



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Relação entre o padrão sazonal da vegetação com a precipitação em oito biomas brasileiros a partir de dados de satélite¹



Franklin Daniel Inácio²; Giovanna Ruiz Martins³; Christiany Mattioli Sarmiento⁴; Marcelo de Carvalho Alves⁵

¹ Referência ao trabalho

² Tecnólogo em Gestão Ambiental, graduando em Engenharia Ambiental, DEG - UFLA, franklin.d-inacio@hotmail.com

³ Graduanda em Engenharia Ambiental, DEG - UFLA, giovanna00martins@gmail.com

⁴ Geógrafa, doutoranda em Engenharia Agrícola, DEG -UFLA, chrislavras@yahoo.com.br

⁵ Agrônomo, Prof. Adjunto, DEG - UFLA, marcelo.alves@deg.ufla.br

RESUMO: Este trabalho analisou a relação entre o índice de vegetação e precipitação, em 8 biomas brasileiros. Os valores do *Enhanced Vegetation Index* (EVI2) foram determinados a partir de imagens do *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS/Terra) manipuladas pelo INPE e disponibilizadas na plataforma online Series View, assim como os dados de precipitação do *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM). Foram extraídos os perfis temporais de EVI2/MODIS e precipitação a partir do modelo TRMM. Realizou-se, portanto, o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson. Os ciclos anuais para os biomas cerrado, mata atlântica e mata dos cocais em 2001 e 2002, caatinga, cerrado, mata dos cocais e matados pinhais, em 2003, caatinga cerrado e mata dos cocais em 2004, caatinga, mata atlântica e mata dos cocais em 2005, campos, cerrado e mata dos cocais em 2006, caatinga em 2007, mata atlântica e mata dos pinhais em 2008, mata dos cocais em 2009 e mangue em 2010 apresentaram forte correlação, os biomas pantanal em 2005, mangue e cerrado em 2006 mata atlântica em 2007, campos e cerrados em 2008, mangue cerrado e mata atlântica em 2009, caatinga, cerrado, mata atlântica mata dos cocais e mata dos pinhais em 2010 apresentaram correlação moderada. De acordo com estes resultados, este método de análise das séries de precipitação e EVI2 pode ser considerado como uma ferramenta eficiente no monitoramento dos biomas brasileiros analisados.

PALAVRAS-CHAVE: biomas, sensoriamento remoto, Brasil

Relationship between the seasonal pattern of vegetation with the precipitation in eight Brazilian biomes from satellite data

ABSTRACT: This study analyzed the relationship between vegetation index and rainfall in 8 Brazilian biomes. The values of the Enhanced Vegetation Index (EVI2) were determined from images of the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS / Terra) handled by INPE and available on the online platform Series View, as well as rainfall data from the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). The temporal profiles were extracted from EVI2 / MODIS and TRMM rainfall from the model. It held thus calculating the Pearson correlation coefficient. The annual cycles to the cerrado biome, rainforest and bush of coca crops in 2001 and 2002, savanna, savanna, forest of coca crops and killed pine in 2003 cerrado savanna and bush of coca crops in 2004, savanna, rainforest and bush of coca crops in 2005, fields, savannah and bush of coca crops in 2006, in 2007 scrub, rainforest and forest of pine in 2008, killing of coca crops in 2009 and mangrove in 2010 were strongly correlated, the Pantanal biomes in 2005, swamp and savanna in 2006 Atlantic Forest in 2007, fields and closed in 2008, savanna mangrove and rainforest in 2009, savanna, savanna, jungle rain forest of coca crops and kills the pine forests in 2010 showed moderate correlation. According to these results, this method of analysis of precipitation and EVI2 series can be considered as an efficient tool in monitoring the Brazilian biomes analyzed.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



KEY WORDS: biome, remote sensing, Brazil

INTRODUÇÃO

Bioma é uma importante área do espaço geográfico com a uniformidade de um macroclima definido, determinada fitofisionomia ou formação vegetal, fauna e outros organismos vivos associados, e condições ambientais, como a altitude, o solo, alagamentos, o fogo, a salinidade, entre outros (Coutinho, 2006). Técnicas de sensoriamento remoto auxiliam o monitoramento de diversos biomas que constituem a superfície do planeta, bem como suas mudanças ocorridas por processos naturais e antrópicos (Gomes et al., 2009).

A resposta da vegetação, frente às influências climáticas, informa quais espécies e comunidades vegetais podem sofrer impacto potencial de acordo com as alterações climáticas (Hansen; Phillips, 2015). Imagens orbitais multitemporais, transformadas em índices de vegetação (IV's), são ferramentas eficazes utilizadas para monitorar mudanças ocorridas na cobertura vegetal (Almeida, et al., 2008), pois a resposta espectral da vegetação está intimamente ligada à biomassa e estrutura do dossel (Hmimina et al., 2013). Para estimativa e monitoramento de diversos fenômenos meteorológicos, dados obtidos por sensores remotos oferecem suporte para análise de mudanças climáticas (Rodrigues et al., 2009), a exemplo dos dados de precipitação.

Utilizando dados de índice de vegetação e precipitação entre os anos 2001 e 2010, disponibilizados pela plataforma online Series View, este trabalho objetivou analisar a dinâmica espectro-temporal dos biomas mangue, caatinga, campos, cerrado, mata atlântica, mata dos cocais, mata dos pinhais e pantanal através do coeficiente de correlação de Pearson.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliar a relação entre a pluviosidade e a vegetação, foram utilizadas informações derivadas do satélite TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) e do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), disponibilizadas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) através da plataforma online *Séries View*. Foram escolhidos de maneira aleatória, pontos individuais e representativos para os seguintes biomas brasileiros: a) Mangue, b) Caatinga, c) Campos, d) Cerrado, e) Mata Atlântica, f) Mata dos Cocais, g) Mata dos Pinhais e, h) Pantanal, conforme apresenta a Tabela 1.

Bioma	Localização
Mangue	06° 19' 30,12" S e 35° 02' 19,32" W
Caatinga	06° 35' 58,71" S e 42° 24' 06,45" W
Campos	30° 59' 11,41" S e 51° 51' 31,48" W
Cerrado	12° 32' 06,79" S e 47° 17' 34,35" W
Mata Atlântica	22 ° 50' 57,96" S e 44° 16' 39,90" W
Mata dos Cocais	03° 30' 30,47" S e 41° 35' 55,81" W
Mata dos Pinhais	26° 45' 44,55" S e 51° 57' 41,12" W
Pantanal	19° 29' 47,08" S e 55° 36' 00,73" W

2.1 Materiais

a) Localização dos biomas:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Para localização inicial dos biomas, utilizou-se o "Mapa de áreas prioritárias e protegidas" separadas por biomas, em formato *shapefile*, disponível para download no site do MMA -Ministério do Meio Ambiente.

b) Dados da plataforma Séries View:

Cada série temporal representa a variação dos valores de precipitação e do índice de vegetação ao longo do tempo sobre a localização selecionada no globo virtual. O cálculo do EVI2 utiliza imagens MODIS do produto MOD13, coleção 005, com resolução espacial de 250 m e resolução temporal de 16 dias disponibilizado pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). A série em azul no gráfico EVI2 (sem filtro) representa os valores observados em 1 pixel nas imagens MODIS ao longo do tempo. Essa série foi filtrada utilizando informações de ângulo de visada do sensor, refletância de banda espectral e data da observação do pixel. A série em vermelho (com filtro) é resultado de uma suavização da série em azul utilizando a transformada wavelets.

A série temporal de precipitação pluviométrica (milímetros por mês) utiliza o produto 3B43 V6 do TRMM, disponibilizada pela GES DISC DAAC (*Distributed Active Archive System*) da NASA. O pixel do TRMM possui área mínima de aproximadamente de 0,25 graus. O gráfico da série temporal de precipitação é formado por 1 pixel TRMM cuja posição é a mais próxima da coordenada geográfica inserida.

2.2 Métodos

O arquivo baixado pelo site do MMA, representado por polígonos, forneceu a localização a nível nacional, dos biomas analisados. Com base nessa informação prévia, foi coletada aleatoriamente a localização pontual de cada bioma, em cada polígono, de maneira representativa. Com base na localização pontual dos biomas, adquiriram-se planilhas com informações sobre o índice de vegetação e precipitação entre os anos de 2000 e 2010. Observou-se que para o ano de 2000 havia a carência de dados de vegetação para os meses janeiro, fevereiro e março, sendo, portanto, desconsiderado da análise.

Utilizando os dados da série temporal entre os anos de 2001 e 2010, as planilhas para cada bioma foram organizadas e manipuladas no *software* STATISTICA 8.

- a) Coeficiente de correlação de Pearson: Em estatística descritiva, este coeficiente mede o grau de correlação, e a direção dessa correlação (positiva ou negativa) entre duas variáveis, assumindo valores entre -1 e 1. O coeficiente de correlação de Pearson pode ser visto como a razão entre a covariância de duas variáveis pelo produto dos desvios-padrão de cada uma delas
- b) Teste de significância, também conhecido como teste de hipótese, corresponde a uma regra decisória onde é permitido rejeitar ou não uma hipótese estatística com base nos resultados de uma amostra. Neste estudo, adotou-se o nível de significância a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo NORA (2010), a dinâmica sazonal exibida pelas formações florestais em análise, converge para um padrão anual comum. Entretanto, variações de amplitude se estabelecem tanto entre os índices de vegetação como entre as fitofisionomias.

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

O EVI2 exibiu um perfil temporal dinâmico e capaz de realçar as diferenças fenológicas inerentes a cada formação florestal. Isso condiz com o resultado encontrado no presente trabalho uma vez que na variação dos biomas foram encontrados valores de correlação diferentes em função fisionomia vegetal do bioma.

Com relação ao pantanal, observa-se uma variação dos resultados se comparado com o trabalho de SANTOS (2009), onde o autor observou que o perfil do EVI2 foi bastante semelhante para todos os anos analisados mostrando sua sensibilidade às variações sazonais da vegetação. Os picos dos valores de EVI2 foram registrados no mês de janeiro para quase todos os anos. Ao longo do ano, os maiores valores do EVI2 foram observados para o período entre outubro e abril que corresponde ao período alagado, no qual a vegetação atinge seu máximo crescimento vegetativo. A partir do mês de abril, os valores do índice de vegetação começam a decrescer, o que está associado à diminuição do vigor da vegetação devido à intensificação da seca. Os resultados deste trabalho mostraram baixa correlação se comparados aos valores de outros biomas, podendo ser explicado pelo fato de que o aumento das taxas de chuvas pode acontecer o alagamento das áreas, diminuindo os valores de EVI2. Com tudo ainda assim os valores encontrados mostram correlação entre EVI2 e taxas pluviométricas.

De acordo com ARAI (2009), no cerrado há dois períodos de chuva bem definidos, porém a amplitude da precipitação é maior do que da caatinga, com valores máximo acima de 500 mm e valores médios em torno de 250 mm por mês, o que concorda com os resultados encontrados por Batista et al. (1997). No período seco, as precipitações situam-se próximas a zero, entretanto ao se comparar com a caatinga, o intervalo de tempo em que isso acontece é menor. Neste exemplo, a correlação entre a precipitação e a fração vegetação foi de 0,67. Os valores de fração vegetação durante o período chuvoso situam-se acima de 0,5. Porém, dada a estrutura da vegetação do cerrado, os valores não ultrapassam 0,8. Diferente do exemplo de caatinga, o aumento da fração vegetação não ocorre de imediato com início da estação chuvosa. Os valores mínimos da fração vegetação durante a época seca são superiores a 0,2, o que indica maior presença de atividade fotossintética do que na caatinga. Também se observa um retardo entre o final da época chuvosa e o início da redução dos valores da fração vegetação. Supõe-se que essa diferença esteja relacionada com balanço hídrico de água no solo.

Houve a correlação entre os dados anuais do TRMM com os dados anuais (obtidos pela média mensal) do EVI2. A Tabela 1 ilustra os resultados obtidos pelo coeficiente de correlação de Pearson.

Tabela 1: Coeficiente de correlação de Pearson calculado para os biomas estudados.

Bioma	TRMM/EVI		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	2001	2002								
Mangue					0,6271				0,6064	0,8007
Caatinga			0,7393	0,7073	0,7888	0,5986	0,7813			0,6206
Campos						0,7783		0,6899		
Cerrado	0,8357	0,7749	0,8178	0,7633	0,6989	0,7961		0,6298	0,6104	0,6325
Mata Atlântica	0,7156	0,7255			0,7380		0,6803	0,7753	0,6836	0,6515
Mata dos Cocais	0,7129	0,7516	0,7937	0,8341	0,8551	0,7826		0,7042	0,7767	0,6674
Mata dos Pinhais			0,9014							0,6735
Pantanal				0,6389						

Foi observada que existe, em media, uma correlação moderada entre os valores de chuva e o índice de vegetação uma vez que os valores de correlação se aproximaram de 0,620. Com tudo foi observado que na maioria dos casos os valores que obtiveram maior correlação estão ligados a biomas que possuem maior biomassa vegetal como, por exemplo, o bioma das matas dos cocais, mata dos pinhais e mata atlântica. O cerrado apresentou também forte correlação e isso pode ser explicado pelo fato do cerrado ser uma área de transição entre biomas e com isso receber influencias climáticas de mais de um bioma.

CONCLUSÕES

1. Os dados do EVI2 forneceram informações sobre a dinâmica anual da vegetação, diante dos efeitos da precipitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.Q.; SILVA, G, F. **Enhanced vegetation index (EVI) na análise da dinâmica da vegetação da reserva biológica de Sooretama, ES.** Viçosa /UFV, 2007. 9 p.

COUTINHO, M, G. **Conceito de biomas.** Universidade de São Paulo 2006. 23 p.

GOMES, H, B; SILVA, B, B. **Balanco de radiação em diferentes biomas no estado de São Paulo mediante imagens LANDSAT 5.** Universidade Federal de Campina Grande 2009. 164 p.

HANSEN, A, J.; PHILLIPS, L, B. **Which tree species and biome types are most vulnerable to climate chnge in the US northern Rocky Mountains?** Montana State University. 2015 83 p.

HUMIMINA, G,.; DUFRENE, E. **Evaluation of the potential of MODIS satellite data to predict vegetation phenology in diferente biomes: An. Investigation using ground-based NDVI measurements.** University of Paris-sud. 2013. 158 p.

RODRIGUES, J, O,.; ANDRADE, E, M. **sazonalidade de variáveis biofísicas em regiões semiáridas pelo emprego do sensoriamento remoto.** UFC, Fortaleza. 2009. 452-465 p.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



NORA, E, L, D. **Análise da dinâmica sazonal de fisionomias do bioma Mata Atlântica com base em índices de vegetação do sensor MODIS/TERRA.** INPE. 2010. 97-108 p.

SANTOS, J, S. **Identificação de áreas alagadas no bioma pantanal-brasil-utilizando dados multitemporais TERRA/MODIS.** UFRGS. 2009. 746-755 p.

ARAI, E. **Análise de series temporais MODIS e TRMM nas áreas de caatinga, cerrado e floresta.** INPE. 2009. 5081-5088 p.

BATISTA, G. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; LAWRENCE, W. T. **The long-term monitoring of vegetation cover in the Amazonian region of northern Brazil using NOAA-AVHRR data.** *International Journal of Remote Sensing*, v.18, n. 15, p. 3195-3210, 1997.