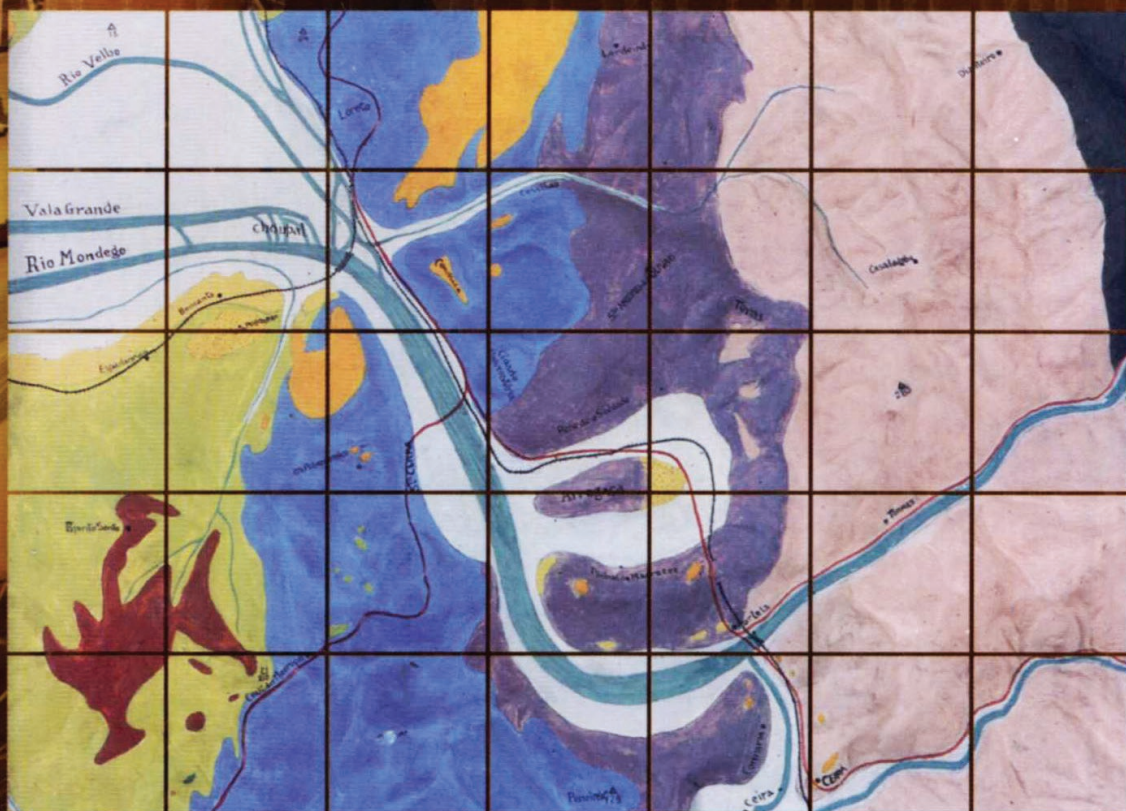


Departamento de Geografia
Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território

Cadernos de Geografia



Nº 26/27 - 2007/08

Abandono agrícola no Interior Centro de Portugal: implicações na ocorrência de incêndios florestais e nos processos de erosão hídrica.

Adélia Nunes

Centro de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, adella.nunes@ci.uc.pt

Resumo

Neste trabalho, analisam-se as implicações do abandono agrícola na ocorrência de incêndios florestais e nos processos de erosão hídrica. É dada especial ênfase à variabilidade obtida na resposta hidrogeomorfológica de solos ardidos comparativamente aos usos tradicionais do território e outros relacionados com a sucessão da vegetação, após o abandono.

Os resultados obtidos mostram que a ocorrência de fogos florestais se relaciona com o abandono das actividades tradicionais do território, o qual favorece a proliferação de comunidades arbustivas. Estas comunidades mostram uma função determinante na protecção do solo, perante a actuação dos agentes erosivos, todavia incrementam o risco de incêndio florestal. Com a incineração do coberto vegetal, desencadeiam-se importantes escoamentos superficiais e perdas de solo, sobretudo na sequência do fogo, os quais se reduzem, significativamente, com a regeneração da vegetação. Os resultados obtidos mostram, ainda, o carácter pernicioso dos usos tradicionais (alqueive e cultura de cereais) para os solos, pelos elevados conteúdos de água exportados e, sobretudo, pela acentuada concentração de sedimentos arrastados.

Palavras-chave: Abandono agrícola. Incêndios florestais. Erosão hídrica. Interior Centro de Portugal.

Résumé

Abandon des terres à l'Intérieur Centre du Portugal: implications dans l'occurrence d'incendies de forêt et processus d'érosion hydrique

Ce travail analyse les conséquences de l'abandon des terres par l'agriculture sous le rapport des incendies de forêt et des processus d'érosion hydrique. L'accent y est mis en particulier sur la variabilité obtenue dans la réponse hydrogéomorphologique des terrains brûlés par comparaison avec les utilisations traditionnelles du territoire et les effets associés à l'abandon et à l'apparition de la végétation.

Les résultats obtenus montrent que les feux de forêt sont liés à l'abandon des activités agricoles traditionnelles, d'où découle la prolifération des communautés arbustives. Ces communautés remplissent une fonction déterminante dans la protection du sol contre les agents d'érosion tout en augmentant les risques d'incendie. L'incinération de la couverture végétale entraîne d'importants écoulements à la superficie et, par voie de conséquence, des pertes de terrain qui, inversement, se trouvent réduites par la régénération de la végétation.

Les résultats obtenus dénoncent également l'effet pernicios des pratiques traditionnelles (jachère et culture céréalière) sur les sols, qui souffrent des grandes quantités d'eau exportées et, plus encore, de la haute concentration de sédiments perdus.

Mots-clés: Abandon des terres. Feux de forêts. Érosion hydrique. Intérieur centre du Portugal

Abstract

Land abandonment in Central Inland of Portugal: implications on forest fires occurrence and water erosion processes.

In this work we analyze the implications of land abandonment on forest fires occurrence and water erosion processes. Is given special emphasis on the hydro geomorphic response of burnt soils in comparison with traditional land uses and other ones associated with the abandonment and vegetation succession.

The obtained results show that forest fire occurrence is related with the abandonment of traditional activities of territory, which favours the development of shrub communities. These communities reveal a key protection function against erosion processes however it increases the risk of forest fires. As a result of burning plant cover, important overland flow and soil losses are generated, especially in the fire sequence, which are significantly reduced with plant recovery. The results also show a pernicious action of traditional land uses (alqueive and cereal crop) for soils, due to the high water losses and, above all, the high sediment concentration transport.

Key-words: Agricultural abandonment. Forest fires. Water erosion. Inland Central Portugal.

1. Introdução

Durante séculos, a gestão que o Homem fazia do território resultava da necessidade de alimentar a população e os animais domésticos com recursos próprios, dentro de um sistema de auto-abastecimento. Todo o território fazia parte do sistema, sujeito a diferentes intensidades de exploração, dependentes do conhecimento empírico das potencialidades produtivas de cada sector. Sustentado na agro-silvo-pastorícia, assentava numa organização social complexa e hierarquizada, com um elevado grau de adaptação às condições ambientais locais de modo a extrair o máximo de energia do território, utilizando, para o efeito, grande quantidade de mão-de-obra.

Contudo, este sistema sócio-económico viria a desmoronar-se com a incorporação do meio rural num mercado competitivo, dirigido e controlado pelas áreas urbanas. A incapacidade de transição de uma agricultura de subsistência para uma de mercado, face a constrangimentos de natureza diversa (naturais, estruturais, sociais...) desencadearam um enorme êxodo do espaço rural e um acentuado abandono das actividades agrícolas tradicionais.

A percepção dos efeitos ambientais, decorrentes do abandono das práticas agrícolas em vastas áreas agrícolas da Europa tem motivado o interesse da comunidade científica, centrando a sua análise em aspectos como a biodiversidade (CERNUSCA *et al.*, 1996; MACDONALD *et al.*, 2000; HÖCHTL *et al.*, 2005), paisagem (PINTO-CORREIA, 1993; MOREIRA *et al.*, 2001; PARDINI *et al.*, 2003; HÖCHTL *et al.*, 2005) e solos (características edáficas, resposta hidrológica e erosão dos solos) (ERREA *et al.*, 2001; DUNJÓ *et al.*, 2003; CASERMEIRO *et al.*, 2004; BELMONTE SERRATO *et al.*, 1999; DURÁN ZUAZO *et al.*, 2006). A forte incidência de incêndios florestais em toda a região mediterrânea, constituindo o nosso país um dos mais flagelados a nível europeu, tem sido relacionada com a quantidade de biomassa acumulada, na sequência do abandono dos usos tradicionais do território (VÉLEZ, 1993; REGO, 1997; LOURENÇO, 2006; MORENO *et al.*, 1998; MOREIRA *et al.*, 2001; NUNES, 2002; PAUSAS, 2004).

Com efeito, as paisagens mediterrâneas, associadas à tradicional exploração agro-silvo-pastoril, de grande diversidade, sofrem após o abandono um processo de simplificação, face ao desaparecimento de determinados usos do solo (PINTO-CORREIA, 1993). Os corredores tornam-se mais largos e, à pequena escala, a heterogeneidade decresce (ALÉS, 1991; Vos e STORTELDER, 1992). Porque o abandono atinge amplas áreas, as paisagens perdem a sua heterogeneidade (PARDINI *et al.*, 2003) passando a dominar formações arbustivas monoespecíficas que acentuam o risco de

incêndio (PINTO-CORREIA, 1993; MOREIRA *et al.*, 2001; PARDINI *et al.*, 2003; HÖCHTL *et al.*, 2005).

Com o presente trabalho pretende-se compreender a importância do abandono agrícola na frequente ocorrência de incêndios florestais em dois concelhos do interior Centro de Portugal. Procura-se, ainda, analisar a variabilidade espacial e temporal do escoamento superficial e transporte de sedimentos em solos ardidos e, por último, comparar a respectiva resposta hidrogeomorfológica com os usos tradicionais do território e outros cobertos vegetais, associadas ao abandono e sucessão da vegetação.

2. Área de estudo

A área de estudo inclui dois municípios do Interior Centro de Portugal, o Sabugal e a Guarda (Figura 1). Por se inserir, do ponto de vista estrutural, numa das grandes unidades da Península Ibérica, o Maciço Hespérico, a área em estudo constitui-se por terrenos muito antigos, ante-mesozóicos, onde predominam diversos tipos de rochas, mas onde sobressai o grupo dos granitóides, pela maior extensão territorial. Em termos geomorfológicos abrange, na sua maioria, a parte Meridional da Meseta até à Serra da Malcata, apesar do concelho da Guarda ainda se estender pela falda leste da Serra da Estrela.

De acordo com a sistematização efectuada pela FAO (1974), o grupo taxonómico de solos predominante é o dos cambissolos, quer nos topos quer nas vertentes. Dentro deste grupo predominam, pela sua maior abrangência espacial, os cambissolos húmicos que, nas rochas eruptivas, aparecem associados a cambissolos dístricos. Análises físico-químicas efectuadas na área de estudo mostram que se trata, de forma quase generalizada, de solos acentuadamente ácidos (pH <5,5), deficientes em matéria orgânica e em alguns nutrientes básicos, em especial, cálcio e magnésio (NUNES, 2007). As análises granulométricas efectuadas põem em evidência o predomínio de texturas francas ou franco-arenosas.

O clima da área, tal como o resto do país, explica-se pelas suas características mediterrâneas, todavia influenciadas pela altitude e pelo relativo afastamento ao oceano. À forte variabilidade inter-anual da precipitação, que pode oscilar entre valores inferiores a 300 mm/ano e mais de 2000 mm/ano, associam-se as disparidades no ritmo intra-anual, com os meses de Outono-Inverno a concentrarem cerca de 70% dos totais anuais (Figura 1). A estas estações do ano correspondem, ainda, as mais baixas temperaturas. Os meses de Verão registam valores residuais de precipitação, a rondar em média os 6-7% do total anual, enquanto as temperaturas atingem os máximos anuais.

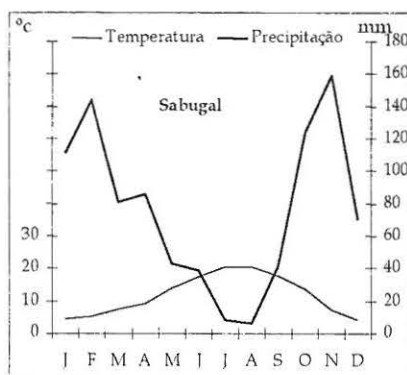
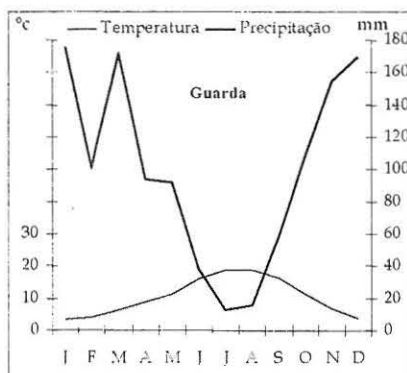


Figura 1
Localização da área de estudo e gráficos ombrotérmicos das estações da Guarda e Sabugal
Fonte: MENDES e BETTENCOURT, 1980.

De acordo com a mais recente tipologia biogeográfica proposta para Portugal Continental (COSTA *et al.*, 1998), a área de estudo insere-se no Superdistrito Altbeyrense¹. Os bosques climatófilos deste Superdistrito enquadram-se no *Genisto falcatae-Quercetum pyrenicae* sendo as suas etapas de substituição mais evidentes os giestais do *Lavandulo sampaioanae-Cytisetum multiflori* e os urzais do *Halimietum alyssoidocymoidis* e do *Genistello tridentatae-Ericetum aragonensis* (COSTA *et al.*, 1998).

3. Metodologia

A análise às alterações na ocupação do solo e, consequentemente, no coberto vegetal, numa pers

pectiva evolutiva, baseou-se na comparação de diferentes fontes documentais. Para meados do século passado utilizámos a "Carta Agrícola e Florestal de Portugal", dos Serviços de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (SROA), à escala 1:25000, com datas compreendidas entre 1968 e 1969. Para o culminar da passada centúria, utilizou-se a carta *CORINE Land Cover*, do Instituto do Ambiente, à escala 1:100000, com data de 2000.

Para ultrapassar os problemas decorrentes das diferentes escalas, nomenclaturas utilizadas e excessivo número de classes usadas, procedeu-se à sua aglutinação num reduzido número de categorias, susceptível de demonstrar de forma eficaz e imediata os grandes usos conferidos ao território e as alterações que lhe foram introduzidas. Na análise das alterações ocorridas foi aplicado o método de cruzamento de matrizes, com o apoio de Sistemas de Informação Geográfica.

Os dados relativos aos incêndios florestais foram obtidos através da Direcção-Geral de Recursos Florestais, do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas.

¹ Este superdistrito insere-se no Sector Lusitano-Duriense da província Carpetano-Ibérico-Leonesa, da Superprovincia Mediterrânea Ibero-atlântica, da Sub-região Mediterrânea Ocidental da Região Mediterrânea.

Com o objectivo de quantificar a água que flui e as perdas de solo (sedimentos em suspensão) nos diversos usos e cobertura vegetais utilizou-se um simulador de chuvas, tipo pulverizador, segundo o desenho de CERDÀ *et al.* (1997). É composto por uma pequena bomba, responsável pelo fornecimento de água, uma estrutura formada por uma plataforma elevada a 2 m de altura, um protector de vento para evitar alterações na direcção da queda das gotículas de chuva e um jogo de bicos, da marca internacional *Hardi*. A pressão aplicada oscilou entre 1,5 e 1,6 kg cm⁻², que equivale a uma intensidade variável entre 53 e 55 mm h⁻¹. A duração de cada experiência foi de 1 hora com o objectivo de assegurar a geração de um escoamento superficial estável e observar a evolução da concentração de sedimentos. Apesar da chuva cair sobre uma área de aproximadamente 1m², as medições realizaram-se na parte central da mesma para minimizar o efeito de bordo (MEYER, 1988). Para o efeito, utilizou-se uma microparcela, circular, com uma área de 0,24 m² e um diâmetro de 55 cm. A recolha da água e sedimentos drenados fez-se de 2 em 2 minutos.

A realização das simulações nas áreas ardidas fez-se após a ocorrência dos incêndios, tendo-se repetido após 6, 12 e 18 meses. Para os restantes usos e coberturas vegetais efectuaram-se no final da estação seca e no decurso da estação húmida. Antes de cada experiência quantificou-se o solo coberto por vegetação.

Na análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SPSS.

4. Resultados

4.1. Abandono agrícola e mudanças na cobertura vegetal do solo

Nos concelhos do Sabugal e da Guarda, à semelhança daquilo que se registou em praticamente todas as regiões rurais do país, desencadearam-se, nestas últimas décadas, importantes alterações do ponto de vista demográfico e socioeconómico, com consequências marcantes no uso do solo e respectiva cobertura vegetal.

Com efeito, desde o princípio da segunda metade do século XX que se iniciou um importante surto migratório, o qual se traduziu em enormes perdas de população, sobretudo nas freguesias rurais. A análise às variações na população residente, nestas últimas 5 décadas, ao nível da freguesia mostra que a maioria perdeu entre 60 e 90% dos seus residentes, surgindo como excepção a esta debandada humana as que constituem a área urbana da Guarda (Figura 2).

Em simultâneo ao esvaziamento demográfico e, também, à redução dos activos integrados no sector primário verificaram-se importantes alterações no uso do solo e coberto vegetal. De acordo com os dados do SROA, na década de 50 as culturas de sequeiro eram dominantes em termos de ocupação do solo, estendendo-se por mais de metade (56%) do distrito da Guarda. As culturas permanentes, com destaque para o regadio, e as outras áreas agrícolas heterogéneas, associadas em especial a sistemas agro-florestais, ocupariam cerca de 10% da área. Os incultos abrangiam menos de 1/5 do território e constituíam, por norma, importantes áreas de apasento para o gado, principalmente miúdo. O sistema produtivo assentava, sobretudo, na complementaridade agro-silvo-pastoril. A agricultura baseava-se na rotação de cereais, geralmente centeio. A sua cultura era precedida no Inverno alqueive) e seguida de um período de descanso mais ou menos longo. Em média, rondava os 3 anos, mas sempre que os solos evidenciavam maior pobreza, o seu prolongamento poderia fazer-se por 5 ou mais anos. Por efeito da enorme saída de população do espaço rural, no decurso da segunda metade do século XX, assistiu-se a um desmantelamento da estrutura produtiva, ao crescente abandono dos campos anteriormente cultivados, e à extensificação de algumas das práticas agrícolas. Após os anos 90, também a Política Agrícola Comum (PAC) passou a financiar a retirada de terras de produção (*set-aside*), sobretudo as destinadas ao cultivo de cereais, e promoveu a sua reconversão em pastagens permanentes e em áreas de floresta. Por isso, a superfície destinada às culturas de sequeiro reduziu-se em mais de 80% e as áreas incultas mais que duplicaram a sua extensão geo-gráfica. As outras áreas agrícolas, dominadas por sistemas agro-florestais, sofreram um importante incremento devido à manutenção ou até retoma das actividades pecuárias, ligadas à criação de gado especialmente graúdo, em consequência dos apoios da União Europeia para o sector.

Uma análise mais detalhada às principais mudanças ocorridas na ocupação do solo numa área-amostra, correspondente às cartas militares 215 e 216, entre finais da década de 60 e os limiares do século XXI (Figura 3), confirma o acentuado declínio operado nas terras destinadas às culturas arvenses de sequeiro, avaliado em aproximadamente 90%. Segundo a *CORINE Land Cover* (2000), desse enorme volume de terras destinadas à cultura de cereais apenas 4,6% mantiveram o mesmo uso. Os restantes territórios, 43,6%, passaram a comportar um novo uso/ocupação; a maior parte foi incorporada na classe denominada de vegetação arbustiva e herbácea (21,9%), uma menor percentagem passou a ser classificada de pastagem (5,8%), uma ínfima parte transitou para o espaço florestal, enquanto 13,2% passaram a ser classificadas como áreas agrícolas heterogéneas, albergando sistemas culturais complexos.

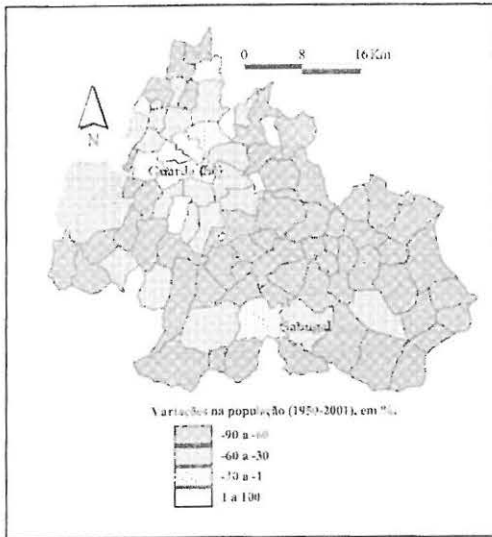


Figura 2
Variações na população total residente, entre 1950 e 2001, em %.
Fonte: Recenseamentos Gerais da População, 1950 e 2001, Instituto Nacional de Estatística

Em contrapartida, as áreas classificadas de incultas (Figura 4) mais que triplicaram a sua expressão geográfica, devendo a sua expansão, maioritariamente, ao abandono das terras que comportavam as culturas arvenses de sequeiro mas também à contribuição dos povoamentos florestais, quer de folhosas, quer de resinosas, que devido à ocorrência de incêndios florestais passaram albergar comunidades arbustivas e herbáceas.

4.2. Sucessão da vegetação após o abandono

Após o abandono dos campos de cultivo tem início um processo de colonização vegetal, denominado sucessão secundária, que converge para uma reflorestação espontânea, num espaço de tempo que pode ser extraordinariamente variável, em função de diversos factores (MOLINA GALLART *et al.*, 2001), tais como as características edáficas, o clima, a topografia e as acções humanas posteriores (como por exemplo o seu aproveitamento para a prática da pastorícia, a exploração de lenha ou outras perturbações mais intensas como os incêndios florestais).

Na (Figura 5) apresenta-se um esquema simplificado que procura ilustrar uma situação de sucessão progressiva na sequência do abandono de parcelas agrícolas, que evolui para a instalação de um bosque dominado por *Quercus pyrenaica* Willd. como etapa final (Vegetação Natural Potencial) depois de um longo período de tempo sem perturbações.

O primeiro sintoma da ausência ou da menor presença do Homem, nos trabalhos de manutenção dos

campos de cultivo, está patente na proliferação do estrato herbáceo, dominado por gramíneas, oportunistas e pioneiras. Trata-se de espécies anuais, abundantes no banco de sementes do solo, pois por norma estavam presentes como ervas daninhas nas culturas precedentes. Se o Homem não as combater proliferam rapidamente devido à sua capacidade de dispersão e rápido crescimento, dando lugar a uma grande diversidade vegetal nos primeiros anos após o abandono (TILMAN, 1986).

Em associação com estas plantas anuais, de carácter efémero, começam a surgir, passados alguns anos, outras espécies com um ciclo de vida mais longo, frequentemente arbustos heliófilos da classe *Cytisetea scopario-striati* (RIVAS-MARTÍNEZ, 1975). Neste âmbito destaca-se a profusão de um giestal heliófilo de *Cytisus multiflorus* (L'Hér.) Sweet e *Lavandula stoechas* subsp. *sampaioana* Rozeira, interpretada como fitocenoze primocolonizadora dos solos abandonados pela agricultura na região de Trás-os-Montes (AGUIAR, 2001; RODRIGUES, 2005). Pela paridade em termos climáticos e geomorfológicos, também nesta área assume preponderância, embora a forte presença destes taxa possa ocorrer devido à manifestação sucessiva de fogos florestais ou, ainda, associado a afloramentos rochosos e solos pobres. Quando o abandono se processa em solos de maior profundidade e fertilidade, a comunidade dominante é a *Cytisus scoparius* (L.) Link.

Passada mais de uma década de abandono, a colonização vegetal começa a estar determinada pela chegada das quercíneas, por entre um estrato arbustivo, por vezes, alto e cerrado, deixando os campos completamente irreconhecíveis. Segundo SWÖDES *et al.* (2001), estas comunidades arbustivas constituem etapas intermédias, isto é, formações secundárias muito persistentes, as quais inibem, por vezes, o avanço para uma vegetação arbórea potencial.

Com efeito, o surgimento do estrato arbóreo, resultante da progressiva instalação dos *Quercus* e aproximação às condições da etapa final do processo de sucessão vegetal, só surgirá passadas várias décadas. Na região mediterrânea, o período de regeneração das comunidades climácicas é sempre muito longo. Por exemplo, experiências levadas a cabo na Herdade da Contenda (Moura) demonstraram que a recuperação da vegetação climácica, sem a intervenção do Homem, demora mais de 40 anos (PROGRAMA DE ACÇÃO NACIONAL DE COMBATE À DESERTIFICAÇÃO, 1997). A série de vegetação climatófila dominante na área em estudo, encabeçada pelo *Holco mollis-Quercetum pyrenaicae*, é identificável em povoamentos adultos exíguos e bastante perturbados pela acção antrópica, sendo de destacar uma significativa regeneração de *Quercus pyrenaica* Willd. em parcelas abandonadas.

A sucessão vegetal, antes descrita, está longe de representar etapas linearmente gradativas. A mani-

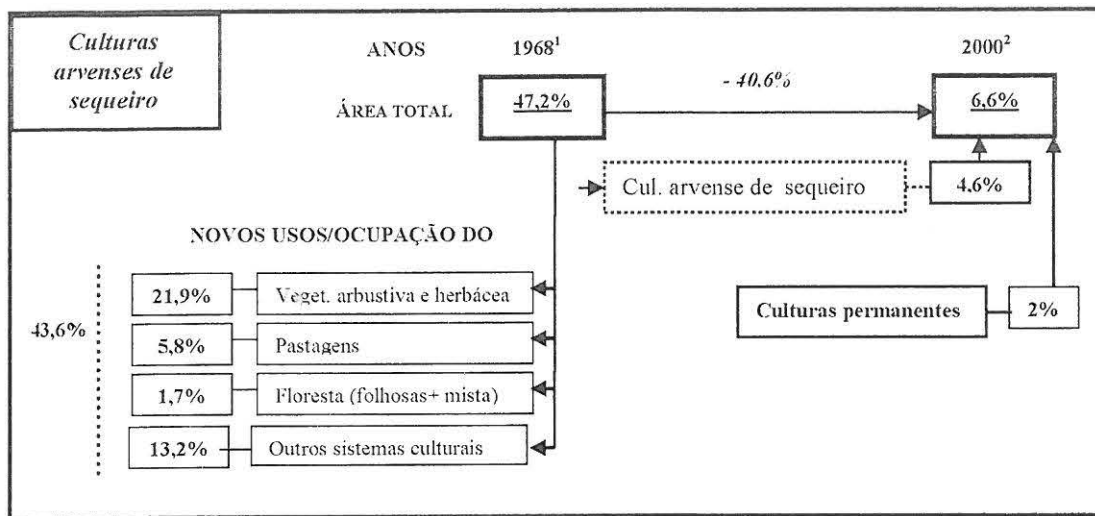


Figura 3

Mudanças operadas nas terras destinadas às culturas arvenses de sequeiro, entre 1968 e o culminar do século XX.

Fonte: Área correspondente às cartas militares n.ºs 215 e 216, escala 1: 25 000; 1- Carta Agrícola e Florestal de Portugal, 1968; 2- CORINE Land Cover, 2000.

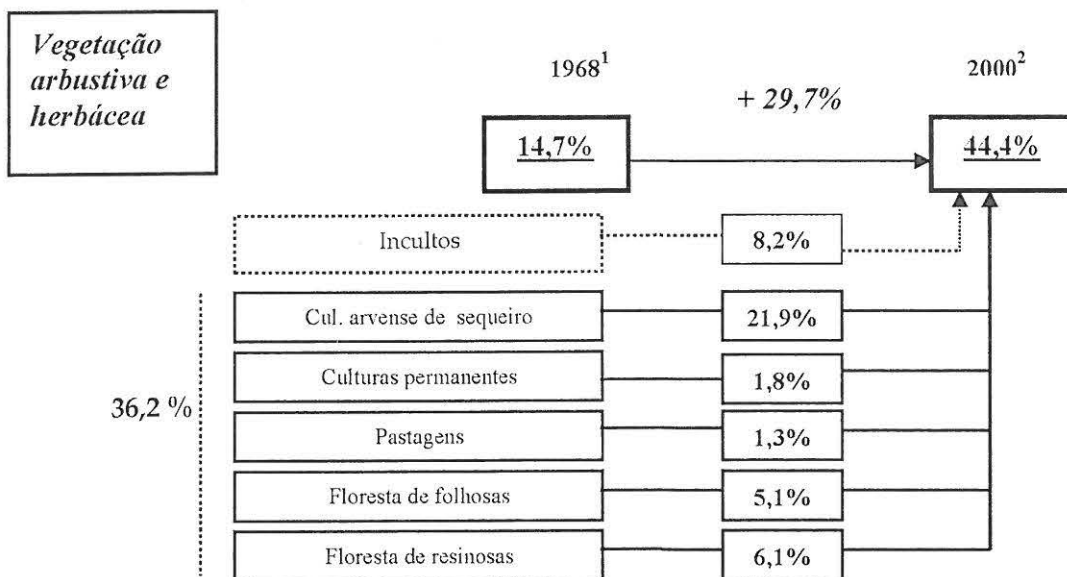


Figura 4

Mudanças operadas nas áreas classificadas de incultas, entre 1968 e o culminar do século XX

Fonte: Área correspondente às cartas militares n.ºs 215 e 216, escala 1: 25 000; 1- Carta Agrícola e Florestal de Portugal, 1968; 2- CORINE Land Cover, 2000.

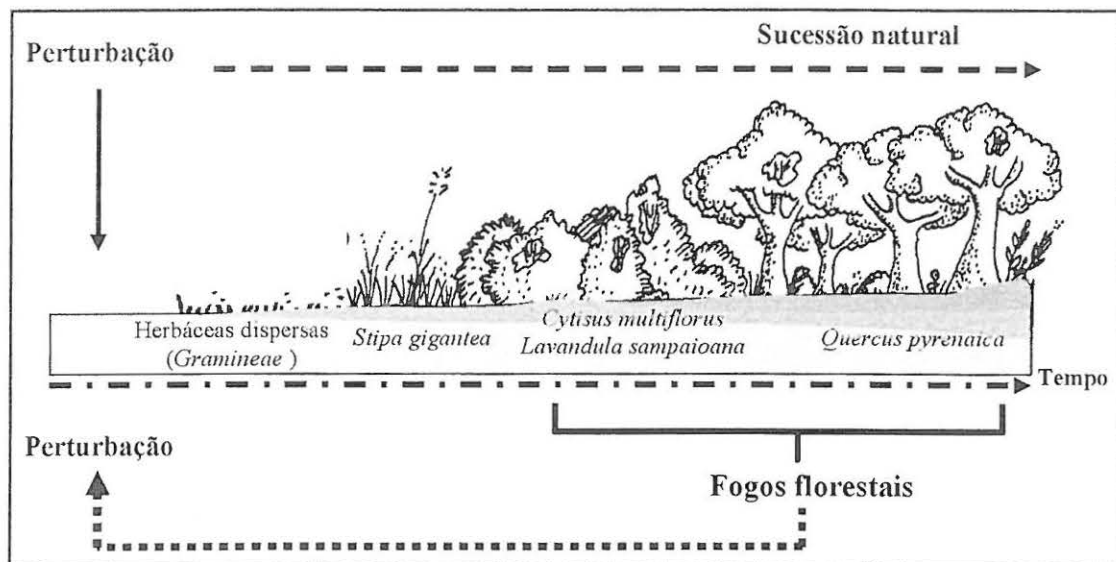


Figura 5

Dinâmica sucessional simplificada da vegetação após a cessação de uma perturbação. Tipo: supramediterrâneo granítico Alentejano.

Adaptada de CAPELO, *apud* COSTA *et al.*, 1998.

festação de perturbações de diversa natureza, sobretudo as que se prendem com um novo arroteamento e, nesta área, com a ocorrência de incêndios florestais, provoca importantes bloqueios ou até mesmo retrocessos no processo de sucessão vegetal, levando à reinstalação das comunidades pioneiras.

4.3. Evolução do número de incêndios e área ardida

Apesar dos fogos florestais não constituírem um fenómeno novo nos ecossistemas mediterrâneos, poderá sê-lo decerto a frequência e a intensidade com que se têm manifestado nestas últimas décadas. De facto, nos ecossistemas mediterrâneos as severas condições climáticas durante o período estival, caracterizadas por elevadas temperaturas e acentuados défices hidrológicos, favorecem a ocorrência de incêndios. A grande quantidade de matéria vegetal, resultante da regeneração do coberto após o abandono, funciona como combustível e acentua a magnitude dos fogos florestais, atingindo em certas ocasiões proporções catastróficas.

Nestas circunstâncias, os incêndios podem considerar-se como uma consequência do abandono das actividades agrárias, por parte das comunidades humanas, mas também os principais agentes de perturbação à sucessão secundária da vegetação em campos abandonados, da área de estudo.

A análise à evolução do número de incêndios, área ardida e respectiva proporção em relação ao total con-

celhio (Sabugal e Guarda), desde 1980 a 2006, mostra que ocorreram cerca de 7300 incêndios neste período, o que significa mais de 260 fogos por ano e uma média de 17 ocorrências por cada 100 km²/ano (Figura 6A).

A área ardida já superou, nestes dois municípios, os 200 000 hectares, o que representa mais de 7200 ha incinerados pelo fogo, por ano. Os matos são, no conjunto, os mais dizimados pelas chamas, com uma proporção de cerca de 2,4 vezes superior ao dos povoamentos florestais (Figura 6B). O ano de 1985 foi o mais calamitoso na história recente dos incêndios, tendo sido percorridos pelo fogo mais de 31500 ha, o que representa cerca de 20% da superfície total destes dois concelhos (Figura 6C). Na sequência surgem os anos de 2003, com perto de 20000 ha ardidos, 2000, com 18500 ha, e 1990, com 18000 ha varridos pelo fogo. Em termos relativos, todo o território da Guarda e do Sabugal já foram varridos pelas chamas, o que significa que há áreas que, nestas duas décadas e meia, já foram percorridas pelo fogo 2 ou até mesmo 3 vezes.

4.4. Erosão hídrica: áreas ardidas vs usos tradicionais e sucessão natural

4.4.1. Resposta hidrológica e erosiva de solos ardidos: variabilidade espacial e temporal

A variabilidade espacial e temporal dos solos ardidos, no que se refere à respectiva resposta hidro-

lógica e erosiva, mostra que, imediatamente após a ocorrência dos incêndios, os solos apresentam maior vulnerabilidade à acção erosiva da precipitação (Figura 7). Estes maiores escoamentos superficiais, a que corresponde uma maior capacidade no transporte de sedimentos, relacionam-se com a destruição da camada de resíduos que protegem o solo do impacto directo das gotas de água, com a formação de depósitos de cinza e, também, com o desencadeamento de camadas hidrofóbicas. Com efeito, são vários os autores que associam a maior capacidade de escoamento superficial de áreas ardidas devido ao comportamento hidrofóbico derivado da recente incineração da cobertura vegetal tal como foi sugerido por FERREIRA (1990) e CEBALLOS *et al.* (1999).

Seis meses depois, na sequência das precipitações ocorridas no Outono-Inverno, verifica-se uma diminuição, muito significativa, tanto no escoamento superficial como no total de sedimentos transportados. Esta maior eficácia observada nos processos de infiltração e, por conseguinte, na menor capacidade de transporte de sedimentos, deve-se à maior cobertura vegetal, que entretanto se desenvolveu, mas igualmente às chuvas caídas no período que antecedeu a realização das experiências, as quais terão provocado uma lavagem dos materiais. Por outro lado, verificou-se a completa ausência de hidrofobia à superfície, pois nenhum dos solos mostrou resistência à penetração de água.

Um ano após a ocorrência dos incêndios, a perda de sedimentos continua a diminuir, apesar do escoamento superficial registar um ligeiro incremento, o qual se pode relacionar com degradação do tapete vegetal, à base de herbáceas, e ao aumento do solo descoberto, na sequência do período estival.

Os resultados obtidos estão de acordo com vários estudos, nos quais se mostra que, após a ocorrência de incêndios florestais, o escoamento superficial e as perdas de solo registam valores máximos, assinando quebras significativas entre o primeiro e o segundo ano (MARQUES e MORA, 1992; FERREIRA, 1997; INBAR *et al.*, 1998).

4.4.2. Resposta hidrológica e erosiva de solos ardidos Vs usos tradicionais e sucessão natural

Os resultados obtidos para os solos ardidos, comparativamente com outros sujeitos à cultura de cereais, em pousio, com matos e carvalho em recuperação, mostram que imediatamente após a ocorrência dos incêndios florestais, na estação seca, são os que apresentam os maiores escoamentos superficiais e as maiores taxas de erosão (Figura 8). Na sequência, surgem as parcelas em pousio, com os maiores coeficientes de escoamento, enquanto as perdas mais

elevadas de sedimentos ocorreram nas parcelas destinadas à cultura de cereais, que nesta altura do ano ainda se encontram em alqueive.

Alguns meses mais tarde, já em situação de solos húmidos, ocorre uma importante diminuição no escoamento superficial e no transporte de sedimentos nas parcelas incineradas, sobressaindo os solos interencionados pelo Homem como os mais vulneráveis à acção erosiva da precipitação. De um modo geral, as terras aradas, para a cultura de cereais, ou recentemente utilizadas para o seu cultivo, embora em pousio, são as que experimentam os mais altos valores de erosão (ROXO, 1994; GARCÍA-RUIZ *et al.*, 1995; WANG *et al.*, 2003), estando as respectivas perdas, especialmente, relacionadas com a mobilização a que o solo está sujeito, mas também com a quantidade que fica, directamente, exposta à acção dos agentes erosivos.

Quando o solo se encontra em cultivo, sobretudo no período de alqueive até à fase em que os cereais já proporcionam uma boa cobertura ao solo, a erosão incrementa-se em várias ordens de magnitude devido à acção do *splash*, principal agente desagregador das partículas da camada superficial edáfica. Por outro lado, pelo facto do solo se encontrar remexido, é mais fácil a remoção e o arrastamento de sedimentos, uma vez que a precipitação não tem que vencer qualquer tipo de compactação superficial. Além disso, os solos desprovidos de vegetação são mais vulneráveis ao encrostamento e selamento superficial. As parcelas com vegetação e resíduos de plantas previnem a formação de crostas no solo (ROMERO-DÍAZ *et al.*, 1999; REGUÉS e TORRI, 2002), facilitando os processos de infiltração e reduzindo a velocidade dos fluxos de água à superfície.

No período de pousio, a incipiente proliferação de espécies herbáceas aliada à presença de alguns restos de cereal (restolho), apesar de não contribuírem para a diminuição do escoamento superficial, sobretudo no período de maior escassez hídrica, tem um importante contributo no atenuar da acção erosiva da chuva.

Em contrapartida, a presença de uma cobertura vegetal permanente nas parcelas de mato e de carvalho em recuperação, ao longo de todo o ano, explica a sua elevada capacidade de infiltração e os exíguos, ou até mesmo nulos, escoamentos superficiais, assim como as reduzidas perdas de solo. De facto, entre estes tipos de coberto vegetal não se observam diferenças significativas, sendo a respectiva erosão, por acção hídrica, irrelevante.

No primeiro caso, são as comunidades arbustivas, predominantemente de *Cytisus*, que mais inibem a capacidade erosiva da precipitação enquanto, no segundo caso, joga um papel fundamental a camada de resíduos vegetais que protege o solo da acção directa das gotas de água e da erosão por *splash*.

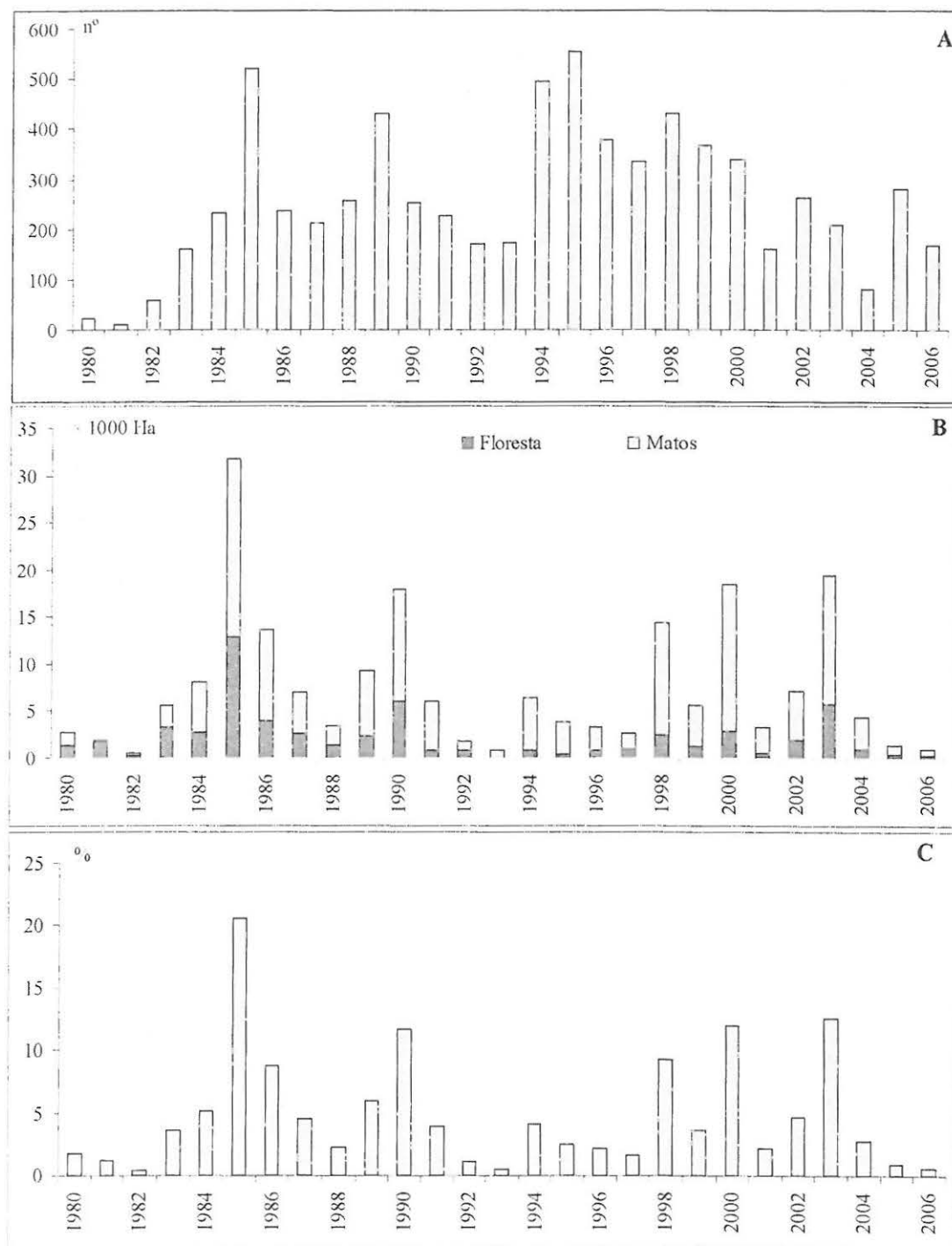


Figura 6

Evolução do número de incêndios (A) superfície queimada por tipo de cobertura vegetal (B) e proporção anual em relação ao total de área dos concelhos do Subúrgal e Guarda (C), entre 1980 e 2006.

Fonte: Direcção-Geral dos Recursos Florestais, www.dgrf.min-agricultura.pt/portal.

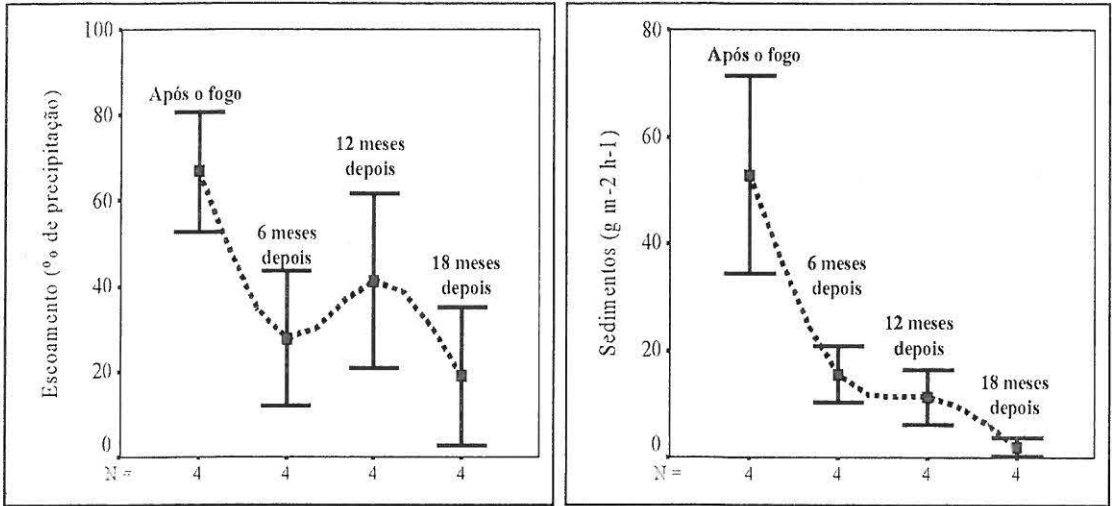


Figura 7
Variabilidade na resposta hidrogeomorfológica de solos ardidos quando sujeitos a precipitações de grande intensidade.

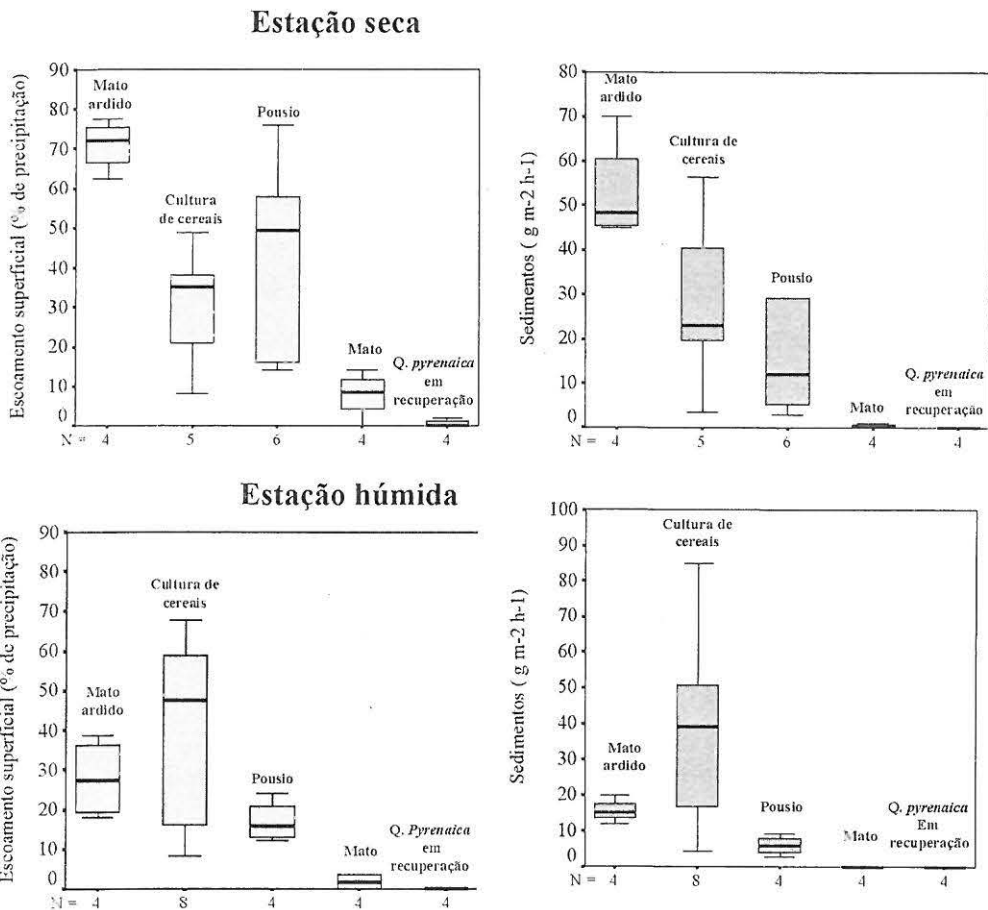


Figura 8
Resposta hidrogeomorfológica dos solos quando sujeitos a precipitações de grande intensidade.

4.4.3. A importância da cobertura vegetal na resposta erosiva dos solos

A correlação entre o escoamento superficial e o transporte de sedimentos (Figura 9), evidencia uma associação, de sinal positivo, bastante significativa ($N=55$; $R^2=0,7244$; $Sig.=0,000$) sem diferenciar os diversos solos e a estação do ano em que as simulações foram realizadas. Assim sendo, quanto maiores forem os escoamentos maiores serão as perdas de solo. Estes resultados confirmam a estreita relação entre escoamento superficial e a erosão de solos, à semelhança daquilo que foi referido por ROMERO-DÍAZ *et al.* (1999) e REGUÉS e TORRI (2002).

Nestas circunstâncias, pode dizer-se que os factores que controlam o escoamento superficial são, do mesmo modo, os que determinam a produção de sedimentos. E para a área de estudo, a percentagem de solo com cobertura vegetal é, sem dúvida, um dos factores que melhor se correlaciona com a quantidade de sedimentos transportados.

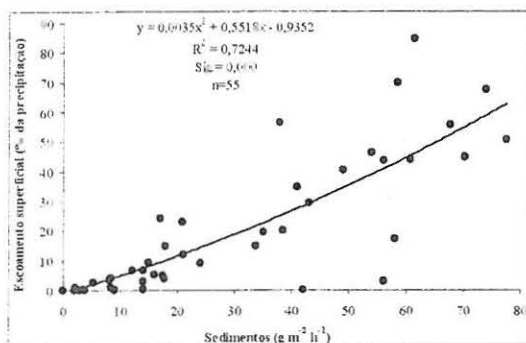


Figura 9

Correlação entre o escoamento superficial (%) e a quantidade de sedimentos transportados ($g\ m^{-2}\ h^{-1}$) no conjunto de simulações realizadas

A inter-relação entre estas variáveis (Figura 10) mostra-se negativa e significativa ao nível de 0,000, explicando a variável independente (cobertura vegetal) cerca de 69% ($R^2=0,6886$) da variabilidade observada pela dependente (sedimentos transportados). Estes resultados vão ao encontro do observado por vários autores, os quais demonstraram que, em diferentes ambientes, tanto o escoamento superficial como a perda de sedimentos diminuem à medida que a percentagem de cobertura vegetal se incrementa (FRANCIS e THORNES, 1990; ROXO, 1994; BOCHET, 1998; DURÁN ZUAZO *et al.*, 2006).

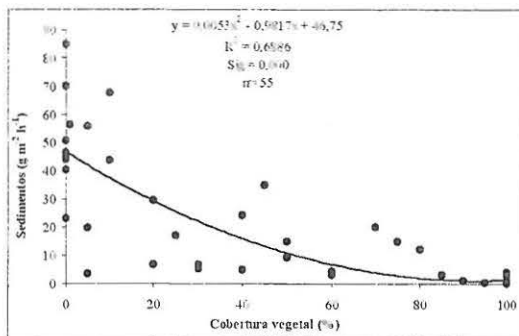


Figura 10

Correlação linear entre a percentagem de solo com cobertura vegetal e a quantidade de sedimentos transportados ($g\ m^{-2}\ h^{-1}$), para o conjunto de simulações realizadas.

5. Conclusão

Nas últimas décadas, o número, a área e a frequência de incêndios florestais assumiram proporções verdadeiramente calamitosas nos concelhos estudados. A frequente ocorrência de fogos florestais relaciona-se com o abandono das actividades tradicionais do território, o que promove a densa colonização, quase monoespecífica, por parte de comunidades arbustivas.

A recolonização dos antigos campos de cultivo com densas comunidades arbustivas, detêm uma função determinante do ponto de vista hidrogeomorfológico, ao protegerem o solo do impacto directo das gotas de água, ao alterar a sua distribuição, tamanhos e velocidade, ao retardar os movimentos superficiais e ao estabilizar a perda de partículas. Por conseguinte, as respectivas perdas de água à superfície e de solo são muito baixas ou até mesmo nulas. Com efeito, os resultados obtidos confirmam o carácter altamente pernicioso dos usos tradicionais (alqueive e cultura de cereais) para os solos, pelos elevados conteúdos de água exportados e, sobretudo, pela acentuada concentração de sedimentos arrastados.

Todavia, o desenvolvimento de uma cobertura vegetal, homogênea e sem qualquer tipo de gestão antrópica, constituída, maioritariamente, por espécies do género *Cytisus*, faz com que nas épocas mais críticas, em termos de evapotranspiração, devido à simultaneidade entre temperaturas elevadas e escassez de precipitação, facilitem a propagação das chamas e a elevada ocorrência de incêndios, nesta área.

Pelo facto dos incêndios florestais promoverem a destruição recorrente do coberto vegetal, o qual desempenha um papel preponderante na protecção da

camada edáfica superficial perante a actuação dos agentes erosivos, importantes perdas de solo ocorrem em consonância com os elevados coeficientes de escoamento que se desencadeiam, sobretudo na sequência do fogo. Mais tarde, com a regeneração de um tapete vegetal, mais ou menos contínuo, tanto o escoamento como o transporte de sedimentos reduz-se exponencialmente.

Nestas circunstâncias, as reconhecidas vantagens deste tipo de coberto vegetal, do ponto de vista hidrogeomorfológico, terão de ser ponderadas face às enormes perdas manifestadas pelos solos, sobretudo quando são, recorrentemente, sujeitos à acção das chamas.

Referências bibliográficas

- AGUIAR, C. (2001) - *Flora e vegetação da serra da Nogueira e do Parque Natural de Montesinho*. Diss. Doutoramento, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- ALÉS, R. F. (1991) - "Effects of economic development on landscape structure and function in the province of Seville (SW Spain) and its consequences on conservation". In BAUDRY J. e BUNCE R.G.H. (Eds.) - *Land abandonment and its role in conservation. Options Méditerranéennes*. Série Séminaires, 15, Zaragoza, CIHEAM-IAMZ, pp. 61-69.
- BELMONTÉ SERRATO, F.; ROMERO DÍAZ, A. e LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1999) - "Efectos sobre la cobertura vegetal, la escorrentía y la erosión del suelo, de la alternancia cultivo-abandono en parcelas experimentales". *Investigaciones Geográficas*, Alicante, Junio-Diciembre, pp. 95-107.
- BOCHET, E.; RUBIO, J. L. e POESSEN, J. (1998) - "Relative efficiency of three representative matorral species in reducing water erosion at the microscale in a semi-arid climate (Valencia, Spain)". *Geomorphology*, 23, pp. 139-150.
- CASERMEIRO, M.; MOLINA, J.; CARAVACA, M.; COSTA, J.; MASSANET, M. e MORENO, P. (2004) - "Influence of scrubs on runoff and sediment loss in soils of Mediterranean climate". *Catena*, 57, pp. 91-107.
- CEBALLOS, A. (1999) - *Procesos hidrológicos en una pequeña cuenca hidrográfica bajo explotación de Dehesa en Extremadura*. Universidad de Extremadura, Cáceres, 196 p.
- CERDÀ, A.; IBÁÑEZ, S. e CALVO, A. (1997) - "Design and operation of a small portable rainfall simulator for rugged terrain". *Soil Technology*, 11, pp. 163-170.
- CERNUSCA, A.; BAHN, M.; BAYFIELD, N.; CHEMINI, C.; FILLAT, F.; GRÄBER, W.; ROSSET, M.; SIEGWOLF, R. e TENHUNEN, J. (1996) - "Ecomont: ecological effects of land use changes on European terrestrial mountain ecosystems". *Pirineos*, 147-148, pp. 145-171.
- COSTA, J. C.; AGUIAR, C.; CAPELO, J.; LOUSÃ, M. e NETO, C. (1998) - "Biogeografia de Portugal". *Quercetia*, 0, pp. 5-56.
- DUNJÓ, G.; PARDINI, G. e GISPERT, M. (2003) - "Land use change effects on abandoned terraced soils in a Mediterranean catchment, Ne Spain". *Catena*, 52, pp. 23-37.
- DURÁN ZUAZO, V. H.; FRANCIA MARTÍNEZ, J. R.; RODRÍGUEZ PLEGUEZUELO, C. R.; MARTÍNEZ RAYA, A. e CARCÉLES RODRÍGUEZ, B. (2006) - "Soil-erosion and runoff prevention by plant covers in a mountainous area (SE Spain): Implications for sustainable agricultura". *Earth and Environmental Science*, 26(4), pp. 309-319.
- ERREA, M. P.; LASANTA, T.; ORTIGOSA, L. e CERDÀ, A. (2001) - "Soil moisture changes after land abandonment in the central Spanish Pyrenees". *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 27, Univ. de La Rioja, pp. 47-60.
- FAO-UNESCO (1974) - *Soil map of the world*. 1:5000000. Vol. 1, Legend. Unesco, Paris, 59 p.
- FERREIRA, A. J. D. (1990) - "Efeitos dos incêndios florestais sobre a hidrologia das camadas superficiais do solo". 2ª Conferência Nacional sobre Qualidade do Ambiente. Lisboa, 4 a 6 de Abril.
- FERREIRA, A. J. D. (1996) - *Processos hidrológicos e hidroquímicos em povoamentos de Eucalyptus globulus Labill e Pinus pinaster Aiton*. Diss. doutoramento, Dep. Ambiente e Ordenamento, Unversidade de Aveiro, 418 p.
- FRANCIS, C. e THORNES, J. B. (1990) - "Runoff hydrographs from three Mediterranean vegetation cover types". In THORNES, J. B. (Eds.) - *Vegetation and Erosion*, Chischester, Wiley, pp. 363-384.
- GARCÍA-RUIZ, J. M.; LASANTA, T.; MARTL, C.; GONZLES, C.; WHITE, S.; ORTIGOSA, L. e RUIZ FLAÑO, P. (1995) - "Changes in runoff and erosion as a consequence of land-use changes in the Central Spanish Pyrenees". *Phys. Chem. Earth*, 20, pp. 301-307.
- HÖCHTL, F.; LEHRINGER, S. e KONOLD, W. (2005) - "Wilderness: what it means when it becomes a reality - a case study from the southwestern Alps". *Landscape and urban Planning*, 70, pp. 85-95.
- INBAR, M.; TAMIR, M. e WITTENBERG, L. (1998) - "Runoff and erosion processes after a forest fire in Mount Carmel, a Mediterranean area". *Geomorphology*, 24, pp.17-33.
- LOURENÇO, L. (Coord.) (2006) - *Paisagens de socos e riscos naturais em vales do rio Alva*. Colectânea Cindinicas. VI, Coimbra, 192 p.
- MCDONALD, D.; CRABTREE, J. R.; WIESINGER, G.; DAX, T.; STAMOU, N.; FLEURY, P.; LAZPITA, J. G. e GIBON, A. (2000) - "Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response". *Journal of Environmental Management*, 59, pp. 47- 69.
- MARQUES, M. A. e MORA, E. (1992) - "The influence of aspect on runoff and soil loss in a Mediterranean burnt forest (Spain)". *Catena*, 19, pp. 333-344
- MENDES, J. C. e BETTENCOURT, M. L. (1980) - "Contribuição para o estudo do balanço climatológico de água no solo e classificação climática de Portugal". *O clima de Portugal*, XXIV, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa, 282 p. + 5 mapas.

- MEYER, L. D. (1988) - "Rainfall simulators for soil conservation research". In LAL, R. (ed.) - *Soil erosion Research methods. Soil and Water conservation Society/International Society of Soil Science*, pp. 74-95.
- MOLINA GALLART, D.; NADAL TERSA, J. N. e SORIANO LÓPEZ, J. M. (2001) - "El abandono del medio rural pirenaico y repercusión en la fertilidad de los suelos, el paisaje vegetal y los procesos erosivos". *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 52, pp. 321-341.
- MOREIRA F.; REGO F. C. e FERREIRA P. G. (2001) - "Temporal (1958-1995) pattern of change in a cultural landscape of Northwestern Portugal: implications for fire". *Landscape Ecology*, 16, pp. 557-567.
- MORENO, J. M.; VÁZQUEZ, A. e VÉLEZ, R. (1998) - "Recent history of forest fires in Spain". In MORENO, J. M. (Eds) - *Large forest fires*, Backhuys Publishers, Leiden, pp. 159-185.
- NUNES, A. (2002) - "Região Centro de Portugal: duas décadas de incêndios florestais". *Territorium*, 9, Minerva Coimbra, pp. 135-148.
- PARDINI, G.; GISPERT, M. e DUNJÓ, G. (2003) - "Runoff erosion and nutrient depletion in five Mediterranean soils of NE Spain under different land use". *The Science of the Total Environment*, 309, pp. 213-224.
- PALEAS, J. G. (2004) - "La recurrencia de incendios en el monte mediterráneo". In VALLEJO, V. R. e ALLOZA, J. A. (Eds.) - *Avances en el estudio de la gestión del monte Mediterráneo*, Fundación CEAM, pp. 47-64.
- PINTO-CORREIA, T. (1993) - "Land abandonment: changes in the land use patterns around the Mediterranean basin". *Cahiers Options Méditerranéennes*, 1(2), CIHEAM-IAMZ, pp. 97-112.
- PROGRAMA DE ACÇÃO NACIONAL DE COMBATE À DESERTIFICAÇÃO (1997) - *Convenção das Nações Unidas de Combate à desertificação*. Direcção Geral das florestas, 10 p.
- REGO, F. C. (1997) - "Fuel management and prescribed fire". In BALABANIS, P.; EFTICHIDIS, G. e FANTECHI, R. (Eds.) - *Forest fire risk and management. Proceeding of the European School of Climatology and Natural Hazards*, Greece. European Commission. Brussels, pp. 133-142.
- REGUÉS, D. e TORRI, D. (2002) - "Efecto de la energía cinética de la lluvia sobre la dinámica de las propiedades físicas y encroscamiento en un suelo argiloso sin vegetación". *Cuaternario y Geomorfología*, 16(1-4), pp. 57-61.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1975) - "La vegetación de la clase *Quercetea ilicis* en España y Portugal". *Anales Inst. Bot. Cavanilles*, 31(2), pp. 205-259.
- RODRIGUES, A. F. (2005) - *Vegetação actual e potencial num contexto de elevada perturbação. A depressão de Chaves*. Diss. Mestrado, Faculdade de Letras, Univ. de Coimbra, 178 p. + anexos.
- ROMERO-DIAZ, A.; CAMMERAAAT, L. H.; VACCA, A. e KOSMAS, C. (1999) - "Soil erosion at three experimental sites in the Mediterranean". *Earth Surf. Process. Landforms*, 24, pp.1243-1256
- ROXO, M. J. (1994). *A acção antrópica no processo de degradação de solos - a Serra de Serpa e Mértola*. Diss. Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa, 387 p.
- TILMAN, L. (1986) - "Nitrogen-limited growth in plants from different successional stages". *Ecology*, 67(2), pp. 555-563.
- VÉLEZ, R. (1993) - "High intensity forest fires in the Mediterranean basin: Natural and socioeconomic causes". *Disaster Management*, 5, pp. 16-20.
- YOS, W. e STORTELDER, A. H. F. (1992) - *Vanishing Tuscan landscapes - Landscape Ecology of a Submediterranean-Montane area (Solano Basin, Tuscany, Italy)*. Pudoc, The Netherlands, 400 p.
- WANG, X. Y.; LI, L. Q.; YANG, M. Y. e TIAN, J. L. (2003) - "Spatial Distribution of Soil Erosion on Different Utilization Soils in Yangou Watershed by Using 137Cs Tracer". *Journal of Soil and Water Conservation*, 17, pp.74-77.