

*Padrões e impactos ambientais da expansão atual
do cultivo da cana-de-açúcar: uma proposta para
o seu ordenamento no bioma Cerrado*

*Patterns and environmental impacts of the current sugarcane
expansion: a proposal for its territorial ordainment in the
Cerrado biome*

*Patrones y los impactos ambientales de la expansión actual de
cultivo de caña de azúcar: una propuesta para su planificación
en el bioma Cerrado*

Noely Vicente Ribeiro
Universidade Federal de Goiás
noely.ribeiro@uol.com.br

Laerte Guimarães Ferreira
Universidade Federal de Goiás
laerte@ufg.br

Nilson Clementino Ferreira
Universidade Federal de Goiás
nclferreira@gmail.com

Resumo

Vários países do mundo atualmente estão em busca de uma matriz energética mais sustentável. Os biocombustíveis tem se apresentado como uma alternativa muito forte, com destaque para o etanol da cana-de-açúcar, haja vista sua maior produtividade. Assim, e dado o aumento da demanda pelo etanol da cana-de-açúcar no Brasil e no mundo, a expansão desta cultura tem sido inevitável, com o bioma Cerrado cotado para se tornar o maior produtor de etanol derivado da cana. Assumindo que a cana irá se expandir preferencialmente em áreas de pastagens, tanto por razões econômicas e ambientais, neste trabalho, apresentamos um ordenamento para a expansão da cana-de-açúcar no bioma Cerrado, ordenamento este que foi elaborado utilizando técnicas de análises espaciais e geoprocessamento, levando em conta a distribuição atual da cana-de-açúcar, seus fatores condicionantes na paisagem (relevo, uso da terra, solos, infraestrutura existente) e a legislação ambiental. Como resultado, obtivemos um cenário onde a expansão potencial corresponde a 5,7 vezes a área existente, em

conformidade à legislação ambiental e sem que haja comprometimento de outras culturas.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Etanol. Ordenamento territorial. Bioma Cerrado.

Abstract

Many different countries in the world are currently seeking for more efficient and sustainable sources of energy. The biofuels are certainly the most attractive alternative, with emphasis on the sugarcane derived ethanol for its high productivity. Thus, and considering the increasing demand for ethanol in Brazil and elsewhere, sugarcane expansion is unavoidable, particularly in the Cerrado biome. Assuming that the sugarcane will expand preferentially over cultivated pastures, for both economic and environmental reasons, in this work we propose, through spatial analysis techniques, an ordainment for this expansion, based on the current sugarcane distribution and landscape constraint factors (such as topography, land-use, soil type, available infrastructure, etc), as well as in compliance with the environmental legislation. Such approach yielded a potential expansion area sixfold the area already in use, in harmony with the environment and without compromising other agricultural crops.

Keywords: Sugarcane. Ethanol. Territorial ordainment. Cerrado biome.

Resumen

Varios países en el mundo actualmente están en busca de una combinación energética más sostenible. Los biocombustibles han surgido como una alternativa importante, especialmente el etanol fabricado a partir de la caña de azúcar, debido a su mayor productividad. De esta forma, en consecuencia de la creciente demanda de etanol de caña de azúcar en Brasil y en el mundo, la expansión de este cultivo ha sido inevitable con el bioma Cerrado previsto para convertirse en el mayor productor de etanol a partir de caña de azúcar. Asumiendo que la caña preferencialmente se expandirá en áreas ocupadas por plantaciones de forraje, tanto por razones económicas como ambientales, en este trabajo se presenta un plan para la expansión de la caña de azúcar en el bioma Cerrado, el mismo que fue desarrollado utilizando técnicas de análisis espacial y geoprosesamiento, considerando la distribución actual de la caña de azúcar, sus condicionantes en el paisaje (relieve, uso de la tierra, tipo de suelo, la infraestructura existente) y la legislación ambiental. Como resultado, se obtuvo un escenario donde la expansión potencial corresponde a 5,7 veces la superficie existente, obedeciendo a la legislación ambiental y sin comprometer otras culturas.

Palabrasclave: caña de azúcar, etanol, uso de la tierra, bioma Cerrado.

Introdução

Com a busca incessante por uma matriz energética mais sustentável, devido à escassez do petróleo e às mudanças climáticas, tem ocorrido um significativo aumento de pesquisas relacionadas aos biocombustíveis. A União Européia determinou para 2010 a obrigatoriedade da mistura de 5,75% de etanol em todos os países-membros, e de pelo menos 10% para todos os combustíveis veiculares até 2020. Como apenas menos da metade da meta para 2010 foi atingida, a EU terá que aumentar sua produção ou até pensar em importação (Ponti e Gutierrez, 2009; MDIC, 2008). Nos EUA, o *Energy Policy Act* de 2005 estabeleceu meta de 7,5 bilhões de galões para o consumo nacional de biocombustíveis (mais comumente o etanol) até 2012. Outros países, como Canadá, Austrália, Japão, China, Coréia, Indonésia e Índia, também possuem propostas de adição de etanol na gasolina (NEVES E CONJERO, 2007; JANK, 2007; UNICA,

2010). No Brasil a mistura obrigatória é de até 25% de etanol em toda a gasolina comercializada (MDIC, 2008).

Como a cana-de-açúcar apresenta maior produtividade de etanol, comparativamente ao milho e a beterraba (GOLDEMBERG e GUARDABASSI, 2009; MASIERO e LOPES, 2008; JANK, 2007; JANK, 2010), o Brasil se posiciona como o maior produtor e exportador mundial de etanol de cana-de-açúcar. Segundo Goldemberg (2008), o programa de etanol no Brasil (o qual já se encontra consolidado) tem substituído aproximadamente 1,5% de toda a gasolina usada no mundo, e este número pode dobrar com o curso da expansão. Se a taxa atual de crescimento da produção de etanol no Brasil continuar e se outros países produtores de cana-de-açúcar (Índia, China, Tailândia, Paquistão, México, Colômbia e África do Sul) seguirem o modelo adotado pelo Brasil, é possível que até 10% de toda a gasolina usada no mundo possa ser substituída nos próximos 15-20 anos.

A expansão do setor sucroalcooleiro nos últimos anos também resultou em uma maior demanda por áreas para cultura de cana-de-açúcar. Para que essa expansão ocorra de forma ordenada no país, minimizando problemas em relação ao meio ambiente e também em relação à segurança alimentar, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, em parceria com outros ministérios, coordenou uma pesquisa, realizada por meio de um consórcio entre órgãos governamentais e universidades, a qual teve como resultado o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar no Brasil - ZAE, aprovado e regulamentado na forma de um decreto, o qual determina ao Conselho Monetário Nacional o estabelecimento de normas para as operações de financiamento ao setor sucroalcooleiro, nos termos do zoneamento (BRASIL, 2009).

Segundo Manzatto et al. (2009), os biomas Pantanal e Amazônia foram excluídos do zoneamento, haja vista as respectivas fragilidades ecológica e às suas características ambientais, pouco favoráveis ao cultivo da cana-de-açúcar. Foram excluídas também as terras com declividade superior à 12%, observando-se a premissa da colheita mecânica e sem queima para as áreas de expansão; as áreas com cobertura vegetal nativa; as áreas de proteção ambiental; as terras indígenas; remanescentes florestais; dunas; mangues; escarpas e afloramentos de rocha; reflorestamentos; as áreas urbanas e de mineração.

Diante desses parâmetros adotados pelo ZAE da cana-de-açúcar, as áreas qualificadas como as mais indicadas para expansão compreendem aquelas atualmente em produção agrícola intensiva, produção agrícola semi-intensiva, lavouras especiais (perenes, anuais) e pastagens. Esse estudo foi feito com base no mapeamento dos remanescentes florestais em 2002, realizado pelo Probio-MMA (SANO et al, 2007) . Ainda de acordo com Manzatto et al. (2009), estima-se que o país dispõe de cerca de 64,7 milhões de hectares de áreas aptas à expansão do cultivo com cana-de-açúcar, sendo que destes, 37,2 milhões de hectares são áreas cultivadas com pastagens, em 2002.

O Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), que atua como principal agente financiador da expansão dos biocombustíveis e do setor sucroalcooleiro, em particular, aponta, em coerência com a sua política de investir em atividades

ambientalmente sustentáveis, para uma expansão sobre áreas degradadas, ao mesmo tempo em que seja capaz de promover a recuperação ambiental de matas ciliares, nascentes e áreas de Reserva Legal, (MELLO; CANEPA; COSTA., 2010). Contudo, duas grandes questões sobre a expansão da cana-de-açúcar no Brasil, bastante preocupantes, precisam ser melhor estudadas: a) a área apresentada pelo ZAE como potencial para expansão, encontra-se preferencialmente no bioma Cerrado e b) pouco se sabe sobre a efetiva localização das pastagens degradadas no bioma.

Neste sentido, este artigo analisa em detalhe a atual distribuição da cana-de-açúcar no bioma Cerrado, bem como propõe, à luz dos parâmetros do ZAE Brasil e da infraestrutura existente, um ordenamento para a expansão da cana-de-açúcar no bioma Cerrado sobre as áreas de pastagens cultivadas.

Distribuição espacial da cana-de-açúcar no bioma Cerrado

Considerado o segundo maior bioma brasileiro, o Cerrado, está distribuído em 10 estados brasileiros, mais o Distrito Federal, totalizando uma área de 204,7 milhões de hectares. Conforme mapeamento realizado no âmbito do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica (PROBIO), com base em imagens Landsat – TM de 2002, 60,5% da área do bioma ainda estavam cobertos por vegetação nativa, enquanto as áreas de agricultura e pastagem ocupam cerca de 10% e 29% da área total do bioma, respectivamente (SANO et al., 2007; SANO et al., 2010).

Como se pode observar na figura 1, uma área de aproximadamente 32.700 km², até o ano de 2007, era ocupada com plantações de cana-de-açúcar, área esta que compreende principalmente a região centro sul do bioma, em particular as porções do bioma localizadas no estado de São Paulo.

O mapeamento da cultura de cana-de-açúcar tem sido realizado, de forma sistemática, no âmbito do projeto CANASAT, uma iniciativa do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em conjunto com a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (Esalq/USP) e o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC). O principal objetivo desse projeto é mapear as áreas cultivadas com cana-de-açúcar com base em imagens de sensoriamento remoto ópticas passivas (ex. CBERS CCD). O CANASAT teve início com o mapeamento das áreas de cana do estado de São Paulo, para as safras 2003/04 e 2004/05. Posteriormente, já na safra de 2005/06, o mapeamento foi estendido para os estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Paraná, os quais são os principais produtores de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil (RUDORFF e SUGAWARA, 2007; SILVA et al., 2009). Todos os mapeamentos e dados de área cultivada estão disponibilizados no site <<http://www.dsr.inpe.br/canasat>>.

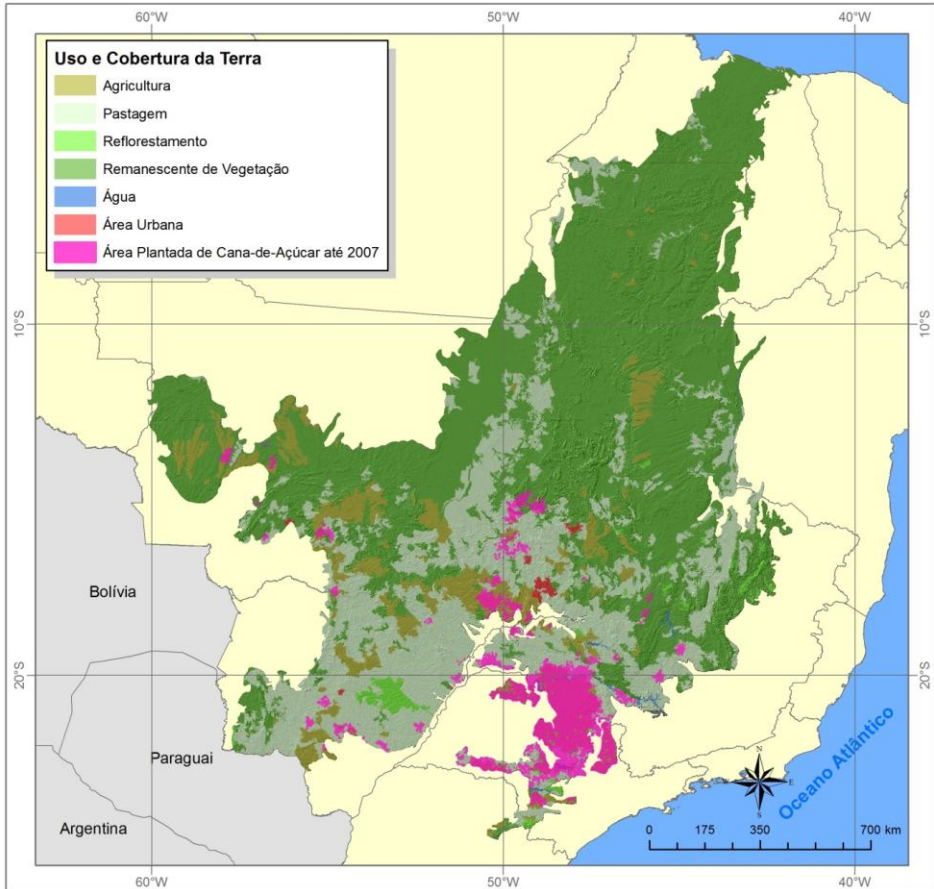


Figura 1: Uso e cobertura da terra no bioma Cerrado, conforme dados PROBIO, com destaque para as áreas ocupadas com cana-de-açúcar (dados CANASAT).

As áreas com cultura de cana-de-açúcar no Bioma Cerrado concentram-se nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, conforme pode ser visto na figura 2.

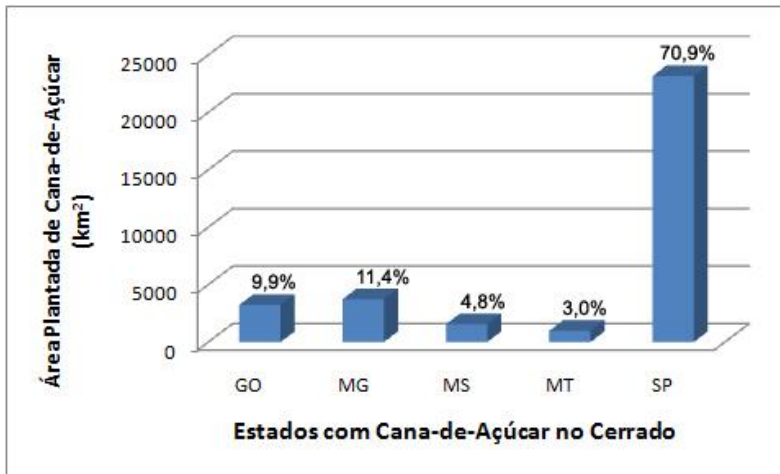


Figura 2: Distribuição da área plantada com cana-de-açúcar conforme os limites estaduais abrangidos pelo bioma Cerrado. Fonte (CANASAT).

Em relação às principais classes de cobertura e uso da terra, aproximadamente 72,08% e 23,10% da área plantada com cana-de-açúcar, ou seja, 23.172,09 e 7.426,33 km², coincidiam com áreas ocupadas por agricultura e pastagem, respectivamente, sendo que 3,35% (1.075,69 km²) situavam-se sobre áreas mapeadas em 2002 como remanescentes de Cerrado (figura 3).

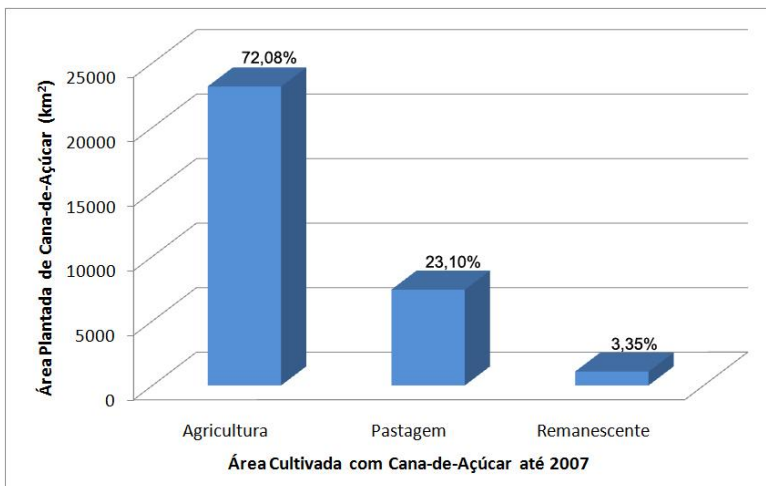


Figura 3: Área cultivada com cana-de-açúcar em relação às principais classes de cobertura e uso da terra encontradas no bioma Cerrado (conforme mapeamento PROBIO).

Da mesma forma, ressalta-se a presença de cana-de-açúcar nas chamadas áreas prioritárias para conservação da biodiversidade (SCARAMUZZA et al., 2008; MACHADO; PAGLIA; FONSECA, 2010; MMA, 2007) (10,42% ou 3408.53 km²) e no entorno (até 10 km) das unidades de conservação (29% ou 9052.19 km²). Outro impacto observado diz respeito à pronunciada ocorrência de incêndios em áreas plantadas com cana-de-açúcar, dos quais resultam significativas emissões de aerossóis e gases de efeito estufa (LONGO et al., 2009). Em 2007, dos 6058 focos de calor detectados em áreas de agricultura, 47,35% (2869) coincidiram com áreas mapeadas como cana-de-açúcar. Em relação às áreas queimadas em 2007, conforme mapeamento obtido a partir do produto MODIS MCD45A1 (ROY et al. 2005, BOSCHETTI et al. 2006), aproximadamente 1.236,53 km² de áreas cultivadas com cana-de-açúcar (0,96%) foram queimadas, de um total de 128.501,20 km² de cicatrizes de queimadas encontrados sobre o conjunto de remanescentes e áreas convertidas do bioma Cerrado.

Cenário para a expansão da cultura de cana-de-açúcar no bioma Cerrado

Como observado em Ribeiro; Ferreira, L. Ferreira, N., (2010), a presença da cana-de-açúcar está condicionada a certos fatores da paisagem, bem como à existência de infraestrutura. Especificamente em relação ao estado de Goiás, observou-se que os 3.479,12 km² plantados com cana estão preferencialmente distribuídos sobre latossolos (77% de toda a área plantada), com topografia plana a levemente ondulada (97 % de toda a área plantada) e situados até 30 km das usinas de álcool e açúcar (95% de toda a área plantada).

Com base nestes resultados, bem como nos critérios preconizados no ZAE Brasil, procedeu-se à identificação das áreas favoráveis à expansão do cultivo da cana-de-açúcar, por meio da intersecção geográfica entre todas as variáveis de interesse, considerando a expectativa de que esta ocorra principalmente sobre áreas de pastagens, como sugerem Mello; Canepa; Costa, (2010) (tabela 1).

Tabela 1: parâmetros e critérios utilizados na identificação de áreas favoráveis à expansão do cultivo de cana-de-açúcar no bioma cerrado.

Variáveis Utilizadas	Parâmetros
Distância para proteção de rodovias	>= 100m
Distância para proteção de Áreas de Preservação Permanente	>= 100m
Declividade	<= 6°
Distância para proteção de remanescente	>= 200m
Distância para proteção de áreas urbanas e outras localidades	>= 1km
Distância para proteção de aeroportos	>= 6km
Distância para proteção de Unidades de Conservação	>= 10km
Distância de usinas de açúcar e álcool	<= 30km
Solo	= Latossolo
Uso do Solo	= Pastagem

Conforme pode ser observado na figura 4, uma área aproximada de 187.682,8 km² (33,70% da totalidade de pastagens cultivadas no bioma Cerrado) apresenta-se propícia à expansão da cana-de-açúcar, considerando a legislação ambiental vigente (Brasil, 1965), a existência de infraestrutura e proximidade das usinas em funcionamento e planejadas, e atributos da paisagem variando dentro de certos limites.

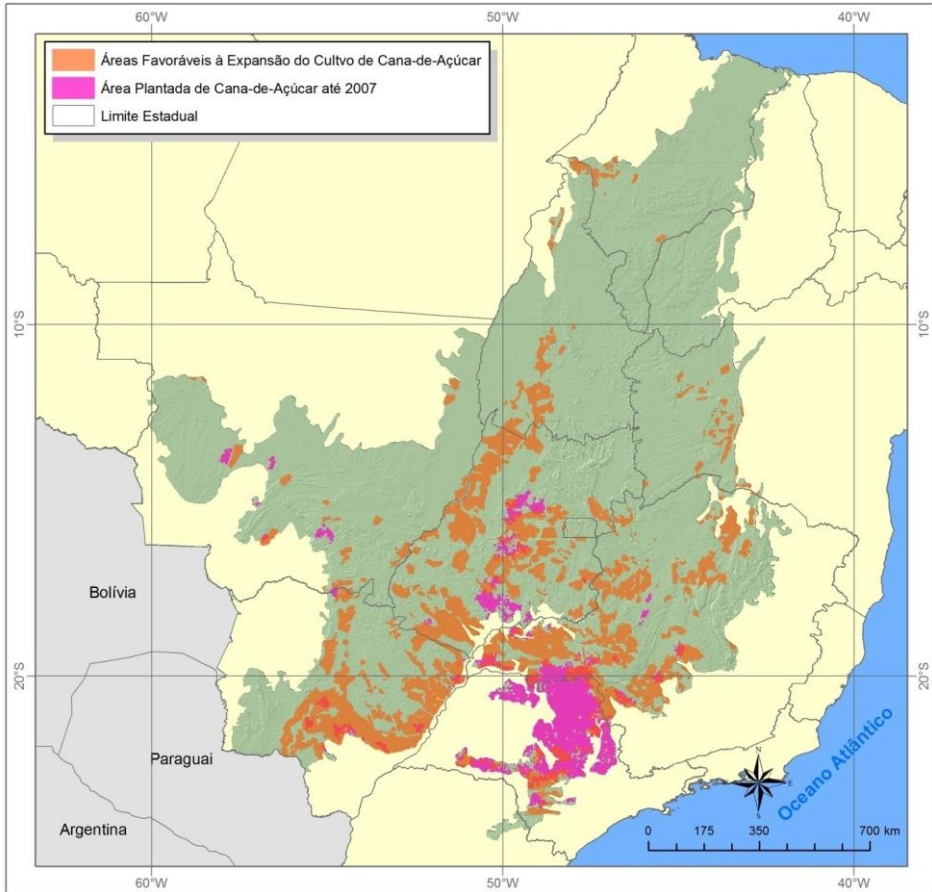


Figura 4 - Áreas de pastagens cultivadas propícias à expansão do cultivo de cana-de-açúcar no bioma Cerrado

Em relação às três categorias de pastagens identificadas por Ferreira et al. (2010), em função da produtividade primária líquida, a maior parte desta expansão (50,72%) situa-se nas pastagens de qualidade intermediária (tipo 2), enquanto que aproximadamente 24% e 26% das áreas de pastagens favoráveis ao aumento das

lavouras de cana situam-se sobre pastagens de qualidade superior e qualidade inferior, respectivamente.

Esta área de expansão potencial, preferencialmente concentrada nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais (figura 5), corresponde a 5,7 vezes a área ocupada com cana até 2007. Assim, é interessante observar que um aumento da lotação bovina no bioma Cerrado, das atuais 1,5 cabeças por hectare (considerando um rebanho de 8.869.738 de cabeças) (IPEADATA, 2010) para 2,2 cabeças por hectares, viabilizaria a expansão da cultura de cana-de-açúcar, sem comprometer o rebanho bovino atual, a agricultura e os remanescentes de vegetações nativas existentes no cerrado.

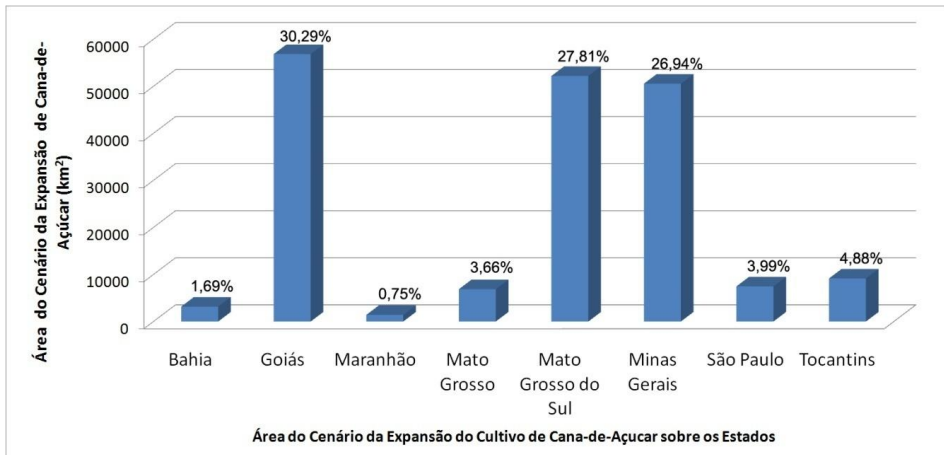


Figura 5: Área do cenário de expansão do cultivo de cana-de-açúcar em relação à área de Cerrado nos estados.

Cenário e realidade

Conforme a figura 6, o incremento na área plantada de cana de açúcar entre 2007 e 2008 ($7.265,83 \text{ km}^2$) e entre 2008 e 2009 ($3.988,65 \text{ km}^2$) ocorreu principalmente no estado de São Paulo, seguido de Goiás.

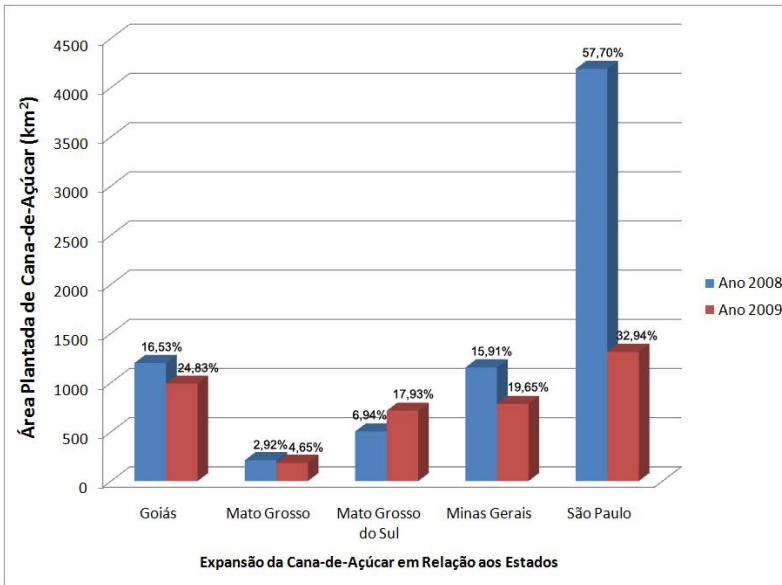


Figura 6: Incremento na área plantada com cana-de-açúcar, para os interstícios de 2007-2008 e 2008-2009, segundo a área dos estados produtores localizada no bioma Cerrado.

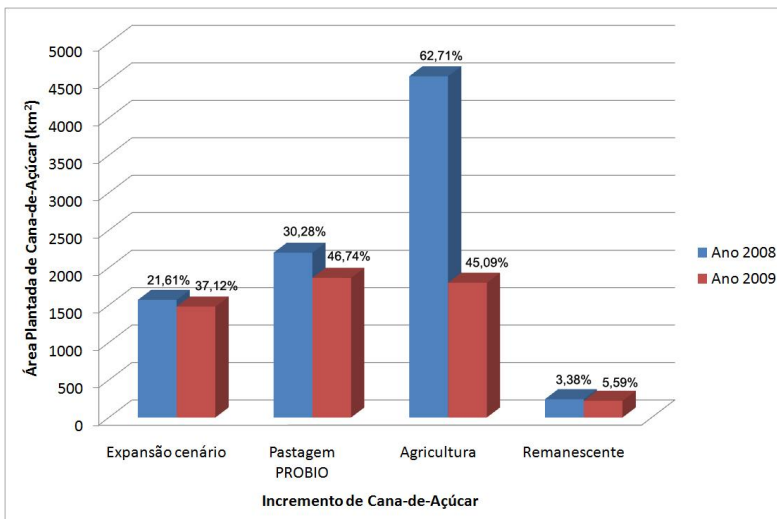


Figura 7: Proporção do aumento da área plantada com cana-de-açúcar em relação às áreas de pastagens mapeadas como potencialmente favoráveis e em relação às principais classes de cobertura e uso da terra, conforme mapeamento PROBIO.

É interessante observar que, para os períodos 2007-2008 e 2008-2009, a maior parte dos incrementos em área (62,71% e 45,09%) ocorre sobre as áreas identificadas como agricultura em 2002, indicando pronunciada substituição de culturas (figura 7). Em relação às áreas de pastagens mapeadas como favoráveis à expansão, estas concentram 21,61% e 37,12% do aumento em área nos dois períodos analisados, enquanto que as pastagens em geral concentram percentuais ligeiramente maiores (30,28% e 46,74%), o que sugere o avanço da cana sobre pastagens pouco apropriadas, seja do ponto de vista ambiental (ex. solos menos férteis etc.), seja do ponto de vista legal (ex. aumento da cana sobre áreas de proteção permanente). Também é importante considerar os pequenos incrementos (3,38% e 5,59%, respectivamente) sobre áreas mapeadas como remanescentes em 2002, conforme ilustra a figura 7.

Ainda em relação à cobertura vegetal nativa remanescente, 0,70% e 0,50% do incremento na área plantada com cana-de-açúcar tangencia ou coincide, respectivamente com os alertas de desmatamentos mapeados pelo Sistema Integrado de Alerta de Desmatamentos (SIAD Cerrado) (FERREIRA et al., 2007; ROCHA et al., 2010) para os períodos de 2007-2008 e 2008-2009, confirmando que, ainda que de forma pouco significativa, a expansão da cana-de-açúcar também está ocorrendo em detrimento direto ao desmatamento de áreas ainda preservadas de Cerrado (figura 8).

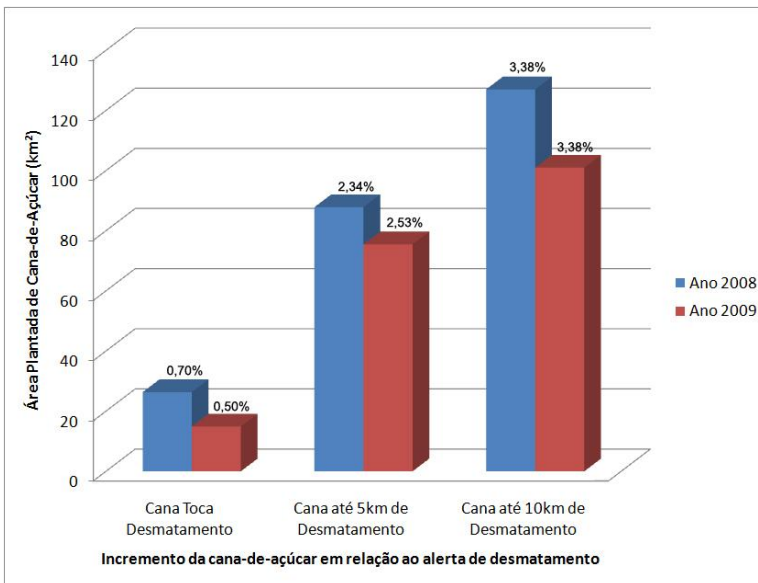


Figura 8: Relação entre os incrementos nas áreas ocupadas com cana-de-açúcar e os alertas de desmatamentos mapeados pelo SIAD Cerrado nos períodos de 2007-2008 e 2008-2009

Considerações

Este estudo buscou obter um retrato, tão detalhado quanto possível, sobre a presença atual da cana-de-açúcar no bioma Cerrado, bem como sobre a expansão potencial desta cultura. Conforme os nossos resultados demonstram, a presença da cana no Cerrado apresenta alguns impactos ambientais negativos, em função da proximidade com áreas protegidas ou prioritárias à conservação da biodiversidade, associação com queimadas e expansão sobre áreas remanescentes.

Em relação à expansão da área plantada com cana-de-açúcar, esta pode ser de até seis vezes a área ocupada atualmente, conforme os critérios definidos pelo Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar no Brasil – (ZAE Brasil) e a expectativa de que esta expansão seja restrita às áreas de pastagens. Assim, os impactos ambientais serão minimizados, passíveis de controle e assimiláveis a médio e longo prazo. Da mesma forma, os impactos sobre a atividade pecuária também podem ser compensados, caso a opção de ocupação preferencial de pastagens degradadas seja efetivamente buscada, bem como ocorra o aumento da produtividade bovina. De fato, caso a lotação bovina aumente das atuais 1,5 para 2,2 cabeças por hectare, o protagonismo internacional que se busca em relação ao etanol não comprometerá o papel do Brasil no setor pecuário, cujo rebanho bovino é o maior do mundo (CNPQ, 2009).

Por outro lado, ao validar-se este cenário de expansão, confrontando-o com os incrementos em área plantada entre 2007 e 2008 e entre 2008 e 2009, observa-se que a cana-de-açúcar avança principalmente sobre áreas já cultivadas e até mesmo sobre áreas remanescentes. Em relação à substituição de pastagens, esta ocorre, em parte, sobre áreas pouco favoráveis, tanto do ponto de vista legal, quanto ambiental.

A expectativa é de que tais constatações possam servir de alerta, induzindo a um maior monitoramento e fiscalização. Como se demonstra neste estudo, por meio da análise integrada de imagens de sensoriamento remoto, dados censitários e demais bases cartográficas disponíveis, tanto este monitoramento, quanto uma efetiva governança territorial são possíveis, em curto prazo e à baixos custos. Só assim pode-se esperar a produção de biocombustíveis em larga-escala, sem o comprometimento da biodiversidade remanescente e sem o comprometimento da produção de alimentos. Seguindo-se com rigor a legislação ambiental, e tendo por referência critérios técnico-científicos e de desenvolvimento sustentável, certamente a expansão sucroalcooleira em curso trará impactos positivos ao bioma Cerrado, principalmente no que diz respeito à infraestrutura, hoje insuficiente para atender às demandas do desenvolvimento regional.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela concessão de bolsa na categoria de doutorado para o primeiro autor. Agradecemos também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas, nas categorias produtividade em pesquisa, para o segundo e terceiro autores.

Referências

BOSCHETTI, L. et al., 2006, **A sampling method for the retrospective validation of global burned area products**. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, **44**, pp. 1765-1774.

BRASIL. **LEI Nº 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965**. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771compilado.htm> . Acesso: 10 de setembro de 2010.

BRASIL. **DECRETO Nº 6.961, DE 17 DE SETEMBRO DE 2009**. Aprova o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar e determina ao Conselho Monetário Nacional o estabelecimento de normas para as operações de financiamento ao setor sucroalcooleiro, nos termos do zoneamento. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 set. 2009. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6961.htm>. Acesso: 10 de setembro de 2010.

CNPC - Conselho Nacional de Pecuária de Corte - National Beef Cattle Council (2009). **Balço de Pecuária Bovídea de Corte: 1994-2009**. Disponível em:<<http://www.cnpc.org.br/arquivos/Balanco.xls>>. Acesso: 01 de novembro de 2010.

FERREIRA, L. G. et al. **Cultivated pastures in the Brazilian savanna: biophysical characteristics and fire occurrence as observed by moderate resolution satellite**. International Journal of Remote Sensing, 2010 (em processo de revisão).

FERREIRA, N. C. et al. **An operational deforestation mapping system using MODIS data and spatial context analysis**. International Journal of Remote Sensing (Print), v. 28, p. 47-62, 2007.

GOLDEMBERG, J ; GUARDABASSI, P . **Are biofuels a feasible option?**. Energy Policy, v. 37, p. 10-14, 2009.

GOLDEMBERG, J. **The Brazilian biofuels industry. Biotechnology for Biofuels**, v. 1/6, p. 1-6, 2008.

INPE/CANASAT. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/>>. Acesso: 10 de agosto de 2007.

IPEADATA. Disponível em: < <http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso:

JANK, M. S. et al. **Dinâmica e perspectiva dos Biocombustíveis no Brasil e no Mundo**. ICONE. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.iconebrasil.com.br/arquivos/noticia/1266.pdf>>. Acesso em: 20 de setembro de 2010.

JANK, M. S. **AS TENDÊNCIAS DOS BIOCMBUSTÍVEIS NO BRASIL Diálogos Capitais 2010: O Brasil e a Energia do Amanhã**. FAAP. São Paulo, 2010. Disponível em: <www.unica.com.br> . Acesso: 20 de setembro de 2010.

LONGO, K. et al. **Regional representativity of AERONET observation sites during the biomass burning season in South America determined by correlation studies with**

MODIS Aerosol Optical Depth. Journal of Geophysical Research, v. 114, p. D13301, 2009.

MACHADO, R. B.; PAGLIA A. P.; FONSECA R. L. **Áreas e paisagens prioritárias no Cerrado, Pantanal e Amazônia.** Conservação Internacional – Brasília - DF. Disponível em:<

http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/6_Areas_Cerrado_Pant_Amaz_Paglia.pdf

>. Acesso: 08 de outubro de 2010.

MANZATTO C. V. et al. (Org.). **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar** — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2009. 55 p.: il.

MASIERO, G. ; LOPES, H. **Etanol e biodiesel como recursos energéticos alternativos: perspectivas da América Latina e da Ásia.** Revista Brasileira de Política Internacional, v. 2, p. 60-79, 2008.

MELLO, E. B.; CANEPA, E. L., COSTA, M. M. **Visões Ambientais para o Financiamento de Biocombustíveis no Brasil** Departamento de Meio Ambiente do BNDES. Disponível em:<

http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/15_Finaciamento_Biocombust_BNDES.pdf>. Acesso: 13 de outubro de 2020.

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR **Brasil, EUA e UE divulgam relatório sobre especificação de biocombustíveis.** 2008 Disponível em:<

<http://www.mdic.gov.br/portalmdic/sitio/interna/noticia.php?area=1¬icia=7977>>.

Acesso: 11 de outubro de 2010.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **PORTARIA MMA Nº 09, de 23 DE JANEIRO DE 2007.** Reconhece como áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira as áreas que menciona. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 jan. 2007.

NEVES, M. F. ; [CONEJERO, M. A.](#) . **Sistema Agroindustrial da Cana: Cenários e Agenda Estratégica.** Revista de Economia Aplicada, v. 11, p. 587-604, 2007.

PONTI L.; GUTIERREZ A. P. **Overview on Biofuels From a European Perspective .** Bulletin of Science Technology & Society 2009 29: 493

[RIBEIRO, N. V.](#) ; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C. **Expansão sucroalcooleira no estado de Goiás: uma análise exploratória a partir de dados sócio-econômicos e cartográficos.** Geografia (Rio Claro. Impresso), v. 35, p. 331-344, 2010.

ROY, D. P. et al. 2005, **Prototyping a global algorithm for systematic fire affected area mapping using MODIS time series data.** *Remote Sensing of Environment*, **97**, pp. 137–162.

RUDORFF, B. F. T.; [SUGAWARA, L. M.](#) . **Mapeamento da cana-de-açúcar na Região Centro-Sul via imagens de satélite.** Informe Agropecuário (Belo Horizonte), v. 28, p. 79-86, 2007.

SANO, E. E. et al. **Mapeamento de cobertura vegetal do Bioma Cerrado: estratégias e resultados.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 33p. – Documentos Cerrados, ISSN 1517-5111;190

SANO, E. E. et al. **Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil.** Environmental Monitoring and Assessment (Print), v. 166, p. 113-124, 2010.

SCARAMUZZA, C. A. M. et al. **Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade em Goiás.** In: Ferreira, L.G.. (Org.). A encruzilhada socioambiental: biodiversidade, economia e sustentabilidade no Cerrado. Goiânia, GO: Editora da Universidade Federal de Goiás, 2008, v. , p. 13-66.

SILVA, W. F. et al. **Análise da expansão da área cultivada com cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil: safras 2005/2006 a 2008/2009.** In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2009, Natal - RN. Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos : INPE, 2009. p. 467-474.

UNICA. **Coréia do Sul quer aumentar em mais de quatro vezes parcela de bioenergia na matriz até 2030.** 2010. Disponível em: <
<http://www.unica.com.br/noticias/show.asp?nwsCode=%7BB08DE801-2404-4193-8A42-62F355A70973%7D>> Acesso: 20 de setembro de 2010.

Noely Vicente Ribeiro

Professora do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás. Possui graduação em Engenharia Cartográfica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás Campus Samambaia, 74001970 - Goiânia, GO. Caixa-postal: 131.
E-mail: noely.ribeiro@uol.com.br

Laerte Guimarães Ferreira

Professor Associado do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás. Possui graduação em Geologia pela Universidade de Brasília, mestrado em Geologia Econômica pela Universidade de Brasília e doutorado em Ciência do Solo / Sensoriamento Remoto pela University of Arizona.
Campus Samambaia, 74001970 - Goiânia, GO. Caixa-postal: 131.
E-mail: laerte@ufg.br

Nilson Clementino Ferreira

Professor da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. Possui graduação em Engenharia Cartográfica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, mestrado em Engenharia de Transportes pela Universidade de São Paulo e doutorado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás.
Setor Leste Universitário. Escola de Engenharia Civil. 74605220. Goiânia-GO.
E-mail: nclferreira@gmail.com

Recebido para publicação em maio de 2014
Aprovado para publicação em agosto de 2014