

Avaliação sazonal de sequestro de carbono por meio do sensor Sentinel 2

Joao Paulo Fernandes Marcico Ribeiro ¹
Gustavo Macedo de Mello Baptista ¹

¹ Universidade de Brasília – UNB/IG
Caixa Postal 4465 - 70910-90 - Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte - Brasília -
DF, Brasil
jotafmr@gmail.com/gmbaptista@unb.com

Abstract. The aim of this paper is to analyse the carbon sequestration during two different seasons in Brasília, Distrito Federal. For this analysis we used the images provided by the new sensor Sentinel – 2. The images were downloaded using the low quantity of cloud criteria and looking for two different dates corresponding to the drought and rain season. The images were georeferenced using the software ENVI 5.1. For the analysis of carbon sequestration, we used the index CO₂Flux, which consists in the combination of the Normalized Differenced Vegetation Index (NDVI) and the Photochemical Reflectance Index. We applied an arbitrary transect in the results in two different directions. The data of this transect were transferred to a graph. The variations of the season could be seen with the different shades of gray, principally when the vegetation is concentrated near water zones. The graphs showed differences in the two seasons, showing high values of CO₂ sequestration during the rainy season, when the water is more available for the vegetation. The new satellite provided an interesting data with high spatial resolution to make the carbon sequestration analysis and potentially other vegetation dynamics analysis.

Palavras-chave: CO₂Flux, NDVI, PRI, Drought, Rainfall, Seca, Chuva.

1. Introdução

O estudo das análises do fluxo de carbono na atmosfera e na biomassa são de grande relevância para as pesquisas em geral por conta da sua relação com o conforto térmico das cidades, principalmente relacionados aos fenômenos ilhas de calor, a dinâmica da vegetação e outros impactos ambientais (Terra-Oliveira e Baptista, 2014).

O sensoriamento remoto contribui e auxilia nesses estudos por conta das inúmeras tecnologias, ferramentas e sensores disponíveis atualmente, como é o caso do Sentinel 2 cuja missão está relacionada a monitorar a superfície terrestre e as mudanças na vegetação.

Um dos grandes benefícios do novo satélite é a aquisição de novas imagens com alta resolução espacial, sendo esta de 10 metros e também a rápida resolução temporal, o que permite melhores análises principalmente no que se refere a ecossistemas locais e com mudanças constantes.

Levando em consideração esses benefícios, o objetivo deste trabalho é analisar a variação do sequestro de carbono em dois diferentes períodos: chuvoso e seca, utilizando o índice CO₂ Flux proposto por Rahman et. al. (2000) numa área de vegetação preservada em Brasília – DF utilizando dados desse novo satélite.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A região de estudo deste trabalho localiza-se na área da Estação Ecológica das Águas Emendadas de Brasília, na qual encontra-se um dos grandes remanescentes de vegetação nativa do Distrito Federal. O bioma da região é o Cerrado, em sua maior parte *sensu strictu*, com manchas de campo limpo e matas de galeria ao longo dos corpos hídricos e veredas (Bagatini, 2006).

De acordo com a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Tropical (Aw) e tropical de Altitude (Cwa e Cwb), com períodos de frio e seca (inverno) durante os meses de abril a setembro e quente e chuvosa durante os meses de maio a outubro, no verão (Machado et al., 1998; Reis & Marinho Filho, 1998; Rodrigues, 2002). Abaixo, na figura 1, é possível observar o mapa com a localização da área de estudo.



Figura 1. Localização da área de estudo. Estação Ecológica Águas Emendadas de Brasília

2.2 Pré-processamento

Neste trabalho foram utilizados dados do sensor Sentinel 2. As imagens foram selecionadas seguindo o critério de sazonalidade para o período de seca e chuva no Distrito Federal. As datas das imagens são de 21 de março de 2016 e 17 de julho de 2016. Outro critério para seleção das imagens foi a pouca quantidade de nuvem. Os dados foram adquiridos por meio do site USGS Earth Explorer. As cenas foram georreferenciadas com base nos metadados das imagens. Os dados foram processados por meio do software Envi 5.1

2.3 Processamento dos dados

Para análise do sequestro de carbono foi utilizado o índice CO₂FLUX proposto por Rahman et.al. O índice consiste na combinação do índice de vegetação por diferença normalizada – NDVI (ROUSE et al., 1973) e do índice de reflectância fotoquímico PRI (GAMON et al., 1997), com valores reescalados de PRI para valores positivos.

A operação de bandas para a aplicação do NDVI foi feita por meio do módulo NDVI do software ENVI 5.1. Foram utilizadas as bandas 8 (842nm) e 4 (665nm) do sensor sentinel 2. Ambas as bandas possuem resolução espacial de 10 metros (Equação 1).

Por meio do mesmo módulo, foi aplicado o índice PRI (Equação 2), utilizando, porém, em ordem inversa, as bandas 2 (490nm) e 3 (560nm) do sensor sentinel 2, que também possuem resolução de 10 metros.

As equações utilizadas na operação aritmética de bandas para os índices citados acima podem ser observadas nas seguintes equações:

$$NDVI = \frac{842nm - 665nm}{842nm + 665nm} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$PRI = \frac{490nm - 560nm}{490nm + 560nm} \quad (\text{Eq. 2})$$

O resultado do PRI passa por outra etapa para reescalonamento dos dados para valores positivos. Essa etapa foi efetuada por meio do módulo *band math* do software ENVI e pode ser observada na seguinte equação 3.

$$sPRI = (PRI + 1)/2 \quad (\text{Eq. 3})$$

Novamente pelo mesmo módulo, e possível integrar o NDVI e o PRI reescalonado, para assim então obter o CO2FLUX (Equação 4).

$$CO2flux = NDVI * sPRI \quad (\text{Eq. 4})$$

Após execução dessas etapas foram aplicados transectos em duas regiões da área para obter os valores da imagem e assim analisar a variação do CO2FLUX. A figura 2 com o transecto foi composta pela composição de falsa cor R4 G8 B2.



Figura 2. Composição de falsa cor com o transecto da área de estudo.

3. Resultados e Discussão

O resultado do CO2FLUX para os períodos de seca e chuva podem ser observados na figura 3 e 4.

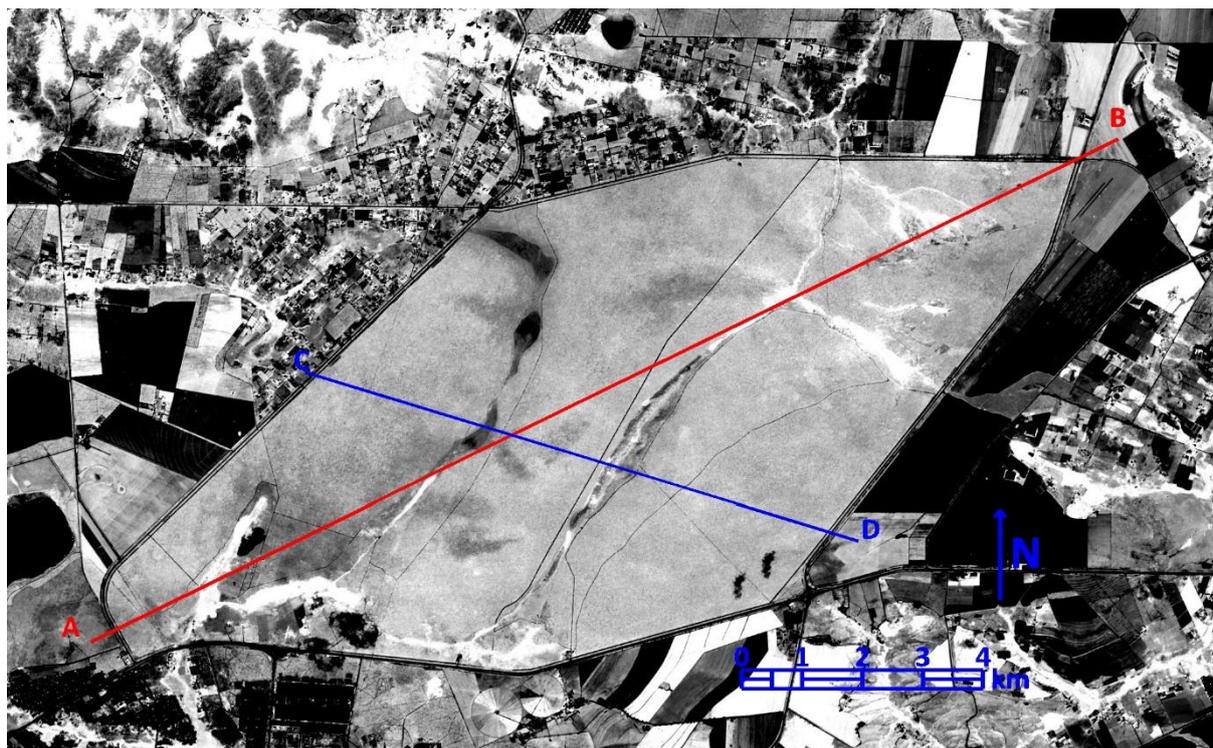


Figura 3. Resultado do CO₂Flux para período de chuva.

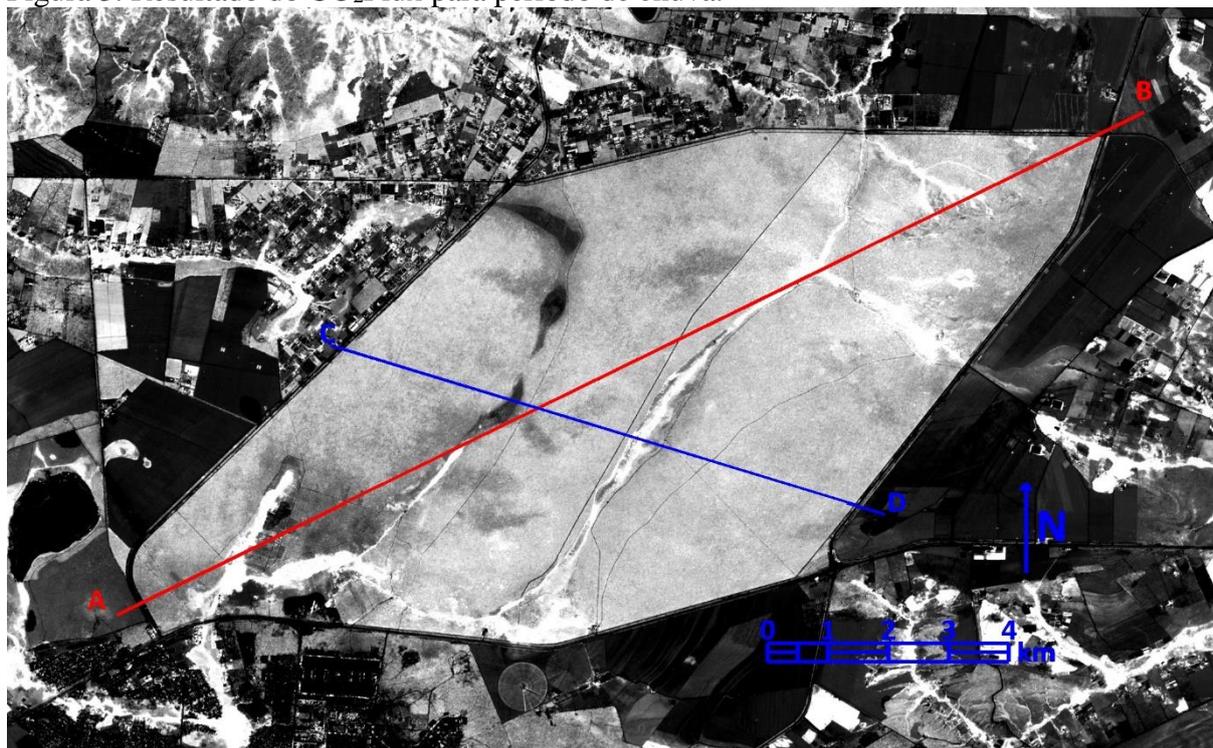


Figura 4. Resultado do CO₂Flux para o período de seca.

As áreas com tons de cinza claro correspondem as áreas com valores mais altos de sequestro de carbono, ou seja, áreas com maiores atividades fotossintéticas que participam no sequestro. Observa-se algumas áreas com maiores saturações desses tons de cinza claro, assemelhando a coloração branca. Essa são áreas na qual possuem a presença de algum corpo hídrico que aumentam a quantidade da vegetação e seu porte. O que é possível notar principalmente nas matas de galeria ou próxima a áreas úmidas.

Por outro lado, os tons de cinza escuro correspondem a valores de baixo sequestro de carbono, ou seja, baixa atividade fotossintética. Essas áreas podem ser principalmente observadas nas estradas, áreas de solo exposto ou áreas com edificações. Como a estação também possui a fitofisionomia de Campo Limpo, e possível observar nessas áreas alguns tons de cinza ligeiramente escuros ou claros, correspondentes as vegetações de pequeno porte como as gramíneas, que muitas das vezes são dependentes da umidade do solo para manter uma maior atividade fotossintética.

Essas variações são observadas de maneira mais clara nas figuras 5 e 6 para os dois períodos, elaborados a partir dos dados dos transectos.

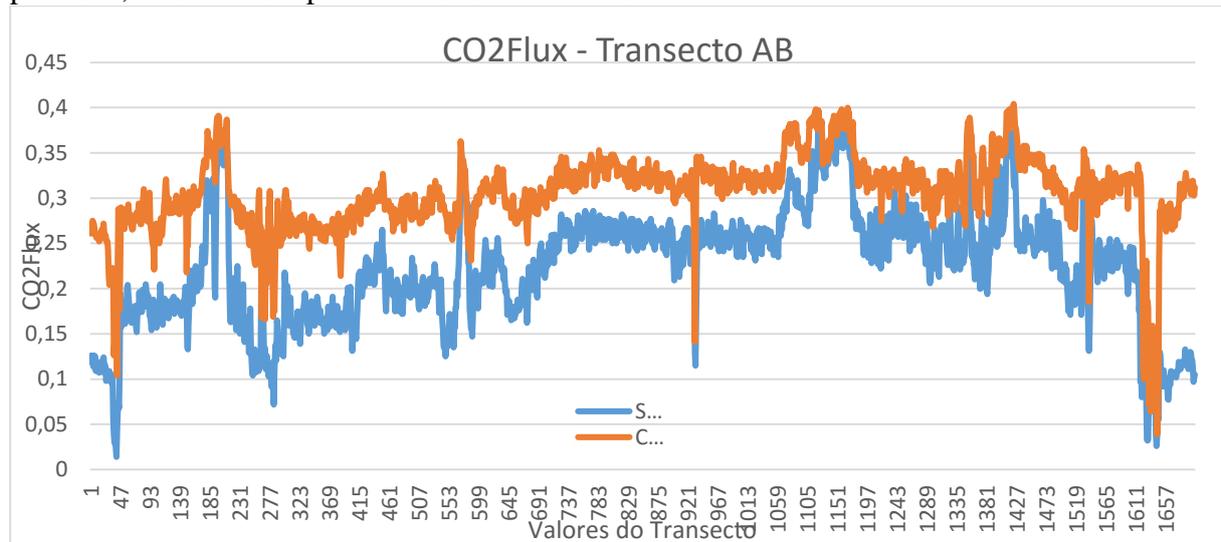


Figura 5. Gráfico com os dados para o período de seca e chuva na direção A – B.

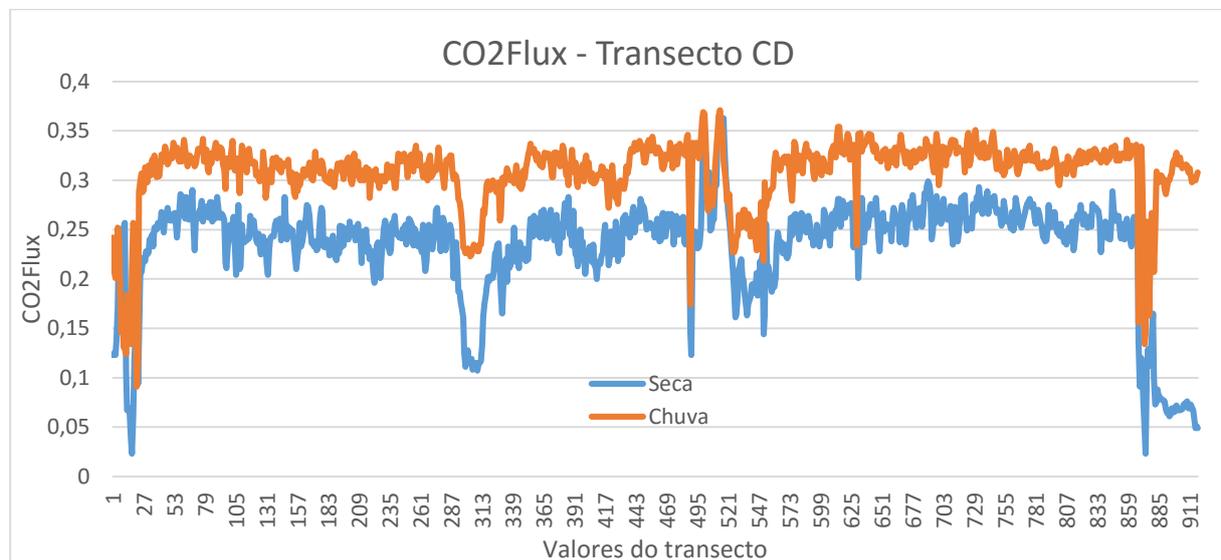


Figura 6. Gráfico com os dados para o período de seca e chuva na direção C-D.

No gráfico ilustrado na figura 5, observa-se o comportamento das curvas de maneira semelhante para ambos os períodos, variando apenas os valores. Facilmente pode-se notar esse comportamento ao analisar os picos, que se mantem em ambos os períodos. Esses picos correspondem as áreas de matas de galeria, áreas essas que apesar de variar o volume de água nos corpos hídricos devido a sazonalidade, continuam com certa quantidade de água disponível para manter o grande porte da vegetação e consequentemente sua biomassa e o sequestro de carbono.

Por outro lado, os baixos valores, identificado no gráfico pelos vales, são consequência de áreas sem atividade fotossintética. Como o índice CO₂Flux e consequência da integração do índice PRI e o NDVI, as áreas que não apresentam atividade fotossintética não possuem grandes feições de absorção na faixa do azul e do vermelho (Baptista, 2004), dessa maneira não possuem grande diferença com a região do infravermelho, indicando que a áreas não possui uma considerável quantidade de biomassa da vegetação (Baptista, 2004).

O gráfico da figura 6, possui comportamento semelhante aos dados do transecto AB, com picos em áreas de densas vegetações e vales com áreas de baixa atividade fotossintética. Nessa direção, o transecto cruza uma área de vereda na qual pode ser observada na figura 3, no período de seca, onde a vegetação aparece de forma mais densa, assemelhando-se a uma mata de galeria. Como essa região específica não sofre tanto com a ausência da água, observa-se no gráfico que os picos tanto para o período de chuva e seca permanecem com valores semelhantes, variando muito pouco. Munhoz e Baptista (2009), analisaram o sequestro de carbono em áreas alagadas por meio de dados hiperespectrais. Diferente do pantanal onde as áreas alagadas não permitam uma produção de biomassa, as veredas da estação ecológica mostram-se úteis na produção da biomassa e consequentemente sequestro de CO₂.

Esse comportamento de sazonalidade também pode ser encontrado no trabalho realizado por Terra-Oliveira e Baptista (2014), na qual analisaram também para uma área de vegetação preservada em Brasília, o efeito da sazonalidade no sequestro de carbono utilizando dados do sensor OLI - LANDSAT 8 e três diferentes índices de vegetação para combinação do CO₂FLUX. Os dados apresentados nesse trabalho possuem semelhanças no comportamento encontrado no trabalho citado, podendo assim dizer que o Sentinel 2 mostra-se útil para análise em questão.

4. Conclusão

Os dados resultantes da aplicação do índice CO₂Flux mostrou-se com valores inferiores no período da seca quando comparado ao período da chuva, indicando que a disponibilidade hídrica está ligada com a produção de biomassa e consequentemente o sequestro de carbono no Cerrado. Esse padrão foi encontrado em outros trabalhos relacionado ao mesmo assunto porém utilizando outros sensores.

De maneira geral os novos dados do sentinel 2 mostraram-se úteis para análise de sequestro de carbono, podendo se tornar uma excelente alternativa para análises relacionadas ao estudo da vegetação, dinâmica urbana e outras áreas ambientais.

5. Citações e Referências

Bagatini, Tathiana. Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da estação ecológica Águas Emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras. 2006. 67 f., il. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

Baptista, G. M. M. Mapeamento do Sequestro de Carbono e de Domos Urbanos de CO₂ em Ambientes Tropicais, por meio de Sensoriamento Remoto Hiperespectral. Geografia, 2004.

Baptista, G. M. M., Munhoz, C. B. R. Comportamento do sequestro florestal de carbono, do conteúdo de CO₂ atmosférico e do conteúdo de umidade da vegetação no Pantanal de Nhecolândia, MS, por meio de sensoriamento remoto hiperespectral. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIV, Natal, 2009. Anais..., São José dos Campos: INPE, 2009. p. 1071-1078.

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

Rahman, A. F.; Gamon, J. A.; Fuentes, D. A.; Roberts, D.; Prentiss, D.; Qiu, H.; Modeling CO₂ flux of boreal forests using narrow-band indices from AVIRIS imagery. California State University, Los Angeles, Geography Department, 5151 State Univ. Dr., Los Angeles, CA 90032.

Reis, M. L. & Marinho-Filho, J. S. 1998. Estudo das Comunidades de Pequenos Mamíferos na Estação Ecológica Aguas Emendadas (ESEC-AE) / DF. IN: SEMINARIO PESQUISA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO AGUAS EMENDADAS: 30 ANOS. 08. 1998. Anais... Brasília: FAPDF, p.171-197.

Rodrigues, F. H. G. 2002. Biologia e Conservação do Lobo-Guara na Estação Ecológica de Aguas Emendadas, DF. Tese (Doutorado). 105pg. Instituto de Biologia da Universidade de Campinas. São Paulo.

Rouse, J. W.; Hass R. H.; Schell, J. A.; Deering, D. W. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. Remote Sensing Center, Texas A&M, University, College Station, Texas. Third ERTS Symposium, NASA SP- 351 I, 309-317, 1973.

Machado, R. B.; Aguiar, L. M. S.; Vianna, R. L.; Santos, A. J. B.; Saito, C. H.; Timmers, J. F. 1998. Um Método de Análise das Áreas de Risco no Entorno de Unidades de Conservação: Estudo de Caso da Estação Ecológica Aguas Emendadas, Brasília (DF), Brasil. In: SEMINARIO PESQUISA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO AGUAS EMENDADAS: 30 ANOS. 08. 1998. Anais... p.43-58. Brasília: FAPDF.

Terra-Oliveira, M.; Baptista, G. M. M. Variações na Modelagem do fluxo de CO₂ na Área Metropolitana de Brasília, por meio de Dados OLI do Landsat 8. Submetido no Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – 2015.