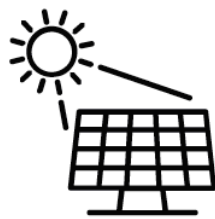




CIEEMAT`17

III Congresso
Ibero-Americano de
Empreendedorismo, Energia,
Ambiente e Tecnologia:
Livro de atas

12 a 14 de julho de 2017

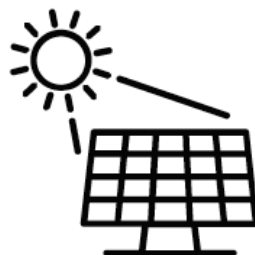




CIEEMAT`17

**III Congresso
Ibero-Americano de Empreendedorismo,
Energia, Ambiente e Tecnologia:
Livro de atas**

12 a 14 de julho de 2017



Título: III Congresso Ibero-Americano de Empreendedorismo, Energia, Ambiente e Tecnologia: Livro de atas

Editores: Américo Vicente Leite
Ana Isabel Pereira
Ângela Paula Ferreira
Artur Jorge Gonçalves
João Paulo Almeida
José Luis Calvo Rolle
Manuel Joaquim Feliciano
Orlando Manuel Soares
Ronney Arismel Boloy

Edição: Instituto Politécnico de Bragança – 2017
Campus de Santa Apolónia
5300-253 Bragança
Portugal

Execução: Orlando Manuel Soares

ISBN: 978-972-745-230-9

URI: <http://hdl.handle.net/10198/14339>

Email: cieemat2017@ipb.pt

Apoios e Patrocínios:



Media Partner:



Solos e Risco de Erosão nas áreas ardidadas no último quarto de século no Distrito de Bragança, NE de Portugal: abordagem cartográfica

Aline Cavalli

Estudante do Programa de Dupla Diplomação IPB/UTFPR
no Mestrado em Tecnologia Ambiental
Escola Superior Agrária – IPB, Bragança, Portugal
alinecavalli94@gmail.com

Maria Clotilde Carré Chagas Neta

Estudante de Mobilidade Internacional IPB/UFPEL
Escola Superior Agrária – IPB, Bragança, Portugal
netamariacc@gmail.com

Tomás de Figueiredo

CIMO – Centro de Investigação de Montanha
Escola Superior Agrária – IPB, Bragança, Portugal
tomasfig@ipb.pt

Felícia Fonseca

CIMO – Centro de Investigação de Montanha
Escola Superior Agrária – IPB, Bragança, Portugal
ffonseca@ipb.pt

Zulimar Hernández

Grupo de Esafología, Departamento de Geología y
Geoquímica
Facultad de Ciencias, Universidad Autonoma de Madrid
Madrid, Espanha
zulimar.hernandez@uam.es

Resumo— A erosão hídrica, pelos seus efeitos na degradação geral da terra, é uma importante ameaça ao recurso solo em particular no NE de Portugal. As áreas ardidadas em consequência de incêndios florestais possibilitam a expressão deste quadro de risco potencial de erosão severa.

Este trabalho, focado no Distrito de Bragança, baseou-se na informação sobre a ocorrência de incêndios disponível de 1990 a 2015 (ICNF), na Carta dos solos e da aptidão da terra do NE de Portugal e na Carta europeia de perda de solo por erosão hídrica (JRC – Joint Research Centre, aplicando o modelo RUSLE2015), tratadas em sistema de informação geográfica. O trabalho visou quantificar a distribuição dos solos, da aptidão da terra e das condições de erosão nas áreas ardidadas nos últimos 26 anos no Distrito de Bragança, NE Português.

No período analisado o Distrito foi afetado por incêndios em 24% da sua área, queimando matos (70%) e floresta (20%). Os solos nestas áreas são maioritariamente delgados (Leptosolos, 90%), de aptidão nula ou marginal para usos agrícola (77% e 22%, respetivamente) e florestal (65% e 21%, respetivamente).

A taxa de erosão média anual situa-se abaixo do tolerável (2 ton.ha⁻¹). Apesar disso, e configurando um quadro de risco não negligenciável, encontram-se valores muito críticos em algumas zonas, com as classes de erosão acima do tolerável a representar 41% do Distrito de Bragança. Faz-se notar que a Carta de perda de solo por erosão hídrica da Europa (JRC) utilizada neste trabalho, nãoconsidera a existência de áreas ardidadas no território cartografado.

Palavras-chave — Risco de erosão; Áreas ardidadas; Carta de erosão da Europa (JRC); NE Portugal]

I. INTRODUÇÃO

A erosão do solo é um dos problemas ambientais mais sérios relacionados com a gestão da terra em todo o mundo. Trata-se de um processo natural acelerado por atividades antropogénicas como desmatamento, práticas agrícolas, mineração de superfície, construção e urbanização [1]. Para a maioria dos solos, a principal consequência in loco do escoamento e da erosão hídrica é a degradação da terra. O risco de erosão varia com o clima, as características do solo, as mudanças profundas no uso da terra e as más práticas de uso e gestão do solo [2].

O Distrito de Bragança localizado na Região Nordeste de Portugal, é a divisão administrativa de maior representação de áreas suscetíveis à desertificação no norte do país [3], situação agravada pelo abandono do uso agrícola da terra, o que acarreta o crescimento de áreas de matos ocasionando acumulação de biomassa combustível potenciadora da ocorrência de incêndios florestais.

Os incêndios removem a cobertura vegetal protetora do solo, expondo-o a processos de erosão por ação das chuvas. A transferência de calor à superfície durante um incêndio ocasiona o aumento da temperatura no solo afetando as suas propriedades e em algumas situações os resíduos gerados pela queima podem causar uma condição de solo repelente à água que acentua ainda mais o escoamento e a erosão pós-fogo [4].

O trabalho tem como objetivo realizar, com base cartográfica, uma análise sobre a tipologia dos solos, da aptidão da terra e das condições de risco de erosão nas áreas

queimadas nos últimos 25 anos no Distrito de Bragança localizado no NE Português.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A. Área de estudo, período e ferramentas de análise

A área de estudo corresponde ao Distrito de Bragança, NE de Portugal, com extensão aproximada de 6600 km². A pesquisa a respeito das áreas ardidas da região, baseou-se em dados disponibilizados pela plataforma online do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF). No período de análise, de 1990 a 2015, as áreas atingidas estenderam-se por 2203 km² (Fig.1). Utilizou-se o *software* ArcGis no tratamento da informação cartográfica digital disponível.

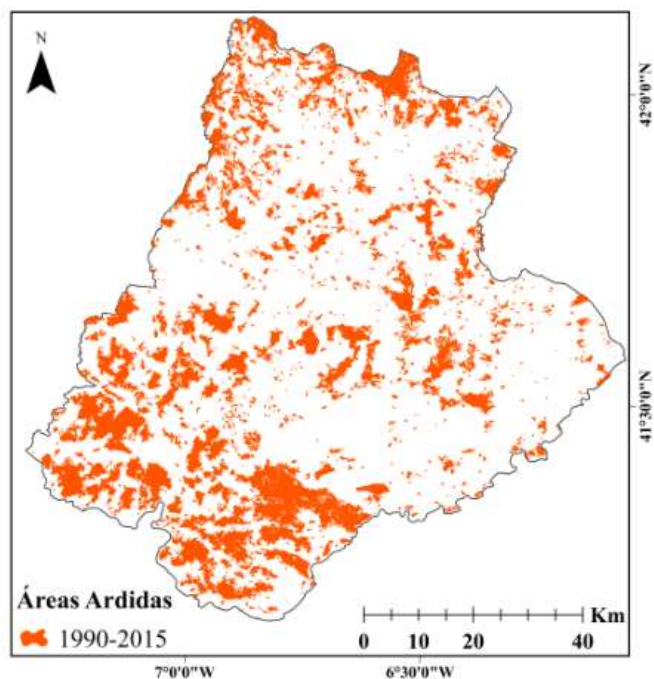


Fig.1 - Áreas ardidas nos últimos 26 anos no Distrito de Bragança
Fonte: Adaptado de Portal ICNF, 2017.

B. Uso da terra anterior ao incêndio

Para avaliar os usos da terra afetados pelos incêndios foram tomados os dados de 2001 a 2015, devido ao fato de nos anos anteriores não constar dos registos disponíveis na plataforma do ICNF informação suficiente para caracterizar especificamente o tipo de uso da terra no local ardido. De acordo com esta fonte, consideraram-se as classes de uso em “Floresta”, “Matos” e “Agrícola”, cuja extensão foi avaliada nas áreas ardidas em cada ano do período indicado.

C. Recursos pedológicos e Aptidão da terra

Para as análises da tipologia dos solos e da sua aptidão para usos agrários (agrícola, pastagem, floresta) nas áreas queimadas, sobrepôs-se a camada vetorial das áreas queimadas com as da Carta dos Solos e da Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal [5];[6]. Das tabelas de atributos associadas a estas cartas foi extraída a informações relativa a extensão de áreas ardidas, declive do terreno, espessura do solo, carência de água, pedregosidade e

a classificação correspondente da aptidão para uso agrícola, por pastagem e por floresta.

D. Carta de erosão e Sistema de Informação Geográfica

A carta de perda de solo por erosão hídrica utilizada neste trabalho, foi resultado de um estudo da Comissão Europeia no âmbito da Estratégia Temática para o Solo na Europa conduzido pelo Joint Research Centre (JRC), face à preocupação com as elevadas taxas de erosão verificadas na União Europeia relacionadas com impactos negativos nos ecossistemas, na agricultura, na água para consumo e no armazenamento de carbono [7].

A carta foi disponibilizada em 2015 e cobre 28 países membros da União Europeia, com resolução de 100 metros e utilizando para a estimativa o modelo Equação Universal de Perda de Solo Revista, adaptado à informação de base disponível à escala europeia (RUSLE2015) (Equação 1).

$$E = R \times K \times C \times LS \times P \quad (1)$$

Em que:

E: perda média anual de solo (t.ha⁻¹.ano⁻¹); **R**: fator erosividade da precipitação (MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹); **K**: fator erodibilidade do solo (t.ha.h.ha⁻¹.MJ⁻¹.mm⁻¹); **C**: fator de gestão de cobertura vegetal do solo (adimensional); **LS**: fator topográfico, combinando os efeitos de declive e comprimento da encosta (adimensional); **P**: fator de práticas conservacionistas (adimensional).

A aplicação do modelo RUSLE2015 neste contexto pressupõe a construção de “layers” dos fatores de erosão, em alta definição, e a sua sobreposição em ambiente SIG. De acordo com [7], nos 5 fatores utilizaram-se os dados mais significativos e com melhor resolução disponíveis nos vários países representados na carta.

Considerando que o valor de tolerância da perda de solo é um parâmetro de equilíbrio entre o processo de meteorização e de erosão do solo, Morgan (2005) reconhece a dificuldade de estimar as taxas de formação do solo visto que o tempo do processo é geralmente lento.[8] O valor de tolerância é dependente de fatores como a profundidade, a textura, o uso e cobertura que determinam a taxa de solo removido por erosão. Deste modo, são recomendados como valores toleráveis perdas de solo de 2 ton.ha⁻¹ e de 10 ton.ha⁻¹ para solos com substrato não renovável e renovável, respectivamente [9].

Sendo assim, a classificação apresentada na Tabela I foi realizada levando em consideração os valores de tolerância de perda de solo e a quantidade de informação obtida através da carta de erosão hídrica (JRC). A classe “No Data” diz respeito aos valores que não apresentam dados na carta. Esses casos são falhas no modelo digital de elevação, que após o processamento do raster para cada um dos fatores da RUSLE2015, não é mais possível realizar métodos de regressão para preencher esses dados. Entretanto, os mesmos devem ser considerados uma vez que compreendem a área total do raster.

O tratamento da carta tanto em unidades matriciais quanto vetoriais foi realizado no ambiente do software Arcgis no aplicativo ArcMap. Na referida carta de escala europeia, recortado a área do Distrito de Bragança transformou-se

oraster para pontos, com o objetivo de obter de cada pixel (100m x 100m) a informação numérica de perda de solo.

TABLE I. CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DE PERDA DE SOLO

Classe	Perda de solo (ton.ha ⁻¹)
1	0,0 - 0,1
2	0,1 - 1
3	1 - 2
4	2 - 5
5	5 - 10
6	10 - 200
7	No Data

Na carta de perda de solo por erosão hídrica foram recortadas para cada ano entre 1990 até 2015 as áreas ardidas no Distrito de Bragança, obtidas em shapefile na plataforma do ICNF, sendo extraídos para cada ano os valores dos pontos da carta de perda de solo. O resultado foi exportado para folha de cálculo Excel, onde se calcularam as seguintes estatísticas de perda de solo: média (\bar{x}), mínimo (\bar{x}_0), máximo (\bar{x}_{100}), primeiro quartil (\bar{x}_{25}), mediana ou segundo quartil (\bar{x}_{50}) e o terceiro quartil (\bar{x}_{75}). Em seguida, foi realizada a reclassificação seguindo as diretrizes da Tabela I, para os shapefiles de área ardida. Esse procedimento possibilitou os cálculos de percentagem de área total e a identificação dos 5 anos de maior magnitude, que foram respetivamente do maior para o menor: 2013, 1998, 2003, 2000 e 1994. As áreas ardidas destes anos somam cerca de 41% de área ardida total de 1990 a 2015, a qual, por sua vez, corresponde a 33,4% da superfície do Distrito de Bragança. Para avaliar diferenças entre os anos deste grupo no padrão de distribuição das classes de perda de solo nas áreas afetadas, foi aplicada ANOVA a um fator (Ano, gl=4; gl total =34). Não se observaram diferenças significativas entre anos deste grupo ao nível de significância de 5% pelo que, o grupo foi tomado como homogéneo para efeitos de análise dos resultados.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. Uso da Terra anterior ao incêndios

A comparação anual entre as áreas ardidas quanto a sua classe de uso anterior ao incêndio (uso agrícola, florestal e matos) é apresentada na Fig. 2. Pode-se verificar a maior ocorrência de incêndios em zonas ocupadas por vegetação de matos, já que estas correspondem a cerca de 70% da extensão ardida ao longo dos últimos 15 anos. As extensas áreas de matos no Distrito de Bragança tem representação apesar disso inferior a 70% indicando que essas áreas estão menos sujeitas a restrições quanto a ignição e propagação do fogo. Para além da massa combustível acumulada e sua continuidade, podem concorrer para explicar a elevada proporção de áreas de matos ardidas, a sua localização mais remota relativamente aos núcleos populacionais onde o controlo social tem condições mais limitadas de realização, tanto mais quanto se associa a baixa densidade da população rural.

Em ambientes florestais as áreas queimadas corresponderam a cerca de 20% do total ardido nos últimos

15 anos, sendo que os ambientes agrícolas são os menos afetados, correspondendo aproximadamente a 10% da área total ardida de 2001 a 2015.

B. Recursos pedológicos e Aptidão da terra

Nas áreas queimadas ocorrem em 90% Leptosolos e em 9% Cambissolos. Os Leptosolos possuem características incipientes, sendo delgados e de elevada pedregosidade [3];[5] e com ocupação preferencial por matos e matas [10]. O material originário destes solos tem como litologias dominantes os xistos e os granitos, com 49% e 33% da área, respetivamente.

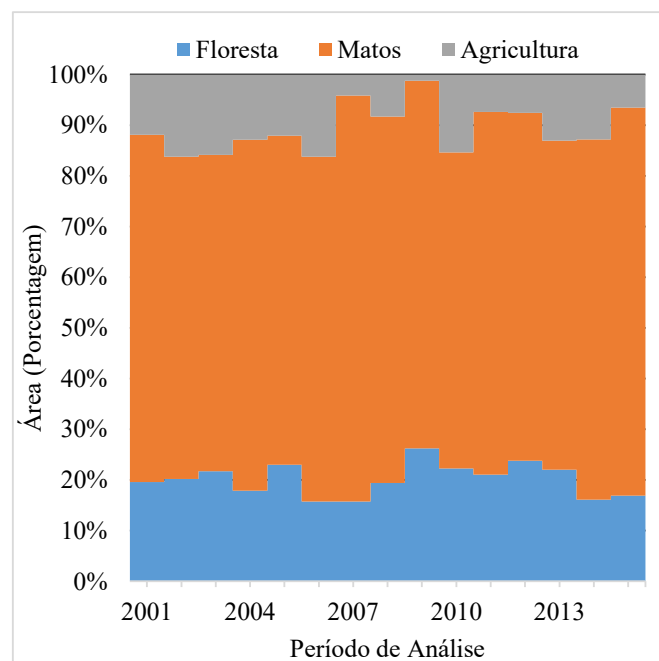


Fig. 2 – Distribuição das classes de uso da terra anteriores a ocorrência de incêndios nas áreas ardidas de 2001 a 2015 no Distrito de Bragança.

A espessura do solo é de grande importância para o desenvolvimento das plantas, já que as condições de enraizamento são determinadas pela espessura útil do solo e pela facilidade de penetração radicular [5]. Nas áreas queimadas no NE de Portugal 87% das áreas atingidas foram em solo com espessura entre 10 a 50 cm, considerados solos pouco desenvolvidos e de textura grosseira. As áreas queimadas apresentam carência de água no solo severa e muito severa em 90% dos casos, querendo dizer que há baixa capacidade de disponibilizar água para as plantas nestes locais. Estas zonas situam-se em declives superiores a 12 – 15% em 75% dos casos e a presença de solos pedregosos é frequente (41% da área).

Não impressiona portanto que a aptidão da terra para os usos agrícola, por pastagem e florestal seja na sua maioria nula (Fig. 3), já que as características acima descritas são severamente limitantes das práticas de uso convencionais nestes ambientes. Todavia, faz-se notar que nas áreas atingidas se encontram solos com aptidão elevada para o uso florestal em cerca de 14% da área.

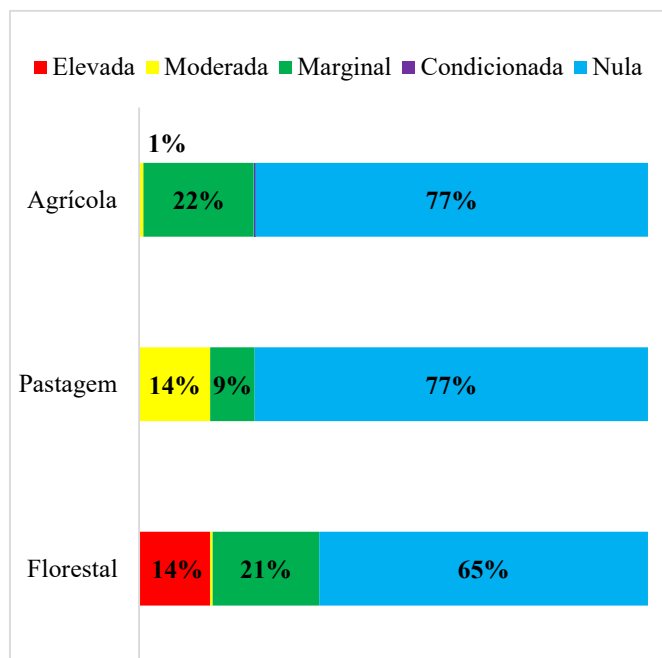


Fig. 3 – Distribuição das classes de aptidão da terra para usos agrícola, pastagem e florestal, na área ardida de 1990 a 2015 no Distrito de Bragança.

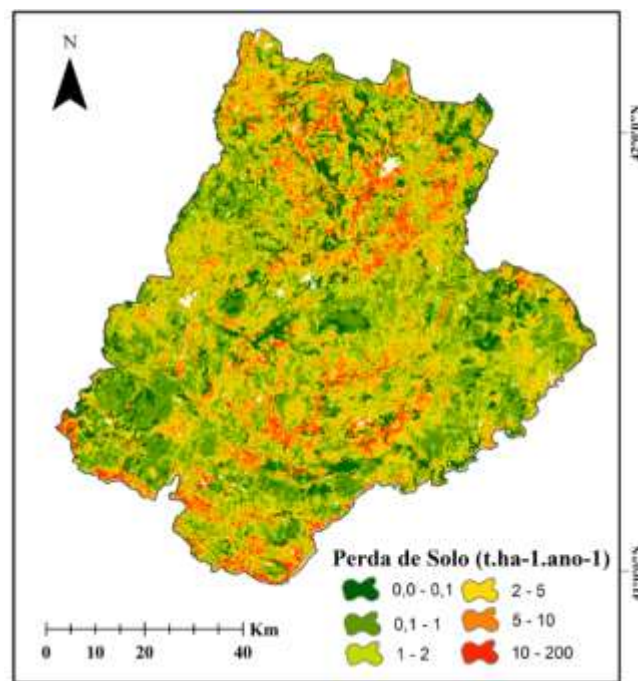


Fig. 4. Carta de perda de solo por erosão hídrica do Distrito de Bragança. Fonte: Adaptado de European Soil Data Centre (ESDAC), European Commission, Joint Research Centre (JRC), 2015.

C. Perda de solo nas áreas ardidadas

Apresenta-se na Fig.4 a carta de perda de solo por erosão hídrica do JRC para o Distrito de Bragança. Percebe-se que a maior área representada na carta corresponde à classe de 2 - 5 ton.ha⁻¹.

A erosão hídrica está fortemente relacionada com o fator topográfico na Região [3] [6], e por isso este fator foi também analisado no trabalho. A Tabela II mostra que os declives da classe mais representada nas áreas ardidadas são superiores aos declives da classe mais representada no conjunto do Distrito, acentuando o carácter acidentado dessas áreas e o seu maior risco potencial de erosão.

TABELA II. DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE DECLIVE (%ÁREA) NO DISTRITO DE BRAGANÇA E NAS ÁREAS ARDIDAS (1990 – 2015).

Declive (%)	Distrito de Bragança	Áreas Ardidadas
Classes	% de Área	
0-12	38,1	21,5
12-25	33,4	34,5
25-35	13,2	19,7
35-45	7,2	12,2
45-60	4,4	7,7
>60	1,5	2,1
no data	2,3	2,4

A perda de solo não está unicamente relacionada com a topografia mas, como explicado na equação da RUSLE2015 (1), também depende dos fatores erosividade da chuva, erodibilidade do solo, cobertura vegetal e práticas conservacionistas que são realizadas no local.

Existe ainda a possibilidade de condições externas adicionais interferirem nos fatores da RUSLE e aumentarem ou amenizarem a erosão desses solos. Um exemplo desse fato são os incêndios, na sequência dos quais a probabilidade de que ocorra erosão é alta, visto que a terra fica exposta às precipitações [11].

Nesse contexto, sustentando as afirmações acerca dos valores globais de perda de solo em todo o Distrito de Bragança e identificando as áreas ardidadas no mesmo (Fig. 1). Na Tabela III são comparadas as estatísticas da perda de solo estimada pela RUSLE2015 (carta JRC) para o Distrito de Bragança, para as áreas ardidadas totais de 1990 a 2015 e para os 5 anos de maior área ardida neste período.

Com os resultados da Tabela III pode-se verificar que as medidas de localização dos três grupos não possuem grande diferença em seus valores. A mediana dos três grupos encontra-se na classe de valores abaixo de 2 ton.ha⁻¹, abaixo da tolerância de perda de solo para solos de substrato não renovável, o que significa que a maior parte do território (total ou ardido) não apresenta risco severo de erosão.

Contudo, a média para o Distrito de Bragança e total de área ardida encontra-se acima do valor de tolerância. Isto porque no seu cálculo se consideram os valores extremos superiores (200 ton.ha⁻¹) presentes nos 3 conjuntos de dados representados na Tabela. Assim, apesar de estarem mais frequentemente abaixo de 2 ton.ha⁻¹, os três grupos apresentam zonas com perdas de solo muito críticas, mais evidentes nos dois primeiros. Todavia, o grupo 5MA, apesar de tanto média como mediana estarem abaixo do valor tolerável de perda de solo, cobre uma área de 902km², equivalente aproximadamente a 13,7% do Distrito de Bragança. A proximidade da média (1,89) do limiar de

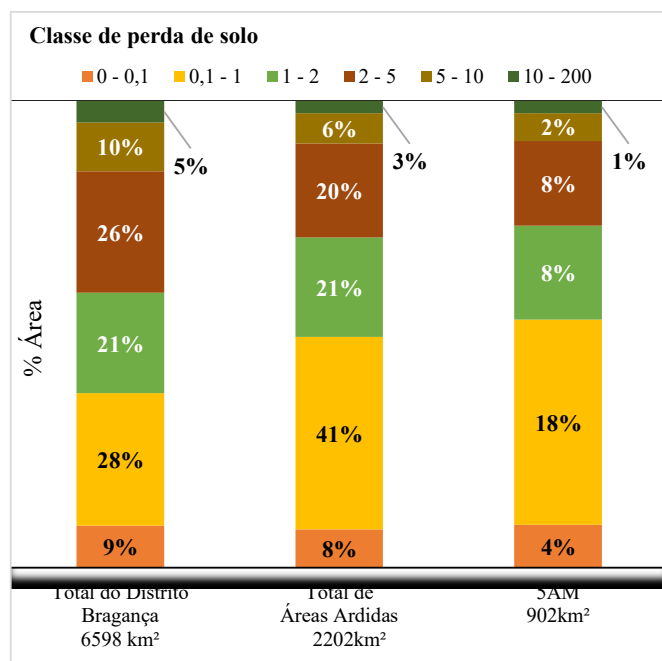
tolerância indica, ainda para este grupo uma extensão significativa de áreas em risco severo.

TABELA III. MÉDIA, EXTREMOS (X0 E X100) E QUARTIS (X25, X50 E X75) DA PERDA DE SOLO ANUAL POR EROSIÃO HÍDRICA NO DISTRITO DE BRAGANÇA

Parâmetro	Total do Distrito de Bragança	Total de Áreas Ardidadas 1990 - 2015	5MA
		<i>ton ha⁻¹</i>	
Média	2,75	2,62	1,89
X0	0,0001	0,0008	0,0004
X25	0,58	0,61	0,33
X50	1,52	1,46	0,90
X75	3,36	3,05	2,14
X100	200	200	200

*5MA= 5 anos de maior área ardida de 1990 a 2015.

Na Fig. 6, mostra-se as percentagens de área correspondente a cada classe da Tabela I, considerando o próprio Distrito de Bragança, a área total ardida de 1990 a 2015 e os 5 anos de maior área ardida neste período. Analisando a Fig. 6 percebe-se que a classe 2 (0,1-1 ton.ha⁻¹) apresenta maior percentagem nos 3 grupos analisados. As classes de perda de solo que apresentam valores acima do tolerável, classes 4, 5 e 6, quantificam em todo Distrito de Bragança cerca de 41% do total. Nas áreas ardidas total e nos 5AM essas representam todavia 29% e 11% respetivamente.



*5MA= 5 anos de maiores áreas ardidas de 1990 a 2015.

Fig. 6- Distribuição das classes de perda de solo por erosão hídrica no Distrito de Bragança

Estes resultados não seguem o esperado em relação as áreas ardidas e as correspondentes condições de erosão. Independentemente da relação entre perda de solo e severidade do incêndio explorada por [12], o facto de os

incêndios conduzirem à redução da cobertura do solo indica como efeito imediato uma maior exposição das áreas ardidas ao impacto erosivo das precipitações. Deste modo, a imagem associada à ocorrência de erosão em áreas ardidas sugeria a expectativa de que as maiores percentagens da classe de perda de solo nessas áreas estivessem situadas entre 2 e 200 ton.ha⁻¹ (classe 4, 5 e 6).

Nesta apreciação devem-se considerar fatores que podem causar a subestimação dos valores de perda de solo. A carta do JRC utilizada foi construída com dados espaciais referentes ao ano de 2010 não podendo portanto estar aí consideradas as áreas ardidas posteriores. Por outro lado, o fator C estipulado na carta JRC utilizou duas categorias de classificação do uso da terra: não-aráveis e aráveis. As terras não aráveis baseiam-se na carta CORINE de cobertura do solo, que classifica o mesmo a partir da densidade de vegetação, independentemente do tipo de coberto vegetal presente em cada pixel. Esta carta levou somente em consideração o raster do ano de 2006 para classificação, contendo resolução de 100 metros [13]. Para as terras aráveis fizeram uso dos dados estatísticos reunidos pela Comissão Europeia (EUROSTAT) em bases de dados, com os tipos de agricultura em cada região entre os anos de 2008 a 2012. Essas abordagens não consideraram as áreas ardidas. Desse modo a avaliação da erosão parece subestimada frente ao potencial apresentado pela extensão das áreas ardidas no Distrito de Bragança.

Por outro lado, é escassa a informação experimental disponível sobre erosão em áreas ardidas neste território. Perdas de solo avaliadas em micro-parcelas com 4 m² de área em declive médio de 8 %, instaladas em área ardida, mostram valores de 1,5 ton ha⁻¹ ano⁻¹, medidos em ano seco [15]. Estimativas para ano de precipitação normal baseadas nesta avaliação apontam para valores de 2,3 ton ha⁻¹ ano⁻¹, a significar que, nessas áreas, os solos estão expostos a perdas acima do tolerável, pelo menos no primeiro ano após o fogo, como foi o caso do estudo referenciado. Todavia, dada a natureza dos processos erosivos, a comparação de resultados em diferentes escalas espaciais não pode ser direta, pelo que, destes resultados não pode, de per si, aferir-se a fiabilidade das estimativas apresentadas na carta do JRC, a qual, no contexto aqui utilizado, serve para ordenar magnitude e expressão espacial de classes de suscetibilidade.

Nesse sentido, a abordagem à suscetibilidade à erosão das áreas ardidas tomando como referência a carta da JRC encerra dificuldades que se projeta ultrapassar ao considerar o efeito sucessivo dos vários fatores da RUSLE2015., designadamente o fator C, sobre o qual os incêndios impõem alteração mais expressiva.

IV. CONCLUSÕES

Este estudo, focado na problemática dos incêndios na região NE de Portugal, sublinha a importância das áreas ardidas, as quais atingiram 24% do território num período de 26 anos (de 1990 a 2015). O estudo mostra também que os incêndios no período de 2001 a 2015 afetaram sobretudo áreas de matos, as quais representaram 70% da área ardida no período analisado, enquanto as áreas florestais e agrícolas atingidas representaram apenas 20% e 10% dessa área, respetivamente. A muito expressiva importância dos matos

enquanto áreas afetadas por incêndios sugere causas relacionáveis com a continuidade espacial do combustível acumulado em extensões tendencialmente maiores, face à rarefação da população rural e ao abandono da terra e, por outro lado, sugere ainda que à baixa densidade populacional estará associado menor controlo social sobre essas áreas, por isso menos vigiadas e acompanhadas.

Os resultados mostraram valores médios de taxa de erosão estimada abaixo do tolerável ($2 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$), seja a nível do Distrito de Bragança, seja nas Áreas ardidas totais em 26 anos, seja ainda no conjunto dos 5 anos de maior área ardida neste período. Apesar disso, encontram-se valores de perda de solo muito críticos em algumas zonas do território, com as classes de erosão acima do tolerável a representar no Distrito de Bragança cerca de 41% da área total.

A distribuição das classes de perda de solo nas áreas ardidas apresenta menor proporção de taxas acima do tolerável do que a calculada para o total do Distrito de Bragança, o que constitui resultado menos esperado face às condições potenciais de erosão severa que prevalecem nas áreas de matos e florestas no Distrito, usos da terra antecedentes dos incêndios que correspondem a cerca de 90 % da área ardida no período estudado. O Fator C da RUSLE2015 utilizado na produção da Carta de perda de solo por erosão hídrica da Europa (JRC) poderá explicar estes resultados. Trabalhos futuros nesta linha deverão permitir validar esta hipótese.

REFERÊNCIAS

- [1] Diyabalanage, S., Samarakoon, K. K., Adikari, S. B., & Hewawasam, T. (2017). Impact of soil and water conservation measures on soil erosion rate and sediment yields in a tropical watershed in the Central Highlands of Sri Lanka. *Applied Geography*, pp. 103–114.
- [2] Boardman, J., & Poesen, J. (2006). *Soil Erosion in Europe Editors*. (L. John Wiley & Sons, Ed.), John Wiley and Sons. England.
- [3] Figueiredo, T. de (2013). *Uma panorâmica sobre os recursos pedológicos do Nordeste Transmontano*. Instituto Politécnico de Bragança Eds. p. 47.
- [4] Neary, D. G.; Ryan, K. C.; DeBano, L. F., eds. (2005). *Wildland Fire in Ecosystems, effects of fire on soil and water*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol.4. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p 250.
- [5] Agroconsultores e Coba. (1991). Carta dos solos, Carta do Uso Actual da Terra e Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal. (UTAD/PDRITM, Ed.). Vila Real.
- [6] Figueiredo, Tomás de (2001). Pedregosidade e Erosão Hídrica dos Solos em Trás-os-Montes: Contributo para a interpretação de registos em vinhais ao alto na Região do Douro. Tese de Doutoramento, UTAD, Vila Real.
- [7] Panagos,P., Borrelli,P., Poesen,J.,Ballabio, C.,Lugato, E., Meusbrger, K., Montanarella, L., Alewell, C. (2015). The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. *Environmental Science & Policy*. Vol 54, p. 438-447.
- [8] Morgan, R.P.C. (2005). Soil erosion and conservation. 3^{ed}. Rev.National Soil Resources Institute, *Cranfield University*.
- [9] Arnoulds, H.M.J. An approach to the assessment of erosion forms and erosion risk on agricultural land in the northern Paris Basin, France. In: Bordman J, Foster DL, Dearing JA (eds). Soil erosion on agricultural land. Wiley, Chischester, p. 383-400.
- [10] Cunha, L. (2003). A montanha do centro português : espaço de refúgio , território marginal e recurso para o desenvolvimento local. *Territórios, Ambiente E Trajectórias de Desenvolvimento, Ed. Caetano, Lucília (Coord.)*, (175–191), 175–191.
- [11] Monteiro, A.; Ferreira, C.; Madureira, H.; Quenol, H.; Maciel, Â.; Pinto, A.; Ramasas, I. & Guerner, J. (2005). ATLAS AGROCLIMATOLÓGICO DO ENTRE DOURO E MINHO, Projecto POCTI/GEO/14260/1998.
- [12] Ferreira, A. D., Silva, J. S., Maia, M. J., Catry, F., Moreira, F. (2005). Gestão pós-fogo: Extração da madeira queimada e protecção da floresta contra a erosão do solo. DGRF – Direcção-Geral dos Recursos Florestais. 1^a edição. Lisboa – Portugal.
- [13] González-Pelayo O., Andreu V., Campo J., Gimeno-García E., Rubio J.L., (2006). Hydrological properties of a Mediterranean soil burned with different fire intensities. *Catena* 68, 186-193.
- [14] Panagos,P., Borrelli,P., Meusbrger, K., Alewell, C., Lugato, E., Montanarella, L. (2015b). Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. *Land Use Policy*. Vol 48, p. 38-50.
- [15] Fonseca,F., Figueiredo,T.de, Nogueira,C., Queirós,A. (2017). Effect of prescribed fire on soil properties and soil erosion in a Mediterranean mountain area. *Geoderma* (accepte).