



FRISCO: GESTÃO DE RISCOS DE CONTAMINAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA INDUZIDOS PELO FOGO

João Pedro NUNES¹, Luís DIAS¹, Akli BENALI², Marta CARVALHO³, Oscar GONZALEZ PELAYO⁴, Ana SÁ², Léonard BÉRNARD-JANNIN¹, Nuno BRÓCO³, José Miguel CARDOSO PEREIRA², Joana COELHO³, Jacob KEIZER⁴, Tomás MENEZES¹, Amandine PASTOR¹, Filipe Duarte SANTOS¹, João SILVA², Diana VIEIRA⁴

1. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, jpcnunes@fc.ul.pt, lfdias@fc.ul.pt, lbernardjannin@gmail.com, tmenezes@fc.ul.pt, amandine.pastor2@gmail.com, fdsantos@fc.ul.pt

Instituição, Morada, email de todos os autores da instituição 1, por ordem de autores

2. Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, aklibenali@gmail.com, anasa@isa.ulisboa.pt, jmcpereira@isa.ulisboa.pt, joaosilva@isa.ulisboa.pt

3. Águas de Portugal, Serviços Ambientais, S.A., Rua Visconde de Seabra 3, 1700-421 Lisboa, m.carvalho@ADP.PT, n.broco@ADP.PT, j.coelho@adp.pt

4. Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, oscargonzalezpelayo@ua.pt, jkeizer@ua.pt, dianac.s.vieira@ua.pt

RESUMO

Os fogos rurais podem levar à contaminação das massas de água com sedimentos finos, nutrientes e cinzas, sendo necessário aos gestores da água informação suficiente para determinar o risco pós-fogo e selecionar as medidas de mitigação de impacto mais adequadas. O recém-aprovado projeto FRISCO procura dar resposta a essas necessidades, integrando investigadores e gestores da água na construção de uma metodologia de avaliação de risco que permita a reação em tempo útil, e na definição das medidas que podem tomar.

Palavras-Chave: fogos rurais; contaminação de recursos hídricos; avaliação de risco

1. INTRODUÇÃO [TÍTULOS DE 1ª ORDEM]

O abandono de terras em Portugal levou à florestação de largas áreas e a fogos cada vez mais frequentes e severos (Shakesby, 2011). Estes fogos podem contaminar linhas de água com sedimentos finos, nutrientes e cinzas (Bodí et al., 2014), afetando ecossistemas aquáticos (Verkaik et al., 2013) e o abastecimento de água (Martin, 2016), conforme aconteceu com o abastecimento de Ansião e Ceira após os fogos de 2017. A avaliação e gestão de risco de contaminação após fogos exige urgentemente mais informação sobre o risco de contaminação e medidas de mitigação (Nunes et al., 2018a). No entanto, e apesar de trabalhos recentes sobre erosão e contaminação em áreas ardidas, existem ainda dificuldades em entender, avaliar e quantificar a mobilização e transporte dos contaminantes em áreas ardidas, e os seus impactos em massas de água de maior dimensão (Nunes et al., 2018b).

Surge assim o projeto FRISCO (PCIF/MPG/0044/2018), financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do programa de financiamento de Projetos de Investigação Científica e Desenvolvimento Tecnológico no âmbito da Prevenção e Combate de Incêndios Florestais. O projeto visa fornecer aos gestores nacionais da água e floresta informação baseada em ciência, e em tempo útil, sobre o risco de contaminação para as massas de água a jusante de fogos rurais, e sobre metodologias para minimizar o risco e mitigar as consequências.

2. ENQUADRAMENTO

Para atingir estes objetivos, o projeto FRISCO conta com uma equipa multidisciplinar, combinando parceiros académicos e gestores da água:

- a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa lidera o projeto e traz experiência na avaliação e modelação de processos hidrológicos em áreas aridas;
- o Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa traz experiência na análise do comportamento e impacto dos fogos rurais;
- a Águas de Portugal – Serviços Ambientais traz experiência prática na gestão de recursos hídricos;
- a Universidade de Aveiro traz experiência na recolha e análise de dados hidrológicos em áreas aridas;
- o projeto conta ainda com o apoio do Instituto da Conservação da Natureza e Florestas, as Universidades de Wageningen (Países Baixos) e Swansea (Reino Unido), e a ação COST Firelinks, para garantir a interação com a comunidade de gestores da água e com outros investigadores que trabalham nesta temática à escala Europeia.

O projeto FRISCO irá atingir os seus objetivos abordando diretamente duas falhas de conhecimento, tirando partido de investigação recente sobre comportamento do fogo e paisagens aridas (Nunes et al., 2018b):

1. A ligação entre características do fogo e impactos hidrológicos não é ainda clara (Santín et al., 2016; Shakesby et al., 2016). Isto pode ser ultrapassado combinando deteção remota e modelos numéricos com estudos sobre impactos dos fogos na vegetação e solos (Cardil et al., 2019; Chafer et al., 2016; Moody et al., 2016) para estimar os impactos hidrológicos em grandes áreas aridas.
2. Os impactos dos fogos no transporte de contaminantes são pouco estudados (Keesstra et al., 2018). Isto pode ser ultrapassado com avanços recentes sobre conectividade de paisagens (Martínez-Murillo & López-Vicente, 2018; Keesstra et al., 2018) e modelação hidrológica de áreas aridas (Nunes et al., 2018c), que podem ser aplicados a escalas relevantes para a gestão da água se combinados com estudos de campo sobre mobilização de contaminantes (Campos et al., 2016).

O projeto focar-se-á em 4 áreas de estudo em Portugal, representativas de vários tipos de massas de água que constituem fontes de água para abastecimento doméstico e industrial. Para cada uma, e no período entre 2001 e 2018, o projeto irá:

1. caracterizar os impactos dos fogos na vegetação e solos, combinando imagens de satélite, dados de campo e modelos de comportamento do fogo;
2. combinar esta informação com novas abordagens ao estudo e modelação da conectividade hidrológica para avaliar os impactos dos fogos na mobilização e transporte de contaminantes para as linhas de água;
3. em coordenação com gestores de recursos hídricos, caracterizar e mapear a ocorrência passada de eventos de contaminação após fogos.

O projeto FRISCO irá então combinar os resultados destas tarefas para desenvolver dois produtos orientados para a gestão prática da água em áreas sujeitas a fogos:

4. desenvolver um índice de risco de contaminação após fogos, analisando informação sobre os impactos dos fogos na vegetação e solos, mobilização e transporte de contaminantes e episódios de contaminação com ferramentas estatísticas e de aprendizagem artificial. O índice será desenvolvido com gestores da água e implementado como uma ferramenta na internet que poderá ser aplicado imediatamente após a ocorrência de fogos.
5. integrar o índice de risco num modelo estocástico de ocorrência e fogos (Alcasena et al., 2019; Benali et al., 2017), usando-o para testar soluções de mitigação - gestão florestal, estabilização de emergência, e tratamento de água - sob o clima atual e cenários futuros. O estudo envolverá atores locais e os resultados serão sumarizados num manual prático de gestão de contaminação após fogos, disponibilizado na internet.

3. CONCLUSÕES

O projeto FRISCO irá contribuir para avançar o conhecimento sobre a relação entre fogos, vegetação, solos e água, superando uma limitação importante ao progresso nesta área; entender e avaliar os impactos dos fogos nos serviços hidrológicos das florestas; e incluir o fogo na avaliação dos impactos das alterações climáticas e do uso do solo nos recursos hídricos, o que constitui atualmente uma incerteza na criação de medidas de adaptação. Os aquíferos...



AGRADECIMENTOS

O projeto FRISCO é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (ref.^a PCIF/MPG/0044/2018).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcasena FJ, Ager AA, Bailey JD, Pineda N, Vega-García C (2019). Towards a comprehensive wildfire management strategy for Mediterranean areas: Framework development and implementation in Catalonia, Spain. *J Environ Manage* 231: 303-320. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.027>
- Benali A, Sá ACL, Ervilha AR, Trigo RM, Fernandes PM, Pereira JMC (2017). Fire spread predictions: Sweeping uncertainty under the rug. *Sci Total Environ* 592: 187-196. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.106>
- Bodí MB, Martín DA, Balfour VN, Santín C, Doerr SH, Pereira P, Cerdà A, Mataix-Solera J (2014). Wildland fire ash: Production, composition and eco-hydro-geomorphic effects. *Earth-Sci Rev* 130: 103-127. <http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.12.007>
- Cardil A, Mola-Yudego B, Blázquez-Casado Á, González-Olabarria JR (2019). Fire and burn severity assessment: Calibration of Relative Differenced Normalized Burn Ratio (RdNBR) with field data. *J Environ Manage* 235: 342-349. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2019.01.077>
- Campos I, Abrantes N, Keizer JJ, Vale C, Pereira (2016). Major and trace elements in soils and ashes of eucalypt and pine forest plantations in Portugal following a wildfire. *Sci Total Env* 572: 1363-1376. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.190>
- Chafer CJ, Santín C, Doerr SH (2016). Modelling and quantifying the spatial distribution of post-wildfire ash loads. *Int J Wildland Fire* 25: 249-255. <http://dx.doi.org/10.1071/WF15074>
- Keesstra S, Nunes JP, Saco P, Parsons T, Poepl R, Masselink R, Cerdà A (2018). The way forward: Can connectivity be useful to design better measuring and modelling schemes for water and sediment dynamics? *Sci Total Environ* 644: 1557-1572. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.342>
- Martin DA. 2016. At the nexus of fire, water and society. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* 371: 1-9. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0172>
- Martínez-Murillo JF, López-Vicente M (2018). Effect of Salvage Logging and Check Dams on Simulated Hydrological Connectivity in a Burned Area. *Land Degrad Develop* 29: 701-712. <https://doi.org/10.1002/ldr.2735>
- Moody JA, Ebel BA, Nyman P, Martin DA, Stoof C, McKinley R (2016). Relations between soil hydraulic properties and burn severity. *Int J Wildl Fire* 25: 279-293. <https://doi.org/10.1071/wf14062>
- Nunes JP, Doerr S, Keesstra S, Pulquério M, Cerda A, Rhoades C, Sheridan G, Carvalho M, Emelko M, Keizer J, Pastor A, Ferreira A, Mansilha C, Evans C, Santín C, Zúñiga D, Vieira D, Rosario-Ortiz F, Clay G, Neris J, Wittenberg L, Kirkby M, Pereira M, Stone M, Abrantes N, Leitão TE, Kalantari Z (2018a). Policy brief: impacts of fires on water quality. Results from the Connecteur/PLACARD workshop on “fire impacts on water quality”, 14-16 February 2018, Lisbon. Available online at: <https://www.placard-network.eu/wp-content/PDFs/wildfire-water-quality-briefingV3.pdf>
- Nunes JP, Doerr SH, Sheridan G, Neris J, Santín C, Emelko MB, Silins U, Robichaud PR, Elliot WJ, Keizer J (2018b). Assessing water contamination risk from vegetation fires: challenges, opportunities and a framework for progress. *Hydrol Process* 32: 687-684. <https://doi.org/10.1002/hyp.11434>
- Nunes JP, Quintanilla PN, Santos JM, Serpa D, Carvalho-Santos C, Rocha J, Keizer JJ, Keesstra SD (2018c). Afforestation, Subsequent Forest Fires and Provision of Hydrological Services: A Model-Based Analysis for a Mediterranean Mountainous Catchment. *Land Degrad Develop* 29: 776-788. <https://doi.org/10.1002/ldr.2776>
- Santín C, Doerr SH, Kane ES, Masiello CA, Ohlson M, de la Rosa JM, Preston CM, Dittmar T (2016). Towards a global assessment of pyrogenic carbon from vegetation fires. *Global Change Biology* 22: 76-91. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.12985>
- Shakesby RA (2011). Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: Review and future research directions. *Earth-Sci Rev* 105: 71-100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2011.01.001>



Shakesby RA, Moody JA, Martin DA, Robichaud PR (2016). Synthesising empirical results to improve predictions of post-wildfire runoff and erosion response. *Int J Wildland Fire* 25: 257-261. <http://dx.doi.org/10.1071/WF16021>

Verkaik I, Rieradevall M, Cooper SD, Melack JM, Dudley TL, Prat N (2013). Fire as a disturbance in mediterranean climate streams. *Hydrobiologia* 719: 353-382. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-013-1463-3>