

ADÉLIA NUNES
CLAUDETE OLIVEIRA MOREIRA
ISABEL RODRIGUES PAIVA
LÚCIO SOBRAL DA CUNHA
COORDENAÇÃO | EDITORS

TERRITÓRIOS DE ÁGUA

WATER TERRITORIES



COIMBRA | 2016

CEGOT

Centro de Estudos de Geografia
e Ordenamento do Território

FICHA TÉCNICA | IMPRINT

TÍTULO | TITLE

TERRITÓRIOS DE ÁGUA | WATER TERRITORIES

COORDENAÇÃO | EDITORS

Adélia Nunes

Claudete Oliveira Moreira

Isabel Rodrigues Paiva

Lúcio Sobral da Cunha

APOIO CIENTÍFICO | SCIENTIFIC SUPPORT

Albano F. Rodrigues; Alexandre Tavares; Ana Monteiro; Alberto Gomes; Ana Paula Santana; António Vieira; A. Campar de Almeida; A. J. Bento Gonçalves; Carlos Leão Bordalo; Carlos Bateira; Carmen Ferreira; Catarina Ramos; Cláudio di Mauro; Edson Vicente da Silva; Eusébio Reis; Fantina Tedim; Felisbela Martins; Fernanda Cravidão; Francisco Costa; João Sant'Anna Neto; João Luís Fernandes; J. Esteban Castro; José Gomes dos Santos; Luciano Lourenço; Luís Paulo Martins; Assunção Araújo; Fátima Velez de Castro; Felisbela S. Martins; Maria José Roxo; Messias Modesto dos Passos; Norberto Santos; Nuno Ganho; Paulo Carvalho Tomás; Pedro Chamusca; Ramón García Marín; Rui Ferreira de Figueiredo; Teresa Sá Marques; Virgínia Teles

ISBN

978-989-20-6860-2

Imagem da capa: direitos reservados

EDITOR | EDITOR

CEGOT - Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território
Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra



FLUC FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

OBRA PUBLICADA COM O APOIO DE | FINANCIAL SUPPORT



TERRITÓRIOS DE ÁGUA

WATER TERRITORIES

ADÉLIA NUNES

CLAUDETE OLIVEIRA MOREIRA

ISABEL RODRIGUES PAIVA

LÚCIO SOBRAL DA CUNHA

COORDENAÇÃO | EDITORS

CEGOT – CENTRO DE ESTUDOS DE GEOGRAFIA E
ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

COIMBRA 2016

EROSÃO HÍDRICA: O EXEMPLO DAS RAVINAS DO CORGO, SEIRÓS E FOLQUES (NORTE E CENTRO DE PORTUGAL) <i>WATER EROSION: THE EXAMPLE OF CORGO, SEIRÓS AND FOLQUES RAVINES (NORTH AND CENTRE OF PORTUGAL)</i>	100
Bruno Martins; Luciano Lourenço; Hudson Lima; Felícia Fonseca; Tomás de Figueiredo; Adélia Nunes	
CONTRIBUIÇÃO DE FACTORES EM REDE PARA A EXPLICAÇÃO DE PADRÕES DE INVASÃO: O PAPEL DA ÁGUA NA ILHA DA MADEIRA <i>THE CONTRIBUTION OF NETWORK DRIVING FACTORS TO EXPLAIN INVASION PATTERNS: THE ROLE OF WATER ON MADEIRA ISLAND</i>	109
Albano Figueiredo	
CAMINHOS DA INVASÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: O PAPEL DOS USOS DO SOLO E FATORES EM REDE NOS PADRÕES DE INVASÃO POR ACÁCIAS AUSTRALIANAS NA BACIA DO RIO AROUCE <i>PATHWAYS OF INVASION IN WATERSHED AREAS: THE ROLE OF LAND USE AND WEB FACTORS IN THE INVASION PATTERNS OF AUSTRALIAN ACACIA SPECIES IN THE RIO AROUCE'S WATERSHED AREA</i>	119
Jorge Oliveira-Costa; Albano Figueiredo; António Campar Almeida	
ALTERAÇÃO DA LINHA DE COSTA PROVOCADA PELAS INFRAESTRUTURAS PORTUÁRIAS NA FOZ DO RIO MONDEGO <i>SHORELINE CHANGE CAUSED BY PORT INFRASTRUCTURE IN THE MOUTH OF MONDEGO'S RIVER</i>	130
José Nunes André; António Campar de Almeida	
MODELAÇÃO ESPACIAL DO RISCO DE INUNDAÇÃO: PROPOSTA METODOLÓGICA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO MULTI-RESILIENTE ASSENTE NOS PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO DOS AUTÓMATOS CELULARES <i>A METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE DEVELOPMENT OF A MULTIRESILIENT ALGORITHM CELULAR AUTOMATA-BASED FOR SPATIAL MODELLING OF FLASH FLOODING RISKS</i>	142
Joaquim Patriarca; José Gomes Santos	

PARTE II - ÁGUA, CIDADE E TURISMO | WATER, CITY AND TOURISM

GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS EM MEIO URBANO. MODELAÇÃO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICA NA GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, NO CONCELHO DE VILA FRANCA DE XIRA <i>WATERSHED MANAGEMENT IN URBAN AREAS. HYDROLOGIC-HYDRAULIC MODELLING IN INFRASTRUCTURE ASSET MANAGEMENT OF STORMWATER IN VILA FRANCA DE XIRA COUNTY</i>	153
Valter Albino; Carlos Guimarães	
ANÁLISE DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO DE CAMPOS DO JORDÃO – SP: CARACTERIZAÇÃO POR MEIO DE BANCO DE DADOS <i>ANALYSIS OF CAMPOS DO JORDÃO FLOOD AREAS - SP: CHARACTERIZATION USING DATABASE</i>	162
Bruno Zucherato; Lúcio Cunha; Maria Isabel Castreghini Freitas	

PARTE I

RISCOS E DINÂMICAS HIDROLÓGICAS

RISKS AND HYDROLOGICAL DYNAMICS

EROSÃO HÍDRICA: O EXEMPLO DAS RAVINAS DO CORGO, SEIRÓS E FOLQUES (NORTE E CENTRO DE PORTUGAL)

WATER EROSION: THE EXAMPLE OF CORGO, SEIRÓS AND FOLQUES RAVINES (NORTH AND CENTRE OF PORTUGAL)

Bruno Martins

Departamento de Geografia e Turismo; CEGOT - Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, da Universidade de Coimbra, Portugal, bruno.martins@uc.pt

Luciano Lourenço

Departamento de Geografia e Turismo; CEGOT - Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, da Universidade de Coimbra, Portugal, luciano@uc.pt

Hudson Lima

Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Bolsista da CAPES – Proc. nº. BEX 3121/15-6, hrlima@eseba.ufu.br

Felícia Fonseca

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, CIMO - Centro de Investigação de Montanha, Portugal, ffonseca@ipb.pt

Tomás de Figueiredo

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, CIMO - Centro de Investigação de Montanha, Portugal, tomasfig@ipb.pt

Adélia Nunes

Departamento de Geografia e Turismo; CEGOT - Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território, da Universidade de Coimbra, Portugal, adelia.nunes@fl.uc.pt

RESUMO

Os processos de erosão hídrica associados aos ravinamento podem traduzir-se em prejuízos agrícolas, perda da capacidade produtiva dos solos sendo um dos fenómenos limitantes à ocupação do território e ao desenvolvimento rural, por redução do espaço agrícola útil. Vários estudos têm demonstrado que a produção de sedimentos associados aos ravinamentos deverá implicar uma maior atenção, em especial nas regiões subhúmidas e semiáridas dos países Mediterrâneos. A formação de ravinas, além das características climáticas, relaciona-se com outros fatores físicos, tais como o declive, propriedades físicas, químicas e mineralógicas dos solos, presença de material pouco coeso a regularizar as vertentes, como é o caso dos mantos de alteração e depósitos de vertente. O estudo das ravinas do Corgo, Seirós e Folques (Norte e Centro de Portugal) demonstra ainda a importância da ação antrópica, em particular dos incêndios florestais e construção de estradas, para a mobilização superficial do solo e para a remoção da vegetação remanescente pela erosão hídrica, como fatores fundamentais na génese e evolução de ravinas.

Palavras-chave: Erosão hídrica, ravinas, Norte e Centro de Portugal, atividade antrópica

ABSTRACT

The water erosion processes associated with ravines triggers losses in soils productive capacity and be one of the main phenomena to limiting the occupation of the territory and rural development, by reducing the utilized agricultural area. Several studies have demonstrated that the production of sediments associated with ravines should involve further attention especially in sub-humid and semi-arid of the Mediterranean countries.

The formation of ravines, associated with the climate characteristics, is also related to other physical factors such as: slope, watershed size, soil physical, chemical and mineralogical properties or the presence of slightly coherent material that regularize the hillsides, as mantles of alteration or slope deposits. However, the study of Corgo, Seirós and Folques ravines (northern and central Portugal) also demonstrate the influence of human activities, namely deforestation, forest fires, tillage, grazing, the removal of remaining vegetation and road construction, as main factors in the genesis and evolution of ravines.

Keywords: Water erosion, Ravines, North and Centre of Portugal, anthropic activity

1. INTRODUÇÃO

Os processos de erosão hídrica associados aos ravinamento podem traduzir-se em prejuízos agrícolas, bem como, na perda da capacidade produtiva dos solos (Bufalo and Nahon 1992; Martinez-Casasnovas, 2003). Em muitas áreas contribui como um dos fenómenos que mais constrangimento impõe ao desenvolvimento rural por redução do espaço agrícola útil. Neste sentido, a análise dos fatores que mais contribuem para a formação de ravinas é particularmente importante em áreas onde a presença das mesmas é comum e onde estas contribuem de forma significativa para a perda e capacidade produtiva dos solos. A quantificação do material diretamente mobilizado por ação de ravinamentos assume particular relevância neste tipo de trabalhos.

Neste artigo é objetivo identificar os fatores mais importantes na formação e desenvolvimento das ravinas a partir do estudo das ravinas de Seirós (Norte de Portugal), do Corgo (situada no vale do rio Alva, Centro de Portugal) e Folques (Centro de Portugal). Para além dos aspetos físicos, é analisada ainda a participação do ser humano como fator no desenvolvimento deste tipo de processo, tanto através dos incêndios florestais como na construção de estradas e caminhos florestais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Localização da área de estudo

As ravinas de Seirós localizam-se entre os rios Beça e Tâmega. A área integra os terrenos autóctones da Zona-Centro-Ibéica (ZCI) e dos mantos parautóctones da Zona Galiza-Trás-os-

Montes (ZGTM), em particular no seu ramo SE (Ribeiro, 2011a, 2011b). O substrato rochoso corresponde a metassedimentos que correspondem à formação pelito-grauváquica no Silúrico inferior que integra o complexo de unidades parautoctones de carreamento maior. Trata-se de uma formação constituída por xistos cinzentos com intercalações de xistos negros, ampelitos e liditos, com alternância de pelitos psamíticos, grauvaques e tufos vulcânicos.

A ravina do Corgo localiza-se na margem direita do rio Alva, a jusante da povoação de Penalva de Alva e em frente à das Caldas de São Paulo (Oliveira do Hospital). Desenvolve-se entre curvaturas da estrada, numa vertente granítica, com setores onde a rocha se encontra muito alterada. A vertente onde se instalou a ravina apresenta declive elevado e tem sido afetada por sucessivos incêndios florestais, o mais recente dos quais ocorreu em agosto de 2013.

As ravinas de Folques, que se estendem a leste de Arganil, até à freguesia de Folques, localizam-se na vertente meridional da colina de Travanca, de vertentes assimétricas, sendo a exposta a sul a mais íngreme. O substrato rochoso onde se desenvolvem as ravinas é dominado, no essencial, por fácies conglomeráticas com suporte clástico, rara imbricação e lentículas lutíticas intercaladas. Os solos quando existem, são delgados e incipientes (Nunes e Dimuccio, 2006).

2.2. Metodologia utilizada

Para as ravinas de Seirós e do Corgo foi feita uma caracterização da geometria das ravinas. Para tal foi utilizada uma barra de ferro graduada, de forma a poder obter as medidas de desnível, acompanhado da utilização da bússola para indicação da direção do alinhamento. A distância entre as medidas foi de 2 metros, salvo mudanças significativas no perfil da vertente ou da ravina. Os valores da largura e altura das paredes foram obtidos a partir de um metro, com registos intervalados em 2 metros, salvo mudanças significativas na largura e/ou altura das paredes laterais da ravina. Foram ainda colhidas amostras de material ao longo das paredes das ravinas para análise granulométrica. A seleção dos locais de amostragem correspondeu aos setores onde se registam variações significativas na morfologia da ravina, nomeadamente em termos da profundidade (altura das paredes) e largura. As amostras foram reduzidas a um peso que oscilou entre 200 e 300 gramas, sendo posteriormente secas em estufa, a uma temperatura entre 60 e 70°C, durante pelo menos 12 horas. Depois de secas, foram submetidas a um processo de peneiramento durante 10 minutos, induzido por um agitador a 70/80 vibrações por minuto. Para a classificação das diferentes frações foi utilizada a escala de Wentworth. A fração fina corresponde à soma dos elementos de dimensão inferior a 0,063mm (fração silto-argilosa). Foram posteriormente determinadas medidas descritivas da granulometria dos sedimentos de tendência central (mediana Md ϕ , média M ϕ , média gráfica Mz e moda), dispersão (calibração σ), assimetria (Ski) e angulosidade da curva (curtose).

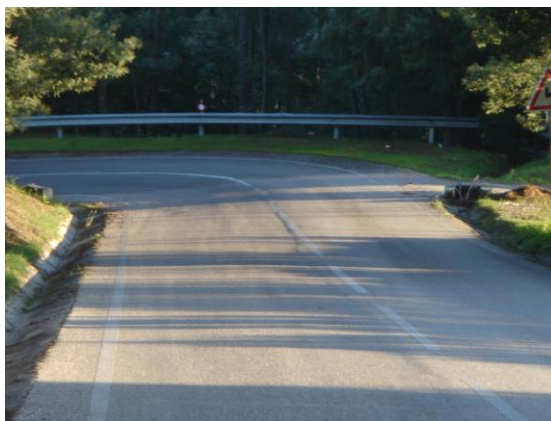
Para as ravinas de Seirós foi estimado o volume e peso de material mobilizado por ação das ravinas. O volume erodido foi estimado por integração das áreas de secção transversal com a distância entre transectos, bem como, a forma da secção da ravina (semicircular, triangular ou retangular). O volume foi estimado a partir da soma dos volumes das incisões correspondentes às

áreas transversais superiores a 900 cm^2 e pela densidade do depósito de vertente por onde evoluíram as ravinas. Para o cálculo da densidade dos elementos grosseiros foi utilizado o método da proveta.

No estudo das ravinas de Folques foi feita uma análise comparativa do uso e ocupação do solo entre 1974 e 1995 a partir da Carta Agrícola Florestal de Portugal e a Carta de Ocupação do Solo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ravina do Corgo apresenta uma extensão total de 80 metros e é possível destacar, muito claramente, dois setores, separados, de forma muito vincada, por uma marcada diferenciação litológica. Enquanto o tramo inicial, que se desenvolve a montante de uma soleira de rocha dura, constituída por um afloramento granítico não alterado, é praticamente um sulco, a parte vestibular situada, a jusante desse afloramento, desenvolve-se em rocha alterada, o que facilitou a sua incisão vertical e o seu alargamento (fot. 1).

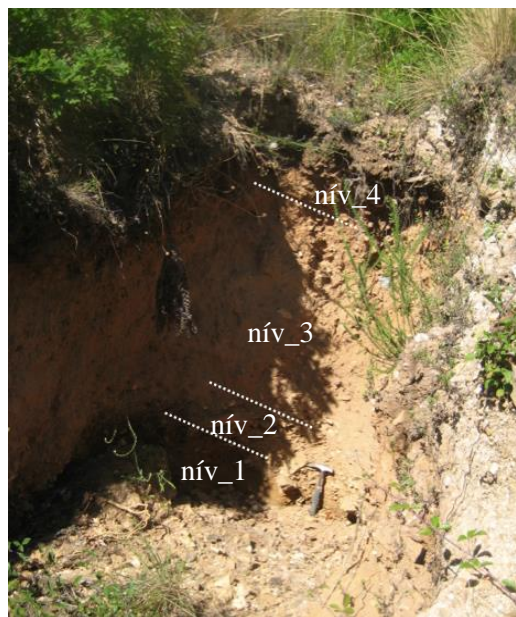
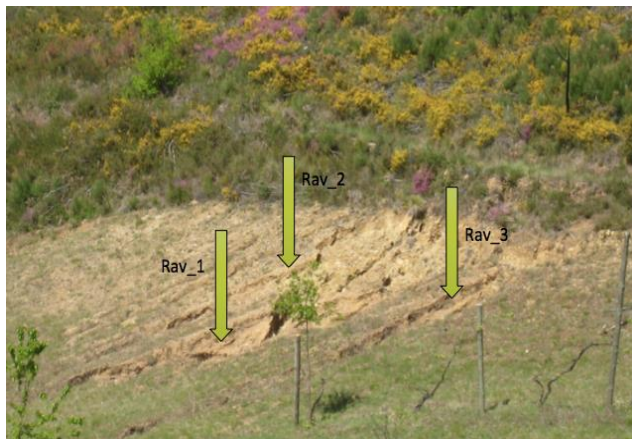


Fot. 1 - Parte vestibular da ravina do Corgo, tomada de montante. Fot. 2 - Curva da estrada a jusante da qual se desenvolveu o tramo inicial da ravina (Fotografias de L. Lourenço, obtidas respetivamente a 29-05-2014 e a 29-11-2015).

A observação de campo leva a pensar que a formação desta ravina poderá estar associada a uma saída da água localizada numa curva da antiga estrada de macadame e que, por mais tarde ter sido canalizada, quando há anos esta estrada foi asfaltada (fot. 2) será, por conseguinte, muito anterior ao incêndio de 2013. Aliás, estamos convictos de que a sua grande evolução foi anterior ao asfaltamento da estrada, uma vez que depois disso a água das valetas deixou de se dirigir para esta ravina, o que contribuiu para que quase tivesse deixado de evoluir, ou seja, a sua evolução passou a efetuar-se a uma velocidade muitíssimo menor, tanto mais que passou a ficar colonizada com vegetação. A eliminação da vegetação herbácea e arbustiva pelo incêndio terá deixado a

ravina em condições mais favoráveis para alguma evolução após o incêndio, mas que de forma alguma justifica o seu desenvolvimento atual. Uma análise mais pormenorizada mostrou que a ravina se organizou a partir da estrada, primeiro sobre rocha dura, onde a incisão é incipiente, cuja maior profundidade é de, apenas, alguns centímetros e, depois, quando passou a desenvolver-se sobre rocha alterada, rapidamente ganhou profundidade, ao mesmo tempo que a sua largura aumentou, embora com estrangulamentos locais.

As ravinas de Seirós são constituídas por 3 ravinas que se individualizam no tramo vestibular (fot. 3). A maior ultrapassa 35 metros de comprimentos. As outras duas têm comprimentos próximos de 25 e 21 metros. Ainda que a dimensão das ravinas seja significativamente inferior à ravina do Corgo, a perda de material por ravinamento (solo e depósito de vertente) atingiu cerca de 19 t ha^{-1} . A presença de um caminho florestal a montante terá contribuído de forma muito significativa para a instalação das ravinas ao contribuir para o aumento da concentração do escoamento superficial. Num episódio de maior precipitação, mais intensa e concentrada, a água da valeta do caminho terá trasbordado, e desta forma, permitido a instalação das ravinas. Episódios semelhantes poderão ter ocorrido contribuindo para uma evolução mais célere das mesmas.



Fot. 3 - As ravinas de Seirós. É possível individualizar 3 ravinas; Fot. 4 - O depósito onde se instalaram as ravinas. É possível identificar 4 níveis (fotografias de B. Martins, respetivamente tomadas a 06-07-2015e a 06-07-2015).

Nas 3 ravinas é possível identificar dois tramos, o inicial, onde as ravinas são menos profundas e mais largas e, o tramo vestibular, onde se tornam mais estreitas e profundas. As ravinas desenvolvem-se sobre depósitos de vertente (fot. 4) numa área agrícola.

Do ponto de vista granulométrico, os sedimentos por onde se instalaram e evoluíram as ravinas de Seirós e do Corgo são distintos (depósitos de vertente nas ravinas de Seirós e mantos de alteração na ravina do Corgo) e que poderá explicar as suas diferenças morfológicas (Quadro 1).

Quadro 1 - Medidas estatísticas descritoras da curva granulométrica das amostras

Amostras	Mediana (MdØ) (mm)	Média (MØ) (mm)	Média gráfica (Mz) (mm)	Valor de calibração (σ)	Valor de assimetria (Ski)	Índice de angulosidade (curtose Kg)
C1	0,6	1,063	0,91	2,9	0,99	1,59
C2	1,4	1,31	1,34	1,8	0,81	1,19
C3	1,5	1,32	1,38	1,7	0,78	1,09
C4	1,5	1,3	1,37	1,7	0,83	1,07
C5	1,25	1,3	1,28	1,7	0,86	1,09
C6	1,8	1,45	1,57	1,3	0,65	0,63
C7	1,4	1,3	1,33	1,7	0,82	1,12
C8	1,2	1,32	1,28	1,7	0,83	1,09
C9	1,3	1,26	1,27	1,7	0,89	1,1
S1	0,34	0,59	0,5	2	2,24	1,3
S2	0,4	0,53	0,5	2,58	2,17	1,57
S3	0,25	0,86	0,7	3,16	1,4	0,89
S4	0,2	0,36	0,3	1,39	2,71	5,4
S5	0,4	0,8	0,7	2,58	1,68	1,17
S6	0,2	1,15	0,8	3,16	2,28	0,89

As ravinas de Folque ocupam uma área de 23 ha e assinalam uma profundidade média 8 m e um comprimento a rondar os 250 m. Todos os ravinamentos encontram-se instalados em vertentes voltadas a sul e sudeste, com um declive bastante acentuado, superior a 45°. Na área abrangida pelas ravinas é possível identificar diferentes estádios de evolução (Fot. 4ab), desde pequenos sulcos que correspondem a fases iniciais de evolução até etapas mais evoluídas, na metade oriental da colina de Travanca, onde apresentam maior dimensão, uma forma cónica (chaminés de fada), encontrando-se os seus topos protegidos por uma rocha ou vegetação (Fot. 4b).

A ocorrência de eventos pluviosos de grande intensidade desencadeia o transporte de grande quantidade de materiais, originando cones de dejeção. De salientar, no entanto, um grupo de ravinas relativamente estabilizadas, na sequência do abandono das atividades silvo-pastoris tradicionais e progressiva recuperação do coberto vegetal.

Assim, se a etapa inicial de instalação das ravinas terá correspondido a um período de ausência ou fraca cobertura vegetal, devido à ação de rebanhos, incêndios ocasionais ou mudanças climáticas de curta duração, na atualidade uma das atividades que mais interfere na dinâmica das vertentes

resulta da construção de infraestruturas rodoviárias. Com efeito, a abertura dessas vias obriga, sempre, à realização de outras obras (valetas, aquedutos), que alteram a dinâmica e promovem a concentração do escoamento superficial. Esta concentração do escoamento intensifica os processos de escamento vertical.



Fot. 4 - Estádios de evolução das ravinas de Folques

- a. Formação de pequenos sulcos; b. Ravina com forte escavamento vertical.
b. (Fotografias de A. Nunes).

CONCLUSÃO

O estudo das ravinas de Seirós, Corgo e Folques reforça a ideia da importância da ação antrópica na formação de ravinas. O declive e a presença de material pouco coeso, como mantos de alteração no caso da ravina do Corgo e depósitos de vertentes nas ravinas de Seirós, ou um substrato dominado, no essencial, por fácies conglomeráticas no caso das ravinas de Folques, assumem-se como fatores muito importantes para a instalação e evolução das ravinas. Contudo, a ação antrópica revela-se decisiva na formação e evolução das mesmas. Na ravina do Corgo a génese da ravina parece estar associada a uma saída da água localizada numa curva da antiga estrada de macadame e que terá contribuído para a concentração da escorrência. A significativa alteração no perfil da vertente, resultado da ação antrópica, terá permitido ainda uma considerável mobilização superficial de material rochoso criando um patamar subhorizontal que terá favorecido ainda a evolução mais célere. A eliminação da vegetação herbácea e arbustiva

pelo incêndio terá deixado a ravina em condições mais favoráveis para alguma evolução após o incêndio, mas que não pode justificar o seu desenvolvimento atual.

Também no caso de Seirós os incêndios florestais terão proporcionado condições favoráveis para o desenvolvimento das ravinas, em especial o incêndio de 2013. No entanto, a génese das ravinas é anterior, entre 2002 e 2010, altura em que passam a ser visíveis a partir de imagens de satélite. A génese poderá estar relacionada com presença de um caminho que, num ou vários episódios de precipitação mais intensa e concentrada, terá contribuído para um aumento significativo da concentração do escoamento superficial.

Nas ravinas de Folques, o substrato geológico, a morfologia e ação dos agentes erosivos explicam a formação destes ravinamentos. A sua formação parece estar ainda associada à ação antrópica, tal como as ravinas do Corgo e de Seirós, através da construção de rodovias e canalização de águas pluviais, assim como há ocorrências de incêndios florestais, os quais contribuem para um aumento da concentração do escoamento superficial, intensificando os processos de escavamento vertical. De salientar, no entanto, que o decréscimo da atividade humana, com o consequente aumento do coberto vegetal, em algumas áreas, tem contribuído para a estabilização destas formas.

Assim, o futuro destas formas e o aparecimento de novos ravinamentos, num período de evidentes mudanças climáticas, estará dependente das perturbações físico-humanas ocorridas no espaço em questão, sobretudo, em termos de manutenção/destruição do coberto vegetal.

REFERÊNCIAS

- Bufalo, M. e Nahon, D. (1992). Erosional processes of Mediterranean badlands: a new erosivity index for predicting sediment yield from gully erosion. *Geoderma*, 52, pp. 133-147.
- Castillo; Mosch; García; Barberá; Cano e López-Bermúdez (2007). Effectiveness and geomorphological impacts of check dams for soil erosion control in a semiarid Mediterranean catchment: El Cárcavo (Murcia, Spain). *Catena*, Vol. 70; Issue 3, pp. 416-427.
- Frankl, A.; Poesen, J.; Deckers, J.; Mitiku, Haile e Nyssen, J. (2012). Gully head retreat rates in the semiarid Highlands of North Ethiopia". *Geomorphology*, 173-174, pp. 185-195.
- Figueiredo, Tomás & Fonseca, Felícia (2009). *Distribuição dos elementos grosseiros no solo e amostragem de solos pedregosos*. In Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Ciência do Solo. Faro
- Kheir, W. A.; Ismail, G.; El-Nour, A.; Tawfik, T. e Hammad, D. (2007). (Lemna gibba) in wastewater treatment". *International Journal of Agriculture and Biology*, 5, pp. 681-689.
- Lourenço, Luciano e Nunes, Adélia (2014a). O flagelo das chamas e a recorrência de eventos hidrogeomorfológicos intensos. O exemplo da bacia do rio Alva (Portugal). *WATERLAT-GOBACIT Network Working Papers. Thematic Area Series SATAD – TA8 - "Water-related disasters: from trans-scale challenges to interpretative multivocality* – Vol. 1 N.º 1, p. 43-90
<http://waterlat.org/WPapers/WPSATADNo1.pdf>
- Lourenço, Luciano; Nunes, Adélia; Bento-Gonçalves, António e Vieira, António (2014b). Environmental Concerns of Portuguese Mountains: a Case Study in the Central Mountains" In: *Mountains: Geology*,

- Topography and Environmental Concerns*, A. Bento-Gonçalves & A. Vieira (Eds), Nova Science Publisher, p 195-211, https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=36052
- Martinez-Casasnovas (2003). A spatial information technology approach for the mapping and quantification of gully erosion, *Catena*, Elsevier, 50:293–308.
- Martinez-Casasnovas e Poch (1998). Estado de conservación de los suelos de la cuenca del embalse Joaquín Costa. *Limnetica* 14:83–91.
- Nunes, J.; Seixas J. e Pacheco, N (2008). Vulnerability of water resources, vegetation productivity and soil erosion to climate change in Mediterranean watersheds. *Hyd Process* 22:3115–3134.
- Nunes, J.; Seixas J.; Keizer J. e Ferreira, A. (2009). Sensitivity of runoff and soil erosion to climate change in two Mediterranean watersheds. Part II: assessing impacts from changes in storm rainfall, soil moisture and vegetation cover. *Hyd Process* 23:1212–1220.
- Nunes, Adélia & Dimuccui, Luca (2006). As ravinas de Folques e Celavisa (Portugal Central): factores e processos envolvidos na sua génese e evolução. Proposta de classificação e valorização como “sitio geomorfológico”, *Geomorfologia, Ciência e Sociedade*, Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Vol. III, Coimbra, p.191-198.
- Poesen, J.; Hooke, J.M. (1997). Erosion, flooding and channel management in Mediterranean environments of southern Europe. *Progress in Physical Geography* 21, 2. 157-199.
- Rebelo, Fernando (2008). Um novo olhar sobre os riscos? O exemplo das cheias rápidas (flash floods) em domínio mediterrâneo, *Territorium*, nº 15, Coimbra, pp.7-14.
- Ribeiro, António (2011a). A Evolução Geodinâmica de Portugal; uma introdução, in *Geologia de Portugal*.
- Ribeiro, António (2011b). Evolução Geodinâmica de Portugal; os ciclos ante-mesozóicos, in *Geologia de Portugal*.
- Tsimi, C.; Ganas, A.; Dimoyiannis, D.; Valmis, S. e Lekkas, E. (2012). Catchment-wide estimate of single storm interrill soil erosion using an aggregate instability index: a model based on geographic information systems. *Natural Hazards*, Springer, 62(3).
- Vandekerckhove, L.; Poesen, J. e Govers, G. (2003). Medium-term gully headcut retreat rates in Southeast Spain determined from aerial photographs and ground measurements. *Catena* 50:329–352.
- Villevielle, A. (1997). Les risques naturels en Méditerranée. Situation et perspectives, Paris, Economica, *Les Fascicules du Plan Bleu*. 10:160.



ISBN 978-989-20-6860-2