

# Segurança alimentar e sua relação com a expansão do programa de biocombustíveis<sup>1</sup>

Rafael Forest<sup>2</sup>  
Marlene Forest<sup>3</sup>  
Jaqueline Severino da Costa<sup>4</sup>  
Clandio Favarini Ruviano<sup>5</sup>

**Resumo** – O Brasil é considerado um dos maiores produtores de alimentos, consequência da sua grande extensão territorial e do desenvolvimento de pesquisas de inovação tecnológica no setor agrícola. Contudo, o avanço da monocultura da cana-de-açúcar tem-se intensificado em virtude da relevância que a produção dos biocombustíveis vem ganhando no mercado brasileiro. Com isso, surge uma preocupação em torno do uso da terra, mais especificamente sobre a substituição da produção de alimentos por bioenergia. Por isso, o objetivo deste artigo é verificar se existe substituição da produção de alimentos pela produção de bioenergia, além de verificar se existe mudança na estrutura fundiária nos municípios de Mato Grosso do Sul. A metodologia utilizada foi o *shift-share*. O estudo apontou que, apesar de haver expansão da cultura de cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul, ela é relativamente pequena se comparada com outros cultivos e não pode ser considerada um dos principais motivos do efeito substituição dos produtos alimentares.

**Palavras-chave:** matriz energética, substituição da produção, uso do solo.

## Food safety and its relationship with the expansion of the biofuels program

**Abstract** – Brazil is considered one of the largest food producers in the world, as a result of its large territory, and the development of research for technological innovation in agriculture. However, the advance of monoculture of sugarcane has been intensified due to the relevance that the production of biofuels has been gaining in Brazilian market; therefore, a concern about the use of land arises, more specifically about replacing the production of food for production of bioenergy. Thus, the purpose of this article is to examine whether food production has been substituted by the production of bioenergy, and to check if there have been changes in land structure in the municipalities of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. The methodology used to meet this objective was shift-share. The study pointed out that, although there have been expansion of cultivation of sugarcane in the

<sup>1</sup> Original recebido em 12/5/2014 e aprovado em 26/5/2014.

<sup>2</sup> Graduado em Administração, mestrando em Agronegócios pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). E-mail: rafael\_forest@hotmail.com

<sup>3</sup> Graduada em Administração, mestranda em Agronegócios pela UFGD. E-mail: forestnew@bol.com.br

<sup>4</sup> Economista, doutora em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP), professora adjunta da UFGD. E-mail: jaquelinecosta@ufgd.edu.br

<sup>5</sup> Zootecnista, doutor em Agronegócios pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), professor adjunto da UFGD. E-mail: clandioruviano@ufgd.edu.br

state of Mato Grosso do Sul, it is relatively small when compared to other crops, and thus cannot be regarded as one of the main reasons for the substitution effect of food products.

**Keywords:** energy matrix, replacement of production, land use.

## Introdução

O avanço da monocultura da cana-de-açúcar tem se intensificado nacionalmente por causa da relevância dos biocombustíveis como alternativa aos combustíveis fósseis. Sua crescente expansão e demanda ganha importância no mercado brasileiro, principalmente com a crise do petróleo na década de 2000 e a consequente elevação do preço do barril no mercado mundial. Originou-se, assim, o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias para aperfeiçoar o uso de matérias-primas renováveis para prover o mercado consumidor com combustíveis verdes.

O Brasil apresenta condições climáticas favoráveis para a implantação e geração de uma matriz energética renovável, tendo como base a cana-de-açúcar, uma das culturas agrícolas mais viáveis economicamente para o País.

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de alimentos do mundo, em virtude de sua extensão territorial, do clima adequado e do uso intensivo de tecnologias desenvolvidas para as diversas culturas. Essas condições beneficiam o agronegócio nacional, colocando o País como um dos principais exportadores mundiais e como fornecedor de alimentos ao crescente mercado consumidor internacional (NEVES, 2013). Todavia, nos últimos anos tem-se intensificado a instalação de empresas de diversos setores que utilizam a terra para outras finalidades, além da produção de alimentos, como o caso da cultura de cana-de-açúcar.

Tem-se debatido muito sobre a suficiência dos recursos alimentícios, não somente pela acentuada taxa de natalidade, mas também pela capacidade de adquirir os alimentos, mudanças no padrão de consumo, mudanças climáticas, valor nutricional do alimento, ou pelo próprio processo produtivo; e tem-se discutido também sobre o uso apropriado da terra: se deve ser

utilizada de forma a garantir a biodiversidade ou mesmo se a produção agrícola deve dividir espaço com a produção não agroalimentar (GARNETT et al., 2013; GODFRAY et al., 2010; LOBELL et al., 2008; NEVES, 2013), em escala local, regional ou mundial. Nesse contexto, a pergunta que norteia o artigo é: será que a cultura da cana-de-açúcar está causando a substituição de culturas alimentares em Mato Grosso do Sul, a ponto de ameaçar a segurança alimentar em escala local?

Portanto, este estudo tem como objetivo verificar se existe substituição da produção de alimentos pela produção de bioenergia, além de verificar se existe mudança na estrutura fundiária nos municípios de Mato Grosso do Sul.

## Revisão bibliográfica

A questão de segurança alimentar é discutida mundialmente, pois há preocupações sobre esse tema, e ela ganha prioridades nas políticas tanto dos países desenvolvidos quanto daqueles em desenvolvimento. Com o crescimento da população e de sua renda, há, obviamente, aumento do consumo de alimentos (GARNETT, 2013).

Maluf et al. (2001, p. 4) definem segurança alimentar e nutricional como

[...] a garantia do direito de todos ao acesso a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente e de modo permanente, com base em práticas alimentares saudáveis e respeitando as características culturais de cada povo, manifestadas no ato de se alimentar.

E, antes de qualquer coisa, o direito de acesso da sociedade ao alimento é garantido pelo Estado nacional, que deve buscar alternativas para seu cumprimento.

Para esclarecer a ideia sobre segurança alimentar, é imprescindível destacar como ela é tratada. Barrett (2010) faz referência a três pilares que tentam medir a segurança alimentar:

- a) O primeiro passo para medir a segurança alimentar é a disponibilidade do alimento, pois reflete como os meios produtivos (o solo) estão sendo utilizados para que sejam ofertados os alimentos a determinada população.
- b) O segundo, pertinente ao acesso aos alimentos, relacionado ao poder aquisitivo dos indivíduos ou das famílias, envolve também a distribuição alimentar para classes mais pobres, e para isso há a necessidade de programas e iniciativas públicas.
- c) Já o terceiro pilar, referente à utilização dos alimentos, trata do assunto mais aprofundado – medir os nutrientes ingeridos. Se os alimentos não atendem às necessidades individuais, podem causar desnutrição ou subnutrição, sendo essa ótica relacionada à insegurança alimentar.

Os dois últimos pilares de políticas alimentares não serão tratados no artigo, pois levam a discussão para a questão da insegurança alimentar/segurança nutricional, situação em que os indivíduos têm acesso aos alimentos, mas podem estar sob insegurança alimentar, isto é, não comprando nem ingerindo os alimentos corretos, e até com subnutrição e desnutrição ou estado de sobrepeso e obesidade.

A abordagem da questão de segurança alimentar passa pelo uso da terra, principalmente para tratar o primeiro aspecto descrito por Barret (2010), disponibilidade do alimento, já que a terra pode ser utilizada tanto para a produção de alimentos quanto para a produção de energia (álcool).

Segundo Barbosa (2007), há uma crescente demanda mundial por fontes de energia alternativa, com destaque para o biodiesel, o etanol e o carvão vegetal, em virtude dos impactos

ambientais causados pelos combustíveis fósseis, mas essa demanda também tem causado impactos e transformações na produção de alimentos, com ameaça à segurança alimentar.

Diante dessa perspectiva, o Brasil possui vantagens comparativas no que diz respeito ao comércio internacional de biocombustíveis, e isso gera interesse na economia brasileira dada a perspectiva de o País liderar o mercado, fazendo com que se amplie uma política voltada para a produção de energias derivadas da agroenergia (BRASIL, 2005).

Quanto a isso, há uma competição por recursos, como a terra, água, energia, e essa concorrência é particularmente entre produção de alimentos e de fontes de energias alternativas, como os biocombustíveis.

Lessa (2007) aborda vários argumentos a favor da produção de biocombustíveis no Brasil, pois o País apresenta-se mundialmente como líder nesse setor, por possuir vantagem na produção de cana-de-açúcar, por causa dos fatores climáticos, industriais e tecnológicos favoráveis à produção. O bagaço e a palha da cana-de-açúcar garantem energia (autoprodução) para a atividade sucroalcooleira.

Lessa (2007) novamente afirma que o custo para produção de etanol de cana é inferior ao do etanol de milho; sendo assim, o Brasil continuará produzindo milho para alimentação e se destacando com a produção de bioenergia.

Matos et al. (2008) também apontam pontos favoráveis à produção de biocombustível no Brasil e afirmam que a produção de etanol de cana no País não resultou na queda de produção de milho; ao contrário, esta também tem sido crescente. Em seus estudos, o autor aponta que não se pode comparar a produção de etanol derivado da cana no Brasil com o etanol de milho nos Estados Unidos, pois, no caso deles, o etanol é subsidiado, levando vários produtores a migrar para essa cultura e elevando, assim, os preços de arroz, soja e do próprio milho.

Nesse mesmo contexto, Hoffmann (2006) critica as fontes de cultivo na matriz energética

dos Estados Unidos, que causam efeitos cruéis sobre a segurança alimentar mundial ao pressionarem a oferta de safras comestíveis – milho – para a produção de etanol. Em relação a isso, a situação do Brasil é favorável à segurança alimentar, por fazer uso de cultura não alimentícia na produção.

Murillo Hernández (2008) demonstra que, de 1995 a 2001, o Brasil obteve aumentos de produção tanto para soja quanto para cana-de-açúcar, graças aos incrementos em produção e área cultivada, apesar de haver redução de área em outras culturas alimentares, como o arroz, o feijão e o milho. Isso indica, provavelmente, redução de culturas geradoras de segurança alimentar.

Matos et al. (2008) ainda afirmam que, pela eficiência do agronegócio brasileiro e da disponibilidade de área, o Brasil tem capacidade para expansão do setor agropecuário tanto para produzir alimento quanto biocombustível.

Murillo Hernandez (2008), Matos et al. (2008) e Lessa (2007) apresentam indícios favoráveis à produção de biocombustível no Brasil, apontando fatos que mostram que isso não está prejudicando e não prejudicará a produção das culturas alimentares; portanto, não haverá impactos na segurança alimentar.

Contrapondo esse ponto de vista e apresentando alguns fatores críticos sobre o avanço da produção de biocombustível no Brasil, Melo e Fonseca (1981) apontam que, em relação à produção das culturas para alimentos no Brasil, e à produção das culturas para biocombustíveis, as políticas e os objetivos de expansão relativos a esta última foram realizados completamente. Isso se dá pelo fato que os estados de São Paulo, Alagoas e Pernambuco, de 1976 a 1980, incrementaram sua produção de cana-de-açúcar e aumentaram áreas produtivas; porém, houve redução nos cultivos de arroz, mandioca, milho e feijão, entre outras culturas de produção de alimentos que deram lugar a culturas para produção de bioenergia.

É o que afirma Sachs (2007): a competição pelos solos agricultáveis é preocupante, pois

pode haver o deslocamento da fronteira agrícola para outras regiões. No entanto, Brack (2008) afirma que falta uma política voltada para o zoneamento ecológico econômico, pois este será necessário para impedir o avanço intensivo e desordenado dos cultivos agroenergéticos, com a aceleração de expansão de monoculturas agrícolas.

A ausência de preocupação do governo com o zoneamento poderá acarretar tanto problemas na produção de culturas alimentares – gerando colapso econômico, com elevação de preços dos alimentos, o que pode levar à insegurança alimentar – quanto à degradação do meio ambiente.

Outro estudo recente, de Ferreira Filho e Horridge (2011), procurou desmistificar a produção do combustível brasileiro, especialmente pelos recentes aumentos dos preços dos alimentos, em virtude de relatos do deslocamento da fronteira agrícola. Segundo o estudo, o provável deslocamento se “deu pela substituição de produção alimentar pela produção energética”.

Entretanto, a situação não foi identificada no Brasil, porque a quantidade de terra ocupada pela cana-de-açúcar é relativamente pequena, e demonstrou-se que o fator substituição foi mais acentuada para outras culturas e pecuária, e que o desmatamento ocorre mais por outros motivos, externos ao cultivo de qualquer forma agrícola (FERREIRA FILHO; HORRIDGE, 2011).

O desmatamento é um assunto que, particularmente, requer análises minuciosas. Sachs (2007) afirma que cada caso é peculiar, conforme as características territoriais, e seria absurdo comparar a degradação florestal de Malásia e Indonésia, por conta da produção dos biocombustíveis, com o caso do Brasil, mesmo porque as fontes de cultivos e processos naquelas regiões são diferentes das do Brasil.

Portanto, há fatores tanto positivos quanto negativos com relação aos programas de expansão dos biocombustíveis no Brasil.

## Metodologia

Para verificar o comportamento de determinada cultura em um sistema de produção, utilizou-se o indicador de “efeito substituição” do modelo *shift-share*, que busca determinar o efeito do deslocamento de uma cultura específica, no processo de ocupação de áreas, sobre o conjunto de culturas de determinada região.

Os dados foram coletados por pesquisa secundária, com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2013), disponíveis na Produção Agrícola Municipal (PAM), referentes ao período 2010–2012, para os municípios de Mato Grosso do Sul, para analisar os efeitos substituição na cultura de grãos, com destaque para soja, milho e cana-de-açúcar. Para identificar as estruturas dos estabelecimentos registrados em Mato Grosso do Sul, foram utilizados dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) (2013).

A análise utilizada investiga as possíveis implicações de efeito substituição da expansão da cana-de-açúcar no meio rural de Mato Grosso do Sul de 2010 a 2012, pois foi possível observar que o setor sucroenergético expandiu-se no estado a partir de meados de 2005; houve instalação de diversas usinas produtoras de açúcar e etanol e arrendamento de áreas rurais, que englobaram diversos tamanhos de propriedades; portanto, é necessário verificar possíveis ameaças à segurança alimentar.

Ao descreverem o modelo, Souza e Lima (2002) ressaltam que a variação da área total ocupada por um produto  $j$ , ocorrida num intervalo de tempo de  $t = 0$  até  $t = T$ , pode ser dada por

$$A_{jT} - A_{j0} \quad (1)$$

Essa expressão pode ser decomposta nos efeitos escala e substituição, ambos expressos em hectares:

$$A_{jT} - A_{j0} = (yA_{j0} - A_{j0}) + (A_{jT} - yA_{j0}) \quad (2)$$

em que

$$(yA_{j0} - A_{j0}) = \text{efeito escala.}$$

$$(A_{jT} - yA_{j0}) = \text{efeito substituição.}$$

Souza e Lima (2002) ainda definem que  $y$  é o coeficiente que mede a modificação na área total produzida ( $AT$ ), com todos os produtos considerados na análise, do período inicial ( $t = 0$ ) até o final ( $t = T$ ):

$$y = AT_T/AT_0 \quad (3)$$

Portanto, se o comportamento de determinado produto dentro do sistema for negativo, significa que houve queda na participação, implicando que o produto foi substituído por outra atividade. De modo oposto, se o produto apresentar valor de efeito substituição positivo, significa que ele substituiu outra atividade no sistema.

No entanto, deve ser feita uma ressalva em relação aos valores obtidos pelo efeito substituição: rigorosamente, não significa que, se um produto possui valor positivo/negativo, então ele substituiu/foi substituído, mas apenas que uma taxa de incorporação de novas áreas foi maior/menor do que a taxa global do sistema ( $y$ ). Mas, de forma generalizada, pode-se interpretar então que, quando a taxa global do sistema ( $y$ ) é pequena e se uma cultura tem efeito substituição positivo, é bem provável que ela esteja substituindo outras culturas da área, ou seja, é uma situação dinâmica em que a área de uma cultura é mais ampliada do que a área do sistema produtivo como um todo.

Posteriormente, foi realizada uma análise de correlação entre variáveis, já que, no primeiro momento, apenas obteve-se o parecer para as culturas que têm propensão a ser substituídas e as que têm propensão a substituir, mas não

se podendo julgar quais culturas se alteraram. Utilizaram-se os coeficientes de correlação de Pearson para medir os efeitos substituição de culturas, e essa medida está no intervalo de -1 a 1. Quanto mais próxima de 1, mais positiva é a correlação entre as duas variáveis, e não há permuta entre culturas; e quanto mais próxima de -1, mais negativa é a correlação, isto é, se uma aumenta, a outra sempre diminui. Se for igual a 0, significa que as variáveis não dependem linearmente uma da outra.

A escolha das culturas estudadas baseou-se nas informações divulgadas no site da Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul (Famasul) em 2013, que mapeou as culturas do estado e identificou as mais representativas na composição de sua produção (FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE MATO GROSSO DO SUL, 2013). Apenas as culturas temporárias são trabalhadas no estudo, pois são as mais representativas do estado quando se trata de culturas agroalimentares, e as possíveis implicações da cana-de-açúcar sobre elas.

Optou-se por trabalhar no primeiro momento com a área plantada de cada cultura, em vez de área colhida, pois, dessa forma, pode-se estabelecer a área ocupada por determinado produto numa região durante os anos estudados. Caso fosse escolhida a segunda opção, não seria possível verificar a expansão das culturas, já que

nem sempre a área colhida corresponde à área plantada, por perdas de produção. A Tabela 1 descreve as variáveis utilizadas no estudo.

Para dar continuidade à análise da estrutura fundiária, a identificação dos municípios foi feita por índices de localização e especialização de culturas. Para esse cálculo, utilizaram-se o quociente locacional, o coeficiente de especialização e o índice de Theil.

Segundo Abdala e Ribeiro (2011), o quociente locacional é uma medida para avaliar o grau relativo de concentração de determinada atividade numa região, para todas as culturas produtivas. Valores inferiores a 1 significam que determinada cultura no município observado é pouco expressiva para Mato Grosso do Sul; Valores acima de 1 significam uma expressão da cultura no município observado superior à verificada no estado.

Posteriormente, os mesmos autores definem que o coeficiente de especialização (*CE*) é uma medida que procura verificar o grau de especialização de determinada região, comparando a participação percentual da composição das atividades no local com a participação percentual da composição das atividades no estado, e constitui um índice de especialização produtiva. Se  $CE = 0$ , significa que a composição de culturas agropecuárias desse município é uni-

**Tabela 1.** Variáveis utilizadas.

Variável	Descrição
varcan10/12	Área plantada de cana-de-açúcar de 2010 a 2012 por municípios de MS
varsoj10/12	Área plantada de soja de 2010 a 2012 por municípios de MS
varmil10/12	Área plantada de milho de 2010 a 2012 por municípios de MS
varsor10/12	Área plantada de sorgo de 2010 a 2012 por municípios de MS
vararro10/12	Área plantada de arroz de 2010 a 2012 por municípios de MS
vartrig10/12	Área plantada de trigo de 2010 a 2012 por municípios de MS
Areamed	Total de área dividido pelo número de estabelecimentos
arealav10/12	Total de área utilizada com lavouras temporárias de 2010 a 2012
alim1	Soma das áreas das culturas alimentares de MS, incluindo a cana-de-açúcar
alim2	Soma das áreas das culturas alimentares de MS, excluindo a cana-de-açúcar

versalmente equivalente à estrutura apresentada pelo estado; inversamente, quanto mais próximo de 1 for o *CE*, mais especializada é a estrutura agropecuária produtiva desse município.

O índice de Theil permite estimar o grau de especialização de uma região. Ao contrário dos outros indicadores, esse é um indicador bruto, que compara a expressão de uma atividade, em certa região, com o conjunto de atividades da própria região, eliminando, desse modo, a discussão inerente à definição de uma região de referência. Assim, o grau de especialização obtido pelo índice de Theil depende apenas da estrutura setorial da região em análise (ABDALA; RIBEIRO, 2011).

A escolha das três medidas foi necessária para a análise e permitiu classificar de forma imediata a posição das regiões (municípios). A Tabela 2 descreve as variáveis utilizadas para o cálculo das três medidas.

Para calcular as medidas descritas acima, foi necessário usar os valores das áreas colhidas, não das áreas plantadas, pois, como descrito, os índices tendem a medir a concentração e especialização das culturas da região, e o ano de referência é 2012 – por serem medidas estáticas, não se pode realizar a dinâmica entre os anos, que já é suprida pelo modelo *shift-share*.

As expressões para os cálculos do quociente locacional, coeficiente de especialização e índice de Theil são mostradas na Tabela 3.

**Tabela 2.** Variáveis e descrições para quociente locacional, coeficiente de especialização e índice de Theil.

Variável	Descrição
<i>QL</i>	Quociente locacional
<i>CE</i>	Coeficiente de especialização
<i>IT</i>	Índice de Theil
<i>X<sub>rj</sub></i>	Área colhida da cultura <i>j</i> no município <i>r</i>
<i>X<sub>r</sub></i>	Área colhida total das culturas consideradas, no município <i>r</i>
<i>X<sub>pj</sub></i>	Área colhida da cultura <i>j</i> em MS
<i>X<sub>p</sub></i>	Área colhida total das culturas consideradas em MS

Fonte: Abdala e Ribeiro (2011).

## Resultados e discussão

Das culturas temporárias analisadas, apenas as de uso alimentar foram consideradas – as categorias não alimentares, florestas, e matas foram excluídas da pesquisa. As culturas permanentes, mesmo as agroalimentares, foram retiradas da análise, por não terem representatividade no Mato Grosso do Sul.

A Tabela 4, considerando-se o número de observações, de 2010 a 2012, mostra que, dos 78 municípios<sup>6</sup> do estado, 88,14% apresentavam áreas plantadas com soja, milho, cana-de-açúcar e sorgo, e que o arroz e o trigo representavam 35,89% da plataforma agrícola do estado. Essa Tabela representa o efeito substituição de uma cultura em detrimento de outra, de 2010 a 2012, pois, nesse período, para que a produção de

**Tabela 3.** Fórmulas para os cálculos do quociente locacional, coeficiente de especialização e índice de Theil.

Quociente locacional	Coeficiente de especialização	Índice de Theil
$QL = \frac{X_{rj} / X_r}{X_{pj} / X_p}$	$CE = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \left  \frac{X_{pj}}{X_p} - \frac{X_{rj}}{X_r} \right $	$IT = \sum_{j=1}^n \left  \frac{X_{rj}}{X_r} \times \log \left( \frac{X_{rj}}{X_r} \right) \right $

<sup>6</sup> A partir de 2013, Mato Grosso do Sul passou a ter mais um município, Paraíso das Águas; o número de municípios do estado subiu então para 79. O território do município emancipado abrange parte das cidades de Água Clara, Costa Rica e Chapadão do Sul. Como a pesquisa não obteve dados de 2013, o novo município foi considerado ainda como distrito de Costa Rica.

**Tabela 4.** Valores do efeito substituição de culturas em Mato Grosso do Sul, de 2010 a 2012.

Variável	Nº de observações	Valor médio	Descrição
Milho	78	220.224	Efeito substituição – cultura do milho
Cana	65	90.366	Efeito substituição – cultura da cana-de-açúcar
Alim1	78	-7.802	Efeito substituição – todas as culturas alimentares e cana-de-açúcar
Arroz	29	-14.953	Efeito substituição – cultura do arroz
Trigo	27	-31.170	Efeito substituição – cultura do trigo
Sorgo	59	-47.292	Efeito substituição – cultura do sorgo
Alim2	78	-98.168	Efeito substituição – todas as culturas alimentares
Soja	73	-217.175	Efeito substituição – cultura da soja

um cultivo aumente é necessário que a área de produtividade de outro diminua. Para obter essas informações, o modelo *shift-share* delineou a Tabela 4, na qual, basicamente, as variáveis que possuem o valor médio negativo significam que as culturas correspondentes a elas perderam espaço para aquelas culturas que possuem sinal positivo.

Na terceira coluna da Tabela 4, o maior efeito substituição é o do milho (220.224), seguido da cana (90.366), ou seja, são culturas substituintes de outras. É importante frisar que todas as culturas são representativas em mais da metade do estado, segundo as 468 observações feitas, tornando-se o efeito substituição significativo. As culturas que apresentaram valores negativos são as culturas substituídas possivelmente pela cana e pelo milho.

Ambas as variáveis Alim1 (-7.802) – que engloba todas as cultivares do Mato Grosso do Sul, inclusive a cana – e Alim2 (-98.168) – que engloba todas as cultivares do estado, exceto a área de cana-de-açúcar – possuem valores negativos, mas a variável Alim2 possui estimativas ainda menores que a outra, o que pode significar que realmente a cana tende a substituir as demais culturas.

Para melhor desenhar esses cenários do efeito substituição, e indicando realmente as culturas que vêm sendo substitutas e substituídas,

utilizou-se uma matriz de correlação com índices de correlação relativos a pares de culturas.

Para tal análise, utilizaram-se apenas as culturas mais representativas do Mato Grosso do Sul: soja, milho, cana-de-açúcar, sorgo, arroz e trigo. As informações são dos relatórios da Famasul (FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE MATO GROSSO DO SUL, 2013) e PAM (IBGE, 2013).

A Tabela 5 apresenta a matriz de coeficientes de correlação de Pearson entre os efeitos substituição de culturas.

Observa-se que de 2010 a 2012, a cultura de cana-de-açúcar substituiu apenas a cultura de soja, e as demais culturas não sofreram alteração com a expansão da cana no estado, desmistificando as possíveis alterações no uso do solo sul-mato-grossense com relação à produção agroalimentar.

O maior dinamismo do efeito substituição ocorre principalmente nas culturas de uso exclusivo alimentar, como soja, milho, sorgo, arroz e trigo, sendo a soja grande competidora por espaços agricultáveis. O sorgo, por sua vez, também compete por espaço com arroz e trigo.

O que ocorreu em Mato Grosso do Sul está totalmente desassociado do que houve em São Paulo, Alagoas e Pernambuco entre 1976 e 1980, pois nesse período foram instituídos os



**Tabela 5.** Correlação de Pearson entre efeitos de substituição de áreas plantadas – Mato Grosso do Sul, de 2010 a 2012.

	Cana	Milho	Soja	Sorgo	Arroz
Cana					
Milho	1				
Soja	-1	-1			
Sorgo	1	1	-1		
Arroz	1	1	-1	-1	
Trigo	1	1	-1	-1	-1

Fonte: elaborado com dados do IBGE (2013).

programas de incentivo ao biocombustível, que fizeram com que a cana dizimasse as culturas alimentares nesses estados, como destacaram Melo e Fonseca (1981). Já o que ocorreu em Mato Grosso do Sul a partir de 2005 veio com o intuito de promover o uso de fontes renováveis, pois todos os subprodutos da cana são reaproveitados de forma direta ou indireta na produção do etanol, propagando a fertilidade da terra e evitando efeitos ambientais negativos.

No estudo de Ferreira Filho e Horridge (2011), também foi encontrada maior dinâmica de substituição entre outras culturas alimentares, ou seja, não houve influência da cana-de-açúcar.

E já era esperada a concorrência de espaço entre as culturas de soja e milho, pois elas estão associadas (plantação e colheita) em diferentes épocas do ano, o que torna claro que o milho é substituto natural da soja em determinado período anual, não se alterando o tamanho da área dos dois tipos de cultivos. Mas isso não é percebido para as demais culturas, já que a época da plantação é a mesma, tendendo a preferência pela produção predominante no município.

A Figura 1 demonstra o histórico da composição da terra com as culturas avaliadas, de 2003 a 2012, em Mato Grosso do Sul.

Nos últimos dez anos, é notável que as culturas de sorgo, arroz e trigo decaíram aos poucos ao longo do tempo. A partir de 2005, a produção de trigo começou a cair, e o mesmo

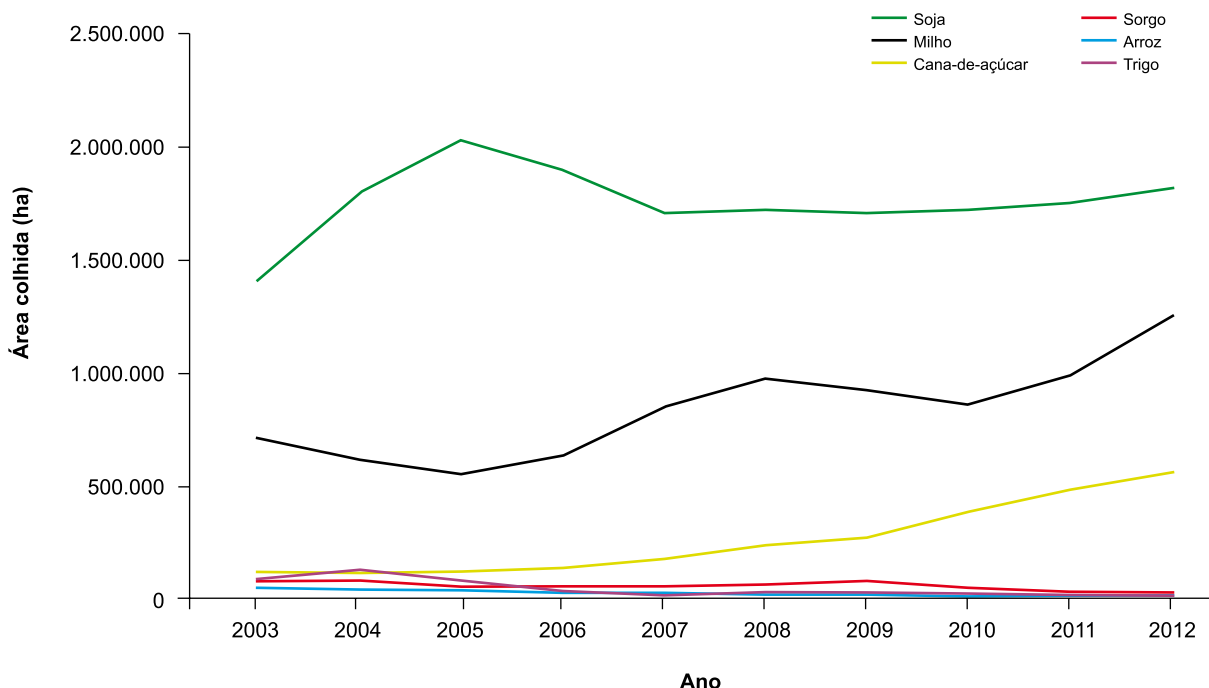
efeito de diminuição de área ocorreu para o sorgo desde 2009, reforçando que tais culturas estão sendo substituídas – a cana-de-açúcar não é a vilã pela quase extinção das outras culturas, mas expandiu-se no estado de forma a diversificar a agricultura.

No Mato Grosso do Sul, como no Brasil, a produção alimentar não é prejudicada pela expansão da produção de biocombustíveis da cana, como afirmam Murillo Hernández (2008), Mattos et al. (2008) e Lessa (2007), ou pelo menos não estão diretamente relacionadas.

Para melhor entender a expansão da cana em Mato Grosso do Sul, a Tabela 6 mostra em que municípios as plantações foram alocadas.

Dos 78 municípios de Mato Grosso do Sul, apenas 57 apresentavam o cultivo da cana-de-açúcar em 2012 e, desses, apenas 23 apresentaram quociente locacional maior que 1, indicação de que a concentração da cultura neles é maior que a média do estado. Mas não se deve extrair conclusões precipitadas e dizer que essas 23 regiões, onde há predominância da cana, representam o estado em relação às atividades agrícolas

Nem todas essas 23 regiões são representativas na atividade agrícola para o estado em virtude do tamanho de suas áreas agricultáveis, como é o exemplo do Município de Novo Horizonte do Sul, que apresentou QL igual a 3,8738, mas não representa o estado quando se



**Figura 1.** Composição do uso do solo das lavouras temporárias, de 2003 a 2012, em Mato Grosso do Sul.

Fonte: elaborado com dados do IBGE (2013).

trata de produção agrícola, principalmente das atividades relacionadas neste artigo. Então não é possível afirmar que é nesses municípios que predomina a importância da produção de cana.

Para complementar, o coeficiente de especialização mostra que, dos 23 municípios, apenas os 10 primeiros apresentam tendência para a especialização produtiva da cana, com destaque para Aparecida do Taboado.

Na maioria dos municípios, a participação da cana no total da produção agrícola não é significativa, predominando as demais culturas temporárias, com destaque principal para a especialização da soja e do milho em grande parte do estado.

No índice de Theil, é possível verificar que quanto maior a diversificação de atividades agrícolas do município, maior é o nível de especialização para cada atividade. Na Tabela 6, os municípios que apresentam maior difusão da atividade agrícola já possuem em sua composição o cultivo da cana-de-açúcar (de Nova Andradina

até Ponta Porã naquela tabela), mas isso não significa que há a predominância da cana nessas regiões, mas sim que seu cultivo representa uma grande proporção para o Mato Grosso do Sul.

Pode ser dito que os municípios que aparecem com maior representatividade no índice de Theil são mais importantes na produção de cana para o estado do que os que detêm maior quociente locacional e coeficiente de especialização.

Apesar da expansão da cana-de-açúcar no estado, a proporção de sua área ainda é relativamente pequena se comparada às principais culturas cultivadas no estado, o que reforça que o efeito substituição está acentuado entre outras culturas alimentares e não envolve diretamente a cana-de-açúcar (FERREIRA FILHO; HORRIDGE, 2011).

E, com base nos três tipos de coeficientes calculados, foi possível visualizar onde a produção da cana é predominantemente mais difundida (Figura 2).

**Tabela 6.** Municípios do Mato Grosso do Sul com maior especialização local para cana-de-açúcar em 2012.

Município	QL	IT	CE
Aparecida do Taboado	6,7947	0,0018	0,4247
Paranaíba	6,1350	0,0415	0,3763
Santa Rita do Pardo	6,0973	0,0436	0,3736
Três Lagoas	6,0429	0,0467	0,3696
Angélica	5,9170	0,0536	0,3603
Ivinhema	5,4465	0,0781	0,3259
Brasilândia	5,1780	0,0909	0,3062
Nova Andradina	4,7187	0,1107	0,2725
Nova Alvorada do Sul	4,4421	0,1213	0,2523
Novo Horizonte do Sul	3,8738	0,1396	0,2106
Iguatemi	2,5930	0,1597	0,1167
Juti	2,2375	0,1588	0,0907
Taquarussu	2,0428	0,1568	0,0764
Rio Brillhante	2,0309	0,1567	0,0755
Vicentina	2,0300	0,1566	0,0755
Selvíria	1,9950	0,1561	0,0729
Batayporã	1,9160	0,1549	0,0671
Itaquiraí	1,7926	0,1525	0,0581
Jateí	1,5613	0,1466	0,0411
Eldorado	1,4764	0,1439	0,0349
Terenos	1,2343	0,1343	0,0172
Sonora	1,0488	0,1250	0,0036
Costa Rica	1,0082	0,1227	0,0006
Chapadão do Sul	0,9881	0,1215	0,0009
Rochedo	0,9747	0,1207	0,0019
Dourados	0,9068	0,1165	0,0068
Caarapó	0,8868	0,1152	0,0083
Anaurilândia	0,8278	0,1111	0,0126
Naviraí	0,7630	0,1064	0,0174
Ponta Porã	0,7083	0,1021	0,0214
Corguinho	0,6689	0,0989	0,0243
Laguna Carapã	0,6410	0,0965	0,0263
Porto Murtinho	0,6298	0,0955	0,0271
Sidrolândia	0,5754	0,0906	0,0311
Nioaque	0,5464	0,0878	0,0332
Maracaju	0,4970	0,0829	0,0369

Continua...

**Tabela 6.** Continuação.

Município	QL	IT	CE
Deodápolis	0,4168	0,0742	0,0427
Itaporã	0,3908	0,0711	0,0446
Aquidauana	0,3668	0,0683	0,0464
Fátima do Sul	0,3395	0,0648	0,0484
Guia Lopes da Laguna	0,2028	0,0454	0,0584
Campo Grande	0,1196	0,0308	0,0645

Fonte: elaborado com dados do IBGE (2013).



**Figura 2.** Mapa das regiões de produção de cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul.

Fonte: elaborado com dados do Inbra (2013).

Nos municípios de cor verde-escura, há a predominância dos polos mais relevantes para o cultivo de cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul, e é muito provável que essa situação esteja associada ao fato de as usinas sucroenergéticas estarem instaladas ao redor dessas localidades. Já os de cor verde-clara estão num ponto intermediário do grau de relevância, alguns com mais destaque do que outros.

Não foi possível identificar o tamanho dos estabelecimentos agropecuários nos municípios de Mato Grosso do Sul em que a cultura da cana-de-açúcar se estabeleceu; dessa forma, isso comprometeu uma análise mais aprofundada da dimensão dos tipos de propriedades – pequenas, médias ou grandes propriedades de acordo com os módulos fiscais de cada região – em que há maior predominância do cultivo da cana.

Mesmo não ficando claro o perfil dos estabelecimentos agropecuários nas regiões com grande relevância para a cana, é possível inferir que ela não está prejudicando a produção de alimentos, pois apenas houve uma diversificação da produção agrícola. Um exemplo é o Município de Iguatemi (cor verde-escura na Figura 2 – polo de cultivo de cana), que apresentou o maior IT, igual a 0,1597, e onde a predominância da cana não chega a 50%.

## Considerações finais

O objetivo deste estudo foi analisar as mudanças na estrutura de produção agrícola em relação à oferta de alimentos e as mudanças da estrutura fundiária nos municípios de Mato Grosso do Sul. Observou-se que há poucas mudanças que afetam a produção de alimentos, pois, apesar da expansão da cana-de-açúcar no estado, não houve redução da produção de alimentos.

Quanto à estrutura fundiária dos municípios, poucas considerações podem ser feitas, pois a insuficiência de informações nas bases de dados disponíveis não permitem que se façam inferências. A principal é que os municípios com maior representatividade na atividade agrícola são os que possuem relevantes aumentos da produção de cana-de-açúcar.

A pergunta que norteou essa pesquisa foi: será que a cultura da cana-de-açúcar está causando a substituição de culturas alimentares no Mato Grosso do Sul, a ponto de ameaçar a segurança alimentar em escala local? Em resposta, pode-se destacar que, no caso da região

estudada, e no período observado (2010 a 2012), não foi encontrada nenhuma situação em que houve a substituição de culturas alimentares pela cultura da cana-de-açúcar, desmistificando a tese de que ela avança sobre o estado de forma indiscriminada.

A segurança alimentar não é ameaçada pela produção de biocombustíveis da cana, pois a cultura da soja é que concorre com outras culturas alimentares.

Como sugestão para trabalhos futuros sobre as condições de segurança alimentar no Mato Grosso do Sul, considerando-se a relevância da crescente produção de etanol, será necessário incluir, nesses estudos, outros tipos de uso de terra na região, principalmente aqueles referentes a áreas de pastagens, pois a pecuária também é uma atividade marcante no estado.

## Referências

- ABDALA, K. de O.; RIBEIRO, F. L. Análise dos impactos da competição pelo uso do solo no estado de Goiás durante o período 2000 a 2009 provenientes da expansão do complexo sucroalcooleiro. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 4, p. 373-400, out./dez. 2011.
- BARBOSA, L. M. Agroenergia, biodiversidade, segurança alimentar e direitos humanos. **Conjuntura Internacional**, Belo Horizonte, ano 4, n. 33, set. 2007. Disponível em: <<http://www.puc Minas.br/conjuntura>>. Acesso em: 15 out. 2013.
- BARRETT, C. B. Measuring food insecurity. **Science**, Washington, D.C., v. 327, n. 5967, p. 825-828, Feb. 2010.
- BRACK, P. Biocombustíveis, segurança alimentar e sustentabilidade. **Textual**, Porto Alegre, v. 1, n. 10, p. 6-11, jun. 2008.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Diretrizes de Política de Agroenergia**: 2006-2011. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/diretrizes\\_de\\_politica\\_de\\_agroenergia\\_2006\\_2011\\_000g6twyw7l02wx5ok0wtedt39cd5pf9.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/diretrizes_de_politica_de_agroenergia_2006_2011_000g6twyw7l02wx5ok0wtedt39cd5pf9.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2013.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE MATO GROSSO DO SUL. **Estações meteorológicas colaboram para o desenvolvimento da agricultura em MS**. Disponível em: <[http://www.famasul.com.br/assessoria\\_interna/estacoes-meteorologicas-cola\\_boram](http://www.famasul.com.br/assessoria_interna/estacoes-meteorologicas-cola_boram)>

para-o-desenvolvimento-da-agricultura-em-ms/20974/>. Acesso em: 20 ago. 2013.

FERREIRA FILHO, J. B. de S.; HORRIDGE, J. M. **Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil**. Clayton: Monash University, 2011. (General paper / The Centre of Policy Studies and the Impact Project, G; 218).

GARNETT, T.; APPLEBY, M. C.; BALMFORD, A.; BATEMAN, I. J.; BENTON, T. G.; BLOOMER, P.; BURLINGAME, B.; DAWKINS, M.; DOLAN, L.; FRASER, D.; HERRERO, M.; HOFMANN, I.; SMITH, P.; THORNTON, P. K.; TOULMIN, C.; VERMEULEN, S. J.; GODFRAY, H. C. J. Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. **Science**, Washington, D.C., v. 341, n. 6141, p. 33-34, July 2013.

GODFRAY, H. C. J.; BEDDINGTON, J. R.; CRUTE, I. R.; HADDAD, L.; LAWRENCE, D.; MUIR, J. F.; PRETTY, J.; ROBINSON, S.; THOMAS, S. M.; TOUIMIN, C. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, Washington, D.C., v. 327, n. 5967, p. 812-818, Jan. 2010.

HOFFMANN, R. Segurança alimentar e produção de etanol no Brasil. **Segurança alimentar e nutricional**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 1-5, 2006.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2012**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=27&i=P>>. Acesso em: 10 nov. 2013.

INCRA. **Cadastro rural**. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/index.php/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/cadastro-rural>>. Acesso em: 19 nov. 2013.

LESSA, C. **Etanol, Geopolíticas e Nação**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br/aparte/pdfs/lessa140307.pdf>>. Acesso em: 6 nov. 2013.

Lobell, D. B.; BURKE, M. B.; TEBALDI, C.; MASTRANDREA, M. D.; FALCON, W. P.; NAYLOR, R. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. **Science**, Washington, D.C., v. 319, n. 5863, p. 607-610, Feb. 2008.

MALUF, R.; MENEZES, F.; MARQUES, S. B. Caderno "Segurança Alimentar". In: FÓRUM SOCIAL MUNDIAL, 1., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FSM, 2001. v. 1.

MATOS, M. A.; NINAUT, E. S.; CAIADO, R. C.; SALVI, J. V. A elevação dos preços das commodities agrícolas e a questão da agroenergia. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 9, p. 68-82, set. 2008.

MELO, F. H. de ; FONSECA, E. G. da. **Proálcool, energia e transportes**. São Paulo: Pioneira, 1981. 163 p.

MURILLO HERNANDÉZ, D. I. **Efeitos da produção de etanol e biodiesel na produção agropecuária do Brasil**. 2008. 163 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

NEVES, M. F. 9 questões para 9 bilhões. **Valor Econômico**, São Paulo, 9 ago. 2013. Opinião. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/opiniao/3227550/9-questoes-para-9-bilhoes>>. Acesso em: 15 set. 2013.

SACHS, I. The energetic revolution of the 21<sup>st</sup> century. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, jan./abr. 2007.

SOUZA, P. M. de; LIMA, J. E. de. Mudanças na composição da produção agrícola no Brasil, 1975-95. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 33, n. 3, p. 632-659, jul./set. 2002.