

Índice de expansão da cultura de cana-de-açúcar na bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara/MT

Esse trabalho apresenta uma avaliação da expansão da cultura de cana-de-açúcar, a partir da utilização de indicadores em três sub-bacias da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara, Mato Grosso. Por meio das imagens do satélite Landsat 5 e 8 a área foi classificada, obtendo como parâmetro quatro classes, sendo elas: vegetação natural, cana-de-açúcar, pastagem, outros usos. A partir dessa classificação foram gerados os indicadores de expansão da cultura para a região. Os resultados mostraram um aumento da área de cana-de-açúcar em todas as sub-bacias, um aumento em consequência da substituição da classe pastagem e vegetação nativa pela classe cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Supressão; Agricultura; Sensoriamento Remoto.

Sugar cane expansion index in the Paraguai/Jauquara basin/MT

This paper shows the sugar cane expansion evaluation, from the use of indicators in three sub-basins in Paraguai/Jauquara basin, Mato Grosso. The images from Landsat satellite 5 and 8 were used to classify the area, having as parameter four thematic classes: natural vegetation, sugar cane, pasture and other uses. As from this classification were generated the sugar cane indicators of expansion for the region. The results showed an increase in the sugar cane area in all sub-basins, an increase of replacing pasture class and native vegetation by sugar cane class.

Keywords: Suppression; Agriculture; Remote Sensing.

Topic: **Engenharia Ambiental**

Received: **10/10/2016**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Approved: **13/01/2017**

Higor Vendrame Ribeiro

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/1683478001980432>

higor_vr90@hotmail.com

Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/5041881204275768>

galvaninbbg@unemat.br



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2017.002.0014

Referencing this:

RIBEIRO, H. V.; GALVANIN, E. A. S.. Índice de expansão da cultura de cana-de-açúcar na bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara/MT. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.8, n.2, p.167-175, 2017.
DOI: <http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2017.002.0014>

INTRODUÇÃO

A agroindústria canavieira é uma das mais antigas atividades econômicas do Brasil e até os dias atuais apresenta grande importância na economia do país (SILVEIRA e CARVALHO, 2008). Esta cultura é explorada em todo o território nacional, embora os principais polos produtores estão situados nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul recentemente, o cultivo da cana-de-açúcar vem expandindo-se no norte do estado do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, norte do Paraná e estados do Centro-oeste (LIMA e COSTA, 2007; SILVA e MIZIARA, 2011).

Esta expansão baseou-se inicialmente no modelo de incorporação de áreas por arrendamento e aquisição de terras pelas usinas e fornecedores, em um raio de ação que justificasse a relação custo-benefício do transporte da cana colhida até a usina (CASTRO et al., 2010). Recentemente o setor sucroalcooleiro recebeu incentivo das políticas nacionais de estímulo à produção dos biocombustíveis, juntamente com a abertura e receptividade do mercado externo ao açúcar e álcool brasileiros. Entretanto, para atender as tendências de evolução da produção sucroalcooleira no Brasil, existe a necessidade de aumentar a produção canavieira para sustentar a emergente expansão do setor (FERRAZ et al., 2013).

Segundo Iaia et al. (2006) o estado do Mato Grosso participa com 3,8% da produção nacional de cana-de-açúcar, sendo uma das regiões do Brasil que comportam a expansão da atividade devido à grande disponibilidade de terras agricultáveis e clima favorável (ABREU et al., 2011).

O estado de Mato Grosso apresenta a relevância ecológica por abrigar em sua maior extensão o Bioma Cerrado, Pantanal e Amazônia, além de contribuir hidricamente com três bacias hidrográficas brasileiras: Amazônica, Araguaia-Tocantins e Paraná-Paraguai. Por isso, diversos trabalhos preocupam-se em estudar a dinâmica e a problemática ambiental atribuída ao crescimento de uma nova atividade agroeconômica em expansão na região.

Dessa forma faz-se necessário a obtenção de informações a respeito da mudança da dinâmica de uso da terra, a fim de acompanhar esse processo e identificar os impactos causados ao ambiente (ADAMI et al., 2012). Com auxílio das imagens de satélite novos indicadores estão sendo elaborados para quantificar o processo de expansão de culturas. Assim, este artigo apresenta uma avaliação da expansão da cultura de cana-de-açúcar, a partir da utilização de indicadores em três sub-bacias da Bacia Paraguai/Jauquara, Mato Grosso.

METODOLOGIA

O trabalho realizado teve como área de estudo três sub-bacias como apresentado na Figura 1, estas pertencentes a Hidrografia Paraguai/Jauquara (BHJP). A área de estudo está localizada no estado do Mato Grosso, com uma extensão territorial de 828.059,5 hectares (ha), foi dividida em três sub-bacias: Interbacia do Rio Paraguai Médio (IRPM) com área de 391183,1 ha; Rio dos Bugres (BRB) com 209796,9 ha; Rio Branco (BHRB) com 226923,5 ha de área. Está localizada entre as coordenadas 57°40'0" a 56°40'0"W e 14°30'0" a 16°0'0"S.

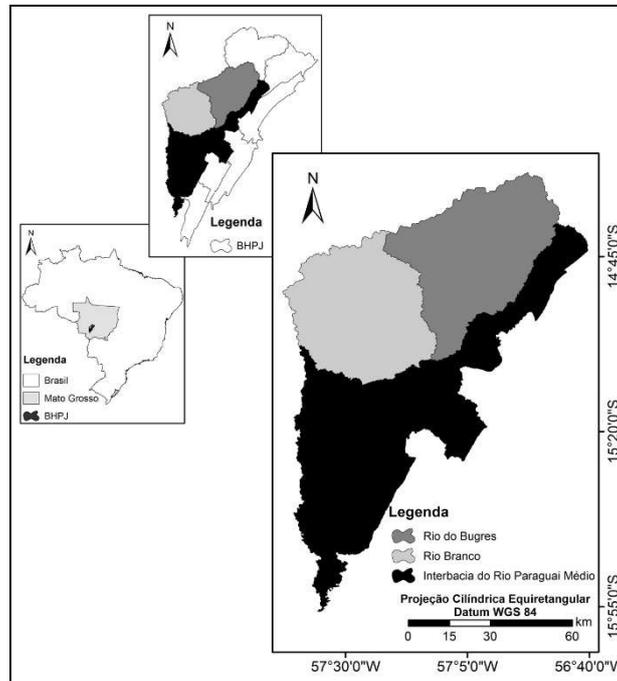


Figura 1: Mapa de localização das sub-bacias estudadas, localizadas no estado de Mato Grosso –Brasil.

A região possui clima tropical com duas estações bem definidas, uma denominada chuvosa cujo período ocorre de outubro a março e outra com longo período de estiagem (seca) que corresponde aos meses de abril a setembro. O clima da região, segundo a classificação de KÖPPEN, é tropical úmido megatérmico (Aw), com temperaturas elevadas, chuva no verão e seca no inverno, a média de temperatura ao longo do ano é de 24,4°C. É uma região com terreno, em grande maioria plano ou suave ondulado, vegetação predominantemente de floresta, conforme o site da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA).

A caracterização do uso da terra foi realizada inicialmente por meio de visitas a área de estudo nos dias 13 e 14 de outubro de 2014, correspondente ao período de seca, e 28 e 29 de abril de 2015, durante o período das chuvas, para realizar registros fotográficos dos tipos de uso e cobertura da terra existentes na bacia para validar a classificação das imagens de satélite.

As informações das imagens utilizadas na análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra, estão na Tabela 1. As imagens do sensor Thematic Mapper (TM) a bordo do satélite Landsat 5 foram adquiridas do catálogo de imagens disponíveis na *Web* pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do sensor Operational Land Imager (OLI) a bordo do Landsat 8 foram obtidas no site da United States Geological Survey (USGS).

Tabela 1: Dados das imagens obtidas para o sensoriamento remoto.

Período de Aquisição	Órbitas/ Pontos	Sensor	Bandas	Resolução espacial	Resolução radiométrica
julho de 1993	227/70	TM	3,4,5	30m	8 bits
julho de 1993	227/71	TM	3,4,5	30m	8 bits
junho de 2014	227/70	OLI	4,5,6	30m	16 bits
junho de 2014	227/71	OLI	4,5,6	30m	16 bits

Essas imagens foram processadas no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (Spring) versão 5.2.7. (CAMARA et al., 1996) e organizadas em um banco de dados utilizando o sistema de coordenadas UTM, datum WGS 84. As imagens do satélite Landsat 5 foram georreferenciadas usando as imagens Geocover em formato GeoTiff, obtidas no site da NASA, utilizando as bandas 5, 4 e 3, de 2001, no modo tela a tela. As imagens do satélite Landsat 8 já estão disponibilizadas georreferenciadas.

Posteriormente, foram realizados os mosaicos das duas cenas para cada ano e o recorte da área de estudo através da importação da máscara da BHPJ na extensão *shapefile*. Em seguida realizada a segmentação do mosaico das imagens através do algoritmo de crescimento de regiões, para agrupar os pixels espectralmente semelhantes. Para tanto, foram realizados testes com os valores de similaridade e de área, a fim de encontrar a melhor segmentação para as imagens de ambos os sensores (TM e OLI).

Os valores de similaridade 8 e área 16 apresentaram o melhor resultado para as imagens do sensor TM no agrupamento de duas regiões espectralmente similares em uma única região e o melhor resultado na individualização entre as regiões pelo número de pixels, corroborando com o estudo de Maurano et al. (2013). Já para as imagens do sensor OLI os melhores valores de similaridade e de área foram 200 e 300 respectivamente. Esses valores de segmentação foram diferentes visto que as imagens do sensor TM possuem 8 *bits* e do sensor OLI 16 *bits*.

Foram definidas as classes de uso da terra por meio da observação da imagem e da classificação usada pelo IBGE (2006) e Silva et al. (2011), modificados. Deste modo, foram consideradas quatro classes, sendo elas: vegetação natural (todos os tipos de vegetação natural), cana-de-açúcar, pastagem (todos os tipos de pecuária) e outros usos (nesta classe foram consideradas as manchas urbanas, sedes rurais, obras de engenharia, considerando lagos, rios e lagos artificiais).

Seguiu-se com a classificação supervisionada, realizada com o treinamento, identificação e aquisição de amostras das classes, nas imagens do período seco, usando o classificador de regiões Bhattacharrya com aceitação de 95%.

Os mapas gerados foram transformados em mapas temáticos, seguindo o processo de transformação de matriz para vetor e exportados como arquivo *shapefile*. Por fim, para cada ano pesquisado, os mapas foram processados no software ArcMap, versão 10.1, para edição do mapa temático e quantificação das classes temáticas. Posteriormente foram gerados os índices de expansão da cultura de cana-de-açúcar na área estudada. Tendo como base os indicadores gerados por Ferraz (2012) modificado, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Tabela com os indicadores usados para estimar a expansão da cultura canavieira.

INDICADORES	FÓRMULAS
IOCCA - Índice de Ocupação da Cultura de Cana-de-açúcar	$IOCCA = Stc/Stu$
IECC - Índice de Expansão de Cultura de Cana-de-açúcar	$IECC = (Stc - Stca)/Stu$
ISAP - Índice de Substituição de Áreas de Pastagem	$ISAP = (Scp/Sec)$
ISVN - Índice de Supressão de Vegetação Natural	$ISVN = (Ssv/Sec)$

Nota (I) Stc = área total da cultura de cana-de-açúcar; (II) Stu = área total da unidade territorial de análise; (III) Stca = área total da cultura de cana-de-açúcar no ano anterior; (IV) Scp = área de substituição de pastagem por cultura de cana-de-açúcar; (V) Sec = área da expansão da cana-de-açúcar; (VI) Ssv = área de supressão de vegetação natural em função da expansão da cultura de cana-de-açúcar. Modificado de: Ferraz (2012).

Os indicadores IOCCA e IECC, são interpretados considerando: valor igual a um significa que a área da cultura canvieira ocupa toda área estudada; igual a zero significa incoerência da classe; valores entre zero e um, significa que cultura canvieira ocupa parcialmente a área estudada, cuja grandeza revela a proporção da área ocupada em relação a área. Já os índices ISAP e ISVN, são interpretados: valor igual a zero corresponde a não substituição entre a cultura canvieira sobre pastagens; valor igual a um, significa que houve expansão da cultura canvieira cuja área total de expansão ocorreu sobre as áreas de pastagens; valores entre zero e um corresponde que houve expansão da cultura canvieira cuja área total de expansão ocorreu sobre as áreas de pastagens e valor dos índices revela a magnitude da proporção de substituição.

Também investigou fatores dos atributos pedológicos da região, afim de compreender algumas características que auxiliam no desenvolvimento dessa atividade canvieira nas sub-bacias. Para tanto foi quantificado no ArcMap, versão 10.1, a área ocupada pelos tipos de solo da região usando o mapa de solo de Mato Grosso elaborado pela SEPLAN (2001), a qual foi recortado através da máscara da área de estudo e classificado segundo EMBRAPA (2009).

RESULTADO E DISCUSSÕES

Durante 21 anos houve alteração na paisagem das três bacias estudadas (Figura 2). No período analisado a área ocupada com vegetação natural reduziu em todas as sub-bacias (Figura 2 e Tabela 3), a maior redução ocorreu na sub-bacia do Rio Branco (BHRB) 23,63%.

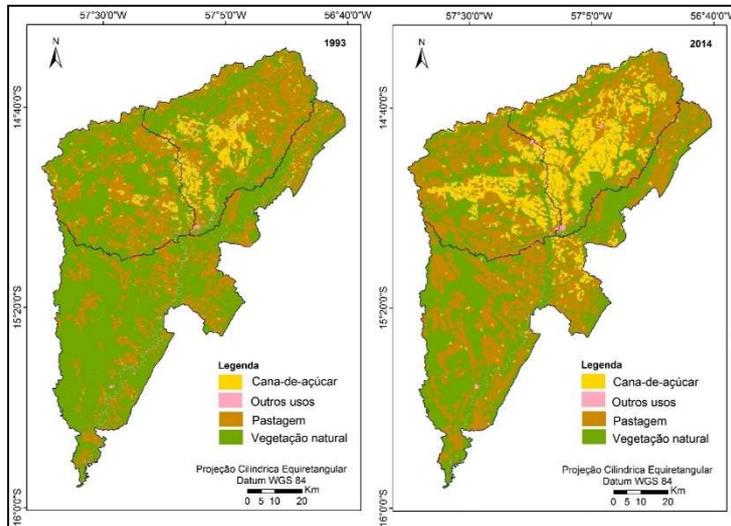


Figura 2: Mapa de uso da terra da Bacia do rio Paraguai Médio (IRPM), rio Bugres (BRB) e do rio Branco (BHRB).

A cultura canvieira é o principal uso da terra na BHRB. Na BRB a pastagem se destaca como a maior área de uso, assim como na sub-bacia do rio Paraguai Médio (IRPM), porém nesta com expansão mais relevante, 17,11% (Tabela 3).

A partir dos resultados, na figura 2, foi possível calcular a área e os indicadores da expansão da cultura canvieira nas três sub-bacias no período de 21 anos (Tabela 3). Na BHRB a cultura canvieira ocupa atualmente 762 ha, referente a 33,57% da área total da sub-bacia e apresentou maior taxa de expansão

dentre as demais sub-bacias. Os índices de substituição da pastagem (ISAP) e vegetação natural (ISVN) apresentaram maior valores para a BRB (Tabela 3).

Tabela 3: Área (hectares) das classes de uso classificadas e indicadores da expansão da cultura canavieira sobre a pastagem e vegetação natural.

Sub-Bacia		IRPM	BHRB	BRB	
Classes de uso (ha)	1993	CA	3.347	11.242	31.360
		OUA	4.873	714	2.686
		P	96.166	75.801	93.227
		VN	286.825	122.039	99.684
	2014	CA	10.625	76.201	38.980
		OUA	2.393	1.541	1.031
		P	163.061	80.776	93.843
		VN	215.103	68.405	75.944
Indicadores	IOCCA	0,013	0,092	0,047	
	IECC	0,009	0,078	0,009	
	ISAP	0,14	0,06	1,0	
	ISVN	0,30	0,09	1,0	

Nota (I) IRPM- Interbacia do rio Paraguai Médio; BHRB- Bacia rio dos Bugres; BRB- Bacia rio Braco; CA- Cana-de-açúcar; OUA- Outros Usos; P- Pastagem; VN- Vegetação Natural; AECC- Área Total da Expansão da Cultura Canavieira; AOCC- Área total de Ocupação da Cultura Canavieira; ATU – Área Total da Unidade Territorial; IOCCA- Índice de Ocupação da Cultura da Cana-de-açúcar; IECA- Índice de Expansão da Cultura Canavieira; ISAP - Índice de Substituição de Áreas de Pastagens; ISVN- Índice de Supressão de Vegetação Natural.

O IOCCA mostra que houve nas três bacias estudadas, um aumento da área de agricultura, sendo a BHRB apontou maior área de ocupação com 76.201 hectares de área. Já para o índice de expansão da cultura canavieira (IECC), seguiu-se a mesma tendência do IOCCA. Em todas as bacias houve expansão, porém, a BHRB passou de uma área ocupada pela cultura canavieira de 11.242 hectares no ano de 1993 para 76.201 hectares no ano de 2014.

O indicador ISAP, que mostra o quanto a pastagem foi substituída pela cana-de-açúcar, expressou um destaque para a bacia do rio Bugres com maior substituição da área de pastagem pela agricultura com 33.689,23 hectares de área modificada. Já na BRB houve uma expansão menor da cultura canavieira porém essa expansão se deu sobre as áreas de pastagem.

Nesta perspectiva Loarie et al. (2011) revelam o benefício que a conversão de pastagem em cana-de-açúcar pode promover para o resfriamento nas suas regiões marginais, devido a maior taxa de evapotranspiração da cana-de-açúcar, no entanto a conversão da vegetação natural em cana-de-açúcar provoca o efeito contrário, o aquecimento local. Porém este benefício pode se tornar efetivo somente em caso de aumentar a produção de gado nas áreas já estabelecidas com pastagens, desde que a conversão da pastagem em cana-de-açúcar não leve a expansão da pastagem para áreas com vegetação natural, como a Amazônia Brasileira.

No entanto, a atividade de cultivo da cana-de-açúcar possui algumas práticas que podem promover problemas ao meio ambiente e a saúde da população humana, como a queima da palhada de pré-colheita. Esta atividade emite material particulado, gases de efeito estufa que causam danos ambientais e à saúde humana (FRANÇA et al., 2012). Segundo Ribeiro e Pesquero (2010) existe a prevalência de sintomas de doenças respiratórias em crianças de 11 a 13 anos em Espírito Santo do Turvo (SP).

Em alguns estados brasileiros foi criada a Lei para a eliminação da queimada como manejo da cultura canavieira, como no estado de São Paulo com a Lei nº. 11.241 aprovada em 2002, que sancionou um cronograma para a redução de 2002 a 2031 (SÃO PAULO, 2002). Goiás aprovou a Lei nº. 15.834 em 2006, que dispõe sobre a redução gradativa do uso do fogo como método despalhador e facilitador do corte até 2028 (GOIÁS, 2006).

O estado de Mato Grosso ainda não possui legislação específica sobre a queima da cana-de-açúcar, mas possui Plano Integrado de Prevenção às Queimadas e Combate aos Incêndios Florestais (PPCDQ-MT), com o objetivo de elaborar ações de prevenção, preparação e resposta rápida de combate aos incêndios florestais e queimadas no estado (SECRETARIA DE ESTADO E MEIO AMBIENTE, 2014). Além disso o Estado possui a Portaria nº. 027 de 10 de março de 2009 que visa disciplinar os procedimentos para autorização da queima controlada (SEMA, 2009).

No indicador ISVN, a bacia do rio Branco também apresentou maior valor, pois houve substituição e consequentemente supressão de 20.594,82 hectares de área de vegetação natural. E, áreas do cerrado na região Centro-Oeste do país os resultados sugerem que o processo de expansão da cultura canavieira tem seguido a mesma tendência, a cultura ocupa inicialmente as áreas com topografia adequada e solos mais favoráveis, anteriormente utilizados por outras culturas agrícolas e pastagens (NASSAR et al., 2008).

No trabalho realizado por Neves et al. (2014) no período 1990 a 2011, as áreas de cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio do Bugres aumentaram preferencialmente na direção Norte-Nordeste. Corroborando com os dados encontrados neste trabalho, os autores constataram que a expansão da cultura contribuiu para a supressão de parte das Florestas estacional semidecidual submontana e Floresta aluvial, bem como o crescimento da classe de cana-de-açúcar em detrimento a pecuária.

O avanço do cultivo da cana-de-açúcar apresenta relação com a presença de solo de boa qualidade e produtividade da cultura, como Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho presente em todas a sub-bacias (tabela 4).

Tabela 4: Tipo de solo em cada sub-bacia.

Sub-Bacias	Tipo de Solo	Área (ha)
IRPM	Latossolos Vermelho-Amarelo	134070,6
	Neossolos Litólicos	9490
	Neossolos Quartzarênicos	187240
	Argissolos Vermelho	9729
	Cambissolos	7368
	Neossolos Flúvicos	43359
BHRB	Argissolos Vermelho	39321
	Latossolos Vermelho-Amarelo	187653
BRB	Argissolos Vermelho	52611
	Latossolos Vermelho-Amarelo	74124
	Neossolos Quartzarênicos	83082

De acordo com Neves et al. (2014) a declividade é um fator impeditivo para a ampliação do cultivo de cana-de-açúcar, ou seja, em áreas com declividade elevada o cultivo da cana-de-açúcar é prejudicado em virtude do uso de maquinário para o plantio e colheita. Na BHRB, os autores constataram que o relevo plano e suave ondulado favoreceu a expansão da cultura canavieira. Além disso, nestas áreas há predominância de

solos que também contribuem para o desenvolvimento desta atividade, como os Latossolos (Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho Escuro) (NEVES et al., 2014).

O avanço da cana-de-açúcar na região das sub-bacias também foi constatado no trabalho de Santos et al. (2013), realizado na microrregião de Tangará da Serra, onde foi verificado o aumento de 5,72% desta atividade de 1990 a 2011. Esta microrregião comporta cinco municípios da área total das três sub-bacias (Barra do Bugres, Denise, Nova Olímpia, Porto Estrela e Tangará da Serra), sendo formada também por Santo Afonso, Arenópolis, Auto Paraguai, Cáceres e Lambari do Oeste.

CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu concluir que o processo de expansão da cultura canavieira no período de 1993/2014 apresentou um aumento considerável da área cultivada, o que ocorreu principalmente pela substituição das áreas de vegetação natural e pastagem.

A área total, atualmente ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar, é ainda pequena em relação a área de estudo. Mas a intensificação do processo de expansão foi considerável, no período analisado, totalizando um aumento de 79.857,88 hectares. Esse estudo demonstra a importância e urgência dos estudos de zoneamento agrícola no estado, um investimento a longo prazo, para que novas áreas sejam abertas, possibilitando um planejamento adequado.

REFERÊNCIAS

- ABREU, D.; MORAES, L. A.; NASCIMENTO, E. N.; OLIVEIRA, R. A.. A produção da cana-de-açúcar no Brasil e a saúde do trabalhador rural. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v.9, n.2, p.49-61, 2011.
- ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T.; FREITAS, R. M.; AGUIAR, D. A.; SUGAWARA, L. M.; MELLO, M. P.. Remote sensing time series to evaluate direct land use change of recent expanded sugarcane crop in Brazil. **Sustainability**, v.4, p.574-585, 2012.
- CASTRO, S. S.; ABDALA, K.; SILVA, A. A.; BORGES, V.. A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**, v.30, n.1, p.171-191, 2010. DOI: <http://doi.org/10.5216/bgg.V30i1.11203>
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009.
- FERRAZ, R. P. D.; SIMÕES, M.; DUBREUIL, V. Indicadores para a avaliação do processo de expansão da cultura canavieira no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v.29, p.1-11, 2013.
- FRANÇA, D. A.; LONGO, K. M.; SOARES NETO, T. G.; SANTOS, J. C.; FREITAS, S. R.; RUDORFF, B. F. T.; CORTEZ, E. V.; ANSELMO, E.; CARVALHO Jr., J. A. Pre-Harvest sugarcane burning: determination of emission factors through laboratory measurements. **Atmosphere**, v.3, p.164-180, 2012. DOI: <http://doi.org/10.3390/atmos3010164>
- GOIÁS. **Lei nº 15.834**. Diário Oficial, 23 de novembro de 2006.
- IAIA, A. M.; MAIA, J. C. S.; KIM, M. E.. Uso do penetrômetro eletrônico na avaliação da resistência do solo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.523-530, 2006.
- LIMA, C. L.; COSTA, L. F. G.. Considerações sobre o setor sucroalcooleiro no Brasil e na Bahia. **Revista Desenharia**, v.4, n.6, 2007.
- LOARIE, S. R.; LOBELL, D. B.; ASNER, G. P.; FIELD, C. B.. Direct impacts on local climate of sugar-cane expansion in Brazil. **Nat. Clim. Change**, v.1, p.105-109, 2011.
- MACEDO, I. C.; SEABRA, J. E. A.; SILVA, J. E. A. R.. Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. **Biomass Bioenergy**, v.32, p.582-595, 2008.
- MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Mapa de Solos do Estado de Mato Grosso**. Mapa color. Escala 1: 1.500.000. SEPLAN, 2001.
- MATO GROSSO. Secretaria de Estado e Meio Ambiente. **Portaria nº. 027** de 10 de março de 2009. SEMA, 2009.
- MATO GROSSO. Secretaria de Estado e Meio Ambiente. **Mato Grosso unido contra as queimadas**. SEMA, 2014.

NASSAR, A. M.; RUDORFF, B. F. T.; ANTONIAZZI, L. B.; AGUIAR, D. A.; BACCHI, M. R. P.; ADAMI, M.. **Prospects of the sugarcane expansion in Brazil: impacts on direct and indirect land use changes.** In: ZUURBIER, P.; VOOREN, J. V.. Wagenigen: Academic Publishers, 2008. p.63-94.

NEVES, S. M. A. S.; NASCIMENTO, I. S.; KREITLOW, J. P.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, R. J.; CRUZ, C. B. M.. Geotechnologies applied to the evaluation of sugarcane dynamics in the Bugres river basin, Mato Grosso State – Brasil. **Geografia**, v.40, p.195-210, 2015.

RIBEIRO, H.; PESQUERO, C.. Queimadas de cana-de-açúcar: Avaliação de efeitos na qualidade do ar e na saúde respiratória de crianças. **Estudos Avançados**, v.24, n.68, p.255-271, 2010.

SANTOS, S. M. L.; NEVES, S. M. A. S.; SILVA, F. S.; GALVANIN, E. A. S.; KREITLOW, J. P.. Análise espacial da expansão da cultura de cana-de-açúcar na microrregião de Tangará da Serra, Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.16, p.195-214, 2013.

SÃO PAULO. **Lei nº 11.241**, Diário Oficial, 19 de setembro de 2002.

SILVA, A. A.; MIZIARA, F.. Avanço do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.3, p.399-407, 2011.

SILVEIRA, L. J.; CARVALO, N. D.. Expansão do setor sucroalcooleiro no Brasil: Algumas considerações. **Revista Triangulo**, v.1, n.1, p.81-95, 2008.