



DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR EM RELAÇÃO AO USO DA TERRA E AO ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DA CANA NO ESTADO DE GOIÁS

Rherison Tyrone Silva Almeida¹

Rodrigo Moura Pereira¹

Noely Vicente Ribeiro²

Alisson Neves Harmyans Moreira¹

RESUMO

Desde as últimas décadas, a indústria sucroalcooleira brasileira vem conquistando notoriedade no cenário do agronegócio internacional. O estado de Goiás, situado no bioma Cerrado, é o segundo maior produtor de etanol do Brasil e um dos mais ameaçados pelo avanço agropecuário. Antes de 2009, o país não possuía políticas agrícolas e ambientais relacionadas ao ordenamento territorial da agroindústria da cana-de-açúcar. Por consequência, ocorreram modificações na paisagem, resultantes da substituição de outros usos para o cultivo da cana-de-açúcar. Nesse contexto, objetivou-se quantificar a distribuição territorial da cana-de-açúcar em relação ao uso da terra e ao Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar (ZAE Cana), antes e após sua implementação, durante o período de 2006 e 2012 no Estado de Goiás. Utilizando o *software* ArcGIS, os resultados mostraram que, entre 2005 a 2012, as áreas plantadas com cana-de-açúcar cresceram 302%. Entre 2006-2008, a expansão ocorreu preferencialmente sobre as áreas de agricultura e, após 2010, sobre as de pastagem. A partir de 2010, 87% do plantio foi realizado nas áreas aptas do ZAE Cana, e 13%, fora do ZAE Cana. No ZAE Cana, a expansão ocorreu sobre as áreas de agricultura. Fora do ZAE Cana, o plantio incidiu preferencialmente sobre as áreas de pastagem, seguido pelas de agricultura e de remanescentes de vegetação nativa. Em 2012, as áreas remanescentes de vegetação nativa perderam 22% de sua área para a expansão da cana-de-açúcar. O ZAE Cana proporcionou formas para o ordenamento territorial da cana-de-açúcar, mas ainda é necessário que haja monitoramento para evitar a expansão fora do zoneamento.

Palavras-chave: Etanol; Ordenamento Territorial; Uso e Ocupação Sustentável; SIG, ZAE Cana.

ABSTRACT

The Territorial Distribution of Sugarcane in Relation to Land-use and Agro-ecological

¹ Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia, GO, Brasil. E-mail para correspondência: rherison.almeida@gmail.com

² Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás - UFG, Goiânia, GO, Brasil. E-mail para correspondência: noely.ribeiro@iesa.ufg.br

Zoning of Sugarcane in the State of Goiás. Since last decades, Brazilian ethanol industry has gained notoriety in international agribusiness. The state of Goiás, located in the Cerrado biome, is one of the most threatened by agricultural advancement and is the second largest producer of ethanol in Brazil. Before 2009, the country didn't have agricultural and environmental policies related to the territorial planning of sugarcane agro-business. Consequentially, changes in the landscape have occurred as a result of altering land usage for the cultivation of sugarcane. Therefore the objective of this study was to quantify the territorial sugarcane distribution in relation to land-use types and the Agro-Ecological Zoning of Sugarcane (AEZ Cane), both before and after the zoning implementation, in the state of Goiás during the period of 2006 to 2012. Using geoprocessing techniques from the *ArcGIS* software, results show a 302% increase in the number of sugarcane fields from 2005-2012. During 2006-2008, agriculture was the preferred area of sugarcane expansion, and after 2010, the preference for expansion moved to pasture lands. From 2010 on (after AEZ Cane implementation), 87 % of the sugarcane was planted in suitable AEZ Cane areas and 13% was planted outside. Agricultural fields were the preferred areas for expansion in AEZ Cane, suggesting a crop substitution. Outside the zoning, expansion tended to occur in pasture lands, followed by agricultural fields and remaining native vegetation areas. In 2012, the remnants of native vegetation areas lost 22% in order for increased sugarcane expansion. The AEZ Cane provided forms to sugarcane spatial planning. But the need for monitoring must remain in order to prevent expansion outside the zoning areas.

Keywords: Ethanol; Territorial Ordainment; Sustainable Land Use; GIS; AEZ Cane.

INTRODUÇÃO

Desde as últimas décadas, a indústria sucroalcooleira brasileira vem conquistando notoriedade no cenário do agronegócio internacional. Atualmente, o Brasil é líder mundial na produção de etanol derivado da cana-de-açúcar. Segundo os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2013), na safra 2012/2013, o Estado de Goiás foi responsável por 8,3% da produção nacional, correspondendo a cerca de 821 mil litros de etanol, atrás somente do Estado de São Paulo, responsável por 57%.

Segundo Rudorff *et al.* (2010), para suprir a demanda doméstica por etanol, influenciada pelo início da fabricação de carros *flexfuel* desde o início da década de 2000, novas áreas de cana-de-açúcar foram cultivadas em larga escala. Em Goiás, durante o período de 2005 a 2007, Ribeiro *et al.* (2010) observaram que as áreas de plantio de cana-de-açúcar aumentaram 37%, sendo que 66% da expansão desse plantio ocorreu sobre áreas identificadas como de uso agrícola, sugerindo uma significativa substituição de cultivos.

O Estado de Goiás, dentre todos os outros estados brasileiros, detém a maior cobertura ou representatividade do bioma Cerrado (Sano *et al.*, 2008). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2010), na década de 2000, o Cerrado foi o mais ameaçado dos biomas, com taxa de desmatamento anual de 0,7%. Myers *et al.* (2000) consideraram este bioma como um dos *hotspots* de biodiversidade no mundo, tanto pelos seus aspectos ambientais quanto pela intensa ocupação agropecuária, tornando-se a região de expansão da nova fronteira agrícola brasileira.

No Plano Nacional de Agroenergia, o governo projetou a produção total de etanol em aproximadamente 30 bilhões de litros. A consolidação dessa expectativa representará a incorporação de 3 milhões de hectares de novas áreas para plantio (Mapa, 2006), o que poderá, assim, exercer um grande impacto sobre o bioma Cerrado.

Até a criação do ZAE Cana (Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar) no ano de 2009, o país não possuía políticas agrícolas e ambientais relacionadas ao seu ordenamento territorial. Em consequência, ocorreram modificações na paisagem, resultantes da substituição de outras coberturas para o cultivo da cana-de-açúcar. Em regiões do Estado de São Paulo, por exemplo, Guedes *et al.* (2006) relataram a falta de diversificação da produção agrícola em terras onde houve especialização na produção de cana-de-açúcar.

Diante da necessidade de buscar formas para minimizar os impactos causados pela expansão sucroalcooleira sem afetar o ritmo de produção, desenvolveu-se o ZAE Cana. Este zoneamento tem como intenção permitir a expansão da cana-de-açúcar seguindo diretrizes, tais como: indicação de áreas com potencial agrícola para cultivo sem restrições ambientais; exclusão de áreas de remanescentes de vegetação nativa e indicação de áreas onde se desenvolvem usos antrópicos, como as áreas de pastagem, por exemplo; redução da competição direta com áreas de produção de alimentos, dentre outras. Com o intuito de fornecer suporte técnico para a formulação de políticas públicas, o ZAE Cana visa o ordenamento da expansão e a produção sustentável de cana-de-açúcar no território brasileiro (Embrapa, 2009).

Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo quantificar a distribuição territorial da cana-de-açúcar em relação ao uso da terra e ao Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (ZAE Cana) antes e após sua implementação, durante o período de 2006 a 2012, no Estado de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada para o Estado de Goiás, localizado no Centro-Oeste do Brasil. Esta região apresenta particularidades bastante favoráveis à produção agrícola, tais como: solo, topografia, clima, infraestrutura (Ribeiro *et al.*, 2010), bem como localização geográfica próxima aos grandes pólos agroindustriais. Tudo isso contribui para que esta seja uma das áreas preferenciais para a plantação da cana-de-açúcar. Dada a importância dessa região, o ZAE Cana propõe 12.600.530 hectares de áreas aptas para a expansão de tal cultivo (Figura 1).

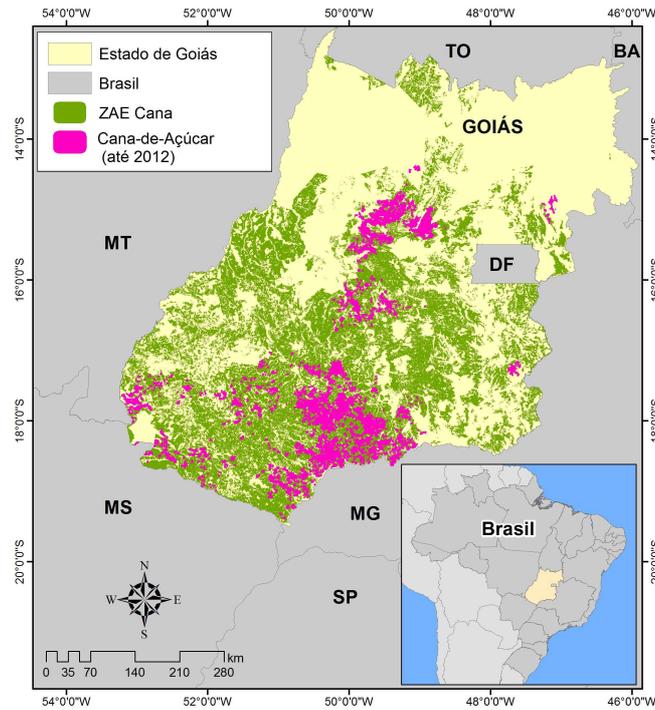


Figura 1. Distribuição do plantio de cana-de-açúcar em relação ao Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar ZAE Cana (Fonte: Canasat, Embrapa, 2010).

A base de dados utilizada foi composta por arquivos vetoriais do tipo *shapefiles*, de áreas plantadas com cana-de-açúcar entre 2005 e 2012; de uso e ocupação do solo; e do zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar (ZAE Cana). Os dados das áreas plantadas com cana-de-açúcar são de origem do projeto Canasat do Instituto de Pesquisas Espaciais (Rudorff *et al.*, 2010).

Os dados de uso e ocupação do solo foram elaborados no âmbito do Projeto de Conservação e utilização sustentável da diversidade biológica do Ministério do Meio Ambiente, de 2002 (Probio, 2007). Este projeto classificou o uso e ocupação do solo dos biomas brasileiros em escala de 1: 250.000, sendo, inclusive, utilizado como base de dados para elaboração do ZAE Cana.

O ZAE Cana proposto pelo Governo Federal Brasileiro foi coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, sendo elaborado na escala de 1:250.000 (Embrapa, 2009). Criado pelo decreto nº 6.961, entrou em vigência a partir do dia 17 de setembro de 2009, data de publicação no diário oficial. Nesse projeto são indicadas as áreas de melhor aptidão agrícola de acordo com as condições edafoclimáticas e de uso do solo para o planejamento do uso sustentável das terras.

Dentre vários critérios metodológicos adotados para a elaboração do ZAE Cana, é importante ressaltar que, de acordo com a Embrapa (2009), foram excluídas do projeto as áreas cultivadas com cana-de-açúcar até o ano de 2007, utilizando-se o mapeamento realizado pelo

Projeto Canasat, ou seja, todas as áreas cultivadas com cana-de-açúcar até 2007 estão localizadas em áreas inaptas, fora do ZAE Cana.

Os dados geográficos vetoriais foram espacializados utilizando o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS (ESRI, 2015). Foi adotada a Projeção Cônica Equivalente de Albers, a qual mantém a conformidade, garantindo a deformação mínima de formas e áreas, permitindo a realização de cálculos para o estado de Goiás.

A partir dos dados de área plantada com cana-de-açúcar de 2006 a 2012 (Rudorff *et al.*, 2010), foram feitas operações de intersecção das classes de agricultura, pastagem e remanescente de vegetação nativa existentes no mapeamento de uso e ocupação do solo (Probio, 2007) com o ZAE Cana (Embrapa, 2009). Os dados resultantes foram quantificados (em hectares), para que, posteriormente, se realizasse a geração do mapa temático de localização e gráficos que auxiliaram na análise da expansão territorial da cana-de-açúcar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2005, a área plantada com cana-de-açúcar correspondia a 230.674,41 hectares. Em 2012, houve o aumento para 927.134,33 hectares (Figura 2). Isso indica que, durante o período de 2005 a 2012, houve uma expansão da área plantada com cana-de-açúcar no Estado de Goiás de 302%, ou seja, 696.459,92 hectares. A título de comparação, este incremento corresponde a uma área superior à do Distrito Federal (580.200 hectares), plantada exclusivamente com cana-de-açúcar.

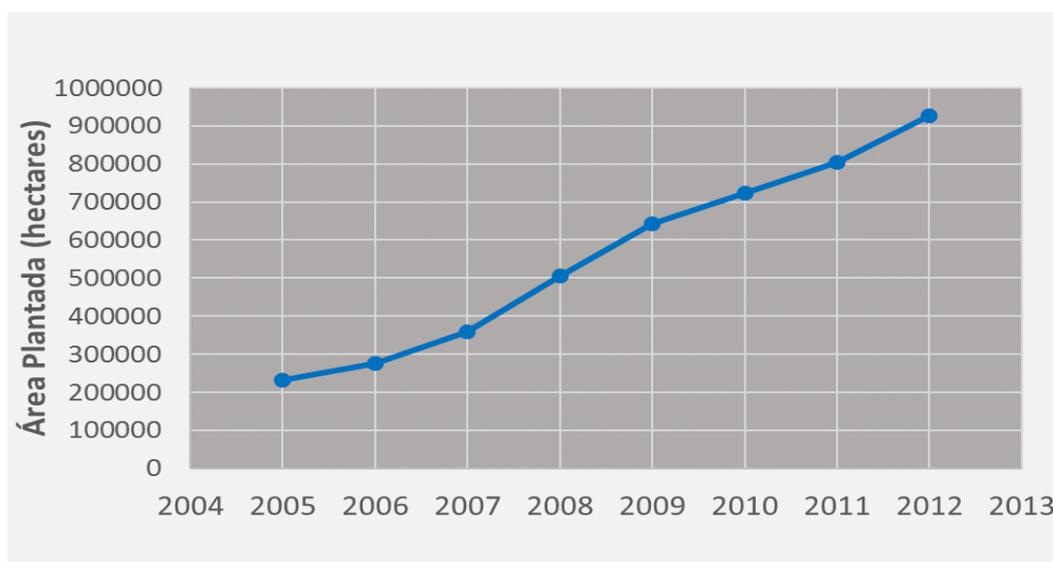


Figura 2. Crescimento da área plantada com cana-de-açúcar durante 2005 a 2012 no Estado de Goiás (Fonte: Canasat e Embrapa, 2010.)

No período analisado, 2006 apresentou a menor expansão e 2008, a maior expansão durante o período analisado, com 44.691,8 hectares, e 146.259,6 hectares de cana-de-açúcar plantada no Estado, respectivamente.

As áreas correspondentes à classe de agricultura foram as preferenciais para a expansão da cana-de-açúcar, exceto em 2009, 2011 e 2012, quando a expansão ocorreu em maior proporção sobre áreas de pastagem. Isso mostra que, ao longo desses anos, ocorreu uma significativa substituição de outros cultivos pela cultura da cana-de-açúcar. Embora a expansão sobre as áreas de pastagem nos últimos dois anos (2011 e 2012) tenha sido maior, o cultivo sobre áreas com outros cultivos agrícolas ainda apresentou representatividade significativa nas taxas anuais de expansão (Figura 3). Outro fato que merece atenção é a expansão da cana-de-açúcar sobre áreas remanescentes de vegetação nativa, como pode ser visto na Tabela 1. Observa-se que, mesmo após a implementação do ZAE Cana, houve grande expansão sobre essas áreas consideradas não aptas para cana-de-açúcar, ocorrendo um acréscimo de 631,92 ha em 2006 para 5.429 hectares em 2012.

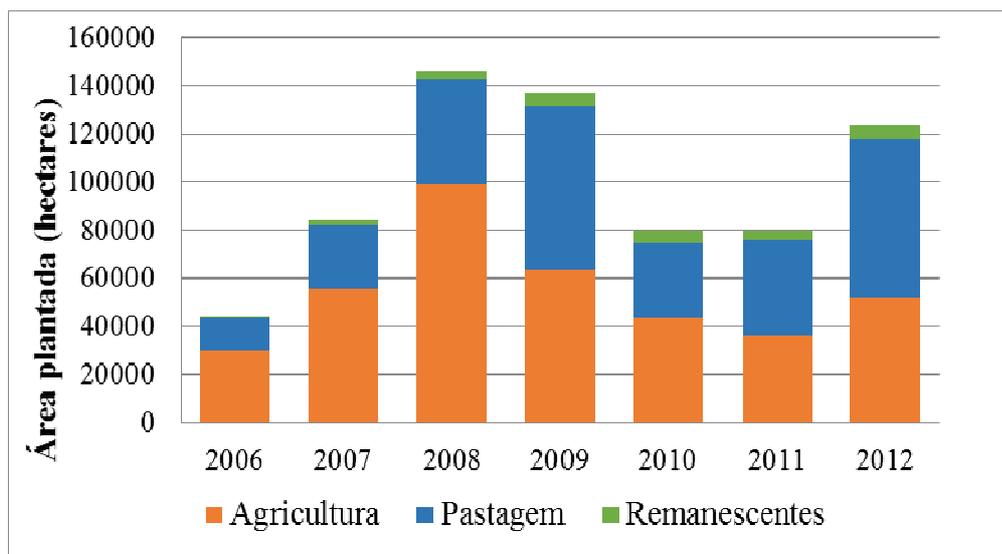


Figura 3. Distribuição da área plantada com cana-de-açúcar em relação ao uso da terra durante 2006 a 2012, no Estado de Goiás (Fonte: Canasat, Probio, 2010).

Tabela 1. Quantificação da distribuição anual de cana-de-açúcar em relação ao uso da terra no Estado de Goiás (Fonte: Canasat, Probio, 2010).

Ano	Uso da terra (hectares)		
	Agricultura	Pastagem	Remanescentes
2006	29.833	1.408	631,9
2007	55.592	26.759	2.035
2008	99.192	43.838	3.093
2009	63.641	68.046	5.757
2010	43.924	30.963	5.047
2011	36.363	3.930	4.028
2012	52.166	65.807	5.429

Após a implementação do ZAE Cana, de 2010 a 2012, o incremento das áreas plantadas para o cultivo de cana-de-açúcar somou 283.610 hectares, dos quais 87% estavam plantados em área apta segundo o zoneamento e 13 %, em áreas inaptas (fora do ZAE Cana). A tendência de expansão do cultivo da cana-de-açúcar sobre áreas que seriam futuramente indicadas como aptas no ZAE Cana já podia ser observada em 2008 e 2009, antes de sua implementação. Contudo, verificou-se que, durante o período de 2006 a 2007, mais de 90% da cana-de-açúcar plantada ocorreram fora das áreas que atualmente são consideradas aptas pelo zoneamento (Figura 4). Na tabela 2, estão quantificados os incrementos anuais do plantio em área apta do ZAE Cana e em área localizada fora do ZAE Cana.

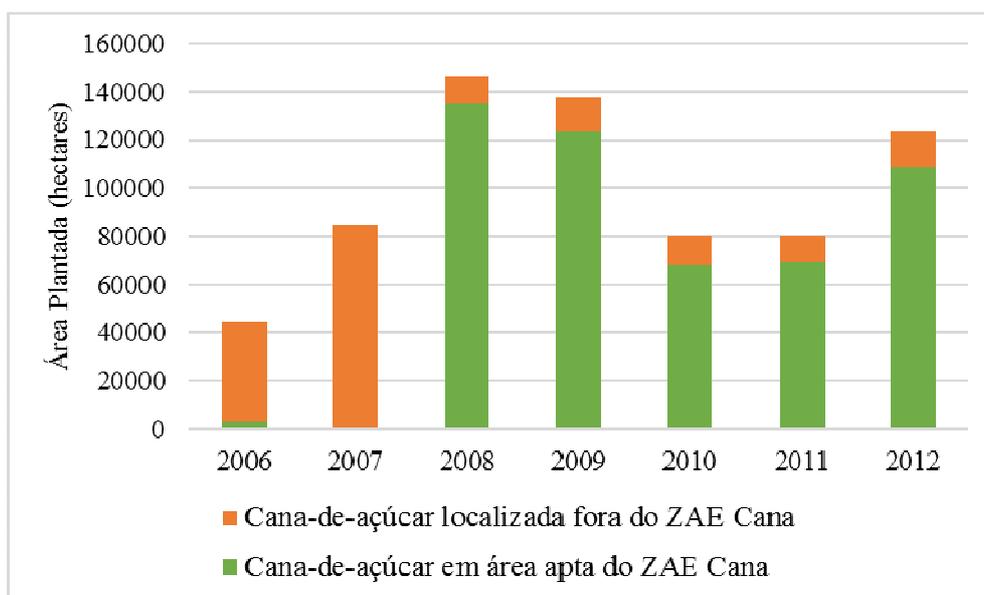


Figura 4. Incremento plantado com cana-de-açúcar em área apta do ZAE Cana e fora do ZAE Cana durante 2006 a 2012 no Estado de Goiás.

Tabela 2. Quantificação do incremento plantado anualmente em área apta do ZAE Cana e fora do ZAE Cana durante 2006 a 2012 no Estado de Goiás.

Ano	Área plantada (hectares)		Incremento Total
	Área apta do ZAE Cana	Fora do ZAE Cana	
2006	2.954	41.739	44.691
2007	35,4	84.552	84.587
2008	135.096	11.211	146.259
2009	123.317	14.598	137.589
2010	68.671	11.371	80.018
2011	69.784	10.180	79.743
2012	108.669	14.932	123.508

Analisando o incremento da cana-de-açúcar plantado em áreas localizadas fora do ZAE Cana, entre 2006 a 2007 ocorreu a maior expansão, totalizando 195.516,7 hectares. O incremento plantado durante este período aconteceu, principalmente, sobre as áreas de agricultura. Nos anos seguintes, houve uma redução significativa da expansão sobre esse tipo de área localizada fora do zoneamento. A quantidade plantada de 2008 a 2012 correspondeu a 1/3 do que foi plantado durante todo o período de 2006 a 2007 (Figura 5). A partir de 2010, com o ZAE Cana em vigência, a expansão continuou baixa como nos dois anos anteriores. Percebe-se ainda que, quando a cana-de-açúcar é plantada em locais fora do zoneamento, as áreas tendenciais para expansão foram as de pastagem, seguidas pelas de agricultura e remanescentes de vegetação nativa. Em 2012, as áreas de remanescentes de vegetação nativa perderam 22% para a plantação da cana-de-açúcar. Essa quantidade foi pouco menor que a de agricultura, que representou 26% (3.909,6 hectares) da plantação total naquele ano (Tabela 3).

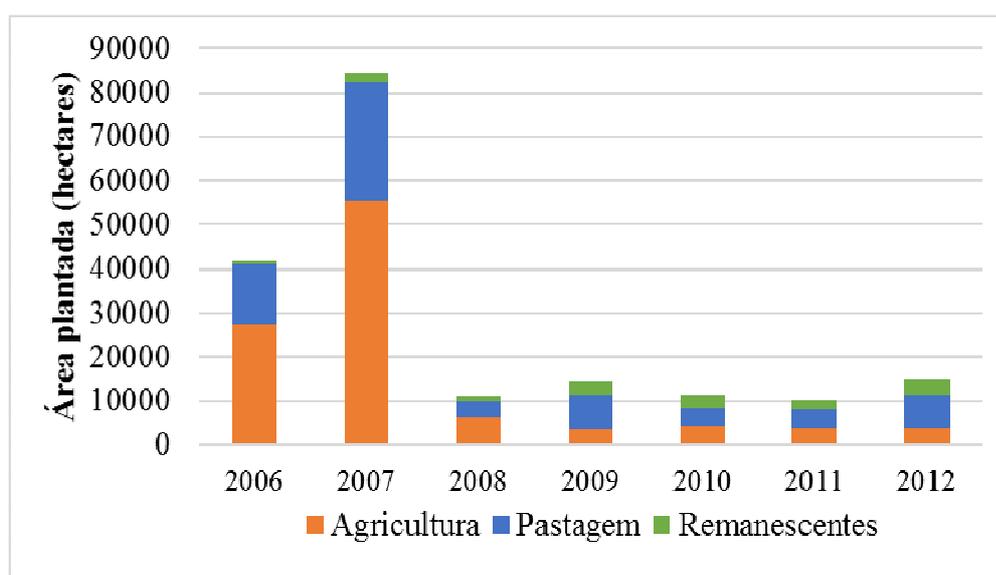


Figura 5. Incremento plantado com cana-de-açúcar em áreas localizadas fora do ZAE Cana durante 2006 a 2012 no Estado de Goiás.

Tabela 3. Quantificação do incremento plantado anualmente em áreas localizadas fora do ZAE Cana em relação ao uso da terra durante 2006 a 2012 no Estado de Goiás.

Ano	Uso da terra (hectares)		
	Agricultura	Pastagem	Remanescentes
2006	27.393	13.589	613,1
2007	55.557	26.759	2.035
2008	6.523	3.379	1.239
2009	3.627	7.686	3.274
2010	4.578	3.868	2.891
2011	3.737	4.228	2.183
2012	3.909	7.581	3.417

O ZAE Cana destinou 4.818.797,5 hectares para o cultivo da cana-de-açúcar sobre as áreas de agricultura e 7.781.735,22 hectares sobre as de pastagem, totalizando 12.600.530,00 hectares para a plantação no Estado de Goiás. Constatou-se que o plantio de cana-de-açúcar no Estado até o ano de 2012 ocorreu em 6,9% dessas áreas de agricultura e em 2,4% dessas áreas de pastagem, totalizando 527.884,4 hectares de cana-de-açúcar plantados na área apta do ZAE Cana, o que representa 4,1% do total proposto pelo zoneamento.

Em 2006 e 2007, os incrementos do plantio da cana-de-açúcar na área apta do ZAE Cana foram pouco representativos, totalizando 9.628,5 hectares. Isso confirma que a maior parte da cana-de-açúcar plantada nesse período se localizava fora dos domínios que seriam estabelecidos como aptos no zoneamento. Cabe ressaltar que o motivo do ano de 2007 apresentar pequena quantidade no incremento plantado (apenas 35,4 hectares) é devido ao método utilizado na geração do zoneamento, como já mencionado.

A partir de 2008 é verificado que, em relação aos anos anteriores, a expansão da cana-de-açúcar começou a ocorrer predominantemente na área apta do ZAE Cana. Em 2008 e 2009, a expansão canavieira sobre as áreas de agricultura representou 77% (104.060,08 hectares) e 61,8% (76.280,91 hectares), respectivamente. Os plantios restantes ocorreram sobre áreas de pastagem.

Com o ZAE Cana em vigência, entre 2010 e 2012, nota-se que, apesar de haver um pequeno decréscimo, a opção pela expansão da plantação da cana-de-açúcar sobre as áreas de agricultura ainda continua sendo preferencial, embora indicando uma participação maior em áreas de pastagem, que passaram a ter maior representatividade nesse período. Em 2010, a expansão sobre agricultura representou 58,7% (40.315,3 hectares), contra 41,2% de pastagem. No ano de 2011, a expansão sobre as áreas de agricultura foi de 53,8% (37.586,03 hectares), e de pastagem, 46,1%. Em 2012, a expansão foi de 55,9% (60.775,8 hectares) sobre agricultura e de 44% sobre pastagem (Figura 6).

Na tabela 4, estão quantificados os incrementos plantados anualmente na área apta do ZAE Cana sobre áreas de agricultura e pastagem.

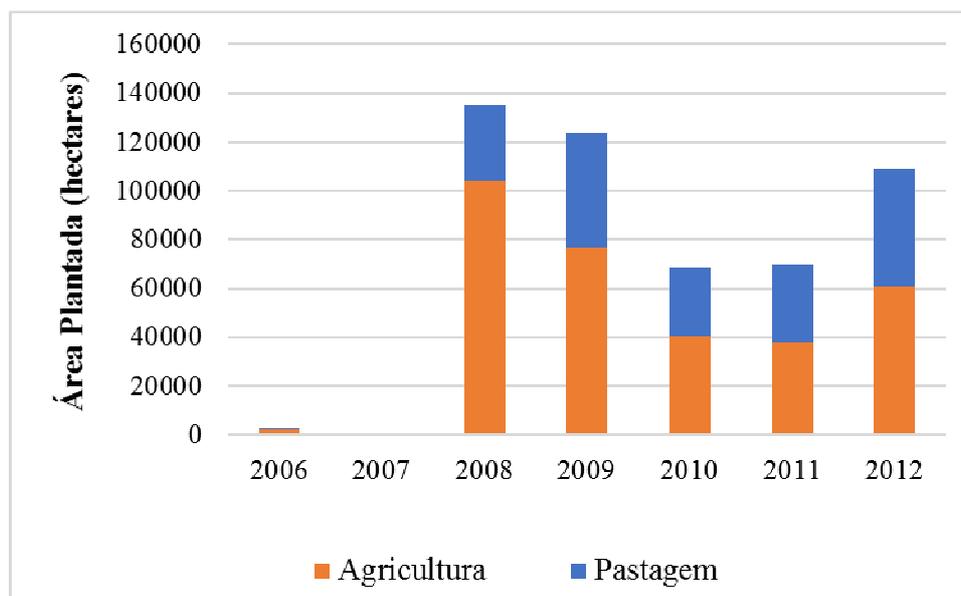


Figura 6. Incremento plantado com cana-de-açúcar na área apta do ZAE Cana durante 2006 a 2012 no Estado de Goiás.

Tabela 4. Quantificação do incremento plantado anualmente na área apta do ZAE Cana em relação ao uso da terra durante 2006 a 2012 no Estado de Goiás.

Ano	Uso da terra (hectares)	
	Agricultura	Pastagem
2006	2.297	656,7
2007	10,1	25,3
2008	104.060	31.036
2009	76.280	47.036
2010	40.315	28.356
2011	37.586	32.198
2012	60.775	47,889

CONCLUSÕES

A intersecção entre as bases de dados vetoriais de área plantada com cana-de-açúcar, uso e ocupação do solo e ZAE Cana permite quantificar os padrões de distribuição da cana-de-açúcar.

De 2010 a 2012, 87,9% da cana-de-açúcar foi plantada na área apta do ZAE Cana e 12,9%, fora do ZAE Cana.

Na área considerada apta pelo ZAE Cana, a de expansão preferencial da cana-de-açúcar ocorreu sobre áreas de agricultura. Fora do ZAE Cana, existe um equilíbrio entre expansão sobre

áreas de pastagem e de agricultura, mas o que merece a atenção é a expansão sobre as áreas remanescentes de vegetação nativa, que, a partir de 2009, duplicou.

Apesar do ZAE Cana permitir a expansão do plantio da cana-de-açúcar sobre áreas de agricultura, seria aconselhável que se expandisse sobre as áreas de pastagem, sobretudo as degradadas, com o intuito de conter a substituição de cultivos. Isso evitaria futuros problemas relacionados ao abastecimento alimentício e à ocupação de áreas de remanescentes de vegetação nativa para recompensar a perda da produção alimentícia pela cana-de-açúcar.

Após sua implementação, o ZAE Cana proporcionou formas para o ordenamento territorial da cana-de-açúcar. Mas é necessário que haja monitoramento e controle por parte dos órgãos governamentais sobre a expansão da agroindústria canavieira, assegurando, assim, o cumprimento das metas de sustentabilidade propostas pelo zoneamento ZAE Cana.

REFERÊNCIAS

- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. 2013. Série história de produção de álcool anidro. 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 8 jan. 2015.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2009. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa Solos, 55p.
- ESRI – ArcGIS. 2015. **ArcGIS Free Trial Version 10.2.2**. Published by ESRI.
- GUEDES, S. N. et al. 2006. Mercados de terra e de trabalho na (re)estruturação da categoria social dos fornecedores de ana de Ribeirão Preto. **Revista de Economia Agrícola**, 53(1):107-122.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2010. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado: conservação e desenvolvimento**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/>>. Acesso em: 21 jan. 2015.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2006. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. Brasília: Embrapa, 108p.
- MYERS, N. et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403(1):853-858.
- RUDORFF, B. F. T. et al. 2010. Expansão sucroalcooleira no Estado de Goiás: uma análise exploratória a partir de dados sócio-econômicos e cartográficos. **Geografia (Rio Claro. Impresso)**, 35(2):331-344.
- SANO, E. E. et al. 2008. Padrões de cobertura de solos do estado de Goiás. In: L. G. Ferreira (Org.). **A encruzilhada socioambiental: biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado**. Goiânia: Cãnone/CEGRAF-UFG, p. 65-67.