

CLIMA E VARIABILIDADE INTERANUAL DA VEGETAÇÃO NO PANTANAL

Jorge A. BUSTAMANTE-BECERRA¹², Suzana M. I. de CARVALHO¹, Emily A. D da SILVA¹, Celso Von RANDOW¹

¹ CCST/–INPE - Cachoeira Paulista – São Paulo – ² {jorge.bustamante@inpe.br}

RESUMO: Este trabalho tem por objetivo avaliar a relação do clima com os tipos de vegetação na região do pantanal e a variabilidade interanual da vegetação (classificada em quatro tipos funcionais de plantas) a partir de métricas de fenologia da vegetação em séries temporais do produto MODIS índice de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) no período 2001-2010. A metodologia aplicada consiste na análise de séries temporais de vegetação utilizando funções matemáticas de ajuste do perfil sazonal para identificação e caracterização dos ciclos de crescimento das classes de vegetação. Os resultados indicam que as classes climáticas não tem relação direta com o padrão de distribuição da vegetação devido às mudanças do uso da terra principalmente das atividades agrosilvopecuárias. No período analisado, foi evidenciada a variabilidade interanual dos ciclos de crescimento da vegetação com dois ciclos menores em intervalo de 5 anos.

ABSTRACT: This study aims to assess the relationship between climate and vegetation types in the Brazilian tropical wetland, known as *pantanal*, and to analyze the interannual variability of vegetation (classified into four functional types of plants) by the use of metrics of vegetation phenology in the MODIS-NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) time series, period of 2001-2010. We apply mathematical functions, on NDVI time series, to fit the seasonal profile of vegetation for identification and characterization of growing cycle for four vegetation types. Our results show that there is not relationship between climate and distribution of vegetation pattern due to land use change for agrosilviculture. The interannual variability of vegetation growing cycle was evident over the period of 2001-2010 with two smaller cycles in the range of 5 years.

1- INTRODUÇÃO

Na região tropical como no pantanal, a sazonalidade climática, especialmente da precipitação, influencia a sazonalidade da vegetação. Isto significa que, o ciclo de crescimento da vegetação (identificado segundo parâmetros de fenologia da vegetação) tem relação direta com os diferentes fatores climáticos, especialmente a precipitação (Bustamante et al., 2012). Da mesma forma a variabilidade climática interanual deve propiciar variabilidade interanual nos ciclos de crescimento da vegetação, mostrando num determinado período de anos, ciclos de crescimento com maior ou menor produtividade primária ou que significa ciclos com maior ou menor absorção e fixação de carbono atmosférico o qual influencia no clima regional.

O bioma Pantanal, uma das maiores planícies de sedimentação e inundação do mundo, possui grande importância no contexto nacional e internacional pelos recursos naturais contidos nele, assim como pela sua alta biodiversidade animal e vegetal. Nesta região, o estudo da variabilidade interanual da vegetação em escala regional é possível através da análise de séries temporais de dados de índices de vegetação espectrais como o NDVI. Este índice consegue captar períodos de maior a menor atividade fotossintética, relacionados com maior a menor produção de folhas (produtividade primária) ao longo do tempo (série temporal), desta maneira pode-se caracterizar a fenologia da vegetação através de métricas como início, fim, comprimento e amplitude do ciclo de crescimento da vegetação em escala regional (Eklundh, 2011). A compreensão da dinâmica de fenologia da vegetação é de suma importância, pois estimativas precisas da fenologia são essenciais para a quantificação do intercâmbio de carbono e água entre os ecossistemas e a atmosfera e sua resposta às alterações climáticas (Ahl et al., 2006).

Este estudo visa avaliar a relação do clima com os tipos de vegetação na região do pantanal e analisar a influência da variabilidade climática interanual nos ciclos de crescimento e grau de sazonalidade da vegetação no período de 2001 a 2010. Através deste estudo será possível investigar o potencial de séries temporais de dados de sensoriamento remoto no entendimento da influência do clima na distribuição espacial e dinâmica temporal da vegetação.

2- MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde a região do pantanal definida pelas coordenadas (59,19W, 15,52S e 54,92W, 22,11S), conforme Figura 1. Esta área é drenada pelo alto curso do rio Paraguai e seus afluentes (Silva e Abdon, 1998), e tem como principal característica uma notável dinâmica intra e interanual (Pereira et al., 2010). O regime pluviométrico apresenta duas estações bem definidas: uma chuvosa, de Outubro a Março, e outra seca, entre Abril e Setembro. Segundo a classificação de Köppen, o Pantanal é definido como clima tropical com estação seca ou clima de savana (Aw). Neste bioma ocorrem quatro regiões fitoecológicas: Savana (Cerrado), Savana Estépica (Chaco), Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semidecidual, conforme definido por Silva et al. (2007).

Os dados utilizados foram: a) Série temporal de imagens MODIS, produto MOD13Q1 (índice de vegetação-NDVI), período de 2001 a 2010, *tiles* (h12v10 e h12v11), resolução espacial de 1km e temporal de 16 dias; b) Climatologia mensal da precipitação do *WorldClim (Global Climate Data)* gerado com dados do período 1950-2000 (Hijmans et al., 2005) e c) Dados complementares como mapeamentos do uso e cobertura da terra do PROBIO para a região do Pantanal.

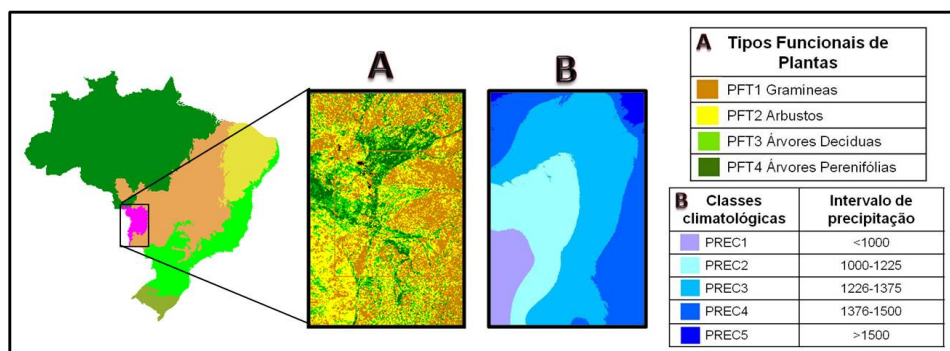


Figura 1: Área de estudo (Pantanal) no contexto dos biomas brasileiros. A e B correspondem as classificações da vegetação climatológica da área de estudo.

A metodologia consiste em: 1) Classificação da vegetação em quatro classes denominadas como tipos funcionais de plantas (Figura 1A), seguindo os procedimentos descritos em Bustamante et al. (2012); 2) Classificação climatológica da área de estudo em 5 classes que caracterize a região, de áreas com menor precipitação (PREC1) às de maior precipitação (PREC 5); e 3) Determinação de ciclos crescimento da vegetação a partir das séries temporais do NDVI, período 2001-2010 e identificação (nestes ciclos) dos parâmetros de fenologia da vegetação (início, fim, amplitude, comprimento e integrais da estação de crescimento para as quatro classes de vegetação acima descritas), segundo procedimento descrito por Eklundh, (2011). Na série temporal utilizada, o passo de tempo (ou intervalo) da série, definido aqui como período, foi de 16 dias, o que perfaz um total de 230 datas. Estas datas são padronizadas em 38 períodos que é tempo que a vegetação usa para completar um ciclo de crescimento. Assim por exemplo, o período 1 corresponde ao intervalo de 1-16/01/2001, o período 18 (em média é o início da estação de crescimento) ao intervalo 30/09/2001 a 16/10/2001, e o período 36 (em média é o fim da estação de crescimento) ao 12-27/07/2002.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra que os tipos de vegetação de menor cobertura vegetal (gramíneas-PFT1 e arbustos-PFT2) são os que dominam nas cinco regiões climatológicas, não havendo relação direta entre vegetação e precipitação, isto é, maior precipitação (PREC5) associado a vegetação com maior cobertura vegetal (PFT4). Este resultado indica que na área de estudo a precipitação não influencia o padrão de distribuição espacial da vegetação. Devido ao intenso uso da terra na região e a peculiaridade do pantanal, onde a vegetação arbórea ocorre em maior proporção na região da planície alagada fortemente associada a cursos de rios.

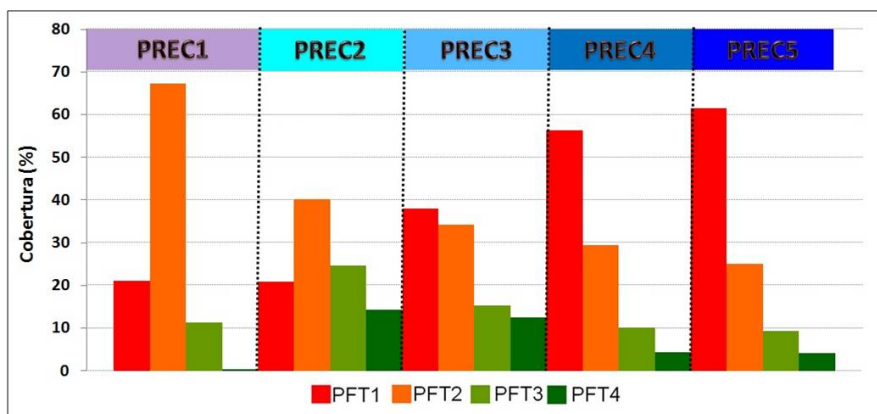


Figura 2: Proporção das classes de vegetação (de PFT1 com menor a PFT4 com maior cobertura vegetal) por região climatológica (de PREC1 com menor precipitação a PREC5 maior precipitação).

A Figura 3 mostra o resultado das métricas de fenologia da vegetação para as quatro classes de vegetação. Foram identificado nove ciclos de crescimento no período 2001-2012. Nestes, o início da estação de crescimento ocorre entre os períodos 17 a 19 (Setembro a Outubro), coincidindo com o início do período chuvoso, conforme ilustrado na Figura 3a. O fim da estação de crescimento ocorreu na estação seca, períodos 35 a 37, que correspondem aos meses Junho a Julho, quando a produção de fitomassa decai, a vegetação entra em fase de senescência, resultando em queda drástica de produtividade. O comprimento da estação de crescimento, nas classes de vegetação avaliadas, variou de 17 a 19 períodos, isto é de 257 a 289 dias. A amplitude, que mede a diferença entre máximo e mínimo NDVI, em geral variou de 0.13 a 0.27. Nas classes com cobertura arbórea (PFT3 e PFT4) a amplitude é menor das com cobertura herbácea (PFT1) arbustiva (PFT2).

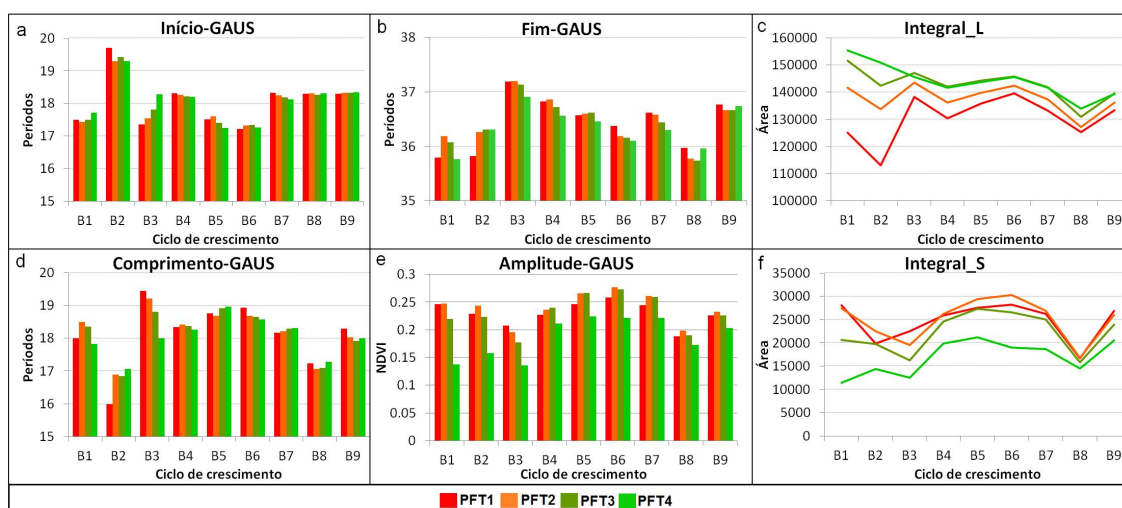


Figura 3: Resultado dos parâmetros de fenologia por classe de vegetação: Início (a), Fim (b) comprimento (d) Amplitude (e) Integral L (c) Integral S (f); para os nove ciclos de crescimento (B1 a B9).

A integral S (*small*), que mede a área do ciclo de crescimento compreendida na região definida pelo mínimo e máximo NDVI, tem um padrão similar a amplitude. Já no caso da integral L (*large*), que mede a área compreendida entre o máximo NDVI e o piso definido no valor de 0

NDVI, tem uma relação direta com a produtividade primária da vegetação, nesse caso os valores das classes são inversos a integral S, onde valores maiores corresponde as classes arbóreas (PFT 4) e menores a herbáceas (PFT1).

A Figura 3 mostra que ao longo dos nove ciclos identificados, todas as métricas de fenologia (início, fim, comprimento, amplitude, e integrais S e L) por classe de vegetação (PFT1, PFT2, PFT3 e PFT4), existe uma variação de valores dos parâmetros ao longo destes ciclos consecutivos. Isto indica que a variabilidade climática interanual na região influencia na variabilidade interanual da vegetação, mostrando dois ciclos de crescimento menor (B3 e B8) com intervalo de 5 ciclos maiores distribuídos nos nove ciclos analisados.

4- CONCLUSÕES

A distribuição espacial dos tipos de vegetação no pantanal não tem relação direta com a climatologia da precipitação devido a intensidade do uso da terra na região. As métricas de fenologia da vegetação utilizadas permitiram identificar uma variação de 32 dias (2 períodos) no início do ciclo de crescimento, 20 dias aproximadamente (1.3 período) no fim do ciclo , 257 a 289 dias de comprimento e 0.13 a .27 NDVI de amplitude. A série temporal de dados de vegetação (NDVI) de 2001 a 2010 mostrou ser um período suficiente para poder captar a variabilidade interanual dos ciclos de crescimento da vegetação evidenciando um ciclo decadal com 2 ciclos anuais menores com intervalo de 5anos. Sugere-se para próximos trabalhos incluir dados de variáveis climáticas, especialmente precipitação no mesmo período dos dados de vegetação para avaliar a relação destas variáveis com os ciclos de crescimento da vegetação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHL, D.E.; GOWER, S.T.; BURROWS S.N.; SHABANOV, N.V.; MYNENI, R.; KNYAZIKHIN, Y. Monitoring spring canopy phenology of a deciduous broadleaf forest using MODIS. *Remote Sensing of Environment*, n.104, p. 88–95, 2006.
- BUSTAMANTE BECERRA, J.A.; ALVALÁ, R.C.S.; Von RANDOW, C . Seasonal Variability of Vegetation and its Relationship to Rainfall and Fire in the Brazilian Tropical Savanna. In: Boris Escalante-Ramirez. (Org.). *Remote Sensing – Applications : InTech*, 2012, v. 1, p. 77-98.
- EKLUNDH, L.; JONSSON, P., 2011, *Timesat 3.1 Software Manual*,Lund University, Sweden.
- HIJMANS, R.J.; CAMERON, S.E.; PARRA, J.L.; JONES, P.G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, v. 25, p. 1965-1978, 2005.
- PEREIRA, L.O.; CARDOZO, F.S.; MOURA, Y.M.; FONSECA, L.M.G.; PEREIRA, G.; MORAES, E. C. Delimitação das áreas alagadas do Pantanal a partir da análise por Componentes Principais e Transformada Wavelet. In: 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2010, Cáceres. *Anais. São José dos Campos: INPE*, 2010. p. 200-209.
- SILVA, J. S. V; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas subregiões. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 33. n. especial, p. 1703-1711, out. 1998.