

ESTUDO POR MEIO DE ÍNDICES ESPECTRAIS DA CORRELAÇÃO ENTRE INCÊNDIOS FLORESTAIS E ESTOQUE FLORESTAL DE DIÓXIDO DE CARBONO

Amanda Lesjak Santos Teixeira ¹

¹Instituto de Geociências, Universidade de Brasília – UnB – Campus Darcy Ribeiro Caixa Postal 4465 – 70910-900
amandalesjakst@gmail.com

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi investigar a correlação entre a resposta espectral de áreas queimadas e o sequestro florestal de carbono na região do Parque Nacional de Brasília – PARNA Brasília nas datas 25 de agosto de 2017 e 10 de setembro do mesmo ano. Para isso, foram utilizados os índices espectrais dNBR – Índice Diferenciado de Queimada Por Razão Normalizada, RdNBR – Índice Relativo Diferenciado de Queimada Por Razão Normalizada e CO_{2FLUX} – Índice de Eficiência do Processo de Sequestro de Carbono. O dNBR superestimou as áreas não queimadas e subestimou as demais classes, em comparação aos resultados obtidos pelo RdNBR. Consequentemente, o RdNBR quantificou melhor as classes de queimadas. A correlação entre os índices RdNBR e CO_{2FLUX} também foi maior em relação à do dNBR. O R² para dNBR e CO_{2FLUX} foi igual a 0,77 enquanto que para o RdNBR foi igual a 0,83.

Palavras-chave — PARNA Brasília, queimadas, Índice de Queimada Por Razão Normalizada (NBR), CO_{2FLUX}.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the correlation between the spectral response of burned areas and carbon sink in Brasília's National Park – PARNA Brasília from August 25th 2017 to September 10th 2017. For doing so, it was used the differenced normalized burn ratio – dNBR, relative differenced normalized burn ratio – RdNBR and CO_{2FLUX} index. The dNBR overestimates the unburned area and underestimates the other classes if compared with the RdNBR results. And as a consequence, the RdNBR presents the best results to quantify bush fires. The correlation between RdNBR and CO_{2FLUX} is also higher than dNBR's. The R² for dNBR and CO_{2FLUX} was equal to 0,77 and for RdNBR and CO_{2FLUX} it was equal to 0,83.

Key words — PARNA Brasília, bush fires, Normalized Burn Ratio (NBR), CO_{2FLUX}.

1. INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto, a partir do início do século XXI, é utilizado como ferramenta para o estudo de áreas queimadas, tanto no âmbito do mapeamento de cicatrizes, quanto na identificação de suas ocorrências. Além de possibilitar também a medição da severidade dos incêndios. Para tanto, são utilizados índices espectrais que são centrados nas características espectrométricas de vegetação sadia e vegetação queimada. Índices espectrais como o NBR – Índice de Queimada Por Razão Normalizada proposto por [1], dNBR – Índice Diferenciado de Queimada Por Razão Normalizada proposto por [2] e RdNBR – Índice Relativo Diferenciado de Queimada Por Razão Normalizada proposto por [3] são exemplos de índices utilizados em estudos de incêndios florestais. Imagens multiespectrais do sensor OLI a bordo do satélite *Landsat 8* possuem bandas espectrais localizadas no NIR – *Near Infrared* e no SWIR – *Short Wave Infrared* que possibilitam o estudo de cicatrizes de queimadas.

Tendo em vista que incêndios florestais consomem parcial ou inteiramente a vegetação local é de se esperar que haja um intenso despejo de dióxido de carbono – CO₂ na atmosfera, visto que a vegetação é um grande sumidouro de carbono devido à fotossíntese. [4] propôs o Índice de Eficiência do Processo de Sequestro de Carbono – CO_{2FLUX} que por meio da integração do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI, proposto por [5], com o Índice de Reflectância Fotoquímica reescalado para valores positivos – sPRI, proposto por [6], mede o fluxo de CO₂ em cada pixel da imagem.

Diante do exposto, o presente estudo visa investigar as correlações entre fluxo de CO₂ e áreas queimadas por meio da utilização de índices espectrais aplicados a imagens *Landsat 8 OLI*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O Parque Nacional de Brasília – PARNA Brasília (Figura 1), criado pelo Decreto nº 241 de 29 de novembro de 1961, está localizado no noroeste do Distrito Federal e abrange uma área de cerca de 42 mil ha recobertos pelas fitofisionomias Mata de Galeria Pantanosa, Mata de Galeria não Pantanosa, Cerrado Denso, Cerrado *sensu stricto*, Campo Sujo, Campo Limpo, Campo Úmido, Brejo, Campo de Murunduns, Vereda e Campo Rupestre pertencentes ao bioma Cerrado [7].

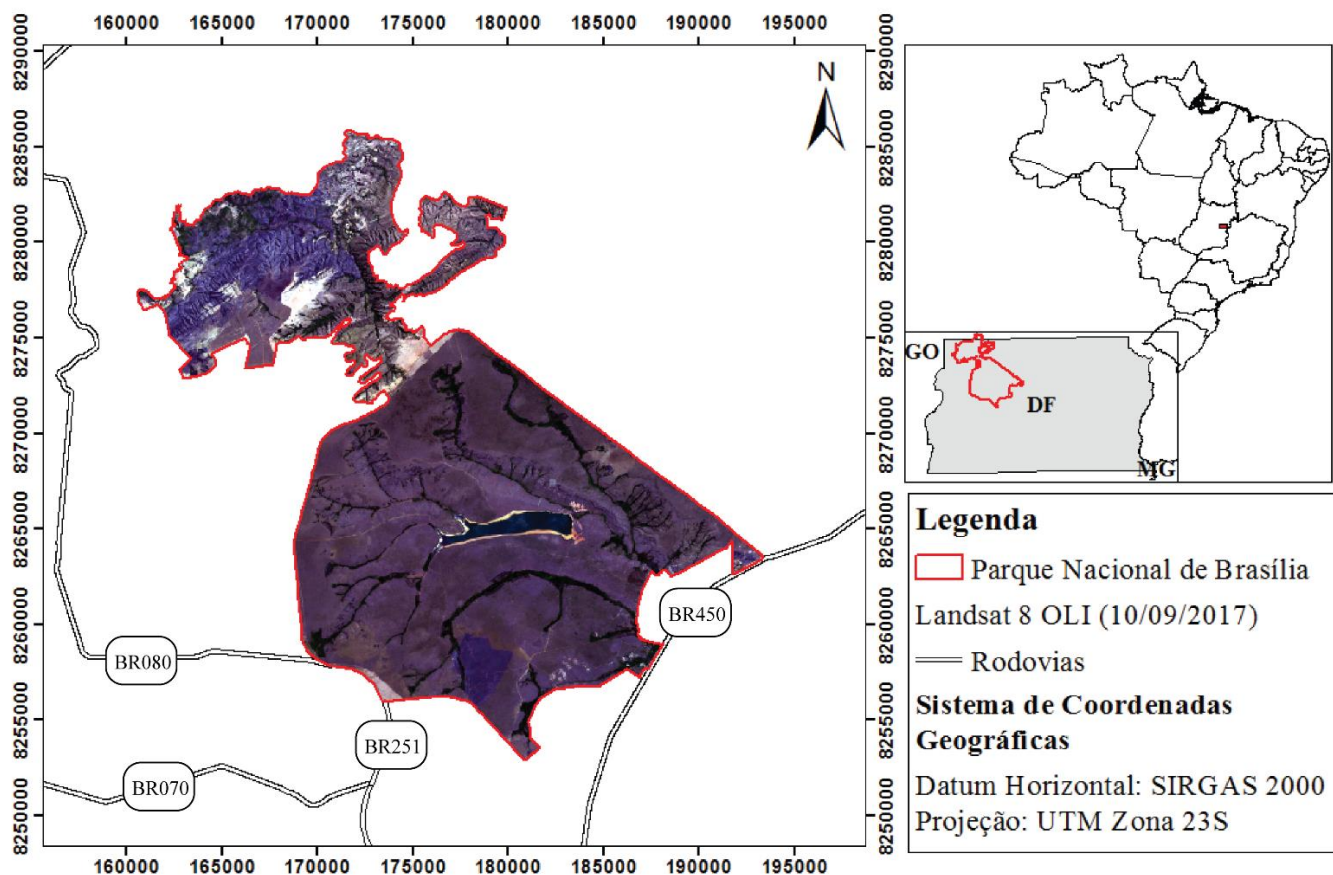


Figura 1. Localização da área de estudo – Parque Nacional de Brasília. Para visualização do PARNA Brasília foi utilizada uma cena Landsat 8 – OLI do dia 10 de setembro de 2017 composição colorida cor real (R4G3B2).

2.2. Metodologia

Para a realização do presente trabalho foram utilizadas duas imagens de reflectância órbita-ponto 071 do sensor OLI Landsat 8 dos dias 25 de agosto de 2017 e 10 de setembro do mesmo ano, obtidas no portal *Earth Explorer* do Serviço Geológico Americano – USGS. O sensor OLI é proveniente da parceria entre a *National Aeronautics and Space Administration* – NASA, e o USGS, e se encontra em órbita desde fevereiro de 2013, sua plataforma opera à altitude de 705 km. O sensor possui resolução espacial de 30 m e banda pancromática de 15 m, resolução espectral de 8 bandas, abrangendo o intervalo do espectro eletromagnético de 0,435 – 12,51 μm . As imagens OLI são obtidas em 12 bits e reamostradas para 16 bits pelo próprio distribuidor com tempo de revisita de 16 dias [8].

Na etapa de pré-processamento, realizada no *software* ENVI 5.5 como as demais etapas, foi feito o recorte da cena de acordo com os limites do PARNA Brasília disponível no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação gerido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

O processamento das cenas consistiu no cálculo dos índices espectrais dNBR, RdNBR e $\text{CO}_{2\text{flux}}$ (tabela 1). Para tanto, foi necessário aplicar os índices NBR, NDVI, PRI e sPRI (Tabela 1), pois os índices espectrais utilizados no presente estudo são calculados a partir dos índices supracitados.

Índice Espectral	
NBR =	$\{(NIR - SWIR2)/(NIR + SWIR2)\} * 1000$
dNBR =	$NBR_{\text{pré-fogo}} - NBR_{\text{pós-fogo}}$
RdNBR =	$(NBR_{\text{pré-fogo}} - NBR_{\text{pós-fogo}}) / (\sqrt{ABS(NBR_{\text{pré}} - \text{fogo}) / 1000})$
NDVI =	$(NIR - RED) / (NIR + RED)$
PRI =	$(BLUE - GREEN) / (BLUE + GREEN)$
sPRI =	$(PRI - 1) / 2$
$\text{CO}_{2\text{flux}}$ =	$NDVI * sPRI$

Tabela 1. Resumo dos índices espectrais utilizados no presente estudo.

Na etapa de pós-processamento foi realizada a classificação da imagem resultante dos índices dNBR e

RdNBR segundo as classes de severidade propostas por [1]. Os limites das classes utilizadas estão descritos na Tabela 2.

Classes de severidade	Limites
Alta rebrota	-500 a -251
Baixa rebrota	-250 a -101
Não queimado	-100 a +99
Baixa severidade	+100 a +269
Moderada a baixa severidade	+270 a +439
Moderada a alta severidade	+440 a +659
Alta severidade	+660 a +1300

Tabela 2. Classes de severidade de queimada e rebrota para os índices dNBR e RdNBR retirado de [1].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 contém os resultados obtidos pelos índices dNBR e RdNBR, a esquerda e a direita, respectivamente, nas datas 25 de agosto e 10 de setembro do ano 2017 na área abrangida pelo Parque Nacional de Brasília. Ao fazer a análise das duas respostas infere-se que o índice RdNBR delimitou de forma mais precisa a severidade dos focos de queimada em relação ao índice dNBR. Foi observado que o índice dNBR

superestima a classe não queimado em detrimento das outras classes que são subestimadas. Resultados análogos foram obtidos por [9] ao realizar estudo de quantificação do grau de severidade de queimadas no Distrito Federal nos anos de 2010 e 2011. Destaca-se, porém, os pixels classificados por ambos os índices como áreas queimadas localizados dentro do corpo d'água do PARNA Brasília, pois são erros inerentes a metodologia. Sugere-se que em trabalhos futuros sejam utilizadas máscaras para minimizar esse tipo de erro.

O estudo da relação entre os índices de queimada utilizados e o sequestro florestal de carbono se deu por meio de avaliação estatística dos valores contidos em um transecto que transpassa áreas não queimadas e áreas queimadas. Utilizou-se dessa ferramenta para minimizar a influência de valores medianos. Os gráficos de dispersão de dNBR pelo CO_2FLUX e RdNBR pelo CO_2FLUX encontram-se nas figuras 3 e 4 respectivamente. Em ambas figuras se observa um comportamento inversamente proporcional dos valores dos índices de queimada em relação ao fluxo de carbono. Os coeficientes de determinação obtidos foram 0,77 e 0,83 para dNBR e RdNBR respectivamente. Esses valores de R^2 indicam forte correlação entre os índices de queimada e CO_2FLUX , sendo que o RdNBR apresentou correlação 6% superior ao dNBR o que corrobora com o que foi observado na figura 2.

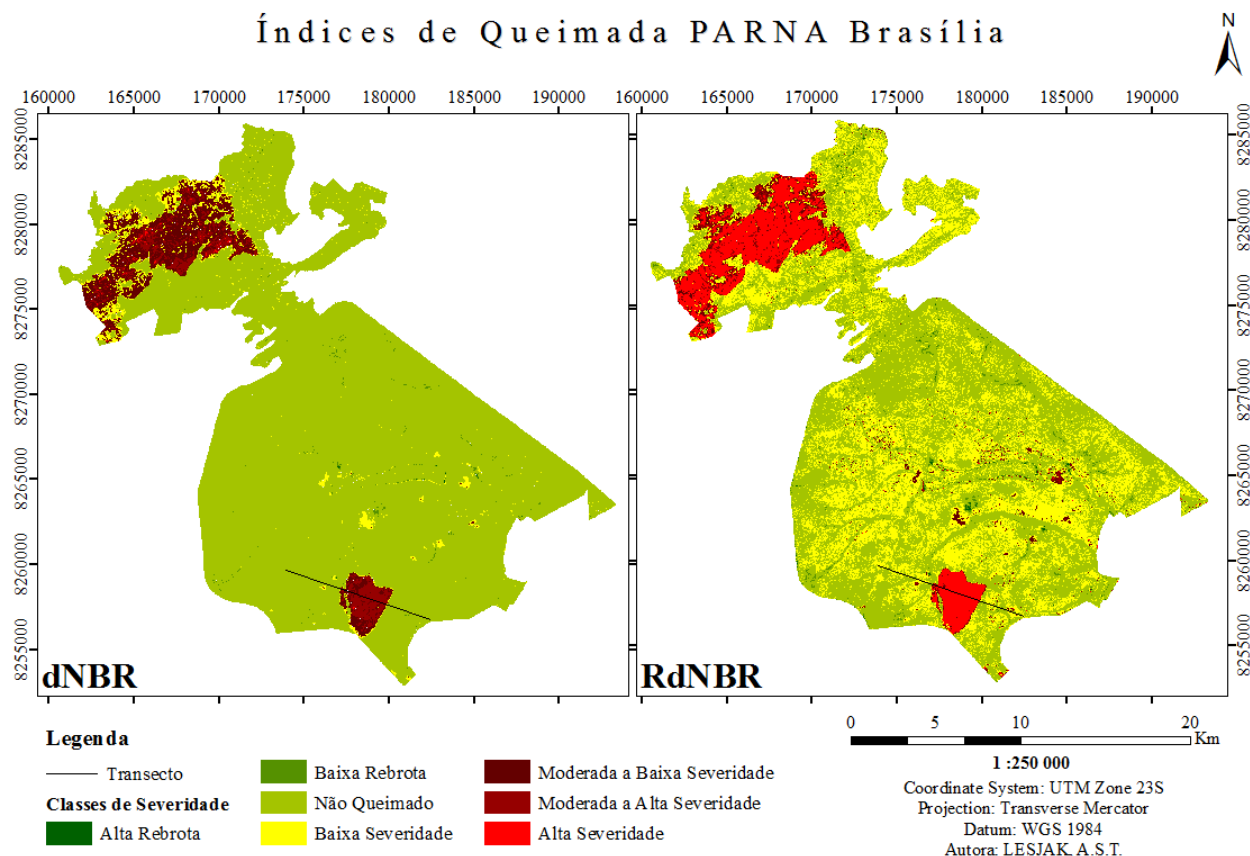


Figura 2. Comparação entre os resultados obtidos pelos índices espectrais dNBR, à esquerda, e RdNBR, à direita. O transecto destacado nos resultados de ambos os índices foi utilizado para a análise estatística dos dados.

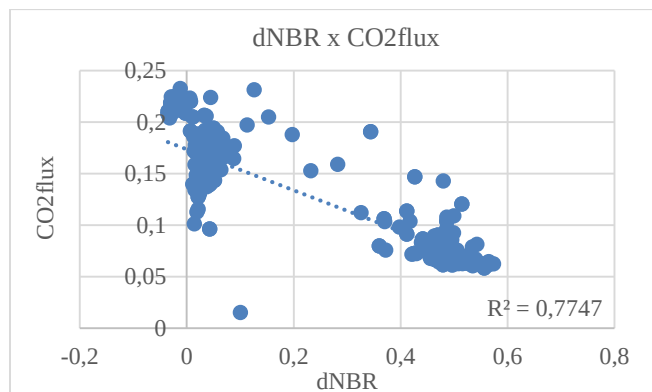


Figura 3. Dispersograma onde os valores de dNBR contidos no transecto estudado encontram-se no eixo X e os valores de CO₂FLUX encontram-se no eixo Y.

4. CONCLUSÕES

As áreas acometidas por queimadas identificadas pelo índice RdNBR apresentam a maior correlação com o fluxo de carbono encontrada. A relação entre essas variáveis é negativa, indicando que altos valores de RdNBR – classificados como queimadas segundo [1] – são correlatos à baixos valores de CO₂FLUX o que confirma a hipótese de que incêndios florestais ocasionam liberação de CO₂ estocado pela vegetação.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Key, C.H. e Benson, N.C., "Landscape Assessment (LA)". USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD. 2006
- [2] Roy, D.P.; Boschetti, L. e Trigg, S.N., "Remote Sensing of Fire Severity: Assessing the Performance of the Normalized Burn Ratio", *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, v. 3(1), pp. 112–116, 2006.
- [3] Miller, J.D. e Thode, A.E., "Quantifying burn severity in a heterogeneous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR)", *Remote Sensing of Environment*, v. 109, pp. 66-80, 2007.
- [4] Rahman, A.F.; Gamon, J.A.; Fuentes, D.A.; Roberts, D.;

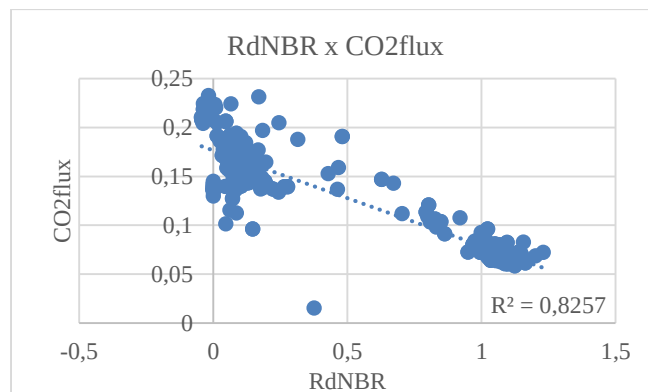


Figura 4. Dispersograma onde os valores de RdNBR contidos no transecto estudado encontram-se no eixo X e os valores de CO₂FLUX encontram-se no eixo Y.

Prentiss, D. e Qiu, H. Modeling. "CO₂ flux of boreal forests using narrow-band indices from AVIRIS imagery". In: AVIRIS Workshop. Proceedings. Anais. JPL/NASA, Pasadena, Califórnia, 2000.

[5] Rouse, J. W.; Haas, R. H.; Schell, J. A. e Deering, D. W. "Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS". In: ERTS-1 Symposium, 3., 10-14 December, Washington, DC. Proceedings. Washington, NASA SP, v. 351, pp.309-317, 1973.

[6] Gamon, J. A.; Serrano, L. e Surfus, J.S., "The photochemical reflectance index: an optical indicator of photosynthetic radiation use efficiency across species, functional types, and nutrient levels". *Oecologia*, v. 112, pp. 492 - 501, 1997.

[7] Plano de Manejo – Parque Nacional de Brasília. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/PARNA%20Brasilia.pdf>>. Acesso em: 24 de setembro de 2018.

[8] NASA. "Landsat Science, Landsat 8 Bands". Disponível em: <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-bands/>>. Acesso em: 13 de julho de 2018.

[9] Teobaldo, D. e Baptista, G.M.M. "Quantificação do Grau de Severidade de Queimada em Unidades de Conservação no Distrito Federal por meio dos Índices Espectrais dNBR e RdNBR". Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE