



AVALIAÇÃO TEMPORAL DO FLUXO DE CARBONO DA VEGETAÇÃO DE CERRADO DA MICRORREGIÃO DA CHAPADA DOS VEADEIROS - GOIÁS.

*Yunara da Silva Santos¹ (IC), José Carlos de Souza² (PQ)

Yunaraslv.ys@gmail.com

Universidade Estadual de Goiás, Campus Minaçu

Resumo: A microrregião da Chapada dos Veadeiros Abrange as mais extensas áreas de Cerrado ainda preservado do estado de Goiás, com grande potencial hídrico e paisagístico. Para tanto, se faz presente a necessidade de estudos que busquem conhecer os aspectos biofísicos e fitossanitários de sua cobertura vegetal. Assim, este estudo objetivou avaliar a influência da sazonalidade climática, no vigor, na densidade e no fluxo de carbono da cobertura vegetal da microrregião da Chapada dos Veadeiros. Foram utilizadas imagens do Landsat 8 para o cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e fluxo de Carbono (CO₂flux). Foram utilizadas cenas dos meses de dezembro de 2016 e julho de 2017, compreendendo os períodos úmido e seco. Os valores de NDVI variaram de -0,33 a 0,68 no período úmido e de -0,57 a 0,63 no período seco. No período úmido o pico de frequência ficou entre 0,3 a 0,4 e no período seco entre 0,2 e 0,3. O CO₂flux apresentou valores entre -0,33 a 0,69 no período úmido e no período seco -0,26 a 0,34. Os dois índices apresentaram forte relação com o regime de chuvas, e, no caso do fluxo de carbono, os valores reduziram significativamente.

Palavras-chave: CO₂flux. NDVI. Cerrado. Sazonalidade climática. Landsat 8.

Introdução

O Cerrado brasileiro abrange 23% do território nacional e vem sofrendo significativas perdas de sua cobertura vegetal para a introdução de atividades como agricultura e pecuária. Este bioma possui potencial aquífero, interliga os principais domínios fitogeográficos do Brasil e é considerado como um *hotspots* de biodiversidade, apresentando abundância de espécies endêmicas e com risco de perdas significativas de habitats e se configurando como uma área prioritária para preservação da biodiversidade (LIMA, 2001; FERREIRA, 2009; ZARDINI; SOUZA; MARTINS, 2016).



A microrregião da Chapada dos Veadeiros, no norte de Goiás, ainda apresenta as maiores áreas contínuas de remanescentes da cobertura de Cerrado no estado, contendo cerca de 15% da cobertura vegetal nativa do estado (OLIVEIRA, 2007; FERREIRA, 2009). Estas condições ambientais justificam a necessidade de se aprofundar os estudos que viabilizem o conhecimento das condições biofísicas e fitossanitárias da cobertura vegetal nesta região.

O monitoramento da superfície terrestre por meio de imagens orbitais tem se tornado cada vez mais usual nos estudos ambientais, especialmente na caracterização da dinâmica e das mudanças relativas à cobertura vegetal. Estes estudos são realizados a partir dos índices de vegetação. Por meio destes, é possível entender o comportamento espectral da vegetação, frente às mudanças no sistema superfície-atmosfera e mensurar vários parâmetros biofísicos, dentre eles a biomassa fotossinteticamente ativa, a atividade fotoquímica e o fluxo de dióxido de carbono - CO_2FLUX (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007; JENSEN, 2009).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), é o índice mais conhecido e aplicado nos estudos de cobertura vegetal. O NDVI se baseia na manipulação de duas bandas espectrais, a faixa do vermelho e infravermelho próximo e, a partir da imagem índice resultante é possível estimar a produção fotossintética e o vigor da vegetação. Os valores de NDVI variam de -1 a 1, sendo que, quanto mais próximo de 1 maior a densidade da cobertura vegetal e os valores negativos indicam ausência de vegetação (GAO, 1996; JENSEN, 2009).

O CO_2FLUX foi proposto por Rahmanet et al. (2000) e mensura o fluxo de dióxido de carbono da vegetação. Este, é calculado a partir das imagens índices de NDVI e o Índice de Refletância Fotoquímica - PRI (*Photochemical Reflectance Index*). O PRI é resultado da relação entre as bandas espectrais do verde e azul, apresentado valores entre - 1 e 1. Por meio do CO_2FLUX é possível mensurar a eficiência do processo de sequestro de carbono pela vegetação (BAPTISTA, 2003).

Diante do exposto, este trabalho tem o objetivo de avaliar a influência da sazonalidade climática, no vigor, na densidade e no fluxo de carbono da cobertura

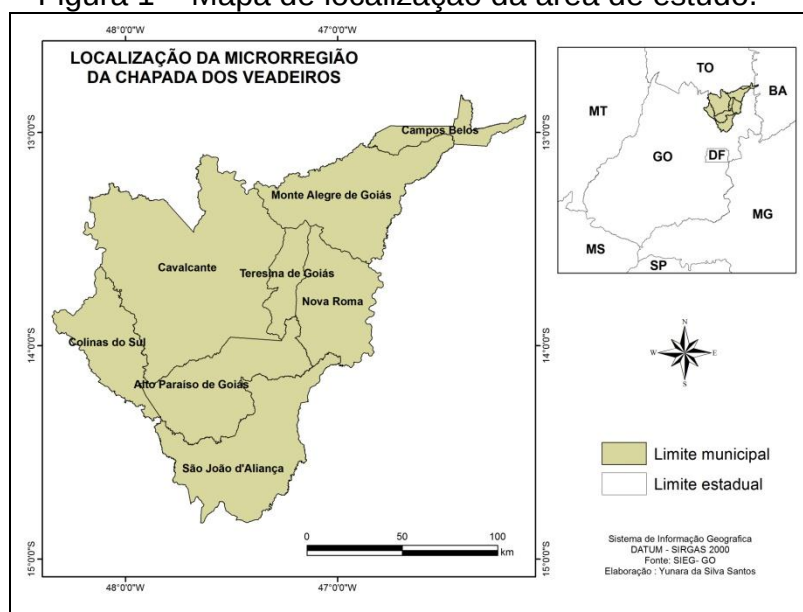
vegetal da microrregião da Chapada dos Veadeiros por meio dos índices espectrais NDVI e CO₂flux.

Material e Métodos

Área de estudo

A microrregião da Chapada dos Veadeiros se localiza entre as coordenadas geográficas 14°50'00"S/12°50'00"W e 48°20'00"W/46°10'00"W, possui uma área aproximada de 21.333 km² e é formada pelos municípios de Alto Paraíso de Goiás, Campos Belos, Cavalcante, Colinas do Sul, Monte Alegre de Goiás, Nova Roma, São João d'Aliação e Teresina de Goiás (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Materiais

Foram utilizadas imagens do sensor LANDSAT 8. São bandas multiespectrais com resolução de 30 metros e que estão disponíveis no sítio <http://earthexplorer.usgs.gov/>. A Tabela 1 apresenta a descrição das bandas que foram utilizadas neste estudo.

Tabela 1: Características técnicas das bandas espectrais do satélite Landsat 8.

Bandas	Comprimento de ondas (micrômetros)	Resolução (metros)	Instrumento imageador
Band 2 – Blue	0.45 – 0.51	30	OLI
Band 3 – Green	0.53 – 0.59	30	OLI
Band 4 – Red	0.64 – 0.67	30	OLI
Band 5 – NearInfrared (NIR)	0.85 – 0.88	30	OLI

Fonte: USGS 2015.

Métodos

Foi realizada uma seleção das cenas disponíveis a partir dos meses de dezembro de 2016 e julho de 2017, para a região e que aprestaram menos nuvens em sua composição. As cenas foram reprojetadas para o hemisfério Sul e foram elaborados mosaicos que serviram de base para o cálculo dos índices. As cenas que foram utilizadas estão nas órbitas-pontos 221/70 e 221/69.

A reflectância fotoquímica da vegetação será estimado com base no índice de reflectância fotoquímica - PRI (*Photochemical Reflectance Index*) através da relação entre a feição de absorção na região do azul e o pico de reflectância da vegetação na região do verde (PEDROZA DA SILVA; BAPTISTA, 2015), segundo o proposto por Gamon et al .,(1992):

$$PRI = B - G / B + G$$

Onde: PRI é o índice de reflectância fotoquímica; B = refletância na faixa do azul; e G = refletância na faixa do verde.

Os valores do PRI serão reescalados para valores positivos, gerando o índice sPRI (*Photochemical Reflectance Index rescheduled for positive values*) buscando normalizar a vegetação verde e corrigir a fração iluminada no uso da luz durante a fotossíntese, conforme equação abaixo:

$$sPRI = PRI + 1 / 2$$

A estimativa do fluxo de dióxido de carbono será a partir do cruzamento dos índices NDVI e sPRI, gerando o índice CO2Flux (Carbon Flux), conforme equação proposta por Rahman et al. (2000):

$$CO2Flux = NDVI * sPRI$$

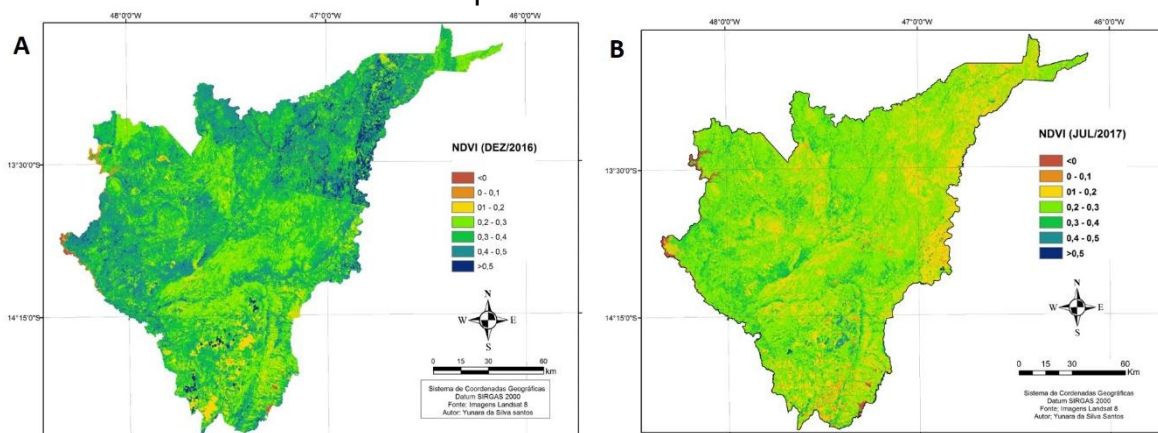
O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*- NDVI) é um índice de vegetação amplamente utilizado, foi

desenvolvido por Rouse et al. (1973) e envolve a razão entre as bandas espectrais das regiões do vermelho (R) e do infravermelho próximo (NIR). Os valores variam de -1 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior a densidade de cobertura vegetal. O índice é gerado a partir da equação: $NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$.

Resultados e Discussão

Em função da pronunciada sazonalidade climática da microrregião, optamos por utilizar imagens de períodos úmido e seco, para uma possível avaliação da influência das precipitações nos índices estudados. Assim, o NDVI foi calculado para dois períodos seco e chuvoso (dezembro de 2016 e julho de 2017) (Figura 2). Nas imagens índice apresentadas na Figura 1A e 1B é perceptível a variação espacial da cobertura vegetal, entre os dois períodos, indicando forte influência dos totais de chuva no vigor e densidade da vegetação.

Figura 2 – NDVI de dezembro, 2016 (A) e Julho, 2017 (B) da Microrregião da Chapada dos Veadeiros.



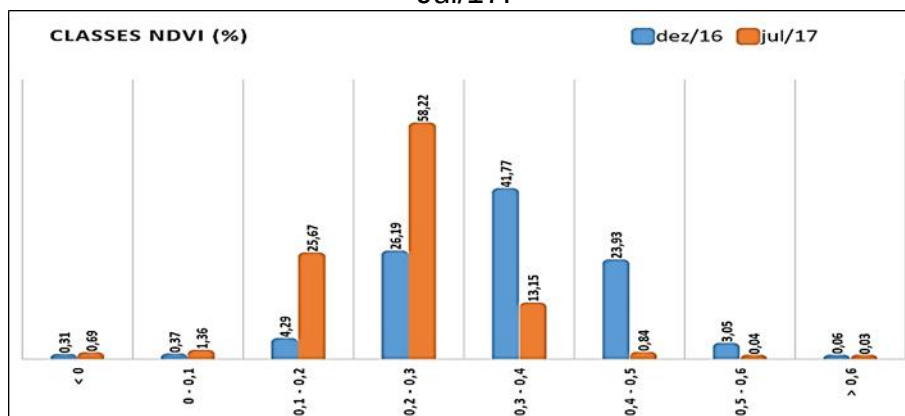
Os valores do NDVI variaram de -0,57 a 0,63 no período de estiagem (julho/2017) e de .0,33 a 0,68 no período úmido (dezembro /2016). Percebe-se também uma redução nas médias, como reflexo da variação dos valores do índice em relação ao NDVI mínimo e máximo, apresentado na imagem índice (Tabela 1).

Tabela 1: Estáticas descritivas do NDVI para Microrregião.

Período	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média
Dezembro	-0,33	0,68	0,34
Julho	-0,57	0,63	0,22

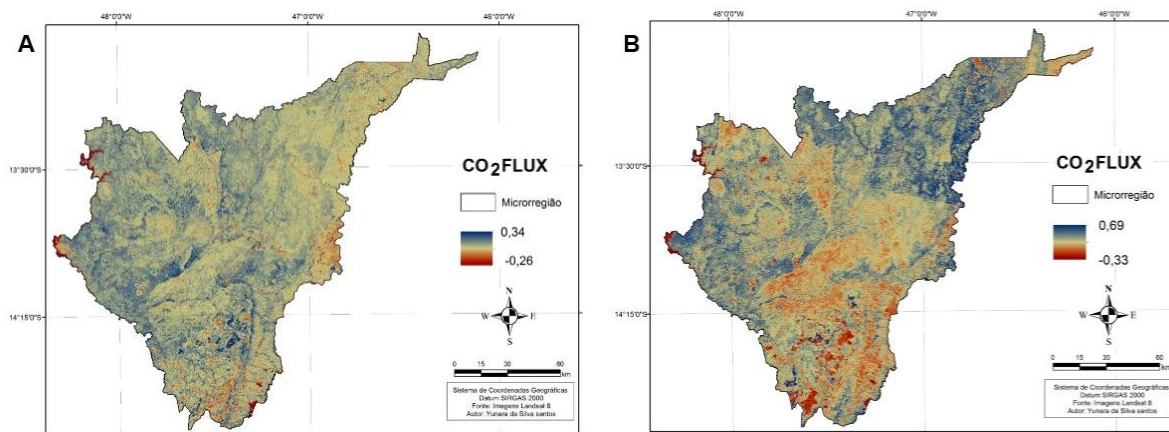
A redução do NDVI do período úmido para o seco é mais evidente na comparação da distribuição percentual por classes (Figura 3). No perigoso úmido (dezembro) o pico de frequência se posicionou na classe 0,3 – 0,4 (41,77%) e no período seco (julho) a maior frequência ficou na classe 0,2 – 0,3 com 58,22%.

Figura 3 - Distribuição percentual do NDVI por classes para os meses de Dez/16 e Jul/17.



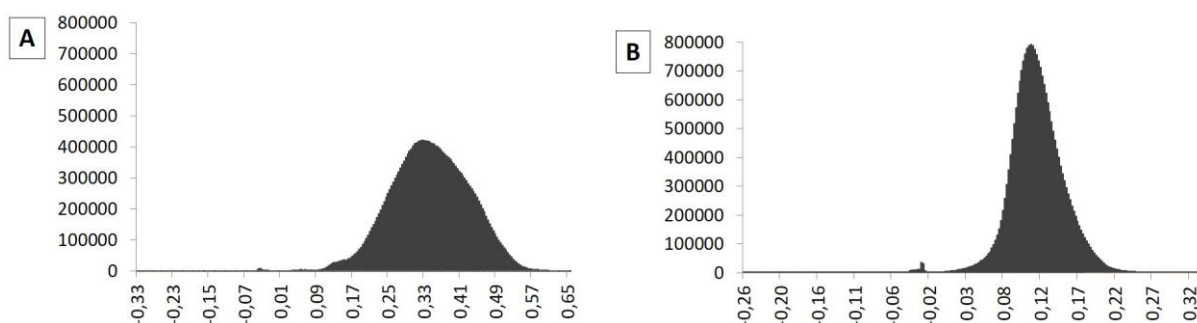
A figura 4 apresenta as imagens de CO_2Flux obtidas por meio da combinação dos índices NDVI e sPRI. Os valores do CO_2Flux variaram de -0,26 a 0,34 no período de estiagem (julho de 2017) e de -0,33 a 0,69 no período úmido (dezembro de 2016). O índice se comportou de maneira diferente em cada estação, no período de estiagem os valores são inferiores ao período úmido, no Cerrado se justifica principalmente por sua fisionomia dominada por plantas rasteiras que se dessecam durante a estiagem.

Figura 4 – CO_2Flux de dezembro, 2016 (A) e Julho, 2017 (B) da Microrregião da Chapada dos Veadeiros.



Os histogramas de frequência das imagens índice de CO_2Flux (Figuras 5-A e 5-B) demonstraram distribuição assimétrica negativa nos dois períodos e frequências maiores para o mês de julho. Neles é possível perceber que, em julho o pico de frequência é mais elevado e se posiciona em escores maiores de fluxo de carbono em relação a dezembro. Em julho o pico de frequência posiciona-se em torno de 0,12 e em dezembro em torno de 0,33 indicando redução no fluxo e armazenamento de carbono na vegetação.

Figura 5 – Histogramas das imagens de CO_2Flux de dezembro, 2016 (A) e Julho, 2017 (B).



Na Tabela 1, são apresentados os dados estatísticos do CO_2Flux . Pode-se considerar que, em relação ao desvio padrão os conjuntos de valores apresentaram



maior dispersão em torno da média na imagem índice de dezembro, com maior variação em a relação à média. Percebe-se também uma redução na média no mês de julho, como reflexo da variação dos valores do índice em relação ao CO₂Flux mínimo e máximo, apresentado na imagem índice.

Tabela 1: Dados estatísticos do CO₂FLUX para Microrregião.

Período	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio padrão
Dezembro	-0,33	0,69	0,34	0,09
Julho	-0,26	0,34	0,12	0,03

A redução do CO₂FLUX do período úmido (dezembro) para o período seco (julho) , se justifica no seguinte ponto, para a realização da fotossíntese, são necessários três componentes básicos, luz solar, gás carbônico e água. Então, quanto maior a umidade presente na vegetação, mais atividades fotossintéticas e menor o fluxo e armazenamento de CO₂ pela vegetação.

Considerações Finais

Os índices NDVI e CO₂FLUX, apresentaram uma aplicabilidade satisfatória na estimativa do vigor, densidade e fluxo de carbono da vegetação de Cerrado, bem como na influência do regime de chuvas no comportamento espectral da vegetação. São índices que tem aplicação no monitoramento cobertura vegetal em relação as perdas por desmatamento e inserção de pastagem ou culturas.

As imagens do satélite Landsat 8 se mostraram-se adequadas na estimativa dos parâmetros biofísicos, apresentando resolução espacial e temporal adequadas para estudos regionais, com condições ideais no desenvolvimento de estudos geoambientais com vistas ao entendimento das alterações sazonais da superfície.

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Goiás pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica (PBIC) ao primeiro autor. Agradecemos também ao Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento (LABCGEO) da UEG Campus Minaçu pelo suporte no desenvolvimento da pesquisa.



Referências

- BAPTISTA, G. M. M. Validação da modelagem de sequestro de carbono para ambientes tropicais de cerrado, por meio de dados AVIRIS e HYPERION. In: **XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 abril 2003. Anais... São José dos Campos: INPE, p. 1037-1044, 2003.
- FERREIRA, M. E. **Modelagem da dinâmica da paisagem do Cerrado**. 2009. 116 p. tese (doutorado em Ciências Ambientais) – Programa Multidisciplinar de Doutorado em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- GAMON, J.A; PENUELAS, J.; FIELD, C.B A narrow-waveband spectral index that tracks diurnal changes in photosynthetic efficiency . **Remote Sensing of Environment**, New York, v.41, p. 35-44, 1992.
- GAO, B.C.NDWI – a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**, v.58, n.3 , p. 255-266, 1996.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução da 2ª ed. por (pesquisadores do INPE): José Carlos N. Epiphanyo (coord) [et al.]; São José dos Campos: Parêntese. 2009. 672 p.
- OLIVEIRA, I. J. **Cartografia turística para a fruição do patrimônio natural da Chapada dos Veadeiros (GO)**. 2007. 201 p. tese (doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação**. 1. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2007. 135 p.
- SILVA, Suzy Cristina Pedroza da; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello. **Análises espectrais da vegetação com dados hyperion e sua relação com a concentração e o fluxo de co2 em diferentes ambientes na amazônia brasileira**. **Boletim de Ciências Geodésicas**, [s.l.], v. 21, n. 2, p.354-370, jun. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1982-21702015000200020>.
- ZARDINI, Fernanda Pedro Fernandes; SOUZA, Jose Carlos de; MARTINS, Patrick Thomaz de Aquino. **Meio físico e patrimonialização de áreas: elementos para a**



V Congresso de Ensino,
Pesquisa e Extensão da UEG



conservação do bioma cerrado no norte goiano? Acta Geográfica, Boa Vista, v. 10, n. 22, p.1-16, abr. 2016.

REALIZAÇÃO

PRG
Pró-Reitoria de
Graduação

PRP
Pró-Reitoria de
Pesquisa e
Pós-Graduação

PRE
Pró-Reitoria de
Extensão, Cultura e
Assuntos Estudantis



**Universidade
Estadual de Goiás**