

## CLASSES CLIMATOLÓGICAS NA AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA VEGETAÇÃO NA TRANSIÇÃO FLORESTA – SAVANA

Emily A. D. da SILVA<sup>1,2</sup>, Jorge A. B. BECERRA<sup>1</sup>, Suzana M. I. de CARVALHO<sup>1</sup>, Celso Von RANDOW

<sup>1</sup>CCST/ INPE- Cachoeira paulista- SP- <sup>2</sup>emily.silva@inpe.br

**RESUMO:** Na zona de transição entre biomas na região tropical, como a Amazônia e o Cerrado, a precipitação é uma das principais variáveis ambientais que influencia o padrão de distribuição da vegetação. Nestas regiões, torna-se difícil estabelecer o grau de influência e interação entre os diferentes tipos de vegetação, pois eles podem se misturar formando um gradiente ao longo de toda sua extensão. O objetivo deste trabalho é caracterizar a relação do gradiente de precipitação com o gradiente de sazonalidade da vegetação na região de transição floresta amazônica – cerrado. Dados de precipitação (satélite TRMM e estações de superfície) do período 1999-2008 e de vegetação do sensor MODIS/TERRA foram utilizados. A metodologia consistiu na análise espacial e temporal das variáveis: precipitação, e índice de vegetação (NDVI) para o ano 2004, considerando nove classes climatológicas. Os resultados permitiram caracterizar os padrões sazonais das variáveis precipitação e NDVI para a transição floresta- savana, permitindo caracterizar a vegetação em 3 grandes grupos: a) vegetação decidual com alto grau de sazonalidade b) vegetação semidecidual com perda parcial das folhas; e c) vegetação perenifólia. Cada região com padrão específico de precipitação. Para melhorar a resposta da vegetação ao clima (precipitação), recomenda-se incorporar dados de uso e cobertura da terra para excluir a influência de áreas de perturbação humana e agrícola, que nas análises efetuadas introduz ruídos nos padrões estudados.

**ABSTRACT:** Transition zones in tropical biomes like Amazon Forest and savanna have environmental variables, mainly precipitation, that influences the distribution of vegetation pattern. In these regions, it is difficult to distinguish the influence degree and interaction among different vegetation types, because they can mix to form a gradient along its entire length. Our objective is to characterize the relationship between precipitation and vegetation gradients in the Amazon forest-savanna transition region. Precipitation data (TRMM satellite and surface stations) for the period 1999-2008 and vegetation NDVI - MODIS/TERRA were used. We perform spatio-temporal analyses of precipitation and NDVI variables for the year of 2004, considering nine climatological classes. The results allowed us to characterize vegetation in three groups: a) deciduous vegetation that shows high degree of seasonality b) semideciduous vegetation with partial loss of leaves, and c) vegetation evergreen with no loss of leaves. Each region with a specific rain pattern. To improve the response of vegetation to climate (rainfall),

we recommend to incorporate land use and land cover data to isolate the influence of human disturbance, which introduces noise in the analyses performed in the patterns studied.

## **1- INTRODUÇÃO**

A transição entre os dois maiores biomas brasileiros, Amazônia e Cerrado, pode ser observada ao longo de toda a interface norte - sul do país, representando uma cobertura territorial de 129.000 km<sup>2</sup>, com mais de 6% da área florestal total do Brasil (Vilani, 2007).

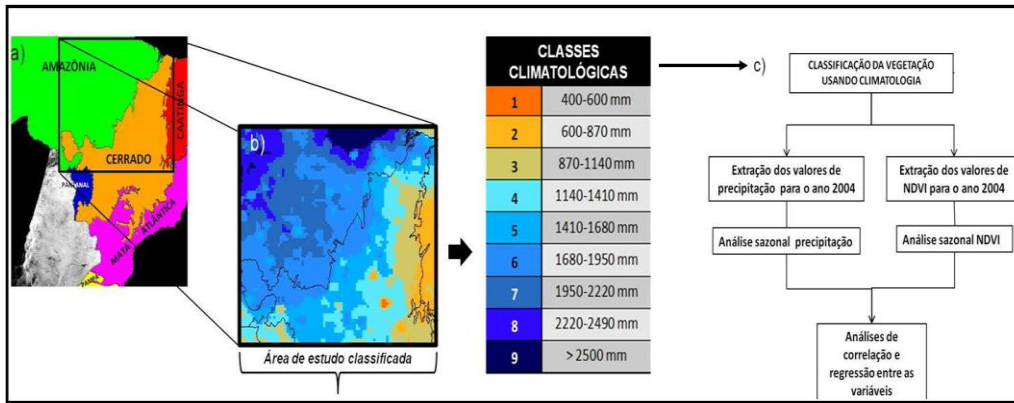
O intenso regime de competição entre os diferentes tipos de vegetação coexistentes, a falta de dados observacionais e a interferência humana, são alguns dos fatores que dificultam o monitoramento e o estudo das relações existentes nestas regiões. No entanto, compreender o funcionamento destas áreas, entre a floresta Amazônica e o Cerrado, contribuirá com informações que permitam uma análise da previsibilidade, vulnerabilidade e adaptabilidade, diante de questões como mudanças climáticas e mudanças de uso da terra (Tannus, 2004).

A proposta deste trabalho consiste em caracterizar a relação do gradiente de precipitação com o gradiente de sazonalidade da vegetação na região de transição floresta amazônica – cerrado em função da climatologia da região, utilizando dados do sensor MODIS/TERRA e dados de precipitação Merge.

## **2-MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo foi definida a partir da classificação do PROBIO 2002, de forma que toda a interface de encontro entre os biomas Amazônia e Cerrado (59°53'60''W e 17°30'0.00S) pudesse ser analisada conforme a Figura 1a. Os dados utilizados correspondem ao conjunto de seis cenas (*tiles*), (h12v09, h12v10, h12v11, h13v09, h13v10 e h13v11) de imagens índice de vegetação MODIS, com resolução espacial de 1 km e temporal de 16 dias do ano de 2004 perfazendo 23 imagens que foram “empilhados” para obtenção de um dado multitemporal. Os dados de precipitação correspondem a fusão (Merge) de dados do satélite TRMM e das estações de superfície para o período de 1999 a 2008, com resolução espacial de 20km e agrupados na mesma resolução temporal do NDVI, 16 dias.

A metodologia consistiu na classificação climatológica da área de estudo, transição Floresta-Savana, em nove classes climatológicas que seguem um gradiente de menor (classe 1) a maior precipitação (classe 9), conforme a Figura 1b. Estas classes foram utilizadas para extrair o perfil temporal do índice de vegetação NDVI e da precipitação para o ano 2004 conforme o fluxograma na Figura 1c. O ano 2004 foi escolhido, pois é o último ano de dados de cobertura e uso da terra que o sensor MODIS disponibiliza, e que será posteriormente incorporado nos resultados finais.

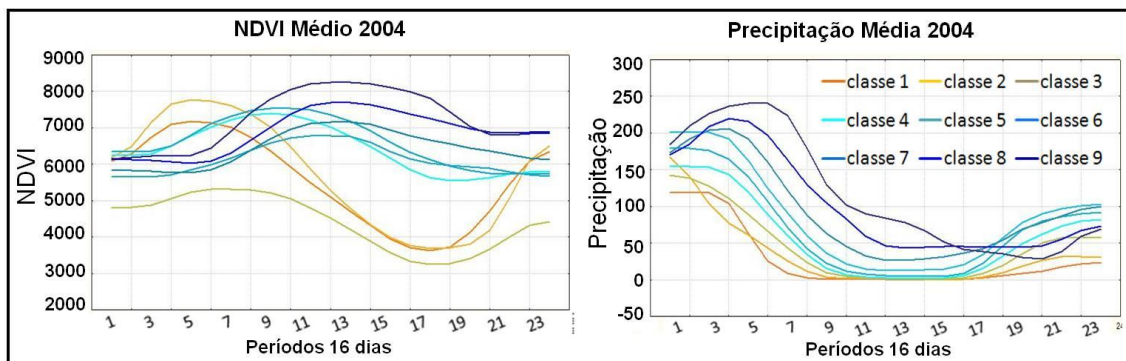


**Figura 1.** Ilustração da área de estudo (a), da classificação da precipitação (b) e da metodologia (c) aplicada neste trabalho.

As análises utilizadas correspondem a estatísticas descritivas, *boxplots* e correlações para analisar a relação da precipitação com a vegetação nas classes climatológicas definidas. Nas correlações foram usadas as medianas.

### 3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

As classes climatológicas 1, 2 e 3 são as de menor precipitação e variam de 400 a 1140 mm. Nestas classes, localizadas no oeste do bioma Cerrado, o período chuvoso termina aproximadamente em meados de abril (B6) e inicia no começo de outubro (B18), configurando um clima com sazonalidade da precipitação pronunciada. Esta característica pela sua vez influencia a sazonalidade da vegetação com perda de fitomassa no período de estiagem, conforme a **Figura 2**.



**Figura 2.** Sazonalidade do índice de vegetação NDVI e precipitação obtidos a partir da média para as classes climatológicas de 1 a 5.

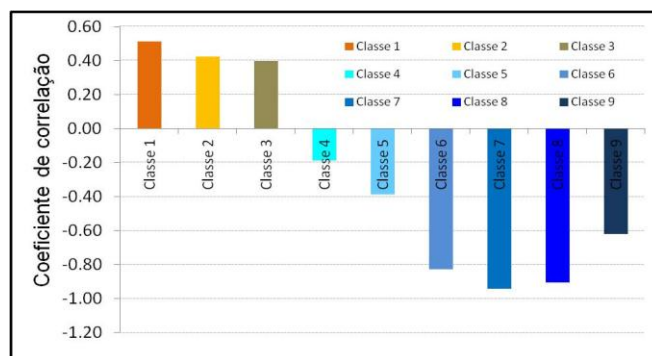
As classes climatológicas 4, 5 e 6 caracterizadas com média precipitação diferenciam-se das classes de menor e maior precipitação, pois valores de NDVI durante o período seco diminuem de forma semelhante e contínua de junho (B12) a setembro (B18). Nestas classes, a vegetação apresenta aumento do NDVI bem no início da estação seca caracterizando que a diminuição da cobertura de nuvens e a presença de água remanescente no solo induzem maior atividade fotossintética, que gradativamente diminui com o tempo. As classes 7, 8 e 9, localizadas em domínio amazônico apresentam maior comprimento da estação chuvosa e ausência de valores

nulos na estação seca, com diminuição gradativa da precipitação no mês abril (B7) mantendo a precipitação entre 100 e 40 mm até o final da estação seca.

As principais classes de precipitação localizadas na zona de transição dos biomas analisados são as classes: 4, 5 e 6 onde a vegetação apresentou altos valores de NDVI com variabilidade entre 0.6 a 0.8, caracterizando uma vegetação arbóreo-arbustiva com pico máximo de NDVI nos períodos de abril (B8) e junho (B12) de acordo com a Figura 2.

Os perfis sazonais de NDVI e precipitação na Figura 2, permitiram caracterizar a vegetação em 3 grandes grupos. O primeiro, que se caracteriza por uma vegetação decidual com alto grau de sazonalidade e baixíssimo teor de precipitação durante o período seco (B8 a B18), com picos de NDVI em meados dos meses de (períodos B4 a B8), e estão representados pelas classes 1, 2 e 3. Nestas classes obteve-se um grau de correlação alto e positivo entre as variáveis NDVI e precipitação sendo 0.51 para a classe 1, 0.42 para a classe 2 e 0.40 para a classe 3, conforme a Figura 3. O segundo grupo é caracterizado por uma vegetação semidecidual com perda parcial das folhas. Possui diminuição gradativa dos valores de NDVI no período de menor precipitação e picos de fitomassa foliar entre os períodos B8 e B12, posterior ao pico da vegetação decidual. Neste grupo o grau de correlação entre as variáveis é negativo com valores de -0.18 para classe 4, -0.38 para classe 5 e -0.82 para a classe 6.

Nas classes caracterizadas pela vegetação perenifolia (classe 7, 8 e 9) observa-se tendência no aumento das taxas fotossintéticas durante o período de menor precipitação e picos de NDVI posterior as demais classes. Diferentemente das classes de média e baixa precipitação, é possível notar que durante o período seco há precipitação na região e que estes valores diminuem de forma gradativa e tendem a ficar constantes em meados do período B12, meio da estação seca. As correlações para estas classes climatológicas revelaram que a vegetação apresenta um alto e negativo grau de correlação com valores de -0.94 para classe 7, -0.90 para classe 8 e -0.62 para a classe 9, reforçando a premissa de que a alta disponibilidade de radiação, associada a disponibilidade de água na Amazônia reflete em uma maior atividade fotossintética. Observa-se que embora haja menor quantidade de períodos onde a precipitação é nula, a sazonalidade da precipitação também é marcante, com representatividade nos intervalos de B1 a B9 e B18 a B23. A vegetação apresentou aumento do índice de vegetação entre os B8 e B14, que são os períodos posteriores ao de maior precipitação. Na classe 9, localizada mais ao Norte da área estudada, observa-se que as taxas de precipitação apresentam tendência a diminuir gradativamente ao longo do ano, enquanto a vegetação apresenta aumento dos valores de NDVI no período seco reforçando a idéia de que na Amazônia mesmo durante o período de menor precipitação, a chuva não é um fator limitante, e a vegetação consegue captar recursos hídricos das camadas mais profundas do solo estabelecendo mecanismos fisiológicos que permitem o aumento da taxa fotossintética em função da alta disponibilidade de radiação durante este período.



**Figura 3.** Coeficiente de correlação entre as variáveis NDVI e precipitação para as nove classes utilizadas

#### 4- CONCLUSÃO

A utilização de regiões climatológicas para análise da relação entre precipitação e NDVI se mostrou eficaz, pois permitiu estabelecer gradus de sazonalidade ao longo do gradiente de precipitação, representado pelas classes climatológicas. Era esperada uma relação direta e positiva entre a sazonalidade da precipitação e a dos índices de vegetação (NDVI). No entanto foi detectada uma relação diferenciada entre estas variáveis dependendo do tipo de região climatológica, e principalmente, observaram-se relações negativas, onde a diminuição da precipitação não implicou na diminuição da direta da vegetação. Quanto maior o gradiente de cobertura vegetal, maior é o tempo ('lag') que aquela vegetação leva para atingir o máximo de produtividade, em relação ao máximo de precipitação na região, o que confere uma relação direta entre as variáveis. Neste sentido, pretende-se utilizar o mapa de uso e cobertura da terra, para avaliar a forte relação encontrada entre NDVI e precipitação para a classe 6, principal região climatológica nos limites dos biomas, pois sua localização em grande parte no arco do desmatamento, pode ter levado à contaminação dos pixels com valores de NDVI que não são representativos de vegetação natural.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECERRA, J. A. B.; SILVA, E. A. D.; CARVALHO, S. M. I.; MARTINS, I. A.; VIANA, D. **R.Transição Floresta-Savana: Relação de variáveis ambientais e fitofisionomias.** In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 3., 2010, Cáceres, MT. Anais 2010.
- TANNUS, R N. **Funcionalidade e sazonalidade sobre Cerrado e sobre ecótono Floresta-Cerrado : uma investigação com dados micrometeorológicos de energia e CO<sub>2</sub>,** 2004. 92.p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas-) ESALQ-USP, Piracicaba, 2004.
- VILANI, M. T. **Estimativa da fAPAR utilizando Três Métodos para uma Floresta de Transição Amazônia – Cerrado.** 2007,72p. Dissertação de Mestrado, Departamento de Física e Meio Ambiente. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT,2007.