



RISCOS

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE RISCOS, PREVENÇÃO E SEGURANÇA

**MULTIDIMENSÃO
E
TERRITÓRIOS DE RISCO**

**III Congresso Internacional
I Simpósio Ibero-Americano
VIII Encontro Nacional de Riscos**

**Guimarães
2014**

USO DE SENSORES REMOTOS COMO FERRAMENTA PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS QUEIMADAS POR INCÊNDIOS FLORESTAIS. O EXEMPLO DO MUNICÍPIO DE OLIVEIRA DO HOSPITAL NO ANO DE 2013

Raphael Costa Cristovam da Rocha

Departamento de Geografia, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
raphaelrocha.br@gmail.com

Luciano Lourenço

Departamento de Geografia, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
luciano@uc.pt

Gil Rito Gonçalves

Departamento de Matemática, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
gil@mat.uc

RESUMO

Os incêndios florestais constituem um gravíssimo problema para a degradação do ecossistema global e há anos que Portugal vem sendo castigado por este fatídico evento. O uso da detecção remota, nas últimas décadas, tem-se tornado muito importante no estudo dos incêndios florestais, por proporcionar uma visão abrangente do território em análise, pois não se cinge somente a um local, pelo que esta ferramenta é uma mais valia para localização, delimitação, mitigação e prevenção de incêndios. O objetivo deste estudo é a utilização de sensores remotos como ferramenta chave para o mapeamento das áreas ardidas no ano de 2013, no município de Oliveira do Hospital, situado na região centro de Portugal. Foram cartografadas áreas incendiadas a partir de imagens de satélite LANDSAT 8, aplicando as técnicas de classificação supervisionada e o índice Normalized Burnt Ratio. Desta forma, demonstra-se uma forma alternativa de mapear as áreas ardidas.

Palavras-chave: Sensores remotos; Landsat 8; NBR; Incêndios florestais.

Introdução

Os incêndios florestais constituem, um pouco por todo o mundo, um problema de extrema importância para a degradação do ecossistema global.

Sendo mais característicos do clima mediterrânico, coincidem com o verão, quente e seco, pelo que a temporada (julho - setembro) dos incêndios está muito influenciada por este tipo de clima. Por isso, não será de admirar que os incêndios florestais sejam um grave problema, quase todos os anos, em Portugal.

Devido à grande variação espacial e temporal, bem como à incerteza da ocorrência dos incêndios florestais, estimar com precisão a área afetada e determinar a gravidade do incêndio, somente através de medições em terra, representa um enorme desafio para as autoridades envolvidas na DFCL - Defesa da Floresta Contra Incêndios. Em contrapartida, as técnicas de sensoriamento remoto proporcionam uma forma alternativa de detectar a variabilidade espacial e temporal dos efeitos de fogo, com menor custo e menos dispêndio de tempo, do que ficar dependentes exclusivamente de inventários de campo tradicionais (LENTILE *et al.*, 2006, *apud* CHEN *et al.*, 2011). Face ao exposto, esta ferramenta constitui uma mais valia para localização e delimitação dos incêndios florestais, além de que também pode ajudar na sua prevenção e mitigação, através do uso de índices espectrais de vegetação, derivados das imagens dos satélites, uma vez que fornecem um método simples e eficiente para cartografar a abundância

da vegetação e já foram usados para a detecção e mapeamento das áreas afetadas pelos incêndios florestais (PEREIRA, 1999).

Metodologia

A detecção das áreas afetadas pelo fogo é possível através das diferenças que os sinais espectrais da vegetação queimada apresentam em contraste com a vegetação não queimada. Segundo CHUVIECO *et al.* (2002) *apud* TORRALBO e BENITO (2012) “*Remote sensing from satellite is set out as a very solid alternative for mapping burned areas, allowing a systematic observation of all land surfaces, in spectrum bands sensitive to discrimination of burned signal and in digital format*”.

Neste trabalho, será aplicado somente o índice NBR (*Normalized Burnt Ratio*)

$$(NBR_i = \frac{P_{i,NIR} - P_{i,SWIR}}{P_{i,NIR} + P_{i,SWIR}}),$$

onde $P_{i,SWIR}$ é igual à refletividade do pixel i na banda do SWIR - entre 1 e 2,5 microns. Este índice não somente serve para mapeamento das áreas queimadas, mas também para identificar os diferentes níveis de danos causados na vegetação pelo fogo (Garcia e Chuvieco, 2004).

As imagens utilizadas do satélite Landsat 8 são dos dias 17 de Abril, 15 e 31 de Julho; 23 de Agosto; 01 de Setembro de 2013 e 12 de Março de 2014, sendo imagens exatamente dos dias de pré e pós incêndio no município de Oliveira do Hospital, distrito de Coimbra, região Centro de Portugal, com exceção dos dias 17 de abril de 2013 e 12 de março de 2014, por serem imagens somente de comparação e para finalizar um ciclo anual de imagens.

A literatura científica (CHUVIECO *et al* 2002 *apud* TORRALBO e BENITO, 2012) recomenda o uso das bandas 4, 5 e 7 do Landsat 8 para realizar composições multitemporais. Para a Classificação Supervisionada, foi utilizado o plugin “*Semi-Automatic Classification Plugin*” do software QGIS 2.2 Valmiera.

Objetivos

Apesar de Portugal mapear e catalogar os incêndios florestais de forma eficiente, o objetivo deste trabalho visa apresentar outra forma de localizar e medir as áreas ardidas de modo gratuito, utilizando ferramentas *open source* e imagens fornecidas gratuitamente pelo *website* da USGS (*United States Geological Services*), em <http://landsatlook.usgs.gov/>.

Resultados

Foram trabalhadas 5 imagens para cada dia em análise, com o intuito de ser escolhida apenas uma, ou seja, aquela que representaria o melhor produto final.

Deste modo, o mapa que melhor representa o território no dia 17 de Abril de 2013, foi com a classificação supervisionada (figura 1). Constatou-se que não houve incêndio nesse mês e observou-se que a classificação supervisionada é aquela que nos indica com maior clareza o uso e ocupação do solo. Para os mapas com o índice NBR e a composição SWIR, vimos que estes não resultam na perfeição para o objetivo do trabalho, uma vez que mostram os locais com solos nus como se fossem áreas ardidas. A composição TrueColor apresentou uma imagem com bastante ruídos.

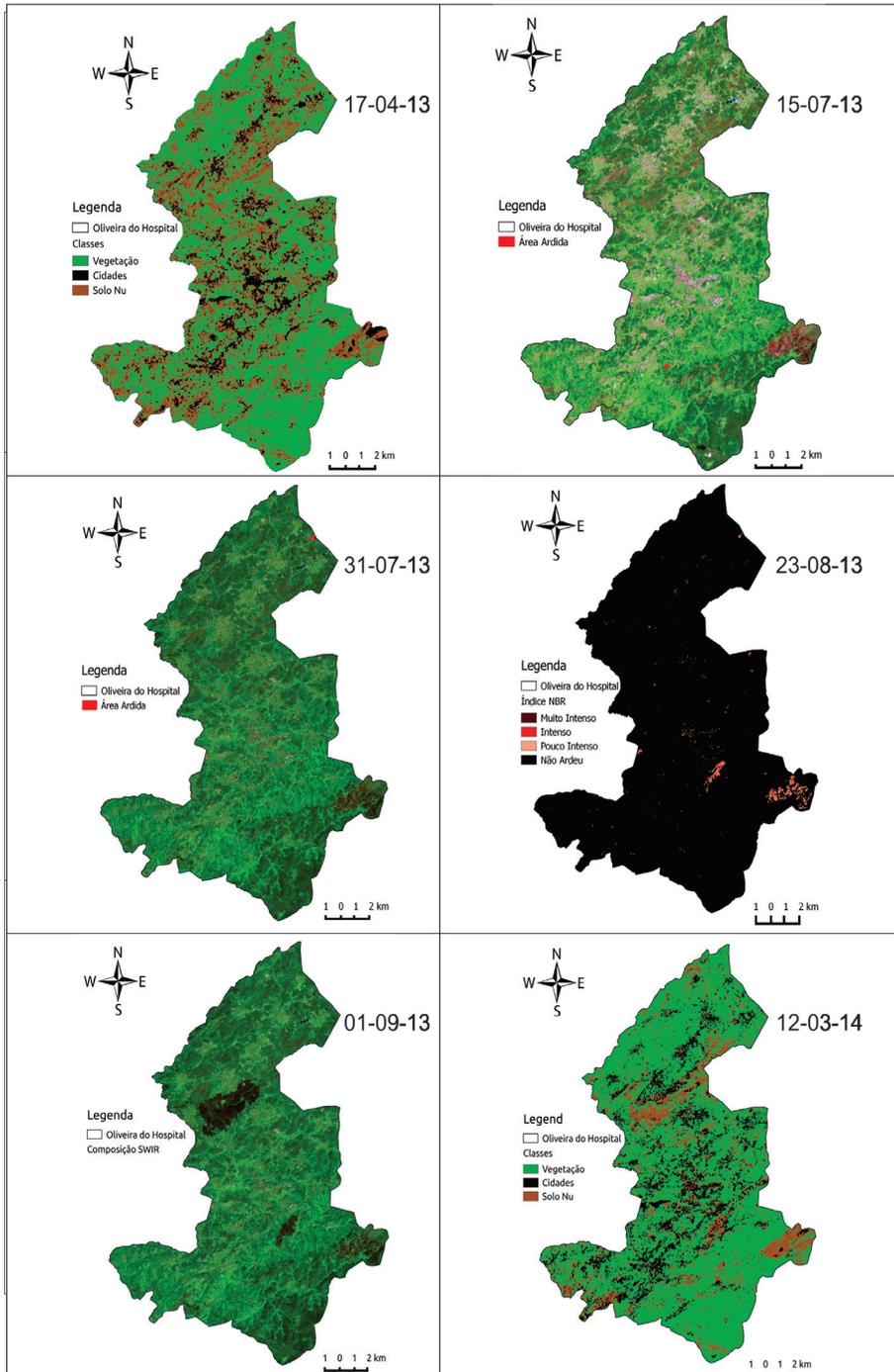
Depois, no dia 15 de Julho, a imagem com composição 7-5-4 (SWIR) foi aquela que melhor representou o incêndio ocorrido no dia 8 de Julho, com a indicação do local ardido em vermelho

na imagem (figura 1). Esta indicação foi realizada após uma minuciosa procura na imagem do local queimado, devido a área ardida ser de pequena dimensão (4,1 ha - dado obtido através de delimitação por GPS pelo Eng. José Carlos Marques, da Câmara Municipal de Oliveira do Hospital), situada a Norte das Caldas de São Paulo. Para as imagens obtidas pós aplicação do índice NBR, notámos que a área queimada, por ser muito pequena, é de difícil localização, além do facto de ter indicado com grande representatividade os solos nus. Para a composição 4-3-2 (TrueColor) e a classificação supervisionada, observou-se que estas imagens não conseguiram enaltecer a área queimada. No que respeita às imagens do dia 31 de Julho, a composição SWIR foi a que melhor representou a área queimada, em vermelho, no dia 29 de Julho, localizada junto a freguesia de Seixos da Beira e com a área de 6,9 ha (figura 1). A classificação supervisionada classifica alguns pixels dos solos nus como áreas queimadas, sabemos que, neste caso, não o são e, dessa forma, o mapa torna-se viável para sua utilização. Porém a composição 7-5-4 (SWIR) indicou as áreas queimadas com maior precisão. O mapa do índice NBR não nos serviu uma vez que só identificou um dos incêndios. A composição TrueColor também não serviu para identificação das áreas queimadas, pelo que apenas serviu de referência para a realidade do município.

Quanto ao dia 23 de Agosto, a imagem com o índice NBR aplicado resultou na melhor representação, pois além de informar o grau de stress hídrico (figura 1), também permitiu localizar o incêndio de 21 de Agosto, com a área de 150 ha, situado junto a Penalva de Alva. Neste caso, foi aplicado um limiar no índice que apresentasse somente os pixels com valores negativos, pois, segundo KEY e BENSON (2006), *“Because NBR measures the difference of R4 minus R7, it is positive when R4 is greater than R7. This is the case over most vegetated areas that are productive. When it is near zero, R4 and R7 are about equal, as occurs with clouds, nonproductive vegetation (cured grasses), and drier soils or rock. When NBR is negative, R7 is greater than R4. This suggests severe water stress in plants and the nonvegetative traits created within burns”*. Desta forma, o stress hídrico do solo foi categorizado em 4 graus de intensidade, relacionando-se, assim, à severidade do incêndio. A classificação supervisionada para este dia, resultou numa imagem muito confusa e cheia de ruídos. Já a composição SWIR ajudou a entender porque é que a classificação supervisionada não resultou tão bem, pois verificámos que uma boa parte do município apresentava grande quantidade de solo exposto. A composição TrueColor ajudou-nos a melhor compreender as condições em que se encontravam os solos do município, confirmando a composição SWIR.

No dia 1 de Setembro, a composição SWIR foi a que melhor representou o incêndio de 25 de Agosto, ocorrido em Lagares da Beira, com a área de 830 ha (figura 1), embora praticamente todas as outras técnicas tenham sido eficientes na identificação da área. A escolha pela composição SWIR deve-se ao facto desta representar o maior número de áreas queimadas e distinguir os solos expostos das áreas queimadas, não causando confusão no operador da imagem.

No último dia de análise deste estudo, a imagem mais representativa foi a da classificação supervisionada (figura 1). Apesar de até este dia, 12 de Março de 2014, não ter ardido mais área, a exposição do solo devido aos incêndios supra apresentados é bem identificada na imagem, pelo que a classificação supervisionada mostra com bastante precisão as diferentes formas de uso do solo do município. Por outro lado, a composição SWIR indicou-nos, ainda que de forma suave, os solos expostos, enquanto que a composição TrueColor, por conter muita informação, pode confundir o operador da imagem. Já o índice NBR mostra os solos expostos do antigo incêndio como se tivessem ardido no momento da imagem, sendo por isso inútil ao estudo, por distorcer a realidade.



Conclusão

Neste estudo pretendeu-se mostrar de forma simples e eficiente o mapeamento gratuito de incêndios florestais através de *softwares open source* e imagens de satélite tais como *Landsat 8*, que são fornecidas gratuitamente pelo *website* da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) <http://landsatlook.usgs.gov/>.

A partir das imagens, foram feitas combinações e aplicações de índices de vegetação a fim de evidenciar as áreas queimadas pelo incêndio e aplicou-se a técnica de Classificação Supervisionada.

O uso dos sensores remotos do satélite *Landsat 8* mostrou ser uma ferramenta de mais valia e de grande importância no mapeamento de incêndios florestais, uma vez que proporcionou um estudo temporal do ano de 2013, para todo o município de Oliveira do Hospital, podendo, assim, manter uma base de dados sempre atualizada de forma gratuita e eficiente.

Bibliografia

- CHEN, X.; VOGLEMANN, J. E.; ROLLINS, M.; OHLEN, D.; KEY, C. H.; YANG, L.; HUANG, C.; SHI, H. (2011) - Detecting post-fire burn severity and vegetation recovery using multitemporal remote sensing spectral indices and field-collected composite burn index data in a ponderosa pine forest. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 32, No. 23, 7905-7927
- GARCIA, M.; CHUVIECO, E. (2004) - Assessment of the potential of SAC-C/MMRS imagery for mapping burned areas in Spain. *Remote Sensing of Environment*, Issue 92, pp. 414-423
- KEY, C. H.; BENSON, N. C. (2006) - *Landscape Assessment - Sampling and Analysis Methods*. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD.
- PEREIRA, J. M. C. (1999) - A comparative evaluation of NOAA/AVHRR Vegetation Indexes for Burned Surfaces Detection and Mapping. *IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing*, Vol. 37, nº. 1, January.
- TORRALBO, A., F.; BENITO, P.; M. (2012) - *Landsat and MODIS Images for Burned Areas Mapping in Galicia, Spain*. Master's of Science Thesis in Geoinformatics, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden