

Uso de geotecnologias na avaliação do comportamento das variáveis biofísicas no Bioma cerrado.

Victor Hugo Moraes¹ (IC)*, Pedro Rogerio Giongo² (PQ), Ana Carolina Alves da Guarda³ (IC)

victor.cm1@hotmail.com

¹ Bolsista do programa PIBIC/UEG, discente de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Santa Helena de Goiás, GO.

² Professor Dr. do Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Santa Helena de Goiás, GO.

³ Estudante do Curso de Zootecnia, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO.

RESUMO: O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional. Técnicas de sensoriamento remoto têm sido utilizadas em estudos temporais de análises das mudanças da cobertura do solo. Atualmente existem diversos sensores remotos com resoluções espaciais, temporais e espectrais diferentes, como por exemplo os produtos: MOD11 - Temperatura da superfície; MOD16 – Evapotranspiração; MOD13 - Índice de vegetação; TRMM – Precipitação. O objeto deste trabalho foi avaliar o impacto da mudança do uso do solo, nas mudanças de padrões das variáveis biofísicas em regiões do Bioma Cerrado. O trabalho foi desenvolvido na região do bioma de Cerrado, contemplando extensa área de larga heterogeneidade e cobertura natural. A escolha das áreas específicas de estudo deu-se por meio da sobreposição de dados. A seleção de dados MODIS foi realizada de acordo com a disponibilidade temporal de cada produto (8, 16 dias, ou mensal). Foi comprovado que a alteração da mudança e uso do solo de cobertura nativa do Cerrado por pastagem, cana-de-açúcar, culturas anuais e eucalipto acarretara em mudanças no comportamento das variáveis biofísicas.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Mudanças. MODIS. TRMM.

Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional. A sua área contínua incide sobre os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos enclaves no Amapá, Roraima e Amazonas. Neste espaço territorial encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade (MMA, 2015).

Além dos aspectos ambientais, o Cerrado tem grande importância social. Muitas populações sobrevivem de seus recursos naturais, incluindo etnias indígenas, ribeirinhos, dentre outros que, juntas, fazem parte do patrimônio histórico e cultural brasileiro, e detêm um conhecimento tradicional de sua biodiversidade, mas com a crescente pressão para a abertura de novas áreas, visando incrementar a produção de carne e grãos para exportação, nas três últimas décadas, o Cerrado vem sendo degradado pela expansão da fronteira agrícola brasileira (MMA,2015).

Estudos têm mostrado que a conversão da vegetação natural para áreas agrícolas ou de pastagem afetam as trocas de energia, água e carbono entre a atmosfera e a superfície continental (Claussen et al., 2001, Twine, 2004).

Os impactos decorrentes das alterações da cobertura do solo ocorrem devido às mudanças nas características biofísicas, pois até mesmo pequenas alterações ocorridas na superfície podem afetar significativamente a temperatura da superfície, índice de vegetação, evapotranspiração e precipitação.

Técnicas de sensoriamento remoto têm sido utilizadas em estudos temporais de análises das mudanças da cobertura do solo (Gómez et al, 2011).

Atualmente existem diversos sensores remotos com resoluções espaciais, temporais e espectrais diferentes, que vem sendo utilizado para compreensão desses processos (Amiri et al, 2009; Carreiras et al, 2006), sendo que o interesse é compreender as mudanças ocorridas na cobertura do solo ao longo do tempo, como por exemplo os produtos: MOD11 - Temperatura da superfície; MOD16 – Evapotranspiração; MOD13 - Índice de vegetação; TRMM – Precipitação.

O objeto deste trabalho foi avaliar o impacto da mudança do uso do solo, nas mudanças de padrões das variáveis biofísicas em regiões do Bioma Cerrado.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na região do bioma de Cerrado, contemplando extensa área de larga heterogeneidade e cobertura natural.

Através deste estudo prevê-se uma mensuração do impacto das variáveis biofísicas obtidas com imagens do satélite Terra (produtos MODIS), em áreas de Cerrado que foram desmatadas e ocupadas posteriormente com culturas anuais, perenes ou pastagens. Foram selecionadas áreas com vegetação natural (Cerrado)

e áreas desmatadas no período de 2002 a 2014 a partir do banco de dados do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG, 2015), da base de dados do DGI-INPE (INPE, 2014), e da U.S.G.S. (U.S. Geological Survey – Serviço Geológico dos Estados Unidos) (USGS, 2014).

A escolha das áreas específicas de estudo deu-se por meio da sobreposição de dados: áreas de desmatamento (SIAD:2002-2014) e de novas áreas de cana-de-açúcar no Brasil (CANASAT, 2014); áreas com plantios de eucalipto, soja, milho e cana-de-açúcar; e pastagens, com o objetivo de contemplar as áreas de expansão da fronteira agrícola dentro do bioma cerrado.

As áreas de desmatamento foram obtidas por meio do SIAD - Sistema Integrado de Alerta de Desmatamentos (Rocha et al., 2011) do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) da Universidade Federal de Goiás (UFG), o qual emprega imagens Índice de Vegetação do sensor MODIS para detectar novos desmatamentos a cada ano. Nesta pesquisa, foram utilizadas informações para período de 2002 a 2014, disponíveis no portal do LAPIG.

Em seguida, sobre estas áreas selecionadas (antes e após a conversão do uso do solo), foram avaliados os padrões de cada variável biofísica (Ts, IV, ET e P), enquanto vegetação nativa e com a nova cobertura.

A seleção de dados MODIS foi realizada de acordo com a disponibilidade temporal de cada produto (8, 16 dias, ou mensal). Para este estudo das variáveis biofísicas da superfície, foram selecionados os produtos: MOD11 - Temperatura da superfície; MOD16 – Evapotranspiração; MOD13 - Índice de vegetação; TRMM – Precipitação. As especificações de cada sensor ou produtos que foi utilizado neste estudo para obtenção das variáveis biofísicas, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Especificações dos sensores para obtenção dos dados das variáveis biofísicas.

Sensores	Resolução	
	Espacial	Resolução Temporal
MOD13Q1- índice de vegetação	250 m	16 dias
MOD16A2- evapotranspiração	1 km	16 dias
MOD11A2- temperatura da superfície	1 km	8 dias
TRMM 3B43- precipitação	30 km	Diário

Os dados dos pixels de cada polígono foram dispostos em planilhas para geração de gráficos, os quais possibilitem a comparação e avaliação dos padrões de valores obtidos ao longo do tempo e de acordo com a mudança da cobertura do solo.

Como estudo em áreas específicas foram selecionadas áreas como: cerrado, culturas agrícolas (cana-de-açúcar, soja/milho), pastagens, eucalipto.

Para a detecção da mudança do uso do solo, utilizou-se o índice de vegetação através da análise de dados temporais, pois através do gráfico gerado, é possível observar a detecção de mudanças no uso e cobertura do solo

O índice de vegetação utilizado, é obtido através do EVI2 (Índice de vegetação melhorado v2), gerado com duas bandas, sendo infravermelho próximo e vermelho do produto MOD13Q1. É um produto que possui alta resolução espacial, onde suas imagens são processadas a cada 16 dias.

A identificação das áreas, é baseada principalmente no ciclo da cobertura que está no solo (eucalipto, cana-de-açúcar, soja, milho, cerrado), e na escala do gráfico que é gerado.

Nas imagens de satélite, foram selecionadas as amostras, sendo que cada amostra possui 4 pixels puros, pelo qual foram obtidas através das séries temporais de EVI2 (índice de vegetação) geradas no portal do LAPIG, onde foram avaliados o comportamento do índice de vegetação de áreas naturais e antrópicas conforme a definição e localização geográfica na Tabela 2.

Tabela 2: Lista de amostras para cada uso do solo, com cobertura nativa e antropizada, avaliada para o período de 2002 a 2014.

Sigla	Usos	Latitude	Longitude	Local
Amostras Antropizadas				
Cer-past	Cerrado - Pastagem	-18,5303	-53,6367	Piraputanga - MS
Cult-can	Cultura - Cana	-18,4861	-50,3635	Quirinópolis - GO
Cer-euc	Cerrado - Eucalipto	-21,1024	-52,0001	Três Lagoas - MS
Cer-cult	Cerrado - Cultura	-8,7548	-45,5993	Balsas - MA
Cult-euc	Cultura - Eucalipto	-17,8312	-51,3418	Rio Verde - GO

Resultados e Discussão

No período de chuvas, é possível observar uma grande escala de áreas verdes no bioma Cerrado, e com isso, essas áreas irão indicar valores elevados de índice de vegetação, apresentando alto vigor vegetativo. Na época da seca no bioma cerrado, o índice de vegetação será baixo, devido ao fato da vegetação não apresentar vigor vegetativo, como pode-se observar na Figura 1.

Quando se altera a cobertura do solo, a mudança na amplitude dos valores do índice de vegetação é evidente, perdendo a característica constante de valores máximos e mínimos da cobertura quando nativa. Não só sofre alteração na amplitude quando ocorre o desmatamento da área nativa, mas sim, toda vez que ocorre a alteração do uso e cobertura do solo. Essa mudança pode ser observada nas Figuras 1A (cerrado-pastagem, no Mato Grosso do Sul), 1B (cultura-cana, em Goiás), 1C (cerrado- eucalipto, no Mato Grosso do Sul), 1D (cerrado-cultura na Bahia) e 1E (cultura-eucalipto em Goiás).

Verifica-se na Figura 2C, entre os anos de 2002 a 2006, para esta amostra, o uso do solo era cultura (milho e soja), e a partir do ano de 2007, o uso da área foi para o cultivo de Cana-de-açúcar. Diferença observada através dos valores do índice de vegetação e amplitude do gráfico gerado. Quando o índice de vegetação consegue atingir valores próximos a 1 na máxima amplitude, é que o uso do solo era para cultura.

Como o ciclo da cana é longo em comparação com o da soja e milho, o período entre os dois pontos menores que são quando é ocorrido o plantio da cana onde ainda o solo está descoberto, apresentando baixos valores de índice de vegetação e durante a colheita quando o uso do solo é pela palhada da cana apresentando também baixos valores de índice de vegetação, esse período terá um maior comprimento no gráfico, tendo como saber a diferença do uso do solo quando de cultura passou para cana.

Verifica-se através da média anual de EVI2, na maioria dos casos de mudança da cobertura solo, houve impactos diretos, possibilitando um aumento na média anual na maioria das mudanças, com exceção da diminuição da média mensal de EVI2 de cerrado para cultura na Bahia (Figura 1D), havendo um decréscimo de 24%, impactando negativamente.

A média anual de EVI2, obteve um aumento de aproximadamente 4% entre as classes de cerrado-pastagem no Mato Grosso do Sul (Figura 1A), de 26% entre cultura-cana em Goiás (Figura 1B), de 42% entre cerrado-eucalipto no Mato Grosso do Sul (Figura 1C) e de 70% entre cultura-eucalipto em Goiás (Figura 1E), refletindo em mudanças que impactaram positivamente.

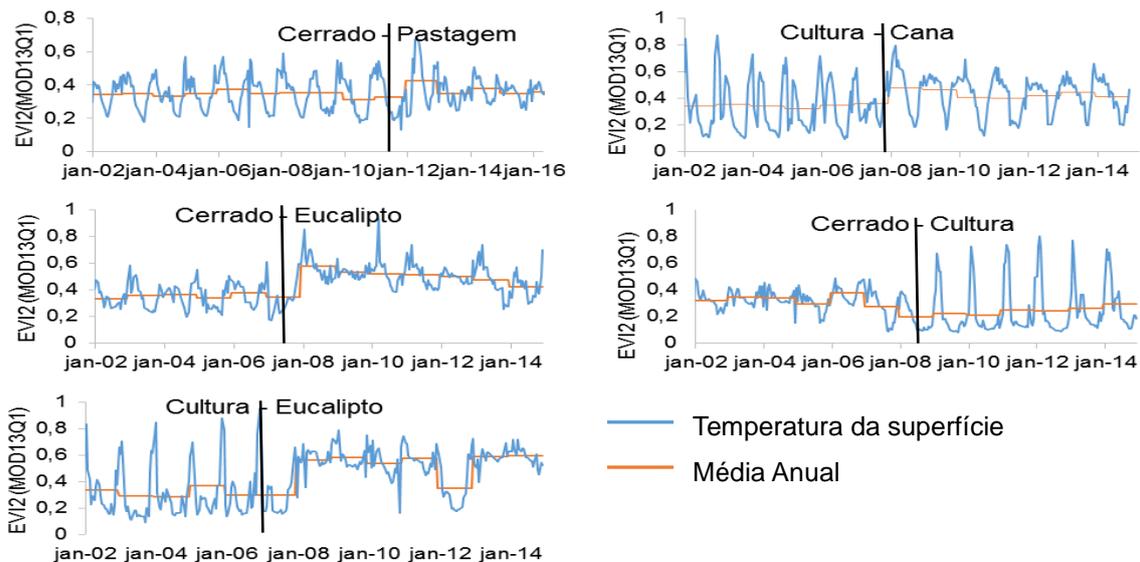


Figura 1: Média anual dos valores de EVI2 nos anos de 2002 a 2014, para amostras de pixels em áreas antropizadas de A (cerrado-pastagem, no Mato Grosso do Sul), B (cultura-cana, em Goiás), C (cerrado- eucalipto, no Mato Grosso do Sul), D (cerrado-cultura na Bahia) e E (cultura-eucalipto em Goiás).

Altas temperaturas são registradas quando o solo está exposto (LOPES et al., 2010, evento geralmente ocorrido após a colheita dos produtos agrícolas em geral, quando ocorre queimadas e a superfície perde a vegetação, áreas urbanizadas e outras.

Um aumento médio anual da temperatura da superfície foi observado na transição de cerrado-cultura no Maranhão (5%, Figura 2D), sendo o principal impacto da mudança observado nesse estudo, sendo uma situação ocorrida frequentemente no bioma Cerrado, onde os desmatamentos são destinados à produção de grãos, principalmente de milho e soja. Os usos de solos destinados à agricultura, no período pós-colheita, o solo tende a ficar exposto, fazendo com que a temperatura da superfície seja elevada.

Para as demais transições, houve decréscimo na temperatura da superfície, tendo por fundamento, um impacto negativo.

O aumento da temperatura pode vir a ocasionar vários problemas, não só nessas regiões que obtiveram um aumento da temperatura com a mudança do uso do solo, mas em nível global. Assad et al. (2004), salienta que com a ocorrência do aumento da temperatura, a capacidade do ar em reter vapor d'água aumenta, fazendo com que as espécies vegetais retardem seu desenvolvimento, podendo aumentar sua biodiversidade ou sofrer sérios problemas.

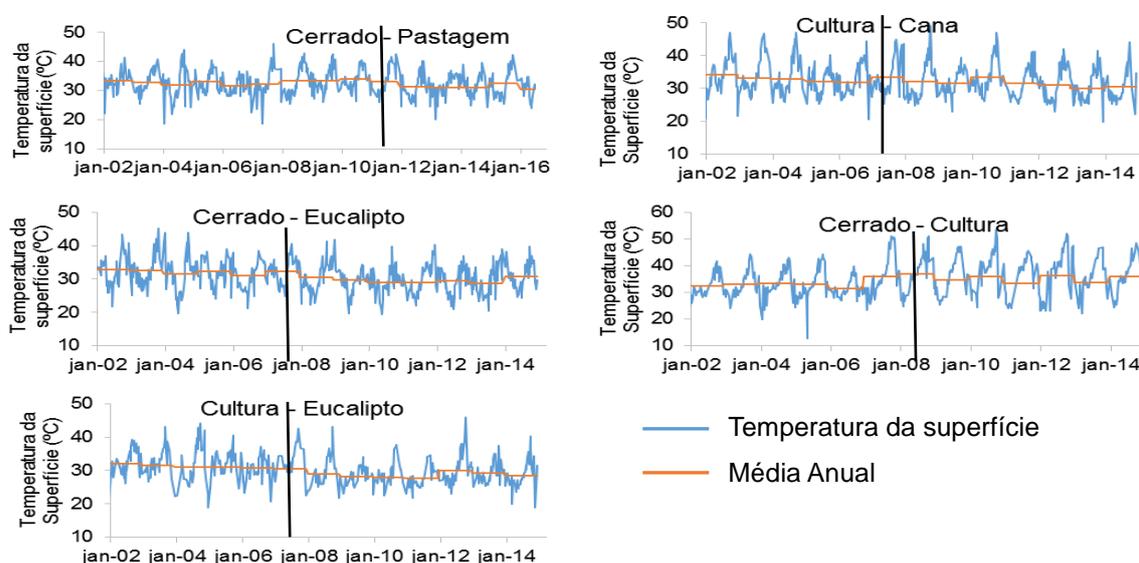


Figura 2: Média anual dos valores da Temperatura da superfície nos anos de 2002 a 2014, para amostras de pixels em áreas antropizadas de A (cerrado-pastagem, no Mato Grosso do Sul), B (cultura-cana, em Goiás), C (cerrado- eucalipto, no Mato Grosso do Sul), D (cerrado-cultura na Bahia) e E (cultura-eucalipto em Goiás).

A antropização e a mudança do uso do solo no bioma cerrado tem causado alterações no comportamento médio anual da evapotranspiração, como observado na Figura 3, com aumento médio de 21% na transição cerrado-pastagem no Mato Grosso do Sul (Figura 3A), de 69% na transição cultura-cana (Figura 3B), de 105% na transição cerrado-eucalipto (Figura 3C), de 18% na transição cerrado-cultura (Figura 3D) e 176% na transição cerrado-eucalipto (Figura 3E). Não houve nenhuma redução média da evapotranspiração com a mudança do uso do solo.

Os maiores aumentos foram observados na transição de cerrado-eucalipto (Figura 2A) e cultura-eucalipto (Figura 3E), respectivamente de 105 e 176%,

verificando-se que o eucalipto possui uma alta taxa de evapotranspiração quando comparado ao uso do solo com cerrado e cultura.

A mudança do uso do solo costuma provocar uma alteração significativa na amplitude da evapotranspiração, considerando o período de um ano. Na Figura 3A, é possível identificar que a evapotranspiração atinge picos em torno de 200 mm.mês⁻¹ no período de cultivo, e no período entressafra, já apresenta valores próximos de 0 (zero), valores coincidentes ao encontrados por Giongo e Ferreira (2015).

Fazendo um comparativo entre a evapotranspiração e a precipitação média (Figura 3), nota-se que o volume de água evapotranspirada é menor que o volume de precipitação pluviométrica. Vital (2007), salienta que isso pode ocorrer nas florestas de eucalipto na maioria das regiões brasileiras onde são plantadas, ou seja, o autor diz que há regiões em que o volume de água evapotranspirada é maior que o volume pluviométrico.

Um aumento médio anual da precipitação foi observado somente na transição de cultura-cana em Goiás de 1% (Figura 3B) e na transição de cerrado-cultura de 17% (Figura 3D), refletindo em mudanças que impactaram positivamente.

Houve decréscimo na taxa de precipitação anual para as demais transições. Para a transição cerrado-pastagem no Mato Grosso do Sul, houve uma queda de 7% (Figura 3A), na transição de cerrado-eucalipto no Mato Grosso do Sul, 1% (Figura 3C) e cultura eucalipto em Goiás (Figura 3E), verifica-se também que houve uma queda na precipitação de 7%.

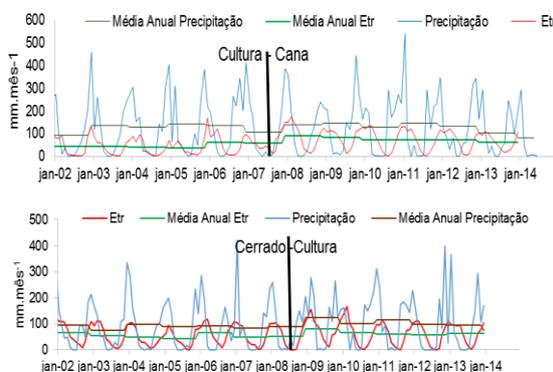
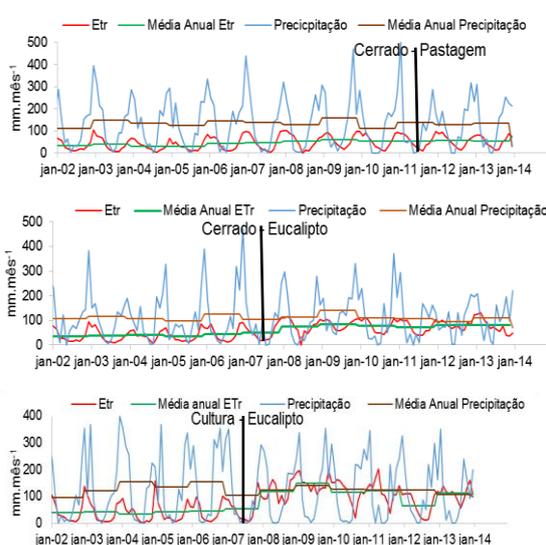


Figura 3: Média anual dos valores de Evapotranspiração e Precipitação nos anos de 2002 a 2014, para amostras de pixels em áreas antropizadas de A (cerrado-pastagem, no Mato Grosso do Sul), B (cultura-cana, em Goiás), C (cerrado-eucalipto, no Mato Grosso do Sul), D (cerrado-cultura na Bahia) e E (cultura-eucalipto em Goiás).

Considerações Finais

A alteração da mudança e uso do solo de cobertura nativa do Cerrado por pastagem, cana-de-açúcar, culturas anuais e eucalipto acarretara em mudanças no comportamento das variáveis biofísica, como índice de vegetação, temperatura da superfície, precipitação e evapotranspiração.

Fica comprovado que a transição cerrado-cultura faz-se com que as variáveis biofísicas assumam valores que causem impactos negativos para este bioma, em comparação com as outras transições.

O índice de vegetação apresentou redução média anual somente na transição de cerrado para cultura anual, e grande aumento quando na mudança de cerrado para eucalipto e cultura para eucalipto.

A temperatura da superfície, teve aumento na sua média também, apenas quando altera-se o cerrado para cultura anual.

A evapotranspiração média anual apresentou aumento para todas as transições, mas na transição de cerrado para cultura anual, houve um aumento insignificativo em comparação com as outras mudanças do uso do solo.

Por fim, a precipitação média anual apresentou um aumento quando na transição cultura anual para cana-de-açúcar e cerrado para cultura anual, e redução quando do cerrado para pastagem, cerrado para eucalipto e cultura para eucalipto.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao PIBIC/UEG (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica) pela bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor, e a UEG/Campus Santa Helena de Goiás.

Referências

- AMIRI, R.; WENG Q.; ALIMOHAMMADI, A; ALAVIPANAH, S. K. **Spatial-temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area, Iran.** Remote Sensing of Environment. v.113, p. 2606–2617. 2009.
- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. **Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil.** Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.39, n.11, p.1057-1064, nov. 2004.
- CARREIRAS, J. M.B. ; PEREIRA, J. M.C.; CAMPAGNOLO, M. L.; SHIMABUKURO, Y. E. **Assessing the extent of agriculture/pasture and secondary succession forest in the Brazilian Legal Amazon using SPOT VEGETATION data.** Remote Sensing of Environment. v. 101, p. 283–298, 2006.
- CLAUSSEN, M., BROVKIN, V., GANAPOLSKI, A. **Biogeophysical versus biogeochemical feedbacks of large-scale land cover.** Geophysical Research Letters, v.28, n.6, p. 1011-1014, 2001.
- GIONGO, P. R.; FERREIRA, M. E. **Impacto nas variáveis biofísicas em ambientes submetidos à mudanças na cobertura e uso do solo no bioma Cerrado.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.
- GÓMEZ, C.; WHITE, J. C.; WULDER, M. A. **Characterizing the state and processes of change in a dynamic forest environment using hierarchical spatio-temporal segmentation.** Remote Sensing of Environment. v. 115. p. 1665–1679. 2011.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, DGI – Divisão de Geração de Imagens. Disponível no site: http://www.inpe.br/acessoainformacao/dgi_ativ_sem1_2013, acessado em 06 de março de 2014.
- LAPIG - Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. Disponível no sitio: <http://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/>, acessado em 01 de março de 2015.
- LOPES, H. L.; CANDEIAS, A. L. B.; ACCIOLY, L. J. O.; SOBRAL, M. do C. M.; PACHECO A. P. **Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças na cobertura e uso do solo em bacias hidrográficas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n.11, p.1210-1219, 2010.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente, disponível no site <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>, acessado em 29 de março de 2015.
- ROCHA, G.F.; FERREIRA JÚNIOR, L. G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E.. **Detecção de desmatamentos no bioma Cerrado entre 2002 e 2009: padrões, tendências e impactos.** Revista Brasileira de Cartografia, v. 63, p. 341-349, 2011.
- TWINE, T. E. Effects of Land Cover Change on the Energy and Water Balance of the Mississippi River Basin. **Journal of Hydrometeorology.** v. 5, p. 640-655, 2004.
- VITAL, M. H. F. **Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto.** Revista do BNDES, Rio de Janeiro, V. 14, N. 28, P. 235-276, DEZ. 2007.
- USGS – Serviço Geológico dos Estados Unidos. Disponível no site: <http://www.usgs.gov/pubprod/>, acessado em 05 de março de 2014.