DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA BACIA PANTANEIRA

André LIMA [(1)], Daniel Alves de AGUIAR [(1)], Bernardo Friedrich Theodor RUDORFF [(1)], Yosio Edemir SHIMABUKURO [(1)], Marcos ADAMI [(1)]

(1) Divisão de Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, SP. CEP: 12227-010 Brasil.
{andre, daniel, bernardo, yosio, adami}@dsr.inpe.br

Resumo - Os Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul têm se destacado no cenário nacional como novos e potenciais produtores de cana-de-açúcar. Nestes estados se encontra um dos biomas mais ricos em fauna do Brasil, o Pantanal. Este ambiente não possui aptidão para uso agrícola, mas sua preservação depende do uso e cobertura da terra em sua bacia hidrográfica, a Bacia Pantaneira. Neste contexto, o estudo objetivou avaliar tanto a dinâmica espaço-temporal quanto a caracterização ambiental do cultivo da cana dentro da Bacia Pantaneira no período de 2005 a 2007. Para tanto, foram utilizados mapas temáticos da cana-de-açúcar, mapas de solos e mapas de declividade. Os resultados mostram que aproximadamente 35 mil ha da área cultivada com cana está sobre solos arenosos e que 46% desta área está localizada na faixa de 50 a 100 km da borda do Pantanal evidenciando um possível risco ambiental.

Termos para indexação: Bioma Pantanal, risco ambiental, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul.

SPATIAL-TEMPORAL DYNAMIC AND ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF SUGARCANE CROP IN THE PANTANAL WATERSHED

Abstract – The states of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul are beginning to stand out as new potential producers of sugarcane and ethanol. One of the richest biomes in fauna is located in these states – the Brazilian Pantanal. This environment is not suited for cultivation of sugarcane or any other crop. However, the conservation of the Pantanal is dependent on the land use cover change process that takes place in the Pantanal Watershed. In this context, the objective of the present study was to evaluate

the spatial-temporal dynamic of sugarcane cultivation from 2005 to 2007 within the Pantanal Watershed. Sugarcane thematic maps, soil map, and slope map derived from radar data were used. The results show that nearly 35,000 ha of sugarcane are cultivated on sandy soils and 46% of this sugarcane is located between 50 and 100 km from the Pantanal boundary. This result indicates that although sugarcane is not being cultivated in the Pantanal the crop cultivated in higher parts of the watershed may present environmental risk to the Pantanal which is located in the lowland of the watershed.
Index terms: Remote Sensing, Pantanal Biome, Environmental risk.

INTRODUÇÃO

O relatório de 2007 do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas da ONU (IPCC) trouxe informações consistentes sobre a influência antrópica no aquecimento global do planeta e propõe a gradativa substituição dos combustíveis de origem fóssil por combustíveis renováveis (IPCC, 2007a; IPCC, 2007b; IPCC, 2007c). Na busca de alternativas para implementar esta proposição, o Brasil destaca-se por dois motivos: (1) está tecnologicamente capacitado para produzir etanol sendo atualmente o maior produtor e exportador deste agrocombustível no mundo; (2) possui a maior reserva mundial de áreas agricultáveis favoráveis para a produção de agrocombustíveis, em particular, a partir da cana-de-açúcar (Gardini, 2007). Com isto, o Brasil tem um enorme potencial para atender o aumento tanto da demanda interna quanto de boa parte da demanda externa por agrocombustíveis podendo contribuir na mitigação do efeito do aquecimento global atribuído pelo IPCC aos combustíveis fósseis.

Contudo, é de se esperar que o atendimento a tal demanda implicará numa pressão ainda maior sobre o ambiente. A busca por novas terras agricultáveis e mesmo as mudanças de uso do solo devem ser feitas dentro de um conceito sustentável de desenvolvimento a fim de não agravar ainda mais os desequilíbrios ambientais de origem antrópica.

Entre as diversas alternativas de intensificação e ampliação do cultivo da cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil estão os Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul que nas últimas três safras (2005/06 a 2007/08) tiveram um aumento de área cultivada com esta cultura de 33,2 mil ha (16,2%) e 67,2 mil ha (42,0%), respectivamente. A área cultivada com cana nestes dois estados representa apenas 7,5% (564,7 mil ha) do total da área cultivada com cana na região centro-sul (6.197,3 mil ha), conforme apresentado nos dados divulgados pelo projeto Canasat <www. dsr.inpe.br/canasat>. Entretanto,

parte das áreas canavieiras dos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul está dentro da Bacia Pantaneira (BP) ocasionado preocupações de cunho ambiental para o bioma Pantanal, que mesmo não tendo aptidão natural para o cultivo sofrerá implicações diretas da expansão do cultivo da cana; caso não seja adequadamente planejado dentro da BP. Neste sentido o presente trabalho tem por objetivo avaliar a dinâmica espaço-temporal e caracterizar o cultivo da cana-de-açúcar na Bacia Pantaneira no período de 2005 a 2007.

ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Pantaneira drena para um dos ambientes mais frágeis e de fauna mais rica, o bioma Pantanal. Ela se localiza entre os paralelos 15° 27' 38" e 22° 11' 10" e os meridianos 58° 30' 10" e 54° 45' 26". A Bacia Pantaneira ocupa uma área de 624.320 km^2 distribuídos entre Brasil, Bolívia e Paraguai, dos quais 85% estão circunscritos à região Centro-Oeste brasileira, entre os Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Figura 1).

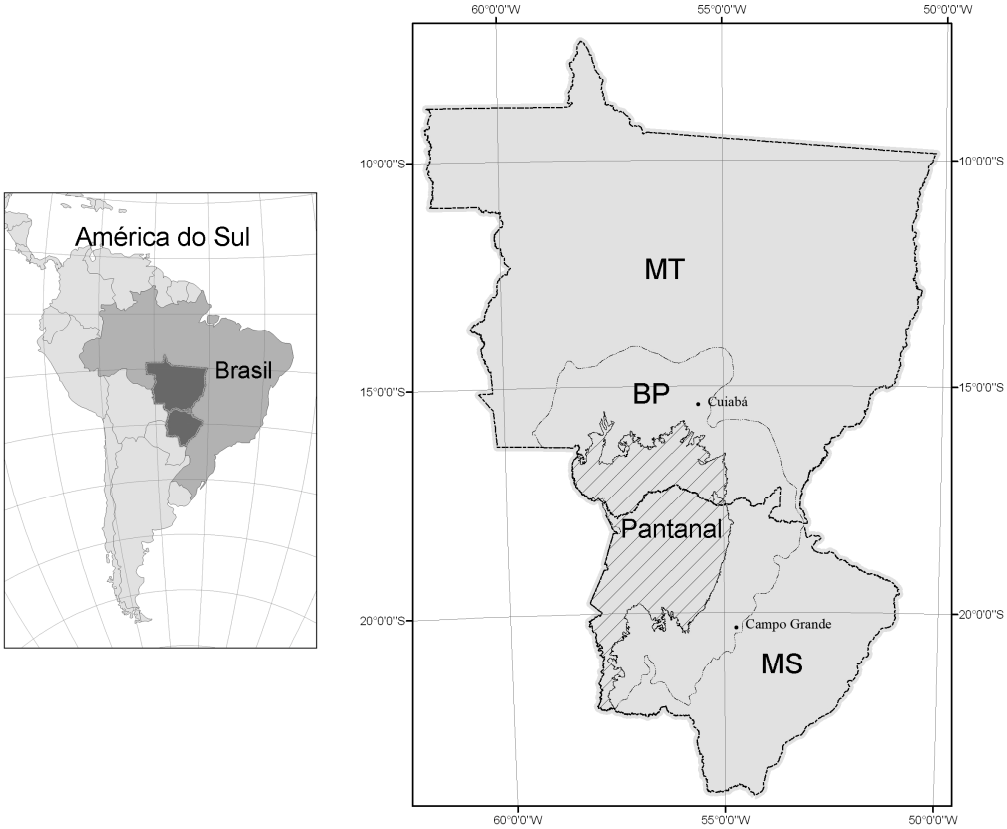

Figura 1. Área de estudo no contexto sulamericano.

As precipitações nesta região variam de 1.000 a 1.400 mm por ano e concentram-se entre os meses de outubro a março. A temperatura média anual é de 25° C e responde à

classificação Aw, de Köppen – clima tropical subúmido - com estação chuvosa e seca bem definidas (outubro a dezembro e janeiro a março, respectivamente). A variabilidade da precipitação influi diretamente no pulso de inundação da região, principal característica ambiental modeladora da paisagem (RADAM, 1982).

Duas unidades geomorfológicas com características distintas dominam a região, sejam elas: a planície do Pantanal e o planalto. A planície do Pantanal é constituída por terrenos quaternários aluviais com altitudes menores do que 200 m. Já o planalto é uma região relativamente alta, podendo atingir entre 500 e 1400 m, localizada na região leste da bacia, onde a drenagem é bem definida e convergente (RADAM, 1982).

Os solos predominantes da região são formados, sobretudo, por lateritas hidromórficas com manchas de latossolos e podzólicos. Nos planaltos predominam as areias quartzosas, latossolo vermelho-escuro e podzólico álicos (Santos et al., 1997). A vegetação dominante é de savana (cerrado) com formações vegetais que variam do porte arbustivo ao gramíneo. Possui ainda, formações florestais semideciduais e deciduais (Ab'Saber, 2003).

MATERIAIS

Para a realização deste trabalho estruturou-se um banco de dados geográficos contendo as seguintes informações básicas: 1) mapas de áreas cultivadas com cana-de-açúcar nos anos-safras 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 disponíveis no site www.dsr.inpe.br/canasat; 2) modelo digital de elevação advindo da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM; Rabus et al., 2003); 3) mapa de solos, escala 1:250.000; 4) limites territoriais do Bioma Pantanal, da BP, e dos municípios inclusos na BP.

Os mapas das áreas de cana-de-açúcar para os anos safra em questão foram produzidos pelo Projeto Canasat, desenvolvido pelo INPE em conjunto com a UNICA (União da Agroindústria Canavieira), com o CTC (Centro de Tecnologia Canavieira) e com o CPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada). A metodologia para geração destes mapas encontra-se descrita em Rudorff et al. (2004). Nestes mapas estão discriminadas as áreas da cana de corte, cana de ano e meio, cana muda e cana soca, além das áreas de expansão da cana em cada ano-safra.

As informações de declividade, necessárias para caracterização ambiental proposta neste trabalho, foram obtidas a partir do modelo digital de elevação da SRTM, disponibilizados pela NASA (http://srtm.usgs.gov/data/obtaingdata.html).

Neste trabalho, optou-se por utilizar os dados cedidos por Valeriano (2006), que adota uma metodologia a fim de melhorar a resolução espacial do modelo (de 90 para 30 m), remover falhas, reduzir artefatos e distribuir aleatoriedade.

O mapa de solos, na escala de 1:250.000, foi produzido pelo Ministério do Meio Ambiente como parte do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP/Projeto Pantanal (Santos, 1997). Os solos presentes na área são: Neossolos Quartzarênicos; Latosossolos Vermelhos; Latossolo Vermelho-Amarelo; Alissolos Crômicos; e Outros (Neossolos Litólicos, Plintossolos Pétricos, Argissolos Vermelhos, Plintossolos).

METODOLOGIA

Foram feitas consultas ao banco de dados geográfico a fim de levantar a área cultivada nos três anos-safra (2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008), bem como, a quantificar e espacializar as áreas de cultivo que sofreram retração, expansão, ou ficaram inalteradas. Tais consultas também foram realizadas levando-se em consideração os municípios que compunham a BP, tendo-se, desta forma, tais informações em nível municipal.

As distâncias entre as áreas de cana-de-açúcar e o Pantanal foram obtidas por meio da sobreposição do mapa de áreas de cultivo com um mapa de distância em torno do limites do Bioma e como limite final o divisor de águas da BP.

O mapa de declividade foi gerado a partir dos dados do modelo digital de elevação da SRTM e fatiados em classes de 0-5, 5-10, 10-15, 15-30, 30-45 e acima de 45%, conforme categorização sugerida pelo *Soil Survey Manual* (USA, 1951, citado por Lepsch et al., 1991).

Tal mapa de declividade e o mapa de solos foram sobrepostos aos mapas temáticos da cana-de-açúcar nos anos avaliados, permitindo identificar as áreas cultivadas nos diferentes tipos de solos e condições de relevo. Esta análise permitiu assim, a caracterização ambiental do cultivo da cana-de-açúcar na Bacia Pantaneira.

Todas as etapas supracitadas foram realizadas com a ajuda do *software* SPRING (Camara et al., 1996) e os resultados obtidos organizados em planilhas Excel®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de crescimento anual da área cultivada com cana na BP, tendo por base o ano-safra 2005/2006, foi de 9,75%. Cabe salientar que a expansão da área de cana, no ano

safra 2007/2008 (aumento de 26.304 ha), em relação a safra anterior, foi maior do que quatro vezes à expansão contabilizada na safra 2006/2007 (aumento de 5.888 ha) com relação ao ano/safra anterior. No entanto, mesmo apresentando taxa de expansão anual menor que os Estados do Mato Grosso do Sul (21%) e Mato Grosso (22%) (www.dsr.inpe.br/canasat), a BP esteve em consonância com a tendência de expansão dos Estados em que está inserida. As áreas absolutas dos três anos safras e a taxa de variação de área plantada são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Área de cana plantada na Bacia Pantaneira.

Ano safra	Área (ha)	Variação anual (ha)	Variação anual (%)
2005/2006	191.155	-	-
2006/2007	197.043	5.888	3,08
2007/2008	223.347	26.304	13,35
Total		30.231	9,75

A Figura 2 mostra os 22 municípios da BP que possuem áreas cultivadas de cana-de-açúcar no período analisado. Já a figura 3 apresenta a evolução da área plantada de cana nos territórios dos municípios abrangidos pela BP. A tendência de aumento das áreas de cultivo de cana-de-açúcar no período analisado pode ser avaliada nesta figura. Os municípios matogrossenses de Barra dos Bugres e Denise são os que mais possuem áreas de cana dentro da BP. Barra dos Bugres seguiu plenamente a tendência de expansão de suas áreas plantadas, enquanto que em Denise registrou-se retração da área no ano safra 2006/2007 e retomada de crescimento na safra seguinte. Este fenômeno também pode ser observado em outros municípios, como Tangará da Serra, Nova Olímpia e Santo Afonso.

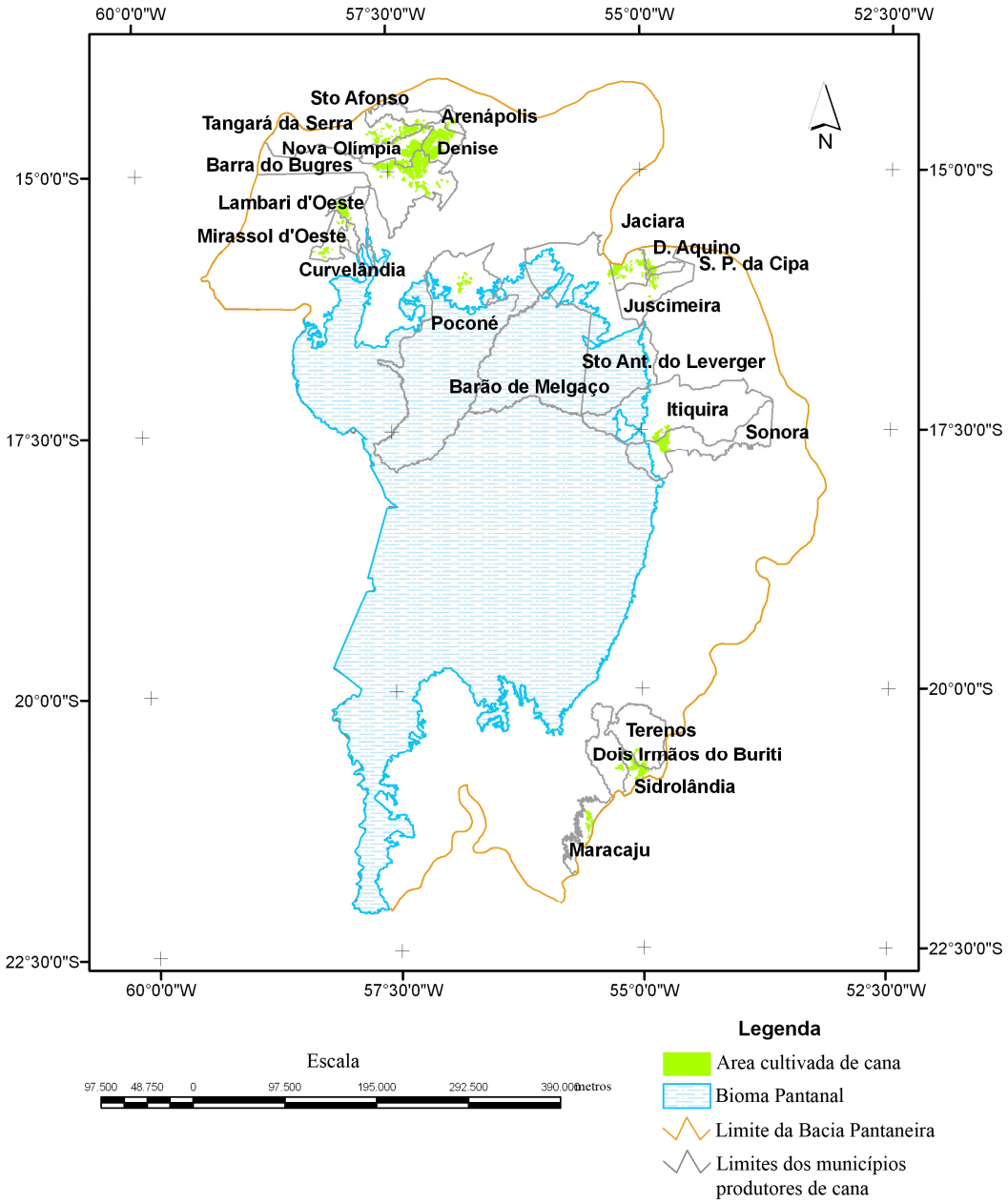

Figura 2. Municípios da Bacia Pantaneira com áreas cultivadas de cana-de-açúcar.

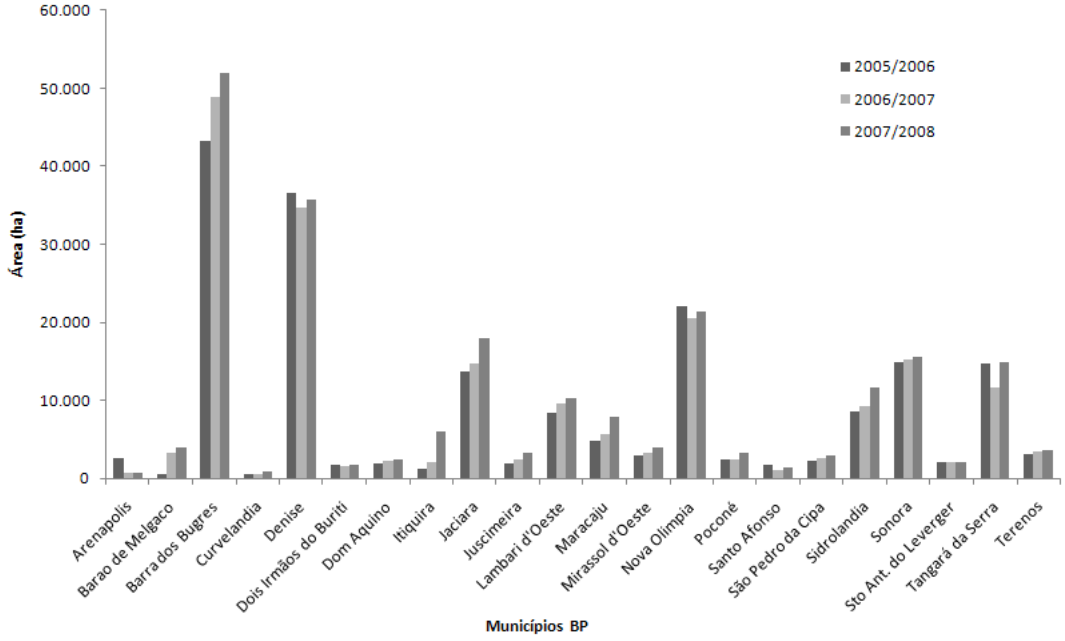

Figura 3. Gráfico com a dinâmica espacial do cultivo da cana nos municípios da BP.

Os municípios com maior taxa de expansão da área de cana foram Barão de Melgaço e Itiquira, ambos no Mato Grosso, com taxas de crescimento de aproximadamente 167% e 127%, respectivamente, ao ano. Os municípios com maior área cultivada de cana são: Barra dos Bugres, Denise e Nova Olímpia. Poucos foram os municípios que tiveram retração de áreas nas últimas duas safras, como pode ser visto na Tabela 2. Dentre estes, destaca-se o município de Arenápolis no Mato Grosso, que teve uma redução anual de aproximadamente 46% entre as safras de 2005/2006 a 2007/2008.

Tabela 2. Taxas de variação da área de plantio de cana-de-açúcar nos municípios da BP.

Municípios BP	Área (ha)			Taxa de crescimento (%)			
	2005/2006	2006/2007	2007/2008	05/06 - 06/07	05/06 - 07/08	07/06 - 07/08	Anual
Arenapolis	2.496	712	723	-71,5	-71,0	1,5	-46,2
Barao de Melgaco	555	3.182	3.948	472,8	610,7	24,1	166,6
Barra dos Bugres	43.223	48.874	52.026	13,1	20,4	6,5	9,7
Curvelandia	500	498	837	-0,5	67,4	68,2	29,4
Denise	36.621	34.648	35.800	-5,4	-2,2	3,3	-1,1
Dois Irmãos do Buriti	1.728	1.489	1.710	-13,9	-1,0	14,9	-0,5
Dom Aquino	1.824	2.139	2.415	17,3	32,4	12,9	15,1
Itiquira	1.149	1.997	5.945	73,8	417,5	197,7	127,5
Jaciara	13.750	14.718	17.944	7,0	30,5	21,9	14,2
Juscimeira	1.855	2.341	3.257	26,2	75,5	39,1	32,5
Lambari d'Oeste	8.311	9.551	10.295	14,9	23,9	7,8	11,3
Maracaju	4.868	5.584	7.826	14,7	60,8	40,1	26,8
Mirassol d'Oeste	2.874	3.178	3.943	10,6	37,2	24,1	17,1
Nova Olimpia	22.041	20.547	21.409	-6,8	-2,9	4,2	-1,4
Poconé	2.356	2.420	3.247	2,7	37,8	34,2	17,4
Santo Afonso	1.667	970	1.364	-41,8	-18,2	40,6	-9,6
São Pedro da Cipa	2.233	2.592	2.843	16,0	27,3	9,7	12,8
Sidrolandia	8.475	9.230	11.644	8,9	37,4	26,1	17,2
Sonora	14.876	15.129	15.505	1,7	4,2	2,5	2,1
Sto Ant. do Leverger	2.104	2.112	2.100	0,4	-0,2	-0,6	-0,1
Tangará da Serra	14.651	11.704	14.907	-20,1	1,8	27,4	0,9
Terenos	2.997	3.429	3.659	14,4	22,1	6,7	10,5
Total	191.155	197.043	223.347	3,1	16,8	13,3	8,1

A Bacia Pantaneira possui legislações direcionadas a sua proteção ambiental, com itens tratando da questão sucroalcooleira, como a Lei Estadual sul-matogrossense nº 328, de 25 de fevereiro de 1982, e a Lei Estadual matogrossense nº 8.830, de 21 de janeiro de 2008.

Com relação a Lei Estadual nº 328, o Artigo 1º expressa claramente a proibição da instalação de novas destilarias de álcool e de usinas de açúcar e similares na região da BP sul-matogrossense e o Artigo 3º assegura a continuidade das atividades das indústrias açucareiras que estavam em operação antes de sua publicação. Entretanto, o Artigo 4º desta mesma lei que proibia a ampliação da capacidade instalada das indústrias açucareiras foi suprimido pela Lei nº 3.335, de 21 de dezembro de 2006. Desta forma, e levando em consideração os resultados deste trabalho que mostram a expansão da área de cana na BP, a Lei nº 3.335 coloca em dúvida a validade prática da Lei 328.

Com relação a Lei do Estado do Mato Grosso nº 8.830, Artigo de nº 9, trata da proibição do plantio de cana e implantação de usinas de álcool e açúcar na planície alagável da bacia. Todavia, devido às restrições ambientais dadas pela inundação

periódica da planície da bacia, não há qualquer atividade canavieira nesta unidade da paisagem pantaneira. De acordo com esta lei, as demais áreas do entorno da planície alagável Pantaneira terão o uso regulado pelo Zonemamento Sócio Econômico Ecológico (ZSEE) deste Estado.

No que tange a proximidade da cana-de-açúcar do pantanal, a faixa de distância com maior quantidade de área implantadas dista do pantanal de 50 a 100 km. Esta faixa contém 46,2% das plantações. A análise inter-anual dos resultados mostra que a faixa de 0 a 10 km, considerada a de maior risco ambiental, teve o segundo maior incremento anual médio, 12,6%. A faixa de distância entre 25 e 50 km do pantanal foi a que teve maiores incrementos com uma taxa média de 26,9% ao ano (Tabela 3).

Tabela 3. Localização das áreas de plantio com cana em função da distância da Bacia Pantaneira e taxa de incremento de área por safra.

Distância (Km)	2005/2006		2006/2007		2007/2008		Taxa (%)			
	ha	%	ha	%	ha	%	05/06 06/07	05/06 07/08	07/06 07/08	Anual
0.1 - 10	2.165	1,1	2.435	1,2	2.748	1,2	12,4	26,9	12,9	12,6
10 - 25	24.973	13,1	25.769	13,1	31.568	14,1	3,2	26,4	22,5	12,4
25 - 50	15.234	8,0	20.395	10,4	24.526	11,0	33,9	61,0	20,3	26,9
50 - 100	81.776	42,8	90.670	46,0	103.138	46,2	10,9	26,1	13,8	12,3
100 - 200	67.008	35,1	57.775	29,3	61.367	27,5	-13,8	-8,4	6,2	-4,3
Total	191.155		197.043		223.347		3,1	16,8	13,3	8,1

A fim de estimar o modo de colheita da cana-de-açúcar na BP, se manual ou mecânico, analisou-se os resultados da intersecção dos dados de declividade e distribuição de cana-de-açúcar. O limiar de declividade apropriado para o uso de colheitadeiras não deve ultrapassar 15%. Na BP quase a totalidade das áreas cultivadas possuem declividades entre 0 e 10%, portanto, passiveis de colheita mecânica (Tabela 4).

Tabela 4. Distribuição da área de cana conforme a classe de declividade.

Declividade (%)	2005/2006		2006/2007		2007/2008		Taxa (%)			
	ha	%	ha	%	ha	%	05/06 06/07	05/06 07/08	07/06 07/08	Anual
0-5	169.827	88,8	173.529	88,1	195.248	87,4	2,2	15,0	12,5	7,2
5-10	18.249	9,5	20.144	10,2	23.445	10,5	10,4	28,5	16,4	13,3
10-15	2.145	1,1	2.471	1,3	3.118	1,4	15,2	45,4	26,2	20,6
15-30	816	0,4	781	0,4	1.325	0,6	-4,2	62,4	69,6	27,5
30-45	89	0,0	89	0,0	159	0,1	-0,8	78,1	79,5	33,5
Acima de 45	29	0,0	29	0,0	52	0,0	2,5	81,0	76,5	34,5
Total	191.155		197.043		223.347		3,1	16,8	13,3	8,1

Ainda sobre a caracterização ambiental da atividade canavieira na BP é de grande relevância mencionar os tipos de solos que estão sendo utilizados para este cultivo (Figura 4). Cerca de 35.000 ha de cana são cultivados em Neossolos Quartzarênicos. Este é um dado preocupante devido a fragilidade destes solos e sua baixa aptidão para a agricultura devido a limitações físicas e estruturais. Além disto, se aplicado o vinhoto sobre estas áreas, há grande probabilidade do mesmo lixiviar, contaminando o lençol freático. Esta contaminação pode atingir toda a bacia hidrográfica e por consequência o Pantanal. Os Alissolos Crômicos possuem estrutura areno-argilosa, e características físico-químicas, que permitem aptidão a determinadas culturas. Sua principal limitação está relacionada ao relevo. Se não forem tomados os devidos cuidados com a conservação deste solo, o mesmo pode erodir facilmente. Dentre estes solos, os latossolos (Latosossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos), se bem manejados, podem ser mais aptos ao cultivo da cana.

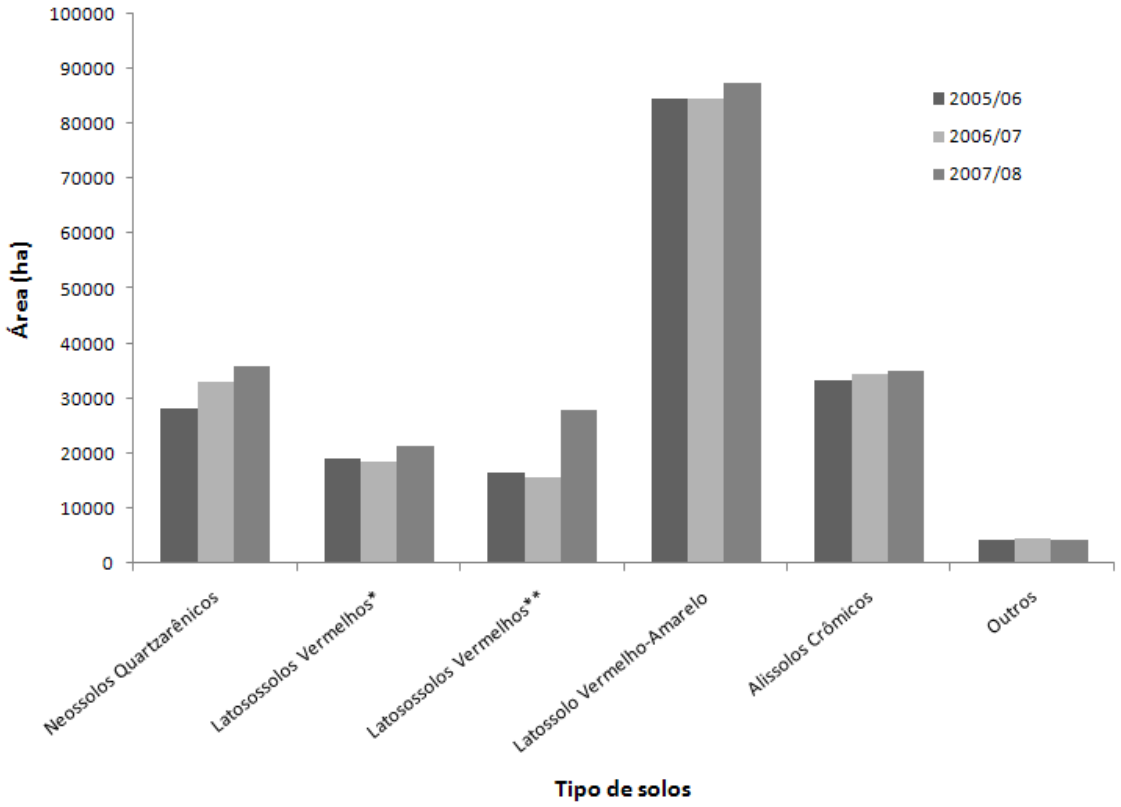

Figura 4. Gráfico da área de cana da BP em diferentes tipos de solo.

* Latossolo Vermelho Escuro e **Latossolo Roxo na antiga nomenclatura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho fez-se importante por seu caráter exploratório da atividade canavieira na Bacia Pantaneira, a qual drena suas águas para o Pantanal, um dos mais ricos biomas do Brasil. E, portanto, servirá de marco inicial para estudos que abordem impactos específicos desta fonte de energia alternativa ao Pantanal.

Ainda que seja eminente a busca de fontes alternativas de energia aos combustíveis fósseis para se atenuar os distúrbios advindos das mudanças globais, este objetivo não deve ser atingido em detrimento do ambiente local. Como apresentado no decorrer do trabalho a cana-de-açúcar teve altas taxas de expansão na Bacia Pantaneira. Cabe alertar, principalmente, para a expansão da cultura em áreas de maior risco ambiental, como, áreas próximas ao Pantanal (0 a 10km) e em solos menos aptos a produção, por exemplo, solos arenosos mais propensos a erodibilidade e lixiviação.

Com relação aos mecanismos de proteção do Pantanal, por exemplo, a Lei Estadual nº 328 do Mato Grosso do Sul que proíbe a instalação de novas usinas na BP, mas que assegura o funcionamento das já existentes, possuí eficiência questionável, uma vez que é crescente a expansão de cana-de-açúcar. Um cenário adequado de proteção seria dado por trabalhos que pesquisassem os impactos efetivos da cana-de-açúcar, bem como outros usos antrópicos, aos ecossistemas da BP visando o zoneamento ecológico desta paisagem.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial. 2003. 159 p.

ALLASIA, D. G.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M; GERMANO, A.;COLLISCHONN, B.; FAILACHE, N. Modelo hidrológico da bacia do Alto Paraguai. In: **SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CENTRO-OESTE**, 3., 2004, Goiânia. Anais...Porto Alegre (RS), 2004. p ?.

CAMARA G, SOUZA R.C.M., FREITAS U.M., GARRIDO J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, Canada, v. 20: (3). 1996. p. 395 – 403.

GARDINI, A. Novas fronteiras agrícolas da cana. **Revista Eletrônica de Jornalismo Cientifico**. [s.l.] 2007. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=23&id=253>. 17. Acesso em: 10 jan. 2008

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). The physical science bases. Paris: IPCC. 2007a. 26 p. Synthesis Report.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Impacts, adaptation and vulnerability. Paris: IPCC. 2007b. 26 p. Synthesis Report.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Mitigation of climate change. Paris: IPCC. 2007c. 26 p. Synthesis Report.

LEPSCH, I.F. BELLINAZZI, J.R.; BERTOLINI, D.;ESPÍNDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. SECRETARIA GERAL. PROJETO RADAM BRASIL. **Folha SE21 Corumbá e parte da folha SE20**. Rio de Janeiro, 1982. 452p.

RABUS, B. M.; EINEDER, A. R.; BAMLER, R. The shuttle radar topography mission-a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 57, n.?, mês?. p. 241-262. 2003.

RUDORFF, B. F. T.; BERKA, L. M. S.; MOREIRA, M. A.; DUARTE, V.; XAVIER, A. C.; ROSA, V. G. C.; SHIMABUKURO, Y. E. Imagens de satélite no mapeamento e estimativa de área de cana-de-açúcar em São Paulo: ano-safra 2003/04. **Agricultura em São Paulo, São Paulo**, São Paulo, v. 52, n. 1, jan./jun. 2005. p. 21-39.

Pedologia. In: SANTOS, R. D.; CARVALHO FILHO, A.; NAIME, U. J.; OLIVEIRA, H.; MOTTA, P. E. F.; BARUQUI, A. M.; BARRETO, W. O; MELO, M. E. C. C. M.; PAULA, J. L.; SANTOS, E. M. R.; DUARTE, M. N. **PLANO DE CONSERVAÇÃO DA BACIA DO ALTO PARAGUAI** (v.2, t.I, p.127-307). MMA/SEMAM/PNMA, 1997. 1 mapa, color. Escala 1:250000. 1997.

VALERIANO, M. M.; KUPLICH, T M.; STORINO, M.; AMARAL, B. D.; MENDES JR., J. N.; LIMA, D. J. Modeling small watersheds in Brazilian Amazônia with shuttle radar topographic mission-90 m data. **Computers & Geosciences**, Canada, v. 32. 2006. p. 1169 – 1181.