ANÁLISE DO CONTEÚDO DE UMIDADE DO COMBUSTÍVEL EM DUAS COBERTURAS VEGETAIS COM USO DA BANDAS DO SENSOR OLI (LANDSAT 8)

Ricardo Vicente Ferreira [1], Ana Giulia Batoni [2], Leidiane de Paula Rezende [3],Matheus de Oliveira Alves[4] Marcos Roberto Martines[5] Fábio Oliveira Sanches[6]

[1,2,3,4] Universidade Federal do Triângulo Mineiro,[1]ricardo.ferreira@uftm.edu.br; [2] batoniana1997@gmail.com
[3]leidianedepaula@outlook.com; [4] matheus_cefetiano@hotmail.com; [5]Universidade Federal de São Carlos, mmartines@ufscar.br; [6]Universidade Federal de Juiz de Fora, fsanches.73@gmail.com

RESUMO

A propagação e dimensão dos incêndios na vegetação dependem do tipo de combustível disponível, no caso, a matéria vegetal viva e morta estão são os principais agentes. Este estudo compara o conteúdo de umidade do combustível (Fuel Moisture Content - FMC) em dois tipos de cobertura vegetal: pasto e cerrado. Em seguida, analisa esses resultados com a resposta espectral das bandas do sensor OLI (Landsat 8). A correlação entre o FMC e as bandas espectrais indicaram o uso favorável o das bandas do infravermelho médio para medir o FMC na pastagem, já no Cerrado, nenhuma correlação se mostrou consistente. O estudo requer a ampliação das coletas, devendo seguir nos anos seguintes.

Palavras-chave — incêndios na vegetação, sensoriamento remoto, NDVI, NDWI.

ABSTRACT

The spread and extent of wildfires depends on the type of fuel available, and living and dead plant matter are the main agents. This study compares the Fuel Moisture Content (FMC) in two types of vegetation cover: pasture and cerrado. It then analyzes these results with the spectral response of OLI sensor bands (Landsat 8). The correlation between the FMC and the spectral bands indicated the favorable use of Shortwave Infrared (SWIR) bands to measure the FMC in the pasture, but in Cerrado, no correlation was shown to be consistent. The study requires the cntinuity of field survey, and should follow in this way in the next years.

Key words — *wildfires, remote sensing, NDVI, NDWI.*

1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre a ocorrência de incêndios florestais adota a análise do conteúdo da umidade do combustível (Fuel Moisture Content – FMC) como um parâmetro importante para a caracterização do risco à queimadas. As pesquisas que tratam da avaliação do risco à incêndios florestais com uso de Sensoriamento Remoto (SR) é ampla e ocorre em diferentes países, dentre os diferentes métodos de aplicação, a análise do conteúdo de umidade nas folhas dos vegetais vivos e da matéria vegetal morta é a mais recorrente, pois indicam as condições para a compreensão dos materiais combustíveis dos incêndios [1], [2]

Altos níveis de umidade foliar reduzem os riscos aos incêndios, ao passo que, a baixa umidade das plantas, resulta em processo inverso. Na região do Cerrado, no período da estiagem, que perfaz os meses de junho a outubro, a redução da umidade na vegetação é constante. Até que as chuvas retornem, a constante secagem da vegetação aumenta consideravelmente os riscos de ocorrência de incêndios.

Os métodos adotados para a estimativa de conteúdo de umidade nas plantas, em geral, consideram o peso da água sobre o peso seco da planta [3] e são feitos por levantamentos de material foliar em campo e medidas em laboratório. O estudo comparativo destes métodos com as respostas espectrais das imagens de SR podem oferecer informações das características do combustível vegetal. O presente projeto propõe analisar o conteúdo de umidade foliar de dois ambientes: cerrado e pastagem, por meio de uma metodologia empírica que relaciona os levantamentos de campo com índices de vegetação analisados por Sensoriamento Remoto Orbital.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado área rural do município de Uberaba, caracterizado pelo bioma do Cerrado, com marcado período de estiagem entre os meses de Junho a Outubro e com evidências de aumento das temperaturas nas últimas décadas [4]. Também se caracteriza por fortes mudanças no uso da terra, hoje predominando a monocultura da cana de açúcar e pastagens [5] (figura 1).

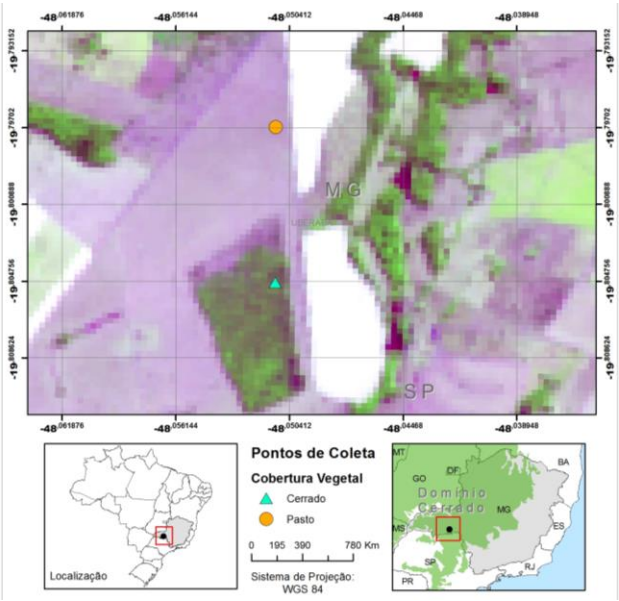

Figura 1. Localização dos pontos de coleta. Duas coberturas vegetais: pasto (Brachiaria decumbens) e Cerrado stricto sensu.

O estudo apresentado segue a metodologia originalemtne aplicada nas florestas mediterrâneas [3]. Aqui, propõe-se a aplicação do método no contexto do Cerrado (Brazilian Savannah), comparando o resultado do FMC com a resposta expectral das bandas 2 a 7 do sensor OLI (Landsat 8).

O FMC consiste em medir do peso úmido sobre o peso seco das folhas das plantas, seguindo a seguinte equação:

FMC = ((Pu - Ps)/Ps)*100

Onde Pu é o peso úmido e Ps o peso seco da mesma amostra. Selecionou-se 2 pixels da imagem que são conhecidas no campo e representam pasto, com cultivo do capim braquiária (Brachiaria decumbens) e Cerrado stricto sensu. Delimitou-se uma área de 30x30m para a realizar as amostragens no mesmo dia passagem do satélite e no horário das 12h e 14h, momento em que a vegetação está com seu menor teor de umidade. Coletou-se cerca de 100 a 200 gramas de material foliar em cada um dos 2 pontos delimitados. O material coletado foi acondicionado hermeticamente em sacos plásticos, de modo a não perder a umidade e foram pesado em laboratório. As amostras foram secadas a uma temperatura de 60° por 48 horas e novamente pesadas, descontado o peso do sacos, estimando-se o conteúdo de umidade presente na matéria foliar.

A repetição desse procedimento seguiu ao longo dos meses de Julho a Setembro de 2018, acompanhando as revisitas do Landsat 8 a cada 16 dias na órbita 220 ponto 074, totalizando 6 passagens.

As imagens tiveram seus números digitais (ND) Convertidos para reflectância com uso do complemento Semi-Automatic Classification Plugin (SCP), DOS 1 atmospheric correction do *software* Qunatum GIS (QGIS). Aplicouse o coeficietne de correlação de Pearson, relacionando as reflectâncias das bandas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 para com as porcentagens do FMC.

3. RESULTADOS

Foram analisadas 6 passagens do Landsat 8 no periodo considerado, porém, a passagem do dia 05/08/2018 foi excluida devido a densa cobertura de nuvens, que impossibilitou a análise dos pixels dos pontos da coleta. As porcentagens do FMC apresentaram resultados distintos para os dois ambientes estudados.

No Cerrado o FMC não decaiu ao longo da estiagem, ao contrario, houve um importante aumento do conteudo de umidade, a reflectância do dossel aumentou no mesmo periodo em todas as bandas espectrais (tabela 1), a correlação foi positiva, sendo muito alta nas bandas 5, 6 e 7 (tabela 2).

Tabela 1. Reflectância do pixel do ponto de coleta nas das bandas 2 a 7 em 5 passagens do sensor OLI (Landsat 8) e porcentagem do FMC em dois tipos de cobertura vegetal.

Data	Cobertura	REFLECTÂNCIA (OLI/Landsat 8)						FMC (%)
		B2	B3	B4	B5	B6	B7	
04/07	Cerrado	0,02	0,02	0,02	0,06	0,06	0,03	93
20/07		0,02	0,02	0,08	0,08	0,06	0,04	113
21/08		0,03	0,04	0,05	0,24	0,17	0,09	124
06/09		0,03	0,04	0,47	0,23	0,18	0,10	130
22/09		0,10	0,11	0,12	0,29	0,24	0,16	135
04/07	Pasto	0,02	0,04	0,47	0,96	0,10	0,07	46
20/07		0,03	0,04	0,53	0,94	0,11	0,07	39
21/08		0,06	0,08	0,13	0,24	0,32	0,21	22
06/09		0,05	0,08	0,11	0,23	0,31	0,21	26
22/09		0,09	0,10	0,13	0,25	0,31	0,22	41

No pasto, os teores de umidade decairam ao no periodo estudado, exceto na medida do dia 22/09/2018, com elevação de 15% da umidade em relação ao dia 06/09/2018, fato explicado pelo retorno das chuvas no periodo (tabela 1). A quenda da porcentagem do FMC é acompanhada do aumentando a reflectância do pixel nas bandas do infravermelho médio (B6 e B7), no infravemelho próximo (B5) e vermelho (B6) a relação foi positiva.é significatíva, nas bandas do azul (B2) e verde (B3) houve correlação fraca (tabela 2).

Tabela 2. Bandas espectrais e resultado da correlação linear do Conteúdo de Umidade do Combustível e reflectância do pixel da imagem nas banda 2 a 7 do Sensor OLI (Landsat 8)

Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Correlação Linear	
		FMC x Pixel Cerrado	FMC x Pixel Pasto
(B2) azul	0,450 - 0,515 µm	0,626	0,178
(B3) verde	0,525 - 0,600 µm	0,705	0,149
(B4) vermelho	0,630 - 0,680 µm	0,506	0,663
(B5) infravermelho próximo	0,845 - 0,885 µm	**0,919**	**0,697**
(B6) infravermelho médio 1	1,560 - 1,660 µm	**0,887**	**-0,693**
(B7) infravermelho médio 2	2,100 - 2,300 µm	**0,853**	**-0,676**

O estudo avaliou a banda da região do Infravermelho Próximo (B5), por ser usada para a construção de índices de vegetação e as bandas do infravermelho Médio (B6 e B7) mais diretamente relacionadas ao teor de água [6]. Aplicando-se o Indice Normalizado da Vegetação para o pixel das duas coberturas, nota-se uma baixa correlação negativa para o Cerrado e uma moderada correlação negativa para o pasto (figura2). Presume-se que no Cerrado a complexidade de espécies, as diferenças de umidade das folhas abaixo do dossel e a adaptabilidade das plantas à estiagem, explicam tal resultado. Pela característica homogênea e o porte rasteiro da pastagem, era de se esperar que o decaimento do FMC fosse acompanhado da queda do NDVI, porém isso não foi observado, muito provavelmente pelo fado do NDVI ser um índice que mede a intensidade de atividade clorofiliana e não propriamente a água na planta [7].

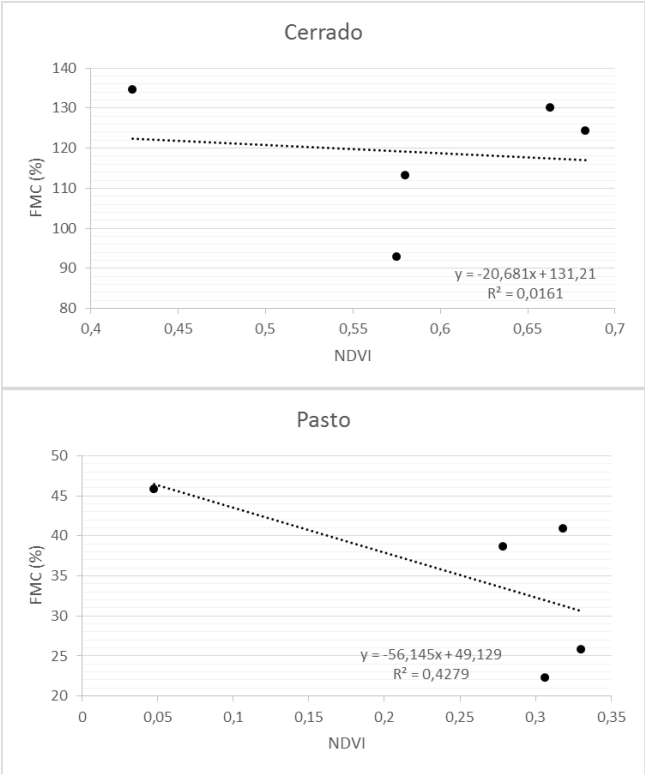

Figura 2. Correlação FMC e do NDVI para a cobertura do cerrado e pasto

O Índice de Umidade por Diferença Normalizada (NDWI) tem a propriedade de associar o conteúdo de água presente nas folhas das plantas, assim como o NDVI os valores altos se relacionam com maior umidade nas plantas. O resultado das medida e a relação com o pixel da imagem retorna uma relação inversa para a o Cerrado, onde a diminuição do FMC é acompanhado de aumento do NDWI, possivelmente pela diferença da resposta do dossel da em relação à a medida feita com base em coletas abaixo do mesmo. A relação positiva entre o FMC no pasto e o NDWI mostra que o aumento da quantidade de água no combustível vegetal é acompanhado do elevação do índice (figura 3).

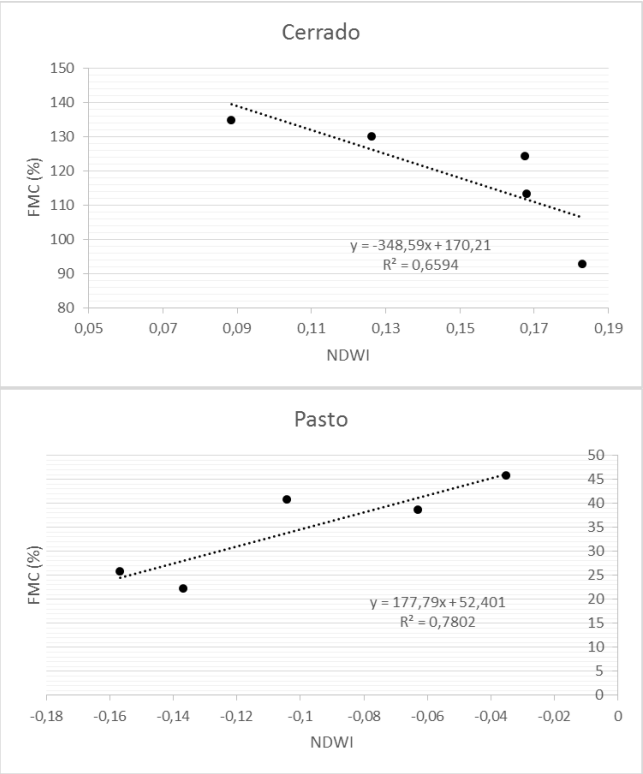

Figura 3. Correlação FMC e do NDWI para a cobertura do cerrado e pasto

4. DISCUSSÃO

A comparação da resposta espectral e o conteúdo de umidade do combustivel é complexa para ambientes heterogênos como o caso do Cerrado. O uso apenas do NDVI como um indicador da matéria seca não é suficiente, pois mede apenas as variações do verde e da atividade da clorofila, sendo apenas índice indiretamente relacionado à água da folha [2], [6]. Mesmo as vegetações rasteiras parecem estar sugeitas a tais variações, contudo a análise da bandas do Infravermelho Médio, tendem a apresentar melhores resultados a respeito da condição de umidade do combustível vivo. O FMC para pastagens foi estimado de forma mais eficiente por dados de sensoriamento remoto do que para outros combustíveis [3], o caso brasileiro, em especial, o Cerrado, o conteúde de umidade em matéria vegetal morto parece ser de maior importância, contudo, recae-se no problema dos diferentes estratos de vegetação que compõem a vegetação mais densa, como é o caso do Cerrado stricto sensu. Nesse caso o dossel da vegetação cobre os galhos secos e folhas mortas da serrapilheira dificultando a caracterização destes ambientes por teledetecção. A medida da carga de combustível é um assunto grande importância para o manejo do fogo e o emprego do sensoriamento remoto na identificação de áreas atingidas por incêndios na vegetação, bem como, a mensuração da biomassa disponível a ser consumida pelo fogo pode ser ampliado com uso de diferentes sensores e abordagens em diferentes escalas. O estudo requer a ampliação das coletas, devendo seguir nos anos seguintes

5. REFERÊNCIAS

[1] CAMIA, A., LEBLON, B., CRUZ, M., CARLSON, J., AGUADO, I. Methods used to estimate moisture content of dead wildland fuels, In E. Chuvieco (Ed.), Wildland fire danger estimation and mapping: The role of remote sensing data. World Scientific Publishing, Singapore, 4: 91–113. 2003.

[2] 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.

[3] 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: 10.1080/01431160210144660b

[4] PEREIRA, S M M, EMILIANO, V M; SANCHES F O; FERREIRA, R V. Temperaturas extremas e as mudanças climáticas em Uberaba (MG): primeiros apontamentos. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17, 2017. Campinas. Campinas. Anais... Campinas: IGC, 2017. P. 1736-1746. Disponível em: < https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2299>. Acesso em: 19 jun. 2018.

[5] SANTOS, V. O. FERREIRA, V. O. Efeitos das mudanças no uso e ocupação do solo na disponibilidade hídrica de sub-bacias hidrográficas representativas da mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, estado de Minas Gerais. Horizonte Científico, v.8, nº 1, Julho, 2014.

[6] 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.