



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE DO CONTEÚDO DE UMIDADE FOLIAR EM COBERTURAS VEGETAIS DO CERRADO COM USO DAS BANDAS DO SENSOR MSI DO SATÉLITE SENTINEL 2

Leidiane de Paula Rezende ^(a), Ricardo Vicente Ferreira ^(a), Hygor Evangelista Siqueira ^(b)

^(a, b) Departamento de Geografia / Universidade Federal do Triângulo Mineiro, leidianedepaula@outlook.com, ricardo.ferreira@uftm.edu.br, hygorsiqueira@yahoo.com.br ^(b)

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

Resumo

O Sensoriamento Remoto multiespectral e a análise do conteúdo de umidade do combustível (FMC) têm sido utilizados para monitoramento de risco à incêndios na vegetação. O presente estudo propõe analisar a relação entre o FMC e os valores de refletância das bandas do Satélite Sentinel 2 para pixels da cobertura vegetal do cerrado e macega. Em diversos estudos a banda SWIR têm se mostrado eficaz na leitura espectral da umidade da planta, assim constatou-se que as bandas SWIR tiveram as melhores correlações tanto para o cerrado quanto para a macega, sendo a última mais expressiva com valores de R^2 de 0,8 a 0,9. Há no entanto, a necessidade de ampliar as amostragens de campo para o refinamento da correlação, o que será feito durante a estiagem de 2019. O objetivo é desenvolver uma metodologia de identificação da suscetibilidade das cargas de combustível aos incêndios na vegetação em regiões de cerrado.

Palavras-chave: umidade de combustível, incêndio, refletância, SWIR, correlação

1. Introdução

O conteúdo de umidade de combustível (Fuel Moisture Content – FMC) têm sido um dos principais procedimentos para avaliar as condicionantes da ignição e propagação do fogo. Trata-se da massa de água contida na vegetação em relação à massa seca. Diversas pesquisas utilizam do FMC para avaliar os riscos de incêndios através da quantidade de combustível disponível no material vegetal (Ceccato et al. 2002, Chuvieco et al. 2003, Yebra et al. 2008). Altos níveis de umidade foliar podem reduzir os riscos de incêndios, já a baixa umidade das plantas apresenta maior risco de incêndio. O Sensoriamento Remoto (SR) é a tecnologia mais utilizada para o estudo do FMC em componentes vegetais vivos e mortos presente na paisagem. No entanto, é preciso se atentar a fatores como atmosfera, densidade vegetal, dossel, raízes e demais características da planta, os quais devem ser levados em conta, pois são determinantes para dados qualitativos de campo e podem influenciar a variação espectral no índice de refletância no sinal de SR (E. Chuvieco et al, 2002; M. Yebra et al, 2013).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Neste estudo, propõe-se avaliar o índice de refletância de imagens produzidas pelo sensor MSI a bordo do satélite Sentinel 2 em consonância aos dados empíricos do FMC de dois ambientes: macega, localizado nas coordenadas 20°03'418" e 47°06'937" e cerrado, localizado na coordenada 20°03'967"; 47°07'310" ambos em área rural da cidade de Sacramento/MG, no Triângulo Mineiro, sob o domínio fitogeográfico do Cerrado.

2. Materiais e Métodos

Para a análise empírica do conteúdo de umidade foliar, foram utilizadas balança com precisão de 1g e estufa de secagem. Para análise em SR foram utilizadas imagens do sensor MSI do satélite Sentinel 2 das bandas 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 11 e 12, selecionando-se dois pixels, um em cada ambiente. O processamento digital das imagens foi feito com uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), softwares Qgis e Arcgis 10.6. A metodologia segue as orientações de Chuvieco et al. (2003), cujo estudo empírico do conteúdo de umidade foliar (FMC) é feito com atividade de campo e laboratório e mede o peso úmido sobre o peso seco das folhas das plantas, seguindo a seguinte equação: $FMC = ((Pu - Ps)/Ps)*100$ (sendo Pu o peso úmido e Ps o peso seco da amostra).

As amostras foram coletadas em três datas consecutivas acompanhando as revisitas do satélite de 5 em 5 dias, retomando em três datas consecutivas novamente depois de uma pausa de 20 dias, e assim sucessivamente durante os meses de agosto a novembro de 2018. Não foi possível analisar todas as imagens referentes as datas em que foram coletadas as amostras pela alta cobertura de nuvens, restando apenas 04 datas para análise do FMC. Foi delimitada uma área de 30x30m para amostragem sendo coletada 100 gramas de material foliar em cada um dos pontos delimitados, por voltas das 10:30 e 12:30 hrs, momento da passagem do satélite no eixo local. O material coletado foi colocado em sacos plásticos (sendo anulado o peso dos sacos) e pesado em campo. Em seguida, as amostras foram colocadas na estufa e secadas a uma temperatura de 60° por 48 horas. Terminado o procedimento de secagem, as amostras foram pesadas estimando-se o conteúdo de umidade presente na matéria foliar.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A umidade do combustível está teoricamente relacionada a banda de infravermelho de ondas curtas (SWIR) a qual têm apresentado altos picos de absorção de água. Estudos empíricos mostraram bons acordos entre a FMC e a refletância SWIR, ambos usando medidas espectro radiométricas e dados de satélite (principalmente Landsat-TM / ETM: Cibula *et al*, 1992; Chuvieco *et al*, 2002). Ceccato *et al*. (2001) mostraram que o SWIR é sensível ao Equivalent Water Thickness (EWT – teor de água por área da folha) no nível foliar, quando usado para espécies de plantas em que a flutuação do FMC seja causada por alterações no teor de água (Ceccato *et al*. 2002, Chuvieco *et al.*, 1999, 2002; Yebra *et al*. 2008).

3. Resultados e Discussões

Os valores de FMC ficaram acima de 100% para o ambiente de cerrado e se manteve abaixo desse valor para o ambiente de macega atingindo o valor mínimo de 20% (valores de FMC, de refletância e de R2 são apresentados na Tabela 1). Para o ambiente de cerrado, de acordo com o coeficiente de correlação de Pearson, nas bandas do espectro visível 02 (490 nm), 03 (560 nm) e 04 (665 nm) houve correlação inversa moderada nas primeiras e fraca na última, para a macega ambas as bandas apresentaram correlação fraca. Valores maiores foram encontrados para as bandas SWIR 1 e 2 (1610 nm; 2190 nm respectivamente), apresentando correlação inversa forte na área de macega e correlação moderada na primeira e forte para a segunda na área do cerrado.

Tabela 1. Valores de FMC, refletância das bandas do Satélite Sentinel 2 e de R².

Amostra	Data	FMC (%)	Refletância (Sentinel2)								
			2 (Azul)	3 (Verde)	4 (verm.)	8 (NIR)	11 (SWIR1)	12 (SWIR2)	Red Edge 5	Red Edge 6	Red Edge 7
Cerrado	02/set	117,39	0,034	0,049	0,070	0,150	0,261	0,166	0,092	0,123	0,143
	07/set	132,56	0,034	0,045	0,066	0,140	0,251	0,166	0,092	0,122	0,142
	27/set	177,78	0,032	0,044	0,075	0,155	0,257	0,164	0,094	0,129	0,151
	02/out	222,58	0,033	0,044	0,058	0,155	0,238	0,145	0,0875	0,134	0,157
	R ²		-0,5428	-0,5921	-0,2633	0,4466	-0,6214	-0,807	0,7101	0,9563	0,9727
Macega	02/set	20,48	0,034	0,046	0,071	0,134	0,307	0,200	0,087	0,111	0,128
	07/set	33,33	0,035	0,046	0,075	0,137	0,303	0,200	0,091	0,112	0,130
	27/set	61,29	0,032	0,040	0,069	0,141	0,294	0,189	0,085	0,113	0,132
	02/out	100,00	0,034	0,044	0,070	0,137	0,278	0,177	0,084	0,115	0,135
	R ²		-0,136	-0,1524	-0,3619	0,2924	-0,9935	-0,9715	-0,4581	0,9363	0,9879

Diferentemente, as bandas 05 (705 nm), 06 (740 nm), 07 (783 nm) no “red edge”, e a banda NIR (842 nm) no infravermelho próximo gerou-se uma correlação positiva para os dois ambientes, não sendo significativa uma vez que a refletância da banda deveria aumentar com



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

a queda do FMC e vice versa. Em comparação aos dados empíricos de FMC e índices de reflectância das bandas do satélite Sentinel 2, esta análise se mostrou condizente com outros estudos referentes ao índice de refletância das bandas no SWIR onde foram encontrados os maiores coeficientes apresentando correlação significativa com o FMC em ambos os ambientes, porém mais significativa na macega (Figura 1). Na banda NIR não houve correspondência em nenhum dos ambientes, que de acordo com estudos de Chuvieco et al. (2003), o monitoramento do conteúdo de umidade foliar nessa faixa não tem sido evidente, o mesmo se aplica as bandas no “red edge”, onde não observou correspondência nenhuma ao FMC. Nos estudos de Jackson e Ezra, 1985 e Bowman, 1989, segundo Chuvieco et al. (2003), as faixas no visível provaram não ser muito sensível ao conteúdo de água da folha em termos absolutos, porém nesse estudo, estas faixas corresponderam de forma satisfatória, talvez sua alta resolução de 10m tenha facilitado tal leitura espectral.

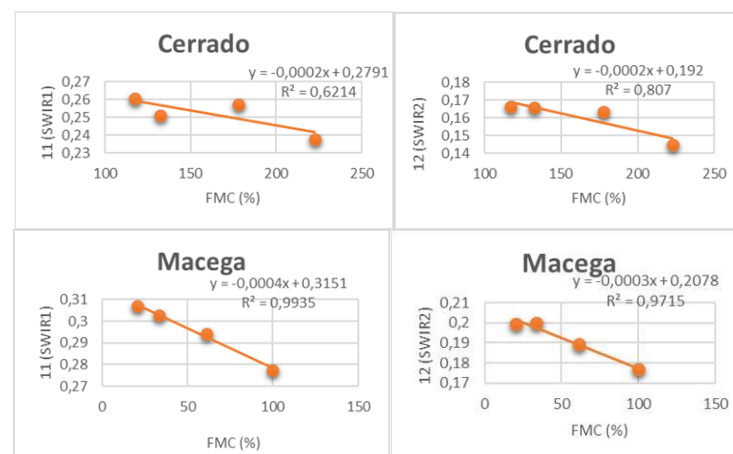


Figura 1. Gráficos da correlação nas bandas SWIR 1 e 2 para os ambientes de cerrado e macega.

4. Considerações finais

O método estatístico de FMC para avaliação de perigo de incêndio têm sido eficaz para ação e proteção aos ambientes florestais, no entanto, deve haver aprofundamento em pesquisas qualitativas nesse ramo uma vez que fatores temporais e espaciais são variáveis de um lugar para outro. Este estudo gera uma concordância em relação à outras pesquisas realizadas em outros países, porém para uma avaliação mais certera e positiva é preciso aumentar o banco de



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

dados num espaço temporal maior. O cerrado é um domínio fitogeográfico complexo, o que faz com seja preciso uma gama maior de pesquisa, só assim se torna possível estimar e monitorar através de índices de refletância e de FMC perigos de incêndios florestais. A presente pesquisa encontra-se em andamento e as próximas etapas consistirão em ampliar as amostragens ao longo da estiagem de 2019 e analisar as características espectrais da vegetação de cerrado e macega incendiadas nos anos de 2018 e 2019, considerando suas condições no momento imediatamente anterior ao incêndio e, assim, inferir sobre o FMC destas coberturas em chegar em uma proposta para suscetibilidade das cargas de combustível aos incêndios na vegetação e propor ações mitigadoras.

5. Referências

CECCATO, P., GOBRON N., FLASSE S., PINTY B., TARANTOLA S. Designing a spectral index to estimate vegetation water content from remote sensing data: Part 1. Theoretical approach, *Remote Sensing of Environment*. v82, 188 – 197. 2002. DOI: 10.1016/S0034-4257(02)00037-8.

CHUVIECO, E., RIAÑO, D., AGUADO, I. and COCERO, D. Estimation of fuel moisture content from multitemporal analysis of Landsat Thematic Mapper reflectance data: applications in fire danger assessment. *Int. J. Remote Sensing*, 2002, vol. 23, no. 11, 2145–2162.

CHUVIECO, E., AGUADO, I., COCERO, D., RIAÑO, D. Design of an empirical index to estimate fuel moisture content from OAA-AVHRR analysis in forest fire danger studies. *International Journal of Remote Sensing*. 24: 1621–1637. 2003. DOI: 10.1080/01431160210144660.

YEBRA, M., CHUVIECO, E., RIAÑO D. Estimation of live fuel moisture content from MODIS images for fire risk assessment. *Agricultural and Forest Meteorology*: 523–536. 2008. DOI: 10.1016/j.agrformet.2007.12.005.

YEBRA, M. DENNISON, P. E. CHUVIECO, E. RIAÑO, D. ZYLSTRA, P. HUNT, E. R. DANSON, F. M. QI, Y. JURDAO, S. A global review of remote sensing of live fuel moisture content for fire danger assessment: Moving towards operational products, *Remote Sensing of Environment*, vol. 136, pp. 455–468, 2013