

# Produção de biocombustível e alteração da composição agropecuária no Centro-Oeste do Brasil

Biofuel production and changing of agricultural composition in Midwest region of Brazil

*La production de biocarburants et le changement de composition agricole dans la région du Midwest du Brésil*

*La producción de biocombustibles y los cambios en la composición de la agricultura en el Medio Oeste de Brasil*

Wagner Luiz Lourenzani\*

Roberto Bernardo\*

Marcellus Marques Caldas\*\*

Recebido em 30/09/2015; revisado e aprovado em 11/12/2015; aceito em 05/02/2016

DOI: [http://dx.doi.org/10.20435/1984-042X-2016-v.17-n.4\(02\)](http://dx.doi.org/10.20435/1984-042X-2016-v.17-n.4(02))

---

**Resumo:** Este trabalho tem o objetivo de analisar a alteração da composição agrícola na região Centro-Oeste do Brasil, especificamente nos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás, provocada pela significativa expansão do cultivo da cana-de-açúcar. O Modelo *Shift-Share* foi utilizado para calcular os efeitos escala e substituição das principais atividades em análise. Os resultados revelam que a dinâmica de expansão alterou a composição agropecuária das regiões estudadas, contribuiu para a redução da diversidade agrícola e para a diminuição de áreas produtoras de alimentos da cesta básica.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar; substituição; composição agrícola.

**Abstract:** This work aims at analyzing the changing composition of agriculture in Midwest region of Brazil, specifically in the states of Mato Grosso do Sul and Goiás, caused by the significant sugarcane expansion. The Shift-Share Model was used to calculate the scale and replacement of the main analyzed activities. The results show that the expansion changed the agricultural composition of the studied regions, contributed to the reduction of agricultural diversity and the reduction of food staple production areas.

**Key words:** sugarcane; replacement; agricultural composition.

**Résumé:** Ce travail vise à analyser la composition changeante de l'agriculture dans la région du Midwest du Brésil, en particulier dans les États du Mato Grosso do Sul et Goiás, causée par l'expansion de la canne à sucre significative. Le Shift-Share modèle a été utilisé pour calculer l'échelle et le remplacement des principales activités analysés. Les résultats montrent que l'expansion a modifié la composition agricole des régions étudiées, a contribué à la réduction de la diversité agricole et la réduction des zones de production de base alimentaire.

**Mots-clés:** canne à sucre; remplacement; composition agricole.

**Resumen:** Este trabajo tiene como objetivo analizar el cambio en la composición de la agricultura en el Medio Oeste de Brasil, específicamente en los estados de Mato Grosso do Sul y Goiás, causada por la significativa expansión del cultivo de caña de azúcar. Se utilizó el Modelo Shift-Share para calcular la escala y la sustitución de las principales actividades que se examina. Los resultados muestran que la expansión cambió la composición agrícola de las regiones estudiadas, contribuyó a la reducción de la diversidad agrícola y la reducción de las áreas de producción de alimentos de la canasta básica.

Palabras clave: caña de azúcar; reemplazo; composición de la agricultura

---

\* Universidade Estadual Paulista (UNESP), Tupã, São Paulo, Brasil

\*\* Kansas State University (KSU), Kansas, United States of America.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, grandes esforços mundiais têm sido dedicados à busca de fontes de energias renováveis e menos poluentes, devido às implicações econômicas, sociais, ambientais e políticas do uso dos combustíveis fósseis (DUFFEY, 2006; WWI, 2006; FARGIONE et al., 2008). A busca pelo desenvolvimento sustentável tem moldado as estratégias dos governos, que, em certa medida, buscam o aumento da participação das denominadas energias renováveis nas matrizes energéticas em seus países.

Dentre as diferentes fontes de energias renováveis, os biocombustíveis são aqueles obtidos a partir da biomassa (NASS et al., 2007). De acordo com a FAO (2013), os biocombustíveis surgiram na interface entre a agricultura e a energia, e podem ser considerados como um dos desenvolvimentos agrícolas mais significativos dos últimos anos.

A crescente preocupação com a mudança climática e a consequente demanda por alternativas energéticas ao petróleo têm aumentado a produção mundial de biocombustíveis e, conseqüentemente, o cultivo das culturas agrícolas utilizadas na sua produção (FARGIONE et al., 2008).

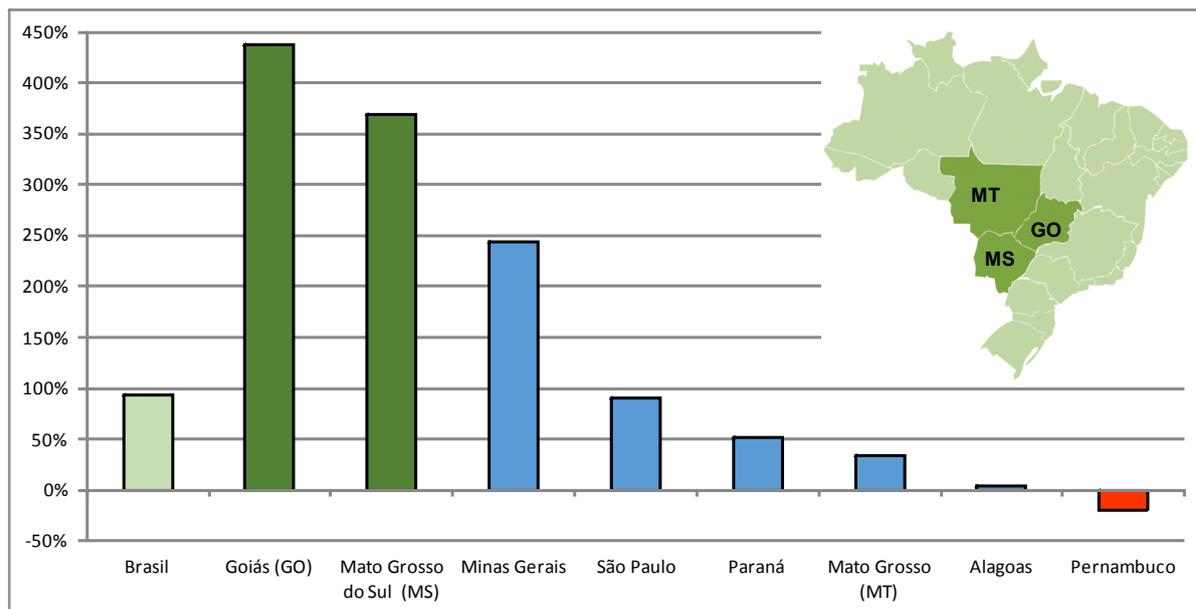
O Brasil apresenta grande destaque mundial na produção de biocombustíveis, especialmente o etanol da cana-de-açúcar. De acordo com Martinelli e Filoso (2008), Nass et al. (2007) e Goldemberg et al. (2008), o país apresenta vantagens competitivas e comparativas na produção desses produtos, em função da disponibilidade de recursos naturais (terra, água e radiação solar), da tecnologia (produção e processamento) e de mão de obra. Em 2014, o balanço energético brasileiro revelou que 39,4% da oferta de energia interna advém de energia renovável. Destaque se dá à energia proveniente dos derivados da cana-de-açúcar, que representam 15,7% da oferta total (EPE, 2015).

Atualmente, o Brasil figura como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e de açúcar, além de ser o segundo maior produtor de etanol. De acordo com AGRIANUAL (2015), estava prevista, para a safra 2013/2014, uma produção de cerca de cerca de 658 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 37,8 milhões de toneladas de açúcar e 27,6 bilhões de litros de etanol.

Nos últimos 20 anos, o crescimento da produção da cana-de-açúcar mais do que duplicou no Brasil (NEVES, 2014). O lançamento dos veículos bicombustíveis, em 2003, propiciou a retomada da importância da produção de etanol e, conseqüentemente, uma nova fase de expansão do cultivo de cana-de-açúcar. Esse crescimento se deu de forma heterogênea no país, e algumas regiões passaram a ter papel de destaque.

A representatividade das regiões brasileiras que cultivam cana-de-açúcar alterou-se recentemente e, segundo Demattê (2014), o Centro-Oeste assumiu o papel de segundo maior produtor do país, e da região que mais tem crescido. Destacam-se os estados de Goiás e de Mato Grosso do Sul nessa dinâmica (Figura 1). Os referidos estados obtiveram, no período entre 2003 e 2013, uma expressiva taxa de crescimento da produção em toneladas de cana-de-açúcar, respectivamente, de 437% e 369%. No mesmo período, o Brasil cresceu 94% (IBGE, 2015).

Esse rápido processo de expansão tem gerado debates em diferentes dimensões científicas. Diversas questões relacionadas à sustentabilidade da produção de biocombustíveis têm sido discutidas na literatura, tais como o possível impacto na produção de alimentos e na segurança alimentar (AJANOVIC, 2011; FAO, 2013; ZILBERMAN et al., 2012); os efeitos ambientais a partir da mudança do uso da terra (RAGHU et al., 2006; FARGIONE et al., 2008; SPAROVEK et al., 2009, TSAO et al., 2012) e os efeitos sociais no campo (MOL, 2007; MORAES, 2007; BAPTISTA, 2012).



**Figura 1** – Taxa de crescimento (%) da produção da cana-de-açúcar (toneladas) no Brasil e principais estados produtores, entre 2003 e 2013

Fonte: elaborado pelo autor a partir de dados do IBGE (2015).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é analisar a alteração da composição agropecuária da região Centro-Oeste do Brasil, mais especificamente nos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás, frente à rápida expansão das áreas de produção de cana-de-açúcar, a qual foi potencializada pelos investimentos para o aumento da produção de biocombustíveis. Especificamente, pretende-se caracterizar a dinâmica da produção agrícola dos referidos estados e de suas mesorregiões mais representativas, identificando quais atividades incorporaram e/ou cederam área.

## 2 METODOLOGIA

A base metodológica utilizada neste trabalho é de natureza aplicada, na tentativa de responder ao problema da pesquisa. A pesquisa, quanto ao seu objetivo, tem caráter exploratório, pois ocorre em um estágio inicial de uma pesquisa sobre um dado fenômeno.

Para tanto, são utilizadas a pesquisa

bibliográfica e a documental. A pesquisa bibliográfica, caracterizada pelo estudo e análise de documentos de domínio científico, tais como livros, periódicos, artigos científicos, contribuiu para a identificação, caracterização e análise da alteração da composição agropecuária no centro-oeste brasileiro.

O recorte geográfico adotado neste trabalho é definido pelas mesorregiões mais representativas de produção canieira dos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás, respectivamente, o Sudoeste do Mato Grosso do Sul e o Sul Goiano.

O período entre os anos de 2003 e 2013 define o recorte temporal desta pesquisa. Considera-se que o surgimento do carro flexfuel, em 2003, foi um dos principais fatores para a nova fase de expansão da cultura de cana-de-açúcar no Brasil.

Com o intuito de identificar a alteração da área agricultável da região de estudo, utilizou-se o Modelo *Shift-Share* (LOURENZANI; CALDAS, 2014; CAMARGO et al., 2008; SANTOS et al., 2008). Esse modelo pressupõe que

a área agricultável se modifica em um determinado período, devido à alteração do tamanho ou escala do conjunto formado pelas atividades que concorrem pelo fator terra, ou pela substituição de um produto por outro dentro desse conjunto.

Pela decomposição da variação da área no período de análise, é possível calcular os efeitos escala e substituição das principais atividades. A representação do modelo analítico utilizado nesta pesquisa se dá pela seguinte expressão:

$$A_{i2} - A_{i1} = (\alpha A_{i1} - A_{i1}) + (A_{i2} - \alpha A_{i1})$$

em que:

$A_{i2} - A_{i1}$  = variação da área cultivada com um atividade "i", entre o período 1 e 2;

$(\alpha A_{i1} - A_{i1})$  = efeito-escala

$(A_{i2} - \alpha A_{i1})$  = efeito-substituição

sendo:

$$\alpha = A_{t2} / A_{t1} \quad A_{t1} = \sum_i A_{i1} \quad A_{t2} = \sum_i A_{i2}$$

onde,  $A_{t1}$  e  $A_{t2}$  são as áreas totais ocupadas com as n atividades agropecuárias de uma região, respectivamente, nos anos 1 e 2.

O Efeito Escala (EE) é dado pela variação na área de uma atividade, por meio das alterações de tamanho ou escala dos sistemas, mantendo inalterada sua participação dentro deste. Valores positivos e negativos representam, respectivamente, tendências de expansão ou contração do sistema analisado. De acordo com Santos et al. (2008), os valores do efeito escala para cada atividade mostram como seria o comportamento delas, se a ampliação ou a contração da área fosse distribuída de forma uniforme entre elas.

O Efeito Substituição (ES) mostra a variação da participação de uma atividade dentro do sistema, revelando se esta substituiu ou foi substituída por outras atividades. Um valor positivo desse efeito revela que uma atividade substituiu

outras atividades, que tiveram um efeito substituição negativo.

Destaca-se que esse modelo baseia-se na hipótese da proporcionalidade. Nesse contexto, as áreas cedidas por determinadas culturas são proporcionalmente distribuídas para aquelas que expandiram suas áreas. Trata-se, portanto, de um método indicativo e não determinístico, com a capacidade de identificar tendências dos movimentos de substituição (CAMARGO et al., 2008).

Os dados utilizados para a aplicação do método advêm de séries históricas das áreas com lavouras temporárias e permanentes, das respectivas regiões de análise. Esses foram obtidos por meio do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Ressalta-se que, embora relevante para a análise da alteração da composição agropecuária, não há dados oficiais das áreas de pastagens das regiões de estudo no período de análise utilizado. Portanto não foi possível inserir a categoria "pastagens" no modelo *Shift-Share*. Buscando reduzir os efeitos dessa restrição, foi feita uma análise complementar da evolução do rebanho bovino nas regiões estudadas, como indicativo do impacto nas áreas de pastagem no mesmo período de análise.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A expansão canavieira no estado do Mato Grosso do Sul é recente. Alguns fatores atraíram elevado capital das agroindústrias do setor sucroalcooleiro para esse estado, promovendo um novo movimento de expansão. Um dos principais foi o preço da terra, com valores de compra e arrendamento bem menores, quando comparado aos preços praticados no estado de São Paulo. Outros importantes fatores que também contribuíram para a expansão foram os incentivos fiscais; a proximidade com importantes centros consumidores; a topografia plana; o

clima favorável ao cultivo; créditos rurais facilitados; apoio dos institutos de pesquisa tecnológicos agropecuários; e, poucos embates por parte dos principais movimentos sociais (DOMINGUES; THOMAZ JÚNIOR, 2012).

O estado de Mato Grosso do Sul, que é dividido em quatro Mesorregiões

Geográficas (Figura 2), participou com 5,5% de toda produção de cana-de-açúcar brasileira em 2013. Destaque deve ser dado para a Mesorregião Sudoeste, que concentrou 73% de toda produção de cana-de-açúcar do estado, no ano de 2013 (IBGE, 2015).

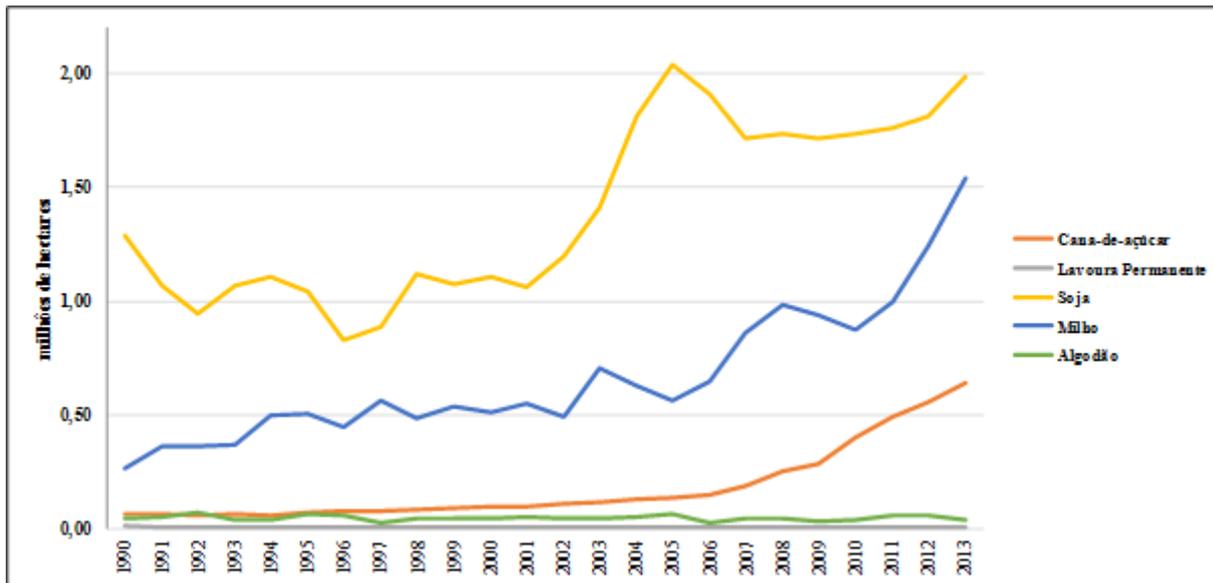


**Figura 2** – Mesorregiões do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

De forma a analisar a dinâmica agrícola no estado de Mato Grosso do Sul, foram sistematizados os dados referentes à evolução das áreas para lavouras permanentes, cana-de-açúcar, soja, milho e algodão, desde 1990 (Figura 3).

A expansão da área de cultivo de cana-de-açúcar no estado do Mato Grosso do Sul sofreu grande expansão a

partir de 2005. Em 2013, essa atividade já representava aproximadamente 15% da área agrícola do estado, atrás apenas das culturas da soja (46%) e do milho (36%). Ressalta-se que o crescimento da área de milho a partir de 2010 é resultado do aumento do cultivo do milho safrinha, que utiliza, de forma intercalada, a mesma área de produção de soja.

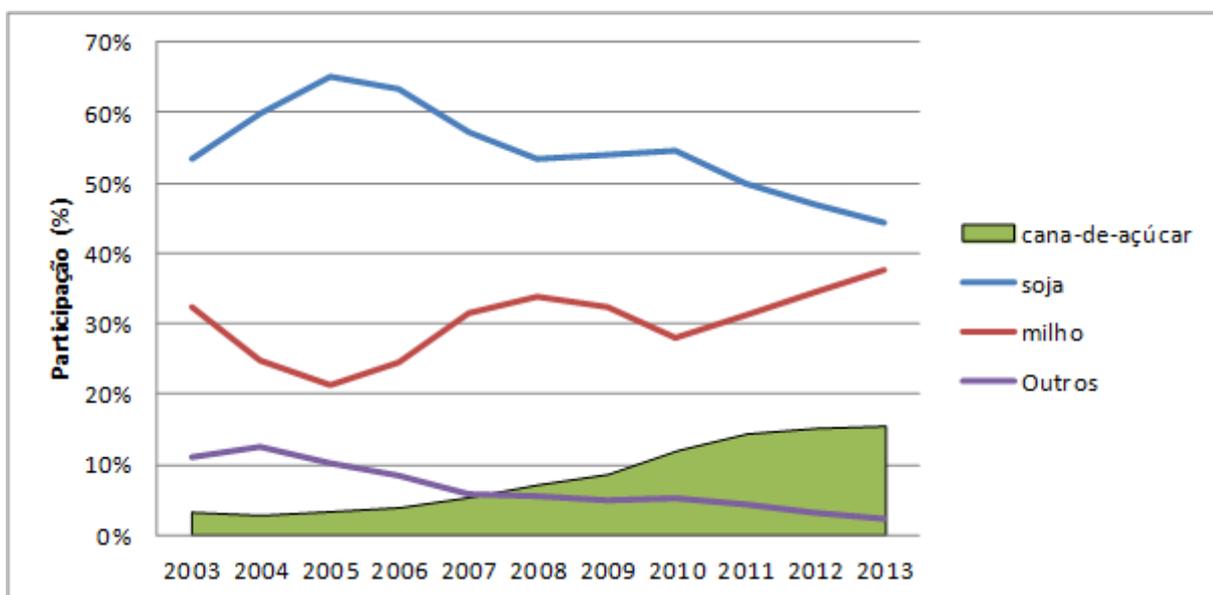


**Figura 3** - Evolução da área plantada em Mato Grosso do Sul com lavouras permanentes, cana-de-açúcar, soja, milho e algodão (em hectares), entre 1990 e 2013

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2015).

Buscando compreender de forma mais aprofundada essa dinâmica, define-se como espaço de análise a Mesorregião do Sudoeste de Mato Grosso do Sul, por ser essa a região produtora canavieira

mais representativa do estado. A Figura 4 revela a dinâmica agrícola das culturas temporárias, em participação da área (%), no período entre 2003 e 2013.



**Figura 4** - Dinâmica agrícola das culturas temporárias, em participação (%), na Mesorregião do Sudoeste de Mato Grosso do Sul, entre 2003 e 2013.

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2015).

É evidenciado no gráfico que o forte crescimento da participação em área da cana-de-açúcar na Mesorregião Sudoeste de Mato Grosso do Sul ocorre em detrimento da participação da área de soja. Ao período de análise, a participação da cultura canavieira passa de 3%, em 2003, para 16%, em 2013. A cultura da soja, que chegou a representar 65% da área, decres-

ceu para 44%, em 2013.

Para compreender a dinâmica de alteração da composição agrícola entre as lavouras permanentes e temporárias dessa Mesorregião, no período entre 2003 e 2013, aplicou-se o Método *Shift-Share*. A Tabela 1 apresenta os resultados das análises realizadas e os efeitos escala e substituição correspondentes.

**Tabela 1** - Efeito Escala (EE) e Efeito Substituição (ES) da Mesorregião do Sudoeste do Mato Grosso do Sul, entre 2003 e 2013

Sudoeste do Mato Grosso do Sul	Ano		Variação da Área		Efeito Escala	Efeito Substituição
	2003	2013	ha	%	ha	ha
Cana-de-açúcar	55.556	470.015	414.459	746%	42.634	371.825
Milho	547.327	1.123.837	576.510	105%	420.017	156.493
Outras Lav. Temporárias	1.374	2785	1.411	103%	1.054	357
Lavoura Permanente	3.144	1.852	-1.292	-41%	2.413	-3.705
Mandioca	18.141	26.070	7.929	44%	13.921	-5.992
Aveia	10.890	5.980	-4.910	-45%	8.357	-13.267
Algodão herbáceo	8.273	390	-7.883	-95%	6.349	-14.232
Feijão	17.262	15.906	-1.356	-8%	13.247	-14.603
Sorgo	9.067	92	-8.975	-99%	6.958	-15.933
Arroz	38.911	10.505	-28.406	-73%	29.860	-58.266
Trigo	80.856	9.195	-71.661	-89%	62.049	-133.710
Soja	903.282	1.327.490	424.208	47%	693.176	-268.968
<b>TOTAL</b>	<b>1.694.083</b>	<b>2.994.117</b>	<b>1.300.034</b>	<b>77%</b>		

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2015).

Observa-se que, no período analisado, a área cultivável da região em estudo cresceu 77%, passando de 1,7 para 3,0 milhões de hectares. O acréscimo de 1,3 milhões de hectares em atividades agrícolas, em um período de 10 anos, evidencia que essa região foi uma forte fronteira agrícola do estado. Destaca-se, nessa análise, o crescimento percentual das culturas de cana-de-açúcar (746%) e do milho (105%). Embora o conjunto de "Outras Lavouras Temporárias" tenha crescido 103%, sua representatividade em área é muito pequena.

Os dados apresentados pelo "Efeito Escala" revela a distribuição da área expandida entre as diferentes culturas agrícolas, em função de suas participações no período inicial de análise. Assim, caso a participação da cultura da soja, em 2003, se

mantivesse em 2013, essa cultura teria sua área acrescida em cerca de 700 mil hectares.

Por outro lado, o "Efeito Substituição" mostra a variação da participação das culturas dentro do sistema, revelando se uma cultura substituiu ou foi substituída por outra, no período analisado. As principais culturas que apresentaram efeito substituição positivo, e consequentemente incorporaram área, foram a cana-de-açúcar e o milho. A cultura da soja, do trigo e do arroz foram aquelas que apresentaram os maiores efeitos negativos, ou seja, cederam área.

A Tabela 2 apresenta as alterações de áreas cultiváveis entre os produtos que incorporaram e cederam áreas na região no período estudado, baseado na análise de efeito substituição.

**Tabela 2** – Efeito Substituição atribuído aos produtos que cederam área, em hectares, na Mesorregião do Sudoeste de Mato Grosso do Sul, entre 2003 e 2013

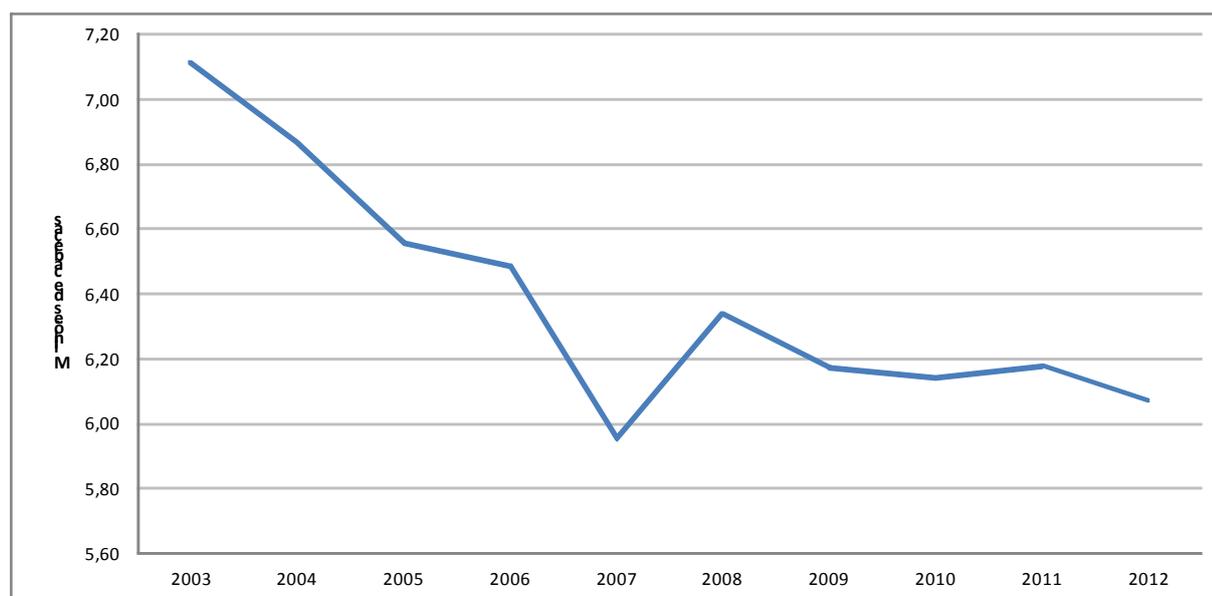
	Produtos que incorporaram área (ha)			
	Cana-de-açúcar	Milho	Outras Lav. Temporárias	Total
<b>Produtos que cederam área (ha)</b>				
Soja	189.169	79.617	181	268.968
Trigo	94.040	39.579	90	133.710
Arroz	40.980	17.247	39	58.266
Sorgo	11.206	4.716	11	15.933
Feijão	10.270	4.323	10	14.603
Algodão	10.009	4.213	10	14.232
Aveia	9.331	3.927	9	13.267
Mandioca	4.215	1.774	4	5.992
Lavoura Permanente	2.606	1.097	2	3.705
<b>Total</b>	<b>371.825</b>	<b>156.493</b>	<b>357</b>	<b>528.675</b>

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2015).

Embora o método utilizado não seja determinístico, percebe-se que a significativa área expandida, no período de 2003 a 2013, sofreu uma distribuição heterogênea entre as culturas agrícolas vigentes. A dinâmica alterou a composição agrícola da região, evidenciando o avanço da cultura da cana-de-açúcar em substituição, principalmente, das áreas de

soja, trigo e arroz.

Buscando analisar um possível impacto da expansão da cana-de-açúcar nas áreas de pastagens, foram analisados os dados referentes à evolução do rebanho bovino na Mesorregião do Sudoeste de Mato Grosso do Sul, entre 2003 e 2012 (Figura 5).



**Figura 5** – Evolução do rebanho bovino na Mesorregião do Sudoeste de Mato Grosso do Sul, em milhões de cabeças, entre 2003 e 2012

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2015).

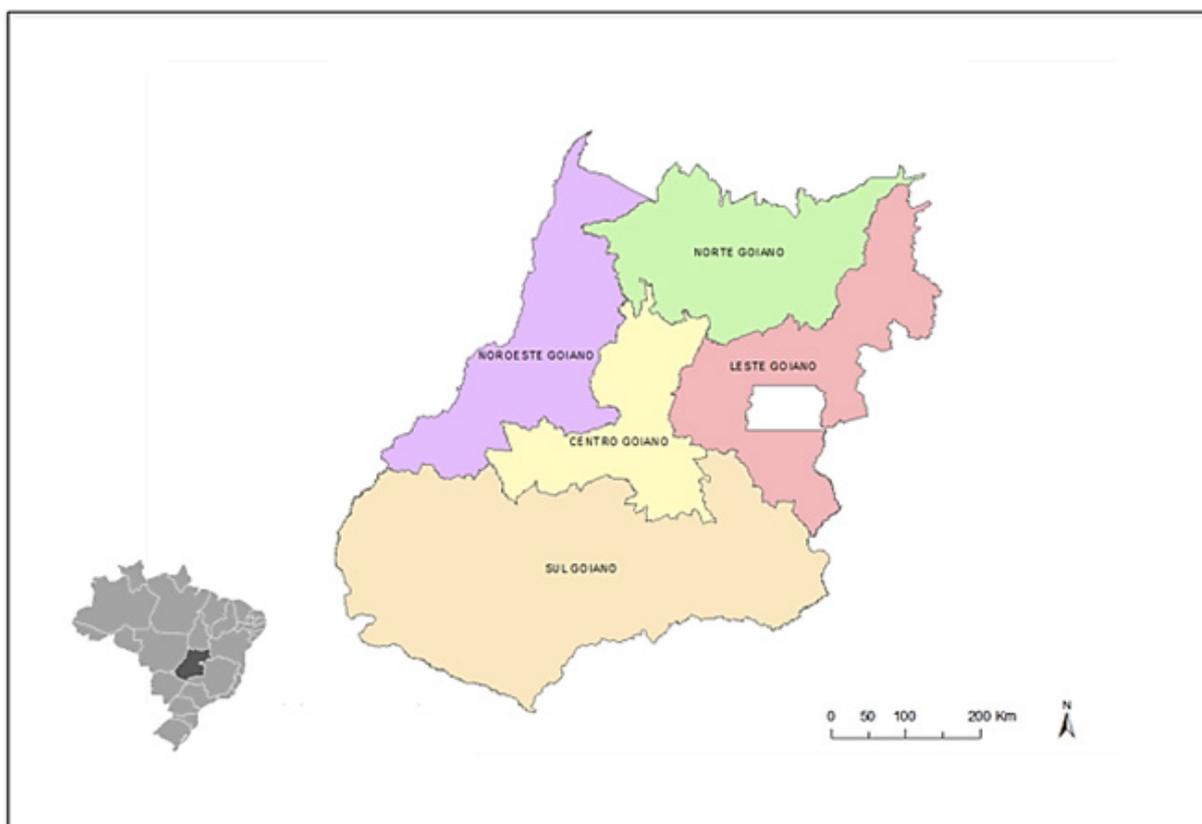
Percebe-se que, a partir de 2003, houve uma redução do rebanho bovino na mesorregião analisada, coincidindo com o avanço do cultivo de cana-de-açúcar. A partir de 2008, o rebanho se estabilizou, porém em um patamar 13% menor do plantel anterior. Pressupõe-se, neste trabalho, que essa redução é acompanhada pelo decréscimo de áreas de pastagens utilizadas na atividade pecuária.

Nesse contexto, portanto, verifica-se que a expansão da cultura da cana em Mato Grosso do Sul se deu por meio da substituição de áreas de importantes atividades agropecuárias do estado, como a soja, o trigo e a pastagem, essa última utilizada para a criação extensiva de bovinos.

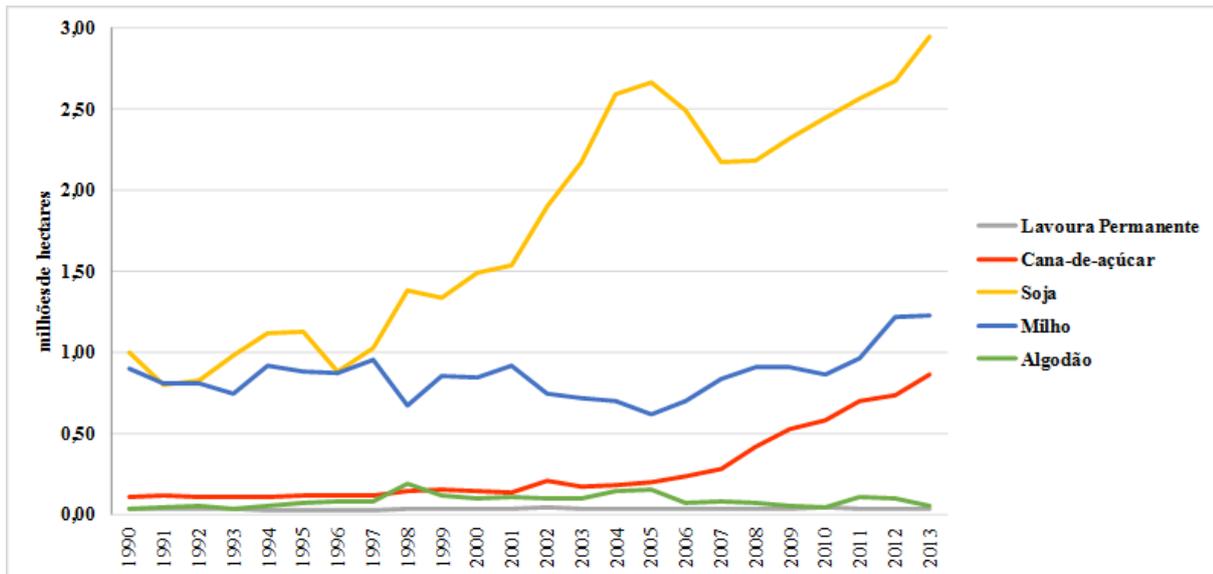
Quanto ao estado de Goiás, este participou, em 2013, com cerca de 9% da

produção brasileira de cana-de-açúcar. O estado é dividido em cinco Mesorregiões Geográficas (Figura 6). Nesse mesmo ano, a Mesorregião do Sul Goiano respondeu por 78% de toda produção, confirmando grande concentração da produção no estado (IBGE, 2015).

De forma a analisar a dinâmica agrícola no estado de Goiás, os dados referentes à evolução das áreas das lavouras permanentes, de cana-de-açúcar, da soja, do milho e do algodão, foram sistematizados para um período a partir de 1990, e estão evidenciados na Figura 7. Verifica-se que as culturas temporárias, como soja, milho e cana-de-açúcar preponderam no território do estado de Goiás. As lavouras permanentes representam menos de um por cento atividades agrícolas.



**Figura 6** – Mesorregiões do estado de Goiás, Brasil.



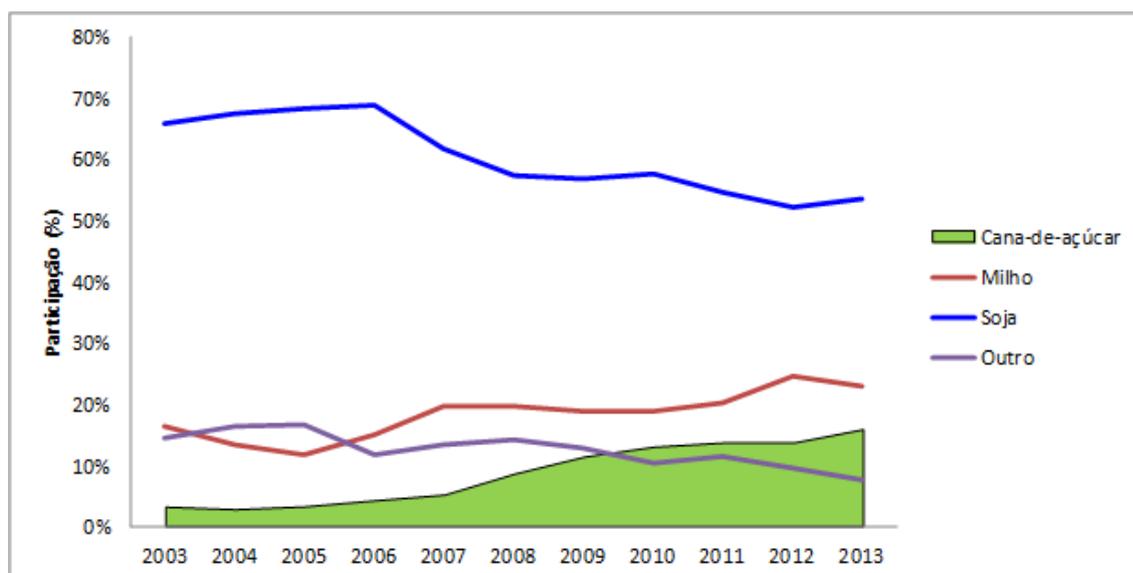
**Figura 7** – Evolução da área plantada de lavouras permanentes, da cana-de-açúcar, da soja, do milho e do algodão (milhões de hectares) em Goiás, entre 1990 e 2013.

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2015).

Da mesma forma que no estado do Mato Grosso do Sul, a área da cultura da soja é a mais representativa do estado Goiano, seguido pelo cultivo do milho. O cultivo de cana-de-açúcar apresentou, a partir de 2004, um forte e rápido processo de expansão no estado. Em 2013, essa atividade já representava aproximadamente 15% da área agrícola do estado,

atrás apenas das culturas da soja (53%) e do milho (22%).

Ao se analisar a mesorregião do Sul Goiano, a mais representativa produtora de cana-de-açúcar do estado, tem-se uma análise mais pormenorizada. A Figura 8 apresenta a dinâmica das atividades agrícolas temporárias nessa mesorregião, no período pós 2003.



**Figura 8** – Dinâmica agrícola das culturas temporárias, em participação (%), na Mesorregião do Sul Goiano, entre 2003 e 2013.

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2015).

Na análise dessa dinâmica, evidencia-se a relação direta entre a expansão da cultura de cana-de-açúcar e o decréscimo da participação da cultura da soja na região. Enquanto a participação canavieira subiu de 4%, em 2003, para 16%, em 2013, o cultivo de soja sofreu uma queda de 66% para 53%. no mesmo período

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises sobre os efeitos escala e substituição, aplicadas às lavouras permanentes e temporárias da Mesorregião do Sul Goiano, propiciando, dessa forma, a visualização das modificações agrícolas,

no período entre 2003 e 2013.

Observa-se que, no período analisado, a área cultivável da região em estudo cresceu 45%, passando de 2,9 para 4,2 milhões de hectares. O acréscimo de 1,3 milhões de hectares em atividades agrícolas, em um período de 10 anos, evidencia que essa foi uma região de fronteira agrícola. Destaca-se, nessa análise, o crescimento percentual das culturas de cana-de-açúcar (624%) e do milho (103%). Embora o conjunto de “Outras Lavouras Temporárias” tenha crescido 231%, sua representatividade em área é muito pequena.

**Tabela 3** – Efeito Escala (EE) e Efeito Substituição (ES) da Mesorregião do Sul Goiano, entre 2003 e 2013

Sul Goiano - GO	Ano		Variação da Área		Efeito Escala	Efeito Substituição
	2003	2013	ha	%	ha	ha
Cana-de-açúcar	92.206	667.385	575.179	624%	41.409	533.770
Milho	468.543	952.680	484.137	103%	210.418	273.719
Outras Lav. Temporárias	1.931	6.389	4.458	231%	867	3.591
Tomate	4.594	5.981	1.387	30%	2.063	-676
Mandioca	4.989	2.503	-2.486	-50%	2.241	-4.727
Lavoura Permanente	10.165	8.753	-1.412	-14%	4.565	-5.977
Trigo	9.835	943	-8.892	-90%	4.417	-13.309
Feijão	48.983	44.088	-4.895	-10%	21.998	-26.893
Arroz	35.262	7.742	-27.520	-78%	15.836	-43.356
Algodão	89.597	43.339	-46.258	-52%	40.237	-86.495
Sorgo	222.049	210.180	-11.869	-5%	99.720	-111.589
Soja	1.894.284	2.226.928	332.644	18%	850.703	-518.059
<b>TOTAL</b>	<b>2.882.438</b>	<b>4.176.911</b>	<b>1.294.473</b>	<b>45%</b>	<b>1.294.473</b>	

Fonte: elaborado pelos autores, a partir dos dados IBGE (2015).

Os dados apresentados pelo “Efeito Escala” revelam a distribuição da área expandida entre as diferentes culturas agrícolas, em função de suas participações no período inicial de análise, no caso, 2003. Assim, caso a participação da cultura da cana-de-açúcar, em 2003, se mantivesse em 2013, essa cultura teria sua área acrescida em “apenas” 41 mil hectares.

O “Efeito Substituição” mostra a variação da participação das culturas, no pe-

ríodo analisado, revelando se uma cultura substituiu ou foi substituída por outra. As principais culturas que incorporaram área (efeito substituição positivo) foram a cana-de-açúcar e o milho. As culturas que mais cederam área foram a soja, o sorgo e o algodão, pois apresentaram os maiores efeitos negativos.

A Tabela 4 apresenta as alterações de áreas cultiváveis entre os produtos que incorporaram e cederam áreas na região

no período estudado, baseado na análise de efeito substituição.

A análise do Efeito Substituição revela que a significativa área expandida na região sofreu uma distribuição heterogênea entre as culturas agrícolas vigentes.

A dinâmica alterou a composição agrícola da região, durante o período analisado, evidenciando o avanço da cultura da cana-de-açúcar em substituição, principalmente, das áreas de soja, sorgo e algodão.

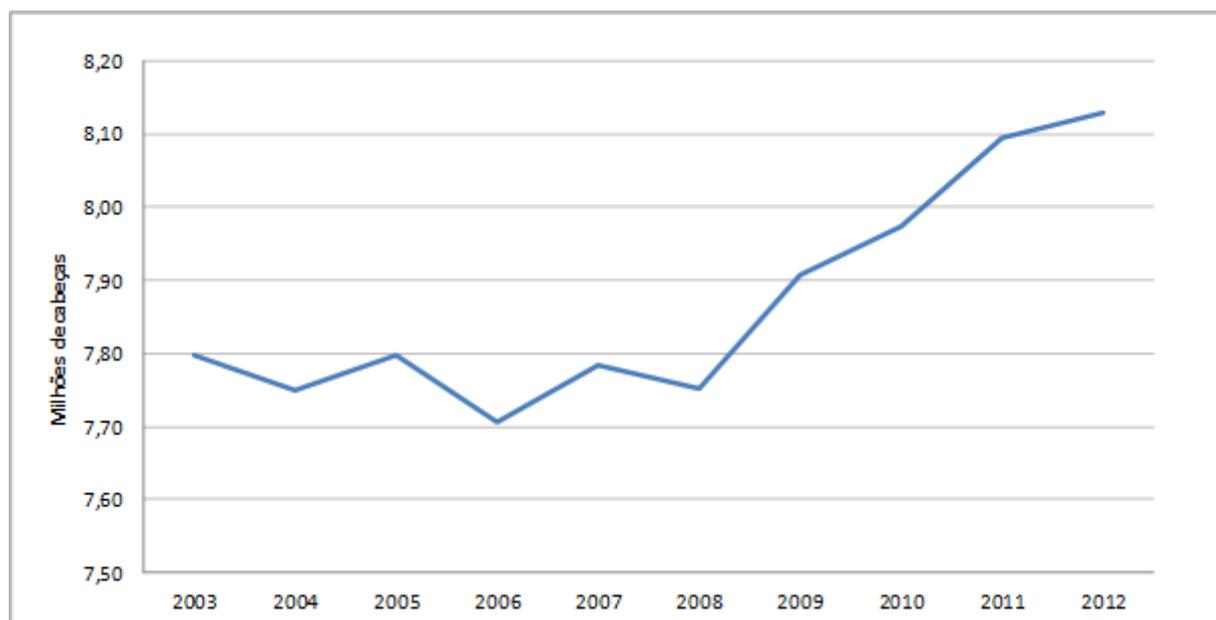
**Tabela 4** - Efeito Substituição atribuído aos produtos que cederam área, em hectares, na Mesorregião do Sul Goiano, entre 2003 e 2013

Sul Goiano - GO	Produtos que incorporaram área (ha)			
	Cana-de-açúcar	Milho	Outras Lav. Temporárias	Total
<b>Produtos que cederam área (ha)</b>				
Soja	340.934	174.832	2.294	518.059
Sorgo	73.436	37.658	494	111.589
Algodão	56.922	29.190	383	86.495
Arroz	28.532	14.631	192	43.356
Feijão	17.698	9.076	119	26.893
Trigo	8.758	4.491	59	13.309
Lavoura Permanente	3.933	2.017	26	5.977
Mandioca	3.111	1.595	21	4.727
Tomate	445	228	3	676
<b>Total</b>	<b>533.770</b>	<b>273.719</b>	<b>3.591</b>	<b>811.080</b>

Fonte: elaborado pelos autores, a partir dos dados IBGE (2015).

Buscando analisar um possível impacto da expansão da cana-de-açúcar nas áreas de pastagens na Mesorregião do Sul

Goiano, foram analisados os dados referentes à evolução do rebanho bovino, no período de 2003 a 2012 (Figura 9).



**Figura 9** - Evolução do rebanho bovino na Mesorregião do Sul Goiano, em milhões de cabeças, entre 2003 e 2012

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2015).

Verifica-se que o rebanho bovino na referida região de análise apresenta uma dinâmica crescente. Nesse período em análise, houve um aumento de cerca de 4% do plantel da mesorregião.

Conclui-se, portanto, que a expansão da cultura canavieira no estado de Goiás, e principalmente na Mesorregião do Sul Goiano, não afetou as áreas de pastagens, mas se deu predominantemente pela substituição de áreas agrícolas, sobretudo das áreas com soja, sorgo e algodão.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho revelam que o processo de expansão da cultura da cana-de-açúcar no Centro-Oeste brasileiro foi significativo, principalmente nos estados de Goiás e de Mato Grosso do Sul. Em um período de 10 anos, esses estados quadruplicaram, em média, a área plantada com essa cultura.

Considerando que esses estados são bem extensos, este trabalho fez um recorte geográfico, adotando para a análise as mesorregiões mais representativas em produção canavieira: a Mesorregião do Sul Goiano e a Mesorregião do Sudoeste do Mato Grosso do Sul.

Percebeu-se que o processo de expansão da cana-de-açúcar alterou a composição agropecuária em ambas as regiões estudadas. Enquanto, na Mesorregião do Sudoeste de Mato Grosso do Sul, o avanço da cultura da cana-de-açúcar se deu em substituição, principalmente, das áreas de soja, trigo e pastagem (atividade pecuária), na Mesorregião do Sul Goiano, essa dinâmica se deu em substituição das áreas de soja, sorgo e algodão.

Essas alterações revelaram também a ocorrência da redução da diversidade agrícola nas regiões estudadas. A concentração das áreas agricultáveis das três principais culturas na Mesorregião do Sudoeste de Mato Grosso do Sul passou de 90,4%, em 2003, para 97,5%, em 2013. Na Mesorregião do Sul Goiano, no mes-

mo período, essa concentração passou de 89,7% para 92,1%.

Produções relacionadas à cesta básica, como arroz, feijão e mandioca, sofreram significativas quedas em ambas as regiões analisadas, suscitando possíveis implicações na produção de alimentos da população regional. Assim, em regiões onde predomina a atividade rural familiar, de pequeno porte, mudanças da composição agrícola podem criar riscos à segurança alimentar, afetar a capacidade de produção das comunidades locais, impactar no preço da terra e na distribuição da renda agrícola (LOURENZANI; CALDAS, 2014).

Por fim, considerando a complexidade da temática e o recente horizonte temporal do processo de transformação, sugere-se que estudos mais aprofundados são necessários para verificar o efeito da expansão da cana-de-açúcar no Centro-Oeste brasileiro, sob os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. *Anuário da agricultura brasileira: cana*. São Paulo: Informa Economics FNP, 2015. 472 p.
- AJANOVIC, A. Biofuels versus food production: does biofuels production increase food prices? *Energy*, v. 36, n. 4, p. 2070-2076, abril 2011. doi:10.1016/j.energy.2010.05.019
- BAPTISTA, R. D. Technological transition and the new skills required by the agribusiness sector. *International Food and Agribusiness Management Review*, v. 15, número especial, p. 105-109, 2012. Disponível em: <[http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/129185/2/\(19\)%20Baptista4.pdf](http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/129185/2/(19)%20Baptista4.pdf)>.
- CAMARGO, A. M. M. P. et al. Dinâmica e tendência da cana-de-açúcar sobre as demais atividades agropecuárias, Estado de São Paulo, 2001-2006. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 47-66, 2008.
- DEMATTÊ, J. L. I. Precision agriculture for sugarcane management: a strategy applied for Brazilian conditions. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 36, n. 1, p. 111-117, jan./mar. 2014.

- DOMINGUES, A. Torres; THOMAZ JÚNIOR, A. A territorialização da cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul. *Caderno Prudentino de Geografia*, v. 1, n. 34, p. 138-160, 2012.
- DUFEY, A. *Biofuels production, trade and sustainable development*. London: International Institute of Environmental and Development, 2006. 57p.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Balço Energético Nacional: ano base 2014*. Rio de Janeiro: EPE, 2015. 289p. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2015.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2015.
- FARGIONE, J. et al. Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science*, n. 319, p. 1235-1238, 2008. doi: 10.1126/science.1152747
- GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T.; GUARDABASSI, P. The sustainability of ethanol production from sugarcane. *Energy Policy*, v. 36, n. 6, p. 2086-2097, 2008. doi:10.1016/j.enpol.2008.02.028
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=24>>. Acesso em: 18 fev. 2015.
- LOURENZANI, W. L.; CALDAS, M. M. Land use change from the sugar cane expansion in the western region of São Paulo state, Brazil. *Ciência Rural*, Santa Maria, RS, v. 44, n. 11, p. 1980-1987, nov. 2014. doi: 10.1590/0103-8478cr20140186
- MARTINELLI, L. A.; FILOSO, S. Expansion of sugarcane ethanol production in Brazil: environmental and social challenges. *Ecological Applications*, n. 18, p. 885-898, 2008.
- MOL, A. P. J. Boundless biofuels? Between environmental sustainability and vulnerability. *Sociologia Ruralis*, v. 47, n. 4, p. 297-315, out. 2007. doi: 10.1111/j.1467-9523.2007.00446.x
- MORAES, M. A. F. D. Indicadores do mercado de trabalho do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar do Brasil no período 1992-2005. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 875-902, out./dez. 2007.
- NASS, L.L. et al. Biofuels in Brazil: an overview. *Crop Science*, v. 47, n. 6, nov./dez. 2007.
- NEVES, M. F. (Org.). *A dimensão do setor sucroenergético: mapeamento e quantificação da safra 2013/14*. Ribeirão Preto: Markestrat, Fundace, FEA-RP/USP, 2014. Disponível em: <[www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=25818107](http://www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=25818107)>. Acesso em: 20 jul. 2014.
- RAGHU, S. et al. Adding biofuels to the invasive species fire? *Science*, v. 313, n. 5794, p. 1742, 2006. doi: 10.1126/science.1129313
- SANTOS, F. A. A. et al. Mudança da composição agrícola em duas regiões de Minas Gerais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 46, n. 3, jul./set. 2008. doi: 10.1590/S0103-20032008000300001
- SPAROVEK, G. et al. Environmental, land-use and economic implications of Brazilian sugarcane expansion 1996-2006. *Mitig Adapt Strateg Glob Change*, v. 14, n. 3, p. 285-298, 2009. doi: 10.1007/s11027-008-9164-3
- TSAO, C.C. et al. Increased estimates of air pollution emissions from Brazilian sugarcane ethanol. *Nature Climate Change*, v. 2, p. 53-57, 2012. doi:10.1038/nclimate1325
- UNITED NATIONS FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). *Biofuels and the sustainability challenge: a global assessment of sustainability issues, trends and policies for biofuels and related feedstocks*. Trade and Market Division. Roma, 2013. 188p.
- WORLDWATCH INSTITUTE (WWI). *Biofuels for transportation: global potential and implications for sustainable agriculture and energy in the 21st Century*. Extended Summary of Report for the German Federal Ministry of Food Agriculture and Consumer Protection (BMELV). Washington, DC, 2006.
- ZILBERMAN, D. et al. The impact of biofuels on commodity food prices: assessment of findings. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 95, n. 2, p. 275-281, jun. 2012. doi: 10.1093/ajae/aas037

**Sobre os autores:**

**Wagner Luiz Lourenzani:** Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Tupã, São Paulo. **E-mail:** wagner@tupa.unesp.br

**Roberto Bernardo:** Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Tupã, São Paulo. **E-mail:** rbernardo@tupa.unesp.br

**Marcellus Marques Caldas:** Kansas State University (KSU), United States of America. **E-mail:** caldasma@ksu.edu

