

Tomás de Figueiredo · Felícia Fonseca · Luís Nunes (Editores)

Proteção do Solo e Combate à Desertificação

oportunidade para as regiões transfronteiriças



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior Agrária

Proteção do Solo e Combate à Desertificação: oportunidade para as regiões transfronteiriças

Título: Proteção do Solo e Combate à Desertificação: oportunidade para as regiões transfronteiriças

Editores: Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca & Luís Nunes

Edição: Instituto Politécnico de Bragança · 2015

5300-253 Bragança · Portugal

Tel. (+351) 273 331 570 · (+351) 273 303 200 · Fax (+351) 273 325 405

<http://www.ipb.pt>

Execução gráfica: Serviços de Imagem do Instituto Politécnico de Bragança

Tiragem: 200

Depósito legal nº 398621/15

ISBN 978-972-745-193-7

E-ISBN 978-972-745-194-4

Foto de capa: Tomás Figueiredo (IPB)

A ortografia adotada em cada um dos textos em língua portuguesa é da responsabilidade dos autores respetivos.

Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca & Luís Nunes (Editores)

**Proteção do Solo e Combate à Desertificação:
oportunidade para as regiões transfronteiriças**

Instituto Politécnico de Bragança
Escola Superior Agrária
Bragança, Portugal
2015

Apresentação

O Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PANCD) assenta numa nova avaliação do estado e da tendência de degradação da terra em Portugal Continental que é reveladora da especial sensibilidade do interior do País, ao longo da fronteira luso-espanhola. Refletindo esta evidência, o PANCD aponta objetiva e concretamente um conjunto de prioridades na implementação de medidas destinadas a travar a degradação dos territórios em risco, entre as quais se incluem as relacionadas com a proteção dos solos. A tomada de consciência e o envolvimento dos atores locais, das autoridades aos cidadãos intervenientes e utilizadores destas áreas são, ademais, assumidas como fulcrais para uma eficaz implementação do estabelecido no PANCD, deste modo acrescentando responsabilidade partilhada nas decisões e ações de defesa dos seus próprios recursos.

Neste contexto, e pela clara perceção da oportunidade de tal propósito para as zonas mais sensíveis do Interior Norte como parte integrante dos seus planos e ações de desenvolvimento, a Comissão Regional de Combate à Desertificação do Norte (CRCDN) tomou a iniciativa de realizar o Seminário “Proteção do Solo e Combate à Desertificação: oportunidade para as regiões transfronteiriças”, organizado pelo Instituto Politécnico de Bragança, na Escola Superior Agrária, em 29 de Outubro de 2012.

O Seminário contou, para além da entidade organizadora, com o apoio do Ponto Focal Nacional da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, do Centro de Investigação de Montanha e da Câmara Municipal de Bragança.

O livro que agora se publica reúne os trabalhos apresentados no Seminário, aos quais os editores entenderam acrescentar o seu próprio contributo. Procura assim consolidar, na palavra escrita, o conhecimento científico e as experiências no terreno então partilhadas pelos oradores convidados, que, pela qualidade, oportunidade e valor referencial, não poderiam deixar-se expostos à erosão da memória dos presentes nessa ocasião.

Assim, com o inestimável e persistente empenho do Ponto Focal Nacional de Combate à Desertificação, e com o apoio do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas e do Instituto Politécnico de Bragança, os organizadores do evento tomaram em mãos a edição do trabalho, para tanto contando com a grata e paciente confiança dos autores dos textos aqui reunidos.

A todos cabe agradecer, para além dos seus contributos para esta obra, manterem viva, na sua atividade científica e na sua intervenção cívica, a determinação na defesa e valorização dos recursos e dos territórios que mais delas carecem – o solo e as regiões transfronteiriças ameaçadas pela desertificação.

Bragança, Abril de 2015
Os Editores

Índice

Apresentação	v
Índice	vii
Lista de Autores	ix
Funções, usos e degradação do solo	1
Carlos Alexandre	
Efectos de los cambios de uso y manejo del suelo sobre la calidad y cantidad de la materia orgánica edáfica	15
Rafael Mulas, Francisco Lafuente, M ^a Belén Turrión, Olga López & César Ruipérez	
Manejo de residuos y sembradoras de siembra directa para la conservación de suelos	27
F. Javier López Díez	
Envolvimento dos agentes locais na identificação e na implementação de soluções para o combate à desertificação e degradação do solo	37
Celeste Coelho & Sandra Valente	
Prioridades de aplicação do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação com base nas condições do solo	47
Lúcio Pires do Rosário, Gabriel del Barrio, Maria E. Sanjuán, Alberto Ruiz, Jaime M. Valderrama & Juan Puigdefabregas	
O combate à desertificação e à seca no contexto das alterações climáticas. Casos	61
Eugénio Menezes de Sequeira	
Desarrollo y cooperación en la raya hispano-lusa: lecciones para una mejora de la gobernanza y cooperación transfronteriza	79
José Manuel del Barrio Aliste	
Os solos e a suscetibilidade à desertificação no NE de Portugal	87
Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca & Luís Nunes	

Autores

Alberto Ruiz

Estación Experimental de Zonas Aridas (CSIC), Ctra. Sacramento s/n, 04120 La Cañada, Almería, España; aruiz@eeza.csic.es

Carlos Alexandre

Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo (Presidente), ICAAM – Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrâneas, Universidade de Évora, Departamento de Geociências, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal; cal@uevora.pt

Celeste Coelho

CESAM – Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal; coelho@ua.pt

César Ruipérez

Universidad de Valladolid, Área de Edafología y Química Agrícola, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Av. Madrid 57, 34004 Palencia, España; ruiperez@agro.uva.es

Eugénio Menezes de Sequeira

Liga para a Proteção da Natureza, Estrada do Calhariz de Benfica 187, 1500-124 Lisboa, Portugal; eugenio.sequeira@sapo.ptt

F. Javier López Díez

Universidad de León, Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria, Avenida de Portugal, 41 24071 León, España; javier.lopez@unileon.es

Felícia Fonseca

Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária, Departamento de Ambiente e Recursos Naturais, CIMO – Centro de Investigação de Montanha, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal; ffonseca@ipb.pt

Francisco Lafuente

Universidad de Valladolid, Área de Edafología y Química Agrícola, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Av. Madrid 57, 34004 Palencia, España; lafuente@agro.uva.es

Gabriel del Barrio

Estación Experimental de Zonas Aridas (CSIC), Ctra. Sacramento s/n, 04120 La Cañada, Almería, España; gabriel@eeza.csic.es

Jaime M. Valderrama

Estación Experimental de Zonas Aridas (CSIC), Ctra. Sacramento s/n, 04120 La Cañada, Almería, España; jaimonides@eeza.csic.es

José Manuel del Barrio Aliste

Universidad de Salamanca, Departamento de Sociología y Comunicación, Campus Miguel de Unamuno, Edificio FES 37007, Salamanca, España; josema@usal.es

Lista Autores

Juan Puigdefabregas

Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC), Ctra. Sacramento s/n, 04120 La Cañada, Almería, España; puigdefa@eeza.csic.es

Lúcio Pires do Rosário

Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (Ponto Focal Nacional), ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P., Departamento de Planeamento e Assuntos Internacionais, Avenida da República 16, 1050-191 Lisboa, Portugal; lucio.rosario@icnf.pt

Luís Nunes

Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária, Departamento de Ambiente e Recursos Naturais, CIMO – Centro de Investigação de Montanha, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal; lfnunes@ipb.pt

María Belén Turrión

Universidad de Valladolid, Área de Edafología y Química Agrícola, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias,, Av. Madrid 57, 34004 Palencia, España; bturri@agro.uva.es

Maria E. Sanjuán

Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC), Ctra. Sacramento s/n, 04120 La Cañada, Almería, España

Olga López

Universidad de Valladolid, Área de Edafología y Química Agrícola, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias,, Av. Madrid 57, 34004 Palencia, España; olgalc@agro.uva.es

Rafael Mulas

Universidad de Valladolid, Área de Edafología y Química Agrícola, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias,, Av. Madrid 57, 34004 Palencia, España; rmulas@agro.uva.es

Sandra Valente

CESAM – Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal; sandra.valente@ua.pt

Tomás de Figueiredo

Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária, Departamento de Ambiente e Recursos Naturais, CIMO – Centro de Investigação de Montanha, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal; tomasfig@ipb.ptt

Proteção do Solo e Combate à Desertificação: oportunidade para as regiões transfronteiriças

Artigos

Funções, usos e degradação do solo

Carlos Alexandre

ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrâneas e Depto. Geociências, Universidade de Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal; Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo (SPCS)

cal@uevora.pt

Resumo

A realidade da crise económica actual, no nosso País e em grande parte da Europa, devolveu-nos aos nossos limites territoriais e à necessidade premente de aproveitarmos melhor os recursos naturais que temos, entre os quais o solo.

O solo é o meio natural para o crescimento das plantas. Apesar da sua ubiquidade é um recurso finito, não renovável à escala de tempo da vida humana, sujeito a rápida degradação e do qual depende 99 % da produção de biomassa à escala global, quer para alimentação humana e animal quer para fornecimento de fibras a vários tipos de indústrias.

Sendo parte integrante dos ecossistemas terrestres, o solo desempenha muitas funções e serviços, nem sempre devidamente valorizados: de aprovisionamento (fornece biomassa, matérias-primas e recursos genéticos), de regulação (de ciclos envolvidos nas alterações climáticas – água, carbono, azoto – e dos restantes ciclos biogeoquímicos), de suporte (à biodiversidade e a infra-estruturas) e culturais (contém informação de interesse científico, cultural e artístico).

No actual contexto nacional assiste-se a uma tendência louvável para um melhor aproveitamento do recurso solo, com expansão da produção agrícola e florestal. Contudo, a história recente pode ajudar-nos a aprender com os erros cometidos em outros períodos de grande pressão sobre o solo ("lei da fome", campanha do trigo). Com o conhecimento e as tecnologias actuais é possível conciliar produção e sustentabilidade de modo a não deixar um legado de solos ainda mais degradados do que aquele que recebemos. Nas regiões do interior, pelo contrário, o desenvolvimento agrícola e florestal sustentável será a principal via para recuperar o solo, aumentar a resistência e resiliência à desertificação e travar o despovoamento.

Os solos de um país representam um valor difícil de quantificar mas, indubitavelmente, a sua degradação representa uma perda de património, privado e público, que afectará muitas gerações vindouras. Perante as dificuldades em implementar uma Estratégia Temática de Protecção dos Solos para a União Europeia, é urgente fazer como outros países e elaborar uma Estratégia Nacional de Protecção do Solo. Para isso devem-se mobilizar os principais agentes sectoriais com intervenção no recurso solo (agricultura, ambiente, florestas, urbanismo,...), de âmbito nacional e regional, públicos e privados (ministérios, municípios, universidades, sociedades científicas, associações de produtores,...). Esta Estratégia constituiria um quadro de referência para aplicação de políticas com instrumentos de intervenção sectoriais, balizando tipos de uso e práticas de gestão para diferentes tipos de uso do solo.

"In the end we will conserve only what we love; we will love only what we understand; and we will understand only what we have been taught" (Baba Dioum, 1968).

1. Solo

Os seres vivos têm que se adaptar a condições de vida muito difíceis em cerca de 1/5 da área total dos continentes e ilhas que se encontram ocupados por gelos permanentes, superfícies rochosas e areias instáveis (Soil Survey Staff, 1999). Felizmente, cerca de 4/5 da área emersa (quase 1/4 da superfície total da terra) encontram-se revestidos com uma cobertura de solos que possibilitam condições de vida substancialmente mais favoráveis.

Existem várias definições de solo, em geral, coincidentes quanto à sua localização, à superfície da terra, e quanto à sua constituição, muito heterogénea:

C. Alexandre

- *É a camada superficial da crosta terrestre, constituída por partículas minerais, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos* (ISO 11074-1, 1/08/1996).

- *É o material não consolidado, mineral ou orgânico, existente à superfície da terra e que serve de meio natural para o crescimento das plantas* (SSSA, 2008).

- *(...) é um corpo natural composto de sólidos (minerais e matéria orgânica), líquidos e gases que ocorre à superfície da terra, ocupa espaço e é caracterizado por um ou ambos dos seguintes critérios: tem horizontes, ou camadas, distinguíveis do material inicial, em resultado das adições, perdas, transferências e transformações de energia e matéria ou tem a capacidade para suportar plantas enraizadas em ambiente natural* (Soil Survey Staff, 1999, 2010).

- *O solo é geralmente definido como a camada superior da crosta terrestre, formada por partículas minerais, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos. O solo constitui a interface entre a terra, o ar e a água e aloja a maior parte da biosfera* (COM, 2006, 232 final, p. 2).

De entre as fronteiras que delimitam o solo, o limite inferior é o de mais difícil definição. Para fins operacionais, algumas classificações de solos definem a espessura máxima do seu objecto de classificação em 200 cm (FAO, 2006; Soil Survey Staff, 2010). No entanto, a importância da relação entre solo e plantas (SSSA, 2008; Soil Survey Staff, 1999, 2010) ou entre o solo e biosfera (COM, 2006), relembra-nos que o limite inferior do solo é muito variável e que o limite máximo de 200 cm é apenas uma convenção, conforme se salienta nas seguintes transcrições (a segunda incluída no Nº 2 do Artº 1º da proposta de Directiva apresentada ao Parlamento Europeu):

- *Solo tem uma espessura que é determinada pela profundidade de enraizamento das plantas* (Soil Survey Staff, 1999, 2010).

- *(...) A presente directiva é aplicável ao solo que forma a camada superior da crosta terrestre situada entre o substrato rochoso (bedrock) e a superfície, com exclusão das águas subterrâneas conforme definidas no n.º 2 do artigo 2.º da Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho* (COM, 2006, 232 final, p.16).

A mesma ênfase na relação entre o solo e as plantas (SSSA, 2008; Soil Survey Staff, 1999, 2010) justifica que na definição de solo sejam incluídos os solos submersos até 2.0 m (FAO, 2006) ou até 2,5 m de profundidade (Soil Survey Staff, 1999, 2010), considerando que com água até estas profundidades podem existir plantas enraizadas no solo alagado.

Recentemente também se alargou o conceito de solo a áreas muito alteradas por acções humanas, dando origem, por exemplo, aos Tecnosolos da WRBSR (FAO, 2006).

2. Processos, funções e serviços

Solo faz parte do meio ambiente e dos ecossistemas. Participa em processos ecológicos vitais para os seres vivos e para as sociedades humanas. Nesse contexto o papel desempenhado pelo solo e a sua importância para as sociedades humanas tem levado a que lhe sejam atribuídas diversas funções (FAO, 1995; Blum, 1998; Hillel, 1998).

Contudo, a referência a uma função implica um objectivo ou finalidade que se espera atingir, e que permite avaliar até que ponto essa função cumpre o que se espera dela. Por exemplo, em biologia a função de cada órgão será, em última análise, manter vivo o organismo de que faz parte. A referência a funções do solo enquanto parte dos ecossistemas sugere uma interpretação teleológica dificilmente conciliável com a abordagem científica (Ibáñez & Boixadera, 2002). Não obstante, parece aceitável falar das funções do solo para as sociedades humanas. Nesta perspectiva, essas funções ganham sentido e finalidade porque permitem obter bens e serviços a partir do solo, enquanto recurso natural.

Nos últimos decénios têm-se multiplicado os esforços para contabilizar as externalidades de diversas actividades humanas, sejam os custos de degradação do meio ambiente, ou os benefícios que a sociedade retira dos serviços prestados pelos ecossistemas.

O estudo *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005a) define serviços dos ecossistemas como os "benefícios que os humanos obtêm da natureza" e o TEEB Foundations (2010) considera que são "contribuições dos ecossistemas, directas e indirectas, para o bem-estar humano". Do mesmo

Funções, uso e degradação do solo

modo, poderemos dizer que os benefícios que as sociedades humanas retiram do solo podem ser considerados como serviços do solo ou pedo-serviços.

O MEA (2003 e 2005a) admite 4 tipos de serviços dos ecossistemas: aprovisionamento, regulação, suporte e culturais. O TEEB Foundations (2010) adota quase a mesma divisão mas substitui os serviços de suporte por serviços de habitat. No Quadro 1 apresenta-se uma breve definição de cada um destes serviços e enquadra-se o subconjunto dos serviços do solo nas classifica-

QUADRO 1: Serviços do solo como componente dos ecossistemas terrestres e serviços do solo não compatíveis com os serviços dos ecossistemas (MEA, 2003 e 2005a; TEEB in Local Policy, 2011)¹.

O SOLO NOS SERVIÇOS DOS ECOSISTEMAS	MEA ¹	TEEB ¹
Serviços de aprovisionamento: materiais e energia obtidos dos ecossistemas. Solo: indispensável para a produção de biomassa de natureza muito variada, consoante o uso do solo ² :		
1. Alimentos (cultivados e silvestres, para alimentação humana e animal)	1	1
2. Fibras (ex.: madeira, algodão, linho)	2	2
3. Bioenergia (ex.: lenha, biocombustíveis)	2	2
4. Produtos bioquímicos, farmacêuticos e de medicina natural	4	(4)
5. Recursos ornamentais (ex.: plantas ornamentais)	5	-
Serviços de regulação: capacidade dos ecossistemas para controlarem processos naturais e proporcionarem melhores condições ambientais. Solo: participa em vários processos de regulação e a sua degradação provoca desregulação e desserviços/prejuízos ambientais.		
6. Regulação da qualidade do ar (principalmente como desserviço ambiental)	7	(5)
7. Regulação do clima global, regional e local (inclui sequestro do carbono) ³	8	(5), 6
8. Regulação do ciclo hidrológico e da qualidade da água ⁴	9	9
9. Controlo biológico de pragas e doenças	13	11
10. Regulação (moderação) de riscos naturais	15	7
Serviços de habitat⁵ e suporte⁶: capacidade para proporcionar habitat e processos/serviços essenciais para os outros serviços. Solo: habitat de inúmeras espécies de organismos, muitas ainda desconhecidas, constituem enorme reserva de biodiversidade e são essenciais para a ciclagem de nutrientes.		
11. Habitat (para inúmeras espécies de organismos do solo, muitas ainda desconhecidas)	-	12
12. Conservação da diversidade genética (organismos do solo)	-	13
13. Ciclagem de nutrientes (retenção de nutrientes em formas biodisponíveis, obtidos por decomposição de resíduos orgânicos e por meteorização de rochas e minerais)	19	-
Serviços culturais: serviços não materiais dos ecossistemas como, por ex., a valorização de paisagens ou organismos por motivos estéticos, culturais ou espirituais. Solo: constitui o suporte de paisagens e parques e também pode esconder (conservar) património de grande valor cultural, científico e educacional.		
14. Turismo, recreação, saúde física e mental (ex.: parques urbanos, parques naturais, paisagens protegidas, paisagens de valor estético e/ou cultural)	(30)	14, 15
15. Património cultural, científico e educacional (ex.: vestígios de interesse arqueológico, paleontológico, paleo-ambiental)	23, 24, 29	-
16. Valorização espiritual, religiosa, estética, inspiração e sentido de pertença	22, 26, 28	16, 17
SERVIÇOS DO SOLO NÃO DEPENDENTES DOS ECOSISTEMAS		
Serviços de ocupação do espaço: implicam a remoção total ou parcial do solo, tanto para usar o material extraído (na íntegra ou apenas constituintes), como para construir na área de remoção.		
17. Suporte de infra-estruturas (ex.: edifícios, vias de comunicação)	-	-
18. Matéria-prima (ex.: cascalho, areia, argilas, minerais, turfa)	-	-

¹ MEA, 2003, p.56 e seg. e TEEB in Local Policy, 2011, p.18.

² Sustenta 99 % da produção de biomassa (FAO, 2004).

³ O carbono orgânico preservado nos solos é muito superior à soma do carbono da atmosfera (CO₂) e das plantas.

⁴ Contém ~80% da água com menos tempo de residência (atmosfera, solo, rios e biosfera).

⁵ O MEA não considera os serviços de habitat. No solo podem existir centenas de milhares de espécies /m².

⁶ O TEEB considera os serviços de suporte como um subconjunto de processos ecológicos necessários para a produção de outros serviços, mas não serviços em si mesmo. Em alternativa reconhece serviços de habitat. Para o solo adoptou-se uma versão mais próxima do TEEB mas, pela sua importância, incluiu-se a ciclagem de nutrientes (oculta no TEEB).

C. Alexandre

ções adoptadas no MEA (2005a) e no TEEB Foundations (2010). O Anexo 1 do estudo EASAC (2009) apresenta uma boa revisão dos serviços dos ecossistemas a nível europeu. No conceito genérico dos serviços dos ecossistemas (e do solo) inclui-se a possibilidade de ocorrência de desserviços ou prejuízos para a sociedade (TEEB Foundations, 2010). Por exemplo, quando desprovido de qualquer cobertura vegetal, o solo pode contribuir para uma acentuada degradação da qualidade do ar em resultado da erosão eólica.

No Quadro 1 também se incluem serviços do solo que não estão associados aos serviços dos ecossistemas e que, pelo contrário, podem contribuir para a eliminação ou para uma profunda alteração dos ecossistemas. Assim, temos os seguintes tipos de serviços prestados pelo solo:

- I. Integrados nos serviços dos ecossistemas
 - A. Aprovisionamento – principalmente produção de biomassa
 - B. Regulação e suporte
 - C. Habitat
 - D. Culturais
- II. Não dependentes dos serviços dos ecossistemas
 - E. Suporte de infra-estruturas
 - F. Matéria-prima

De salientar que nesta síntese, ao contrário do que se apresenta no Quadro 1, se associam os serviços de suporte aos de regulação, porque, no caso do solo, é relevante salientar os serviços de suporte (não explicitados no TEEB – ver notas do Quadro 1) e porque, pela sua natureza (principalmente a ciclagem de nutrientes) se considera estarem mais próximos dos serviços de regulação do que dos de habitat (espaço físico para as espécies e diversidade genética).

3. Serviços e usos

Em termos gerais, o solo é um recurso multifuncional ou multisserviço mas, em cada local, a expressão dessa multifuncionalidade depende do uso que lhe é dado, conforme se procura salientar de forma simplificada no Quadro 2.

QUADRO 2: Relação entre os serviços do solo e alguns tipos de uso. O solo é um recurso multisserviços excepto para usos que implicam a sua remoção e/ou impermeabilização, que são incompatíveis com os serviços dos ecossistemas e que têm efeitos permanentes e irreversíveis.

Serviços Tipos de uso	Aprovisiona/ (biomassa)	Regulação e suporte	Habitat	Culturais	Suporte estruturas	Matéria- prima
Reserva natural	S	P	P	P	(-)	(-)
Floresta extensiva	P	P	S	S	(-)	(-)
Regadio	P	S	S	S	(-)	(-)
Parque urbano	S	P	S	P	(-)	(-)
Área edificada	(-)	(-)	(-)	(-)	P	(-)
Pedreira	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	P

P – Serviço(s) principal(ais) que pretende obter do solo em cada tipo de uso.

S – Serviços secundários que o solo pode prestar, mas não são o objectivo principal do uso do solo.

(-) – Serviços do solo incompatíveis o tipo de uso indicado.

Embora de forma variável com a intensidade de cada sistema de produção, certos usos da terra, como o uso florestal ou agrícola, podem permitir a compatibilização dos vários serviços dos ecossistemas em que o solo participa (aprovisionamento, regulação e suporte, habitat e culturais).

No outro extremo, a ocupação urbana ou a extracção de matérias-primas, implicam, regra geral, a remoção e/ou impermeabilização do solo e, portanto, nas áreas abrangidas, este recurso esgota-se num único serviço. Nestes casos trata-se de serviços não compatíveis com os serviços dos ecossistemas porque, nas áreas afectadas, todo o ecossistema local preexistente fica inviabilizado. Sendo este tipo de usos do solo também indispensáveis às sociedades humanas, é essencial que as decisões de remoção e/ou selagem do solo de uma dada área sejam bem avaliadas e fundamentadas, pois trata-se de decisões com consequências permanentes e irreversíveis.

A fundamentação das decisões sobre o uso do solo, bem como a avaliação dos seus impactes no meio ambiente, depende do conhecimento disponível em cada momento, tanto dos recursos, suas relações e processos potencialmente afectados, como da perda de valor dos serviços ambientais. Apesar do seu potencial como metodologia de apoio à decisão, a quantificação do valor dos serviços dos ecossistemas é uma metodologia ainda pouco disseminada. O Quadro 3 ilustra os diferentes tipos de valor considerados no valor económico total (VET) dos ecossistemas, baseado em MEA (2005b, p. 54 e seg.) e EFTEC (2005).

QUADRO 3: Tipos de valor considerados no valor económico total dos serviços dos ecossistemas¹

Valor económico total	Serviços	Grau ²
Valor de uso – envolve interacção com o ecossistema	-	-
Uso directo – valor de serviços que beneficiam directamente indivíduos que se encontram ou podem aceder ao ecossistema. Podem corresponder a bens de consumo (alimentos, madeira, bioenergia, ...) ou a serviços não consumíveis (recreio, ecoturismo, ...).	Aprovisionamento ³ , culturais	1
Uso indirecto – valor de serviços que beneficiam toda a sociedade exterior aos ecossistemas. Por ex.: regulação do ciclo de hidrológico e purificação de água, sequestro de carbono, ciclagem de nutrientes, ...	Regulação, habitat ou suporte	2
Opção – valor do possível uso no futuro, directo ou indirecto. Como um seguro para prevenir necessidades futuras.	Todos	3
(Segundo o MEA o valor de legado também pode ser valor de opção)		
Valor de não-uso – não envolve interacção com o ecossistema	-	-
Legado – valor atribuído a um dado ecossistema e aos seus serviços para serem deixados em benefício de gerações futuras.	Todos	3
Altruísta – valor de saber que a geração actual pode beneficiar dos bens e serviços que os ecossistemas podem fornecer.	Todos	4
Existência – valor atribuído ao facto de saber que um dado ecossistema existe, independentemente do benefício que possa trazer a quem lhe atribui o valor. Conceito mais próximo do valor intrínseco.	Habitat ou suporte e alguns culturais	4

¹ Baseado em MEA (2005b, p. 54 e seg.) e EFTEC (2005).

² Grau de dificuldade para a determinação do valor.

³ Para os ecossistemas também se considera no valor de uso directo serviços de aprovisionamento como o fornecimento de água ou de material genético (MEA, 2005b).

O VET dos serviços dos ecossistemas é uma abordagem utilitarista que visa expressar os serviços obtidos pelo seu valor monetário. Apesar disso, a evolução crescente desta abordagem resulta do desenvolvimento de metodologias que permitem quantificar também aqueles serviços que não geram benefícios monetários num mercado. Paralelamente à valorização externa dos ecossistemas (pelos seus serviços) existem também correntes que lhes atribuem um valor intrínseco que dispensa uma quantificação monetária e que se baseiam em critérios, culturais, religiosos, éticos ou outros. Na abordagem do VET, o valor de existência é o que se aproxima mais desta abordagem (Quadro 3). Do mesmo modo, também as dificuldades na quantificação do valor de não-uso têm levado a que as aplicações do VET contemplem principalmente a componente do valor de uso (directo e indirecto) (MEA, 2005b; EFTEC, 2005).

4. Usos e degradação do solo

Apresentam-se os tipos de degradação do solo reconhecidos na União Europeia, discute-se sumariamente a sua relação com a desertificação e com tipos de uso do solo importantes no nosso país, salientando a perspectiva histórica desses usos e seus efeitos no solo.

A proposta apresentada pela Comissão Europeia ao Parlamento Europeu em 2006, para elaboração de uma directiva de protecção do solo, cuja aprovação tem sido sucessivamente adiada, identificou 7 tipos de degradação do solo dominantes na Europa: i) Erosão do solo; ii) Diminuição da matéria orgânica e da biodiversidade do solo; iii) Contaminação do solo (local e difusa); iv) Selagem (impermeabilização) do solo (soil sealing); v) Compactação do solo; vi) Salinização; vii) Cheias e deslizamentos de terras (floods and landslides).

Muitas destas formas de degradação, de origem antrópica, estão interligadas em processos de retroalimentação positiva. Por exemplo, sistemas de produção agrícola com frequentes mobilizações do solo tendem a manter uma fraca cobertura vegetal, a fazer descer os níveis de matéria orgânica, a pulverizar e compactar a camada superficial do solo, o que leva à redução da infiltração e ao consequente aumento do escoamento superficial e da erosão hídrica.

A degradação do solo pode ter implicações sobre todo o meio ambiente, por exemplo, provocando a poluição de recursos hídricos subterrâneos e superficiais e a eutrofização de rios, lagos e albufeiras. Mas talvez o efeito mais insidioso da degradação do solo seja a sua relação com a desertificação das regiões onde ocorre (Figura 1).



Figura 1: Os processos de degradação do solo diminuem a sua capacidade para sustentar a produção primária e, gradualmente, reduzem a resistência e a resiliência dos ecossistemas a eventos extremos.

Segundo a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UN, 1994), “desertificação significa a degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários factores, entre os quais as variações climáticas e as actividades humanas”. Sendo a degradação do solo uma forma de degradação da terra¹ pode ser, simultaneamente, resultado da desertificação e um factor de processos que concorrem para a desertificação. Por exemplo, a perda de

¹ Segundo a mesma Convenção (UN, 1994) “Degradação da terra significa a redução ou perda, nas zonas áridas, semi-áridas e sub-húmidas secas, da produtividade biológica ou económica e da complexidade das áreas de sequeiro, regadio, ou pastagens, florestas e bosques em resultado do uso da terra ou de um processo ou combinação de processos, incluindo processos decorrentes de actividades humanas e padrões de habitação, tais como: (i) erosão do solo causada pelo vento e/ou água; (ii) deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas ou económicas do solo; e (iii) perda a longo prazo da vegetação natural.”

matéria orgânica e a erosão tendem a reduzir a capacidade do solo para armazenar água e nutrientes, o que pode afectar a resistência e a resiliência da vegetação, natural ou cultivada, a secas prolongadas ou outros eventos extremos. A perda progressiva do coberto vegetal que daí pode resultar corresponde a um estado de maior degradação da terra. Mas além disso, por retroacção positiva, tende a agravar a erosão e a perda de matéria orgânica do solo e, portanto, caso não existam outros factores que contrariem este ciclo vicioso, verifica-se um reforço do processo de desertificação.

No nosso país os processos de degradação do solo de origem antrópica estão pouco estudados, mas a sua origem deve ser tão antiga quanto a ocupação humana do território, em especial desde a expansão da agricultura e, principalmente, da pastorícia, há cerca de 7000-8000 anos. *"A pastorícia de percurso com fogo foi a causa maior do retrocesso do coberto florestal herdado da primeira metade do Holocénico, no território continental português."* (Aguilar & Pinto 2007, p. 34)

Tudo indica que a exploração dos produtos da floresta, bem como a expansão da ocupação e da "domesticação" das áreas florestais acompanhou o crescimento demográfico, até se atingir um máximo de desflorestação nos finais do século XVIII (Reboredo & Pais, 2012) início do século XIX (Devy-Vareta & Alves, 2007), com estimativas de ocupação florestal que variam entre 4 e 14% do território nacional. Contudo, Devy-Vareta & Alves (2007) consideram que estes valores devem subestimar a área florestal total do país nessa época. Em todo o caso estes valores indiciam uma intensidade de exploração das áreas florestais superior à sua capacidade de regeneração, ao longo de séculos, que terá deixado também uma factura na degradação dos solos dessas áreas.

Desde o século XIX várias iniciativas de florestação permitiram a recuperação da área florestal mas, seja pela natureza das florestas fomentadas, seja pela pressão e/ou condições de gestão dessas áreas, o país continua a assistir, todos os anos, na época estival, ao uso e abuso da mais antiga forma de controlo da vegetação – o fogo.

Nas áreas de montanha do centro e norte do país, em que os fogos florestais tendem a ser mais frequente, os riscos de degradação do solo, principalmente por erosão, são especialmente relevantes. Par tal concorre o acidentado do terreno, os próprios solos que, geralmente são muito delgados e pedregosos, por vezes quase inexistentes e, por isso, muito sensíveis a perdas adicionais. Acresce ainda que os fogos contribuem para acelerar a degradação de estruturas de conservação do solo, construídas ao longo de séculos, que permitiram a prática de uma agricultura de montanha em grande parte já abandonada (Figura 2). O colapso progressivo de tais estruturas (socalcos, canais de regularização torrencial, canais de regas, etc.) pode ter consequências relativamente localizadas mas pode, também, originar fenómenos em cadeia ao longo de vales de encosta que, para além da perda dos melhores solos nessas áreas de montanha, pode ter reflexos muito negativos a jusante, quer directamente sobre bens, infra-estruturas e pessoas (derrocadas, torrentes, etc.), quer indirectamente, por exemplo, reduzindo a qualidade da água em albufeiras usadas para abastecimento público, bem como a própria vida útil dessas albufeiras.

No caso dos solos agrícolas, a história dos últimos séculos (XIX e XX) permite identificar pelo menos dois períodos históricos de especial pressão, e consequente degradação, sobre este recurso, em particular nas regiões a sul do rio Tejo.

Esses dois períodos correspondem a iniciativas governamentais de expansão da produção agrícola, principalmente de culturas arvenses, dando expressão à ideia muito generalizada durante o século XX de promover o Alentejo como "celeiro do país". A primeira iniciativa corresponde a um conjunto de legislação entre 1889 e 1899 que culmina na lei de Elvino de Brito de 14 de Julho de 1899. Procurou-se estimular a produção nacional de trigo, tabelando e aumentando o preço do pão, o que veio a contribuir para que a lei de 1999 ficasse conhecida como "lei da fome" (CEPP, 2003; Reis, 1979; Vaquinhas & Neto, 1993). Também com a aprovação das bases para a "Campanha do Trigo" (decreto nº 17:252, de 21 de Agosto de 1929) se voltaram a desbravar muitas terras para a produção de trigo (FMS, 2012).

Relativamente ao período da viragem do século XIX para o século XX, Reis (1979) refere algumas pistas que nos permitem inferir potenciais consequências sobre o recurso solo, principalmente pela extensão, mas também pela natureza das culturas e práticas agrícolas adoptadas na época: *"(...) com o proteccionismo dos cereais desenvolveu-se mais uma grande arrancada no arroteamento da charneca alentejana, que prosseguiria durante as décadas seguintes, com*

C. Alexandre

intensidade variável, até à erradicação final, já nos anos 30 deste século, da grande área inculta do Sul, que em tempos anteriores tanto impressionava viajantes e outros observadores.

A amplitude deste movimento no seguimento das leis de 1889 e 1899 é difícil de avaliar com exactidão, mas não há dúvida de que foi substancial. Enquanto nos distritos de Beja e Évora se semeavam 214.000 ha de trigo em 1910, podemos supor com segurança que a área correspondente durante a década de 1880-90 não poderia estar longe da marca dos 73.000 ha. Estes números, porém, dão apenas uma indicação da rapidez do arroteamento então em curso. A área efectivamente arrancada à charneca foi consideravelmente maior que essa, devido ao facto de o trigo ser cultivado numa rotação que incluía não só outros cereais, mas também anos de pousio, não raro dois ou três."



Figura 2: Os incêndios florestais aceleram a degradação das estruturas de conservação do solo usadas na agricultura de montanha. O colapso destas estruturas pode originar fenómenos em cadeia de consequências potencialmente graves e com elevados custos.

Com a aplicação da Política Agrícola Comum, e de forma mais acentuada desde o final dos anos 90 do século passado, tem-se assistido a uma profunda alteração do uso do solo no nosso país. Segundo dados do INE (GPPAA, 2009) em 2005 as culturas anuais ocupavam uma área de 1,241 Mha, o que representava pouco mais de metade do que ocupavam em 1997. Pelo contrário, os prados e pastagens permanentes fizeram um percurso oposto, com 1,769 Mha em 2005 quase duplicaram a área relativamente a 1997².

Esta conversão de culturas anuais para prados e pastagens permanentes pode ser interpretada como positiva do ponto de vista da pressão sobre o solo, permitindo uma redução dos processos de degradação normalmente associados às culturas anuais e, em particular, às culturas arvenses. Porém, surgem problemas associados à pecuária extensiva, principalmente nos locais de maior concentração animal, resultado do pisoteio e do excesso de dejectos.

No caso de pastagens sob coberto arbóreo, como sucede em grande parte dos montados de sobre e azinho, a degradação do solo também se pode fazer sentir de forma mais indirecta e diferida no tempo, começando pela degradação do povoamento arbóreo (Figura 3). Esta degradação pode dar-se por dois processos simultâneos: i) aumento de mortalidade das árvores e ii) eliminação da regeneração natural, conduzindo ao envelhecimento do povoamento e à redução progressiva da sua densidade. Também aqui vale a pena recordar que a perda a longo prazo da cobertura vegetal pode traduzir uma maior degradação da terra e um acentuar da desertificação.

² Em 2005 as culturas anuais totalizavam 1,241 Mha, representando esta área 59% da área ocupada em 1997 e 53% da área em 1989. Os prados e pastagens permanentes ocupavam 1,769 Mha em 2005, 178% da área ocupada em 1997 e 221% da área em 1989.



Figura 3: Como equilibrar a pecuária extensiva (ovelhas, vacas, porcos) com a sustentabilidade do coberto arbóreo em montados de sobre e azinho?

Embora os dados do INE (GPPAA, 2009) não indiquem uma variação sensível das áreas totais de culturas permanentes à escala nacional, é bem conhecido o investimento em novas vinhas e olivais um pouco por todo o país. Os dados estatísticos sugerem que esses investimentos se fizeram em áreas já anteriormente ocupadas por culturas permanentes, ou que as novas áreas não ultrapassaram as que formam entretanto abandonadas, por exemplo, com os incentivos ao abate de olivais velhos. Apesar destas culturas permanentes não terem o mesmo historial de degradação do solo como as culturas anuais, não é difícil encontrar, também nestas culturas, evidências de processos de degradação, principalmente por erosão hídrica, em resultado de erros de instalação e/ou de condução (Figura 4).



Figura 4: Evidências de processos erosivos em vinhas e olivais novos.

5. Protecção do solo contra a desertificação

Neste ponto faz-se uma breve referência às condições actuais de desenvolvimento da agricultura, faz-se um percurso contrário ao seguido na secção anterior e apresentam-se alguns exemplos de práticas de protecção do solo, bem conhecidas, mas nem sempre tão disseminadas quanto seria desejável.

Assiste-se no momento actual a um novo olhar sobre a necessidade de fomentar a produção agrícola e florestal que é bem-vindo sob vários pontos de vista, nomeadamente sob o ponto de vista da economia do país e da promoção do desenvolvimento das regiões do interior. Esta tendência, sendo o resultado de uma maior necessidade de aproveitamento dos recursos endógenos, tem como reverso o aumento da pressão sobre esses recursos, entre os quais o solo. É fundamental não repetir erros do passado (secção anterior), mesmo com novas roupagens e, para isso, o desafio é garantir que a “pressão da realidade” não se sobrepõe ao conhecimento da realidade que hoje dispomos. A pressão para o retorno dos investimentos realizados deve conciliar-se com soluções técnicas tão sustentáveis quanto possível, tanto em termos económicos como ambientais, e estas são, também, condições basilares para a sua sustentabilidade social a nível regional.

Em culturas permanentes, nomeadamente na vinha e no olival, a par da ocorrência de casos evidentes de erosão do solo, também é possível encontrar bons exemplos com aplicação de práticas de agricultura de conservação, mantendo um coberto vegetal na entrelinha. O enrelvamento na entrelinha permite maior protecção do solo contra a erosão e benefícios adicionais para a qualidade

C. Alexandre

do solo, como o aumento da matéria orgânica, da permeabilidade, arejamento, biodiversidade, (Soane et al., 2012). Também em viticultura de montanha tem sido possível implementar alternativas aos socalcos tradicionais, substituindo os muros de pedra por taludes revestidos (Figura 5).

As alterações climáticas previstas para o nosso país sugerem uma maior concentração da precipitação e um aumento da frequência de eventos extremos (Santos et al., 2002), o que tende a aumentar o risco de ocorrência de eventos erosivos e deveria tornar mais imperiosa a adopção de medidas de conservação do solo.



Figura 5: Olival com enrelvamento à esquerda e vinha em socalcos à direita. Em ambos os casos se mantém o revestimento vegetal do solo na entrelinha.

No caso da pecuária extensiva em montados de sobre e azinho faltam medidas de harmonização entre os dois principais objectivos de produção que se pretende extrair deste sistema. Atendendo à legislação nacional que proíbe o abate injustificado de sobreiros, faria sentido a sua extensão para impedir a localização de parques de animais em áreas arborizadas. Por outro lado, é necessário conciliar melhor a pecuária com a promoção da regeneração natural e/ou com técnicas viáveis de plantação, de modo a manter os povoamentos com uma estrutura etária equilibrada (Figura 6A e 6B).

Para além de permitir uma melhor sustentabilidade dos povoamentos e do próprio sistema de produção, o aumento da densidade permitiria, também, melhorar a qualidade do solo aumentando o seu teor de matéria orgânica nas áreas sob a copa (Gallardo et al., 2000). No exemplo da Figura 6C, para uma área de cerca de 5 ha, verifica-se que a média do carbono orgânico do solo contido nos 30 cm superficiais do solo, sob a copa, atinge quase o dobro da média fora da copa (a mediana é cerca de 1,5 vezes superior).

Nas áreas florestais de montanha fustigadas por fogos com poucos anos de intervalo, a protecção do solo depende em grande medida de um melhor ordenamento florestal, capaz de promover povoamentos com uma estrutura mais diversificada, melhor adaptada às condições do terreno e mais capazes de se auto-regularem em resposta ao fogo e a outras agressões.

A Figura 7 ilustra a resistência da vegetação ripícola à passagem de um fogo florestal numa área montanhosa do centro do país. A conservação da vegetação natural, ou a promoção de uma vegetação de protecção, avançando ao longo da rede de drenagem para montante, permitiria generalizar uma malha dendrítica de vegetação diferenciada, capaz de proteger o solo, reter sedimentos e nutrientes e melhorar a qualidade da água em áreas de montanha. Além disso, contribuiria para introduzir maior diversidade arbórea e arbustiva nos povoamentos florestais dessas áreas, conferindo características um pouco mais próximas das florestas naturais mesmo a povoamentos de produção. Este é um tipo de medida de protecção do solo relativamente simples, potencialmente aplicável a todos os sistemas produtivos, incluindo sistemas intensivos como os de regadio por aspersão em terrenos ondulados, e que se justificaria sempre que os terrenos apresentem uma ondulação suficiente para definir uma rede de drenagem bem marcada, seja ela natural ou artificializada (Nair, 2011).

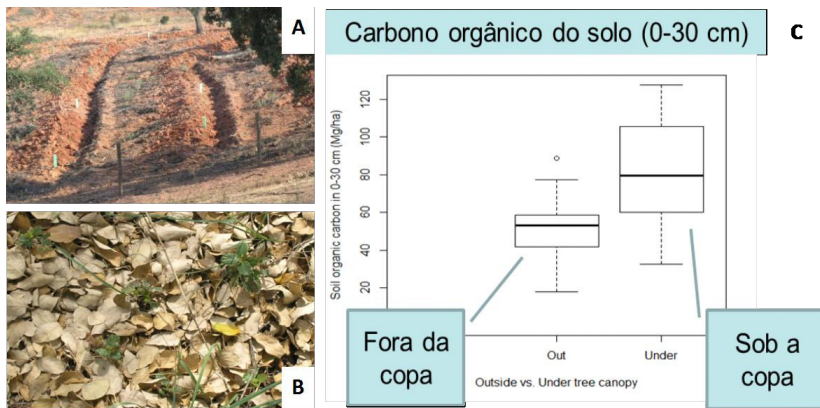


Figura 6: Plantação de sobreiros (A) e regeneração natural na folhada sob a copa de um sobreiro (B). Comparação do carbono orgânico sob a copa e fora da copa (C).



Figura 7: Área afectada por incêndio florestal em que se evidencia a resistência da vegetação ripícola à passagem do fogo.

Os exemplos focados neste ponto e no anterior reflectem uma passagem muito breve sobre alguns usos do solo com relevância no país, salientando a sua relação com a degradação do solo mas, também, apontando medidas de conservação que podem reduzir as externalidades desses usos (ou os desserviços que causam) e manter os serviços do solo a longo prazo.

A protecção do solo, à escala regional ou nacional, depende mais da disseminação e implementação de algumas medidas eficazes por uma larga maioria de agricultores e produtores florestais, do que da existência de muito bons exemplos pontuais. A difusão de práticas agrícolas depende de formas de extensão adaptadas aos tempos actuais. Definição de códigos de boas práticas, aconselhamento técnico, consultadoria, condicionalidade nos apoios da PAC, são várias formas possíveis de promover a adopção de medidas de conservação do solo. A condicionalidade nos apoios da PAC é, actualmente, uma das formas com maior potencial. No entanto, conforme reconhece um documento recente da Comissão Europeia "A condicionalidade prevê condições mínimas de protecção

dos solos, não podendo, devido à sua natureza, englobar todos os processos de degradação do solo." (COM. 2012, p. 3).

Por outro lado é notória a falta a nível nacional de uma política integrada para o recurso solo, capaz de articular as relações, as ameaças, os efeitos e as medidas de protecção mínima para os principais tipos de uso deste recurso. Numa primeira abordagem, seria especialmente relevante, nomeadamente para o combate à desertificação, a definição de um código ou uma estratégia unificadora para a protecção do solo nos espaços rurais.

Uma estratégia de protecção do solo deve ter um horizonte temporal de longo prazo e ajustar-se a diferentes escalas de gestão territorial. Começa na promoção do conhecimento do recurso solo do país, em especial nas regiões centro litoral e a sul do Tejo em que este conhecimento é mais deficiente (SPCS, 2004), passa pelos instrumentos de ordenamento do território, pela regulamentação de práticas de gestão em diferentes usos e pela monitorização e avaliação da qualidade do solo em situações representativas.

6. Notas finais

O solo é um recurso vital para a humanidade, dele depende 99% da produção de biomassa bem como muitos outros serviços. É um recurso que se forma muito lentamente (< 1 cm/100 anos) e que se pode degradar muito rapidamente, de poucos anos a poucas horas. Portanto, à escala de tempo da vida humana, o solo é um recurso natural não renovável.

Os solos que recebemos evoluíram ao longo de muitos milhares de anos, por processos naturais e acções humanas comparativamente muito mais recentes. Constituem um capital natural insubstituível para o nosso futuro. Este património que herdámos pode ser usado de forma sustentável ou pode ser delapidado – em qualquer dos casos, essa será a herança que deixamos.

A protecção do solo é uma condição necessária na luta contra a desertificação. Perante o impasse a nível europeu para a aprovação de uma Directiva de Protecção do Solo é necessária uma acção colaborativa entre todos os agentes interessados à escala nacional para, seguindo o exemplo de outros países, preparar uma Estratégia Nacional de Protecção do Solo (ENPS).

Uma ENPS deve promover o conhecimento do recurso solo do país, integrar legislação dispersa sobre usos e utilizadores do solo (PANCD, PAC, ...), regulamentar práticas de gestão em diferentes usos e criar as condições para a monitorização e avaliação da qualidade do solo em situações representativas.

Agradecimentos

O autor agradece à Comissão Organizadora e, em particular, ao seu coordenador, Prof. Tomás de Figueiredo, o convite que lhe foi dirigido para representar a Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo (SPCS) no presente seminário.

Referências bibliográficas

- Aguiar, C. & Pinto B. 2007. Paleo-história e história antiga das florestas de Portugal continental - até à Idade Média. In: Silva J. S. (Ed.). Árvores e Florestas de Portugal. 07. Floresta e Sociedade. Uma história comum. Público, Comunicação Social S.A., Lisboa, 15-53.
- Blum, W. 1998. Basic Concepts: Degradation, Resilience, and Rehabilitation. pp. 1-16 In: Lal, R.; Blum, W.H.; Valentine, C. & Stewart, B.A. (Eds.) Methods for Assessment of Soil Degradation. Advances in Soil Science. CRC Press.
- CEEP. 2003 Repertório Português de Ciência Política. Centro de Estudos do Pensamento Político. (consulta em 24/12/2012) <http://www.iscsp.utl.pt/~cepp/cronologias/1899.htm>.
- COM. 2006. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC (presented by the Commission). Commission of the European Communities. COM (2006) 232 final. Brussels, 22.9.2006.

- COM. 2012. Relatório da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Aplicação da estratégia temática relativa ao solo e atividades em curso. Comissão Europeia, 46 final. Bruxelas, 13.2.2012.
- COM. 2012. Relatório da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Aplicação da estratégia temática relativa ao solo e atividades em curso. Comissão Europeia, 46 final. Bruxelas, 13.2.2012.
- Devy-Vareta, Nicole & Alves, A. A. Monteiro. 2007. Os avanços e os recuos da floresta em Portugal - da Idade Média ao Liberalismo. In: Silva J. S. (Ed.). Árvores e Florestas de Portugal. 07. Floresta e Sociedade. Uma história comum. Público, Comunicação Social S.A., Lisboa, 55-75.
- EASAC. 2009. Ecosystem services and biodiversity in Europe. EASAC policy report 09. European Academies Science Advisory Council. The Royal Society, London. 70 p. (consulta em 28/12/2012) <http://www.easac.eu/home/reports-andstatements/detailview/article/ecosystemss.html>
- EFTEC. 2005. The Economic, Social and Ecological Value of Ecosystem Services: A Literature Review. Economics for the Environment Consultancy. 42 p. (Consultado em 29/12/2012). <http://jncc.defra.gov.uk/page4025>.
- FAO. 1995. Planning for sustainable use of land resources: Towards a new approach. FAO Land and Water Bulletin No. 2. FAO, Rome.
- FAO. 2006. World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. IUSS-ISRIC-FAO. World Soil Resources Reports 103. Rome.
- FMS. 2012. Arquivo & Biblioteca. Cronologia. Fundação Mário Soares. (consulta em 24/12/2012) <http://www.fmsoares.pt/aeb/crono/id?id=035298>.
- Gallardo A., Rodríguez-Saucedo J.J., Covelo F. & Fernández-Alés R. 2000. Soil nitrogen heterogeneity in a Dehesa ecosystem. *Plant and Soil*, 222:71-82.
- GPPAA. 2009. Plano Estratégico Nacional. Desenvolvimento Rural 2007-2013. Gabinete de Planeamento e Política Agro-Alimentar. Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural. 115 p. (consulta em 12/01/2013) www.gpp.pt/drural/PEN_Novembro_2009_PT.pdf.
- Hillel, Daniel. 1998. *Environmental Soil Physics*. Academic Press. San Diego.
- Ibáñez, J.J. & Boixadera, J. 2002. The search for a new Paradigm in Pedology: a driving force for new approaches to soil classification. European Soil Bureau, Research Report No. 7. In: Micheli, E., Nachtergaele, F.O., Jones, R.J.A. & Montanarella, L. (Eds.). *Soil Classification 2001*. European Soil Bureau Research Report No.7, EUR 20398 EN, (2002), 248pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2003. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press, Washington, DC. (consulta em 26/12/2012) <http://www.unep.org/maweb/en/Framework.aspx>.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005a. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. (consulta em 26/12/2012) <http://www.unep.org/maweb/documents/document.356.aspx.pdf>.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005b. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends (Vol. 1)*. Island Press, Washington, DC. (consulta em 26/12/2012) <http://www.unep.org/maweb/en/Condition.aspx>.
- Nair, P. K. Ramachandran. 2011. Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. *J. Environ. Qual.* 40:784-790.
- Reboredo, F. & Pais, J. 2012. A construção naval e a destruição do coberto florestal em Portugal - Do Século XII ao Século XX. *Ecologi@*, 4: 31-42. (consulta em 26/12/2012) http://speco.fc.ul.pt/revistaecologia_4_art_3_2.pdf
- Reis, Jaime. 1979. A «Lei da Fome»: as origens do proteccionismo cerealífero (1889-1914). *Análise Social*, vol. XV (60) 745-793. (consulta em 24/12/2012) <http://analisesocial.ics.ul.pt/documentos/1223990341R5sVH2pa1Ra60EQ7.pdf>
- Santos, F.D & Miranda, P. (Eds.). 2006. Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação - Projecto SIAM II. Gradiva, Lisboa.
- Soane, B. D.; Ball, B. C.; Arvidsson, J.; Basch, G. ; Moreno, F. & Roger - Estrade, J. 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil & Tillage Research*, Vol.118, p. 66-87.
- Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. 2nd ed., Agriculture Handbook No. 436. Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, 871 p.
- Soil Survey Staff. 2010. *Keys to Soil Taxonomy*. 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC. (consulta em 26/12/2012) http://soils.usda.gov/technical/classification/tax_keys/
- SPCS. 2004. Bases para a Revisão e Atualização da Classificação dos Solos em Portugal. Relatório elaborado no âmbito do Protocolo entre o Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica (IDRHa) e a Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo (SPCS).
- SSSA. 2008. *Glossary of Soil Science Terms 2008*. Soil Science Society of America, Inc.. Madison.

C. Alexandre

- TEEB Foundations. 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London. (consulta em 28/12/2012) <http://www.teebweb.org/ecological-and-economic-foundations-report/>
- TEEB in Local Policy. 2011. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in Local and Regional Policy and Management*. Edited by Heidi Wittmer and Haripriya Gundimeda. Earthscan, London.
- UN. 1994. United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa. A/AC.241/27 (12 September 1994). General Assembly. United Nations. (consulta em 12/01/2013) <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-eng.pdf>
- Vaquinhas, I. & Neto, M. 1993. Agricultura e mundo rural: tradicionalismos e inovações. In: Mattoso, José (Direcção). *História de Portugal*. 5º Vol. O Liberalismo (1807-1890). Círculo de Leitores. 712 p.

Efectos de los cambios de uso y manejo del suelo sobre la calidad y cantidad de la materia orgánica edáfica

Rafael Mulas*, Francisco Lafuente**, M^a Belén Turrión, Olga López & César Ruipérez

Área de Edafología y Química Agrícola. ETS de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid. Av. Madrid 57, 34004 Palencia, España

* rmulas@agro.uva.es; ** lafuente@agro.uva.es

Resumen

Se estudiaron los contenidos y calidad de la materia orgánica (MO) en suelos de distintas comarcas de las provincias de Palencia (páramos detríticos ácidos de la comarca de Páramos y Valles, páramos calizos del Cerrato y suelos arcillosos de Tierra de Campos) y Valladolid (páramos calizos de Montes Torozos y suelos arenosos de Tierra de Pinares) según su uso (cultivo, pinar, rebollar, encinar, vegetación herbácea-arbustiva), así como de Burgos y Segovia según manejo (forestal con o sin aporte de compost y agrícola con y sin laboreo), observándose una gran influencia de la zona en los parámetros estudiados.

La transformación en uso agrícola supone una importante pérdida de C, tanto del mantillo, como de carbono estable, mayoritariamente en las capas más superficiales. La repoblación con pinos permitió la recuperación de buena parte del C perdido, a medio plazo principalmente por acumulación en mantillo y a largo plazo también a distintas profundidades en el suelo. Dicha repoblación permitió alcanzar mayores contenidos de MO bajo la copa que en las zonas adyacentes de vegetación espontánea herbácea-arbustiva.

La adición, en la plantación, de compost de residuos urbanos a una repoblación con pinos en suelos quemados aumentó la cobertura del suelo y la biomasa de la vegetación acompañante.

En otro contexto, los cambios producidos desde la implantación del no laboreo en parcelas de laboreo tradicional fueron significativos, tras 8 años, en las dos primeras profundidades estudiadas. Se pudo comprobar un efecto del no laboreo en la acumulación de MO y P disponible en superficie, así como acidificación en algunos suelos.

Parámetros de calidad de la materia orgánica del suelo (MOS), como fracciones por tamaño, relación C/N, C fácilmente oxidable, C extraíble, C microbiano y liberado por la respiración edáfica, aportaron información complementaria sobre la estabilidad de distintos reservorios de carbono edáfico, permitiendo en ocasiones discriminar mejor entre usos y manejos.

1. Introducción

La pérdida de MOS se cita como una de las principales amenazas de degradación de los suelos en Europa. En torno a un 45 % de los suelos europeos tienen niveles de materia orgánica bajos - menos de un 2% de C orgánico (Jones et al., 2012) -. En buena medida, ello se debe a la transformación de bosques y praderas en tierras de cultivo. El problema es mayor en los países meridionales: los suelos de los ecosistemas agrarios del área mediterránea tienen contenidos de materia orgánica especialmente bajos, debido principalmente al clima y al empleo de sistemas de cultivo no sostenibles.

Por otro lado, la capacidad de los suelos para acumular y estabilizar C orgánico (Corg) ha recibido una gran atención en años recientes, principalmente para evaluar en qué medida el incremento en el contenido de CO₂ atmosférico podría ser compensado por políticas tales como forestación de amplias zonas o por cambios en los usos del suelo y en su manejo (Lal, 1997, 2001 y 2004).

La cantidad global de Corg en el suelo tiene una influencia directa en los niveles de CO₂ atmosférico. Ligeros cambios en el Corg, ya sean positivos o negativos, pueden tener un efecto apreciable sobre el CO₂ atmosférico.

El secuestro del carbono orgánico por los ecosistemas terrestres forma parte de un ciclo biogeoquímico muy activo, por lo que una parte importante del C actualmente retenido por los suelos puede volver a la atmósfera en un tiempo relativamente corto. De esta forma, el secuestro del C por los ecosistemas terrestres se debe considerar como un almacenamiento temporal más que permanente. Dentro de los ecosistemas terrestres, el almacenamiento actual de carbono es mucho mayor en los suelos que en la vegetación, particularmente en los ecosistemas no forestados de latitudes medias y altas, y además el retorno del carbono almacenado a la atmósfera es más lento en el suelo que en la vegetación, y se encuentra mejor protegido contra los incendios y otras perturbaciones. La Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (SSSA, 2001) enfatiza el enorme potencial de los suelos en el secuestro de C, indicando que las buenas prácticas agrícolas, ganaderas y selvícolas mejoran el uso sostenible del suelo con la ventaja de que incrementan su productividad, especialmente en suelos degradados. El programa FAO-IFAD (FAO, 2001, 2002) remarca la misma idea, estableciendo vínculos entre la Convención sobre Cambio Climático-Protocolo de Kioto, la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Convención sobre Biodiversidad.

La cantidad de materia orgánica que estabiliza un ecosistema depende de la relación entre la cantidad de MO que se incorpora al sistema y la velocidad a la que se descompone. Ante un cambio de uso del suelo que suponga una reducción en la cantidad de MO que se incorpora en el sistema y/o un aumento en la tasa de descomposición, se va a producir una pérdida progresiva de la MOS hasta que se alcance un nuevo estado de equilibrio.

El grupo de Investigación en Suelos: Calidad y Sostenibilidad, que firma el presente trabajo, lleva desarrollando diferentes proyectos de investigación en los últimos años, varios de ellos subvencionados en convocatorias competitivas, en relación con la dinámica de la materia orgánica del suelo y el impacto sobre ella de diversos cambios de uso o de manejo. A continuación se presentarán algunos resultados parciales de las investigaciones llevadas a cabo en relación con los efectos del cambio de uso y manejo del suelo en la cantidad y calidad de la materia orgánica edáfica.

Para facilitar la lectura se ha optado por no presentar la información a modo de trabajo científico, sino que se plantearán los estudios realizados y los resultados obtenidos considerando cuatro grandes apartados: a) efectos del cambio de uso; b) efecto del tiempo transcurrido tras la reforestación en el secuestro de C en el suelo y en su calidad c) influencia del tipo de manejo de suelos agrícolas y d) aporte de compost de residuos urbanos en suelo quemados.

2. Efectos del cambio de uso

Johnson (1995) modelizó de qué forma la cantidad de materia orgánica acumulada en un suelo es función de la relación entre la tasa de incorporación de nueva materia orgánica y la tasa de descomposición de la misma. Partiendo de un sistema estable con dichas tasas equilibradas, un cambio de uso de suelo ocasiona la modificación de ambas tasas, resultando un comportamiento neto como exportador o como importador de C hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio.

Nuestros resultados se han obtenido en el marco de dos proyectos de investigación subvencionados por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León entre los años 2004 y 2009: "Secuestro de carbono asociado a los cambios de uso y de manejo en suelos de la provincia de Palencia" y "Efectos del tipo de vegetación y cambio de uso del suelo en su capacidad para capturar carbono y en la dinámica de la materia orgánica edáfica".

Cuando se pretende estudiar el efecto de la vegetación o del uso de los suelos sobre las propiedades de estos, se deben seleccionar preferiblemente parcelas sobre las que se tengan distintas vegetaciones, pero el resto de los factores formadores de los suelos permanezcan invariables, esto es: clima, litología, topografía, etc. Teniendo esto en consideración, para abordar el estudio de la influencia del tipo de uso sobre las características del suelo en el presente trabajo se optó por realizar las comparaciones dentro de cada zona concreta, puesto que la distinta climatología a la que se encuentran sometidos los suelos según la comarca (superior a 1000 mm de precipitación en los páramos detríticos, e inferior a 425 mm en el Cerrato), así como la distinta litología existente, entre otros factores, dificultarían la interpretación de los resultados si se considerasen todos los suelos conjuntamente.

El estudio se ha realizado en parcelas localizadas en cuatro comarcas naturales de las provincias de Palencia y Valladolid: páramos detríticos (norte de la provincia de Palencia); páramos del

Cerrato (Palencia); Montes Torozos; Tierra de Campos. Dentro de cada una de estas comarcas se han seleccionado parcelas cercanas con distintos usos del terreno:

- Páramos Detríticos: cultivo, pinar, rebollar (*Quercus pyrenaica*) y vegetación potencial (matorral).
- Páramos del Cerrato: cultivo, pinar, encinar (*Quercus ilex*), vegetación potencial (herbazal).
- Montes Torozos: cultivo, pinar, vegetación potencial (herbazal).
- Tierra de Campos: cultivo, pinar, vegetación potencial (herbazal).

El número de parcelas seleccionadas para cada uso fue en todos los casos superior a cuatro, tomándose en cada una de ellas al menos cuatro muestras compuestas correspondientes a los diez centímetros superiores del suelo, puesto que es en esta profundidad donde el efecto del cambio de uso y de manejo es más patente. En la Figura 1 se muestran las localizaciones de las parcelas utilizadas para este estudio.

Para más información pueden consultarse los siguientes trabajos: Turrión et al. (2011); Llorente et al. (2011a y 2011b); Llorente y Turrión (2010); Llorente et al. (2008); Ruipérez et al. (2005) y Lafuente et al. (2002).

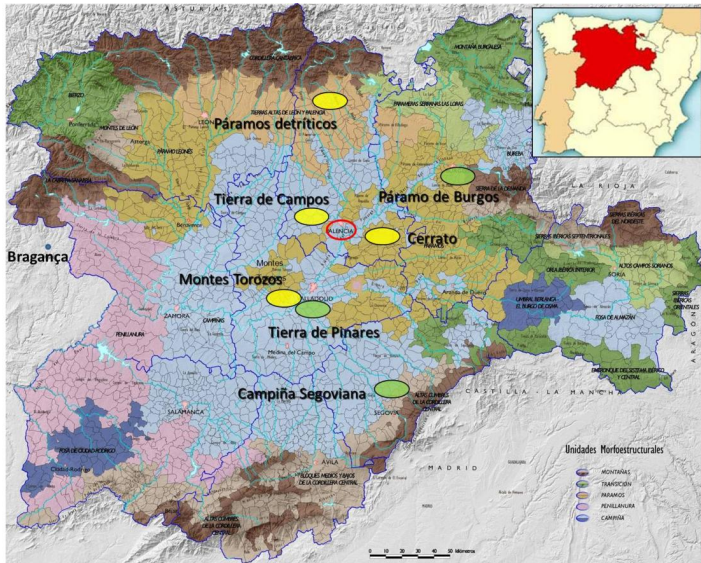


Figura 1: Situación sobre un mapa de Castilla y León de las localizaciones de las zonas estudiadas

2.1. Concentraciones de C orgánico por usos en cada zona

Los resultados mostraron (Figura 2) que, en general, los suelos bajo cubierta arbórea presentan mayores concentraciones de C orgánico, siendo estas diferencias significativas cuando se compararon con los suelos de cultivo, tanto en los páramos detríticos como en los de los páramos de Cerrato y Torozos. Los suelos bajo vegetación potencial presentaron concentraciones de C orgánico intermedias entre las de los suelos bajo vegetación arbórea y las de los cultivos (excepto en el caso de Tierra de Campos), siendo significativamente diferente a ambos en el caso de los suelos de los Montes Torozos.

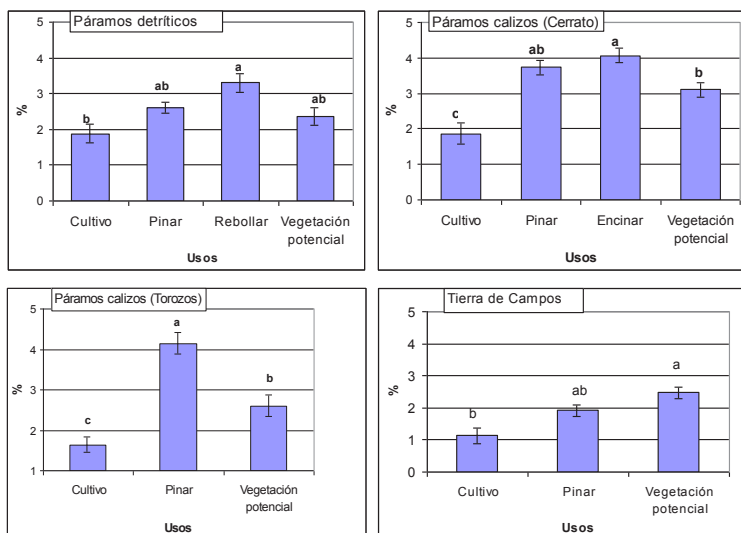


Figura 2: Concentraciones de Corg (%) en los distintos usos dentro de cada zona estudiada (Turrión et al., 2011)

2.2. Cantidades de C orgánico acumulado en superficie bajo distintos usos del suelo

Para calcular las cantidades de C orgánico en Mg/ha hemos de tener en cuenta, además de la concentración de C en la tierra fina, cuánta tierra fina existe por unidad de superficie, a partir de la densidad aparente y de la proporción de elementos gruesos. Los resultados obtenidos para los distintos usos de suelo considerados en los páramos calizos y en los detríticos se muestran en la Figura 3.

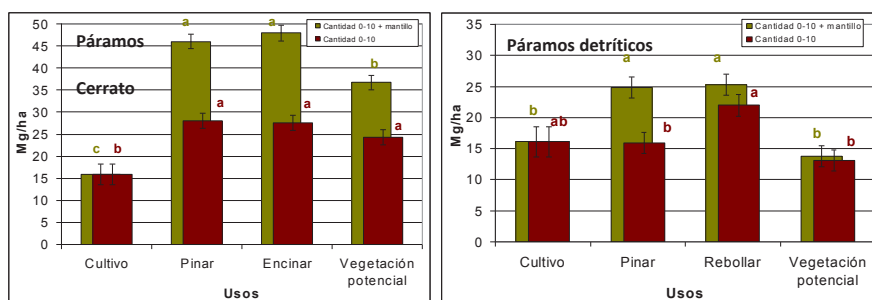


Figura 3: Contenidos de C orgánico en los suelos (0-10cm) y hojarasca en los distintos usos considerados en los páramos calizos y en los detríticos (Turrión et al., 2011). En rojo se presentan resultados para los 10 cm superiores del suelo y en verde considerando conjuntamente el contenido en C orgánico que se acumula en la hojarasca.

Para ambas zonas se puede decir que los suelos bajo bosque de *Quercus* fueron los que presentaron una mayor cantidad de C orgánico edáfico, seguidos por los suelos bajo pinares (Turrión et al., 2011). Los suelos bajo cultivo presentaron los valores más bajos, junto con los desarrollados bajo vegetación potencial.

En los páramos detríticos las masas de *Q. pyrenaica* están establecidas desde hace más de 150 años, por lo que sus suelos han alcanzado un equilibrio óptimo para sus condiciones de clima entre el aporte de C orgánico y su mineralización. Resulta llamativo que los suelos bajo cultivo no presentan valores significativamente más bajos que el resto de los usos en esta zona, posiblemente por ser el cambio a cultivo relativamente reciente. No obstante, considerando el mantillo, los valores sí son significativamente más bajos para el cultivo, como era de esperar.

Rodríguez-Murillo (2001) en su estudio sobre contenido en C orgánico en suelos españoles relacionándolos con los principales usos del suelo encontró que los de matorral son los que poseían un mayor contenido, seguidos de los de bosque caducifolio, siendo los cultivos de secano los que presentaron menor cantidad, secuencia diferente a las obtenidas en nuestros estudios, señalando el interés de estudiar los suelos y usos de cada zona en concreto.

Como consecuencia del cambio de uso de masa natural de *Quercus* a cultivo los suelos han perdido entre un 20 y un 40 % de su contenido en C orgánico (Llorente et al., 2011a; Turrión et al., 2011). Para el caso concreto de los suelos de los páramos calizos, la conversión de encinar a tierra de cultivo de cereal conllevó una pérdida de C respecto a su contenido inicial del 67 % para los 10 cm superiores del suelo y del 47 % si se considera todo el perfil edáfico. La posterior transformación de cultivo de cereal a reforestación con *Pinus halepensis* implicó una recuperación al cabo de 40 años del 90% del C edáfico perdido (Llorente et al., 2011a). Estos datos confirman que son los primeros centímetros del suelo los más sensibles a los cambios de uso.

3. Efecto del tiempo transcurrido tras la reforestación en el secuestro de carbono en el suelo y en su calidad

En este apartado se recogen los resultados obtenidos en los trabajos realizados en la comarca de Tierra de Pinares (Figura 1) en la provincia de Valladolid en los que se evaluó la evolución con el tiempo de la captura de C y de la actividad y biomasa microbiana en los suelos de plantaciones de *Pinus pinea* establecidas sobre tierras agrícolas, comparándola con la existente en terrenos agrícolas colindantes (Aparicio-Lázaro, 2009 y Abad-Uribarren, 2010).

Cómo primera hipótesis de partida se planteó que las parcelas reforestadas hace más tiempo, deberían presentar mayores cantidades de materia orgánica que las agrícolas y que las recientemente establecidas. La actividad y la biomasa microbiana de los suelos son considerados como indicadores del potencial biológico del suelo y, por lo tanto, pueden ser usados como índices sensibles a las perturbaciones naturales o inducidas por el hombre. Por lo tanto, cabría esperar que en los suelos más recientemente repoblados estos índices presentasen valores más bajos que en los que ha transcurrido más tiempo, considerándose esto como segunda hipótesis del trabajo. Así mismo se espera que pueda haber influencia de la existencia o no de cobertura de la copa sobre dichas propiedades, debido a la diferente cantidad y tipo de residuos aportados.

La zona de estudio se localizó en la provincia de Valladolid, en el término municipal de La Parrilla. El clima de la zona se corresponde con un clima semiárido con una precipitación media anual de 450 mm y una temperatura media de 12 °C. Los suelos se desarrollan sobre arenas eólicas y son clasificados como Arenosoles álbicos con muy bajos contenidos en C orgánico, arcilla y P asimilable. Se seleccionaron para el estudio 22 parcelas: 7 agrícolas y 15 forestales bajo masas de *Pinus pinea*, de las cuales 7 han sido repobladas gracias a las ayudas de la PAC y presentan edades comprendidas entre 1 y 22 años (que hemos denominado *jóvenes*), 4 poseen edades comprendidas entre 35 y 47 años (denominadas *adultas*) y otras 4 presentan edades entre 60 y 75 años (*viejas*). Aunque las zonas de muestreo estaban relativamente próximas entre sí, se procuró tener siempre una tierra de cultivo límite a cada una de las parcelas forestales consideradas.

En cada punto de muestreo se tomaron tanto muestras alteradas como inalteradas de suelo, diferenciándose dos profundidades: de 0 a 10 cm y de 10 a 20 cm. En total se tomaron ocho muestras alteradas e inalteradas de suelo por cada parcela (correspondientes a cuatro puntos, bajo copa y fuera de ella). Además se tomaron las correspondientes muestras de hojarasca existente sobre el suelo en cada punto. Con las muestras inalteradas de suelo se determinó la densidad aparente y en las alteradas se calculó el C total.

En la Figura 4 se muestran los valores de C en el suelo frente a la edad de la masa. Se observa una correlación negativa significativa ($p = 0,0108$).

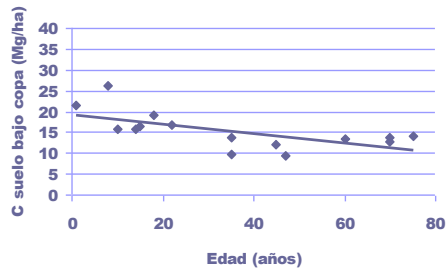


Figura 4: Carbono orgánico existente en el suelo bajo el efecto de las copas en las masas de *Pinus pinea* de distintas edades

Se puede observar en la gráfica que la hipótesis de partida de que las masas reforestadas hace más tiempo deberían tener cantidades de C orgánico en el suelo más altas no se cumple. Varias pueden ser las razones. La primera de ellas es la correlación positiva y muy significativa ($p = 0,0002$) existente entre los contenidos de arcilla y MO, y el hecho de que de manera general los suelos con mejores características en cuanto a su fertilidad y con más altos contenidos en arcilla han sido dedicados de forma tradicional a la agricultura, siendo los de peores características los que antes han sido repoblados. Por otro lado, el manejo de estos suelos agrícolas ha incluido la adición de enmiendas orgánicas, lo que explicaría que las repoblaciones jóvenes aún posean un remanente debido a estos aportes que, sin embargo, las más viejas ya han perdido. Además, se observó que las parcelas agrícolas colindantes a las repoblaciones más viejas presentaban niveles de MO y de arcilla menores que las parcelas agrícolas cercanas a las repoblaciones jóvenes y adultas. Esto nos llevó a calcular los incrementos de C orgánico del suelo forestal respecto a su adyacente agrícola. Estos incrementos frente a la edad de la repoblación se muestran en la Figura 5.

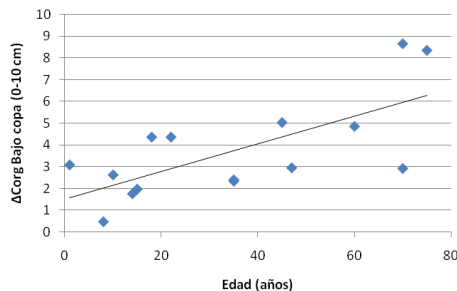


Figura 5: Incrementos en el contenido de carbono orgánico existente en el suelo bajo el efecto de las copas (0-10 cm) en las masas de *Pinus pinea* de distintas edades respecto a las parcelas agrícolas adyacentes.

Aunque los incrementos observados en las cantidades (MgC/ha) de C orgánico edáfico según rango de edad de las masas repobladas respecto a sus adyacentes agrícolas son bajos, sin embargo, se observa una correlación con la edad de la repoblación positiva y muy significativa ($p=0,00002$). Se puede ver que las masas más viejas muestran incrementos significativamente mayores que las jóvenes para la profundidad 0-10 cm. En la profundidad de 10-20 cm no se observaron diferencias significativas.

Si se considera la relación entre el C orgánico total acumulado en el suelo y la hojarasca frente a la edad de la repoblación (Figura 6) se obtiene también una correlación positiva significativa ($p=0,0005$).

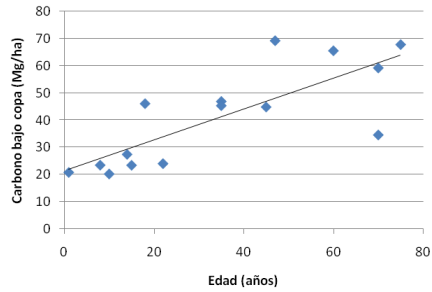


Figura 6: Carbono orgánico existente en el suelo más en la hojarasca bajo el efecto de las copas en las masas de *Pinus pinea* de distintas edades.

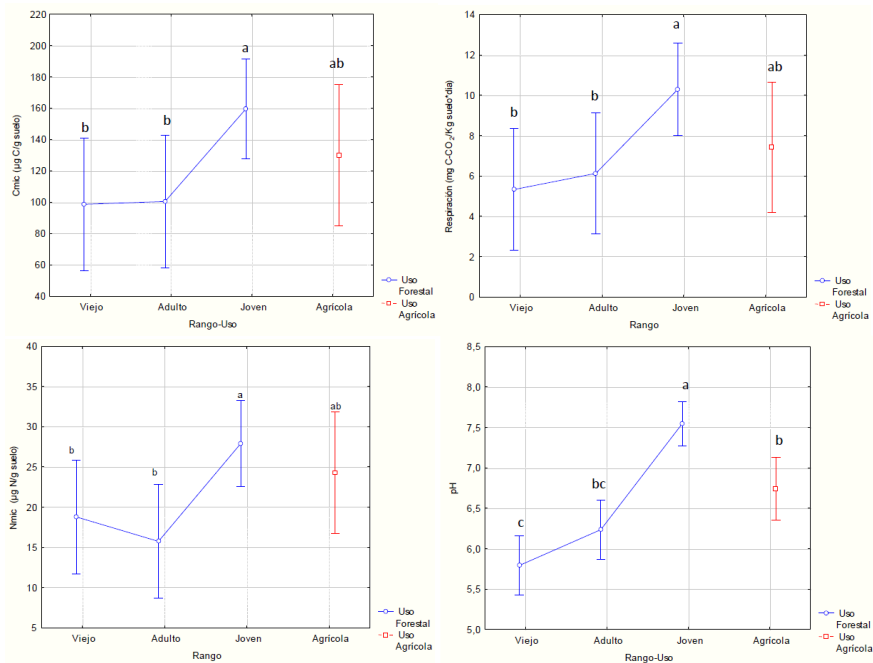


Figura 7: Concentraciones de C microbiano (Cmic), N microbiano (Nmic), C respirado y pH en los suelos de las repoblaciones de *Pinus pinea* jóvenes (1 a 22 años), adultas (35 a 45 años) y viejas (más de 60 años) y en terrenos agrícolas adyacentes.

En cuanto a los parámetros bioquímicos, que se han considerado como indicadores sensibles de las modificaciones en los ecosistemas, se han estudiado C y N microbianos y respiración microbiana. En los tres casos se han observado valores significativamente más altos en los suelos de las masas jóvenes que en los viejos y en los adultos. El comportamiento de estos parámetros fue paralelo al cambio de pH (Figura 7), por lo que parecen verse más afectados por las modificaciones del nivel de acidez que por los contenidos en MO edáfica. Se observó una disminución del pH con la edad de la repoblación, lo cual era de esperar debido a la influencia acidificante de la hojarasca del pino, cuyo efecto es mayor a medida que aumenta el tiempo de establecimiento del pinar.

4. Influencia del tipo de manejo de suelos agrícolas

En este apartado se recogen los resultados más relevantes de los estudios realizados en parcelas de la comarca de la Campiña Segoviana (Figura 1), concretamente en los municipios de Escobar de Polendos y Cabañas de Polendos (Hernangómez, 2009). Estos suelos se caracterizan por tener en superficie un pH neutro a ligeramente ácido y textura franca, aumentando el contenido en arcilla y el pH en profundidad. Se siguió la estrategia de comparación entre parcelas colindantes con distinto manejo: siembra directa o no laboreo, frente a laboreo tradicional con labor profunda. El tiempo transcurrido desde la implantación del no laboreo fue de 8 años. Se muestreó en cinco parcelas de cada tipo de manejo, tomándose cinco puntos por parcela a tres profundidades (0-5, 5-10 y 10-20 cm). Las diferencias en el contenido de C orgánico entre tipos de laboreo (Figura 8) fueron significativas sobre todo en la primera profundidad estudiada, manteniéndose la significación a 5-10 cm, aunque con menores diferencias; sin embargo, no hubo diferencias en la profundidad de 10-20 cm.

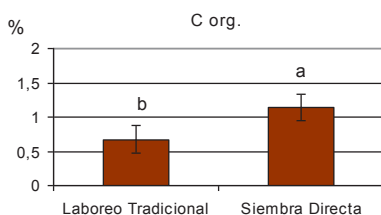


Figura 8: Efecto del no laboreo sobre la concentración de C orgánico en la profundidad de 0-5 cm.

Se apreciaron diferentes comportamientos entre parcelas (Figura 9), siendo las de textura más arenosa las que presentaron menor contenido de partida y menores incrementos con el cambio de manejo. En general, se encontró mayor cantidad de materia orgánica en parcelas de no laboreo, sin cambios significativos en la relación C oxidable/C orgánico total, ni en la relación C/N. Se pudo comprobar un efecto del no laboreo en la acumulación de P disponible en superficie, sin disminución en su concentración en horizontes inferiores, así como acidificación en suelos con pH ácido de partida, de textura arenosa.

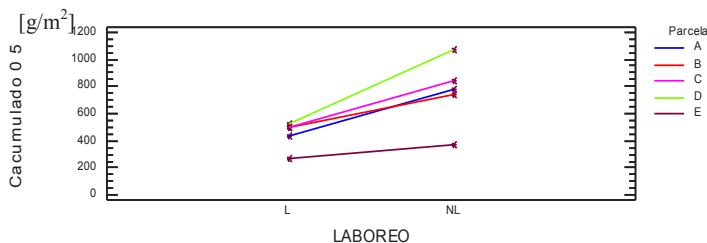


Figura 9: Carbono acumulado (g/m^2) en profundidad de 0-5 cm, según tipo de laboreo y parcela (L = laboreo tradicional; NL = no laboreo).

Los resultados encontrados indican que la fijación de carbono en el suelo puede ser importante tras la implantación del sistema de no laboreo en un periodo de pocos años, y que se vio acompañada de un aumento de la disponibilidad de P y de una disminución del pH.

5. Aporte de compost de residuos urbanos en suelos quemados

El estudio del efecto del aporte de compost en la recuperación de suelos quemados que se muestra en este apartado se encuadra dentro del proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia del Gobierno de España, CGL2006-13505-C03-03 titulado "Uso de enmiendas orgánicas en la restauración de espacios afectados por el fuego: efecto sobre el secuestro de Carbono y la biodiversidad trófica y funcional del suelo", años 2006-09. A continuación se mostrarán algunos resultados obtenidos; para profundizar más en ellos se pueden consultar las siguientes publicaciones: Turrión et al. (2008 y 2012), Olalla et al. (2008), Lafuente et al. (2009).

La experiencia se localizó en la provincia de Burgos en el paraje denominado Monte de la Abadesa (Páramo de Burgos, Figura 1), situado a 897 m de altitud, donde existía una repoblación de *Pinus pinaster* y *P. sylvestris* que se incendió, habiéndose llevado a cabo posteriormente una repoblación con *P. pinea*. El suelo de dicha zona se clasifica como Cambisol éutrico, con un material subyacente calizo con importante contenido de arcilla en profundidad, pH entre 7,5-8 y bajo contenido en fósforo asimilable. Las características de este suelo se vieron alteradas por la realización del hoyo de plantación, que supone una mezcla de horizontes. El compost utilizado procedió de la recogida selectiva de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la ciudad de Burgos y se caracteriza por un pH de 7,55, contenido en materia orgánica del 52,26 % sobre materia seca y sin problemas de contaminación por metales pesados.

La experiencia se realizó con un diseño factorial por bloques, de cinco réplicas por tratamiento. Cada bloque estaba constituido por 5 unidades experimentales, integradas por 15 plantones con un marco de plantación de 3 m x 3 m. Se emplearon dos formas de adición del compost de RSU en el hoyo de plantación: en el fondo del hoyo y mezclado con la tierra, así como dos dosis del compost de RSU (1,5 y 3 kg/hoyo) y un testigo (T) sin adición de compost. Se tomaron muestras de suelo transcurridos dos años, a dos profundidades. Para obtener una muestra representativa se mezclaron submuestras de 5 puntos.

En cuanto al incremento del contenido de C orgánico los resultados obtenidos se representan en las gráficas de la Figura 10, en las que se aprecia el efecto de la dosis y tipo de aplicación.

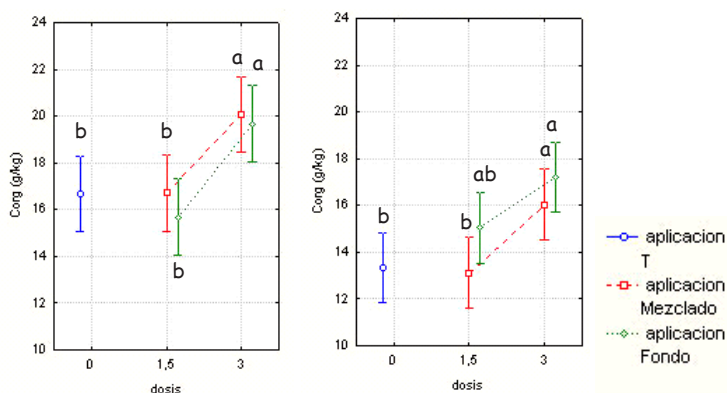


Figura 10: Concentración de C orgánico según dosis y tipo de aplicación de compost

Se comprobó también que la aplicación de compost favorecía el crecimiento de vegetación espontánea en el hoyo de plantación, tal como se muestra en la tabla 1.

TABLA 1: Datos de la cobertura por vegetación espontánea en el hoyo de plantación, según dosis y forma de aplicación del compost. (SUP CUB: fracción de superficie cubierta).

APLICACIÓN	DOSIS	BIOMASA (g/m ²)	COBERTURA %	BIOMASA/SUP CUB (g/m ²)
Testigo	0	179	80,0	228
Mezclado	1,5	400	93,6	433
Fondo	1,5	304	94,2	321
Mezclado	3	350	95,0	368
Fondo	3	363	92,6	386

6. Conclusiones

Se han encontrado diferencias significativas entre los distintos usos y manejos del suelo, tanto en la concentración de carbono edáfico como en su contenido para los centímetros superficiales del suelo y hojarasca. La reforestación de suelos degradados sin cobertura arbórea favorece la acumulación de MO en el suelo. Estos resultados nos dan una idea de la importancia de la reforestación de las tierras agrícolas poco productivas o cuyo cultivo se abandone, para el mantenimiento de niveles de MOS apropiados que favorezcan la protección y el mantenimiento de las funciones del suelo y para la mitigación del cambio climático.

Los suelos de las distintas comarcas naturales estudiadas presentan diferencias significativas en sus capacidades de acumular carbono edáfico. Los resultados obtenidos indican la clara dependencia de las pérdidas de C y de sus posibles recuperaciones, de características climáticas y edáficas locales y, por tanto, de la conveniencia de estudios en cada zona de interés.

El aporte de materia orgánica residual estabilizada aceleraría la recuperación de los suelos degradados. Por otro lado, el empleo de técnicas de laboreo de conservación favorece el incremento de la MO edáfica.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación recibida del Ministerio de Educación y Ciencia español y de la Junta de Castilla y León para los proyectos de investigación ya mencionados. También quieren reconocer el trabajo de todos aquellos investigadores que han colaborado a lo largo de los años en la realización de los diversos estudios cuyos resultados reseñamos, bien siendo parte de su Tesis Doctoral, como es el caso de Mireia Llorente, bien desarrollando su Trabajo Fin de Carrera.

Bibliografía

- Abad-Uribarren, M. 2010. Efecto de la cobertura del arbolado en la cantidad y calidad de la materia orgánica del suelo y en el flujo de CO₂ procedente de la respiración edáfica en repoblaciones de *Pinus pinea* de la provincia de Valladolid. Trabajo fin de Carrera, ITF esp. Explotaciones Forestales. ETSIIAA de Palencia. Universidad de Valladolid.
- Aparicio-Lázaro, C. 2009. Evolución de la acumulación de carbono capturado en terrenos agrícolas reforestados con *Pinus pinea* en el término municipal de La Parrilla (provincia de Valladolid). Trabajo fin de Carrera, ITF esp. Explotaciones Forestales. ETSIIAA de Palencia. Universidad de Valladolid.
- FAO. 2001. Situación de los bosques en el mundo 2001. Parte II: Problemas clave del sector forestal. Pp. 60-73. Roma.
- FAO. 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Roma.
- Hernangómez, N. 2009. Estudio de la influencia del no laboreo en comparación con el laboreo tradicional sobre las propiedades del suelo en los términos municipales de Escobar de Polendos y

- Cabañas de Polendos (Segovia). Trabajo fin de Carrera, I. Agrónomo. ETSIIAA de Palencia. Universidad de Valladolid.
- Johnson, M. G. (1995) The role of Soil Management in Sequestering Soil Carbon. *Soil Management and Greenhouse Effect*. Lewis Publishers 29: 351-363.
- Jones, A., P. Panagos, S. Barcelo, et al. (2012). The State of Soil in Europe. JRC Reference Reports, European Environment Agency. Report EUR 25186 EN. www.jrc.ec.europa.eu.
- Lafuente, F., López O., Aroca M.J., Turrión M.B. 2002. La actividad microbiana en suelos como bioindicador la antropización de ecosistemas agroforestales. *Avances en Calidad Ambiental Ediciones Univ. de Salamanca*. 34: 362- 367.
- Lafuente, F; Alonso, M.E; Ruipérez, C; Turrión, M.B.; López, O; Mulas, R; Blanco, C; Arranz, J.C. 2004. Determinación de carbono orgánico en suelos calizos mediante analizador LECO CHN-2000. Libro de Actas, pp. 344-347. Tercer Congreso Virtual Iberoamericano sobre Gestión de Calidad en Laboratorios, IBEROLAB.
- Lafuente, F; Turrión, M.B.; López, O; Mulas, R; Ruipérez, C.; Rad, C.; González Caicedo, S. 2009. Efecto de la adición de compost sobre la actividad enzimática de un suelo quemado. Libro de Actas, pp. 137-138. IV Simposio Nacional sobre control de la degradación de los suelos y cambio global. Valencia.
- Lal, R. 1997. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂-enrichment. *Soil Till. Res.*, 43: 81-107.
- Lal, R. 2001. Soil carbon sequestration and the greenhouse effect. *Soil Science Society of America. SSSA Special Publication* N^o, 57. SSSA, Madison, WI. 236 pp.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123: 1 –22
- Llorente, M., Lafuente, F., Ruipérez, C., Turrión M.B. 2008. Uso de parámetros microbiológicos edáficos como indicadores del efecto del uso del suelo en el páramo calizo castellano-leonés. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias forestales*. 25: 273- 279.
- Llorente, M., Turrión MB. 2010. Microbiological parameters as indicators of soil organic carbon dynamics in relation to different land use management. *European Journal of Forest Research*. 129: 73- 81.
- Llorente, M., Glaser B; Turrión M.B. 2011a. Storage of organic carbon and black carbon in density fractions of calcareous soils under different land uses. *Geoderma*. 139: 31-38.
- Llorente, M., Glaser B; Turrión M.B. 2011b. Anthropogenic disturbance of natural forest vegetation on calcareous soils alters soil organic matter composition and natural abundance of ¹³C and ¹⁵N in density fractions. *European Journal of Forest Research*. 129:1143-1153.
- Olalla, C., Fernández-Peña M., Rad C., González-Carcedo S., Lafuente F., Herrero B. (2008). Evolución de la cubierta vegetal y la red trófica edáfica tras la incorporación de residuos orgánicos en las labores de restauración forestal de un área quemada. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias forestales* 25: 339-344.
- Rodríguez-Murillo, J.C. 2001. Organic carbon content under different types of land use and soil in peninsular Spain. *Biology and Fertility of Soils* 33: 53-61.
- Ruipérez, C., Calafate, R., Mulas R., Lafuente F., López O., Turrión M.B., 2005. El fraccionamiento de la materia orgánica como índice de su comportamiento y evolución en los suelos. Estudio para diferentes especies forestales en un suelo ácido y otro calizo de la provincia de Palencia. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias forestales*.20: 221- 226.
- SSSA. 2001. Carbon Sequestration: Position of the Soil Science Society of America.
- Turrión, M.B., Lafuente F., Heras, L., López O., Mulas R, Ruipérez, C. 2008. Recuperación de un suelo forestal quemado mediante la aplicación de compost de residuos sólidos urbanos. Estudio de la mineralización de la materia orgánica. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias forestales* 25: 419-424.
- Turrión, M.B., Lafuente, F., Mulas R., López, O., Ruipérez, C. 2011. Efecto del cambio de uso del suelo en el secuestro de carbono del horizonte superficial edáfico (Centro-norte de España). En: *Materia orgánica edáfica y captura de carbono en sistemas iberoamericanos*. 281-297 pp. Ed. F. García Oliva, MB Turrión García-Trujillo, G.C y E. Madejón. ISBN: 978-84-937437-2-7.
- Turrión, M.B., Lafuente, F., Mulas R., López, O., Ruipérez, C. Pando V. 2012. Effects on soil organic matter mineralization and microbiological properties of applying compost to burned and unburned soils. *Journal of Environmental Management* 95:245-249.

Manejo de residuos y sembradoras de siembra directa para la conservación de suelos

F. Javier López Díez

Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria, Universidad de León, Avenida de Portugal, 41 24071 León, España

javier.lopez@unileon.es

Resumen

En las técnicas de manejo de suelo sin laboreo, el rastrojo es un elemento clave por su capacidad de retener humedad evitando pérdidas de agua y porque mejora la fertilidad física por la mayor estabilidad estructural dada por la materia orgánica aportada. Sin embargo, no se conoce todo lo necesario aún acerca de la influencia que, dentro de la técnica de siembra sin laboreo, pueden tener los factores asociados al manejo.

Se pretende con esta ponencia aportar algunas ideas que fomenten la experimentación cuyos resultados conduzcan a encontrar la forma de manejo que mejor se adapte a sus condiciones. En base a la revisión de trabajos de investigación previos, algunos de ellos realizados desde el año 2000 en la Escuela de Ingeniería Agraria de la Universidad de León, se plantean algunas pautas básicas que deben tenerse en cuenta en el manejo de residuos en siembra directa.

Se tratan en esta aportación aspectos como la estratificación de la materia orgánica, el efecto limitador de la exposición al viento y de la escorrentía durante las lluvias y también de aspectos menos conocidos en la literatura científica como es la influencia de cantidades y formas de rastrojo en el funcionamiento de las sembradoras. El trabajo incluye datos y resultados de distintos ensayos llevados a cabo considerando como factores como la cantidad de residuos por hectárea y en otros casos el barrido de residuos en la línea de siembra.

Finalmente se concluye que la masa por superficie de residuos existente, que a su vez guarda relación directa con la tasa de cobertura del suelo, junto con otros aspectos como la altura de las cañas en el caso de cereales puede afectar al éxito de la siembra y a la respuesta del cultivo. Aspectos de manejo igualmente importantes son el esparcido uniforme de la paja y de las granzas, que a pesar de ser recomendaciones tradicionales siguen sin aplicarse adecuadamente en las estepas cerealistas de España y Portugal.

1. Importancia del rastrojo en siembra directa

La erosión es entendida como el principal problema medioambiental que se relaciona con la agricultura tradicional, y por consiguiente, el que antes hay que afrontar para que se mantenga la capacidad productiva de los suelos (ECAAF, 1999). En Europa, la erosión es un problema grave en algunas áreas, y afecta a todos los países de la UE en mayor o menor medida. La amenaza de la erosión en Europa Occidental y Central a corto plazo se ha cifrado en 25 millones de hectáreas, siendo el área mediterránea la que acapara la mayor parte (De Ploey, 1991).

El manejo tradicional del suelo basado en el laboreo sin observar aspecto alguno que impida la pérdida de fertilidad física y limite la erosión y consiguiente pérdida de suelo, ha de ser reemplazado por un manejo que forzosamente ha de ser sostenible. Con la tecnología actual de cultivo y mecanización, la orientación más sugerida viene a ser la minimización o supresión del laboreo.

En la literatura científica se encuentran distintos trabajos que manifiestan la diferencia en los resultados de uno y otro sistema de manejo. Así, por ejemplo, para la campiña cordobesa se estima que en el cultivo de trigo, entre los años 1953 y 1987 hubiera sido posible reducir de 58,5 a 4,9 las toneladas anuales de suelo perdidas, y de 70,5 a 7,4 en el caso de girasol adoptando siembra directa en vez de laboreo tradicional (Giráldez et al., 1990). De Alba, pone de manifiesto que en un plazo de cuatro años, es posible reducir al menos en 40 % las pérdidas por erosión en suelos semiáridos de clima mediterráneo y pendientes a partir del 9%, (De Alba et al., 2001). Las causas de la reducción se

asocian a la mayor presencia de macroporos que mejoran la capacidad de infiltración cuando los suelos permanecen cubiertos de rastrojo, cobertura que al mismo tiempo ralentiza el flujo laminar superficial (Nitzsche et al., 2001).



Figura 1: Arrastre de elementos finos desde laderas hacia los valles formando "deltas", causado por un uso inadecuado del laboreo.



Figura 2: Suelo que ha perdido todos los elementos finos, planteado por un agricultor como lugar para iniciación en la siembra directa de maíz.



Figura 3: Suelo tras varios años de siembra directa con abundancia de residuos y acumulación de humedad.

Es sabido que los restos de cosechas aportan una serie de efectos positivos que pueden resumirse en:

- Incremento de la tasa de materia orgánica en la superficie. Da lugar a una estratificación de la materia orgánica, haciendo que la estructura del suelo en su capa superficial sea más estable.

Además, la descomposición de los restos aporta buena parte de los extraídos previamente durante el desarrollo del cultivo.

- Incremento en la actividad biológica, siendo la especie protagonista la lombriz, que realiza una actividad mecánica de laboreo subsuperficial debida a las galerías.
- Reducción de la erosión. Efecto limitador de la exposición al viento y especialmente reducción drástica de la escorrentía durante las lluvias.
- Incremento en la capacidad de almacenamiento de agua. Da lugar a diferencias muy importantes respecto al laboreo tradicional. En condiciones de suelo y siembra similares, suele marcar una diferencia significativa en las producciones de cultivos de secano a favor de la siembra directa.
- Efecto amortiguador de temperaturas sobre la superficie del suelo. La capa de rastrojos tiene un efecto "aislante", evitando en muchos casos daños por helada, pero también retrasando en otros casos la germinación de las semillas por falta de calor.
- Cambio en las poblaciones de malas hierbas. Al no realizar laboreo aparecerán nuevos problemas de malas hierbas. La dificultad para el control de malas hierbas con herbicidas residuales es un hecho.
- Problemas de colocación de semilla por los sistemas de siembra. Cantidades altas de paja en superficie suelen causar problemas de embozamiento de las máquinas y posicionamiento deficiente de las semillas, a veces mezcladas con la paja, que ocasionan las consiguientes pérdidas por la falta de plantas.

En relación con el papel del rastrojo, es preciso recordar también aquí que tal como estableció la sociedad norteamericana de las ciencias del suelo (Soil Science Society of America), para considerar que una siembra directa tiene carácter conservacionista la superficie mínima de suelo que ha de mantenerse cubierta debe ser un 30%. Este porcentaje, referencia aceptada mundialmente, no siempre es fácil de mantener en cultivos herbáceos, ni tampoco el manejo se debe simplificar buscando exclusivamente ese factor.

En cada vez mayor número de investigaciones se intenta averiguar la influencia de aspectos de manejo como a la altura de corte, al efecto del picado, la cantidad de rastrojo presente, o la remoción de rastrojo en bandas sobre la línea de siembra, siendo necesario conocer más con el fin de poder elegir la forma más adecuada de manejo.

La importancia que se le da al manejo de rastrojos en siembra directa es cada vez mayor, paralelamente al aumento en el conocimiento de cómo ese manejo afecta a las propiedades físicas del suelo y la respuesta de los cultivos, dependiendo de la cantidad, tipo, y forma en la que aparecen los residuos vegetales.

Dentro del objetivo general de conservación y rentabilidad que siempre estará presente en siembra directa, puede haber diferencias de estrategia en cada caso, o incluso en cada parcela. No es lo mismo manejar una parcela de secano en pendiente y deficitaria en materia orgánica que una parcela llana de regadío con abundante cosecha de paja.



Figura 4: Sistemas de manejo de paja con la recolección. Izquierda: acordonado tradicional. Derecha: esparcido uniforme con dispositivos de serie.

Durante la recolección del cultivo con la cosechadora tiene lugar el momento en el que habrá que decidir cómo se quiere dejar la paja. Como recomendaciones generales es preciso indicar la importancia del esparcido uniforme en el ancho de corte, de los restos que salen por la trasera de la cosechadora. Por suerte, los elementos picadores esparcidores son cada vez más eficaces. La falta de uniformidad en el esparcido puede suponer embozamientos locales y pérdidas de emergencia.

Es especialmente importante en este punto el esparcido del material que sale por la zona de cribas de la cosechadora (granzas). El esparcido favorecerá una nascencia de rebrote y malas hierbas uniforme. Este esparcido de las granzas no siempre estará a disposición, pero es muy interesante que se demande su uso, y es considerado por muchos como imprescindible para un buen control del rebrote.



Figura 5: Detalle de un sistema esparcidor de granzas de una cosechadora de cereal.

Se considera aceptable un esparcido de la paja en el 80% del ancho de corte o en el 50% del ancho en el caso de las granzas, asumiendo que los sistemas actuales raras veces consiguen aproximarse a un reparto ideal, y mucho menos en presencia de viento.



Figura 6: Izquierda: deficiente esparcido de la paja con emergencia irregular. Derecha: nascencia uniforme ante un buen esparcido de paja.



Figura 7: Parcela de secano en pendiente. La escorrentía podía haberse limitado más si se hubiera dispuesto de mayor cobertura y mejor esparcido.

2. Aspectos clave en el manejo

Si lo que se desea es limitar la erosión, en terrenos en pendiente es preciso que la cobertura de rastrojos sea de al menos un 60%. Este porcentaje, en el caso de cereales, es difícil obtener si no se dispone de al menos 2500 kg/ha de paja. Especialmente si el rastrojo (de cereal) es escaso, es recomendable dejar las cañas altas en el momento de cosechar.

Si se busca la máxima capacidad de retención de agua en condiciones de sequo, hay que tener presente que a mayor cantidad de paja y mayor grado de cobertura, mayor limitación en la evaporación y por tanto, mayor tasa de humedad en superficie. En ensayos realizados en la Universidad de León, las diferencias fueron significativas entre suelos cubiertos al 100% y suelos al 30%, con diferencias medias del 35% en la tasa de humedad.



Figura 8: Arriba/abajo: antes y después de sembrar. Aspecto de parcelas de ensayo con paja de trigo. Izquierda, 1350 kg/ha y 30% de cobertura. Centro, 5760 kg/ha y 80% de cobertura. Derecha, 11160 kg/ha y 100 % de cobertura.

En los resultados de distintos ensayos en cultivo de cebada se registraron como promedio diferencias de un 34 % en la capacidad de retención de agua en la zona radicular en determinados momentos del ciclo, constatando que existe una influencia de la cantidad de rastrojo sobre la retención de humedad, tal como se indica en la figura 9.

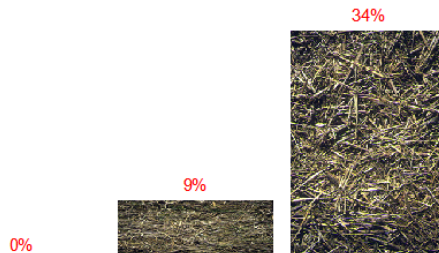


Figura 9: Diferencias de humedad de suelo en los primeros 15 cm en relación a suelo de referencia (0%) con un 30% de cobertura de rastrojos, en ensayos de cultivo de cebada sobre trigo en León.

Si el objetivo es aumentar la tasa de materia orgánica del suelo para mejorarlo, situación típica de los secanos cerealistas españoles (zonas semiáridas), es preferible el picado de las pajas y su reparto uniforme, segando a una altura de corte lo más baja posible. Esto favorecerá la descomposición e incorporación de nutrientes y la creación de humus. Según diversos estudios, en las condiciones mencionadas, solo se obtienen efectos significativos a medio plazo de aumento de materia orgánica en los primeros 10 cm de suelo con cantidades anuales de al menos 2000 kg/ha.

No hay que olvidar que si se consigue una cobertura próxima al 100% el efecto de "enfriamiento" por el aislamiento de la radiación solar y la mayor presencia de humedad pueden hacer que se retrasen las nascencias, lo que habrá que tener en cuenta en cultivos que puedan ser delicados en ese aspecto.

En todo caso, los trabajos de picado y esparcido, si no se realizan en el momento de la recolección y se desempeñan con máquinas acopladas al tractor, estos deben adelantarse en el tiempo todo lo posible.

Sin embargo, aunque después de todo esto parece que la mayor cantidad de residuos implica solo ventajas, si la premisa fuera el trabajo eficiente del abresurco, en cuanto a uniformidad de profundidad de siembra y microlaboreo óptimo de la línea de siembra, la situación idónea sería la contraria.



Figura 10: Izquierda: Exceso de paja verde o muy húmeda con deficiente apertura del surco. Derecha: Siembra en suelo desnudo y arcilloso. En ambos casos, deficiente colocación de semilla.

A pesar de que las sembradoras para siembra directa han evolucionado y mejorado su capacidad de trabajo con rastrojo, funcionan mejor en el sentido indicado cuanto menor es la cantidad de paja. La eficacia del abresurco es mayor en suelos al 30% de cobertura que en aquellos en los que se ha obtenido un 100 % de superficie cubierta. En sembradoras de discos y rastrojo abundante húmedo o verde el riesgo de pinzar el rastrojo hacia el surco es alto, dando lugar a nascencias muy deficientes.



Figura 11: Incorporación de paja a la línea de siembra por el abresurco. Colocación desigual y emergencia irregular.

Para mejorar el trabajo de los abresurcos, especialmente los de discos en condiciones de rastrojo muy abundante, se recomienda estudiar la elección de máquinas provistas de discos cortadores de rastrojo o de discos con sistemas pisapajas, de reciente aparición en el mercado.

En el caso de algunos cultivos "monograno", como el maíz, se ha extendido el uso de discos barredores del rastrojo en la línea de siembra en países como Argentina o Brasil. En ensayos realizados en la Universidad de León se ha constatado la mejora en la implantación cuando el rastrojo es muy abundante, debido a las mejores condiciones de temperatura en la época de siembra, con producciones más regulares.



Figura 12: Sistema de discos estrellados barredores utilizado en cultivo de colza.

Este sistema de barrido se ha ensayado igualmente en cultivo de colza, con resultados muy positivos desde el punto de vista de la velocidad de emergencia y la implantación. En este cultivo además, las plantas dispersas en zonas de excesivo rastrojo presentaron una maduración desigual y retrasada respecto a las zonas de nascencia más uniforme.

3. Respuesta de los cultivos

En ensayos realizados en cultivo de cebada, las tasas de emergencia se redujeron a casi la mitad en parcelas con 100% de cobertura respecto a las de 30%, aunque los rendimientos finales solo se redujeron un 10 % en siembras realizadas con sembradoras de discos convencionales.

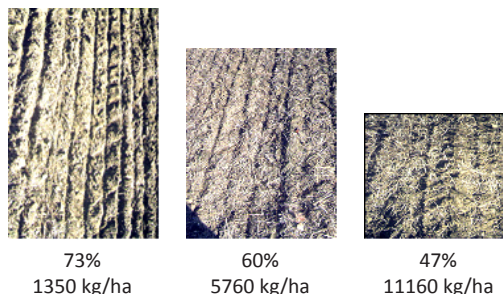


Figura 13: Tasas de emergencia obtenidas según cantidad de paja en ensayos de cebada.

En cuanto a rendimiento, cabe destacar una tendencia clara a mayores rendimientos con cantidades más bajas de paja, debido a lo expuesto en materia de emergencia. Sin embargo, estas diferencias no siguen la misma proporción por la respuesta del cultivo durante el resto del ciclo.

En otros casos estudiados como maíz o colza, las tendencias son las mismas, con claras diferencias de emergencia y diferencias en producción que no siempre son estadísticamente significativas.

En el caso de la colza, los ensayos realizados con sembradoras a las que se les acopló el dispositivo de barrido de la figura 12 han indicado además una diferencia en la fenología y en la respuesta en cuanto al número de ramas y de vainas por planta observadas.



Figura 14: Resultados de producción en cultivo de colza. Arriba: en la zona superior derecha, se utilizó el barredor, con emergencia elevada, estado de silicua y producción final de 3000 kg/ha. En la zona inferior, zona sin barredor, estado de floración, baja emergencia y producción final de 2200 kg/ha. Abajo: estado de ambos tratamientos en el momento de recolección (derecha, producción de 3000 kg/ha).

4. Recomendaciones finales

Como se ha expuesto, el manejo de rastrojos está relacionado con numerosos factores, no siendo posible el establecimiento de reglas, aunque se han indicado algunas recomendaciones que se desprenden de las conclusiones obtenidas en la experimentación conocida, y que deben servir como ideas a la hora de elegir las prioridades u objetivos de cada situación productiva.

Es preciso recalcar la importancia del esparcido uniforme de la paja y de las granzas, buscando la cobertura del suelo de referencia de un 30%, pero que es interesante ser más ambiciosos e intentar alcanzar un mínimo de un 50 – 60%.

Se recomienda la recolección con siega lo más alta posible, salvo casos de necesidad de descomposición rápida. La paja erguida facilitará un mejor funcionamiento de los sistemas de siembra. También facilitará que los rastrojos deben estar secos en el momento de la siembra evitando problemas de mezcla de semillas y paja.

En casos de excesivas cantidades de paja, como puede suceder con maíz o trigos de regadío, es necesario el picado y esparcido. En casos excepcionales puede retirarse paja mediante empacado, no teniendo porque ser incompatible si se mantiene el grado de cobertura apropiado.

En cultivos de nascencia delicada o condiciones de elevada cantidad de paja es recomendable la opción de barrido de rastrojos en la línea de siembra. No siempre es una opción disponible en las maquinas de siembra, siendo necesaria a veces la adaptación de estos elementos en algún taller especializado.

Bibliografía

- CUNHA, J.D. Incidencia del empleo de diferentes sistemas de laboreo sobre la evolución de algunas propiedades de interés agronómico en un Haploxeralf de la finca "El Encín"(Comunidad e Madrid). Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 1993.
- CROVETTO, C. Cero labranza: los rastrojos, la nutrición del suelo y su relación con la fertilidad de las plantas. Ed. C. Crovetto. Talcahuano, 2002.
- DE ALBA, S., LACASTA, C., BENITO, G., PÉREZ-GONZÁLEZ, A. Influence of soil management on water erosion in a Mediterranean semiarid environment in Central Spain. I World Congress on Conservation Agriculture, Madrid, 2001. Actas del Congreso, Vol. II. ECAF, Córdoba 2001.
- DE PLOEY, J.A. et al. Soil erosion, soil degradation and climatic change, p. 295-272, chapter 12. In: Land Use Changes in Europe. Kluwer Academic Publisher, London 1991.
- EUROPEAN CONSERVATION AGRICULTURE FEDERATION. Agricultura de conservación en Europa: aspectos medioambientales, económicos y administrativos de la UE. ECAF, Bruselas, 1999.
- FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C., Historia y evolución de los sistemas de laboreo en laboreo de conservación. Agricultura de conservación: fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos. P 1-12. Asociación Española de Laboreo de Conservación/Suelos Vivos. Córdoba 1997.
- GIRALDEZ, J.V., GONZÁLEZ, P., FERERES, E. Conservación agrícola de suelos y aguas. El Campo 117, 15-20, 1990.
- LÓPEZ DíEZ, F.J. 2005. Siembra sin laboreo en cebada y maíz: influencia de la regulación de la sembradora y de la cantidad de rastrojo sobre suelo y cultivo. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- NIETZCHE, O., KRÜCK, S.T., SCHMIDT, W., RICHTER, W. Reducing soil erosion and phosphate losses and improving soil biological activity through conservation tillage systems. I World Congress on Conservation Agriculture. ECAF, Madrid 2001
- McLEOD, J.G., DYCK, F.B., CAMPBELL, C.A., VERA, C.L. Evaluation of four zero-tillage drills equipped with different row openers for seeding winter wheat in the semi-arid prairies. Soil and Tillage Research 25, p 1-16, 1992.
- O'LEARY, G.J., CONNOR, D.J. Stubble retention and tillage in a semi-arid environment: 1. Soil water accumulation during fallow. Fields Crop Research 52, p 209-219, 1997.

Envolvimento dos agentes locais na identificação e na implementação de soluções para o combate à desertificação e degradação do solo

Celeste Coelho* & Sandra Valente**

CESAM – Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal.

*coelho@ua.pt; **sandra.valente@ua.pt

Resumo

A desertificação e a degradação do solo representam um tema complexo e multidisciplinar e a sua mitigação requer um esforço conjunto de diversos agentes, potenciando a adoção de soluções mais sustentáveis em relação à gestão dos recursos naturais. O efetivo envolvimento das comunidades locais é preconizado pela Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD), já que são estes os agentes que melhor conhecem de forma realista e pragmática, os frágeis ecossistemas dos quais depende a sua sobrevivência.

Nos últimos anos, tem-se assistido à proliferação em diversas áreas (e.g. planeamento urbano, desenvolvimento rural, gestão do risco, gestão ambiental) de experiências de participação e de envolvimento dos agentes nos processos de tomada de decisão. Também a ciência tem progredido no sentido de incorporar as visões técnicas e leigas na produção de conhecimento científico, sendo inúmeros os projetos de investigação que integram atividades de consulta, discussão e implementação de projetos-pilotos junto das comunidades locais.

No âmbito do projeto DESIRE, foi desenvolvida uma metodologia participativa para a identificação e implementação de soluções para o combate à desertificação e à degradação do solo. Este projeto foi desenvolvido em 16 áreas de estudo vulneráveis à desertificação. Em Portugal, esta metodologia foi implementada no concelho de Mação, uma das áreas-piloto do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PANCD), e no concelho de Góis. Em ambas áreas os processos de desertificação estão particularmente relacionados com a frequência e intensidade dos incêndios florestais. Os benefícios da utilização de metodologias de participação em projetos científicos são bidirecionais, onde investigadores contactam com os desafios e as soluções adotadas localmente, e agentes locais podem beneficiar do conhecimento científico e técnico desenvolvido nas universidades e laboratórios de investigação.

1. Introdução

A desertificação constitui um problema ambiental, económico e social de nível global, que afeta os recursos e os meios de subsistência locais. Este conceito reúne múltiplas dimensões, relacionadas com os contextos biofísicos e socioeconómicos específicos, sendo difícil encontrar uma definição consensual (Hill et al., 2008). De um modo geral, a desertificação é entendida como um processo de degradação da terra, resultante das variações climáticas e dos impactos das atividades humanas, ou da ausência dessas atividades, sobre o território.

Nas últimas décadas, este fenómeno tem adquirido centralidade nas esferas política e social, sendo visíveis os esforços para a identificação dos seus processos, causas, indicadores e impactos. Mais recentemente vislumbra-se uma mudança para a crescente adoção de novas abordagens de avaliação dos processos de desertificação, incorporando a identificação de soluções existentes e privilegiando o trabalho conjunto entre diversos agentes na definição de medidas de adaptação e mitigação deste fenómeno.

A Europa Mediterrânea tem sido palco de profundas transformações, não apenas em termos das mudanças nos usos do solo e na forma e intensidade de utilização dos recursos naturais, mas também nos próprios contextos socioeconómicos (Hill et al., 2008). Em Portugal, estas mudanças têm estado relacionadas com o abandono progressivo e contínuo dos espaços rurais, e com o consequente

abandono da agricultura, do pastoreio e da gestão florestal tradicional (como a apanha de matos e a limpeza dos resíduos florestais), sendo o despovoamento identificado como uma das maiores causas-efeito da desertificação no Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PANCD). Este abandono tem dado espaço à expansão da área ocupada por floresta e matos (Coelho, 2006), decorrente de investimentos na floresta, principalmente fomentados por programas de financiamento da União Europeia (EU), e do avanço natural dos matos para áreas agrícolas abandonadas.

Os incêndios têm sido responsáveis pela destruição de grandes áreas florestais nos países do Mediterrâneo, relacionados com secas prolongadas, com a expansão da floresta e dos matos, com a acumulação de biomassa e resíduos vegetais, com o abandono das atividades tradicionais do mundo rural, entre outros aspetos (Piussi e Farrell, 2000). Nos últimos 30 anos, estes incêndios têm sido muito comuns nos povoamentos florestais de pinheiro-bravo e eucalipto do norte e centro de Portugal.

Atualmente, já existe investigação desenvolvida para o conhecimento dos impactos que os fogos florestais produzem na vegetação, no solo e na água (Coelho et al., 2004b; Ferreira et al., 2005). A desertificação na Europa Mediterrânea está a ocorrer especialmente onde a frequência do fogo ou a pressão do pastoreio é maior (Piussi and Farrell, 2000). A erosão e outros processos de degradação do solo estão também associados a um clima seco, encostas declivosas, coberto vegetal pobre e adoção de más práticas agrícolas e de pastoreio (Bowyer, et al., 2008). Os incêndios florestais podem levar a mudanças hidrológicas e geomorfológicas consideráveis, quer diretamente pelo desgaste da superfície do substrato rochoso e pelas mudanças das propriedades e estrutura do solo, quer indiretamente através dos efeitos das mudanças no uso do solo e da vegetação nos processos hidrológicos e geomorfológicos (Shakesby and Doerr, 2006). Outro aspeto importante corresponde à incidência de sucessivos fogos florestais em áreas previamente afetadas, o que contribui para acelerar os processos de degradação do solo (Campo et al., 2006).

Em Portugal, este cenário tornou-se particularmente sério após os incêndios catastróficos de 2003, de 2005 e, mais recentemente, de 2010, salientando não apenas a necessidade de adotar medidas para prevenir e mitigar os efeitos dos incêndios mas também a importância das ações de recuperação das áreas aridas. A floresta representa o maior uso do solo em Portugal e os incêndios estão entre as principais causas de degradação da terra.

Em 2002, no contexto da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD), foram definidas em Portugal cinco áreas-piloto para o combate à desertificação, nomeadamente: as Arribas do Douro (concelho de Mogadouro); o Pinhal Interior Sul (concelho de Mação), a Margem Esquerda (concelho de Mértola); e a Serra Algarvia (concelhos de Alcoutim e Castro Marim). Estas áreas apresentam características relacionadas com os processos de desertificação, nomeadamente têm um clima sub-húmido, solos pobres, superficiais e declivosos, são muito afetadas por incêndios florestais e pelo abandono da terra, entre outros aspetos. Nestas áreas e, no âmbito do PANCD, foi desenvolvido um processo de participação pública para a identificação dos sinais de desertificação, envolvendo mais de 200 participantes. As más práticas agrícolas, a degradação da terra, o envelhecimento e o abandono demográfico e os fogos florestais foram identificados como os principais fatores de desertificação em Portugal (DGF, 2002).

A participação pública assume-se como um elemento fundamental para o sucesso da gestão sustentável dos recursos naturais, na medida em que usa as perspetivas de um conjunto de fontes diversificadas, permitindo uma visão holística, mas integradora dos agentes e recursos locais (Stringer et al., 2006). Neste sentido, e ao encorajar o trabalho conjunto de diversos agentes, poder-se-á potenciar, por um lado o aumento da aprendizagem social, o que poderá contribuir para transformar as relações dos agentes com os recursos naturais, alterar as perceções sociais face a esses recursos e fortalecer o capital social (Stringer et al., 2006) e, por outro lado, melhorar as soluções técnico-científicas.

Nos últimos anos, emergiu um conjunto de metodologias de participação com aceitação abrangente nos círculos políticos e de investigação. No entanto as suas limitações são também, cada vez mais, reconhecidas. Um dos aspetos-chave corresponde à análise e seleção apropriada dos agentes, tendo em conta que estes devem ser representativos da comunidade e estar dispostos a assumir compromissos e a participar construtivamente (Prell et al., 2006). Fraser et al. (2006) acrescentam ainda o problema da definição da escala de participação, que deve ser flexível atendendo ao contexto e aos métodos que se pretende utilizar. A discussão pública, negociação e mediação entre os interesses dos vários grupos de agentes e a geração de consensos é fundamental no sentido de

aproximar organizações governamentais e não-governamentais, comunidades locais, técnicos e cientistas, e de mobilizar os recursos locais no sentido da implementação de estratégias sustentáveis.

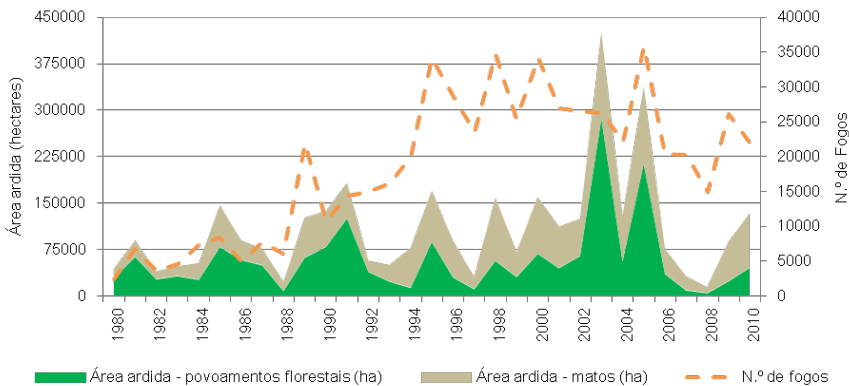
Neste capítulo discute-se a relação entre os processos de desertificação e os incêndios florestais, demonstrando que as soluções para estes problemas passam pela definição de estratégias integradas com o envolvimento dos agentes responsáveis e afetados. Utilizando uma experiência participativa desenvolvida no âmbito do projeto europeu DESIRE, pretende-se demonstrar que a utilização de metodologias participativas e interativas pode potenciar um processo de aprendizagem mútuo entre cientistas, decisores políticos e agentes locais.

2. Desertificação e incêndios florestais

A área ocupada por florestas e por matos em Portugal Continental cresceu durante o século XX, envolvendo três espécies florestais dominantes – i.e., florestas de pinheiro-bravo, plantações de eucalipto e áreas de montado (Coelho, 2006). Os eucaliptos foram introduzidos em meados do século XX, mas têm-se tornando, de forma progressiva, elementos dominantes da paisagem, principalmente à custa das áreas de pinheiro-bravo.

As florestas e os matos representam atualmente quase 60% do uso do solo em Portugal (DGRF, 2006). Este aumento esteve relacionado com a implementação de programas públicos de fomento florestal, com investimentos de produtores e proprietários florestais privados, e com o abandono de áreas agrícolas marginais que foram transformadas em plantações florestais (principalmente de eucalipto) ou ocupadas por matos (Ferreira et al., 2009). Adicionalmente, mais de 80% da floresta portuguesa corresponde a pequenas propriedades privadas florestais, com menos de 5 ha.

Apesar de ser um elemento crucial no funcionamento dos ecossistemas Mediterrâneos, o fogo tem assumido nos últimos 30/40 anos uma dimensão catastrófica. A figura 1 mostra a área ardida e o número de ignições desde 1980. Os anos de 2003 e 2005 evidenciam-se como anos particularmente catastróficos, sendo que a área ardida ultrapassou 400,000 ha em 2003 e quase alcançou os 300,000 ha em 2005. Este período representou também um ponto de viragem em termos da política florestal nacional, especialmente na componente da defesa da floresta contra incêndios (DFCI). De 1995 a 2006, o número de ignições foi sempre muito elevado (mais de 20,000 ocorrências), resultando em áreas ardidas de dimensão muito variável.



Fonte: AFN, 1980-2010

Figura 1: Número de incêndios e área ardida em Portugal entre 1980 e 2010.

Em 2010, incêndios florestais intensos voltaram a afetar a região centro e norte de Portugal. De facto, quando comparado com o mesmo período em 2007, 2008 e 2009, o ano de 2010 suplantou o número de ocorrências e a área afetada. Estes eventos estiveram associados a períodos de temperaturas muito elevadas, mas também à alta disponibilidade de biomassa, relacionada com o abandono da gestão florestal.

Os incêndios florestais são responsáveis por grandes impactos ao nível da vegetação, do solo e da água, produzindo efeitos diretos e indiretos. Os incêndios de grande intensidade afetam as propriedades do solo (nomeadamente a taxa de infiltração, a porosidade, a condutividade e a capacidade de armazenamento), a quantidade de matéria orgânica disponível e a estrutura do solo (Ferreira et al., 2008). Estes eventos, em conjunto com a introdução de espécies exóticas, aumentam a taxa de escorrência e o transporte de sedimentos, principalmente devido à destruição do coberto vegetal e a grandes mudanças na estrutura do solo (Ferreira et al., 2008). Neste sentido, ao longo dos últimos 20 anos, têm sido utilizadas parcelas de erosão, medições contínuas ao nível das mudanças do solo e eventos de simulação de chuva para avaliar os efeitos dos grandes incêndios, das lavragens e das mudanças no uso do solo nas perdas de solo e escorrência (Coelho et al., 1995; Walsh et al., 1995; Shakesby et al., 1996; Ferreira et al., 2000; Shakesby et al., 2002).

2.1. Mação: um exemplo de (in)sucessos

No início do século XX, o concelho de Mação detinha uma paisagem diversificada que suportava uma variedade de atividades, incluindo a agricultura de subsistência (produção de azeite), o pastoreio, a produção de madeira e a extração de resina. A partir dos anos 50 e 60, uma migração em grande escala para a área metropolitana de Lisboa, levou a grandes mudanças no uso do solo nesta região. As áreas de pastoreio e agrícolas foram abandonadas, sendo progressivamente substituídas por matos e floresta.

Este concelho tem sido afetado por grandes incêndios florestais, que destruíram grande parte da sua área florestal e dos matos, levando à degradação do solo e da vegetação. Mais de 80% da área do município ardeu em 2003 e 2005, desencadeando o aparecimento de áreas de mato degradadas e de extensas áreas de regeneração natural de pinheiro. A figura 2 apresenta a área ardida no município de Mação desde 1995, salientando-se que, desde 2003, foram poucas as áreas poupadas pelos incêndios.

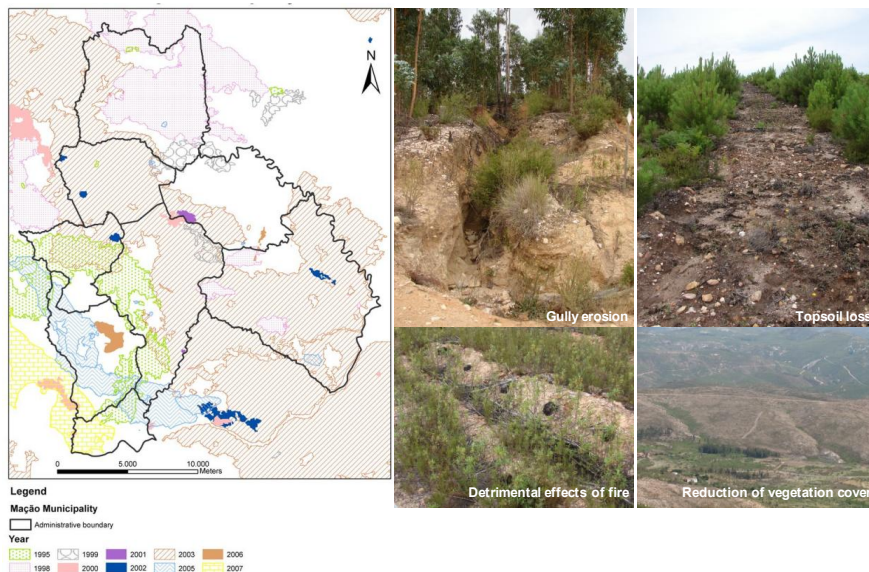


Figura 2: Mapa das áreas ardidas desde 1995 (esquerda); Imagens de processos de degradação da terra no concelho de Mação (direita)

No âmbito do programa DESIRE¹, o concelho de Mação foi selecionado como área de estudo para avaliar processos de degradação da terra causados pelos incêndios florestais (Figura 2), tendo sido identificados a perda da camada superficial do solo, a redução da matéria orgânica, a destruição do coberto vegetal e a perda de habitats (Valente et al., 2011).

2.1.1. Política florestal e Defesa da Floresta Contra Incêndios (DFCI) - Durante a década de 1990, foram implementados vários programas agro-florestais no concelho de Mação financiados pela Comissão Europeia (CE), quer para a melhoria das práticas de gestão do território, quer para o aumento das práticas florestais e para a estabilização do solo. Foram desenvolvidos projetos de florestação de áreas ardidas (2,100 ha) e projetos de melhoria de povoamentos de pinheiro-bravo (3,000 ha). No entanto, estes programas não obtiveram o sucesso pretendido, na medida em que os esquemas de ajuda não preveniram o abandono das áreas florestais, nem o aumento do risco de incêndio, nem a expansão de espécies florestais exóticas e dos matos (Carvalho et al., 2002). Um estudo de perceção social desenvolvido em 2001, junto dos agricultores do concelho de Mação que aplicaram subsídios agro-florestais, revelou que a vontade de continuar a subscrever estes programas residia apenas na manutenção de financiamento. Esta situação está ligada à alta taxa de resposta dos inquiridos que mencionaram a impossibilidade de gerir individualmente as suas próprias propriedades pela falta de capacidade técnica e financeira e pela idade avançada dos agricultores (Carvalho et al., 2002; Coelho et al., 2004a). Os resultados salientaram ainda alguma resistência entre os agricultores para a partilha, ou mesmo delegação, do poder de intervenção nas suas propriedades.

Neste contexto, no início do século XXI, poder-se-ia resumir que a visão dos proprietários florestais era pessimista e a motivação e o interesse no investimento florestal eram relativamente baixos (Carvalho et al., 2002; Coelho et al., 2004a). Quinze anos volvidos, os incêndios florestais e os processos de degradação da terra pioraram, o contexto socioeconómico continua em declínio e a motivação e o interesse dos proprietários decresceu ainda mais. Foi perante este enquadramento, que a Câmara Municipal de Mação procurou novas soluções e abordagens à gestão do território.

De uma forma geral e resumida, na última década, foram depositados elevados investimentos na DFCI, quer nas estruturas de apoio ao combate dos incêndios (pontos de água, caminhos, e equipamento de combate), quer na prevenção de grandes incêndios (torres de vigia, faixas de gestão de combustível). A implementação da rede primária de faixas de gestão de combustível é um dos exemplos destas medidas, e que está atualmente a ser desenvolvida pelo Serviço Municipal de Proteção Civil (SMPC) de Mação. Esta medida tem como objetivos: i) diminuir a área afetada por grandes incêndios e permitir a intervenção direta para combater os incêndios; ii) reduzir os efeitos dos incêndios florestais, nomeadamente proteger estradas, infraestruturas e equipamentos sociais, áreas urbanas e áreas florestais de valor especial; e iii) isolar potenciais fontes de ignição do fogo. Contudo, em alguns casos, estas intervenções podem ter um potencial de degradação elevado. No âmbito da DFCI, foram ainda desenvolvidas medidas não estruturais, nomeadamente a criação do Gabinete Técnico Florestal (GTF) municipal e da AFLOMAÇÃO – associação florestal do município de Mação.

Adicionalmente, as entidades locais de Mação tem feito um esforço para alavancar um novo modelo de gestão adequado ao minifúndio florestal localizado em áreas rurais marginais – as Zonas de Intervenção Florestal (ZIF). As ZIF correspondem a áreas contínuas e limitadas predominantemente ocupadas por floresta, que pertencem a diversos proprietários florestais mas que são geridas por uma única entidade, sob um plano de gestão e um plano específico de intervenção florestal. Até agora, foram constituídas cinco ZIF neste município (7300 ha), contudo a sua implementação efetiva está dependente da disponibilização de financiamento (Valente et al., 2013).

3. Participação pública: benefícios e desafios

¹ DESIRE Project (037046): Desertification Mitigation and Remediation of land – a global approach for local solutions, financiado pela EU (2007-2012). Este projeto integrou 28 parceiros de todo o mundo, tendo como objetivo identificar soluções para a gestão e conservação da terra em 16 áreas de estudo sujeitas à desertificação, baseada numa colaboração entre cientistas e agentes locais (<http://www.desire-project.eu/>).

A complexidade subjacente aos temas desertificação, degradação da terra ou incêndios florestais revela a ineficácia de processos de tomada de decisão tradicionais, de 'cima para baixo', onde as decisões não integram as preocupações dos responsáveis pela implementação das medidas (Valente et al., 2015). Nas sociedades modernas é crucial que estes processos incorporem as necessidades, os interesses e as diversas formas de ação e de conhecimento local. Como referido pelo secretário-geral das Nações Unidas, Ban Ki-moon: *o nosso tempo exige uma nova definição de liderança, onde a cooperação internacional entre governos, sociedade civil e setor privado é fundamental para o bem comum.*

Este desafio é particularmente pertinente no que concerne a problemática dos incêndios florestais, na medida em que estes eventos combinam causas naturais e fatores humanos, induzem perturbações nos sistemas ecológicos, socioeconómicos e culturais, e as suas soluções exigem o equilíbrio das componentes da sustentabilidade. Adicionalmente, exigem uma definição de prioridades de atuação (como por exemplo, o investimento na prevenção, no combate ou na reabilitação de áreas aridas), e um constante diálogo entre os múltiplos agentes e parceiros neste desafio, entre as mais diversas entidades governamentais e não-governamentais, proprietários florestais e suas organizações, outros agentes responsáveis por atividades complementares (caça, pesca, apicultura, turismo) e a sociedade civil.

A participação pública, enquanto processo voluntário onde as pessoas, individualmente ou organizadas, podem partilhar informação, expressar opiniões e articular interesses, ou até influenciar as decisões (ILO, 2000), é já uma prática corrente nos processos de tomada de decisão associados à gestão dos recursos naturais a nível internacional. Apesar de nem sempre conduzirem a melhores decisões, principalmente se não forem conduzidos convenientemente ou com objetivos transparentes e bem definidos, tem sido reconhecidos diversos benefícios aos processos de envolvimento dos agentes e comunidades no desenho de soluções para os seus próprios problemas, nomeadamente:

- conduzem a uma visão sistémica da problemática, que integra os vários interesses e visões sobre a mesma realidade e potencia uma redução da incerteza sobre a decisão;
- promovem decisões mais adaptadas ao contexto local e uma maior aceitação social das decisões;
- contribuem para a legitimação das decisões e para a promoção e disseminação da sua implementação;
- promovem a equidade social e a inclusão de grupos sociais potencialmente marginais ao poder;
- aumentam a confiança nas entidades governamentais e mitigam conflitos;
- potenciam a aprendizagem mútua e o aumento do capital social;
- promovem uma maior capacidade local de tomar de decisões (autonomia) e gerir os seus próprios problemas (responsabilização).

Valente (2013); Valente et al. (2014)

O envolvimento dos agentes tem-se assumido como elemento fundamental para o sucesso da gestão sustentável dos recursos naturais, na medida em que usa as perspetivas de um conjunto de fontes diversificadas, permitindo uma visão mais global e incorporando os recursos locais (Stringer et al., 2006). Neste sentido, ao encorajar o trabalho conjunto de diversos atores, poder-se-á potenciar e transformar as relações dos agentes com os recursos naturais, alterar as perceções sociais face a esses recursos e até melhorar as soluções técnico-científicas. No entanto, um processo de participação pode ser moroso, caro e potenciar novos conflitos, não devendo ser utilizada para colmatar as necessidades de investigação ou as necessidades dos decisores políticos.

3.1. Projeto DESIRE – benefícios da colaboração entre cientistas, decisores e agentes locais

O projeto de investigação DESIRE, desenvolvido entre 2007-2012, pretendia estabelecer estratégias de conservação, de uso e de gestão do solo, baseadas numa estreita colaboração entre cientistas e agentes locais. No âmbito deste projeto foi implementada uma metodologia participativa em 14 áreas de estudo, que permitiu identificar, avaliar, documentar e partilhar estratégias para a gestão sustentável do território. Esta metodologia foi desenvolvida pelo Centre for Development and

Environment (CDE) da Universidade de Berna, com o apoio do projeto DESIRE e da rede de especialistas WOCAT². As áreas de estudo envolvidas têm lidado com diversos problemas de desertificação, relacionados com sobrepastoreio, secas, cheias repentinas, erosão hídrica, erosão eólica, salinização e incêndios florestais.

A metodologia utilizada é constituída por três fases distintas (Figura 3), incluindo duas oficinas de trabalho com os agentes locais e externos. Uma das maiores dificuldades observadas na implementação desta metodologia em Portugal – aplicada conjuntamente nos concelhos de Mação e Góis - correspondeu à multiplicidade e diversidade de agentes a envolver. Neste sentido, estiveram envolvidos representantes da antiga Autoridade Florestal Nacional (AFN) e da Direção Regional da Agricultura e Pescas do Centro, mas também agentes locais, entre representantes das Câmaras Municipais e GTFs, das associações florestais, das ZIF, da proteção civil, proprietários florestais, bombeiros, presidentes de juntas de freguesia, entre outros.

A primeira fase da metodologia (Figura 3) correspondeu à realização de uma oficina de trabalho para iniciar um processo de aprendizagem mútuo entre agentes, de partilha de experiências, para identificar técnicas e abordagem de gestão sustentável do território que já existem ou que podem vir a ser desenvolvidas e para aumentar a confiança e colaboração entre os vários grupos de agentes. Esta oficina contou com 17 participantes, tendo sido discutido e decidido que o maior objetivo da GST seria reduzir a área ardida. Após identificarem os distúrbios nos ciclos da água e da biomassa, os participantes concluíram que os incêndios florestais, as más práticas de gestão agrícola e florestal e a mudança climática eram os principais responsáveis por estes distúrbios. Os indicadores de desertificação mais apontados estiveram ligados à falta de vegetação ou ao aparecimento de espécies específicas (cistus ladanifer), mas também solos pedregosos, dimensão das áreas ardidas, abandono e despovoamento e a falta de investimento. Os participantes identificaram também as principais abordagens e técnicas que estão a ser desenvolvidas ou que deveriam ser implementadas para reduzir a área ardida, selecionando as mais importantes para avaliação na segunda fase da metodologia. Neste sentido, a ZIF foi selecionada como uma abordagem à gestão sustentável do território e a Rede Primária de Faixas de Gestão de Combustível e o Fogo Controlado como técnicas.



Figura 3: Metodologia participativa desenvolvida no âmbito do projeto DESIRE

² World Overview of Conservation Approaches and Technologies (www.wocat.net).

Após a identificação, o modelo de gestão através das ZIF e as técnicas selecionadas foram avaliadas e documentadas na base de dados WOCAT, através de questionários estandardizados. Este trabalho envolveu recolha documental, visitas de campo e entrevistas com os agentes locais, sobre as características, custos e potencialidades e constrangimentos da sua aplicação.

A terceira fase da metodologia foi desenvolvida numa segunda oficina de trabalho, tendo sido convidados todos os participantes da primeira oficina e outros agentes que foram considerados importantes. Nesta oficina utilizando a base de dados WOCAT e um sistema de apoio à decisão, foram selecionadas as técnicas para implementação e monitorização no âmbito do projeto DESIRE, nomeadamente a Rede Primária de Faixas de Gestão de Combustível e o Fogo Controlado.

A aplicação desta metodologia proporcionou aos investigadores uma visão sobre os problemas que afetam a gestão local do território, bem como as soluções disponíveis que os agentes consideram mais promissoras. Esta aprendizagem foi referenciada nos dois sentidos (cientistas - agentes locais), quer em Portugal, quer nas outras áreas de estudo. De facto, aprendizagem mútua entre os agentes foi o benefício destacado na avaliação da aplicação desta metodologia (Schwilch et al., 2012). A avaliação dos participantes portugueses destacou como pontos positivos a utilização de uma metodologia estruturada, faseada e interativa que permitiu a criação de um ambiente informal e inclusivo. Foram referenciados os seguintes pontos: i) metodologia bem estruturada e aplicável com recursos limitados; ii) facilitadores com formação adequada; iii) promoveu uma aprendizagem social mútua; iv) desenvolveu confiança e cooperação; v) promoveu consensos e definiu responsabilidades entre os agentes; vi) promoveu uma justa participação e um ambiente informal de trabalho; vii) conjugou conhecimento científico, técnico e local – saídas de campo; viii) agregou agentes de diferentes áreas de estudo com os mesmos problemas e que podem partilhar conhecimentos e recursos para a implementação de soluções.

4. Conclusão

Os incêndios florestais são um dos principais fatores de degradação da terra em Portugal, produzindo diversos impactos no solo, água e vegetação. As propriedades do solo, a material orgânica e a estrutura do solo são alguns dos parâmetros seriamente afetados por estes eventos. Esta situação é bem visível em regiões como Mação, sendo uma das áreas-piloto para o combate à desertificação. A mitigação e resolução deste problema não passa pela implementação de medidas isoladas de prevenção ou de combate aos incêndios, sendo necessário a adoção de uma estratégia integrada, definida em conjunto pelos agentes locais e comunidades.

A participação dos agentes locais na definição de soluções de combate à degradação da terra revelou-se extremamente importante, na medida em que os agentes puderam partilhar as suas perspetivas e as suas ideias com decisores políticos e com investigadores. Verificou-se que em Mação o combate à desertificação passa pela prevenção de grandes incêndios florestais, sendo necessário garantir a gestão florestal e a revitalização das áreas rurais.

Agradecimentos

Esta investigação foi conduzida no âmbito do projecto *DESIRE (037046): Desertification Mitigation and Remediation of Land – a Global Approach for Local Solutions*, financiado pela EC-DG RTD, 6.º Programa Quadro (sub-prioridade 1_1_6_3) – Investigação em Desertificação.

Referências bibliográficas

- Campo, J., Andreu, V., Gimeno-García, E., González, O., Rubio, J., 2006. Occurrence of soil erosion after repeated experimental fires in a Mediterranean environment, *Geomorphology*, 82: 376-387.
- Bowyer, C., Withana, S., Fenn, I., Bassi, S., Lewis, M., Cooper, T., Benito, P., Mudgal, S., 2008. Land Degradation and Desertification. European Parliament's Committee on the Environment, Public Health and Food Safety, Brussels.
- Carvalho, T., Coelho, C., Ferreira, A., Charlton, C., 2002. Land degradation processes in Portugal: Farmers' perception of the application of European agroforestry programmes, *Land Degradation & Development*, 13: 177-188.

- Coelho, C., 2006. Portugal”, in J. Boardman and J. Poesen (eds.), *Soil Erosion in Europe*, John Wiley & Sons, Ltd., England, , pp. 359-367.
- Coelho, C., Shakesby R., Walsh, R., 1995. Effects of forest fires and post-fire land management practice on soil erosion and stream dynamics, Águeda Basin, Portugal, European Commission, EUR 15689 EN.
- Coelho, C., Carvalho, T., Laouina, A., Chaker, C., Naafa, R., Ferreira, A., Boulet, AK., 2004a. Effects of socio-economic and land use changes on land degradation: Perception, foreseen impacts and recommendations, *Advances of GeoEcology*, 37: 97-108.
- Coelho, C., Ferreira, A., Boulet, AK., Keizer, J., 2004b. Overland flow generation processes, erosion yields and solute loss following different intensity fires. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 37(3): 233-240.
- DGF, 2002. Public participation in the fight against desertification, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas & Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Ferreira, A., Coelho, C., Walsh, R., Shakesby, R., Ceballos, A., Doerr, S., 2000. Hydrological implications of soil water-repellency in Eucalyptus globulus forests, north-central Portugal, *Journal of Hydrology*, 231-232:165-177.
- Ferreira, A., Coelho, C., Boulet, AK., Leighton-Boyce, G., Keizer, J., Ritsema, C., 2005. Influence of burning intensity on water repellence and hydrological processes at forest sites in Portugal, *Australian Journal of Soil Research*, 43: 327-336.
- Ferreira, A., Ritsema, C., Coelho, C., Boulet, AK., Keizer, J., 2008. Soil and water degradation processes in burned areas: Lessons learned from a nested approach, *Catena*, 74: 273-285.
- Ferreira, A., Silva, J., Coelho, C., Boulet, AK., Keizer, J., 2009. The Portuguese experience in managing fire effects. *Fire Effects on soils and restoration strategies*, *Land Reconstruction and Management*, 5: 401-421.
- Fraser, E.D.G., Dougill, A.J., Mabee, W.E., Reed, M. and McAlpine, P., 2006. Bottom up and top down: Analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management, *Journal of Environmental Management*, 78: 114-127.
- ILO, 2000. Public participation in forestry in Europe and North America: Report of the team of specialists on participation in forestry. WP 163. Genève: International Labour Office, 52 pp.
- Hill, J., Stellmes, M., Udelhoven, Th., Röder, A., Sommer, S., 2008. Mediterranean desertification and land degradation Mapping related land use change syndromes based on satellite observations. *Global and Planetary Change*, 64(3-4): 146-157.
- Piussi, P., Farrell, E., 2000. Interactions between society and forest ecosystems: challenges for the near future, *Forest Ecology and Management*, 132(1): 21-28.
- Prell, C., Hubacek, K. and Reed, M., 2006. Using stakeholder and social network analysis to support participatory processes, *International Journal of Biodiversity Science and Management*, 2: 1-4.
- Schwilch, G., Bachmann, F., Valente, S., Coelho, C., Moreira, J., Laouina, A., Chaker, M., Aderghal, M., Santos, P. and Reed, M.S., 2012a. A structured multi-stakeholder learning process for Sustainable Land Management, *Journal of Environmental Management*, 107: 52-63.
- Shakesby, R., Boakes, D., Coelho, C., Gonçalves, A., Walsh R., 1996. Limiting the soil degradational impacts of wildfire in pine and eucalyptus Forests in Portugal, *Applied Geography*, 16(4): 337-356.
- Shakesby, R., Coelho, C., Ferreira, A., Walsh, R., 2002. Ground-Level Changes after wildfire and ploughing in eucalyptus and pine forests, Portugal: Implications for soil microtopographical development and soil longevity, *Land Degradation & Development*, 13: 111-127.
- Shakesby, R., Doerr, S., 2006. Wildfire as a hydrological and geomorphological agent”, *Earth-Science Reviews*, 74: 269-307.
- Stringer, L.C., Dougill, A.J., Fraser, E., Hubacek, K., Prell, C. and Reed, M.S., 2006. Unpacking “Participation” in the Adaptive Management of Social-ecological Systems: a Critical Review, *Ecology and Society*, 11(2): 39.
- Valente, S., 2013. Stakeholder participation in Sustainable Forest Management in fire-prone areas. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro. Tese de doutoramento em Ciências e Engenharia do Ambiente, 216 pp.
- Valente, S., Soares, J., Coelho, C., 2011. Planeamento e Gestão Sustentável do Território: Aplicação da Metodologia WOCAT no Concelho de Mação, in: E. Figureiredo, E. Kastenholz, M.C. Eusébio,

C. Coelho & S. Valente

- M.C. Gomes, M.J. Carneiro, P. Batista and S. Valente (Coord.), O Rural Plural: olhar o presente, imaginar o futuro. Castro Verde: 100Luz, pp. 355-368.
- Valente, S., Ribeiro, C., Soares, J., Figueiredo, E., 2014. Entre a Universidade e a Sociedade: do envolvimento dos agentes ao desenvolvimento. In: A.D. Ferreira, F. Alves, J.J. Keizer (Eds.), Planeamento e Gestão dos Recursos Naturais - Homenagem à Professora Doutora Celeste Coelho. Multitema, Lda., pp. 342-368.
- Valente, S., Coelho, C., Ribeiro, C., Marsh, G., 2015. Sustainable Forest Management in Portugal: transition from global policies to local participatory strategies. *Internacional Forestry Review*, *in press*.
- Walsh, R., Boakes, D., Coelho, C., Ferreira, A., Shakesby, R., Thomas, A., 1995. Post-fire land use and management and runoff responses to rainstorms in Northern Portugal, in P. McGregor, D. Thompson (Eds), *Geomorphology and Land Management in a Changing Environment*, John Wiley & Sons, London, pp.283-308.

Prioridades de aplicação do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação com base nas condições do solo

Lúcio Pires do Rosário¹, Gabriel del Barrio², Maria E. Sanjuán², Alberto Ruiz², Jaime M. Valderrama² & Juan Puigdefabregas²

¹Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), I.P., Avenida da República 16, 1050-191 Lisboa, Portugal. URL: www.icnf.pt

²Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC), Ctra. Sacramento sn, 04120 La Cañada, Almería, Espanha. URL: <http://www.eeza.csic.es>

Resumo

A degradação da terra é um dos principais efeitos ambientais da desertificação. Por conseguinte, a condição da Cobertura vegetal foi incluído entre os indicadores de impacto obrigatórios que a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação adotou para medir a implementação da sua estratégia decenal. Os Estados-Membros devem apresentar um relatório sobre esse indicador. Além disso, a informação é gerada importante para a gestão ambiental do território, foi projetado desde o início para atender todos estes requisitos. O 2dRUE executa procedimentos distintos e complementares de avaliação e monitorização. A avaliação é feita sob o paradigma da eficiência na utilização da chuva (razão entre proporção primária líquida e precipitação no mesmo especialmente na definição de prioridades de ação.

Um método para medir a condição da cobertura vegetal deve atender a certos requisitos: com base nas suas funções ecológicas, fazer uso de informação padronizada objetiva e repetível, que alimente a análise socioeconómica e fornecer resultados consistentes com uma compreensão clara dos processos de degradação. O método 2dRUE período). Este parâmetro reflete corretamente a condição do solo porque só quando este está em bom estado pode fornecer à vegetação humidade e nutrientes entre eventos pluviométricos. A monitorização é baseada no paradigma de que a evolução das condições da terra está associada à variação temporal da biomassa vegetal. O estado e as tendências que resultam, respetivamente, desses procedimentos são finalmente combinadas num diagnóstico da condição da terra.

O 2dRUE foi aplicado duas vezes para a Península Ibérica, incluindo os períodos de 1980-2000 e 2000-2010. Os resultados para Portugal, obtidos no âmbito do projeto DesertWatch da Agência Espacial Europeia incluem algumas conclusões importantes: i) embora não haja degradação generalizada, quase um terço do país está nem estado de degradação, e vegetação natural ou seminatural é escassa; ii) a quantidade de terra com tendência de degradação ativa é pequeno, cerca de 1,5% do total; iii) ainda assim, as taxas de degradação são três vezes mais rápido que as taxas de regeneração natural; iv) a associação entre estados e tendências de vegetação sugere que a gestão do território prevalece sobre a auto-organização ecológica para manter as terras em boas condições, o que é uma condição intrinsecamente instável; e v) a condição do solo não é uniforme no país e a Região Norte concentra a maior parte da área degradada, enquanto no Alentejo apresenta os processos de degradação mais ativos.

Os pontos acima têm utilidade potencial imediata para os gestores do território, especialmente na implementação no terreno das políticas do Programa Nacional de Ação contra a Desertificação. Neles se inclui a identificação de pontos quentes, onde é necessário travar processos ativos, a valoração de zonas de acordo com a sua resposta provável a investimentos, e identificação de vórtices socioeconómicos que ameaçam a sustentabilidade do uso do solo.

1. Introdução

1.1. Termos de referência

A Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) define Desertificação como a degradação das terras nas "áreas secas", resultando essencialmente de atividades humanas e variações climáticas. E por Degradação das Terras refere a redução ou perda de produtividade

biológica e económica, e também da complexidade dos ecossistemas, sejam florestas, matos, pastos ou cultivos.

Tais definições base estabelecem bem os âmbitos geográfico e temático do presente artigo. Áreas Secas são aquelas onde a precipitação total anual é apenas uma pequena fração da procura ou necessidades de água e, portanto, se encontram regularmente em situação de deficiência hídrica. A sua delimitação realiza-se com a aplicação do Índice de Aridez FAO-PNUA (UNEP 1992), que avalia a relação dos valores da precipitação (P) com os da evapotranspiração potencial (ETP) para cada local. A classe das "Áreas Secas" definida por este índice inclui as subunidades: Sub-húmido Seco (P/ETP entre 50% e 65%), Semiárido (20 - 50%) e Árido (5 - 20%), sendo que apenas as duas primeiras ocorrem regularmente em Portugal. Índices de aridez abaixo dos 5% correspondem a ambientes de Hiperárido, típicos dos desertos, e cujas propriedades ecológicas e socioeconómicas pouco ou nada têm a ver com o processo da desertificação. Com valores do índice acima de 65% as disponibilidades sazonais de água determinam que ela não seja regularmente um fator limitante.

As áreas secas ocupam aproximadamente 40% da superfície terrestre do nosso planeta e partilham um conjunto de características comuns, como as precipitações insuficientes e irregulares, as importantes oscilações térmicas diárias, os solos esqueléticos ou de escassa espessura e com pouca matéria orgânica, e as adaptações às secas, seja pela estrutura dos ecossistemas ou na sua própria exploração pelas populações humanas. Portugal Continental tem a maioria de seu território sob estas condições, que caracterizam também parte da Região da Madeira. E é por isso que tanto a desertificação como a degradação das terras são problemas ambientais de primeira ordem no país.

Um segundo aspeto relevante que resulta das definições da UNCCD é que a desertificação é uma causa e não a consequência da degradação das terras. A distinção é subtil, mas extremamente importante. A desertificação consiste na inadequada utilização de terras no geral relativamente pouco produtivas e que apresentam deficiência hídrica em boa parte do ano. Alguns exemplos comuns de manejo inadequado das terras são o sobre pastoreio, a produção agrícola forçada ou o esgotamento dos aquíferos. A sua aplicação regular, ou esporádica se coincidente no tempo com flutuações climáticas propícias, degrada as terras para além da sua resiliência. É então que aparecem as síndromes de degradação das terras, tais como vegetação esparsa e rala, pouco produtiva, a erosão dos solos causada pelo escoamento superficial, etc. As terras não se degradam, assim, espontaneamente, empurrando os seus habitantes para processos de abandono e/ou de despoamento, carecendo tal ideia simplesmente de qualquer sentido ou conteúdo.

Mas é importante compreender a relação causal antes expressa, uma vez que ela enquadra e orienta a inclusão programática de ações concretas para prevenir e evitar a desertificação, como se procura aplicar em Portugal no Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PANCD) de 2014.

Por outro lado, importa ter em conta que este novo PANCD Português é parte do esforço coordenado dos Estados-Membros da UNCCD para alinhar os respetivos planos de ação nacionais com a Estratégia Decenal 2008-2018 acordada para a Convenção, cujos objetivos estratégicos são, no essencial: 1) melhorar as condições de vida das populações humanas nas áreas afetadas por desertificação; 2) melhorar as condições dos ecossistemas nas mesmas áreas; e 3) gerar benefícios globais através da implementação efetiva da Convenção. O grau de cumprimento destes objetivos em cada país é avaliado e medido por um conjunto de indicadores de progresso. Portugal, como o resto dos países signatários da UNCCD, tem vindo a apresentar relatórios regulares sobre o valor e a interpretação destes indicadores, que estão disponíveis na página eletrónica do sistema de implementação da revisão e avaliação de desempenho da UNCCD (PRAIS - Performance Review and Assessment of Implementation System): <http://www.unccd-prais.com/>.

1.2. Objetivos

O presente artigo apresenta os resultados da aplicação para Portugal de um dos indicadores definidos como obrigatórios para os relatórios nacionais em correspondência ao Objetivo Estratégico 2, antes referido, ou seja o "Estado da cobertura vegetal do solo" (IX - Land Cover Status, doravante LCS), como indicador de impacto estabelecido pela COP 9 da UNCCD (2009), associando-se-lhe e dando também resposta ao sequente e decorrente indicador de progresso adotado na COP 11 (2013) "Tendências na Produtividade e Funcionamento das Terras" (Trends in Land Productivity or Functioning of the Land).

Em termos simples, o LCS é a avaliação da extensão e da intensidade da perda de funções ecológicas e da degradação das terras, incluindo o solo. No texto que se segue, esta combinação será designada por "Condição das Terras".

Os objetivos específicos deste estudo incluem assim e essencialmente dois aspetos: apresentar uma avaliação quantitativa, tão precisa quanto possível, da condição das terras em Portugal Continental para o período 2000-2010 e derivar dela alguns critérios que possam ajudar a definir e implementar as prioridades do PANCD.

2. Condição do coberto vegetal e do solo em Portugal Continental, 2000-2010

2.1. Produtividade das terras em áreas secas

O LCS pretende contribuir para a avaliação do progresso dos indicadores de impacto de base esperados da Estratégia 2008/2018 com as referências S4 ("Reduzir a área total afetada por desertificação") e S5 ("Incrementar a Produtividade Primária Líquida nas áreas afetadas"), e está orientado especificamente para a procura pela UNCCD de valorações quantitativas à escala global. Para o efeito definem-se dois indicadores integrados que permitem vigiar a degradação das terras em termos de perda de produtividade primária dos ecossistemas no longo prazo, tendo-se em conta os efeitos da chuva sobre a Produção Primária Líquida (PPL). Estes dois indicadores são, pois, a Eficiência no Uso da Chuva (Rain Use Efficiency), adiante referido como RUE (Berry et al. 2009).

A PPL define-se formalmente como a quantidade de biomassa produzida pela vegetação, por unidade de superfície e num dado intervalo de tempo. Naturalmente, isto diz respeito tanto às partes aéreas como às raízes, mas por razões operativas a maioria das medidas extensivas de PPL referem-se à biomassa foliar. Este texto segue a dita convenção.

A PPL é uma medida direta do vigor de um ecossistema, mas tem um valor indicativo baixo, devido à sua elevada dependência de múltiplos fatores limitantes. Portanto, a PPL oscila consideravelmente em função da presença dos ditos fatores, o que mascara o objetivo que nos importa avaliar. O fator hídrico é limitante nas zonas áridas, e por isso a PPL apresenta uma forte correlação com a chuva, tanto espacial como temporalmente. A Eficiência do Uso da Chuva (RUE) corrige este problema e define-se como a PPL por unidade de precipitação recebida (P) (LeHouerou 1984).

A RUE é um bom indicador do estado das terras porque é proporcional à quantidade de água perdida por evapotranspiração. Este elemento do balanço hídrico local é o essencial num ecossistema bem desenvolvido, ainda que outro com a vegetação degradada nas mesmas condições perca a maior parte da sua água por escorrência. Portanto, o importante da RUE é que, ao ser proporcional à água captada pelas raízes e usada fisiologicamente, só pode alcançar valores altos se o solo estiver em boas condições e for, por exemplo, capaz de proporcionar água às plantas durante os períodos secos entre eventos chuvosos. Por isso a RUE é um indicador integral do estado do coberto vegetal e do solo, ou seja das terras, e é uma métrica aceite para o LCS (Orr 2011).

As dificuldades inerentes à medição da PPL através de trabalhos de campo foram resolvidas nas últimas décadas através dos processos e técnicas de Observação da Terra (OT), como os ligados às imagens satélite ou fotografias aéreas. As combinações de bandas espetrais como o Índice de Vegetação das Diferenças Normalizadas (NDVI) são proporcionais à quantidade de biomassa verde no momento de registo da imagem e a sua integração no tempo ($\sum NDVI$) é um estimador adequado da PPL (Tucker 1979; Tucker et al. 1986). Assim, numa implementação básica para um determinado período (Prince et al., 1998):

$$RUE = \frac{PPN}{P} \cong \frac{\sum NDVI}{\sum P}$$

Expresso desta forma, contudo, a RUE ainda não é uma métrica completa para o indicador LCS, pois um método para medir a Condição da Cobertura Vegetal deveria atender a certos requisitos: basear-se em funções ecológicas; fazer uso objetivo e repetível de dados normalizados; proporcionar ligações para a análise socioeconómica; e dar resultados consistentes para uma compreensão comum da degradação das terras. Por isso, o método 2dRUE foi projetado desde início em conformidade com

todos estes requisitos (del Barrio et al. 2010) e é usado aqui na sua implementação mais recente, desenvolvida no projeto DesertWatch de Agência Espacial Europeia (Dinis et al. 2012).

O 2dRUE desenvolve procedimentos separados e complementares de avaliação e de acompanhamento. A avaliação é feita sob o paradigma que a RUE é máxima em ecossistemas bem conservados. Para isso a RUE aplica-se em duas escalas temporais, corrigindo-os segundo o gradiente de aridez e detetando estatisticamente estados de referência que possam ser posteriormente verificados no campo. Assim, a avaliação deteta estados das terras que refletem o grau de maturidade ecológica de acordo com a seguinte legenda e correspondentes significados:

- ✓ Sob desempenho Anómalo - vegetação de produtividade bem abaixo do RUE mínimo);
- ✓ Desempenho de Base - estádios da vegetação incluídos no intervalo de confiança de RUE mínimo;
- ✓ Muito Degradado - intervalo de vegetação com biomassa relativamente baixa e baixa produtividade;
- ✓ Degradado - intervalo de vegetação com baixa biomassa mas relativamente alta produtividade;
- ✓ Produtivo - intervalo incluindo situações de vegetação com biomassa e produtividade relativamente altas;
- ✓ Maduro - intervalo de valores de RUE correspondendo a vegetação com uma biomassa relativamente elevada, mas com uma produtividade relativamente baixa;
- ✓ Desempenho de Referência - vegetação no intervalo de confiança do RUE máximo; e
- ✓ Sobre desempenho Anómalo - vegetação francamente acima do RUE máximo.

A monitorização do acompanhamento baseia-se no paradigma de que as tendências na condição das terras estão associadas à variação da biomassa vegetal no decorrer do tempo. Para isso aplicam-se regressões passo a passo, que separam o efeito de oscilação inter-anual do Índice de Aridez da tendência intrínseca ao ecossistema para aumentar ou diminuir a sua quantidade de biomassa. As legendas e os significados respetivos refletem a separação destas tendências em:

- ✓ Incremento, correspondendo à melhoria do estado da vegetação, verificando-se acumulação de biomassa ao longo do tempo, quaisquer que sejam as variações interanuais devidas à aridez;
- ✓ Flutuante, situações em que o valor da biomassa varia e “flutua” ano a ano em função da precipitação anual, mas sem variações significativas no longo prazo;
- ✓ Estático, quando não são detetadas respostas na vegetação ao longo do tempo, nem mudanças locais na precipitação durante o período em análise;
- ✓ Regressivo, quando existe degradação da biomassa ao longo do tempo, qualquer que seja a resposta interanual da aridez, incluindo tipicamente as situações de degradação em desenvolvimento.

Os estados e as tendências resultantes respetivamente destes procedimentos são finalmente combinadas num diagnóstico da condição das terras. Uma revisão completa de 2dRUE adaptado à realidade de Portugal Continental, incluindo a interpretação das classes descritas acima, pode ser encontrada em Rosário (2014).

2.2. Resultados do 2dRUE-Portugal, 2000-2010

O 2dRUE foi desenvolvido por duas vezes para a Península Ibérica, compreendendo os períodos de 1980-2000 (del Barrio et al. 2010) e 2000-2010 (Sanjuán et al. in press; Zucca et al. 2012). Os resultados que se expressam de seguida referem-se exclusivamente a Portugal Continental e são um resumo da segunda aplicação (2000-2010). O estudo foi conduzido em resoluções espaciais e temporais de 1 km e 1 mês, respetivamente. Mais detalhes, incluindo um visualizador cartográfico, podem ser encontrados em <http://www.desertwatch.info/>

2.2.1. Dados de entrada - Todos os dados utilizados têm origem em bases geo-espaciais abertas, gratuitas e públicas:

- A PPL foi estimada a partir do produto SPOT VEGETATION S10 (<http://www.vito-eodata.be>). Trata-se de séries temporais arquivadas de NDVI IVDN, disponíveis desde 1998. Regista dados globais a cada dez dias com uma resolução espacial de 0.00892857°

(aproximadamente de 1 km). Para os dados mensais selecionou-se o valor máximo de cada uma das três séries de 10 dias correspondentes.

- Um arquivo climático correspondente à série de NDVI (em resolução espacial e temporal) foi interpolado a partir de valores mensais de estações meteorológicas georreferenciadas. Este trabalho foi realizado para toda a Península Ibérica, cobrindo o período 1970-2010. Os dados para Portugal têm origem no Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) (<http://snirh.pt/>) e no Global Summary of the Day (GSOD), desenvolvido pelo US NOAA-NCDC (<http://www.ncdc.noaa.gov/cgi-bin/res40.pl?page=gsod.html>).
- Recorreu-se a cartografia de cobertura do solo para delimitar as áreas irrigadas e as zonas húmidas na etapa de deteção de ecossistemas de referência, bem como para apoiar a interpretação dos resultados. O produto adotado foi o Corine Land Cover 2006, na versão 13 dos dados raster, gerida pela Agência Europeia de Ambiente (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/>).
- As divisões administrativas usadas para a exposição e interpretação de resultados têm origem nas Administrative Units / Statistical Units (NUTS 1, 2 and 3), do Eurostat (http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/help/first_visit/database).

2.2.2. Resultados - A extensão total da área de estudo, numa resolução de 1 km e no sistema de referência EPSG 3763, é de 88.921 km². Algumas células, que totalizaram 1.207 km², repartidas por todo o território em análise, foram excluídas por não apresentarem uma série de tempo contínuo de NDVI. Este estudo baseia-se, portanto, numa amostra de 98,6% do território de Portugal Continental.

Aridez

O Índice de Aridez FAO-PNUA (UNEP 1992), formulado como a relação entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, é um subproduto do 2dRUE e tem um valor intrínseco para delimitar as áreas secas potencialmente afetadas pela desertificação. Os resultados obtidos (Figura 1a) mostram que mais de 60% de Portugal Continental se encontravam nesta situação na década 2000-2010, repartindo-se pelas subclasses do Semiárido (44,3%) e do Sub-húmido seco (18,1%).

Estados

O Quadro 1 mostra a extensão da área ocupada (hectares) por combinações de Estados (Figura 1b) e Tendências (Figura 1c). Em geral, prevalecem os estados menos degradados. De fato, o Desempenho de Base, o Muito Degradado e o Degradado em conjunto ocupam 32% do território, enquanto os desempenhos Produtivo, Maduro e de Referência ocupam 60%. O que permite rejeitar qualquer visão de degradação generalizada ao nível de país, ainda que, mesmo assim, quase um terço das terras está sob alguma forma de degradação, constituindo os domínios onde se devem procurar os pontos quentes da desertificação ativa no país.

O estado Produtivo domina entre os mais desenvolvidos e é também o mais abundante entre todos (36%). O que pode refletir, provavelmente, usos agrícolas sob variados níveis de intensificação, e em conjunto com o estado Maduro (20%) engloba mais de metade do território do Continente.

O estado Desempenho de Referência mostra, sem dúvidas, uma proporção relativamente pequena (4%) de acordo com os critérios estatísticos da sua definição (Zucca et al. 2012), mas em conjunto com o Sobre desempenho Anômalo alcançam os 10,5% da superfície, extravasando amplamente as referidas condicionantes metodológicas. Este fato deve-se, julga-se, a dois motivos. Por um lado, devido à escassez e dispersão dos terrenos florestais mais desenvolvidos em Portugal, as terras em melhor condição associam-se a áreas marginais em melhor estado que funcionam como um “banco de terras”, de que se retiram ou ao qual se devolvem terras de outros setores segundo as conjunturas climáticas e socioeconómicas. Essas zonas marginais, logicamente, apresentam uma maior variabilidade de estados que as florestais maduras propriamente ditas. Por outro lado, a influência oceânica no sector sudocidental do país permite sustentar maior quantidade de biomassa por unidade de superfície (p.e. *Quercus coccifera* arbórea na Serra da Arrábida, a Sul de Lisboa, ou as

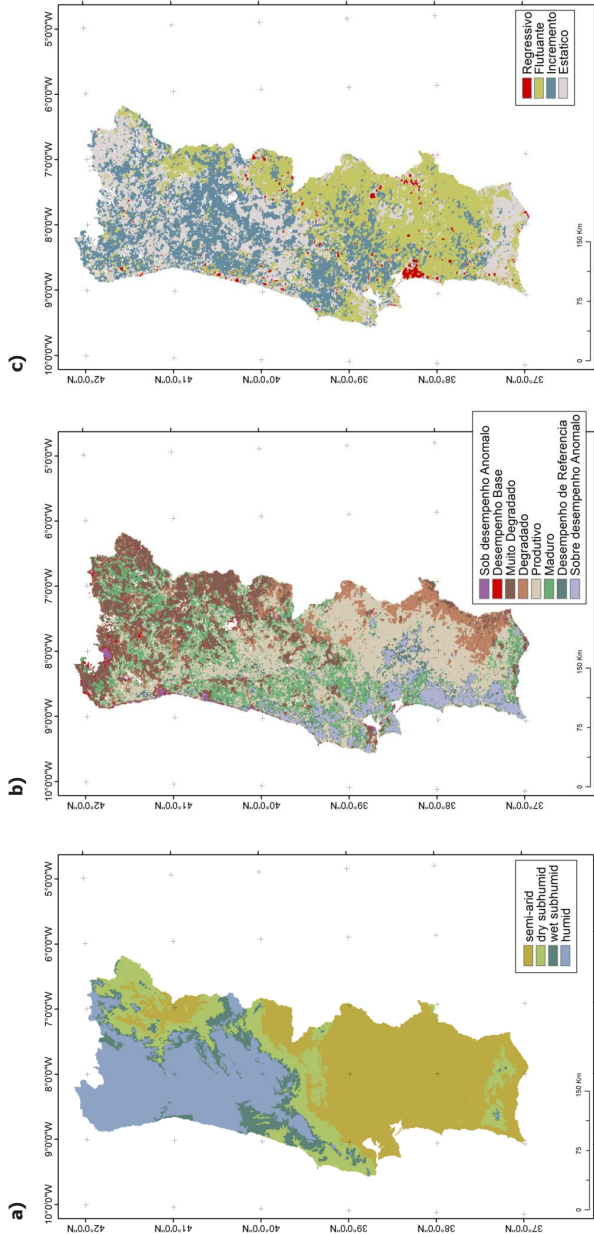


Figura 1: Condições das Terras em Portugal Continental, 2000-2010

a) Zonas de aridez segundo o Índice FAO-UNEP; b) Estados de maturação-degradação; c) Tendências no tempo e segundo as variações inter-anuais da aridez

formações de Quercíneas caducifólias na influência das Serras de Grândola, Cercal e Monchique) e, portanto, melhoram a condição das terras em relação ao seu índice de aridez calculado segundo os métodos padrão. Tal característica é ainda e também acentuada pelos efeitos dos regadios existentes na PPL, agrícola ou florestal. Esta "anomalia climática" dá lugar a uma extensão do Sobre desempenho Anómalo em tal zona.

Tendências

Em contraste com a valoração dos estados, que é relativa e tratando simultaneamente toda a área de estudo, a monitorização de tendências (na quantidade de biomassa) apresenta estimativas absolutas da variação do coberto vegetal para cada sítio e durante o decénio em estudo.

A tendência Flutuante (36%) é a dominante, seguida por Incremento (32%). Isto implica que a vegetação de mais de metade do território é resiliente às oscilações interanuais da aridez, ou que acumula biomassa no decorrer do período em análise. Este último fato nem sempre significa um aumento da maturação ecológica, já que também pode ser devida à intensificação dos cultivos, por exemplo. As áreas com falta de alguma tendência (Estático) têm também uma frequência relativa elevada (31%).

QUADRO 1: Estados e tendências da condição das terras em Portugal Continental, 2000-2010 (Valores em km²)
 Associação estatística entre estados e tendências ($\chi^2=1390.495$, $df = 21$, $p < 1E-03$) sobreposta com caracteres codificados: o sinal positivo ou negativo do residual de cada combinação mostra-se respetivamente com caracteres em *cursiva* ou normais, e as combinações cujo residual ajustado (positivo ou negativo) é maior que 3 unidades de desvio típico indicam-se com **negrito**.

Estados	Tendências				Total
	<i>Regressivo</i>	<i>Flutuante</i>	<i>Incremento</i>	<i>Estático</i>	
<i>Sob desempenho Anómalo</i>	40	152	196	267	655
<i>Desempenho Base</i>	4	79	123	150	356
<i>Muito Degradado</i>	156	5,210	5,777	6,453	17,596
<i>Degradado</i>	120	5,546	1,963	2,770	10,399
<i>Produtivo</i>	267	12,965	10,342	7,943	31,517
<i>Maduro</i>	374	3,821	7,198	6,545	17,938
<i>Desempenho de Referência</i>	86	1,515	1,135	897	3,633
<i>Sobre desempenho Anómalo</i>	254	2,056	1,433	1,877	5,620
Total	1,301	31,344	28,167	26,902	87,714

Pelo contrário, a quantidade de terras que apresentam processos de degradação ativa (Regressivo) é muito baixa, de apenas 1.5%. Tal é consistente com os resultados obtidos através da mesma metodologia noutras regiões, incluindo Espanha (1%), o nordeste do Brasil (1.1%) ou o Magreb (0.4%). E é um resultado razoável porque reflete uma taxa de mudança e não o estado final a que se chega, que é abordado pela valoração dos estados antes apresentada. A implicação imediata é a de que essa pequena quantidade de terras deveria ser facilmente tratada pelo PANCD, e a carta correspondente pode ajudar a dirigir os focos e prioridades de atenção do mesmo.

Relação entre estados e tendências

A avaliação dos estados e o acompanhamento das tendências são processos independentes que operam sobre o mesmo conjunto de dados. Por isso, haverá que perguntar se há alguma relação entre Estados e Tendências das Terras em Portugal. Este problema foi resolvido através da aplicação de um teste de chi-quadrado (χ^2) para uma amostra de 24.185 células extraído por processo estratificado e aleatório. O resultado apresenta-se no Quadro 1, sobreposto à avaliação das superfícies a que correspondem.

A análise apresenta resultados altamente significativos. A associação entre Estados e Tendências é manifestada por certas combinações das respetivas classes, cuja frequência observada é

consideravelmente maior ou menor do que seria esperado ao acaso. A diferença, chamada frequência residual, é identificada no Quadro 1 com caracteres em negrito quando sejam relevantes. Isto não dá origem a um padrão uniforme, mas vários fatos são relevantes:

- O estado Muito Degradado aparece positivamente associado com a tendência Estático, enquanto Degradado está associado com o Flutuante. Isto sugere que os estados com terras mais pobres têm mostrado alguma estabilidade (até porque elas não se podem degradar mais) ou resiliência na década estudada;
- O estado Produtivo está relacionado com a tendência Flutuante, o que pode ser interpretado como terras sob gestão agrícola ativa mas dependente de flutuações no tempo, típicas das rotações de afolhamentos agrícolas associadas ou, eventualmente, de oscilações climáticas;
- A maioria das terras no estado Maduro encontram-se com biomassa em Incremento ou Estático, mas uma parte significativa da tendência Regressiva corresponde-lhe;
- Os sistemas em Desempenho de Referência têm associações com tendências Flutuante (positiva) e Estático (negativa). Além disso, eles mostram alguma afinidade com tendências Regressivas e certo antagonismo com o Incremento. No conjunto, tais características são contrárias ao que seria de esperar de vegetação natural e seminatural, parte da qual estará sujeita a políticas de conservação;
- Parte do estado Sobre Desempenho Anômalo aparece localmente associado à tendência Regressivo e a tendência Incremento é neste caso rara. Considerando que este estado costuma representar terras debaixo de uso intensivo, o resultado poderia corresponder a cultivos irrigados que tenham ultrapassado a sua etapa de máxima produtividade. Contudo, a área ocupada por Sobre desempenho na zona litoral sudoccidental do país coincide amplamente com as tendências Estático e Flutuante, respetivamente, provavelmente devido também à anomalia climática já referenciada e suas oscilações.

O quadro geral é, portanto, que as melhores tendências se encontram em terras atuais ou recentemente sob atividade económica, e que a tendência Regressivo começa a ser relevante nos melhores estados. As terras no estado Maduro seriam aqui o ponto de inflexão, já que a maioria dele está sob tendência em Incremento, mas por sua vez a tendência Regressivo aparece aqui positivamente associada em primeiro lugar na graduação dos estados. E é surpreendente que o Desempenho de Referência mostre uma associação positiva com as tendências tanto Flutuante como com a Regressivo, o que confirma o padrão anterior.

Uma visão conforme das associações encontradas pode ser a de que as terras sob exploração são no geral relativamente saudáveis em Portugal. E que portanto, as políticas relacionadas com o combate à desertificação, como o PANCD, deveriam concentrar-se em pontos quentes específicos, cuja localização se identifica na Carta da Condição das Terras. No entanto, uma análise mais aprofundada mostra que a degradação ativa é relevada em classes em melhor forma (Produtiva, Madura, Desempenho de Referência e Sobredesempenho Anômalo), em grande parte associadas a áreas marginais em interação com agricultura, pastagens e terras em abandono / reutilizadas. Isto sugere um baixo impacto das políticas de conservação, debilidade na rede de segurança que deriva do banco de terras marginais e, acima de tudo, a ênfase na gestão no referente à auto-organização ecológica para manter paisagens saudáveis, o que pode ser útil no curto prazo, mas é inerentemente instável, devido ao desequilíbrio entre serviços do ecossistema das categorias aprovisionamento e regulação

Distribuição geográfica de estados e de tendências

Os resultados do presente estudo pretendem contribuir para focalizar e dar prioridades às políticas constantes do PANCD. Uma das primeiras questões que se coloca neste âmbito é se as condições das terras se distribuem de forma homogénea em Portugal, ou se, pelo contrário a degradação dos solos afeta sobretudo certas unidades territoriais. Ora a metodologia do 2dRUE facilita a comparação entre sítios sob climas diferentes ao incorporar uma correção refletindo a aridez. Portanto, uma nova série de testes χ^2 foi aplicada à mesma rede de pontos descrita na seção precedente.

QUADRO 2: Estados das terras nas Regiões NUTS-2 de Portugal Continental, 2000-2010. (Valores em km²)

Associação estatística entre classes de estados e regiões ($\chi^2=6642.014$, $df = 28$, $p <1E-03$) sobreposta com caracteres codificados: o sinal positivo ou negativo do residual de cada combinação mostra-se respetivamente com caracteres em *cursiva* ou normais, e as combinações cujo residual ajustado (positivo ou negativo) é maior que 3 unidades de desvio típico indicam-se com **negrito**.

<i>Estados</i>	<i>Norte</i>	<i>Centro</i>	<i>Lisboa</i>	<i>Alentejo</i>	<i>Algarve</i>	<i>Total</i>
<i>Sob desempenho Anómalo</i>	321	201	62	13	58	655
<i>Desempenho Base</i>	255	67	15	8	11	356
<i>Muito Degradado</i>	8,856	6,539	334	1,238	629	17,596
<i>Degradado</i>	2,284	2,339	92	4,970	714	10,399
<i>Produtivo</i>	3,581	9,211	722	16,492	1,511	31,517
<i>Maduro</i>	5,053	7,595	658	3,584	1,048	17,938
<i>Desempenho de Referência</i>	162	936	239	2,059	237	3,633
<i>Sobre desempenho Anómalo</i>	17	936	719	3,162	786	5,620
<i>Total</i>	20,529	27,824	2,841	31,526	4,994	87,714

Os resultados permitem aceitar que as condições das terras sejam diferentes em cada uma das regiões NUTS-2 de Portugal. De fato, no que diz respeito aos Estados da condição das terras (Quadro 2), a região Norte engloba a maior área absoluta dos Estados deteriorados (de Sub desempenho Anómalo a Degradado), que no conjunto abrangem 13% da área de estudo. As frequências residuais confirmam associações positivas significativas entre os três piores Estados e esta região. No entanto, na região do Alentejo, que por norma se reconhece como o exemplo na degradação das terras em Portugal, a situação é menos clara a este respeito. As suas associações positivas correspondem a Degradado, Produtivo, Desempenho de Referência e Sobredesempenho Anómalo, que conjuntamente correspondem a 31% da área total. Pelo contrário, esta região tem menos terras em estados pobres do que seria de esperar (Sob Desempenho Anómalo, Desempenho de Base e Muito Degradado correspondendo a 1% da área total do Continente). Estes resultados são consistentes com os dos recenseamentos agrários para o último decénio (1999 / 2009), sendo que os cereais, que foram o uso dominante no Alentejo, atingindo o seu auge nas décadas de 30 – 40, passaram a ser progressivamente reconvertidos em pastagens, terras marginais (set-aside) e florestas, depois da adesão de Portugal à União Europeia e sobretudo no período da última implementação da PAC. Outras regiões apresentam padrões mistos que não são aqui interpretados.

O diagnóstico é diferente quando se consideram as tendências indicando degradação ativa. Os resultados apresentados na seção anterior já relevam que a tendência Regressivo tem uma representação muito baixa em Portugal. O Quadro 3 mostra contudo que a maioria daquela tendência ocorre no Alentejo, onde também dominam as terras com tendência Flutuante, francamente dominante. Por outro lado, as regiões Norte e Centro contêm a maioria das terras em Incremento, o que sugere que a degradação que ali possa ter ocorrido no passado não é muito ativa no presente.

QUADRO 3: Tendências da condição das terras nas regiões NUTS-2 de Portugal Continental, 2000-2010. (Valores em km²)

Associação estatística entre classes de tendência e regiões ($\chi^2=6469.271$, $df = 12$, $p <1E-03$) sobreposta com caracteres codificados: o sinal positivo ou negativo do residual de cada combinação mostra-se respetivamente com caracteres em *cursiva* ou normais, e as combinações cujo residual ajustado (positivo ou negativo) é maior que 3 unidades de desvio típico indicam-se com **negrito**.

<i>Tendências</i>	<i>Regiões NUTS-2</i>					<i>Total</i>
	<i>Norte</i>	<i>Centro</i>	<i>Lisboa</i>	<i>Alentejo</i>	<i>Algarve</i>	
<i>Regressivo</i>	84	353	35	763	66	1,301
<i>Flutuante</i>	2,115	6,357	1,171	20,117	1,584	31,344
<i>Incremento</i>	8,546	12,054	687	6,691	189	28,167
<i>Estático</i>	9,784	9,060	948	3,955	3,155	26,902
<i>Total</i>	20,529	27,824	2,841	31,526	4,994	87,714

O diagnóstico do Alentejo que se apoia nestes resultados indica uma região debaixo de desenvolvimento agrícola dinâmico, que não engloba muito território degradado em comparação com outras regiões de Portugal, mas que ao mesmo tempo experimenta a maioria da degradação ativa que tem lugar no país. Isto confirma a perceção dos utilizadores e coloca um foco para a procura dos pontos quentes de desertificação na região. Este estudo realizou uma primeira aproximação neste sentido, testando se a condição das terras se distribui uniformemente nas sub-regiões NUTS-3 do Alentejo. O delineamento experimental foi o mesmo que o realizado na análise anterior, exceto que os Estados Sob desempenho Anómalo e Desempenho de Base foram excluídos em resultado da sua baixa representação.

Os resultados mostram que a condição das terras não é homogénea no Alentejo ($\chi^2=10355.858$, $df=92$, $p < 1E-03$). Os seus aspetos mais relevantes evidenciam que a sub-região do Alentejo Litoral tem uma forte associação positiva com a tendência de Regressão em todos os estados, embora ocorram também associações positivas com as tendências Estático, Flutuante e em Incremento nos estados mais desenvolvidos (por exemplo, Desempenho de Referência), onde se indicam pontos localizados de degradação ativa numa matriz que está no geral em condições relativamente boas. Por outro lado, o Baixo Alentejo e o Alto Alentejo têm a maioria da terra nos estados Muito degradados e Degradado; A Lezíria do Alentejo está muito associada com a terra Produtiva; e o Alentejo Central contém a maior parte das terras no estado Desempenho de Referência.

Está fora do âmbito deste artigo realizar uma interpretação exaustiva dos resultados anteriores, a qual deveria ser feita conjuntamente com uma versão digital mais detalhada da Carta da Condição das Terra e à luz dos conhecimentos locais. No entanto, o exercício de comparação da heterogeneidade das classes de condição em partições territoriais sucessivas, como as NUTS-2 e NUTS-3 antes examinados, ilustra a maneira de detetar áreas de atenção prioritária para o PANCD em função dos estados e/ou tendências dos sítios, ao nível territorial ou administrativo que se considerem relevantes.

3. Prioridades de implementação do PANCD basadas na condição do solo

3.1. Elementos técnicos

Os resultados da metodologia 2dRUE para Portugal Continental durante o decénio 2000-2010 cumprem as obrigações de informação à UNCCD sobre o Indicador de Impacto "Estado do Coberto do Solo" (LCS) e o Indicador de Progresso "Tendência na Produtividade das Terras". Mas mais do que isso, tais resultados contêm outros elementos técnicos que podem ajudar a enfocar as prioridades do PANCD sobre áreas e problemas concretos. Em sequência apresentam-se alguns exemplos de umas e outros.

Fatores climáticos

A UNCCD tem uma base climática na sua definição e os Estados signatários devem informar desde este ponto de vista também a delimitação das áreas suscetíveis à desertificação. De fato, o Indicador de Impacte VIII - Índice de Aridez (também em correspondência ao Objetivo Estratégico 2) pretende precisamente ser uma base para caracterizar áreas sensíveis e em causa pela desertificação, em termos do Índice de Aridez FAO-UNEP (Orr 2011). Como se referiu na Seção 2.2.2, 2dRUE aplica uma correção climática baseada neste índice, que se inclui como um subproduto da metodologia.

Além disso, as equações ajustadas que fundamentam cada aplicativo do 2dRUE podem ser usadas numa análise mais dinâmica de vulnerabilidade climática, se se combinarem com dados de cenários de mudanças climáticas. Um caso simples constitui, por exemplo, o simular da mobilidade (incluindo a anual) dos limites entre classes de aridez, no pressuposto de que as áreas abarcadas por tais limites serão especialmente vulneráveis, por se encontrarem em condições de mudança mais intensas. Um desenvolvimento mais avançado tornaria possível usar as equações que se relacionam com a RUE observada com a aridez para estimar o estado que corresponderia a cada sítio sob os cenários de mudança climática aplicados. Por seu turno, as regressões subjacentes à análise das tendências podem ser usadas para simular o efeito de novas condições de aridez sobre o ganho ou perda de biomassa. Finalmente, assinala-se que a distribuição espacial das anomalias positivas de 2dRUE (Sobre desempenho) permitem identificar as zonas potencialmente afetadas pelo efeito positivo

do Oceânio. É importante assinalar que todas estas análises têm um propósito puramente exploratório para avaliar a vulnerabilidade das terras face a climas em alteração, mas carecem de valor preditivo.

Restauração de bens e serviços do ecossistema

A própria noção de condição do coberto das terras implica o conhecimento de uma estrutura sobre que se implementam ações de restauração. O dilema de tais ações consiste frequentemente em minimizar os custos ou aumentar os impactes. Estes dois critérios são os extremos de um gradiente de condições que vão, respetivamente, dos estados de Referência aos Muito Degradadas. Ou seja, as ações de restauração realizados sob vegetação e solos em muito bom estado provavelmente terão um baixo custo, uma elevada taxa de sucesso e um baixo impacte, enquanto o oposto é verdadeiro para formações em muito mau estado. A Carta de Condições – Estados das Terras, complementada com informações de campo fornecidas por especialistas, pode assim servir para identificar as áreas em estados intermédios que permitam resolver tal dilema da melhor maneira possível. Por outro lado, toda a restauração ecológica ou reflorestação requer um acompanhamento para verificar o seu progresso. A Carta de Tendências especificamente dá esse resultado, com a vantagem acrescida de separar o crescimento intrínseco da vegetação das suas variações interanuais associados aos anos mais ou menos húmidos.

Gestão de usos do solo

A Carta da Condição pode ser cruzada com outra dos usos das terras para estabelecer o grau de qualidade ambiental das diferentes combinações, visando otimizar as alternâncias cíclicas entre os diferentes usos. Naturalmente esta informação já foi empiricamente adquirida pelas populações locais ao longo de muitas gerações e constitui parte dos conhecimentos tradicionais, que é necessário compilar, estudar e respeitar. No entanto, esta cultura está a ser uma das primeiras vítimas do acelerado desenvolvimento social e económico que vem afetando as zonas rurais. Por outro lado, numerosas variações locais dos sistemas de uso das terras dificultam a adoção de políticas territoriais com maior abrangência para operar com critérios gerais. A combinação de usos e estados antes mencionada poderia fornecer uma plataforma regular e consistente para localizar e avaliar os elementos tradicionais de gestão. Uma utilidade imediata desta plataforma seria a deteção atempada dos "pontos quentes", ou sejam as zonas onde a degradação ativa pode ser associada a certos usos, revelando por exemplo a sua intensificação crescente.

Apoio à decisão

Um dos resultados mais marcantes de entre os apresentados neste artigo refere-se à frequência relativa de todos os Estados (seção 2.2.2) e conduz à conclusão preliminar de que os serviços de ecossistema aprovisionamento prevalecerem sobre os de regulação em Portugal continental. Se isso estiver certo, tal refletiria um desequilíbrio estrutural que pode comprometer a estabilidade e a resiliência da paisagem (e dos seus habitantes) face a perturbações climáticas ou socioeconómicas. A Carta da Condição das Terras seria assim útil para a tempo detetar e corrigir essas anomalias.

Adicionalmente, o 2dRUE proporciona valores quantitativos de condição que pode ser usado como uma ligação para uma compreensão socioeconómica do território. Concretamente, existe uma relação comprovada entre RUE e carbono orgânico do solo (COS), a qual tem sido usado para validar a aplicação de 2dRUE para a Espanha durante o mesmo período (Sanjuan et al, in press). Por outro lado, o COS é uma variável essencial para descrever a produtividade ecológica e particularmente a agrária. Portanto, é possível relacionar o uso da terra com a sua condição, o que tem importantes implicações ao implementar planos de desenvolvimento territorial para combater a desertificação.

Um elemento final não negligenciável é que o mapa de condição fornece uma base objetiva para apoiar decisões de apoio na atribuição de subsídios e subvenções, especialmente porque ele incorpora a inflexão que separa as terras que retém um certo potencial de recuperação intrínseca (do

Produtivo em diante), dos que caíram numa espiral de degradação (de Degradado para baixo) e que, portanto, requerem contributos externos para restaurar os seus serviços do ecossistema.

Mundo Neutro de Degradação das Terras (LDNW - Land Degradation Neutral World)

O LDNW vem adquirindo uma popularidade e importância crescente entre as organizações internacionais relacionadas com as políticas ambientais (UNCCD, UNCBD, GEF, PNUA, FAO, etc.) na sequência do desenvolvimento da agenda do Rio + 20. Trata-se de um desafio que é simples na sua formulação - zero degradação das terras em todos os pontos do Planeta -, mas aparentemente inatingível nestes termos. De fato, requer considerações de grande escala, procedimentos para ser alcançado, e, sobretudo, da avaliação ao nível de realização. É precisamente neste último aspeto que 2dRUE pode proporcionar protocolos para avaliar os progressos ou contratempos de forma objetiva e inequívoca em diferentes escalas.

3.2. Oportunidades para as regiões transfronteiriças

Portugal e Espanha partilham aproximadamente 1.200 km de fronteira terrestre, conhecida como 'A Raia' ou 'La Raya' pelas respetivas populações limítrofes. Grande parte desta longitude atravessa áreas secas. Ora, as regiões transfronteiriças partilham enquadramentos sócio-ecológicos que abrem oportunidades específicas para o seu próprio desenvolvimento. E também para compreender a desertificação em zonas afastadas da fronteira. Algumas destas questões baseiam-se nos seguintes aspetos:

- O ambiente muda pouco em ambos os lados de uma fronteira administrativa e as diferenças devem ser encontradas principalmente nos impactes de políticas diferentes. Tal perspetiva pode fornecer modelos socioeconómicos gerais com uma casuística impossível de reproduzir e validar noutras circunstâncias;
- Por sua vez, os desequilíbrios locais podem explicar diferenças socioeconómicas em áreas comparáveis dos dois países, o que pode constituir um banco de testes para contrastar políticas territoriais;
- O ambiente biofísico não conhece fronteiras e constitui uma base excelente para o desenvolvimento de políticas ambientais cooperativas, por exemplo, na conservação da biodiversidade, restauração de serviços do ecossistema ou repovoamento florestal;
- Grande parte dos dados de entrada que alimentam modelos e relatórios, tais como os apresentados neste estudo, são comuns, e, na verdade, é mais vantajoso prepará-los para todo um território terrestre do que para uma região ou outra parcela administrativa. O melhor exemplo do que se refere é o arquivo de clima que foi necessário desenvolver para o conjunto da Península Ibérica, a fim de evitar artefactos adicionais nas interpolações. Por este motivo e também pelas razões referidas nos pontos anteriores, a articulação (ou coordenação) dos relatórios nacionais para a UNCCD e outros organismos internacionais têm assim sinergias que seriam impossíveis de conseguir de forma independente.

Ainda que haja múltiplas e antigas intervenções regional neste âmbito, está ainda por definir uma região específica suscetível destas oportunidades. É possível resolver o problema atendendo ao ambiente biofísico (por exemplo, usando técnicas espaciais aplicadas a transeptos perpendiculares à fronteira) ou socioeconómico (por exemplo baseado em unidades administrativas de grande detalhe ou escala em ambos os lados da fronteira). Tal abordagem está fora do âmbito deste artigo, mas os autores preferem deixar uma consideração de caráter mais geral: se se examinam as oportunidades históricas e de futuro que se abrem diante de nós, de fato toda a Ibéria é uma região transfronteiriça.

4. Agradecimentos

Os autores agradecem o financiamento facultado para o desenvolvimento e implementação dos resultados apresentados neste artigo pelos projetos DesertWatch Extension (Data User Element, European Space Agency) e MELODIES (FP7-Project No. 603525, European Commission).

Referências bibliográficas

- Berry, L., Abraham, E., & Essahli, W. (2009). UNCCD Recommended Minimum set of Impact Indicators. In (p. 99). Bonn: UNCCD Secretariat
- del Barrio, G., Puigdefabregas, J., Sanjuan, M.E., Stellmes, M., & Ruiz, A. (2010). Assessment and monitoring of land condition in the Iberian Peninsula, 1989-2000. *Remote Sensing of Environment*, 114, 1817-1832
- Dinis, J., Pereira, M.J., Armas, R., Del Barrio, G., Ruiz, A., Sanjuan, M.E., & Compagnone, L. (2012). DesertWatch extension Product Handbook. ESA contract No. AO/1-4590/04/I-LG. In (p. 80). Rome: Advanced Computer Systems
- Le Houerou, H.N. (1984). Rain Use Efficiency - A unifying concept in arid-land ecology. *Journal of Arid Environments*, 7, 213-247
- Orr, B.J. (2011). Scientific review of the UNCCD provisionally accepted set of impact indicators to measure the implementation of strategic objectives 1, 2 and 3. White Paper - Version 1. In (p. 145). Tucson: Office of Arid Lands Studies, University of Arizona
- Prince, S.D., De Colstoun, E.B., & Kravitz, L.L. (1998). Evidence from rain-use efficiencies does not indicate extensive Sahelian desertification. *Global Change Biology*, 4, 359-374
- Rosario, L. P. (2014). Conservar os solos e recuperar as terras degradadas para combater a desertificação e prevenir ou adaptar as mudanças climáticas em Portugal. *Ingenium*, 140, 30-33
- Sanjuan, M.E., Del Barrio, G., Ruiz, A., Rojo, L., Martinez, A., & Puigdefabregas, J. (in press). Mapa de la Condición de la Tierra en España: 2000-2010. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
- Tucker, C.J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8, 127-150
- Tucker, C.J., Justice, C.O., & Prince, S.D. (1986). Monitoring the grasslands of the Sahel 1984-1985. *International Journal of Remote Sensing*, 7, 1571-1581
- UNEP (1992). *World Atlas of Desertification*. (2 ed.). Nairobi: UNEP
- Zucca, C., Armas, R., Pace, G., Del Barrio, G., Sanjuan, M.E., Ruiz, A., Pereira, M.J., Dinis, J., & Rocha, A. (2012). DesertWatch extension Final Report. ESA contract No. 18487/04/I-LG. In (p. 48). Rome: Advanced Computer Systems A.C.S. S.p.a.

O combate à desertificação e à seca no contexto das alterações climáticas. Casos

Eugénio Menezes de Sequeira

Engº Agrónomo, Investigador Coordenador (ex- INIA); Conselheiro do CNADS; Membro da Comissão Nacional do PANCD; Vogal da Direcção Nacional da Liga para a Protecção da Natureza; Vice Presidente da Comissão da Protecção da Natureza da Sociedade de Geografia de Lisboa

eugenio.sequeira@sapo.pt

Resumo

É apresentado um breve resumo sobre a Desertificação e a Seca, as suas causas em Portugal (mau ordenamento, má tecnologia agrícola e silvícola, despovoamento do interior, sobrepopoamento da orla costeira, etc.) para além das condições biofísicas adversas – Clima Mediterrânico (alta precipitação no Outono/Inverno, seca na primavera Verão, irregularidade, cheias e secas, etc.), solos sensíveis, declives elevados, etc.

Seguidamente são apontadas as consequências das alterações climáticas na provável evolução do processo de Desertificação, e das suas consequências visíveis - as cheias e as secas, a perda do recurso base da vida terrestre o solo, a redução da biodiversidade etc.

A necessidade de combater este processo é reconhecida mas será útil a apresentação de alguns casos de sucesso ou de presumível sucesso. Nesse sentido são apresentados os seguintes casos:

1 - As tecnologias já utilizadas no Programa Castro Verde Sustentável e com sucesso na redução da erosão, na redução do uso de combustíveis fósseis, no aumento da taxa de formação do solo e na redução do tempo de recuperação de fertilidade, no aumento do sumidouro de carbono, etc. foram: não lavoura, o baixo encabeçamento, a sub-solagem, sub-solagem com injeção de lamas...

2 - As tecnologias de estabelecimento de pastagens bio-diversas em montados, com sucesso na intensificação da produção extensiva, no aumento da matéria orgânica do solo e sumidouro estável de carbono, redução da erosão, redução do consumo de nitratos.

3 - As tecnologias de redução do escoamento superficial (ainda sem dados experimentais confirmados) de aumento da infiltração e recarga de aquíferos, redução do risco de cheias a jusante, tais como a vala e cômoro a 2%, associada à construção de charcas de infiltração.

4 - A plantação de variedades de azinheira (*Quercus ilex*) de baixo teor em taninos, evitando o bloqueio de fermento gástrico e aumentando a eficiência no crescimento dos animais

1. Introdução

Recordemos (Anónimo, 1994) que:

"Desertificação" é a degradação da "terra" nas zonas áridas, semi-áridas e sub -húmidas secas, resultante das variações climáticas e das actividades humanas.

"*Terra*" é o sistema bio - productivo terrestre que compreende o solo, a vegetação, outros componentes do biota e os processos ecológicos e hidrológicos que se desenvolvem dentro do sistema.

"Zonas áridas, semi-áridas e sub - húmidas secas" (*terras secas*) são todas as áreas (com excepção das polares e sub -polares), nas quais a precipitação anual varie entre 5% e 65% da evapotranspiração potencial (evaporação e transpiração da vegetação se não tivesse qualquer constrangimento de abastecimento de água, calculado pelo método de Penman).

"Seca" é a ocorrência eventual ou aleatória de um ou mais anos de menor pluviosidade (claramente abaixo da média), acompanhada, normalmente de maior evapotranspiração potencial, com efeitos não permanentes na vegetação espontânea, mas com redução sensível nas disponibilidades hídricas. As secas não indicam uma mudança climática estatisticamente significativa, sendo fenómenos aleatórios.

E. Sequeira

"Variação climática" corresponde a alterações cíclicas, perfeitamente normais e não significativas. São variações de ciclo plurianual mas curto.

"Alteração climática" corresponde a modificações estatisticamente significativas dos elementos climáticos, quer resultantes de processos naturais, quer induzidos pela actividade humana. Inclui os que decorrem da emissão de gases com efeito de estufa.

Portanto desertificação *corresponde à redução ou perda de produtividade e diversidade biológica dos ecossistemas, resultante da degradação do solo, da vegetação, de outros biota, ou alteração dos processos biológicos e hidrológicos desses ecossistemas, com a correspondente quebra da qualidade de vida das populações nas zonas áridas, semi-áridas e sub-húmidas secas, o que exclui as zonas frígidas, húmidas e mesmo os desertos.*

2. Causas em Portugal

Para além do clima Mediterrânico, e solos com alta erodibilidade, do mau ordenamento, que estamos a fazer com o recurso vital e limitado solo as principais causas são:

2.1. Selagem do Solo

A selagem dos solos, isto é, destruição irreversível dos solos, com usos urbanos, industriais e de transportes, minas, aterros e outras áreas artificiais, cresceram de 1990 a 2000 mais de 50%.

De 2000 a 2010 construímos uma cidade de Coimbra por ano. Temos agora mais de 1.800.000 fogos devolutos (CORINE, 2000b; Bingre, 2011) (Figura 1).

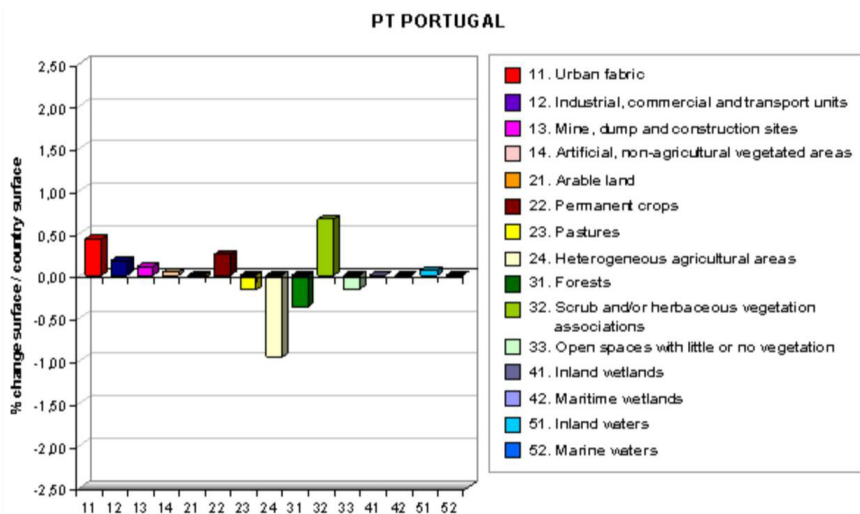


Figura 1: CORINE Land Cover de 2000

Este crescimento das áreas seladas afecta sobretudo os solos de alta qualidade (Cardoso et al., 1973; Giordano et al., 1992; Tavernier et al., 1985; Sequeira, 1998) porque resulta, em grande parte, do crescimento em mancha de óleo dos maiores centros urbanos, localizados nas zonas de melhores solos (Chaves, Braga, Porto, Aveiro, Coimbra, Ribatejo Oeste, em especial Lisboa, Península de Setúbal, Évora, Beja e Faro) (Anónimo 2006^a, 2006b, 2007) e da construção de Barragens plataformas logísticas, aeroportos, etc. (Figura 2).

Zonas de Futura Expansão Urbana e Mapa de Distribuição dos Melhores Solos e mais Produtivos

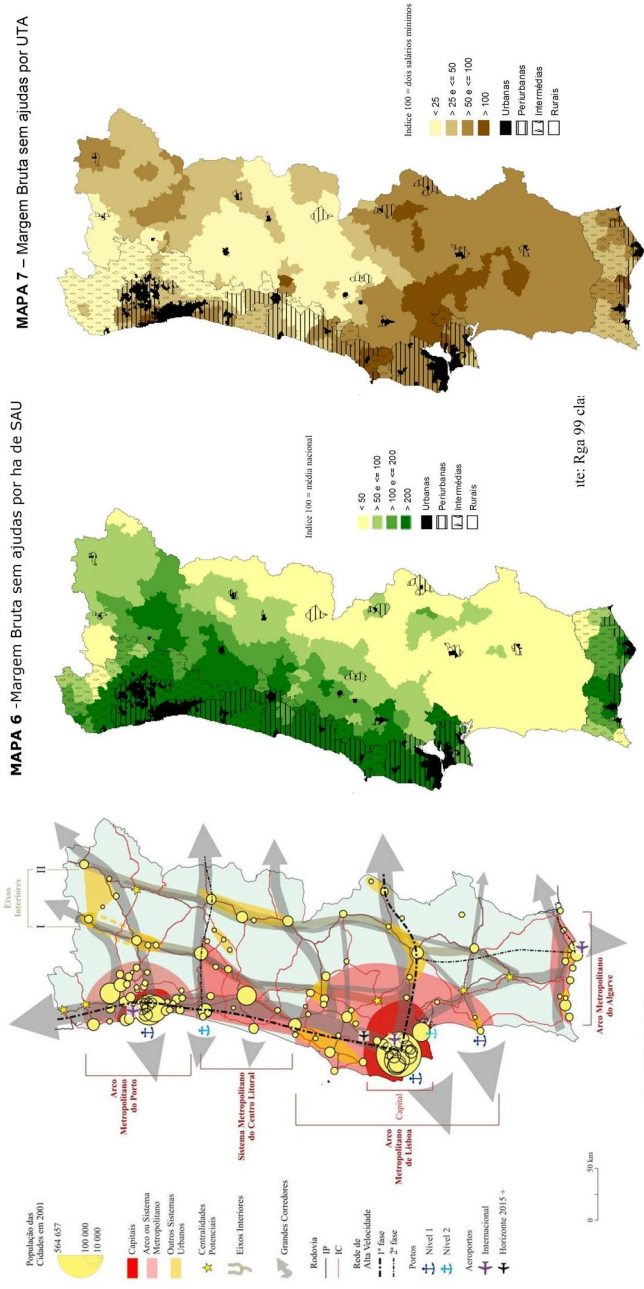


Figura 2: Mapa da expansão das zonas metropolitana e da rede de transportes previstas no PNPOT (Anónimo 2006) e das zonas de maior rendimento da terra (€/ha/ano) e de maior rendimento de trabalho (€/UTA/ano) coincidentes.

2.2. Má Tecnologia Agrária causando erosão física e ou erosão química

São inúmeros os casos de má tecnologia causando a degradação do solo, através da erosão, como no caso de um Olival hiper-intensivo, com a aplicação de herbicidas e ainda lavouras constantes (mais de 5 intervenções anuais) causando taxas de erosão entre 200 a 250 ton/ha/ano (Figura 3), e com ravinas a jusante equivalente à perda de mais de 500 ton/ha/ano, bem como da acumulação parcial deste material, correspondente ao solo formado a partir da rocha em 50 a 100 anos (numa chuvada) foi depositado a jusante como aqui e acabou no Alqueva ou nas barragens causando eutrofia e degradação da água (Figura 3), bem como um erro de reforestação com eucalipto pós fogo, causado por erros de mobilização.



Figura 3: Exemplo da erosão directa num olival hiper-intensivo, ravina causada a jusante e acumulação parcial do material erodido a jusante, Exemplo da erosão de mais de 600 ton/ha numa chuvada por erros de reforestação de um eucaliptal

Igualmente existe degradação muito intensa pós fogo em pinhal, mato e eucaliptal causada pelo arrastamento das cinzas acumuladas à superfície do solo tornado hidrófobo pelo fogo, num processo de degradação química.

Todo este processo é agravado pelo Despovoamento do interior e sobrepovoamento da orla costeira, pelo abandono do mosaico agrícola, pelas pastagens e pela floresta que são abandonadas, e pelo aumento da pressão.

2.3. Degradação da qualidade da água, salinização e sodização do solo

No caso do fogo, da erosão e da degradação da qualidade da água causada pela irrigação, a situação é agravada pelas alterações climáticas em curso.

De facto espera-se um aumento de temperatura entre 2 a 5 °C, a que corresponde um aumento de evapotranspiração, uma alteração do regime de chuva, com uma diminuição da chuva na Primavera (já reduzidas em mais de 60 mm em relação ao começo do século XX) e Verão, e uma redução da precipitação global, mas com eventos extraordinários cada vez mais frequentes (Espírito Santo, 1997; Santos et al., 2002, 2006).

O Aumento da irregularidade climática, para além das alterações (com aumento da chuva em Novembro Dezembro e redução em Março Abril), causa redução dos escoamentos anuais, mas também um aumento dos escoamentos pontuais em Outubro Novembro, o que vem agravar quer a erosão, quer o risco de salinidade, pela redução da qualidade da água nos grandes empreendimentos.

As consequências serão:

- Redução do *superávit de água*
- Redução do escoamento anual
- Redução da recarga de aquíferos
- Cheias catastróficas cada vez mais frequentes
- Secas extremas também cada vez mais frequentes

As secas - pouco ou nada foi feito quanto ao desenvolvimento de sistemas de emergência para fazer face à ocorrência de secas em regiões vulneráveis: De facto em 2005 após a seca desse ano que afectou o território (97% com seca severa a extrema e 3% com seca moderada), a CCN apresentou ao Governo a proposta de criação de um *sistema nacional de observação e gestão de secas*. Em 2011 voltou a haver outra seca e mais uma vez se voltou a medidas de emergência nunca se tendo desenvolvido nenhuma medida de fundo.

Salinização e Sodização - em situações de climas sub-húmidos secos, semi-áridos e áridos, incluindo especialmente os climas Mediterrânicos de Verão seco, em sistemas agrícolas de regadio, a salinização e a sodização são riscos de degradação do solo associados a processos de Desertificação e dependentes da qualidade da água de rega, do tipo de solos e da tecnologia de rega (Sequeira, 2001).

A salinização (Rowell, 1994) é um processo de acumulação de excesso de sais no perfil de solo. Embora todos os solos contenham sais na solução do solo, adsorvidos no complexo de adsorção e como sais precipitados, nos solos ditos salinos a quantidade na solução é tal que a Condutividade do Extracto de Saturação (ECe - Electrical Conductivity Saturation Extract) é maior que quatro deci-Siemens por metro ($ECe > 4 \text{dS m}^{-1}$).

A Sodização (Rowell, 1994) é a dispersão da argila e a redução da permeabilidade do solo devido ao aumento da Percentagem de Sódio de Troca (ESP - Exchangeable Sodium Percentage). Solos com mais de 5% de sódio no complexo de troca começam a apresentar problemas, havendo problemas graves de dispersão da argila e redução drástica da permeabilidade para valores de sódio de troca maiores que 15%.

A água infiltrada e que irá abastecer os aquíferos, será diferente de acordo com o balanço hidrológico, principalmente com o superávit, que depende da precipitação, da evapotranspiração e da capacidade de retenção do solo solo. Assim, no Norte Litoral há mais chuva, o solo é mais profundo, permeável e rico em matéria orgânica, logo há um maior excesso de água com recarga dos aquíferos, diluindo, portanto, a poluição. No Sul e no Interior, com maior risco de degradação do solo e da água, há menos chuva, os solos são mais delgados, menos permeáveis logo a recarga dos aquíferos é menor, sendo o risco de poluição muito maior.

A qualidade da água e as características do solo e dos poluentes - A quantidade de elementos transportados na água de infiltração depende da capacidade de adsorção no solo, isto é, da capacidade de troca iónica do solo, e do comportamento do ião. Assim, o ião adsorvido move-se no solo, em função da velocidade da água de percolação e da força com que o ião está adsorvido (Sequeira, 1993, 2000, 2001).

Para os elementos mais móveis, especialmente para o azoto (N na forma nítrica), mas também para o cloro (cloretos) e o enxofre (S na forma de sulfatos) existe o risco de contaminação forte dos freáticos, em especial quando existem fertilizações abundantes com azoto nas regiões de menor pluviosidade como é o caso do Alentejo e Algarve (Directiva Nitratos).

Verifica-se que os nitratos, no Alentejo e no Algarve, já constituem um enorme problema, exactamente porque o solo não tem capacidade de depuração para este elemento base da fertilização (adubação), a precipitação é baixa, os superávites são baixos. Com as alterações climáticas a qualidade para abastecimento público e para rega as águas subterrâneas do interior de Portugal, do Norte (Teixeira et al., 1980) e Centro e em especial os aquíferos do Tejo/Sado, devem ser especialmente salvaguardados de usos indevidos todos os solos da mancha de Arenossolos, Regossolos e Pódzols das areias e arenitos do Mio-Plio-Pleistocénico a Sul do Tejo zona de recarga

E. Sequeira

principal da maior reserva estratégica de água de qualidade de Portugal – o aquífero Tejo/Sado margem esquerda (Teixeira et al., 1980; Anónimo, 1997), que merecem especial cuidado dada a vulnerabilidade destes aquíferos, pelo baixo poder tampão destes solos (Teixeira et al,1980; Sequeira, 2001).

3. Casos. Exemplos desenvolvidos pela LPN com sucesso

1º - Castro Verde Sustentável

O Programa Castro Verde Sustentável (PCVS), desenvolvido pela LPN desde 1993, teve início com o Projecto “Conservação da Avifauna Estepária de Castro Verde”, co-financiado por um Programa LIFE-Natureza da União Europeia para a Conservação da Natureza (1993 a 1999).

O Programa Castro Verde Sustentável (Sequeira, 2004) visa promover a conservação das aves estepárias da região do Campo Branco e do seu habitat. As pseudo-estepes ou estepes cerealíferas desta região são reconhecidas nacional e internacionalmente pela importância para várias espécies de aves como a Abetarda (*Otis tarda*), o Peneireiro-das-torres (*Falco naumanni*), o Grou (*Grus grus*), o Sisão (*Tetrax tetrax*), o Cortiçol-de-barriga-negra (*Pterocles orientalis*) e o Tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*), entre outras. As duas primeiras são consideradas como espécies globalmente ameaçadas, estando incluídas no conjunto de aves consideradas de conservação prioritária pela União Europeia.

O programa decorre na Região de Campo Branco, exactamente no *Biota Estepário Cerealífero* de Castro Verde Sítio C00000156 CORINE Biotopes. ZPE de Castro Verde. Directiva “Habitats” conhecido como Campo Branco, de Castro Verde, região conhecida pela sua importância para a conservação das aves do “Biota Estepário Cerealífero do Alentejo”.

Os solos são maioritariamente Leptosolos Líticos, de xistos e grauvaques, nos cabeços e encostas, Cambissolos e Fluvisolos (por vezes hidromórficos) junto às linhas de água.

São solos de fraca reserva mineral a curto prazo (quartzo, plagioclase e micas), com predomínio de caulinite e interstratificados clorite-vermiculite na fracção argilosa, minerais com baixa Capacidade de Troca Catiónica

A conservação das aves está dependente da manutenção do habitat, o que implica a resolução de problemas associados à preservação dos sistemas agrícolas arvenses de sequeiro, à conservação do solo e da água, ao melhoramento em tecnologias agrícolas, à valorização de resíduos, à educação e sensibilização ambiental e à sócio-economia rural, Logo ao Combate à Desertificação

Assim actuamos:

1º - Aquisição e gestão de propriedades, iniciado com um “projecto Life-Natureza (1993-1999), para a salvaguarda do “Biota estepário cerealífero”, focado especialmente na Abetarda, e promovendo a gestão extensiva - recebeu o prémio Europeu Ford de Conservação 1994/1995

2º - Recuperação do peneireiro das torres, Life-Natureza (início em 2002) que recebeu já dois prémios Ford para a conservação do ambiente.

3º - Centro de Educação Ambiental, inaugurado em 2000, e financiado pelo pelo prémio Millenium do jornal Expresso e da Sagres, e com apoio da Câmara Municipal de Castro Verde

4º - Ecoturismo, apoiado pelos programas Leader e Leader +, com a criação de percursos na natureza, guias turísticos, turismo fotográfico, destinado ao desenvolvimento local

5º - Promoção ambiental, também financiado pelos programas Leader e Leader +, com a realização de jornadas ambientais e valorização pedagógica

6º - Projecto-piloto de Combate à Desertificação, iniciado e terminado em 2000, com suporte do Programa Operacional do Ambiente para o Alentejo, em parceria com a Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território, e o apoio da Associação de Agricultores de Campo Branco. Recebeu o Prémio Ford para a Conservação e Ambiente em 2001.

7º - Projecto Agro 140- “Avaliação da sustentabilidade de alguns sistemas de culturas do Baixo Alentejo”, projecto em parceria com a Estação Agronómica Nacional (INIAP) que, em complemento dos anteriores, visa encontrar rotações e técnicas culturais que melhorem a produtividade e salvaguardem os recursos.

8º - O projecto Orgânica Verde, objectivo sensibilizar a população de Castro Verde para a redução dos resíduos orgânicos a depositar em aterro sanitário, fomentando a agricultura urbana.

9º - O projecto "Rural Value" pretende actuar, desenvolvendo temáticas relacionadas com a sustentabilidade da agricultura, da biodiversidade, formação de jovens e agricultores e apostando no trabalho de proximidade com a sociedade, na continuação dos anteriores

10º - O PRACTICE é uma iniciativa global que junta cientistas e actores - chave de algumas das regiões mais afectadas do mundo, de modo a reunir conhecimento científico e local, que permita chamar a atenção para o desafio da desertificação.

Tecnologias de conservação usadas nestes projectos

Não lavoura, ou sementeira directa - A sementeira directa vai poupar energia e tempo, melhora a transitabilidade, permite organizar melhor os calendários de operações, vai reduzir os custos, vai permitir manter uma protecção do solo à superfície, vai aumentar o teor de matéria orgânica do solo, vai aumentar a taxa de infiltração de água, aumentar a capacidade de campo e a água utilizável.

Subsolagem, injeção de lamas - O Injetor de Lamas (concepção e patente da LPN) já utilizado no âmbito do "Projecto Piloto de Combate à Desertificação", será utilizado para aumentar a espessura do solo, aumentar a velocidade de formação do solo e a retenção de água.

A velocidade de meteorização da rocha depende da superfície exposta aos agentes de desagregação, pelo que uma acção mecânica como uma subsolagem que fragmente a rocha aumenta a superfície exposta aumentando a velocidade de formação do solo.

Os processos químicos de desagregação e meteorização incluem os processos de hidratação, dissolução e troca iónica, oxidação e redução, hidrólise e carbonatação

Todos estes *fenómenos de meteorização dependem da presença da água*; a velocidade das reacções depende da temperatura e da composição mineralógica do substrato (da rocha mãe) e estão relacionados com a presença de vida, isto é, com a presença de compostos orgânicos e de dióxido de carbono na solução do solo.

Os dados foram conferidos com os obtidos nas charcas do "Projecto Piloto de Combate à Desertificação", onde se mede e mostra aos agricultores a água de escoamento, o sedimento perdido durante o ano (em kg ha⁻¹) e a quantidade de nutrientes perdida em cada talhão (de 5000 m² e tratamento (LT, Pastagem, SD, SD e inj. lama). Alguns dados obtidos:

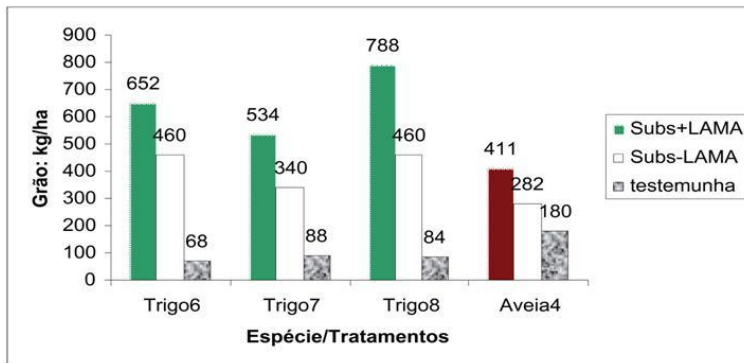


Figura 4: Produção de grão do trigo e da aveia em solo subsolado com aplicação de lama de ETAR ("Subs.+lama") ou sem aplicação ("Subs.-lama"). Vale Gonçalves, Castro Verde, ciclo de 2002/03. A folha 6 e a 7 foram de lavoura tradicional enquanto a folha 8 foi de Sementeira Directa.

E. Sequeira

A comparação da produção média de trigo, mediante aplicação de lama (658 kg/ha) ou não (420 kg/ha), fornece a diferença média de 238.0 ± 79.9 kg/ha ($n = 3$), tipicamente entre 160 e 316 kg/ha. Esta diferença é muito significativa. A comparação com a testemunha não é legítima, porquanto esta sofreu intensa infestação quer de espécies de folhas largas, quer de gramíneas, com predomínio destas, situação que está a resolver-se.

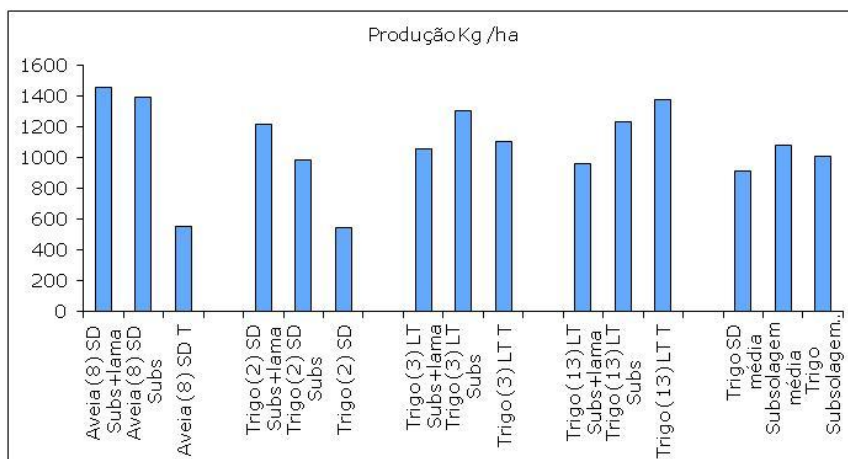


Figura 5: Produção de grão do trigo e da aveia em solo subsolado com aplicação de lama de ETAR ("Subs+lama") ou sem aplicação ("Subs-lama"). Vale Gonçalves, Castro Verde, ciclo de 2003/04.

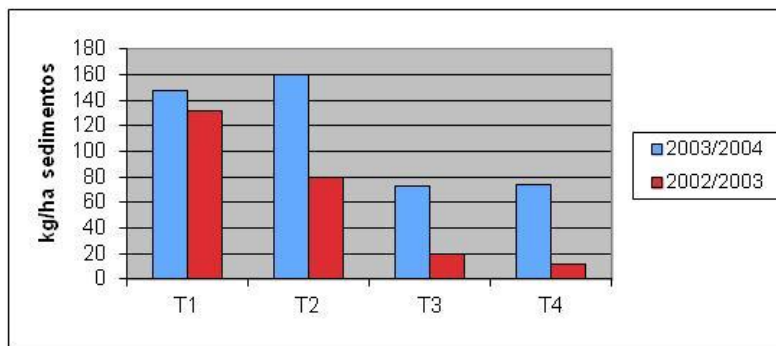


Figura 6: Sedimentos recolhidos nos talhões de 0,5 ha do Projecto Piloto de Combate à Desertificação no ano de 2002/2003. Reparar na diferença entre os talhões de sementeira directa, T3 e T4 e T2 com os restantes talhões, embora se trata de talhões com um declive inferior a 5% e em anos de fraca chuva.

Assim, com estas tecnologias conseguimos: Reduzir a erosão, aumentar a espessura efectiva do solo, aumentar a capacidade de retenção de água do solo, aumentar as taxas de infiltração, manter o Biota Estepário (uma vez que as acções foram inócuas para o biota), aumentar a capacidade de suporte do ecossistema, reduzir a emissão de Gases de Efeito de Estufa (redução do consumo de gasóleo, aumento da matéria orgânica no solo logo > sumidouro), reduzir os custos de produção

(redução do gasóleo, das horas de trabalho, do desgaste das máquinas), manter, e mesmo vir a aumentar as produções.

Montado de azinho com vala e cômore - Montado de azinho, com vala e cômore, com azinheiras doces. Projecto desenvolvido na Herdade de Belver em Castro verde, para aumentar a capacidade de suporte do ecossistema (cerca de 10 Ha de azinheiras semeadas em 2000).

A seleção foi efectuada em todo o Alentejo, com o fim de termos uma colecção de azinheiras produzindo bolotas de baixo teor em tanino.

O tanino bloqueia os fermentos gástricos e reduz o crescimento dos animais, pelo que poderemos aumentar a produção e a capacidade de suporte dos ecossistemas.

2º - Pastagens biodiversas, e efeito da cobertura (Extensivity)

O projecto **Extensivity** – Sistemas de Gestão Ambiental e de Sustentabilidade na Agricultura Extensiva, foi um projecto financiado pelo programa LIFE da Comissão Europeia e coordenado pelo Instituto Superior Técnico, que utilizou as chamadas “pastagens biodiversas” (Crespo et al., 2004; Crespo, 2009; Sequeira, 2008, Gomez-Rey, s.d.; Teixeira et al. 2009) desenvolvido pelo colega David Crespo e em que a LPN colaborou.

O sistema de floresta aberta com pastagem, é desde sempre reconhecido que aumenta a capacidade produtiva do sistema, com efeitos positivos do coberto na fertilidade do solo (Salgueiro, 1973; Gonzalez Bernaldez et al., 1975; Escudero et al., 1985; Mendes, 1985; Ibanez et al., 1987).

Sabe-se que há um aumento de retorno dos nutrientes até à camada mais superficial do solo, quer pela água que atravessa a copa, quer pelo folhado que todos os anos enriquece a camada superficial (Salgueiro, 1973; Miller, 1986; Ibanez et al., 1987; Teixeira et al., 1980; Sequeira, 1989), que há uma diminuição da temperatura do solo pelo ensombramento da copa, que há uma redução da evapotranspiração pela redução da temperatura e do vento, etc..

Varição do C orgânico e do N total (kg m⁻²) com a distância ao tronco da árvore (m) nas camadas do solo de 0-10 cm e 10-20 cm, em montado com pasto natural (UN) e com 26 anos de pasto melhorado (M26). Regressão (r) e significância (p) (C teor em C orgânico, N teor em N total, d distância ao tronco) (Retirado de Gomez-Rey et al., sd.).

De facto já Vieira Natividade em 1950 referia:

“a conservação da fertilidade da terra constitui um dos problemas mais prementes da subcultura portuguesa. O declínio alarmante do teor em matéria orgânica cada vez mais inferioriza as condições físicas do solo, acentua a perda de bases, facilita o trabalho erosivo, enfraquece a actividade microbiana, torna mais pronunciada a aridez”.

Esta redução resultava das sucessivas mobilizações, chamadas de limpeza, e cultivo sob-coberto.

A implantação das pastagens biodiversas vem responder a esta questão, no entanto resta verificar qual a densidade óptima de coberto para as várias condições edafo-climáticas, dada a competição para a água e os nutrientes em cada situação e as condições benéficas.

A celulose é um dos componentes mais importantes da matéria orgânica fresca - 50 a 70%. Trata-se de um polímero da glucose. As lenhinas são polímeros derivados do fenilpropano. Na sua molécula entram C, H, O, N com enorme variedade de ligações orgânicas, entre elas ligações C=C e anéis fenólicos, numa estrutura tridimensional muito complexa. Na lenhina do pinheiro o componente básico é o álcool coniferílico, nas caducifólias é uma mistura de álcool coniferílico e sináptico, nas gramíneas é o cumarílico, etc.

Assim, a lenhina é um precursor importante das substâncias húmicas do solo, pois é a principal fonte de unidades estruturais dos núcleos de natureza aromática das suas moléculas

Segundo Jenkinson (1981), o turnover das várias fracções da matéria orgânica, na experiência de Broadbalk, em Rothamsted, com uma adição anual de 1,2 t ha⁻¹ de C variou de menos de 0,2 anos para material vegetal facilmente decomponível (açucares, aminoácidos, etc., até 2,4 anos para a biomassa microbiana, a mais de 3 anos para material vegetal resistente (lenhinas...), passando a mais

E. Sequeira

de 70 anos no caso da matéria orgânica fisicamente protegida (na estrutura do solo, no horizonte Spodico etc.) até mais de 2.000 anos na matéria orgânica estabilizada (designada de humina, formas húmicas complexadas com argilas etc.).

Por outro lado os ácidos húmicos, mais estáveis apresentam uma composição mais rica em N, maior núcleo aromático, menor reactividade (menor teor em grupos carboxílicos, e alcoólicos, menor acidez), maior riqueza em C, menos O, H e S, etc.

Daí a importância das leguminosas juntas com a árvore para a estabilidade da Matéria Orgânica.

3º - Tecnologias de vala e câmore e de charcas de infiltração

As alterações climáticas irão provocar uma redução das chuvas, mas especialmente uma alteração do seu regime, aumentando as chuvas de Outono Inverno, e reduzindo na Primavera e Verão, aumentando as temperaturas e portanto a evapotranspiração, logo, aumentando o superavite de água no Outono e aumentando de forma drástica o Défice da Primavera ao Outono

Aumenta a probabilidade de ocorrência de situações extremas como as grandes chuvadas (muitas vezes torrenciais), conduzindo ao aumento de escoamentos superficiais pontuais com cheias e as situações de secas sucessivas e extremas, que não são mais que as duas faces da mesma moeda (Santos & Miranda edit., 2006; Sequeira, 2004; Sequeira, 2006).

A deficiente recarga do solo e dos aquíferos resulta de dois factos:

1º - Solos de baixa espessura efectiva (erodidos, sem matéria orgânica)

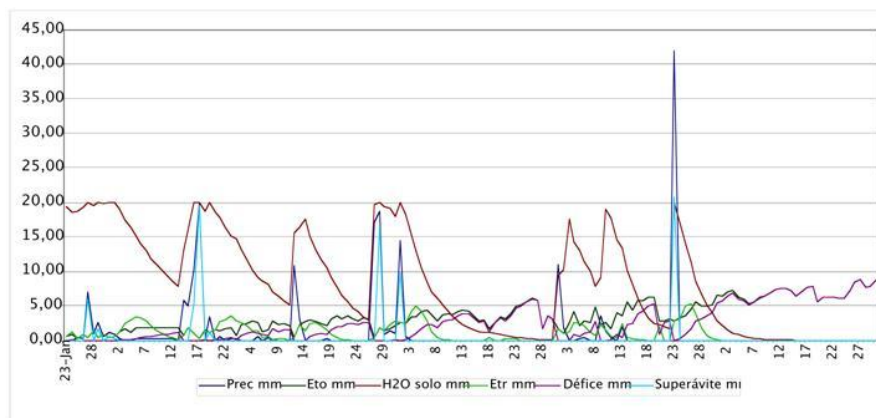


Figura 7: Balanço diário num Leptossolo lítico em Castro Verde entre os dias 23 de Janeiro e Junho de 2005. Repare-se nos superávites nos dias 28.01, 17.02, 28.03 e 23.05. Nos períodos de 12 a 17 de Fevereiro, de 20 a 28 de Março, de 8 a 30 de Abril, de 16 a 22 de Maio existe forte carência hídrica e situações de stress hídrico, e a partir de Junho o solo está seco e o déficit é igual à evapotranspiração potencial.

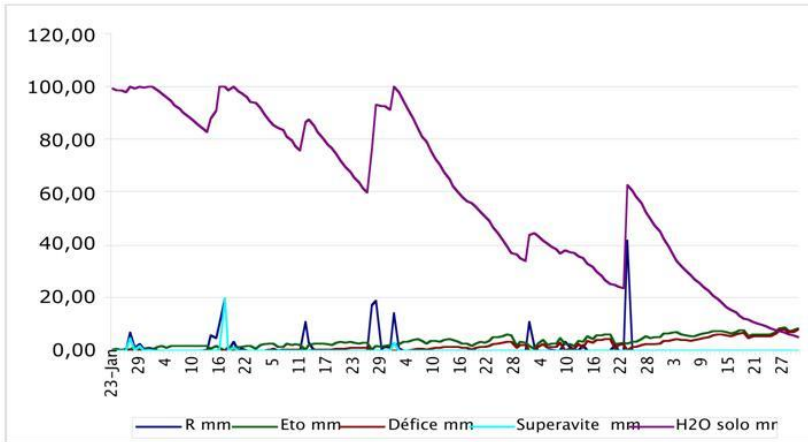


Figura 8: Balanço diário num Luvissole em Castro Verde entre os dias 23 de Janeiro e Junho de 2005. Repare-se que só existem superavites muito ligeiros nos dias 28.01 e 17.02. Até 10 de Junho o solo teve mais água disponível que o pleno do solo esquelético e somente a partir de fins de Junho o solo está seco e o défice é igual à evapotranspiração potencial, portanto um mês mais tarde que o solo degradado.

2º - Solos de baixa taxa de infiltração que não conseguem reter água da precipitação

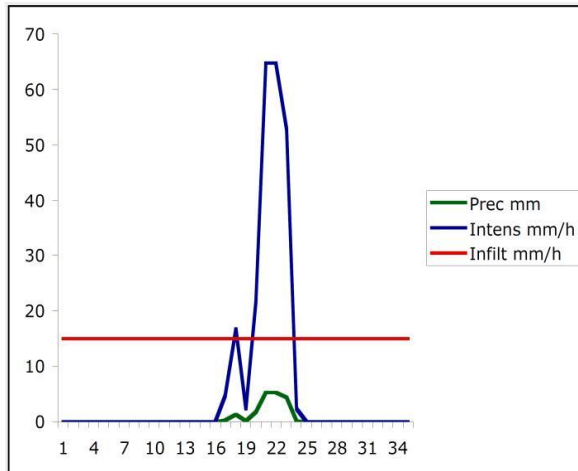


Figura 9: Precipitação no dia 29 de Novembro de 2004 em Castro Verde. Taxa de infiltração do solo $14,8 \text{ mm h}^{-1}$, Precipitação em mm medidos a intervalos de 5 minutos, e intensidade de precipitação calculada para cada 5 minutos em mm h^{-1} . Em cerca de 20 minutos a intensidade de precipitação excedeu em cerca de 40 mm h^{-1} , a taxa de infiltração, representando uma perda por escoamento de cerca de 13 mm numa chuvada de 19,2 mm.

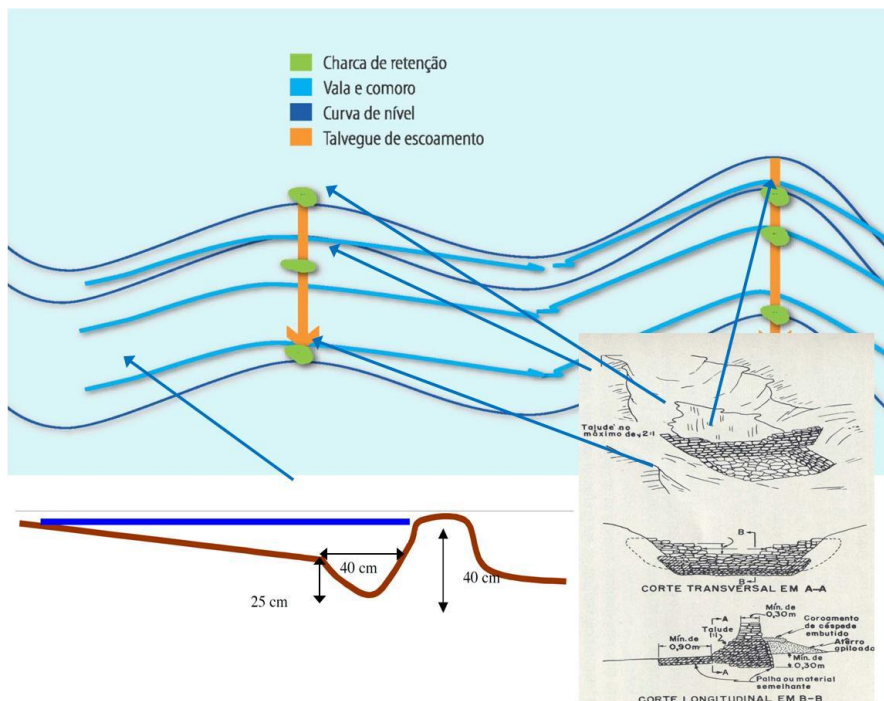


Figura 10: Retenção de água esquema das valas de nível (1 a 2/‰) e charcas de infiltração.

A capacidade de retenção do sistema, por metro linear de vala, depende do declive do terreno:

- i) com um declive de 2,5% um tal sistema retém cerca de 1350 litros por metro linear de vala.
- ii) com um declive de 5% um tal sistema retém cerca de 725 litros.
- iii) com um declive de 10% um tal sistema retém cerca de 412 litros.
- iv) com um declive de 15% um tal sistema retém cerca de 308 litros.
- v) com um declive de 20% um tal sistema retém cerca de 256 litros.
- vi) com um declive de 25% um tal sistema retém cerca de 225 litros

4º - Projecto PRACTICE em Portugal

Ações de Recuperação e Prevenção para Combater a Desertificação. Uma Avaliação Integrada.

Instrumento: Comissão Europeia - Support Action FP7

Duração: 36 meses (01/09/2009 a 31/10/2012)

Coordenação: Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (Espanha)

Consórcio: 16 parceiros de 12 países

. Europa Mediterrânica: Grécia, Itália, Espanha e Portugal (Castro Verde – Liga para a Protecção da Natureza)

Casos de combate à desertificação

- . África: Marrocos, Namíbia, África do Sul
- . Médio Oriente: Israel
- . Ásia: China
- . América (Sul, Centro e Norte): Chile, México, e EUA

Página do Projecto: <http://www.ceam.es/practice>

Foi efectuado um Encontro dos parceiros em Castro Verde, em Maio de 2011 – visita de campo, com a presença de alguns actores locais.

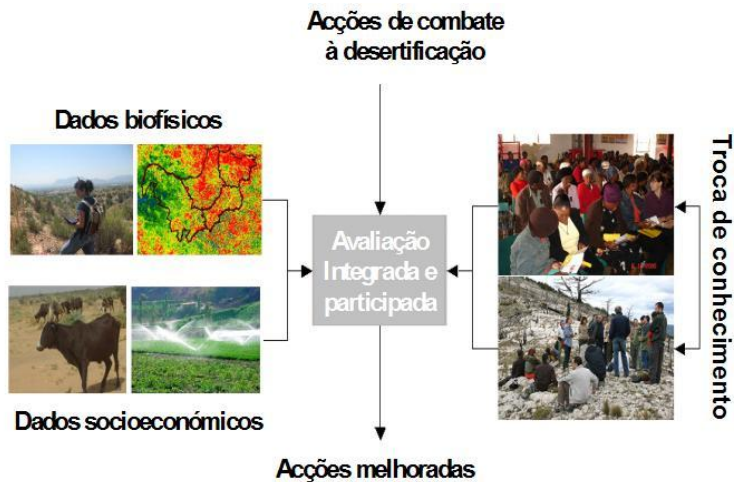


Figura 11: Filosofia do Projecto PRACTICE

Foram efetuadas 3 sessões de trabalho para debater a importância dos indicadores de Desertificação, desde os da CNUAD.

Foi efectuada uma SESSÃO FINAL DO PROJECTO para apresentação de Resultados e Reavaliação das Acções, com recolha de contributos dos actores locais presentes

Zona de Protecção Especial de Castro Verde - Acções de Combate à Desertificação identificadas:

1. Agricultura Tradicional – com Agro-ambiental (ITI)
Sub-acções: Com/Sem Injecção de Lamas de ETAR no Solo
2. Agricultura Tradicional com Sementeira Directa – com Agro-ambiental (ITI)
Sub-acções: Com/Sem Injecção de Lamas de ETAR no Solo
3. Pastagem permanente (semeada)
4. Plantação de azinheiras

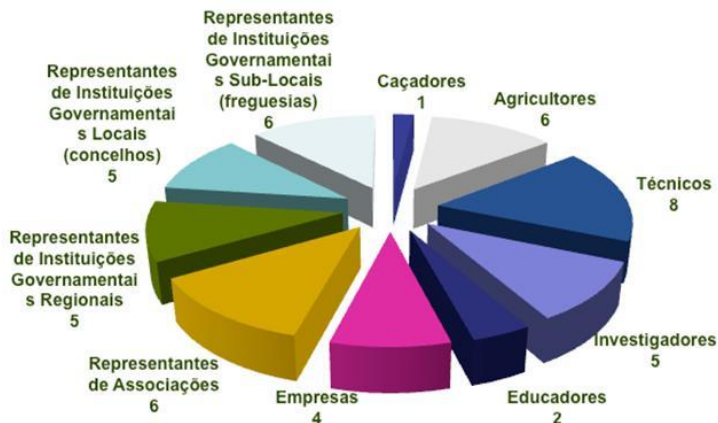


Figura 12: Plataforma de actores-chave - 48 entrevistados



Figura 13: Sugestão de Indicadores: 11 no total (6 comuns a todos os Locais e 5 específicos para Castro Verde).

Foram efectuadas 3 sessões de trabalho para debater a importância dos indicadores e uma sessão final para apresentação de resultados e reavaliação das acções, com recolha dos contributos dos actores locais presentes.

ALGUMAS CONCLUSÕES IMPORTANTES:

- Sublinhada pelos actores locais, a **inter-relação entre Biodiversidade e Desertificação**, temas indissociáveis na ZPE de Castro Verde => uma boa acção para combater a desertificação na ZPE de Castro Verde terá que garantir sempre a preservação das espécies estepárias.

- Garantir a continuidade do **mosaico de paisagem**, mantendo a **agricultura tradicional** (rotação cereal-pousio) foi também destacada pelos actores locais => factor-chave na preservação das aves estepárias.

- Defendida a utilização das melhores técnicas para garantir a sustentabilidade da agricultura tradicional: sementeira directa e injeção de lamas de ETAR no solo.

- Plantação de azinheiras é considerada uma das melhores acções de combate à desertificação => fazendo parte do mosaico de paisagem, deve ser circunscrita aos locais que não sejam importantes para as aves estepárias e utilizando as melhores técnicas para conservar solo e água.

Necessidade de **adoptar novas políticas** foi apontada como crucial, para o desenvolvimento de áreas que, tal como a ZPE de Castro Verde, apresentam importantes valores naturais e enfrentam a problemática da desertificação => reconhecer os **serviços de ecossistema** prestados (protecção do solo, sequestro de carbono, regulação do ciclo da água, manutenção da biodiversidade, serviços culturais, etc.).

- Assegurar a viabilidade económica do sistema agrícola extensivo, está muito dependente de **alterações políticas e dos esquemas de apoio associados**, que reconheçam o papel crucial desempenhado pelas pessoas que vivem em áreas desfavorecidas.

- **Melhoria do conhecimento** dos actores locais sobre o conceito de desertificação e das acções de combate à desertificação => registada ao longo das etapas do processo participativo desenvolvido

- **Encetar um processo participativo** mais exaustivo e contínuo, com o envolvimento generalizado dos **actores locais** directamente ligados à componente agrícola na ZPE, pode transformá-los em verdadeiros **agentes de mudança** => a agricultura aqui praticada constitui o factor-chave para a manutenção do habitat estepário, do qual dependem espécies da avifauna altamente vulneráveis e que se encontram ameaçadas a nível nacional e mundial.

- A noção de "**bens públicos**" e do **real potencial destas áreas vulneráveis**, com valores naturais extremamente importantes, ainda não é devidamente compreendido ou considerado => necessidade de um trabalho de envolvimento dos actores, através de um processo participativo mais profundo.

4. Conclusões Finais

A manutenção do mosaico, montado, em especial com pastagens biodiversas, terras de cultura, com corredores de matagal mediterrânico, se possível com o sistema de vala e câmara próximo de nível e com charcas de infiltração. SERIA O SISTEMA IDEAL

- Com o matagal nas zonas mais declivosas (caça, protecção da biodiversidade, combate à erosão, sumidouro de carbono, etc.).

- Com as pastagens se possível biodiversas nas áreas de montado (aumento do sumidouro de carbono, redução da erosão, aumento do N disponível e da produção e rendimento).

- Com culturas arvenses, sempre em sistemas de sementeira directa ou lavoura mínima e se possível pequenos regadios que suportem um aumento de rendimento e a manutenção de maiores encabeçamentos do gado.

- Com a aplicação de injeção de lamas como forma de aumentar a velocidade de recuperação da fertilidade do solo (aumento da profundidade efectiva), a retenção de água.

- A utilização de formas doces (com menor teor em taninos), para já nas azinheiras, se possível em outros carvalhos, de forma a aumentar a capacidade de suporte do ecossistema quer para a produção de gado, quer para a fauna selvagem (incluindo a caça).

Bibliografia

- Amaral, P. Bingre, 2011. A análise das Relações da Política de Solos com o sistema económico. Estudo de enquadramento para a preparação da Nova Lei dos Solos - Documento Técnico DGOTDU 5/2011.
- Anónimo, 1994. United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa. United Nations Environmental Programme's (UNEP), Information Unit (CCD).
- Anónimo, 1997. Definição, Caracterização e Cartografia dos Sistemas Aquíferos de Portugal Continental. Instituto da Água, Direcção de Serviços de Recursos hídricos, Divisão de recursos Subterrâneos.
- Anónimo 2006. Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território. Relatório. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do território e do Desenvolvimento Regional. Fevereiro de 2006
- Anónimo, 2006. Plano Estratégico Nacional. Desenvolvimento Rural 2007-2013 (versão para discussão pública). Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. 22.05.2006.
- Anónimo, 2007. PRODER Programa de Desenvolvimento Rural. Continente 2007- 2013. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Novembro de 2007.
- Cardoso, C., Bessa, M. T. & Marado, M B., 1973. Carta dos solos de Portugal /1:1.000.000). *Agronomia Lusit.*,: 38: 481-602.
- Corine Land Cover of Portugal, 2000. Consulta (<http://www.eea.europa.eu/themes/landuse>).
- Crespo, D. G.; Barradas, A. M. C.; Santos, P. V. & Carneiri, J.P.G, 2004. Sustainable improvement of Mediterranean pastures. Proceedings of the 19th General Meeting of the European Grassland Federation. Luzern, Switzerland: 21-25.
- Crespo, D. G., 2009. Biodiversidade e Produtividade nas pastagens e forragens Mediterrâneas, estratégias e limitações. *Pastagens e Forragens* 29/30: 15 - 26.
- Espírito-Santo, F., 1997. O clima de Portugal - Contribuição para o Programa de Acção Nacional de Combate à Desertificação. Ministério do Ambiente, Instituto de meteorologia, Portugal.
- Giordano, A. (project leader); Bonfils, P.; Roquero, C.; Yassoglou, N.; Sequeira, E. M. & Peter, D. (soil team); Briggs, D.; Redda, A & Kormoss, I. B. F. (climate and slopes team); Monsey, H. & Maes, J. (data processing team); Chisci, G. C.; Gabriels, D.; Mancini, F.; Noirfalise, A.; Culleton, N.; Eerkens, C.; Reiniger, P. & Nychas, A. (collaboration); Briggs, D. & Cornaert, M-R. (coordination with other CORINE projects), 1992. CORINE Soil Erosion Risk and Important Land Resources in the Southern Regions of the European Community. An assessment to evaluate and map the distribution of land quality and soil erosion risk. Ed. Commission of the European Communities.
- Gómez-Rey, M. X.; Garcês, A.; Coutinho, J., & Madeira, M.. Effects of improved pastures on soil organic carbon and N availability in Oak woodlands in Southern Portugal. Em publicação. (sem data).
- Gonzalez-Bernaldez, F; Mosey, M & Velasco, F., 1975. Efecto de la encina sobre el pasto. *Pub. Dep. Dehesas y Pastizales. Dif. Prov. Badajoz*.
- Ibanez, J.; Garcia, A & Monturial, F., 1987. Heterogeneidade edáfica inducida por el adhesionamento del bosque Mediterraneo. Seminário sobre dehesas y sistemas agrosilvopastorales similares. Madrid. 14 pp.
- Jenkinson, D. S., 1981. In *The chemistry of Soil Processes*, (eds Greenland, D.J. & Hayes, M.H.B.) John Wiley, Chichester, pp 505- 61. Cit. By Rowell D. L. 1996. *Soil Science. Methods & Applications*. Longman Limited.
- Mendes, F. L., 1986. A floresta e as pastagens- Terrenos silvopastoris. Montados. *Florestas de protecção*. 1º Congresso Nacional Florestal. Comunicação: 268-277.
- Salgueiro, T. A., 1973. A contribuição da azinheira e dos sobreiros para a fertilidade do solo. *Fundo de Fomento Florestal*. Estudo 1.
- Sande Silva, J.; Sequeira, E. M.; Catry, F. & Aguiar, C., 2007. "Os Contrás". In *Árvores e Florestas de Portugal Vol 04- Pinhais e Eucaliptais. A floresta cultivada. III Eucaliptais, os prós e os contrás* : 221- 260.
- Sande Silva, J.; Ferreira, A.D. & Sequeira, E.M., 2007. "Depois do fogo". In *Árvores e Florestas de Portugal Vol 08- Proteger a Floresta. Incêndios, pragas e doenças*: 93 – 128.
- Santos, F.D. et al., 2002. *Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*, SIAM Project, Gradiiva, Fundação Calouste Gulbenkian, FCT.

- Santos, F.D. & Miranda, P., 2006- Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação. Projecto SIAM II. Gradiva
- Sequeira, E.M., 1993. Transport of organic and inorganic contaminants in soil and groundwater. Lição proferida no European short training course "Risk Assessment. Soil and Groundwater Cleaning. Estoril. Organizado pela FCT da Universidade nova de Lisboa e pela "Technical University of Denmark".
- Sequeira, E.M., 1998. A Desertificação e o Desenvolvimento Sustentável em Portugal. *Liberne* 62: 20-24. *Liberne* 64: 17-23.
- Sequeira, E.M., 1998- Desertificação, Conservação da Natureza e as ONG's. *Revista Florestal* XI (1): 22-26.
- Sequeira, E.M., 2000. Desertification and Salinization in the Alentejo Region, Portugal. In WWF & European Commission- Implementing the EU Water FrameWork Directive, A seminar series on water. Proceedings Seminar 1: Water and Agriculture. Case Study i: 31-38. WWF, European Commission & TAIEX.Brussels, 10-11 February.
- Sequeira, E.M., 2001. O Alqueva face às questões ambientais, à Nova PAC (2000) e à Directiva Quadro da Água. (Trabalho apresentado em Fevereiro de 2000 na Sociedade das Ciências Agrárias). *Revista de Ciências Agrárias* XXIII (3/4): 160-185..
- Sequeira, E.M., 2001. O Empreendimento do Alqueva e a Gestão Sustentada da Água na Bacia do Guadiana, face à Directiva Quadro da Água. II Congresso Ibérico sobre Planeamento e Gestão da Água. A Directiva Quadro da Água. Porto, 9 a 12 de Novembro (em publicação).
- Sequeira, E.M., 2002. O "Projecto Piloto de Combate à Desertificação" da LPN. O uso de lamas de ETAR no combate à Desertificação e na recuperação de solos degradados. Apresentado no Encontro Anual da Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo - Sistemas de Uso da Terra, Ordenamento do Território e Ambiente, na Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, de 5 a 7 de Setembro.
- Sequeira, E.M., 2004. "Um exemplo português de recuperação da "terra" – Campo Branco" ". Victor Louro (editor)- Desertificação. Sinais, Dinâmicas e Sociedade Instituto Piaget:153- 164.
- Sequeira, E. M., 2006. Fogos Florestais. Causas Históricas e Consequências do Ordenamento. INUAF STUDIA Jornadas "Áreas Ardidas no Algarve, Recuperação Sustentável. Ano 5, suplemento 9: 15-40.
- Sequeira, E.M., 2007. Tecnologias para a recuperação de solos degradados e combate à Desertificação. Resultados preliminares. Apresentado no encontro anual da Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo "O Solo, a Paisagem e o Uso da Terra", 4 a 6 de Julho de 2007. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Sequeira, E.M., 2008. Pasture and fodder cropd as part of High Natural Value farm Systems at Mediterranean dryland agro-ecosystems. Options méditerranéennes. Série A: Seminaires Méditerranéens 79. Sustainable Mediterranean Grasslands and their Multi-Functions. CIHEAM: 17-22.
- Sequeira, E.M. & Alcazar, R., 2009. Programa Castro Verde Sustentável. In Vasconcelos, L; Alho, J. M. & Martins, J. P (Coordenadores) "Cidadãos pelo Ambiente. Conservação da Natureza e da Biodiversidade". Cap III. Projectos Emblemáticos de Conservação da Natureza. 1- Gestão do Território. Edição da Fundação Calouste Gulbenkian. Novos Rumos 5: 35-41
- Sequeira, E. M., 2012. O solo e a necessidade da sua protecção – Grace- Manual do Ambiente. Economia Verde 2020. Desafios e Oportunidades para as Empresas (em Publicação)
- Tavernier et al., 1985. Soil Map of the European Communities. 1:1 000 000. Comission of the European Communities.
- Teixeira, A.J.S., Sequeira, E.M., Lucas, M.D. & Santos, M.J., 1980. Solos arenosos da região Mio-Plio-Plistocénica a Sul do Tejo. I- Características. Micronutrientes totais e extraíveis. *Agronomia lusitana* 40 (1): 41-78.
- Teixeira, R., Domingos, T., Costa, A.P.S.V., Oliveira, R.; Farropas, L, Calouro, F., Barradas, A. & Carneiro, J., 2008a. The Dynamics of soil organic matter accumulation in portuguese grassland soils. Options méditerranéennes. Série A: Seminaires Méditerranéens 79. Sustainable Mediterranean Grasslands and their Multi-Functions. CIHEAM : 41-44.
- Teixeira, R., Domingos, T., Costa, A.P.S.V., Oliveira,R., Farropas, L, Calouro, F., Barradas, A. & Carneiro, J., 2008b. Carbon sequestration in biodiverse sown grasslands. Options méditerranéennes. Série A: Seminaires Méditerranéens 79. Sustainable Mediterranean Grasslands and their Multi-Functions. CIHEAM: 123- 126.

Desarrollo y cooperación en la raya hispano-lusa: lecciones para una mejora de la gobernanza y cooperación transfronteriza

José Manuel del Barrio Aliste

Departamento de Sociología y Comunicación, Universidad de Salamanca, Campus Miguel de Unamuno, Edificio FES 37007, Salamanca, España

josema@usal.es

Resumen

Durante los últimos años, uno de los ámbitos más dinámicos de la cooperación transfronteriza entre España y Portugal ha sido la realización de varios estudios elaborados por equipos de la Universidad de Salamanca, la Universidad de la Beira Interior, la Universidad de Trás-os-Montes y el Instituto Politécnico de Guarda en el marco de distintos convenios de colaboración con las Comunidades Territoriales de Cooperación Provincia de Salamanca, Beira Interior Norte y Duero Superior. El texto ofrece información sobre los siguientes asuntos: 1) los objetivos de los estudios y las metodologías de investigación utilizadas, 2) los diagnósticos que se han realizado y 3) algunas de las medidas estratégicas que se han diseñado. Finalmente, se realiza una reflexión sobre las lecciones que pueden extraerse para la mejora de la gobernanza y la cooperación transfronteriza en la conocida como "Raya hispano-lusa"¹.

1. Introducción

Durante los últimos años, uno de los ámbitos más dinámicos de la cooperación transfronteriza entre España y Portugal ha sido la participación y colaboración de equipos de investigación de Universidades de ambos países en la realización de estudios prospectivos para el desarrollo transfronterizo. En este marco, destacan al menos tres informes elaborados por varios equipos de la Universidad de Salamanca, la Universidad de la Beira Interior, la Universidad de Trás-os-Montes y el Instituto Politécnico de Guarda en el marco de distintos colaboraciones con las Comunidades Territoriales de Cooperación Provincia de Salamanca, Beira Interior Norte y Duero Superior.

Los títulos de los trabajos son muy significativos: (1) *Beira Interior Norte-Provincia de Salamanca. Valorar la historia y conquistar el futuro*², (2) *Frontera y Desarrollo. Fronteira e Desenvolvimento*³ y (3) *Directorio transfronterizo de productores ecológicos y artesanales. Directorio transfronteiriço de produtores biológicos e artesanais*⁴. El texto pretende ofrecer información sobre tres asuntos complementarios: 1) los objetivos de los estudios y las metodologías de investigación que se han utilizado, 2) los diagnósticos más relevantes de los informes que se han realizado y 3) algunas de las medidas y recomendaciones estratégicas que se han diseñado en cada uno de ellos. A partir de la experiencia académica y profesional relacionada con la realización de dichos estudios y con otras experiencias acumuladas durante los últimos años (cursos de veranos, foros, talleres, salidas de

¹ Una versión de este trabajo, de autoría compartida con María Luisa Ibáñez Martínez, se presentó en el IX Coloquio Ibérico de Estudios Rurales (Lisboa, 27 y 28 de julio de 2012).

² Los investigadores han sido los siguientes: de la USAL: José Manuel del Barrio Aliste, María Luisa Ibáñez Martínez; de la UBI: António de Jesus Fernandes de Matos, Alcino Fernando Ferreira Pinto Couto, Isaura Machado dos Reis, Célia Isabel Magalhães Paiva Batista Duarte; del IPG: Constantino Mendes Rei, Ascensão Maria Martins Braga, Maria Manuela dos Santos Natário.

³ Los investigadores han sido los siguientes: de la USAL: José Manuel del Barrio Aliste, María Luisa Ibáñez Martínez; de la UTAD: Alberto Baptista, Francisco Diniz, Artur Fernando Arêde Cristóvão.

⁴ Los investigadores han sido los siguientes: de la USAL: José Manuel del Barrio Aliste, María Luisa Ibáñez Martínez; de la UTAD: Alberto Moreira Baptista, Artur Fernando Arêde Cristóvão, Manuel Luís Tibério, Sónia Maria Fernandez de Abreu; del IPG: Constantino Mendes Rei, Ascensão Maria Martins Braga, Maria Manuela Santos Natário.

campo, etc.), el artículo se complementará con una reflexión sobre las lecciones que pueden extraerse para la mejora de la gobernanza y la cooperación transfronteriza en la conocida como “La Raya hispano-lusa”.

2. Objetivos de los estudios y estrategias de investigación

Los tres estudios citados forman parte de distintas actividades de la Comunidad Territorial de Cooperación Beira Interior Norte y Duero Superior - Provincia de Salamanca. El objetivo principal del estuinformedio *Beira Interior Norte-Provincia de Salamanca. Valorar la historia y conquistar el futuro* ha sido diseñar un proceso sustentado y dinámico de cooperación entre los territorios fronterizos de la Beira Interior Norte y Salamanca. Asimismo, con este estudio se pretendía realizar un diagnóstico prospectivo de esta región que integrase e identificase algunos proyectos y medidas estratégicas de cooperación entre Portugal y España. Al mismo tiempo, se pretendía identificar los factores explicativos de las dinámicas de desarrollo económico y social y elaborar un Índice de Desarrollo Socioeconómico de los municipios y comarcas analizados.

La metodología de este proyecto tenía un carácter cuantitativo y cualitativo apoyado en la recogida y tratamiento de información estadística y documental, por lo que fue efectuado un levantamiento de estudios elaborados por diversas instituciones y organismos sobre la región de estudio, así como de otra información considerada relevante. Estos datos fueron complementados y articulados con la información proporcionada por los grupos de discusión integrados por actores sociales con perfiles diferenciados, permitiendo contar con diversos actores comprometidos con el desarrollo de la zona de estudio.

Por su parte, el objetivo del informe *Frontera y Desarrollo. Fronteira e Desenvolvimento* ha sido realizar un diagnóstico prospectivo de las comarcas agrarias de Salamanca y de los concelhos próximos a la Asociación de Municipios del Douro Superior de Fines Específicos (AMDSFE). En algunos apartados, sin embargo, la información de Portugal hacía referencia al distrito de Bragança y también al concelho de Vila Nova de Foz Côa, integrado en el distrito de Guarda.

El trabajo se ha ajustado lo máximo posible al proyecto que figuraba en el convenio de colaboración entre la Diputación de Salamanca y la Universidad de Salamanca. El informe final incluía los siguientes temas: 1) revisión bibliográfica de estudios efectuados sobre Tras-os-Montes y Alto Duero y la provincia de Salamanca; 2) caracterización sociodemográfica del territorio; 3) Índice de Desarrollo Económico y Social; 4) análisis de los actores del territorio y sus dinámicas; y 5) diagnóstico prospectivo: fragilidades, potencialidades y medidas o acciones de intervención para fomentar el desarrollo y la cooperación transfronteriza.

Para este proyecto, el equipo de investigación utilizó una metodología cuantitativa y cualitativa apoyada en las siguientes técnicas de investigación complementarias:

- *Fuentes documentales.* Se ha hecho un análisis de contenido de los estudios, investigaciones e informes técnicos relacionados, directa o indirectamente, con ambos territorios. Los diferentes estudios se presentan agrupados en cinco áreas: estudios demográficos; estudios del territorio y transfronterizos; estudios socio-económicos; estudios sobre el espacio rural; y otros estudios.
- *Fuentes estadísticas.* Se ha efectuado una explotación estadística de las principales fuentes demográficas, sociales, económicas, ambientales, etc., que proporcionan variables e indicadores comunes o similares de ambos territorios. Esta tarea no ha sido fácil debido, entre otras razones, a los inconvenientes y problemas que aún existen por no disponer de bases de datos semejantes en ambas zonas fronterizas. El “efecto frontera” también alcanza las cuestiones metodológicas.
- *Grupos de Trabajo.* Se han realizado ocho grupos de trabajo (cuatro en el Alto Duero y otros cuatro en la Comarca Agraria de Vitigudino). De manera intencionada se ha optado por restringir el ámbito de análisis a los territorios fronterizos con la intención de focalizar el análisis económico y social en dos zonas rayanas, que, como se verá a continuación, aún no han conseguido romper las consecuencias del “efecto frontera”.
- *Jornada Transfronteriza.* Las primeras conclusiones del estudio fueron contrastadas y discutidas en una jornada de carácter transfronterizo, celebrada el 4 de diciembre de 2006

en Torre de Moncorvo, en la que participaron actores locales relevantes de ambos territorios: alcaldes, gestores de programas de desarrollo, empresarios, profesionales y técnicos de instituciones públicas, equipo de investigación, etc. La jornada sirvió para verificar la información obtenida en la explotación de las fuentes estadísticas y en los grupos de trabajo y, al mismo tiempo, fundamentar y justificar las propuestas y las recomendaciones prácticas que se detallan en el capítulo final.

Finalmente, la elaboración del *Directorio de Productores Ecológicos y Artesanales en la provincia de Salamanca, Beira Interior Norte y el Duero Superior* se ha realizado dentro del convenio de colaboración entre la Diputación de Salamanca y la Universidad de Salamanca. El informe incorporaba los siguientes núcleos temáticos: 1) caracterización y diagnóstico territorial integrado de la región de estudio: provincia de Salamanca, Beira Interior Norte y Duero Superior; 2) definición y caracterización territorial de la producción ecológica; 3) definición y caracterización territorial de los productos tradicionales de calidad y de la producción artesana; 4) características y sectores preferentes de la producción ecológica; 5) características y sectores preferentes de la producción artesanal; 6) fichas de productores ecológicos en los tres territorios; 7) fichas de productores artesanales en los tres territorios.

Para llevar a cabo estas tareas, el equipo de investigación utilizó una metodología cuantitativa y cualitativa apoyada en las siguientes técnicas de investigación complementarias:

- *Fuentes documentales y estadísticas.* Se ha hecho un análisis de contenido de los estudios, investigaciones e informes técnicos relacionados, directa o indirectamente, con los tres territorios. Además, se ha efectuado una explotación estadística de las algunas fuentes demográficas, sociales, económicas, etc., que proporcionan variables e indicadores comunes o similares de los territorios.
- *Entrevistas y visitas de campo.* Se han realizado entrevistas a los productores ecológicos y artesanales en los tres territorios y se han visitado, en la mayoría de los casos, las empresas in situ. Las características y los perfiles de las entrevistas han estado condicionadas por las fuentes y las existencia o inexistencia, en algunos casos, de registros oficiales de, sobre todo, las actividades artesanales.

3. Los diagnósticos más relevantes

Los estudios elaborados por diversas instituciones relacionadas con el desarrollo de la Beira Interior Norte, Trás-os-Montes y el Alto Duero y la provincia de Salamanca destacan que: 1) las zonas, en su conjunto, han perdido población, 2) las áreas rurales siguen expulsando población hacia las ciudades, hacia los concelhos más próximos o, en el caso portugués, también hacia el litoral, 3) las actividades conectadas al sector agrario tienen una importancia considerable y se ha asistido a grandes cambios, tanto en la utilización de los factores de producción como en un refuerzo y una mayor especialización en algunos productos, y 4) estamos ante dos territorios desfavorecidos y deprimidos, debido a su situación periférica, tanto geográfica como política.

Los estudios de diagnóstico han dado origen a propuestas estratégicas para el desarrollo de las dos regiones centradas sobre todo en el fortalecimiento de la cohesión territorial, la valoración del papel de las ciudades, la estimulación de la capacidad empresarial, la mejora de las condiciones de acceso de la economía rural a niveles más elevados de ingreso y, en definitiva, las estrategias a adoptar en términos de inversión pública y de utilización y organización del territorio.

En el caso del estudio *Beira Interior Norte-Provincia de Salamanca. Valorar la historia y conquistar el futuro*, se confirma que la región, localizada en la periferia de Portugal y España, ocupa un área de aproximadamente 16,5 mil km², de los cuales tres cuartas partes pertenecen a la provincia de Salamanca. Con una población aproximada de 460 mil habitantes (115 mil portugueses y 345 mil españoles) es considerado un territorio de baja densidad poblacional (28 habitantes por km²). Esta región adquiere una posición central en el eje atlántico (litoral portugués) y los polos de desarrollo ibéricos (Madrid, Lisboa), aportando nuevas oportunidades para un territorio que tiene en sus recursos naturales y patrimoniales elementos estratégicos para el relanzamiento de un proceso de desarrollo sostenible.

Asimismo, la región presenta una hoja de debilidades explicadas, entre otros factores, por un lado, por los problemas estructurales como, por ejemplo, la despoblación y la debilidad del sistema

J. del Barrio Aliste

urbano, el envejecimiento demográfico o la fragilidad del tejido económico y social y, por otro lado, la dificultad de articulación político institucional entre las entidades públicas portuguesas y españolas.

Por su parte, las conclusiones más importantes que pueden extraerse del informe *Frontera y Desarrollo. Fronteira e Desenvolvimento* son las siguientes:

- La investigación ha confirmado problemas estructurales en materia de despoblamiento, de envejecimiento de la población, de incremento de los índices de dependencia, de fragilidad del tejido económico, de déficit de redes de comunicación, aspectos que, de manera entrelazada, comportan dificultades añadidas para fomentar o apoyar un desarrollo sostenible. Pero también se ha detectado que existe una gran heterogeneidad y diferenciación económica y social cuando se comparan los concelhos de Tras-os-Montes y Duero y las comarcas de la provincia de Salamanca. Y se ha probado, además, que tanto los concelhos como las comarcas fronterizas tienen unos índices de desarrollo inferiores a la media de la región, demostrándose, una vez más, la vigencia del "efecto frontera".
- Asimismo, se ha podido verificar que el tejido empresarial se encuentra excesivamente fragmentado, con bajo nivel de cooperación, con fragilidades en las esferas organizativa, tecnológica y comercial y dificultades para añadir valor a través de un mayor grado de transformación. Con los datos disponibles no se puede asegurar que las asociaciones empresariales estén trabajando o funcionando en red. La combinación de estas condiciones no favorece, por tanto, el desarrollo de la región.
- Asimismo, se ha probado la existencia de una gran heterogeneidad y diferenciación económica y social cuando se comparan los concelhos de Tras-os-Montes y Duero y las comarcas de Salamanca. La provincia de Salamanca presenta un valor medio para el Índice de Desarrollo Económico y Social (IDES) de 0,5120 (sobre un máximo de 1), que es ligeramente superior al conjunto del territorio de análisis; por su parte, las unidades territoriales de Portugal presentan un valor medio para el IDES de 0,4768, que es inferior al valor medio encontrado para Alto Tras-os-Montes y Duero – Provincia de Salamanca. El IDES ha demostrado también que tanto los concelhos como las comarcas fronterizas tienen unos índices de desarrollo inferiores a la media de la región, demostrándose, una vez más, la vigencia del "efecto frontera".
- El estudio de la dinámica de los actores del territorio ha permitido verificar que la estructura empresarial es mayoritariamente de pequeña dimensión, ya que más del 90% de las empresas en los dos territorios tienen menos de 10 trabajadores. El tejido empresarial se encuentra excesivamente fragmentado, con bajo nivel de cooperación, con fragilidades en las esferas organizativa, tecnológica y comercial y dificultades para añadir valor a través de un mayor grado de transformación.
- Con los datos disponibles no se puede asegurar que las asociaciones empresariales estén trabajando o funcionando en red, con lo que se estarían frenando o debilitando los beneficios del capital social. La debilidad del tejido empresarial se explica también por la escasa implicación y colaboración de las administraciones públicas en el desarrollo del territorio y por las deficiencias que se observan en el trabajo de los técnicos y profesionales relacionados con el asesoramiento empresarial o la gestión de los programas de desarrollo.
- Las políticas públicas realizadas por las diferentes administraciones públicas en el mismo territorio se caracterizan, por regla general, por una cierta desarticulación entre sí, siendo, en ocasiones, contradictorias. Es notorio y significativo el volumen de inversión pública y fondos comunitarios durante los últimos años, que se ha traducido sobre todo en una mejora de las condiciones de vida a través de inversiones en infraestructuras básicas. Sin embargo, las políticas públicas no han tenido en cuenta las especificidades del tejido empresarial. Además, en muchas ocasiones, los actores locales reconocen que las ayudas públicas han sido mal empleadas, no han fijado población y no han dinamizado la zona, reconociéndose también que el proceso de adjudicación de ayudas y subvenciones es lento, tedioso y demasiado burocratizado.
- Existe, en teoría, un gran número de asociaciones y organizaciones sociales en el territorio objeto de estudio. Muchas de estas organizaciones recogen alternativas concretas de desarrollo y su base es el territorio; sin embargo, no está claro que su intervención forme

parte de una lógica de "territorio-proyecto". En realidad, muchas actúan con relativo aislamiento y con intervenciones puntuales o sectoriales. Además, la participación de los ciudadanos y de las comunidades locales en la dinamización del territorio es difícil de concretar, ya que cada vez es más difícil encontrar personas disponibles que deseen asumir compromisos y funciones de liderazgo en su comunidad.

- Finalmente, se ha confirmado que la cooperación transfronteriza es escasa y la frontera sigue existiendo. Se dan, no obstante, acciones puntuales comerciales (ferias, compras, actividades deportivas) y existen buenas relaciones entre los grupos de acción local, aunque no es lo habitual entre la gente de la zona. Además, la penetración de productos españoles es muy superior, siendo percibida como una amenaza para los comerciantes y empresarios portugueses

Y por lo que respecta al *Directorio transfronterizo de productores ecológicos y artesanales. Directorio transfronteiriço de produtores biológicos e artesanais*, se ha detectado que existen muchos problemas asociados con la comercialización de los productos biológicos que necesitan de análisis y resolución. Sin embargo, dada la naturaleza de la región y sus potencialidades, existe un amplio margen de expansión de este tipo de agricultura, en especial los frutales en La Sierra y Las Arribes del Duero, los vinos en Las Arribes, el aceite de oliva en La Sierra y Vitigudino, las cerezas en la Sierra de Francia, el queso en Las Arribes del Duero, la producción animal de carne de raza bovina Morucha, la ternera charra o las carnes curadas o transformadas (lomos, chorizos, salchichones, jamones y paletas obtenidos de cerdos ibéricos sacrificados, despiezados y elaborados en la provincia de Salamanca).

4. Las recomendaciones prácticas

En todos los estudios citados se han propuesto medidas prácticas para la acción teniendo muy en cuenta los resultados obtenidos en los diagnósticos previos.

En el caso del estudio *Beira Interior Norte-Provincia de Salamanca. Valorar la historia y conquistar el futuro*, el ejercicio de diagnóstico permitió identificar ocho áreas sectoriales estructurantes: población, salud, educación y formación, investigación y tecnología, agro-forestal, turismo y medio ambiente, empresas e infraestructuras y movilidad física, y cinco dimensiones estratégicas: idea(s) movilizadora(s), capacitación institucional, reflexión estratégica, plataformas virtuales y marketing territorial.

Este vasto conjunto de medidas para la región transfronteriza, resultado de la amplia discusión sobre el estado de la economía regional y las formas de su revitalización, tenía subyacentes dos presupuestos fundamentales: por un lado, la necesidad de movilizar a los agentes dispersos y con experiencias positivas (muchas de las veces no divulgadas) en los más variados niveles de intervención, y, por otro, las medidas a implementar tienen que ser reconocidas por los agentes como suyas, esto es, la concepción y el modo de implementación tienen que resultar un trabajo de equipo y sólo así podrán obtenerse resultados positivos, o sea, la revitalización económica y social de BIN-Salamanca. El desarrollo resulta así un proceso inclusivo e integrador de voluntades y saberes.

Por su parte, son varias las lecciones que se pueden obtener del estudio *Frontera y Desarrollo. Fronteira e Desenvolvimento*. No obstante, todas se pueden resumir en una: es imprescindible tener muy en cuenta la diversidad territorial de la zona, la vigencia del "efecto frontera" y, sobre todo, las debilidades del capital humano y social a la hora de plantear estrategias de intervención carácter transversal por parte de las instituciones (locales, regionales, nacionales y europeas) responsables de diseñar y ejecutar las políticas públicas de desarrollo en el territorio objeto de esta investigación.

Se recomienda, no obstante, aprovechar las oportunidades y puntos fuertes del territorio, como por ejemplo: 1) los recursos endógenos ligados al paisaje, la naturaleza, el patrimonio y el turismo; 2) el Duero como Patrimonio de la Humanidad; 3) la ligera revitalización demográfica que se observa en los centros urbanos de pequeña y media dimensión; 4) los porcentajes de población con enseñanza superior en la provincia de Salamanca; 5) las conexiones con Europa Central y del Norte a través de las vías de comunicación que cruzan ambas regiones; 6) las plataformas logísticas; 7) los productos agroalimentarios; y 8) las posibilidades que brindan los servicios de proximidad dirigidos a la satisfacción de necesidades de grupos de población (sobre todo de los mayores).

La cultura empresarial, de cara a la constitución de nuevas empresas, necesita ser estimulada. Es necesario que las instituciones de enseñanza superior introduzcan en sus currículos asignaturas o seminarios sobre cultura empresarial. Los estímulos hacia la constitución de nuevas empresas es, además, una de las áreas donde hay un largo camino por recorrer. Para resolver estos retos, las empresas y las organizaciones empresariales deben trabajar de manera más coordinada, entre sí y con otros actores locales, con el fin de aprovechar las ventajas del capital social.

En este estudio se destaca también que sería muy recomendable diseñar políticas públicas específicas para el nordeste transmontano y la zona oeste salmantina con un contenido transversal, transfronterizo y con medidas complementarias que tuvieran en cuenta -además de las ya citadas- acciones concretas que contribuyeran a alcanzar los siguientes objetivos: 1) fomentar y valorar los recursos endógenos del territorio, 2) incrementar la formación del capital humano, 3) optimizar el capital social y 4) mejorar las infraestructuras viarias de conexión a nivel interno y entre las zonas transfronterizas. Para concretar las medidas sería necesario diseñar un proceso de participación social e institucional de carácter multisectorial que recogiera las opiniones de los actores locales más relevantes. Y para este proceso sería básico contar además con la participación y la implicación directa -no sólo durante la elaboración del programa de desarrollo sino también durante su gestión- de los profesionales y técnicos que tienen como principal tarea la promoción y dinamización del territorio.

Finalmente, en el *Directorio transfronterizo de productores ecológicos y artesanales. Directorio transfronterizo de produtores biológicos e artesanais* no se enumeraban recomendaciones prácticas para la acción debido a que uno figuraba entre sus objetivos. Sí se incluyeron, sin embargo, varios anexos con la reglamentación comunitaria, española, portuguesa y castellano y leonesa en materia de producción ecológica y artesanal, una recopilación muy básica de algunas direcciones de interés relacionadas con las materias de este informe y, en último lugar, una breve recopilación bibliográfica de algunos títulos (estudios, informes, etc.) que se han preocupado por estas cuestiones y que afectan, directa o indirectamente, a los territorios analizados.

5. Algunas reflexiones para la mejora de la gobernanza y la cooperación transfronteriza

Los estudios que se han presentado han confirmado problemas estructurales en materia de despoblamiento, de envejecimiento de la población, de incremento de los índices de dependencia, de fragilidad del tejido económico, de déficit de redes de comunicación, aspectos que, de manera entrelazada, comportan dificultades añadidas para fomentar o apoyar un desarrollo sostenible. También han detectado que existe una gran heterogeneidad y diferenciación económica y social cuando se comparan los concelhos de Tras-os-Montes y Duero y las comarcas de la provincia de Salamanca. Y se ha probado, además, que tanto los concelhos como las comarcas fronterizas tienen unos índices de desarrollo inferiores a la media de la región, demostrándose, una vez más, la vigencia del "efecto frontera".

Asimismo, se ha podido confirmar que el tejido empresarial se encuentra excesivamente fragmentado, con bajo nivel de cooperación, con fragilidades en las esferas organizativa, tecnológica y comercial y dificultades para añadir valor a través de un mayor grado de transformación. Con los datos disponibles no se puede asegurar que las asociaciones empresariales estén trabajando o funcionando en red. La combinación de estas condiciones no favorece, por tanto, el desarrollo de la región.

Pero la debilidad del tejido empresarial se explica también por la escasa implicación y colaboración de las administraciones públicas en el desarrollo del territorio y por las deficiencias que se observan en el trabajo de los técnicos y profesionales relacionados con el asesoramiento empresarial o la gestión de los programas de desarrollo. Así, por ejemplo, es preciso destacar que, a juicio de algunos actores locales, la población desconoce muchas de las tareas o funciones de los técnicos, a quienes les achacan también que en muchas ocasiones trabajan de manera descoordinada y que deberían vincularse con la zona tratando de apoyar con más intensidad los procesos de desarrollo territorial.

Por tanto, son varias las lecciones que se pueden obtener de estos estudios. No obstante, todas se pueden resumir en una: es imprescindible tener muy en cuenta la diversidad territorial de la zona, la vigencia del "efecto frontera" y, sobre todo, las debilidades del capital humano y social a

hora de plantear estrategias de intervención carácter transversal por parte de las instituciones (locales, regionales, nacionales y europeas) responsables de diseñar y ejecutar las políticas públicas de desarrollo en el territorio objeto de esta investigación.

Al mismo tiempo, no podemos perder de vista que la frontera hispano-portuguesa, la famosa Raya, se encuentra inmersa en una profunda contradicción: mientras que los recursos paisajísticos y medioambientales son enormes, las prácticas culturales "tradicionales" son únicas e irrepetibles y el río Duero sigue ofreciendo unas posibilidades de desarrollo increíbles, es evidente que, al mismo tiempo, nos encontramos en una zona con unos recursos demográficos muy escasos, una estructura económica débil y escasamente competitiva, un capital social que no ha sido capaz de obtener el máximo provecho a la numerosa red de asociaciones que pululan por el territorio y una estructura política y administrativa que está mucho más pendiente de resolver los asuntos particulares de cada municipio que de las cuestiones que puedan tener una dimensión comunitaria o comarcal.

En este marco tan complejo y contradictorio, no es extraño que los habitantes de La Raya compartan sentimientos paradójicos y expresen ideas ambivalentes sobre el presente y, sobre todo, el futuro de "su" territorio. Si muchos de ellos reconocen abiertamente que se encuentran en una zona con muchos recursos y posibilidades de desarrollo, vinculados principalmente a la ganadería o la explotación de los recursos paisajísticos y medioambientales, lo curioso es que la mayoría (especialmente si son jóvenes) exprese abiertamente que entre sus deseos de futuro no se encuentra precisamente permanecer, residir o vivir en La Raya. En el imaginario de los residentes de la zona se encuentra sobre todo una idea: la fuga, o, si se prefiere, la ciudad, que supuestamente brinda muchas más oportunidades de ocio, tiempo libre, trabajo o libertad.

Los discursos de los habitantes de la frontera hispano-portuguesa confirman o, más bien, anticipan un futuro incierto para la supervivencia demográfica, económica y social de La Raya. Algunas personas deducirán que los residentes de esta zona apenas tienen apego y que no sienten el terruño, que "pasan" de las raíces de sus antepasados. Pues bien, si las percepciones de estos ciudadanos se analizan con calma y, sobre todo, desde la distancia, se puede deducir que muchos de ellos simplemente se hacen eco y reproducen los discursos dominantes que han ido interiorizando en sus círculos más próximos, aunque de manera muy especial en la familia, que sigue teniendo un protagonismo muy especial. Casi todo se resume en una frase de una gran trascendencia y un fuerte calado emocional: aquí no hay futuro y, por tanto, las habichuelas deben buscarse en otras latitudes.

Las circunstancias de la emigración siguen pesando como una losa y están condicionando muchos de los esfuerzos que se han realizado durante los últimos años en la frontera hispano-lusa con el fin de invertir las tendencias demográficas del pasado. Debe reconocerse que los sucesivos programas de cooperación transfronteriza, la gestión de los diferentes programas de desarrollo rural o las iniciativas en materia de gestión de los espacios naturales, entre otros instrumentos de actuación, han marcado un antes y después en las posibilidades de desarrollo de la zona.

Todo ello ha sido suficiente para que los residentes de la frontera hispano-lusa cambien el chip y empiecen a ver "su" territorio como un abanico de nuevas posibilidades y oportunidades de vida? Según parece, no. ¿Qué queda, entonces, por hacer? Entre otras cosas, es fundamental desplegar nuevos recursos y sumar muchas energías que en gran parte dependen de los propios habitantes de la zona.

Por ejemplo, las experiencias acumuladas en los últimos años a través de la realización de diferentes estudios e informes técnicos, de la asistencia a decenas de cursos de verano y conferencias o de las innumerables conversaciones que hemos mantenido con los habitantes de la zona, convergen en dos puntos fundamentales: 1º) no es cierto que La Raya esté condenada al subdesarrollo, como piensan muchos, y 2º) es muy preocupante el desinterés que se observa en algunos representantes municipales y otros actores sociales (técnicos, profesionales, asociaciones, etc.) a la hora de implicarse de manera mucho más activa en la reactivación del territorio.

Que La Raya hispano-lusa no está condenada al subdesarrollo permanente es un hecho incuestionable. Hoy casi nada es natural y mucho menos el supuesto subdesarrollo de una zona. En la frontera existen innumerables iniciativas de desarrollo que se han puesto en marcha durante los últimos años por parte de la iniciativa pública o por empresarios que merecen conocerse y reconocerse. No todo son, sin embargo, parabienes. Convendría reflexionar sobre un hecho que explica, en gran parte, que La Raya no termine de "despegar" o de colocarse (si hablamos en términos económicos) en el lugar o la posición que se merece.

Durante los últimos años, la proliferación de jornadas, talleres, cursos, conferencias, etc., en la zona es un fenómeno fácilmente constatable. Pues bien, en muchos casos es significativa la ausencia de regidores municipales. ¿Es verdad, como creen muchos, que estamos saturados de jornadas de reflexión sobre el desarrollo y la cooperación transfronteriza y lo que faltan son resultados tangibles? Responder "sí" tal vez sea la postura más cómoda; no obstante, la reflexión, el debate y la posibilidad de compartir experiencias de desarrollo con otros actores sociales son ingredientes necesarios e imprescindibles para sacarle el máximo partido a los recursos de una zona. Además, es curioso observar que, en muchos casos, a este tipo de encuentros (jornadas, cursos) no suelen asistir los profesionales que gestionan programas relacionados con el desarrollo y el bienestar de la población: médicos, profesores, trabajadores sociales o agentes de desarrollo.

Todas las mimbres son imprescindibles para favorecer el desarrollo de La Raya. Por tanto, si cambiamos el chip y actuamos con otros métodos y otras filosofías, es probable que al mismo tiempo se pueda conseguir que los habitantes vean la frontera como un espacio de oportunidades y no como un territorio para la mera supervivencia.

Referencias bibliográficas

- Varios autores (2006). Beira Interior Norte-Provincia de Salamanca. Valorar la historia y conquistar el futuro, Organismo Autónomo de Empleo y Desarrollo Rural, Diputación de Salamanca.
- Varios autores (2007). Frontera y Desarrollo. Fronteira e Desenvolvimento, Diputación de Salamanca y Asociación de Municipios del Duero Superior, Salamanca.
- Varios autores (2008). Directorio transfronterizo de productores ecológicos y artesanales. Directorio transfronteirizo de produtores biolóxicos e artesanais, Organismo Autónomo de Empleo y Desarrollo Rural de la Diputación de Salamanca, Salamanca.

Os solos e a suscetibilidade à desertificação no NE de Portugal

Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca & Luís Nunes

CIMO – Centro de Investigação de Montanha, IPB / ESA, Campus de Santa Apolónia, 5300-253, Bragança

* tomasfig@ipb.pt

Resumo

A mais recente avaliação da suscetibilidade à desertificação do território continental português (2011) revela um acréscimo da extensão das áreas suscetíveis relativamente à avaliação anterior. Para além disso, a Região Norte de Portugal, cuja imagem não é comumente associada a este problema, apresenta agora uma extensão muito mais expressiva de áreas suscetíveis. Os indicadores de suscetibilidade à desertificação contam com elementos de variada natureza e incluindo os referentes ao solo.

O objetivo deste trabalho é o de analisar o contributo da componente solo para a avaliação da suscetibilidade à desertificação na Região Nordeste de Portugal Continental.

Para tanto, tomou-se como material de base a documentação mais recente relativa à avaliação da suscetibilidade à desertificação em Portugal (Plano de Ação Nacional de Combate à Desertificação, 2011), e a relativa aos solos (Carta de Solos do Nordeste de Portugal, 1991). Desta última, retiveram-se as características dos solos e os atributos da terra pertinentes para a avaliação do estado de degradação dos solos (espessura do solo, pedregosidade, armazenamento de água no solo, risco potencial de erosão e aptidão da terra), ao nível da unidade cartográfica, analisando-se as relações entre estes elementos, e ordenaram-se as unidades cartográficas de acordo com o estado de degradação dos solos, associando-lhes indicadores de localização espacial (litologia, declive, zona climática). Esta informação foi cruzada com a das cartas relativas à avaliação da suscetibilidade à desertificação, designadamente a do índice de aridez.

Os resultados da análise permitem concluir que, embora às áreas de mais evidente estado de degradação dos solos corresponda também elevada suscetibilidade à desertificação, essas mesmas condições verificam-se igualmente fora das áreas declaradas como suscetíveis à desertificação, mostrando, por um lado, que o principal determinante desta suscetibilidade não é de natureza edáfica mas climática, e, por outro, que a maior atenção deve ser dada às tendências de evolução no uso do solo, no sentido de mitigar ou reverter os efeitos do estado de degradação das terras em todo o território do NE de Portugal.

1. Introdução

O combate à desertificação é um desafio que mobiliza o interesse da comunidade científica e esforços e recursos dos países e das instituições internacionais, de modo articulado após a Conferência do Rio, com a adoção da respetiva Convenção das Nações Unidas. O Estado Português, enquanto signatário da Convenção, está comprometido com a produção de avaliações periódicas que permitam, entre outros aspetos, identificar as áreas de maior suscetibilidade no seu território. Essas avaliações são da responsabilidade do Ponto Focal Nacional de Combate à Desertificação e baseiam-se no Índice de Aridez (IA), um indicador de natureza estritamente climática (PANCD, 2011).

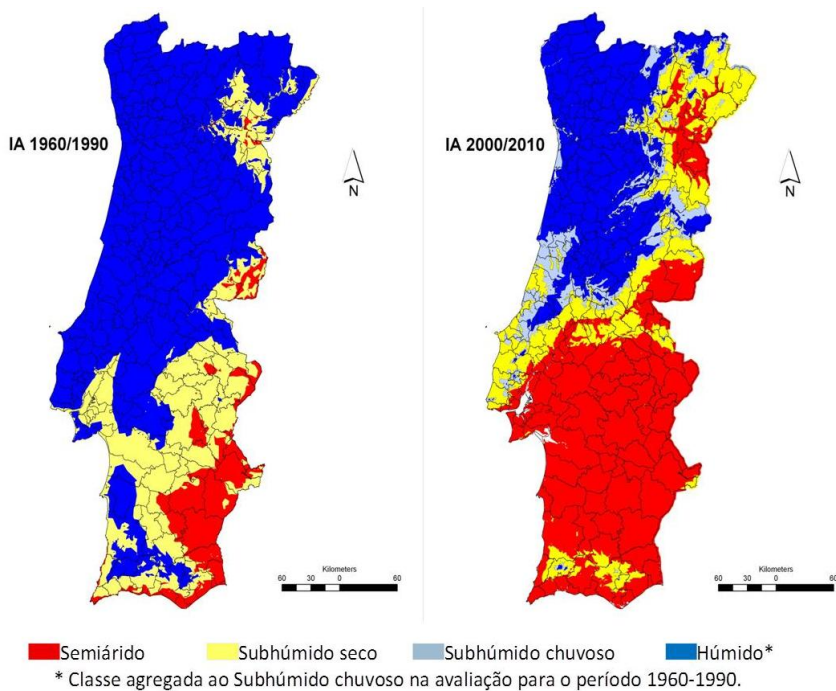


Figura 1: Carta do Índice de Aridez de Portugal Continental (PANCD, 2011): comparação dos valores médios do trinténio de 1960-1990 com os da última década (2000-2010).

A mais recente avaliação da suscetibilidade à desertificação do território continental português revela um acréscimo da extensão das áreas suscetíveis relativamente à avaliação anterior (PANCD, 2011). Na verdade, comparando à distribuição espacial do Índice de Aridez (IA), calculado para a última década, com a do mesmo índice para o trinténio considerado na avaliação precedente, as áreas qualificadas de semiáridas e subhúmidas secas aumentaram mais de 1,7 vezes no Continente (Figura 1). Para além disso, a Região Norte de Portugal, cuja imagem não é comumente associada a este problema, apresenta agora uma extensão muito mais expressiva de áreas suscetíveis.

Embora o indicador de referência, como se disse, seja o Índice de Aridez, a avaliação da suscetibilidade à desertificação conta com outros elementos de variada natureza (Figura 2). De facto, e considerando apenas a componente biofísica do processo, de resto a referencial nas avaliações, outros indicadores são também contemplados, designadamente os baseados no Solo, na Vegetação e no Uso do solo. E tal é forçoso tendo em conta a complexidade dos processos de desertificação, assumindo o solo um papel central para a sua compreensão e para o desenho de medidas para o seu controlo, seja pelas propriedades intrínsecas, seja pelas qualidades que determinam capacidade de sustentar biomassa produtiva, seja ainda pelas práticas e modelos de uso que condicionam essa capacidade. Na verdade, a degradação dos solos, definida como a redução da capacidade de, com qualidade e de modo sustentável, prestar serviços ecossistémicos (entre os quais prevalece o desenvolvimento vegetal produtivo), é parte integrante dos processos de desertificação.

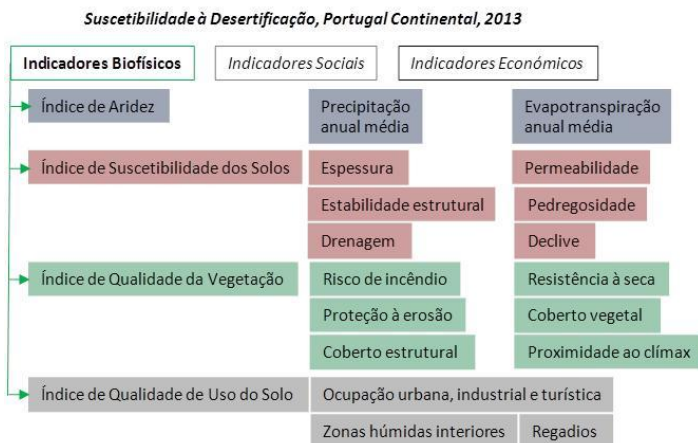


Figura 2: Indicadores de suscetibilidade à desertificação (adaptado de PANCD, 2011).

No NE de Portugal, a degradação dos solos deve-se fundamentalmente a processos erosivos, resultantes das condições geomorfológicas prevaletentes, os quais são acelerados pela persistência de desajustes de modelos e práticas no uso da terra, tal como, de resto, se verifica também por todo o País (Coelho, 2006). A Carta dos Solos do Nordeste de Portugal (Agroconsultores e Coba, 1991) faz referência à extensão das áreas de solos degradados, situando-a em 60 % do território.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é de analisar o contributo da componente solo para a avaliação da suscetibilidade à desertificação na Região Nordeste de Portugal Continental, tomando como ponto de partida para o exercício desenvolvido, o alerta que a mais recente avaliação da suscetibilidade à desertificação levanta.

2. Metodologia

2.1. Área de estudo, informação de base, unidade de análise

Toma-se como referência para este trabalho a condição correspondente à avaliação de 2000/2010, da Carta do Índice de Aridez de Portugal Continental (PANCD, 2011). A extensão deste período tem-se por significativa do ponto de vista das médias que produz, sendo especialmente interessante explorá-la por representar uma mudança também ela significativa na distribuição espacial do IA, quando comparada com a condição representada pelos valores do trinténio de 1960-1990. Por outro lado, tratando-se de processos cuja dinâmica por esta via se torna evidente, preferiu-se a condição que pode ser assumida como a atual.

A Carta baseia-se no Índice de Aridez (IA), calculado como a razão entre os valores médios anuais (mm) da Precipitação (P) e os da Evapotranspiração potencial (ETP), estimada pelo método de Penman, sendo o clima classificado de acordo com este índice em (UNEP, 1992): Árido ($IA < 0,2$), Semiárido ($0,2 < IA < 0,5$), Subhúmido seco ($0,5 < IA < 0,65$), Subhúmido chuvoso ($0,65 < IA < 1$), Húmido ($IA > 1$). A classe de clima árido não se encontra representada.

Considerou-se como área de estudo o território cartografado nas Cartas de Solos, de Aptidão da Terra e do Uso Atual da Terra do Nordeste de Portugal, 1:100 000 (Agroconsultores e Coba, 1991), abrangendo uma superfície de cerca de 1309 mil ha. As unidades cartográficas representadas nestas cartas são de dois tipos: Solos e Aptidão da Terra, por um lado, e Uso Atual da Terra por outro. As primeiras agregam associações de unidades pedológicas classificadas de acordo com a legenda da

FAO/UNESCO (1987), distinguidas pela unidade solo (ou conjunto restrito de unidades) dominante e pelas unidades solo subdominantes, caracterizada também pelas condições climáticas, de relevo e de litologia, aí prevalentes. Um esquema de avaliação de terras especificamente delineado e aplicado tomando todos esses elementos, bem como os requisitos de uso, produziu a carta de aptidão da terra para usos agrários, distinguindo, ao nível da unidade cartográfica (coincidente com a da carta de solos) as terras com aptidão elevada, moderada, marginal ou nula para cada um dos usos: agricultura, pastagem melhorada e floresta. As unidades cartográficas da Carta de Uso Atual da Terra representam, isoladas ou em associação, as seguintes categorias de ocupação agrária dos solos, com carácter dominante, subdominante ou residual, com base em levantamento aerofotográfico de 1988: culturas arvenses, culturas permanentes, pastagem, matas e florestas, exploração mista e incultos. Em resultado de trabalhos anteriores (designadamente Araújo et al., 2004), estes elementos, bem como as versões digitais das Cartas estão integrados em SIG e constituíram a base de informação sobre Solos, Aptidão e Uso Atual da Terra tratada aqui.

Tomou-se o Concelho como unidade espacial de análise, uma vez que corresponde à dimensão mínima da divisão administrativa dotada de instrumentos de gestão e planeamento do território e seus recursos. Foi utilizada a Carta Administrativa de Portugal em versão digital, integrada em SIG.

2.2. Classificação dos Concelhos quanto à suscetibilidade à desertificação

Foi avaliada para cada Concelho a distribuição da área das classes de IA aí representadas, determinando-se a respetiva classe de IA mediana. Com essa distribuição e com os valores médios do intervalo de cada classe de IA, calculou-se para cada Concelho o respetivo IA médio ponderado.

A classificação dos Concelhos considerou os seguintes critérios: o valor do IA médio, a proporção da classe de IA relevante em cada caso e classe mediana de IA, o que se mostra na tabela inserta na Figura 3, em baixo (ver fim de Material e Métodos), juntamente com a simbologia de representação cartográfica adotada. Foram assim geradas 7 classes de suscetibilidade à desertificação, com as designações extremas de muito severa ($IA < 0,5$ e "semiárido" como classe mediana de IA) e de nula ($IA > 1$ e apenas representação das classes de IA "Subúmido chuvoso" e / ou "Húmido"). Rotularam-se as classes de suscetibilidade à desertificação em elevada e muito elevada para IA médio menor que 0,5, de moderada e moderadamente elevada para IA médio entre 0,5 e 1, e de baixa, muito baixa e nula para IA médio maior que 1, assim definindo 3 grandes domínios de suscetibilidade à desertificação no NE de Portugal.

Os Concelhos foram classificados de acordo com estes critérios e identificam-se na tabela inserta na Figura 3, à direita, e a distribuição regional das classes e dos domínios de suscetibilidade está representada na carta da mesma Figura.

2.3. Classificação do grau e risco de degradação do solo

A degradação do solo foi classificada ao nível da unidade cartográfica de Solos e de Aptidão da Terra, tomando como elementos e critérios de classificação, respetivamente, atributos da terra tidos por pertinentes e a definição de classes críticas desses atributos, considerados isoladamente ou em combinação. Antes disso, porém, e tendo em conta a dinâmica dos processos envolvidos, distinguiu-se risco de grau ou estado de degradação do solo, assumindo que a efetiva realização do potencial que estabelece o risco se traduz em degradação dos solos, graduável de acordo com as evidências que os atributos da terra podem refletir dessa realização.

Como atributos da terra relevantes consideraram-se: Espessura útil, Pedregosidade, Risco de erosão potencial, Carência potencial de água no solo. Estes atributos representam, de modo explícito ou implícito, o conjunto de índices a ter em conta na definição da suscetibilidade à desertificação, na componente solo (ver Figura 2), com a exclusão da Drenagem, não relevante numa região dominada por fisiografia ondulada a acidentada, e a inclusão da Carência de água, justificável pelo significado para o processo (de resto também assumida nos índices de suscetibilidade à desertificação, na componente vegetação, aqui como efetiva e não como potencial; Figura 2).

Para a classificação destes atributos da terra assumiu-se o estabelecido na Carta de Aptidão da Terra do NE de Portugal (Agroconsultores e Coba, 1991), introduzindo todavia adaptações no caso da Espessura útil do solo e, no caso da Pedregosidade, adotando a classificação proposta por

Figueiredo (2001) e Figueiredo (2012). No primeiro caso, houve que distinguir o grupo dos Leptosolos não líticos (> 10 cm) os de espessura superior e inferior a 30 cm, uma vez que na legenda da FAO/UNESCO (1987) adotada em Agroconsultores e Coba, 1991), o limite de espessura dos Leptosolos era de 50 cm. Para tanto, recorreu-se às descrições das unidades solo, verificando-se que a divisão entre sub-unidades de órticos e cambicos permitia com fiabilidade fazer essa distinção.

As classes críticas de cada um dos atributos indicados acima são definidas por Espessura útil do solo menor que 30 cm, Risco de erosão potencial severo e muito severo, Pedregosidade elevada e muito elevada (mais de 30 % em volume de elementos grosseiros no horizonte superficial do solo), Carência de água no solo severa e muito severa (durante mais de 4 meses por ano). A combinação de atributos com classe crítica que permitiu definir as classes de risco e grau de degradação do solo são mostradas no Quadro 1.

QUADRO 1: Critérios para o estabelecimento das Classes de Risco e Grau de Degradação do Solo no NE de Portugal.

Classes de risco e grau de degradação do solo		Limitações ao uso da terra e classes críticas adotadas		
		Risco de erosão potencial <i>Severo e maior</i>	Espessura útil do solo <i>Baixa¹</i>	Pedregosidade superficial do solo <i>Elevada e maior²</i>
Risco	Moderado a mínimo	V		
	Elevado			
Grau	Severo	V	V	V
	Muito severo	V	V	
	Máximo	V	V	

1 – Menor que 30 cm; 2 – Maior que 30% de elementos grosseiros em volume.

Tomou-se o limiar dos 30 cm de espessura como crítico porquanto reflete condições de evolução dos solos limitadoras do desenvolvimento do seu perfil, o que, no quadro regional se associa a condições morfogenéticas ativas, designadamente processos de erosão hídrica em vertente, cuja expressão é ampliada pelas condições de uso da terra. Por outro lado, tal espessura é fortemente limitadora do desenvolvimento de biomassa vegetal, condição básica para a avaliação do estado ou grau de degradação dos solos. As unidades cartográficas com classe crítica neste atributo foram por isso consideradas com grau de degradação severo. Quando a esta condição, se associa classes de risco de erosão potencial elevado e muito elevado, considera-se que o grau de degradação é acrescido porque os processos conducentes à situação crítica definida pelo atributo espessura útil podem persistir (grau de degradação muito severo). Essas condições têm expressão considerada extrema (grau de degradação máximo) quando aos atributos com classes críticas anteriores se associa pedregosidade elevada ou muito elevada, situação em que passa a ser morfologicamente evidente a persistência de processos erosivos, conducentes à degradação dos solos, visto que representa a acumulação residual de elementos grosseiros face à remoção da fração fina da superfície, no quadro regional associável aos processos erosivos de vertente (Agroconsultores e Coba, 1991; Figueiredo, 2001; Figueiredo, 2012).

Dentro das unidades cartográficas classificadas pelos critérios descritos como não degradadas, considerou-se o atributo risco de erosão potencial como definidor das condições de risco de degradação dos solos, dado que a erosão hídrica (aqui avaliada em termos potenciais) é, como se disse, a causa principal de degradação dos solos no quadro regional.

Embora a carência de água no solo fosse tomada como atributo relevante para a definição do grau de degradação dos solos, a análise dos resultados da aplicação dos critérios anteriormente descritos mostrou que esse atributo em nada contribui para a distinção das unidades solo quanto ao seu risco ou grau de degradação. Por esta razão, a carência de água no solo foi liminarmente descartado da análise.

Acrescenta-se que foram ainda considerados, de modo por vezes implícito, tanto no estabelecimento do esquema metodológico aplicado como na interpretação dos resultados, os

contributos de trabalhos anteriores dos autores: Figueiredo (1989), Figueiredo (1990), Figueiredo e Fonseca (1997), Figueiredo e Araújo (1997), Fonseca (2005).

Tomou-se ainda em consideração na análise a Aptidão da Terra para uso agrário, seguindo integralmente o estabelecido em Agroconsultores e Coba (1991). Este elemento caracterizador das unidades cartográficas de solos integra e expressa no seu conjunto, o valor dos atributos da terra nessas unidades e a sua ponderação face ao contexto regional e foi, por isso, tomado como elemento pertinente para a análise.

2.4. Classificação da adequação do uso da terra à sua aptidão

A adequação do uso da terra à sua aptidão foi tomada como critério de avaliação da ameaça ao recurso solo no quadro regional, uma vez que a aptidão representa o seu potencial produtivo. Na verdade, definidas as condições de aptidão da terra pela integração dos seus atributos face aos requisitos de uso, a verificação de tal adequação pode evidenciar condições de sobre-exploração do recurso cuja consequência é forçoso traduzir-se numa degradação do mesmo. Acresce que, este critério se revela adequado à identificação das situações em que risco ou grau de degradação têm condições de persistir, representando pois as tendências de evolução desse processo (progressão, estabilidade, regressão).

Para isso, aplicou-se o estabelecido no Quadro 2 (Figueiredo, 2013), onde, cruzando classes de aptidão da terra com classes de uso, se definem as classes de adequação em uso adequado, sobre-exploração e sub-exploração da terra, nestes casos separando a condição moderada da extrema. Estas classes baseiam-se no princípio de que a um uso exigente em recursos deve corresponder maior disponibilidade desses recursos, sem o que se verifica a sobre-exploração; pelo contrário, a sub-exploração caracteriza as situações em que os recursos disponíveis se têm como capazes de suprir necessidades superiores às que o uso exige.

As notas do Quadro 2 mostram que, embora a aptidão agrícola da terra de uma unidade cartográfica seja o primeiro nível de aproximação, são também consideradas a sua aptidão para pastagem e a aptidão florestal, face ao uso a que está sujeita. Apenas se consideraram neste trabalho 3 classes de aptidão e 3 tipos principais de uso, fazendo-se a agregação das classes mais favoráveis de aptidão e dos tipos de uso mais exigentes em termos do recurso solo.

QUADRO 2: Critérios para o estabelecimento das Classes de Adequação do Uso à Aptidão da Terra no NE de Portugal (classes de Aptidão e Tipos Principais de Uso Agrário conforme Agroconsultores e Coba, 1991) (reproduzido de Figueiredo, 2013)

Aptidão Agrícola da Terra	Uso da Terra		
	Agrícola ^a	Florestal	Matos ^b
Elevada ou moderada ^c	Uso adequado	Uso adequado ^d	Sub-exploração excessiva
Marginal	Sobre-exploração moderada ¹	Uso adequado ²	Sub-exploração moderada
Nula	Sobre-exploração severa	Sobre-exploração moderada ³	Uso adequado ⁴

a - Culturas arvenses, Exploração mista circundante das povoações, Culturas permanentes, Uso por Pastagem (Lameiros e Pastagem de altitude); b - Incultos no original; c - Inclui Aptidão agrícola condicionada (áreas de vinha na Região do Douro); d - Sendo Sub-exploração moderada, ao qualificar como Uso adequado acautela a exploração florestal intensiva e acomoda a presente tendência de reorientação do uso da terra de agrícola para florestal.

Nos casos assinalados, a classe altera-se quando, cumpridos os requisitos de classificação da adequação estabelecidos no Quadro, se verificam em acréscimo as seguintes condições:

1 - Aptidão para Pastagem elevada e moderada com Uso por Pastagem - passa a Uso adequado

2 - Aptidão Florestal marginal - passa a Sobre-exploração moderada

3 - Aptidão Florestal elevada ou moderada - passa a Uso adequado

Aptidão Florestal nula - passa a Sobre-exploração severa

4 - Aptidão Florestal elevada ou moderada - passa a Sub-exploração moderada

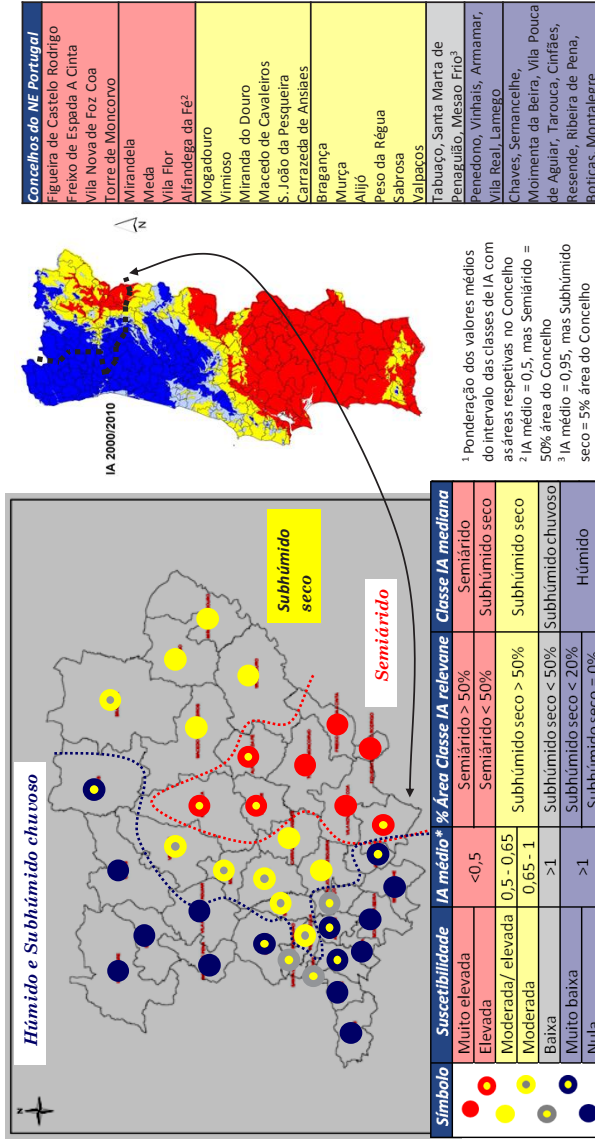


Figura 3: Classes, critérios de classificação e distribuição da suscetibilidade à desertificação no NE Portugal, avaliada por Concelho (base IA, 2000-2010).

3. Resultados e Discussão

3.1. Grau e risco potencial de degradação dos solos

Estima-se que em pouco menos de metade da superfície cartografada do NE de Portugal os solos sofrem de risco severo de degradação ou se encontrem degradados em condições severa a máxima (Figura 4). A classe de risco severo ocupa 9% do território. Os solos degradados correspondem a 38% daquela superfície, sendo de 12% a área afeta à classe de severidade máxima, o que equivale a cerca de 167 mil ha.

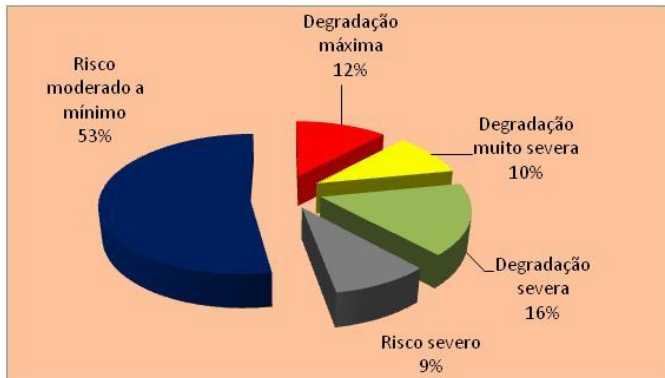


Figura 4: Distribuição percentual da área afeta das classes de grau e risco de degradação dos solos no NE de Portugal.

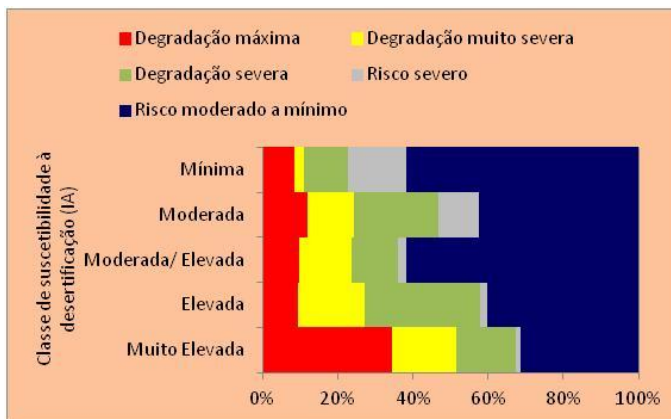


Figura 5: Distribuição percentual da área das classes de risco e grau de degradação dos solos por classe de suscetibilidade à desertificação (IA) no NE de Portugal.

O padrão de distribuição destas classes mostra a tendência para uma extensão crescente dos solos degradados com o aumento da suscetibilidade à desertificação (IA) (Figura 5). De facto, os solos degradados representam 70% da superfície da classe de muito elevada suscetibilidade à desertificação (IA), contra 20% na classe de suscetibilidade mínima. Em contrapartida, a representação das áreas afetadas por risco moderado e mínimo aumentam de 30% para 60% da superfície das respetivas classes que se comparam as áreas de máxima e mínima suscetibilidade à desertificação (IA), embora mesmo nesta última os solos sob risco severo de degradação tenham representação assinalável (cerca de 15%). Também a assinalar de modo vincado é a fração de cerca de 1/3 da superfície da classe de suscetibilidade muito elevada à desertificação (IA) coberta por solos com grau de degradação máximo.

3.2. Os solos mais degradados

Qualificaram-se como os solos mais degradados do NE de Portugal os que cumprem, em simultâneo, os três critérios aqui adotados para a definição do risco e grau de degradação dos solos, classificados como em grau de degradação máxima: solos delgados (espessura útil inferior a 30 cm); risco potencial de erosão severo e muito severo; pedregosidade elevada e muito elevada (mais de 30% de elementos grosseiros, em volume).

Estes solos ocupam na região uma área estimada de 167 mil ha, como já se referiu, e correspondem integralmente a Leptossolos (em razão dos requisitos de espessura útil). Distribuem-se pelas unidades secundárias dísticas (27% da área afeta aos solos mais degradados), êutricas (35%), líticas (12%) e úmbricas (26%). Desenvolvem-se sobre material originário essencialmente de xisto e de granito (¾ da área para os primeiros e ¼ para os segundos), já que os derivados de rochas básicas têm representação residual (Figura 6).

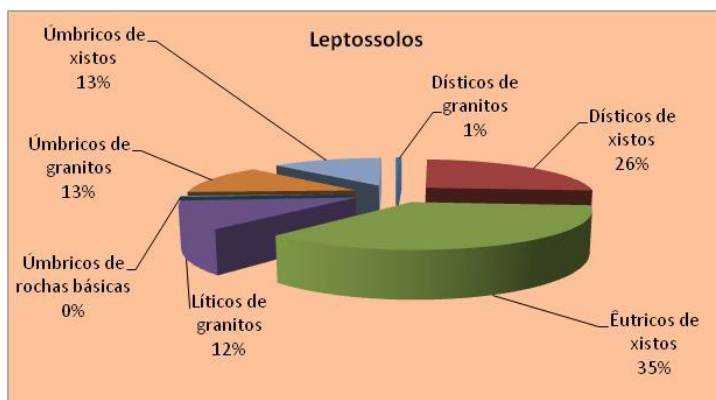


Figura 6: Os solos mais degradados do NE de Portugal: distribuição percentual da área das unidades cartográficas representadas pelas unidades solo dominantes.

Os Leptossolos êutricos de xistos são os de maior representação nesta classe de grau de degradação máxima, ocorrendo em correspondência com as zonas de clima mais quente e seco, regionalmente designadas de Terra Quente. A temperatura média anual supera os 14°C e as precipitações são, em quase toda a área de ocorrência destes solos, inferiores a 600 mm anuais, em média (Agriocultores e Coba, 1991). Assinala-se que o conjunto dos Leptossolos derivados de xistos, dísticos e êutricos, representa 61% da área ocupada por solos em grau de degradação máxima.

Os Leptossolos líticos (solos esqueléticos com rocha dura a menos de 10 cm de profundidade) correspondem à expressão máxima das limitações à pedogénese que neste território subsistem em 12% da área de solos mais degradados, remetidos a manchas de declive acentuado e abundância de

aflorentos rochosos (Agroconsultores e Caba, 1991). Por outro lado, é importante notar a área significativa ocupada por Leptosolos úmbricos (26 %), com teores de matéria orgânica elevados no horizonte superficial, de ocorrência típica em zonas de montanha e da fração ocidental do território. É que, não são estas as áreas de suscetibilidade à desertificação (de acordo com o Índice de Aridez), mas nelas se encontra ¼ da área dos solos mais degradados do NE de Portugal.

3.3. Adequação uso-aptidão da terra

Da aplicação da grelha de critérios apresentada acima resultou na classificação de manchas do território submetidas a uso adequado da terra, sobre-exploradas e sub-exploradas. Uma avaliação da importância relativa dessas manchas é apresentada na Figura 7. Estima-se em quase metade do NE de Portugal a área sujeita a sobre-exploração (46%), estando 15% da área total em sobre-exploração severa, a significar, recorde-se, com utilização agrícola em solos de aptidão nula para esse uso. Pouco mais de ¼ da área, pelo contrário, é sub-explorada no sentido em que o seu uso é menos exigente quanto ao recurso solo do que a aptidão dessas terras permitiria. As terras incultas ocupadas por matos onde a aptidão agrícola é elevada ou moderada, portanto em condições de sub-exploração excessiva, representam ainda assim 6 % da área total.

Os resultados mostram pois profundos desequilíbrios na adequação do uso à aptidão da terra no NE de Portugal, avaliada a esta escala, com apenas pouco mais de ¼ do território sujeito a uso adequado. Proporção muito próxima corresponde a condições de sub-exploração do recurso, representando situações qualificáveis de desperdício do potencial do território para a produção agrícola, enquanto em cerca de 600 mil ha a pressão a que está sujeito o recurso solo traduz-se por requisitos de uso que ultrapassam a sua capacidade de resposta sustentada, medida pela sua aptidão marginal ou nula.

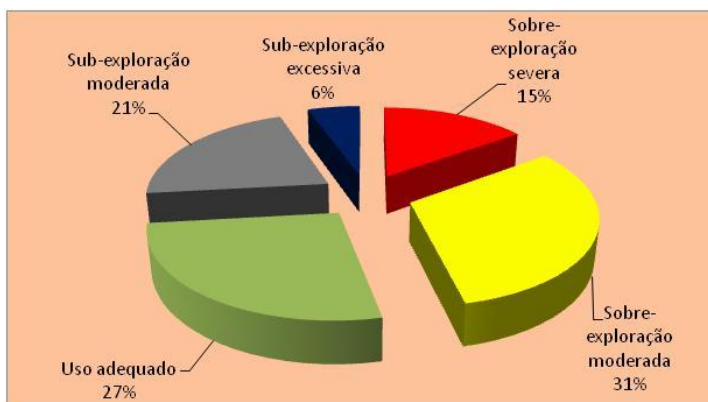


Figura 7: Distribuição percentual da área das classes de adequação do uso da terra à sua aptidão no NE de Portugal.

Esta panorâmica geral da Região apresenta todavia diferenças assinaláveis quando se discriminam as áreas de acordo com o risco e grau de degradação dos solos (Figura 8). A tendência mais evidente é a ocorrência, nos solos em risco ou degradados em menor ou maior grau, de uma representação das áreas em sobre-exploração severa da terra superior à média global, próxima dos 20 % da área total da classe, com exceção da classe de grau de degradação muito severo em que atinge cerca de 40 %, deste modo, indicando um reforço das condições promotoras da degradação dos solos, acentuando o risco potencial e o estado prevalecente. No entanto, é na classe de grau de degradação máxima dos solos que se assinala a maior proporção de áreas de uso adequado da terra (cerca de 40 % da classe), em correspondência com a ocupação por matos de terras de aptidão nula ou marginal para a agricultura. Nas classes de grau de degradação mais acentuado (muito severo e

máximo) também se observa uma muito significativa proporção de áreas submetidas a sub-exploração do recurso solo (cerca de 50 % e mais de 30 % da classe respetiva).

Apesar da tendência assinalada, é de sublinhar que as áreas de risco moderado ou mínimo de degradação são quase 60 % da superfície em condições de sobre-exploração da terra, ocupando as terras sujeitas a uso adequado apenas cerca de 20 %. Estes elementos são tanto mais relevantes quanto a classe de risco moderado ou mínimo representa mais de metade da área regional, ou seja, perto dos 700 mil ha.

Acrescente-se que, nos solos mais degradados do NE de Portugal subsistem condições de sobre-exploração severa da terra em mais de 20 % da área, correspondendo a cerca de 35 mil ha sujeitos à máxima pressão sob o recurso solo (Quadro 3). Todavia, a maior parte da área com solos em grau de degradação máximo tem uso adequado (40 %) ou mesmo sub-exploração da terra (32 %).

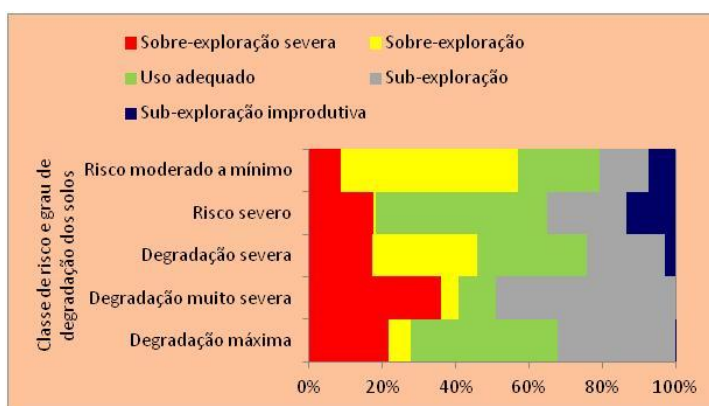


Figura 8: Classes de adequação do uso à aptidão da terra no NE de Portugal: distribuição percentual da área por classes de risco e grau de degradação dos solos.

QUADRO 3: Distribuição percentual da área ocupada pelos solos mais degradados do NE de Portugal, por classes cruzadas de Uso da Terra, de Aptidão Agrícola da Terra e de Adequação Uso-Aptidão

Aptidão agrícola da terra	Uso da terra			Total
	Agricultura	Floresta	Matos	
<i>% área total dos solos mais degradados</i>				
Moderada	0	0	0	0
Marginal	0	12	32	62
Nula	21	6	28	38
Total	21	18	60	100

* Vermelho – Sobre-exploração severa; Amarelo – Sobre-exploração moderada; Verde – Uso adequado; Cinzento – Sub-exploração moderada; Azul – Sub-exploração excessiva.

Por outro lado, as situações de sobre-exploração severa da terra cobrem cerca de 30 % das áreas onde é muito elevada a suscetibilidade à desertificação, definida pelo Índice de Aridez e, tendencialmente, aquela proporção cresce com esta suscetibilidade (Figura 9). Globalmente consideradas as situações de sobre-exploração (moderada e severa) cobrem mais de 60 % da área da respetiva classe de suscetibilidade no caso da moderada / elevada, diminuindo para cerca de 45 % na de muito elevada suscetibilidade. Embora seja portanto assinalável a especial sensibilidade das áreas suscetíveis à desertificação, por via da excessiva pressão sobre o recurso solo em que se traduz a sobre-exploração da terra, também é crescente a proporção de situações de sub-exploração quando se acentua aquela suscetibilidade, mercê da vasta representação dos matos que ocupam as terras de aptidão nula ou marginal na Terra Quente transmontana.

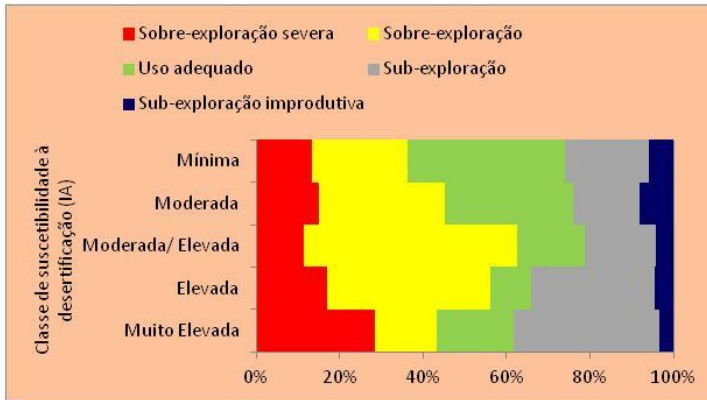


Figura 9: Classes de adequação do uso à aptidão da terra no NE de Portugal: distribuição percentual da área por classes de suscetibilidade à desertificação (IA).

4. Notas finais

Da apresentação e discussão dos resultados deste exercício podem, em síntese, extrair-se as seguintes notas conclusivas:

- Do ponto de vista metodológico, mostra-se que as cartas de aptidão da terra são um instrumento da maior utilidade na avaliação do potencial de degradação dos solos no NE de Portugal, no quadro da avaliação da suscetibilidade à desertificação deste território.
- Para a condição de referência apresentada, a extensão dos territórios degradados é assinalável no NE de Portugal.
- Também em extensão assinalável, prevalecem condições determinantes de progresso de processos de degradação dos solos no NE de Portugal.

Recordando que o exercício apresentado utiliza como a informação sobre o coberto vegetal do solo constante da Carta de Uso Atual da Terra do Nordeste de Portugal (Agroconsultores e Cova, 1991), os resultados levantam ainda um par de interrogações, abaixo formuladas, para cujas respostas se dá aqui também contributo.

1. A evolução recente do coberto vegetal do solo permite estabelecer um cenário conservativo ou de degradação do recurso solo?

As tendências registadas nas últimas décadas mostram uma redução da área agrícola e um aumento das áreas florestal e de matos, que se verificam não apenas à escala de Portugal Continental mas ainda mais acentuadamente na região nordeste (IGP, 2007). Tal aponta para um cenário conservativo, a significar que se verificariam condições menos promotoras da degradação dos solos, contribuindo também e por isso para a desaceleração dos processos de degradação a que se fez referência. Todavia, tais tendências são acompanhadas e serão também consequência do progressivo abandono da agricultura e da redução da população rural, especialmente sentida na faixa interior do Continente (INE, 2011). Com a baixa densidade demográfica prevalente nestas zonas, resultando em controlo social do território ineficaz, onde biomassa combustível se acumula sem limitações, as áreas de matos apresentam-se pois como de elevado risco potencial de incêndio. Deste modo, o aparente cenário conservativo para o recurso solo resultante das tendências na evolução recente do uso da terra tem potencial para se converter em cenário de degradação acelerada dos solos, até pela

distribuição preferencial dos matos pelas áreas marginais declivosas. De resto, esse potencial concretiza-se anualmente, como é sobejamente registado no NE de Portugal (Coelho et al., 1995). A definição de uma estratégia para a gestão dos matos, com políticas específicas dela resultantes, parece faltar no contexto atual, a bem da redução do risco de degradação dos solos, especialmente necessária nas zonas de maior suscetibilidade à desertificação (CIMO, 2009).

2. Os incentivos à adoção de boas práticas em áreas de exploração agrícola e de exploração florestal (agroambientais) têm sido suficientes e eficazes?

Existem múltiplos instrumentos reguladores da atividade agrícola e florestal cujo propósito direto ou indireto incentiva, mediante subvenções aos produtores, a proteção dos solos, sejam os centrados nas práticas ou operações culturais, sejam os centrados nos modelos de produção de mais baixo impacto sobre os recursos naturais (IFADAP; INGA). Pelo seu interesse para a economia das explorações, a sua adoção pode considerar-se generalizada no País, neste sentido configurando a materialização de um esforço muito relevante de reconversão, à escala europeia, de um setor agrícola muitas vezes percecionado como agente primeiro da degradação dos solos.

A verificação no terreno de múltiplos exemplos de continuidade nas práticas e modelos de uso da terra agronomicamente indesejáveis porque promotores da degradação dos solos, abrangendo vastas áreas do Continente e do NE de Portugal, em particular, mostram que ainda se está longe de um nível satisfatório de tradução daqueles incentivos em resultados extensamente observáveis da efetiva realização dos propósitos que os geraram (Coelho, 2006). Por outro lado, embora exista já nesse domínio (e. g. de Graaff et al., 2010), são ainda escassos, mas muito necessários, trabalhos sistemáticos, de âmbito regional ou setorial, de avaliação metódica e integrada dos impactos dos incentivos aplicados.

Referências bibliográficas

- Agroconsultores e Coba 1991. Carta dos Solos do Nordeste de Portugal. PDRITM, UTAD, Vila Real.
- Araújo, J.A.T., Figueiredo, T. de e Castro, J.P. 2004. Sistema de Informação Geográfica da Carta de Solos do Nordeste de Portugal. Poster ao "I Congresso Ibérico da Ciência do Solo", Escola Superior Agrária de Bragança, Junho de 2004.
- CIMO 2009. Novos sistemas para os espaços de montanha – projeto transversal do CIMO. Centro de Investigação de Montanha, Bragança.
- Coelho, C.O.A. 2006. Portugal. In: J. Boardman & J. Poesen (eds.) Soil Erosion in Europe. Wiley, London: 359-367.
- Coelho, C.O.A., Shakesby, R.A., Walsh, R.P.D. 1995. Effects of Forest Fires and Post-fire Land Management Practice on Soil Erosion and Stream Dynamics, Agueda Basin, Portugal. EUR 15689 EN, European Commission, Brussels.
- de Graaff, J., Duarte, F., Fleskens, L. & Figueiredo, T. de 2010. The future of olive groves on sloping land and ex-ante assessment of cross compliance for erosion control. Land Use Policy 27 (1): 33-41.
- FAO/UNESCO, 1987. Soil Map of the World, revised legend. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome.
- Figueiredo, T. de 1989. Estimativa da Erodibilidade em alguns Perfis de Unidades Solo representativos de Trás-os-Montes: 1. Primeira Aproximação. ESA/IPB, Bragança. 16 pp. (policopiado).
- Figueiredo, T. de 1990. Aplicação da Equação Universal de Perda de Solo na estimativa da Erosão Potencial: o caso do Parque Natural de Montesinho. Trabalho apresentado no âmbito de concurso de Provas Públicas para Professor Adjunto. ESA/IPB, Bragança. 87 pp. + Anexos + Cartas.
- Figueiredo, T. de 2001. Pedregosidade e Erosão Hídrica dos Solos em Trás-os-Montes: contributo para a interpretação de registos em vinhas ao alto na Região do Douro. Tese de Doutoramento. UTAD, Vila Real. 283 pp. + anexos.
- Figueiredo, T. d'A. F. R. de 2012. Pedregosidade dos Solos em Trás-os-Montes: importância relativa e distribuição espacial. Série Estudos 83. IPB, Bragança.
- Figueiredo, T. de 2013. Uma panorâmica sobre os recursos pedológicos do Nordeste Transmontano. Série Estudos 84. IPB, Bragança.

- Figueiredo, T. de & Araújo, J. 1997. Acerca da Água Utilizável dos Solos em Trás-os-Montes. Comunicação oral no âmbito da "Série Seminários da Escola Superior Agrária de Bragança", Abril de 1997.
- Figueiredo, T. de & Fonseca, F. 1997. Les sols, les processus d'érosion et l'utilisation de la terre en montagne au Nord-Est du Portugal: Approche cartographique sur quelques zones du Parc Naturel de Montesinho. Réseau Erosion Bulletin 17: 205–217.
- Fonseca, F.M.S. 2005. Técnicas de Preparação do Terreno em Sistemas Florestais: Implicações no Solo e no Comportamento das Plantas. Tese de Doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro .
- IFADAP, extinto (webpage) (www.ifadap.min-agricultura.pt/ifadap/incentivos/ruris/regrasf.html)
- IGP, 2007. COS2007 – Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental 2007. Instituto Geográfico Português, Lisboa.
- INE, 2011. Censos 2011. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa (webpage) (http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos2011_apresentacao)
- INGA (webpage) (www.inga.min-agricultura.pt/ajudas/agroamb.html)
- PANCD 2011. Programa de Acção Nacional de Combate à Desertificação, revisão 2010/2011. Ponto Focal Nacional da Comissão das Nações Unidas d Combate à Desertificação, Lisboa.
- UNEP, 1992. World Atlas of Desertification. UNEP and Edward Arnold, London.

Trabalho publicado na Década das Nações Unidas para os Desertos e o Combate à Desertificação (2010 – 2020), no Ano Internacional dos Solos, declarado pela Assembleia Geral das Nações Unidas.



Publicação com suporte financeiro da
CNCCD – Comissão Nacional de Coordenação de Combate à Desertificação,
através do ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I. P..

