

## Mapeamento temporal da cobertura da terra do EcoMuseu do Cerrado, Goiás, através do uso de imagens do sensor MODIS

ANTONIO FELIPE COUTO JÚNIOR<sup>1</sup>  
JOSÉ IMAÑA ENCINAS<sup>1</sup>  
OSMAR ABÍLIO DE CARVALHO JÚNIOR<sup>1</sup>  
EDER DE SOUZA MARTINS<sup>2</sup>  
ROBERTO ARNALDO TRANCOSO GOMES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília – UNB  
Caixa Postal 04357 - 70919-970 - Brasília - DF, Brasil  
antoniofelipejr@gmail.com

[osmarjr; imana; robertogomes]@unb.br

<sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, CPAC  
73301970 Planaltina – DF, Brasil  
eder@cpac.embrapa.br

**Abstract.** Savannas are the main vegetation type in Central Brazil, covering approximately 23% of the national territory. The development of studies to understand its dynamic and to keep its diversity is fundamental. Moreover, the land cover dynamics in this vegetation type demonstrate an intensification of agropastoral systems, wood extraction and land degradation processes. The peculiar physical conditions and severe historical anthropogenic pressure have caused extensive natural vegetation losses, increasing soil erosion, burned area and biological diversity reduction. Thus, the scope of the paper is to analysis MODIS time series behavior of the savanna. The study area is located in Cerrado Ecomuseum in Central Brazil. The results demonstrated that the savanna presents a typical NDVI series behavior, with higher values in the raining season and lower values in the dry season.

**Palavras-chave:** MODIS, seasonality, savanna, multitemporal, MODIS, sazonalidade, Cerrado, multitemporal.

### 1. Introdução

O Bioma Cerrado ocupa uma superfície de aproximadamente de dois milhões de quilômetro quadrado (Ribeiro e Walter 1998), o que equivale a mais de um quinto da área do país. Estudos recentes mostram que mais que 50% de sua área original foi convertida ou transformada pela ação humana (Machado et al. 2004). Além de sua abrangência, o Cerrado é considerado a savana mais diversa do mundo, o que pode ser explicado por sua heterogeneidade de paisagens, além de sua importância na parte de recursos hídricos, sendo nascente de grandes bacias brasileiras (Ratter et al. 1997; Silva e Bates 2002; Silva et al. 2006). Mesmo sendo um ecossistema que possui grande valor para o país, não foi considerado patrimônio nacional pela Constituição Federal. Além de ter sido deixado de lado, possui um baixo nível de proteção, tendo protegida apenas 2,2% de suas extensão (Klink e Machado 2005).

O EcoMuseu do Cerrado, no estado de Goiás apresenta áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, além de apresentar muitos atributos históricos e culturais. Ocupa uma área de mais de 8.000 Km<sup>2</sup> no Estado de Goiás (15°21' a 16°21' S e 48°04' 49°14' W), fazendo divisa com Distrito Federal (Nóbrega & Imaña-Encinas, 2006). Em sua área encontra-se o divisor de águas entre duas grandes bacias hidrográficas: Paraná e Tocantins. Segundo MMA (1999), na região existem Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (**Figura 1**).

Sete municípios fazem parte da região do EcoMuseu do Cerrado: Abadiânia, Águas Lindas de Goiás, Alexania, Cocalzinho de Goiás, Corumbá de Goiás, Pirenópolis e Santo Antonio do Descoberto (**Figura 2**). Estes municípios apresentam características culturais e

históricas similares, além de possuírem mobilização social e uma grande consideração pelo meio ambiente onde habitam.

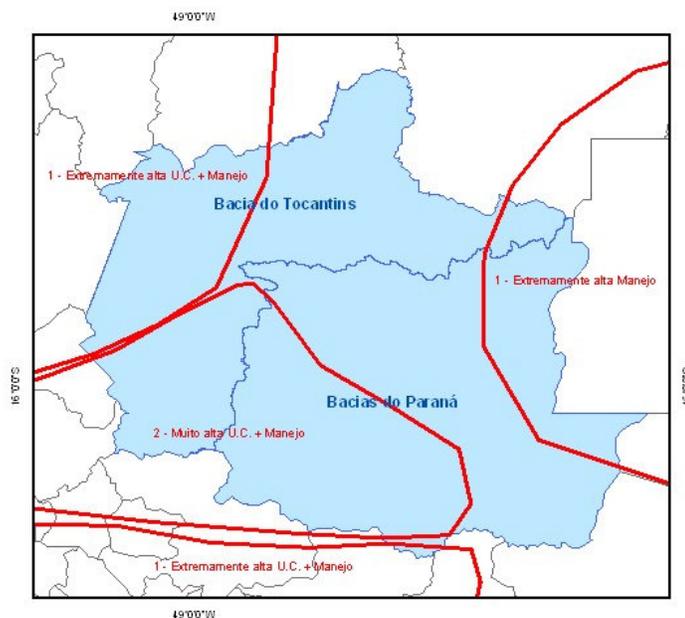


Figura 1 - Áreas Prioritárias e Grandes Bacias que se encontram na área do Ecomuseu do Cerrado.

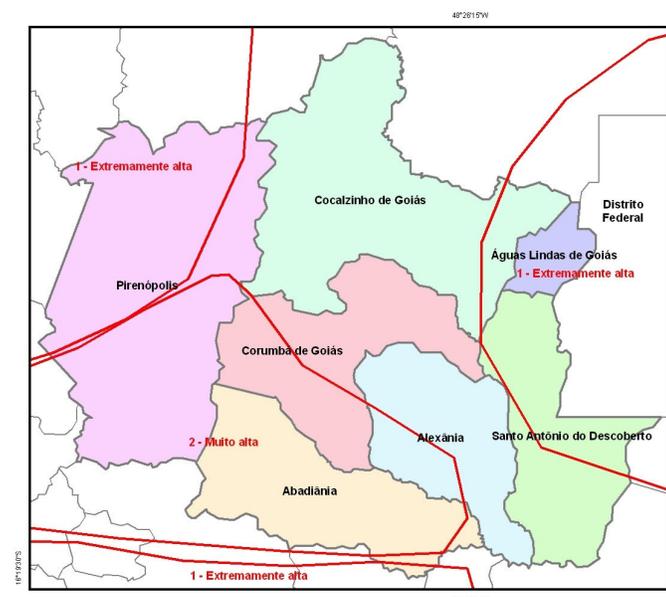


Figura 2 - Municípios que compõem o Ecomuseu do Cerrado e Áreas Prioritárias.

## 2. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) – Satélite TERRA

O sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), é um dos instrumentos a bordo dos satélites TERRA e AQUA. Teve em sua concepção atender as demandas de três campos de estudos distintos: atmosfera, oceano e terra, devido à seleção de resoluções espacial e espectral que permitem o monitoramento da cobertura global quase diariamente (Justice e Townshend, 2002).

Para o campo ligado às aplicações terrestres, o MODIS atua principalmente na detecção das mudanças na cobertura da terra geradas pela ação do homem ou devido a processos naturais. Dentre os produtos disponíveis, o MOD13 oferece os índices de vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e EVI (Enhanced Vegetation Index) gerados automaticamente e disponibilizados na forma de mosaicos. Estes índices de vegetação permitem ampliar a possibilidade de monitoramento da cobertura da terra, em escalas globais, possuindo resoluções espaciais e temporais aperfeiçoadas (Huete et al., 1988). O NDVI correlaciona-se com parâmetros biofísicos da vegetação, possibilitando a estimativa de parâmetros como: índice de área foliar (IAF), biomassa vegetal, produtividade e atividade fotossintética.

O objetivo deste estudo foi de avaliar o comportamento da cobertura do solo na região do EcoMuseu do Cerrado através de um monitoramento temporal.

### 3. Materiais e Métodos

#### 3.1. Aquisição e Processamento das Imagens

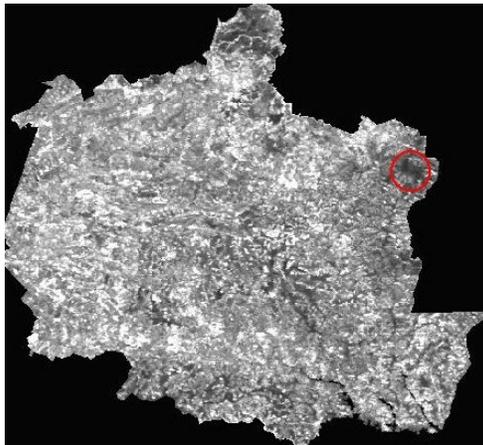
Foi utilizado o produto MOD13Q1 V004, imagem H13v10 obtida através do sítio eletrônico: <http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome>. Estas cenas compreendem o período entre Agosto de 2005 e Setembro de 2006. Neste período foram encontradas 25 cenas, compreendendo 385 dias, sendo que as imagens são obtidas a cada 16 dias. As imagens são apresentadas em dias corridos, ou seja, entre 365 do ano. Porém foram eliminadas 6 destas imagens devido a grande presença de nuvens. As imagens utilizadas correspondem ano de 2005 (dias 225, 241, 257, 273, 289, 353) e 2006 (dias 1, 17, 33, 81, 113, 129, 145, 161, 177, 193, 209, 225, 241).

As imagens MODIS são adquiridas originalmente no formato *Hierarchical Data Format* (HDF) e com a projeção Sinusoidal. Para utilizar este produto é necessário o uso de um programa desenvolvido pela NASA para sua correspondente reprojeção, o *MODIS Reprojection Tool*. Este é obtido através da página eletrônica <http://edcdaac.usgs.gov/landdaac/tools/modis>. Os produtos resultantes foram reprojetadas em *Universal Transversa de Mercator* com o datum horizontal *World Geographic System* 1984. Após a reprojeção foi selecionado o NDVI, para realizar a composição temporal da vegetação. As cenas foram agrupadas seqüencialmente em um arquivo, composto por 19 bandas, com o uso do programa ENVI 4.2.

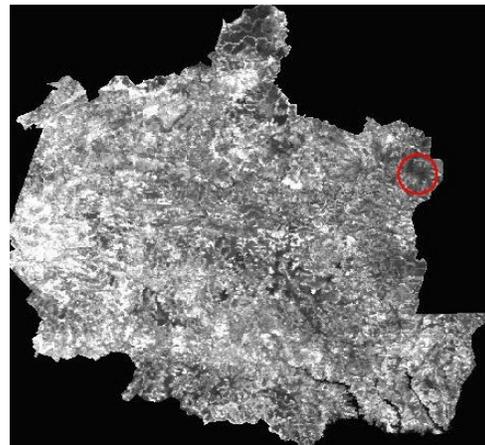
### 4. Resultados e Discussão

A partir das estatísticas dos *pixels* das imagens geradas foi possível observar um padrão de distribuição e freqüência destes ao longo do tempo. As variações existentes na área de estudo podem ser vistas através das imagens da **Figura 3**. É possível identificar que os níveis de cinza aumentam e depois diminuem. As cenas em tons de cinza mais altos representam o período da seca, isso pode ser explicado pelo fato que não há grande disponibilidade de água, desta forma, a vegetação torna-se ressecada, perde a folha.

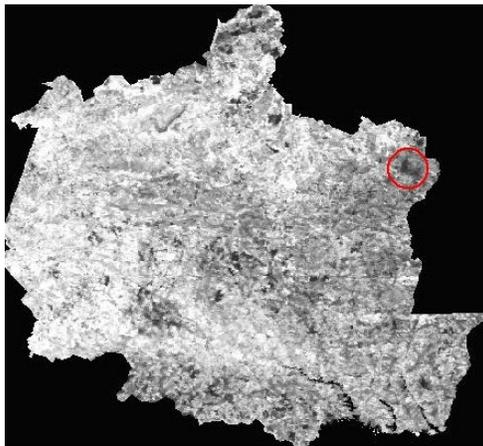
A partir destas inferências pode-se observar que o melhor período para diferenciar a vegetação nativa é durante a seca, o que é devido ao aumento de contraste da vegetação fotossinteticamente ativa em relação à vegetação não fotossinteticamente ativa, ocasionado pela deficiência hídrica. Além disso, este comportamento mostra que a região do EcoMuseu apresenta um intenso uso de sua terra, durante o período chuvoso, quando áreas agropecuárias possuem grande disponibilidade de água, ganhando biomassa e elevando o índice de vegetação, neste caso (NDVI).



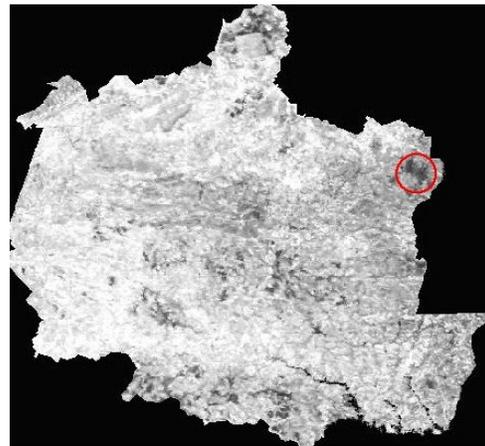
Dia 225 do ano de 2005: A vegetação fotossinteticamente ativa aparece em branco, este dia está dentro do período da seca, evidenciadas vegetação associada a curso d'água e plantios irrigados.



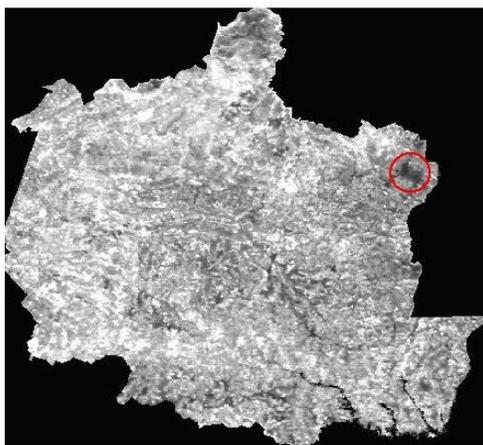
Dia 289 do ano de 2005: A vegetação fotossinteticamente ativa aparece em branco, este dia está dentro do período chuvoso, é possível observar o efeito das primeiras chuvas, a oeste (Pirenópolis) pastagens são as primeiras a assimilar.



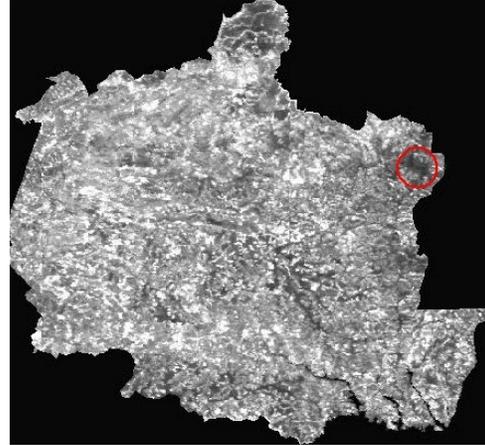
Dia 389 do ano de 2005: Período chuvoso, neste dia pode-se ver que a vegetação (natural ou plantada) encontra-se mais vigorosa. Observa-se que a área que apresenta a maior concentração de vegetação está a Oeste.



Dia 113 do ano de 2006: Período chuvoso vegetação natural e plantada bastante vigorosa, observando ainda que o Oeste apresenta maior cobertura vegetal, ou seja, mais áreas agropecuárias.



Dia 161 do ano de 2006: Período da seca, porém ainda influenciado pelo regime hídrico anterior vegetação, ou seja, uma transição entre as chuvas e a seca. O Oeste ainda apresenta maior cobertura vegetal.



Dia 225 do ano de 2006: Período da seca, é o mesmo é o mesmo dia que a primeira imagem acima. Fica evidente principalmente a vegetação associada aos cursos d'água.

**Figura 3 – Imagens MODIS durante um ano; sinalizada de vermelho, Águas Lindas de Goiás, baixa refletância ao longo do ano; baixa cobertura vegetal e alto grau de urbanização.**

Na **Figura 4** pode-se observar a variação do histograma da imagem ao longo do tempo. A partir destes histogramas é possível fazer duas importantes inferências: (i) existem duas tendências predominantes de distribuição; (ii) esta distribuição é normal e cíclica. Na Figura 5 foram selecionados alguns dias para facilitar a visualização.

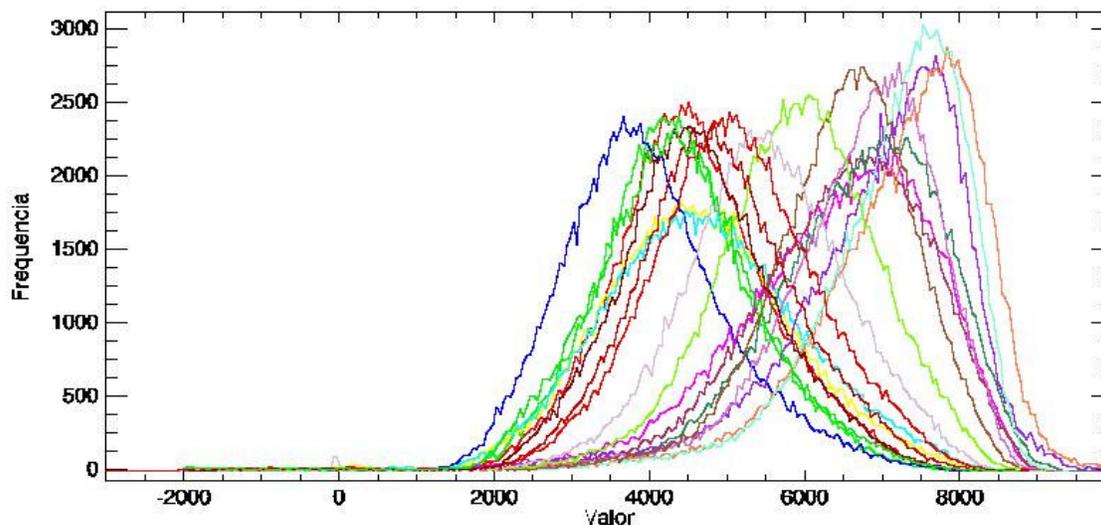


Figura 4 - Histogramas apresentando o comportamento dos pixels através do tempo; duas tendências, à esquerda a seca e à direita a época chuvosa.

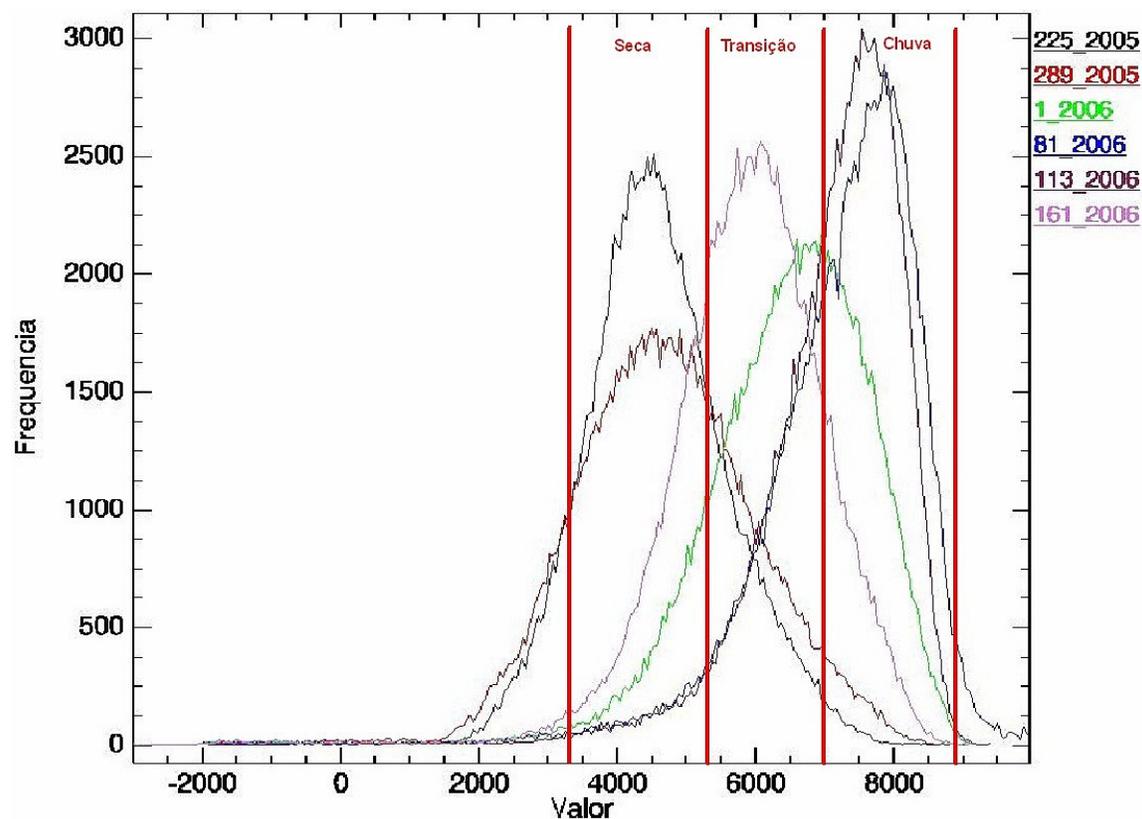


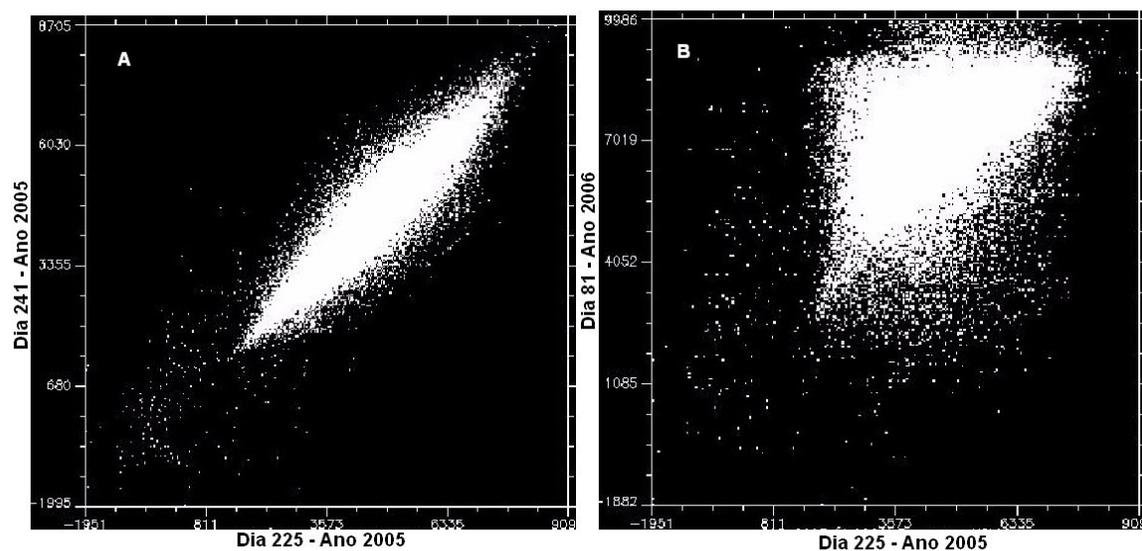
Figura 5 - Histogramas escolhidos para facilitar a visualização das mudanças temporais, as duas estações (seca e chuva) e ainda uma área de transição entre estas fases.

As duas tendências observadas na **Figura 5** refletem as estações do ano no Cerrado. Este Bioma apresenta uma sazonalidade climática, possuindo um verão chuvoso e um inverno seco. Isso significa que o regime hídrico altera a cobertura vegetal durante o ano. Durante os períodos de maior volume hídrico observa-se valores maiores de reflectância, assim como maiores frequências, de acordo com os histogramas localizados na faixa do período chuvoso (81\_2006 e 113\_2006).

Já os histogramas referentes a 225\_2005 e 289\_2005 representam a época da seca, caracterizam-se por apresentar uma frequência e valores menores que a estação chuvosa. Durante esta época o NDVI vai evidenciar a vegetação fotossinteticamente ativa associada aos cursos d'água, que se mantém úmida, como pode ser visualizada na **Figura 3**.

Além destas duas épocas pode-se observar um período de transição entre elas, representado pelos histogramas 1\_2006 e 161\_2006. Pode ser visto que ao sair da época seca (esquerda) para a chuvosa (direita) a distribuição mostra um aumentando da frequência dos valores maiores. Isso demonstra que a mudança não é abrupta. A passagem do período das chuvas para a seca segue padrão inverso, apresentando um aumento da frequência de valores de *pixel* menores.

Ainda é possível realizar mais uma análise desta composição temporal, a correlação entre os dias do ano. De acordo com a **Figura 6** pode-se observar que quanto mais próximos estão os dias, maior será a correlação entre os *pixels*. Isto é devido ao fato de estarem dentro de uma mesma época, ou estação do ano, e estarem submetidos a condições climáticas semelhantes. Dentre estas condições o regime hídrico influencia bastante nesta correlação. Além da correlação entre estações pode-se observar ainda uma correlação entre dias. Isso quer dizer que dentro de uma mesma época imagens captadas em datas mais próximas também vão apresentar uma alta relação entre si.



**Figura 6** - Correlação entre os dias do ano; à esquerda uma alta correlação, os dias estão dentro de uma mesma época do ano; à direita dias em estações distintas, baixa correlação.

#### 4. Conclusão

O uso do sensor MODIS possibilitou evidenciar as variações sazonais que ocorrem no Bioma Cerrado. Foi possível observar que a passagem entre as estações do ano ocorre de maneira gradual e que existe um tempo para a apresentação de padrões do período seguinte. Além disso, conclui-se que o regime hídrico influencia as correlações entre os índices entre estações, e também entre dias de uma mesma estação.

Em relação ao Ecomuseu foi possível observar que apresenta um padrão de plantios e pastagens mais intenso na parte mais oeste e uma ocupação mais urbana na porção leste de sua área. Com isso é possível saber como está se desenvolvendo a agropecuária e quais os seus períodos durante o ano. Além disso, é possível saber quais as áreas já alteradas pela ação antrópica que possuem baixo grau de cobertura vegetal.

#### Referências

- Huete, A. R. 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, Vol. 25, pp. 295-309.
- Justice, C.O., and Townshend, J. (2002). Special issue on the moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS): a new generation of land surface monitoring. **Remote Sensing of Environment**, 83(1), 1-2.
- Klink, C.A. e Machado, R.B. Conservation of Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**. 2005.19:707-713.
- Machado, R.B.; Ramos Neto, M.B.; Pereira, P.G.P.; Caldas, E.F.; Gonçalves, D.A; Santos, N.S.; Tabor, K.; Steininger, M. Estimativa de perda de área do Cerrado brasileiro. Conservação Internacional, 2004. Brasília, DF.
- Ministério de Meio Ambiente, Recursos Naturais e Amazônia Legal. Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal. Brasília, DF, 1999. 26p.
- Mittermeier, R.A.; Gil, P.R.; Hoffman, M.; Pilgrim, J.; Brooks, T.; Mittermeier, C.G.; Lamoreux, J.; Da Fonseca, G.A.B. Hotspots Revisited: *Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. 2ed. Boston, University of Chicago Press, 2005. 392p.
- Nóbrega, R.C; Imaña-Encinas, J. Uso atual do solo do projeto Ecomuseu do Cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.117-122, 2006.
- Ratter, J.A.; Ribeiro, J.F.; Bridgewater, S. The brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, 1997. 80:223-230.
- Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. Cerrado ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA/CPAC, 1998. p. 89-166.
- Silva, J.M.C.; Bates, J.M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrdo: A Tropical Savanna Hotspot. **Bioscience**. 2002 52:225-233.
- Silva, F.J.; Fariña, M.R.; Felfili, J.M.; Klink, C.A. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, 2006. 33:536-548.