e Carvalho 2017). No caso das culturas anuais, sejam forrageiras,

sejam para grão, a produtividade da água de rega é muito maior nas culturas de Outono/Inverno que nas de Primavera/Verão. Na Figura 5 comparam-se produtividades da água numa exploração com várias forragens e cereais para grão; o tritcale para forragem permitiu uma produtividade da água de rega cerca de sete vezes maior que a da pastagem permanente regada, a qual conduziu ao pior valor, e cinco vezes maior quando comparada com o milho silagem. Na mesma exploração agrícola, a produtividade da água de rega na produção de trigo é cerca de 4,5 vezes superior à que se obtém na cultura de milho, ambas para grão (Figura 6).

Na lógica da importância estratégica do regadio na sustentação do território e atendendo à evolução do uso do solo no sentido das pastagens de sequeiro e consequente produção animal, bem como à eventual retoma de alguma produção de cereais e outras culturas de outono-inverno, a utilização de parte do regadio na produção destas culturas pode ser muito importante. Nesta ótica, assume particular importância uma questão central, mas frequentemente minorizada no regadio, que é a melhoria da drenagem do solo.

A água é um fator de produção escasso e caro, pelo que é fundamental que a sua produtividade seja elevada, o que se conseguirá se a rega for fundamentalmente de complemento, na produção de culturas de Outono/Inverno, ou no aumento da disponibilidade de pastagens para pastoreio direto no Outono, substituindo alimento conservado. A maior economia da água nesta estratégia é particularmente importante nos pequenos regadios privados, onde permite aumentar significativamente as áreas regadas e/ou aumentar a resiliência do sistema a anos consecutivos de seca. Mas também o será nos regadios públicos por permitir regar solos que não são apropriados para produzir culturas regadas de Verão, por apresentarem uma pequena profundidade útil.

Os pequenos regadios privados, individuais ou coletivos, quer utilizando águas de superfície a partir de pequenas albufeiras, quer utilizando águas subterrâneas locais, estão por todo o País, mas devem aumentar-se e desenvolver-se. A estratégia de apoio e estímulo a estes sistemas de produção e à sua expansão e intensificação deve, à semelhança do que acima se descreveu para os sistemas de sequeiro, procurar otimizar o uso da água, obtendo dela a maior produtividade possível, e interligar o seu uso com a sustentação do sequeiro. As prioridades não irão para as culturas tradicionalmente de regadio, grandes consumidoras de água, mas antes para culturas que tirem partido das chuvas e maximizem a sua produtividade com

rega de complemento. É o caso das forragens, já referidas no complemento do sequeiro, mas é também o dos cereais de Outono/Inverno e das leguminosas para grão e o das culturas lenhosas permanentes, em especial o olival e a vinha, cujas exigências complementares de água são muito baixas (normalmente menos de $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$), potenciando muito elevadas produtividades da água de rega. As culturas tipicamente de regadio, nomeadamente os pomares e as hortícolas, devem ser objeto de decisão muito criteriosa em projeto, caso a caso, em função da disponibilidade local de solos e clima adequados, de água suficiente em quantidade e qualidade e da capacidade financeira do agricultor, incluindo os apoios externos com que possa contar, para investir no sistema de rega e sua exploração.

5. CONCLUSÃO

Para um novo paradigma de utilização da água na Agricultura, um fator a ter em conta cuidadosamente é a existência das secas, que sempre houve, mas que serão mais frequentes e aleatórias à medida que as alterações climáticas se vão fazendo sentir mais intensamente. De facto, a diminuição das precipitações, bem como o aumento da sua irregularidade e os frequentes e longos períodos de seca, estão previstos em todos os cenários de alterações para o sul ibérico. Para atender à referida aleatoriedade das secas, o volume útil das pequenas albufeiras e outros reservatórios deve ser pelo menos duplo em relação às necessidades de rega anuais, preparando as reservas para suportarem dois ou mais anos secos seguidos. Na utilização das águas subterrâneas, sobretudo dos

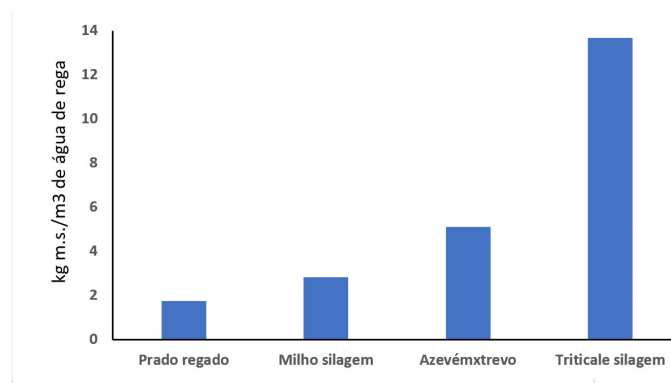


Figura 5. Comparação da produtividade da água de rega na Herdade da Parreira, concelho de Montemor-o-Novo, na produção de culturas forrageiras. Para o milho silagem, utilizaram-se dados fornecidos pelo Prof. Francisco Avilez para a zona do Ribatejo. Os restantes dados foram os obtidos na exploração, com um solo Litólico de granito (Pg).

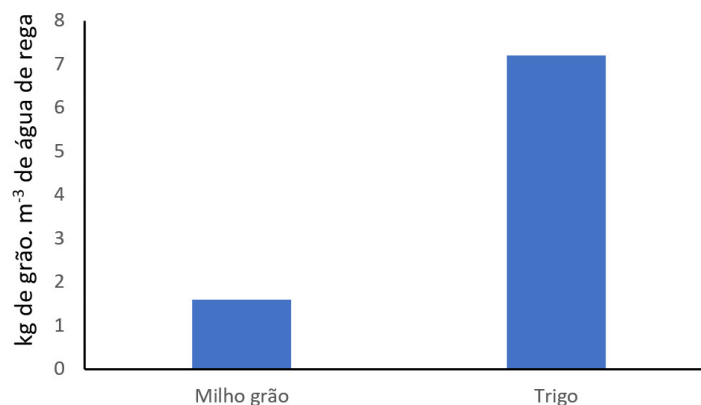


Figura 6. Produtividade da água de rega na cultura de milho grão e de trigo, na Herdade da Parreira.

grandes aquíferos diferenciados, será talvez mais fácil atender à aleatoriedade das secas, apesar de as consequências de uma sobreutilização serem mais graves do ponto de vista ecológico e mais duradouras no tempo. Não se prevê, neste novo paradigma que se propõe para a gestão pública da água na agricultura, uma utilização dos aquíferos superior a 80% da recarga anual média.

Todas as tecnologias descritas e cuidados na conservação do solo e da água devem ser respeitados escrupulosamente. De acordo com os dados apresentados ou referidos acima neste artigo, o recurso água está distribuído por todo o território. Já o recurso solo e a sua qualidade tem certamente menos justeza na distribuição e é provavelmente em geral mais limitativo, mas há soluções tecnológicas que permitem ultrapassar algumas destas limitações. As decisões e escolhas fundamentais terão de ser feitas pelos agricultores, caso a caso, com apoio técnico e financeiro do Estado. Habitualmente, o Estado já suporta parte dos custos com os equipamentos de rega, quando os projetos são aprovados. É preciso que tal apoio se torne prioritário para a política de gestão pública da água na agricultura, reforçando o número dos pequenos projetos de regadio aprovados.

Estas mudanças serão totalmente adequadas às orientações da Comissão Europeia, expressas no Pacto Ecológico Europeu, e ainda à transição justa, que é também uma das bandeiras da atual Comissão Europeia (European Commission 2020). Uma transição justa implica justiça na distribuição de recursos, e um desenvolvimento inclusivo das regiões e das comunidades que as ocupam. Os novos modelos de governança da água implicam uma transformação dos modelos institucionais e governativos, novos mecanismos de política e participação ativa dos parceiros interessados (Sinclair 2019), que permitam rever e adaptar as regras do jogo quanto aos usos do território e dos recursos, tornando claras as decisões sobre quem beneficia e quem suporta os custos (Baker and Mehmood 2014). A colaboração entre ciência e prática e decisão política, e a co-produção de conhecimento têm um papel fundamental nesta transição, para apoiar o desenho e construção de novas soluções que de facto fomentem a sustentabilidade dos territórios (Bina *et al.* 2018; Primdahl *et al.* 2018).

Todo este processo de desenvolvimento exige do agricultor um conhecimento profissional complexo e sempre atualizado, não só no que respeita à tecnologia agrícola, também nas componentes administrativas e ambientais, inclusive para responder às exigências, atuais e futuras, do

Pacto Ecológico Europeu e à sua tradução na regulamentação e aplicações da PAC. Será fundamental uma assistência técnica continuada aos agricultores, não só especificamente para a elaboração dos pequenos projetos, mas também para a tomada das decisões fundamentais e para a sua execução continuada. A organização central deste serviço de assistência técnica aos agricultores será certamente papel do Ministério da Agricultura e Alimentação, através da DGADR, enquanto autoridade nacional do regadio e desenvolvimento rural. A sua implementação no terreno envolverá certamente competências das Direções Regionais de Agricultura e de outras entidades, públicas e privadas.

Uma das decisões fundamentais em projeto será a que se refere à origem, captação, armazenamento e distribuição da água para rega. Dados os condicionalismos da utilização das águas subterrâneas, é de esperar, pelo menos no Alentejo, que a solução mais frequente se baseie nas águas de superfície (pequenas barragens), com os inerentes acréscimos de custos e as correspondentes necessidades de apoios financeiros. Os planos de ordenamento dos territórios rurais devem contar com a existência destas pequenas barragens para utilizações secundárias diferentes da rega: recreativas, de combate aos fogos rurais, de produção fotovoltaica de eletricidade (sistemas de painéis flutuantes), de produção piscícola, etc.

Será desta ação concertada que resultará a coerência do Programa Nacional de Investimento no sector do Regadio. É preciso não esquecer que se procura, com uma estratégia de gestão da água, que este recurso vital e escasso esteja ao serviço de todos e em todo o território, para uma utilização sustentável, quer do ponto de vista social e económico, quer do ambiental, inserindo-se harmonicamente no desenvolvimento do interior rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angelstam P., Munoz-Rojas J. and Pinto-Correia T., 2019. Landscape concepts and approaches foster learning about ecosystem services. *Landscape Ecology*. doi:10.1007/10980-019-00866

AgroGes; FENAREG. 2019. "Contributo para uma Estratégia Nacional para o Regadio 2050". Apresentação na Feira Nacional de Agricultura 14 Junho 2019. Versão disponibilizada: pdf. www.fenareg.pt

Almeida, C.; Mendonça, J.; Jesus, M.R.; Gomes, A. 2000. *Sistemas Aquíferos de Portugal Continental*. Instituto da Água – Centro de Geologia da Universidade de Lisboa, 3 vols. , 671 pp

Avilez, Francisco. 2021. "Que Regiões Agrícolas Irão Ganhar ou Perder Rendimentos com a Reforma da PAC pós-2020?" AGRO-GES.

Azevedo, Á.L.; Cary, F. Caldeira. 1989. Problemas e potencialidades da agricultura portuguesa, com ênfase especial para o Alentejo. In "Cooperação luso-alemã entre Universidades no domínio da investigação agrária aplicada – Resultados de projectos de investigação agrária". Vila Real, pp 135-161.

Baker, Susan; A. Mehmood. 2014. "Local Environment : The International Journal of Justice and Sustainability Social Innovation and the Governance of Sustainable Places." Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability 1(December 2014):37–41.

Bina, Olivia; Marta, Varanda; Daniel J. Lang; Henrik Von Wehrden; Maria Helena; Beatrice; John; Fabienne Gralla; Doris Alexander; Dorit Raines; Allen White; Roderick John. 2018. "Interdisciplinary and Transdisciplinary Research: Finding the Common Ground of Multi-Faceted Concepts." Sustainability Science.

Cardoso, José V.J. de Carvalho. 1965. Os solos de Portugal. I- A sul do rio Tejo. Lisboa, Secretaria de Estado da Agricultura, Direção Geral dos Serviços Agrícolas. VII+311 pp.

Carvalho, M.; Serralheiro, R. 2021. A sustentabilidade dos sistemas de Agricultura no Alentejo. Os desafios económicos e ambientais. Revista Naturae Digital, Museu Virtual da Biodiversidade, Universidade de Évora. <https://naturaemuseubiodiv.wordpress.com/2021/07/08>

Carvalho, M.; Goss, M.J.; Teixeira, D. 2015. Manganese toxicity in Portuguese Cambisols derived from granite: causes, limitations of soil analysis and possible solutions. Revista de Ciências Agrárias, 38: 518-527.

Chambel, A.; Duque, J.; Nascimento, J. 2007. Regional Study of Hard Rock Aquifers in Alentejo, South Portugal: Methodology and Results. IAH-SP Series, Jiri Krásný & John M. Sharp Eds, Taylor & Francis, 73-93 (ISBN 978-0-415-41442-5).

Corbera E., Roth D. e Work C., 2019. Climate change policies, natural resources and conflict: implications for development, Climate Policy, 19:sup1, S1-S7, DOI:10.1080/14693062.2019.1639299

Dias F. e Correia C., 2020. O uso da água em Portugal. Olhar, Compreender e Actuar com os protagonistas chave. Um estudo do Programa Gulbenkian Desenvolvimento Sustentável. .

Dupraz, Pierre; Hervé Guyomard. 2019. "Environment and Climate in the Common Agricultural Policy." EuroChoices 18(1):18–25.

EDIA. 2021. *Regadio 2030. Levantamento do Potencial de Desenvolvimento do Regadio de Iniciativa Pública no Horizonte de uma Década*. EDIA, Empresa de Desenvolvimento de Infraestruturas de Alqueva. Documento posto a discussão pública em dezembro de 2021.

EEA, 2019. Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe. European Environmental Agency, Report 04/2019. Copenhagen

ERHSA. 2001. Projeto "Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo". Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região Alentejo, Évora.

European Commission, 2020. "Just Transition Mechanism." European Commission. Retrieved (<https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/just-transition->).

European Commission, 2021. A long-term Vision for the EU's Rural Areas - Towards stronger, connected, resilient and prosperous rural areas by 2040. COM (2021) 345 Final. Brussels

EU SCAR AKIS, 2019. Preparing for Future AKIS in Europe. Standing Committee on Agricultural Research (SCAR), 4th Report of the Strategic Working Group on Agricultural Knowledge and Innovation Systems (AKIS). European Commission, Brussels

FENAREG. 2019. "Contributo para uma Estratégia Nacional para o Regadio. Documento Síntese". 44pp. www.fenareg.pt

Foster, S.; Tyson G. (coord.). 2015. Food Security and Groundwater. Strategic Overview Series. International Association of Hydrogeologists. Management: Misstear B and Chiton J. 6p.

Horlings, L. G.; T. Marsden. 2011. "Towards de Real Green Revolution ? Exploring the Conceptual Dimensions of a New Ecological Modernization of Agriculture That Could 'Feed the World.'" Global Environmental Change 21(2):441–52.

IEEA 2013. Inquérito às estruturas das explorações agrícolas 2013, Edição 2014, Instituto Nacional de Estatísticas

INE 1991. Recenseamento Geral da Agricultura, 1989 (RA89). Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

INE 2001. Recenseamento Geral da Agricultura, 1999 (RG99). Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

INE 2011. Recenseamento Agrícola, 2009 (RA2009). Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

INE 2021. Recenseamento Agrícola, 2019 (RA2019). Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.

- Jaeger W., Amos A., Conklin D., Langpap C., Moore K., Planting A., 2019. Scope and limitations of drought management within complex human–natural systems. *Nature Sustainability*. doi.org/10.1038/s41893-019-0326-y
- Malek Ž., Verburg P., Geijzendorffer I., Bondeau A., Carmer W., 2018. Global change effects on land management in the Mediterranean region. *Global Environmental Change*, 50: 238-254
- Marques, C.; Carvalho. M. 2017. A agricultura e os sistemas de produção no Alentejo. Breve caracterização da sua evolução, situação atual e perspectivas. In “Posse e uso da terra, Caracterização da Agricultura Alentejana”, pp. 15-53. ISBN 978-972-8140-8-9.
- Ministério da Agricultura. 2018. Programa Nacional de Regadios. Nota à Comunicação Social. Vila Franca de Xira, 3 de março de 2018. Anexo, mapa do Programa Nacional de Regadios.
- Molden, David. 2020. “Scarcity of Water or Scarcity of Management?” *International Journal of Water Resources Development* 36(2–3):258–68.
- Palomo-Campesino S., González J. e García-Llorente M., 2018. Exploring the Connections between Agroecological Practices and Ecosystem Services: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 10, 4339; doi:10.3390/su10124339
- Paralta, E.; Frances, A.; Ribeiro, L. 2007. Modelação da recarga do aquífero livre miocénico da Bacia de Alvalade e implicações ao nível da contaminação agrícola (um caso de estudo da infra-estrutura 12 - bloco de rega de Canhestros/Ferreira do Alentejo). Seminário sobre Águas Subterrâneas, LNEC, 12p.
- Pinto-Correia, T. 2020. Geographies of the South. The Study of the Rural Landscape in Portugal: Southern Unicity in Patterns and Changing Functions. In: González R.L.(Ed.), *Geographies of Mediterranean Europe*. Springer, ISBN 978-3-030-49463-6
- Poux X. e Aubert P.-M., 2018. An agroecological Europe in 2050: multifunctional agriculture for healthy eating. Findings from the Ten Years For Agroecology (TYFA) modelling exercise. IDDRI, Paris
- Primdahl, J., L. S.; Kristensen, F.; Arler, P.; Angelstam, A. A.; Christensen; M. Elbakidse. 2018. “Rural Landscape Governance and Expertise: On Landscape Agents and Democracy.” Pp. 153–64 in *Defining Landscape Democracy. A Path to social justice*, edited by S. Egoz, K. Jorgensen, and D. Ruggeri. Edward Elgar.
- Rasmussen, L. V. et al. 2018. “Social-Ecological Outcomes of Agricultural Intensification.” *Nature Sustainability* 1:275–282.
- Rockström, Johan et al. 2017. “Sustainable Intensification of Agriculture for Human Prosperity and Global Sustainability.” *Ambio* 46(1):4–17.
- Rodríguez-Cohard, Juan Carlos; José Domingo Sánchez-Martínez; Vicente José Gallego-Simón. 2018. “Olive Crops and Rural Development: Capital, Knowledge and Tradition.” *Regional Science Policy & Practice* (November 2017):1–15. Retrieved <http://doi.wiley.com/10.1111/rsp3.12115>.
- Serralheiro, R. P.; 1997. *Perspetiva da Agricultura de Regadio em Portugal*. Publicações “Universidade de Évora, série Ciências Agrárias”, nº 5. 76pp.
- Serralheiro, R.; Carvalho, M. 2020. “Elementos para uma Estratégia de Gestão da Água na Agricultura”. *Revista AGROTEC*, nº 34, Março 2020, pp. 30-35.
- Serralheiro, R.; Carvalho, M.; Pinto Correia, T. 2020. “Parecer Técnico, Sector Regadio, Plano Nacional de Investimentos, PNI2030”. Parecer sectorial (Regadio) integrado no Parecer global sobre o PNI2030 elaborado para o CSOP sob coordenação do Prof. Paulo Pinho, da FEUP.
- Silveira, A., Ferrão, J., Muñoz-Rojas Morenés, J., Pinto-Correia, T., Guimarães, M.H., & L. Schmidt, 2018. “The sustainability of agricultural intensification in the early 21st century: insights from the olive oil production in Alentejo (Southern Portugal)”. In A. Delicado, N. Domingos and L. de Sousa (Eds.), *Changing Societies: Legacies and Challenges*. Vol. iii. *The Diverse Worlds of Sustainability*. Lisbon: Imprensa de Ciências Sociais, pp.247-275. <https://doi.org/10.31447/ics9789726715054.10>
- Sinclair, F. 2019. Agroecological and Other Innovative Approaches for Sustainable Agriculture and Food Systems That Enhance Food Security and Nutrition. Report by the High Level Panel on Food Security and Nutrition, Committee on World Food Security, Rome.
- SNIRH, Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. (s/ data). <https://snirh.apambiente.pt>
- Veerman, C.; T. Pinto-Correia; C. Bastioli; B. Biro; J. Bouma; E. Cienciala; B. Emmett; E. Frison; A. Grand; L. Filchew, Z. Kriaučiūnienė; M. Pogrzeba; J. F. Soussana; C. Olmo; R. Wittkowski. 2020. *Caring for Soil Is Caring for Life. Soil Health and Food Mission*, Horizon Europe, edited by E. C. D. G. for Research and Innovation. Brussels.