Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>

Estudo da dinâmica espaço-temporal do NDVI no Município de Sorriso-MT

Juliana Soares¹, Victor Hugo de Moraes Danelichen², Osvaldo Alves Pereira³ e André Luiz Martins⁴

¹ Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade de Cuiabá, Campus Barão, 222, CEP 78005-300, Cuiabá, Mato Grosso. (65) 3363-1729. julianafitness@hotmail.com. ² Professor doutor e Pesquisador, Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade de Cuiabá, Campus Barão, 222, CEP 78005-300, Cuiabá, Mato Grosso. (65) 3363-1729. danelichen@fisica.ufmt.br (autor correspondente). ³ Professor doutor e Pesquisador, Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade de Cuiabá, Campus Barão, 222, CEP 78005-300, Cuiabá, Mato Grosso. (65) 3363-1729. osvaldoalvesfu@gmail.com. Professor doutor e Pesquisador, Faculdade Fasipe, CPA, Cuiabá, Mato Grosso, 78055-125. (65) 3648-3900. andre.phisica@gmail.com.

Artigo recebido em 08/08/2019 e aceito em 21/03/2020

RESUMO

A cidade de Sorriso-MT é considerada a capital do agronegócio no Brasil e maior produtora individual de soja do mundo. A expansão agrícola no Município de Sorriso no Estado de Mato Grosso se deu nos anos 70 com o favorecimento do governo federal estimulando a chegada de famílias provenientes do Sul do País. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a dinâmica espaço-temporal do NDVI no Município por meio de sensoriamento remoto. Utilizou-se imagens do satélite Landsat-5 (TM), entre os anos de 1984 e 2011. O processamento dessas imagens foi realizado por meio do programa ArcGIS 10.3 e linguagem Python. A estimativa da expansão das áreas de cultivo e quantidade de áreas de mata nativa do Município foi calculado através do índice de vegetação da diferença normalizada - NDVI. Nossos resultados sugerem que as possíveis mudanças ocorridas no solo do Município podem estar afetando as variáveis climatológicas como a temperatura da região. O estudo demonstrou também que a expansão agrícola se intensificou após a emancipação do Município, com grande crescimento das áreas de cultivo e urbanização, tendo como consequência a diminuição das áreas de mata nativa.

Palavra-chave: Processamento de imagens, Satélites, Índices de vegetação.

Study of NDVI spatiotemporal dynamics in the city of Sorriso-MT

ABSTRACT

The Sorriso-MT city is considered the agribusiness capital in Brazil and the largest single soy producer in the world. The agricultural expansion of Sorriso in the state of Mato Grosso occurred in the 70's with the favor of the federal government encouraging the arrival of families from the south of the country. Therefore, the objective of this work was to evaluate the spatial-temporal dynamics of NDVI in the Municipality through remote sensing. Landsat-5 (TM) satellite images were used between 1984 and 2011. These images were processed using the ArcGIS 10.3 program and Python language. The estimate the expansion of the cultivated areas and the amount of native forest areas of the Municipality was calculated through the normalized difference vegetation index - NDVI. Our results suggest that possible changes in the soil of the municipality may be affecting climatic variables such as the region temperature. The study also showed that the agricultural expansion intensified after the emancipation of the Municipality, with great growth of cultivation and urbanization areas, resulting in the reduction of native forest areas.

Keywords: Image processing, Satellites, Vegetation indexes.

Introdução

A intensificação das atividades agrícolas no estado de Mato grosso teve início nos anos 70. Esta expansão se deu devido à obtenção de cultivares adaptadas às regiões do Cerrado, sua alta produtividade e a procura desses produtos pelos mercados nacionais e internacionais, além das questões relacionadas ao preço relativamente baixo das terras, se comparado às terras da região sul do País, nas décadas de 70 e 80 (Grecchi et al., 2016; Weihs et al., 2017). Outros fatores importantes foram às políticas de crédito subsidiado, a extensão rural e de desenvolvimento de pesquisas agrícolas, como a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), e outros centros de pesquisas implantados no Cerrado, aliada à garantia de preços mínimos para a comercialização (Farias & Zamberlan, 2013; Campos & Bacha, 2016).

Considerada a capital do agronegócio no Brasil e no mundo, e maior produtor individual de soja do mundo (Zambra et al., 2015). Sorriso, assim como muitas cidades do interior do estado, foi colonizado por agricultores vindos do sul do País, que se deslocaram para aquela região trazendo além de seus conhecimentos, recursos financeiros, máquinas e equipamentos e puderam assim conduzir o desenvolvimento da agricultura no local. Adquiriram grandes extensões de terras cobertas por vegetação natural, a qual foi substituída primeiramente pelo o cultivo de arroz, e em um segundo momento pela cultura da soja (SEPLAN, 2004, França & Gomes, 2014).

Essa alteração no ambiente tem como consequências problemas oriundos de desmatamentos de grandes extensões de vegetação nativa como redução dos recursos florestais e da biodiversidade, degradação de bacias hidrográficas, com o assoreamento dos rios e degradação pela carga de agrotóxicos, aumentando os conflitos pelo uso das águas, compactação e erosão do solo (Domingues et al., 2014; Menezes et al., 2016; Danelichen, et al., 2019).

Nesse contexto, a utilização de satélites é uma ferramenta crucial para o monitoramento dessa mudança em grandes escalas (Souza et al., 2018). Para acompanhar a expansão agrícola por meio de satélites, podem-se utilizar índices de vegetação (IV), como o NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) (Martins et al., 2015; Angelini et al., 2017). O NDVI detém a habilidade para minimizar efeitos topográficos ao produzir uma escala linear de medida, possui a

propriedade de variar entre -1 a $+1$ (mais próximo de 1 , maior

a densidade de cobertura vegetal). O NDVI foi apresentado por Rouse et al. (1974). Entretanto, Deering em 1978, foi quem normalizou esta razão dentro de um intervalo $(-1 \text{ a } +1)$, por intermédio da razão da diferença dividida pela soma das bandas (imagens do satélite) do vermelho e infravermelho próximo, ou seja, há um limite para a extensão dos valores que vão de -1 a $+1$, essa normalização tem o efeito de aumentar valores baixos e comprimir valores altos.

O NDVI tem se mostrado bastante útil na estimativa de parâmetros biofísicos da vegetação e o seu ponto forte é o conceito de razão que reduz várias formas de ruídos multiplicativos como diferenças de iluminação, sombra de nuvens, atenuação atmosférica, certas variações topográficas (Biudes, 2014; Filippa et al., 2018).

Diante disso, torna-se necessário o desenvolvimento de trabalhos que utilizem técnicas e métodos que permitam analisar os processos de degradação da paisagem nativa de uma região, de modo que este possa ser utilizado no estabelecimento de políticas e estratégias, cujo objetivo seja o desenvolvimento sustentável. Nesta perspectiva, o presente trabalho busca avaliar a dinâmica espaço-temporal do uso e ocupação do solo do Município de Sorriso – MT por meio de sensoriamento remoto.

Material e métodos

Área de estudo

O Município de Sorriso-MT está localizado nas coordenadas latitude $12^{\circ} 33' 31''$ S, longitude $55^{\circ} 42' 51''$ W, a uma altitude de 365 m. Está localizada na região centro-oeste do país e na região Norte do estado de Mato Grosso. Possui uma área de 9.329,604 km² (Figura 1). O Município fica a 420 km de Cuiabá. Possui um clima tropical, com média de 25°C, tem uma pluviosidade média anual de 1883 mm, o mês mais quente do ano é setembro, julho é o mês mais seco e fevereiro, o mês mais chuvoso (Rosa et al., 2007).

Dados medidos

Os dados de precipitação e temperatura do ar do município de Sorriso-MT foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) entre 2003 a 2011 (Figura 2).

Figura 1. localização da área de estudo.

Dados de Sensores Orbitais

Foram utilizadas imagens fornecidas pelo portal do Serviço Geológico dos EUA - USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) no período de 1984 e 2011. As imagens obtidas são do satélite Landsat-5 (sensor TM), órbita 226 e ponto 69; órbita 227 e ponto 69; órbita 227 e ponto 68 (Tabela 1). Foram selecionadas imagens entre os meses de agosto e setembro (seca) com céu mais limpo e livre de nuvens (Souza et al., 2013). Foram escolhidas as imagens sem poluição de nuvens e já corrigidas aos efeitos da atmosfera, de modo a possibilitar a aplicação do NDVI. As imagens do Landsat 5-TM utilizadas correspondem as bandas ρ_3 (Infravermelho próximo) e ρ_4 (vermelho). O NDVI foi calculado seguindo a equação (Reuse et al., 1974):

$$NDVI = \frac{\rho_4 - \rho_3}{\rho_4 + \rho_3} \quad (1)$$

Afim de avaliar o uso/ocupação do solo foram também realizadas classificações não-supervisionadas nas cenas obtidas neste trabalho utilizando as cartas de NDVI dos anos de 1986 e 2011 (Figura 3). Para reduzir a margem de possíveis erros foram utilizadas para avaliar os impactos em três classes: mata nativa, cultivos e corpos d'água. Onde a classe "cultivos" representa todas formas de atividades agropecuárias (culturas, pastagens e demais atividades agrícolas).

Tabela 1: Dia, mês, ano, ponto, o dia Juliano, horário universal (-4, horário local), o ângulo de elevação solar e o ângulo zenital, de todas as imagens utilizadas no trabalho.

Dia	Ponto	DJ	UTC	E	Z
17/08/1984	226/69	230	13:14:39	44,4	56,2
08/08/1984	227/68	221	13:20:09	43,6	54,3
08/08/1984	227/69	221	13:20:33	42,5	53,4
08/09/1986	226/69	251	13:05:34	47,8	66,0
15/09/1986	227/68	258	13:11:09	50,1	70,7
15/09/1986	227/69	258	13:11:33	49,4	69,2
06/09/1991	226/69	249	13:08:38	47,9	64,5
13/09/1991	227/68	256	13:14:36	50,3	69,2
13/09/1991	227/69	256	13:15:00	49,6	67,7
02/08/1996	226/69	215	13:00:11	38,8	54,2
09/08/1996	227/68	222	13:06:19	41,1	56,9
09/08/1996	227/69	222	13:06:43	40,1	56,1
13/08/2000	226/69	226	13:22:25	45,2	53,3
04/08/2000	227/68	217	13:27:54	44,4	51,6
04/08/2000	227/69	217	13:28:18	43,4	50,7
29/07/2006	226/69	210	13:38:02	45,1	45,6
05/08/2006	227/68	217	13:43:54	47,5	48,3
05/08/2006	227/69	217	13:44:18	46,4	47,4
12/08/2011	226/69	224	13:33:41	47,0	50,3
03/08/2011	227/68	215	13:39:32	46,3	48,7
03/08/2011	227/69	215	13:39:56	45,2	47,7

Resultados e discussão

O maior acúmulo pluviométrico anual foi de 1791,4 mm, no ano de 2003. O ano de 2008 também apresentou um acúmulo próximo ao máximo de 2003, de 1765,2 mm. O mês que apresentou o maior acúmulo foi fevereiro de 2007 e de 2008, superiores a 500,0 mm (Figura 2). Entretanto, os meses de dezembro e janeiro também apresentaram grandes volumes de chuva durante os anos. Os meses de junho, julho, agosto e setembro tiveram os menores valores de precipitação, ou dependendo do ano não tiveram nenhum registro de chuva, estes meses são considerados o período de seca do Município (Souza et al., 2013). A sazonalidade do regime pluviométrico na região foi analisada também por Rosa et al. (2007) e Moura et al. (2018), que demonstraram a ação do homem com o desmatamento, e a conversão de florestas para

agricultura e outros usos do solo podem estar afetando o ciclo hidrológico no norte do estado do Mato Grosso.

Na análise da temperatura do ar também apresentou sazonalidade ao longo dos anos seguindo o regime pluviométrico (Figura 2). A temperatura do ar apresentou média de 25,63°C para todo período (Figura 2). No ano de 2011, foram constatadas as maiores temperaturas, atingindo a média máxima de 28,75 °C. Os meses que apresentaram maiores médias de temperatura foram agosto, setembro e outubro, apresentando médias acima de 26°C (Figura 2). Nota-se, um aumento gradativo da temperatura, isso pode ter ocorrido devido ao aumento das áreas de cultivos (Feitosa et al., 2011; Mendes et al., 2019), e consequentemente diminuição da área verde do ambiente (Figura 3).

Figura 2. Distribuição da precipitação medida mensalmente, dados fornecidos pelo INMET.

No ano de 1986 a classe mata nativa predominava, já em 2011 se tem um decréscimo considerável nessa classe aumentando as áreas de cultivos (Figura 3). Tal atenuação da área verde nativa no município pode estar relacionada a conclusão do asfaltamento da rodovia BR 163 em 1984 interligando aos portos Centro-Sul do país, que proporcionou redução dos custos de

transportes e aumento de lucratividade (Campos, 2007; Brito & Castro, 2018).

Esses resultados revelam também que as mudanças na paisagem podem estar afetando diretamente o solo e o ambiente, expondo-os a extrema degradação da mata nativa (Souza et al., 2016; Celidonio et al., 2018). Essa mudança pode estar relacionada diretamente na leva imigrantes oriundos do Sul do país com o aumento da produtividade de soja no estado de Mato Grosso,

destacando-se também nas culturas do milho e arroz (SEPLAN, 2004, Moura et al., 2018).

O crescimento da agricultura, da tecnologia e da economia apresentam vários aspectos positivos como o aumento do setor de comércio e serviço, gerador de emprego e renda, por outro lado esse crescimento se deu a um custo bastante elevado para a natureza, causando impactos negativos ao meio ambiente (Zambra, 2015; Beckmann & Santana, 2017).

Delmon et al. (2013) utilizando imagens do Landsat-5, concluíram que no Município a

atividade agrícola avançou sobre a vegetação natural nos últimos anos, alcançando um índice de crescimento de 84,25%, sendo que as formações vegetais que apresentaram maiores perdas de área foram a Savana Arborizada com Floresta de Galeria, reduzida em 2008 a 16,77% de sua área original e o Contato Floresta Estacional/Ombrófila – Floresta Estacional Semi-decidual Submontana, com supressão de 74,56% de sua área.

Figura 3. Classificação das condições da cobertura do solo do Município de Sorriso nos anos de 1986 e 2011.

Com base na classificação das condições da cobertura do solo é possível perceber que em 1986 a área cultivada representava 20,74% da área total do Município, porém em 2011, passa a compor 70,77% (Tabela 2). E, portanto, a área de mata nativa teve uma grande diminuição, em 1986 representava 79,09% de área, e em 2011 passa a compor 29%, os corpos d'água tiveram um pequeno aumento de área por serem criadas

algumas lagoas. De acordo com os estudos de Brum et al. (2009) em seis anos, entre 2000 e 2006 o Município de Sorriso teve 12,17% de área desmatada da área total. Tal diminuição de área verde também pode estar relacionada com o crescimento urbano acelerado do município (Silva et al, 2015), de 1991 com 16.107 habitantes ao ultimo censo de 2015 com 80.298 habitantes (IBGE, 2017).

Tabela 1: Classificação do uso do solo, área em hectares e área em porcentagem.

<i>Classes</i>	<i>Área (ha)</i>		<i>Área (%)</i>	
	1986	2011	1986	2011
<i>Corpos d'água</i>	1556,40	2148,06	0,17	0,23
<i>Cultivos</i>	192303,00	656248,00	20,74	70,77
<i>Mata nativa</i>	733469,00	268923,00	79,09	29,00

Nos anos de 1984 e 1986 maior parte dos valores de NDVI se concentraram na faixa de 0,40 a 0,80, enquanto que a partir de 1991 até os anos posteriores há uma redução considerável no NDVI assumindo uma faixa de 0,08 a 0,40 (Figura 4).

Em todos os anos analisados o NDVI apresentou variabilidade, com maior parte dos seus

dados concentrados entre os valores de 0,2 até 0,7, com mediana próximo a 0,4. Entretanto, no ano de 1991 há uma diferença na mediana em relação aos demais anos, valores menores, próximos a 0,3. Em 2006 obtivemos a maior distribuição do NDVI (Figura 4).

Figura 4. Histogramas das cartas de NDVI.

Nos anos de 1984 e 1986 o NDVI apresentou os maiores valores em relação aos anos posteriores, de 0,50 a 0,70, com mediana ultrapassando 0,60. De forma que, há um decréscimo seguido, nos anos de 1991 e 1996, com valores de mediana próximos a 0,20. E então, nos anos de 2000 a 2011 observa-se sutil aumento da

mediana e sua estabilização, com valores superiores a 0,2 (Figura 5). Essa diminuição no índice de vegetação deve-se ao fato da expansão agrícola no município, que é um importante indicador do estado vegetativo da superfície (Martins et al., 2015).

Figura 5. Diagrama de caixa do NDVI.

Conclusões

A expansão agrícola se intensificou após a emancipação de Sorriso em 1986, com crescimento das áreas de cultivo, e consequentemente a diminuição das áreas de mata nativa. A área cultivada passou a compor aproximadamente 71% de área do município, e, a área de mata nativa passou a compor 29% do município no ano de 2011.

Nossos resultados sugerem que as possíveis mudanças ocorridas no solo do Município podem estar afetando as variáveis climatológicas como a temperatura da região.

Referências

- Angelini, L. P.; Silva, P. C. B. S.; Fausto, M. A.; Machado, N. G.; Biudes, M. S. 2017. Energy Balance in Terms of Land Use Changes in the Southern of Mato Grosso State. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 32, 353-363.
- Beckmann, E.; Santana, A. C. 2017. Indicadores da Modernização agrícola do estado de Mato Grosso. 2017. *Extensão Rural*, 24, 100-119.
- Biudes, M. S.; Souza, M. C.; Machado, N. G.; Danelichen, V. H. M.; Vourlitis, G. L.; Nogueira, J. S. 2014. Modelling gross primary production of a tropical semi-deciduous forest in the southern Amazon Basin. *International Journal of Remote Sensing*, 35, 1540-1562.
- Bruto, R.; Castro, E. 2018. Desenvolvimento e conflitos na Amazônia: um olhar sobre a colonialidade dos processos em curso na BR-163. *Revista NERA*, 21, 51-73.
- Brum, A. L.; Dalfovo, W. C. T.; Azuaga, F. L. 2009. Alguns Impactos da Expansão da Produção de Soja no Município de Sorriso-MT. *Desenvolvimento em questão*. Editora Unijui, 7, 173-200.
- Campos, I. 2007. Arranjo produtivo local da soja – Sorriso/MT. In: Campos, I. (Org.). *Diagnóstico de aglomerações - PDSA 2005-2008*. Belém: Agência de Desenvolvimento da Amazônia - ADA, p. 235-254.
- Campos, S. A. C.; Bacha, C. J. C. 2016. Evolução da agropecuária em São Paulo e Mato Grosso de 1995 a 2006. *Teoria e Evidência Econômica* - 22, 9-36.
- Celidonio, O. L. M.; Werner, L. S.; Gil, J. D. B. 2018. The determinants of recent soybean expansion in Mato Grosso, Brazil. *International Food and Agribusiness Management Review*, 22, 173-191.
- Danelichen, V. H. M.; Pereira, O. A.; Novais, J. W. Z.; Biudes, M. S.; Nogueira, J. S.; Correia, A. R. 2019. Assessment of Land Use in A Conservation Unit in the Brazilian Pantanal by Remote Sensing. *Australian Journal of basic and Applied Sciences*, 13, 141-150.
- Delmon, J. M. G.; Soares, E. R. C.; Kreitlow, J. P.; Neves, R. J.; Neves, S. M. A. S. 2013. Expansão

- da agricultura em Sorriso/MT de 1988 a 2008. Revista Enciclopédia Biosfera, Goiânia, 9, 1173-1187
- Deering, D. W. 1978. Rangeland reflectance characteristics measured by aircraft and spacecraft sensors. PhD Dissertation, Texas A & M University, College Station, TX.
- Domingues, M. S.; Bermann, C.; Manfredini, D. 2014. A produção de soja no Brasil e sua relação com o desmatamento na Amazônia. Revista Presença Geográfica, 1, 32-47.
- Farias, G. M., Zamberlan, C. O. 2013. Expansão da fronteira agrícola: impacto das políticas de desenvolvimento regional no centro-oeste brasileiro. Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento, 2, 58-68.
- Feitosa, S. M. R.; Gomes, J. M. A.; Neto, J. M. M.; Andrade, C. S. P. 2011. REVSBAU, 6, 58-75.
- Filippa, G., Cremonese, E., Migliavacca, M., Galvagno, M., Sonnentag, O., Humphreys, E., Hufkens, K., Ryu, Y., Verfaillie, J., Cella, U. M., D.Richardson, A. 2018. NDVI derived from near-infrared-enabled digital cameras: Applicability across different plant functional types. Agricultural and Forest Meteorology, 249, 275-285.
- França, M. S.; Gomes, É. S. 2014. Índícios de ilha de calor urbana em Sorriso/MT. Revista Monografias Ambientais, 14, 3366-3376.
- Grecchi, R. C.; Bertani, G.; Trabaquini, K.; Shimabukuro, Y. E.; Formaggio, A. R. 2016. Análise espaço-temporal da conversão do Cerrado em áreas agrícolas na região de Sapezal, Mato Grosso, entre os anos de 1981 e 2011. Revista Brasileira de Cartografia, 68, 91-107.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. Produto interno bruto dos municípios: 2010-2015. Rio de Janeiro.
- Martins, A. L.; Cunha, C. R.; Pereira, V. M. R.; Danelichen, V. H. M.; Machado, N. G.; Lobo, F. A.; Musis, C. R.; Biudes, M. S. 2015. Mudanças em índices biofísicos devido à alteração da cobertura do solo em área nativa de Cerrado em Mato Grosso. Ciência e Natura, 37, 152-159.
- Mendes, O. R.; Danelichen, V. H. M.; Pereira, O. A. 2019. Avaliação da temperatura da superfície no Pantanal Mato-grossense por sensoriamento remoto. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 12, p. 1-20.
- Menezes, J. C.; Bittencourt, R. P.; Farias, M. S.; Bello, I. P.; Fia, R.; Oliveira, L. F. C. 2016. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. Eng Sanit Ambient, 21, 519-534.
- Moura, M. N.; Vitorino, M. I.; Adami, M. 2018. Análise de componentes principais da precipitação pluvial associada à produção de soja na Amazônia legal. Revista Brasileira de Climatologia, 22, 574-588.
- Rosa, D. B., Sousa, R. R., Lucelma Nascimento, A., Toledo, L. G., Topanotti, D. Q., Abel Nascimento, J. 2007. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, 1, 127-152.
- Rouse, J. W.; Haas, R. H.; Schell, J. A.; Deering, D. W. Harlan, J. C. Monitoring the vernal advancement and retro gradation of natural vegetation. NASA/GSFC, Type III, Final report, Greenbelt, MD, p. 1-371, 1974.
- Secretaria De Estado De Planejamento E Coordenação Geral. Anuário Estatístico de Mato Grosso – 2003. Vol. 25. Cuiabá: SEPLAN – MT Central de Texto, 2004.
- Silva, M. S.; Medeiros, J. M. M.; Nunes, L. A. A. Organização socioespacial em cidades do agronegócio no Norte matogrossense: um estudo em Lucas do Rio Verde, Sorriso e Nova Mutum. 2015. PRACS, v. 8, n. 2, p. 191-207.
- Souza, C. A.; Danelichen, V. H. M.; Biudes, M. S.; Silveira, S. W. G. 2018. O uso do Sensoriamento Remoto para estimar o parâmetro florestal de uma Unidade de Conservação em área de Cerrado. Revista Brasileira De Geografia Física, 11, p. 1984-2000.
- Souza, J. F.; Silva, R. M, Silva, A. M. 2016. Influência do uso e ocupação do solo na temperatura da superfície: o estudo de caso de João Pessoa – PB. Ambiente Construído, 16, 21-37.
- Souza, A. P.; Mota, L. L.; Zamadei, T.; Martim, C. C.; Almeida, F. T.; Paulino, J. 2013. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. Nativa, 1, 34-43.
- Weih, M., Sayago, D., Tourrand, J. 2017. Dinâmica da fronteira agrícola do Mato Grosso e implicações para a saúde. Estudos Avançados, 31, 323-338.
- Zamora, E. M., Souza, P. A. R. 2015. Os impactos da produção de soja e a dinâmica do desenvolvimento em Sorriso-MT. Revista Pretexto, 16, 92-105.