



de  
Geografia Física  
e Ambiente

# Desafios para afirmar a Lusofonia na Geografia Física e Ambiente

II ENCONTRO LUSO-AFRO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA E  
AMBIENTE

GUIMARÃES, 2018



## DESAFIOS PARA AFIRMAR A LUSOFONIA NA GEOGRAFIA FÍSICA E AMBIENTE

Atas do II Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia  
Física e Ambiente

Guimarães, 2018



**TÍTULO:** DESAFIOS PARA AFIRMAR A LUSOFONIA NA GEOGRAFIA FÍSICA E AMBIENTE

**COORDENADORES:** António Vieira, António Bento Gonçalves, Francisco Costa

**FORMATAÇÃO:** Ana Cláudia Peixoto, Catarina Pinheiro, Inês Santos, André Antunes, Tiago Castro, Jorge Garrido

**EDITOR:** CEGOT-UMinho, Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade do Minho

**ISBN:** 978-989-20-8562-3

**ANO DE EDIÇÃO:** 2018

**INSTITUIÇÕES ORGANIZADORAS:**



Universidade do Minho

**COMISSÃO ORGANIZADORA:**

António Vieira (CEGOT, Universidade do Minho)  
António Bento Gonçalves (CEGOT, Universidade do Minho)  
Francisco Costa (CEGOT, Universidade do Minho)

**COMISSÃO CIENTÍFICA:**

Adriano Figueiró (Universidade Federal de Santa Maria, Brasil)  
Adriano Simon (Universidade Federal de Pelotas, Brasil)  
Adriano Troleis (Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil)  
Ana Monteiro (Universidade do Porto, Portugal)  
António Bento Gonçalves (CEGOT - Universidade do Minho, Portugal)  
António Vieira (CEGOT - Universidade do Minho, Portugal)  
Camilo Ramos (Universidade do Estado do Amazonas, Brasil)  
Carlos Bordalo (Universidade Federal do Pará, Brasil)  
Carlossandro Carvalho de Albuquerque (Universidade Estadual do Amazonas, Brasil)  
Charlei Silva (Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil)  
Claudio di Mauro (Universidade Federal da Uberlândia, Brasil)  
Eliane Foletto (Universidade Federal de Santa Maria, Brasil)  
Fábio Sanches (Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil)  
Francisco Costa (CEGOT - Universidade do Minho, Portugal)  
Gustavo Macedo de Mello Baptista (Universidade de Brasília, Brasil)  
Gustavo Sobrinho Dgedge (Universidade Pedagógica, Moçambique)  
Helena Madureira (Universidade do Porto, Portugal)  
Ineida Carvalho (Universidade de Cabo Verde, Cabo Verde)  
João Cabral (Universidade Federal de Goiás, Brasil)  
José Julião da Silva (Universidade Pedagógica, Moçambique)  
José Luis Zêzere (Universidade de Lisboa, Portugal)  
Josiane Luz (UNIVATES, Brasil)  
Luciano Lourenço (Universidade de Coimbra, Portugal)  
Lúcio Cunha (Universidade de Coimbra, Portugal)  
Lucileyde Feitosa (Faculdade Metropolitana - Porto Velho, Brasil)  
Luis Basso (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil)  
Mara Meier (UNIVATES, Brasil)  
Márcia Carvalho (Universidade Federal do Sergipe, Brasil)  
Márcia Pimentel (Universidade Federal do Pará, Brasil)

Maria José Roxo (Universidade Nova de Lisboa, Portugal)  
Maria Lígia Cassol Pinto (Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil)  
Montserrat Díaz Raviña (Universidade Santiago de Compostela, Espanha)  
Regina Oliveira (UNICAMP, Brasil)  
Rita Sousa (Universidade Federal da Uberlândia, Brasil)  
Roberto Verdum (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil)  
Sandro Cristo (Universidade Federal de Tocantins, Brasil)  
Serafín González-Prieto (Universidade Santiago de Compostela, Espanha)  
Sílvio Rodrigues (Universidade Federal da Uberlândia, Brasil)  
Sónia Silva Victória (Universidade de Cabo Verde, Cabo Verde)  
Tati de Almeida (Universidade de Brasília, Brasil)  
Tomás Figueiredo (Instituto Politécnico de Bragança, Portugal)  
Valdir Steinke (Universidade de Brasília, Brasil)  
Washington Franca Rocha (Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil)  
Zacarias Alexandre Ombe (Universidade Pedagógica de Moçambique)

**SECRETARIADO:**

GeoPlanUM

**APOIOS:**



CÂMARA  
MUNICIPAL DE  
**GUIMARÃES**



Associação Portuguesa  
de Geomorfólogos



**AIRPORTUGAL**

## Avaliação das condições de verdor, umidade e de senescência da vegetação queimada no incêndio de Braga, Portugal, em outubro de 2017

Gustavo Macedo de Mello Baptista <sup>(a)</sup>, António Bento-Gonçalves <sup>(b)</sup>, António Vieira <sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Geociências, Universidade de Brasília - Brasil, gmbaptista@unb.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia, Universidade do Minho, bento@geografia.uminho.pt

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia, Universidade do Minho, vieira@geografia.uminho.pt

### Resumo

Em 2017, mais de 100 pessoas morreram em Portugal, encurraladas por incêndios extremos, em apenas dois dias, 17 de junho (66 pessoas) e 15 de outubro (45 pessoas), antes e depois da chamada época “normal” dos incêndios. O grande incêndio florestal de Braga, que teve início no dia 12 de outubro, no município de Guimarães (Leitões), e que entrou no concelho de Braga no dia 15 de outubro, queimou cerca de 1007 hectares (967 hectares de povoamentos e 40 hectares de matos), numa área onde predominavam eucaliptos, mas com uma mancha significativa de carvalhos e sobreiros, e desprotegeu a declivosa e desordenada interface urbano-florestal da cidade de Braga. O presente estudo objetivou avaliar as condições de verdor, de umidade e de senescência da vegetação anteriores ao incêndio que ocorreu, como já referido, no dia 15 de outubro. Para tal, utilizaram-se dados do sensor Sentinel 2, do dia 02 e do dia 22 de outubro. Os dados utilizados foram os relativos à reflectância de superfície e com 20 metros de resolução espacial. Com os dados de 02 de outubro foram calculados os índices espectrais de verdor NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), de umidade NDII (Normalized Difference Infrared Index) e de senescência PSRI (Plant Senescence Reflectance Index). Para avaliar as áreas queimadas e não queimadas adotou-se a cena de 22 de outubro. A escolha dos pixels amostrais foi feita por meio da determinação de pixels puros e, para tal, adotou-se a redução de dimensionalidade e de ruído, por meio do método Minimum Noise Fraction e depois o Pixel Purity Index. Foram escolhidos os pixels que estiveram mais vezes nos vértices do simplex e selecionados 30 pontos para cada classe. A classe não queimada apresentou maior verdor ( $\mu = 0,94 \pm 0,025$ ), mais umidade ( $\mu = 0,42 \pm 0,11$ ) e estava no limiar antes de considerar a vegetação senescente ( $\mu = 0,20 \pm 0,049$ ). Já a classe queimada apresentou menor verdor ( $\mu = 0,85 \pm 0,04$ ), menos umidade ( $\mu = 0,35 \pm 0,10$ ) e maior senescência ( $\mu = 0,26 \pm 0,02$ ). Para cada pixel coletou-se os valores de NDVI, NDII e PSRI e aplicou-se a análise discriminante. Como resultado, dos 30 pontos identificados com não queimada, apenas 1 foi classificado como queimada, o que representou 0,967 de proporção de acerto; dos 30 identificados como queimada, todos foram discriminados, o que representou 1,0 de proporção de acerto. No total, das 60 amostras utilizadas, a proporção de acerto foi de 0.983. Novos estudos devem ser incentivados para aprimorar a compreensão das condições pretéritas para evitar eventos catastróficos como os ocorridos em Portugal nesse ano.

**Palavras chave:** Grande incêndio de Braga, Índices Espectrais, Sentinel 2, Análise Discriminante.

## **1. Introdução**

Portugal reúne as condições para se poder afirmar, como refere Stephen Pyne, que possui um "piro ambiente", pois junta às características mediterrâneas, que conjugam a época quente com a época seca, a feição atlântica, que lhe permite uma elevada produtividade vegetal.

Com efeito, ano após ano, Portugal tem vindo a testemunhar essa realidade, pois, se até 1986 nunca tínhamos sido flagelados por um incêndio com dimensão superior a 10.000 hectares, 2003 viu franquear a marca dos 20.000 hectares e, 2017, por duas vezes, a dos 50.000 hectares.

No entanto, o ano de 2017 teve condições particulares que podem, em parte, justificar a catástrofe vivida, como a passagem da Tempestade Tropical Ofélia, responsável pelas excecionais condições climáticas do dia 15 de outubro.

Foi neste contexto que ocorreu o grande incêndio florestal de Braga, que teve início no dia 12 de outubro, no município de Guimarães (Leitões), e que entrou no concelho de Braga no dia 15 de outubro, queimando cerca de 1007 hectares (967 hectares de povoamentos e 40 hectares de matos), numa área onde predominavam eucaliptos, mas com uma mancha significativa de carvalhos e sobreiros (Figura 1).

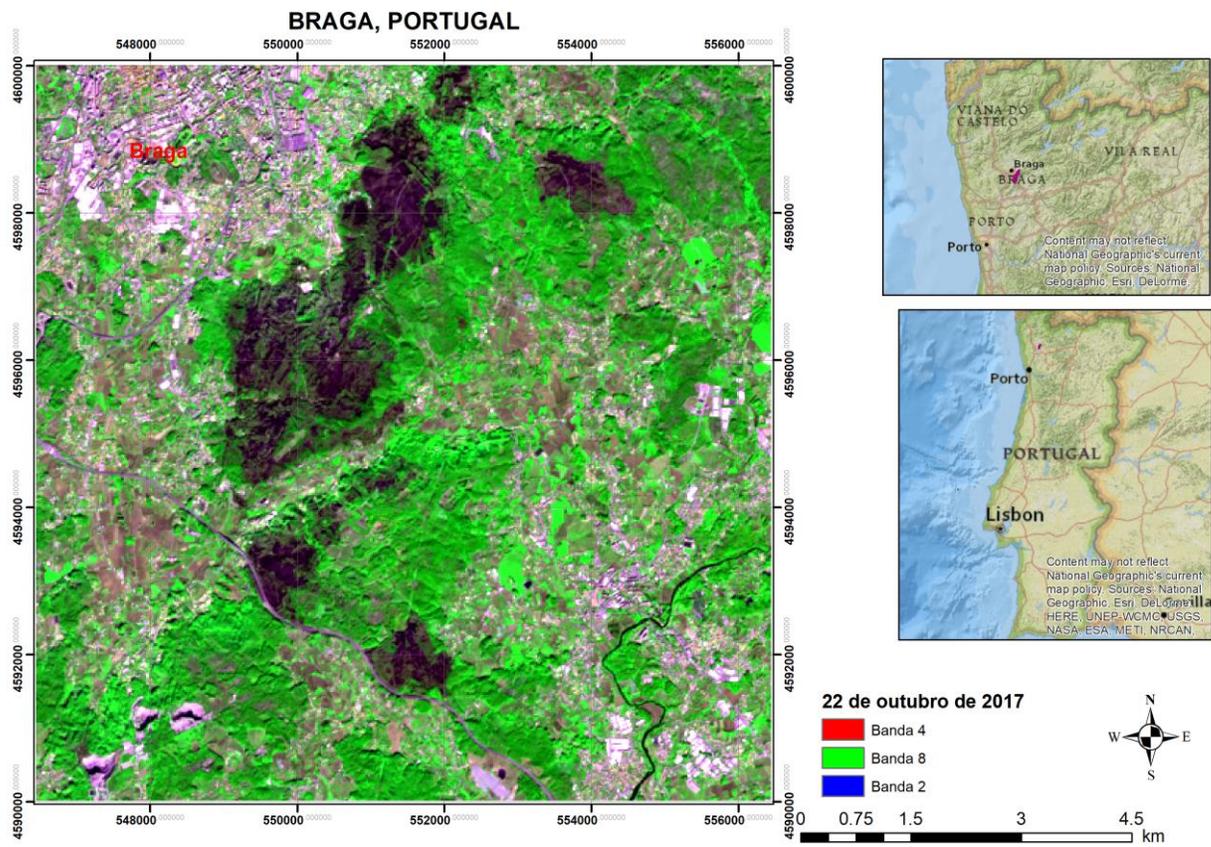


Figura 1 – Composição colorida da imagem Sentinel 2 do dia 22 de outubro de 2017 da área do incêndio de Braga.

O incêndio percorreu a declivosa e desordenada interface urbano-florestal da cidade de Braga, desprotegendo as vertentes da sua vegetação rasteira, o que, associado a declives acentuados e às precipitações intensas, poderão gerar sérios problemas a jusante, fato já observado no primeiro episódio chuvoso ocorrido depois do incêndio, nos dias 1 e 2 de novembro aquando da passagem da tempestade “Ana”.

Neste sentido, as entidades públicas, no início da chamada “época de incêndios” deveriam proceder à avaliação das condições da vegetação, o que lhes permitiria ser proactivas no âmbito da Defesa da Floresta contra Incêndios, podendo assim reforçar a vigilância e os dispositivos de combate das áreas críticas.

Também deveriam proceder à avaliação da severidade do incêndio, o que permitiria definir as áreas prioritárias de intervenção e assim estabelecer um plano de implementação de medidas mitigadoras de emergência.

Assim, o presente estudo objetivou avaliar as condições de verdor, de umidade e de senescência da vegetação anteriores ao incêndio que ocorreu no dia 15 de outubro.

## 2. Material e Métodos

Para a realização do presente estudo utilizaram-se dados do sensor Multispectral Instrument (MSI) do Sentinel 2, relativos ao dia 02 de outubro, considerada como a cena pré-fogo, e do dia 22 de outubro, pós-fogo. Os dados utilizados foram os de reflectância de superfície (produto L2A) e com 20 metros de resolução espacial. Optou-se por esses dados pois, como apresentam resolução temporal de 5 dias, foi possível identificar cenas sem cobertura de nuvens, num período bastante complicado do ponto de vista meteorológico, devido à passagem do furacão Ofélia. No caso de dados Landsat OLI, como a resolução temporal é de 16 dias, não há nenhuma cena sem cobertura de nuvens para avaliar esse incêndio.

Com os dados de pré-fogo foram calculados os índices espectrais de verdor NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), de umidade NDII (Normalized Difference Infrared Index) e de senescência PSRI (Plant Senescence Reflectance Index).

O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), proposto por Rouse e colaboradores (1973), mede o verdor da vegetação por meio da intensidade da feição espectral do vermelho (665 nm) em relação ao infravermelho próximo (865 nm). O NDII (Normalized Difference Infrared Index) (Hardisky et al., 1983) utiliza o mesmo princípio do NDVI, ou seja, a diferença entre as bandas dividida por sua soma, porém verifica a relação entre o infravermelho próximo (783 nm) e o de ondas curtas (1610 nm) para medir a umidade do dossel. O PSRI (Plant Senescence Reflectance Index) (Merzlyak et al., 1999), mede a senescência da vegetação por meio de uma relação de subtração entre o vermelho (665 nm) e o azul (496,6 nm) divididos pela soma do vermelho (740,2 nm).

Para selecionar as amostras de pixels de áreas queimadas e não queimadas adotou-se a cena pós-fogo de 22 de outubro. Para tal, foram selecionados 30 pontos para cada classe. Para sua seleção utilizou-se o critério de pixels puros. Consequentemente, reduziu-se a dimensionalidade dos dados, bem como a de seu ruído, por meio do método *Minimum Noise Fraction*. Depois, por meio da seleção das MNFs que apresentaram predomínio da variância e de sinal, adotou-se o *Pixel Purity Index*, que avalia, por meio de método iterativo, quantas vezes o pixel esteve numa das extremidades do simplex formado pelos *clusters*.

Depois da seleção dos pixels puros de áreas queimadas e não queimadas levantou-se os valores de NDVI, NDII e PSRI na imagem de 02 de outubro, ou seja, antes do incêndio florestal, visando

compreender o comportamento de uma área e de outra para buscar um padrão de separabilidade entre as áreas.

De posse dos valores de cada índice para cada um dos pontos, adotou-se a análise discriminante de Fisher, visando a separação dos pixels de áreas queimadas e não queimadas. Para tal, utilizou-se o software estatístico livre BioEstat 5.3.

### **3. Resultados e Discussão**

Com relação ao verdor por meio do NDVI, para os pixels da classe não queimada, ele variou de 0,907 até 0,998 e apresentou média de 0,943 com desvio padrão de 0,025. A variância da amostra do verdor foi de 0,00065. Já os pixels das áreas queimadas apresentaram menor verdor, variando de 0,703 a 0,889. Sua média foi de 0,852 com 0,04 de desvio padrão e variância bem maior que a dos pixels das áreas não queimadas, com 0,0016.

Com relação à umidade, por meio do índice NDII, os pixels da área não queimada apresentaram mais umidade ( $\mu = 0,42 \pm 0,11$ ) e apresentaram valores mínimos de 0,132 e máximos 0,579 apresentando uma variância da amostra de 0,012. Já os pixels da área queimada apresentaram menor umidade ( $\mu = 0,35 \pm 0,10$ ) e oscilaram de 0,062 a 0,518, com variância de 0,010.

Com relação à senescência, a área não queimada apresentava-se com valor médio no limiar anterior ao de se considerar a vegetação senescente ( $\mu = 0,20 \pm 0,049$ ), com valores mínimos de 0,12 e máximos de 0,31, com variância de 0,002. É comum considerar o intervalo de -0,1 a 0,2 como o de vegetação verde e acima disso, considera-se a vegetação senescente. Os pixels da classe queimada apresentaram maior senescência com média de 0,26 e desvio de 0,02. Apresentou valores mínimos e máximos de 0,21 a 0,35, todos acima do que é considerado como de vegetação senescente, com variância de 0,0006. Ou seja, a classe queimada apresentou menor verdor ( $\mu = 0,85 \pm 0,04$ ), menos umidade ( $\mu = 0,35 \pm 0,10$ ) e maior senescência ( $\mu = 0,26 \pm 0,02$ ) em relação à classe de pixels que não queimaram.

Visando avaliar a separabilidade das duas classes aplicou-se a análise discriminante de Fisher. As equações discriminantes encontradas foram  $Y1 = -0,0817 X1 + 0,9462 X2 - 0,3129 X3$  e  $Y2 = 0,2945 X1 + 0,3027 X2 + 0,9064 X3$ , onde X1 corresponde aos valores de NDII; X2, de NDVI e X3, PSRI. A espacialização da análise discriminante é apresentada na Figura 2.

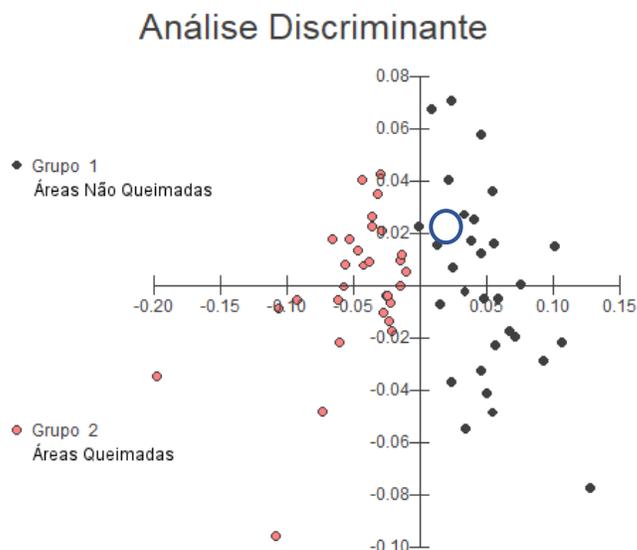


Figura 2 – Análise discriminante com os pixels das áreas não queimadas (Grupo 1) e queimadas (Grupo 2). Destaque em azul para o pixel de área não queimada que foi classificado como área queimada.

Como resultado, dos 30 pontos identificados com não queimada, apenas 1 foi classificado como queimada, destacado pelo polígono azul na Figura 2, o que representou 96,7% de proporção de acerto na discriminação das classes. Já dos 30 pixels identificados como queimada, todos foram discriminados, o que representou 100% de proporção de acerto. No total, das 60 amostras utilizadas, a proporção de acerto foi de 98,3%. O resultado da análise discriminante também pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1 – Análise Discriminante

Grupos	Grupos Verdadeiros	
	Área Não Queimada	Área Queimada
Área Não Queimada	<b>29</b>	0
Área Queimada	01	<b>30</b>
Total N	30	30
N correto	29	30
Proporção	0,967	1,000
N total		60
N correto		59
Proporção correta		0,983

Essa técnica de análise discriminante também foi utilizada por Santos e colaboradores (2017) e conseguiu separar, em condições semiáridas, caatinga preservada de caatinga degradada e de pasto degradado, porém com um percentual menor de proporção de acerto, cerca de 70%.

Em áreas de fácil acessibilidade como é o caso em estudo, será importante proceder à validação dos resultados no campo, o que iremos fazer numa segunda fase deste trabalho, permitindo assim aferir e calibrar esta metodologia.

#### **4. Conclusões**

O presente estudo discretizou as áreas que queimaram das que não queimaram, por meio da adoção de índices espectrais que permitiram inferir estados de verdor, de umidade e de senescência da vegetação. Essa análise permitiu inferir que os pixels das áreas que queimaram são realmente diferentes dos que não queimaram e, com os índices pode-se indicar que as áreas mais susceptíveis apresentaram menos verdor, menor umidade e maior senescência.

Um outro aspecto que o trabalho mostrou é que esses indicadores podem ser um indício importante para o monitoramento de áreas potenciais de serem queimadas e podem evitar que desastres assistidos no ano de 2017 em Portugal. Novos estudos devem ser incentivados para aprimorar a compreensão das condições pretéritas para evitar eventos catastróficos como os ocorridos em Portugal nesse ano.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAPDF pelo apoio ao primeiro autor na participação no evento de acordo com o Edital 01/2018.

#### **Bibliografia**

- Hardisky, M.A., V. Klemas, and R.M. Smart, 1983. The Influences of Soil Salinity, Growth Form, and Leaf Moisture on the Spectral Reflectance of Spartina Alterniflora Canopies. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 49, 77-83.
- Merzlyak, J.R., A.A. Gitelson, O.B. Chivkunova, and V.Y. Rakitin, 1999. Non-destructive Optical Detection of Pigment Changes during Leaf Senescence and Fruit Ripening. *Physiologia Plantarum*, 106, 135-141.
- Rouse, J.W.; Haas, R.H., Schell, J.A.; Deering, D.W., 1973. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. In: Proceeding Of ErtS-1 Symposium. *Anais ... NASA*, United States.
- Santos, C.V.B. ; Baptista, G.M.M.; MOURA, M.S.B. 2017. Seasonality of Vegetation Indices in different land uses in the São Francisco Valley. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, 7, 158-167.