

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A EXPANSÃO DA CANA-DE-  
AÇÚCAR E A PRODUÇÃO DOS DEMAIS GÊNEROS DA  
AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

**CRISTIANE DE JESUS AGUIAR**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO – 2012

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A EXPANSÃO DA CANA-DE-  
AÇÚCAR E A PRODUÇÃO DOS DEMAIS GÊNEROS DA  
AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

**CRISTIANE DE JESUS AGUIAR**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Paulo Marcelo de Souza

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO – 2012

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A EXPANSÃO DA CANA-DE-  
AÇÚCAR E A PRODUÇÃO DOS DEMAIS GÊNEROS DA  
AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

**CRISTIANE DE JESUS AGUIAR**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 14 de março de 2012.

Comissão Examinadora:

---

Prof. Niraldo José Ponciano (D. Sc., Economia Aplicada) UENF

---

Prof. Marlon Gomes Ney (D. Sc., Economia Aplicada) UENF

---

Prof<sup>a</sup>. Vanuza Pereira Ney (D. Sc., Produção Vegetal) UFF

---

Prof. Paulo Marcelo de Souza (D. Sc., Economia Aplicada) UENF  
(Orientador)

*Dedico...*

*Aos meus pais Alice e José Roberto.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus em primeiro lugar, por me iluminar e me dar sabedoria nas minhas decisões, e pela fé, coragem, vontade, força e amparo ao longo da minha vida;

A UENF pelo suporte financeiro e oportunidade de aqui desenvolver este trabalho;

A prof. Paulo Marcelo de Souza por me orientar, pelo ensinamento, paciência e por acreditar que sou capaz;

Aos professores integrantes da banca examinadora Niraldo José Ponciano, Marlon Gomes Ney e Vanuza Pereira Ney, por ter aceitado a participar e contribuir com este trabalho;

Ao prof. Victor Haber Perez, por ter me recebido em seu laboratório e acreditando em meu potencial;

Aos meus pais, Alice e José Roberto, que sempre estiveram presentes, por todas as suas orações, por todo o incentivo, amor, confiança, preocupação e por toda a educação que me proporcionaram;

À minha família, aos meus irmãos, Cristina e Cristiano, às minhas sobrinhas, Gabrielly, Isabelly e Alycia, por todo carinho;

Às minhas amigas Andréia, Priscila e Vanessa, pelo apoio, amizade e companheirismo e por estar sempre disponíveis nos momentos em que precisei;

A todos os amigos que fiz ao longo dos dois anos de curso;

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram na realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>6</b>
3.1. Histórico da cana-de-açúcar no Brasil .....	6
3.2. O Programa PróÁlcool .....	8
3.3. A expansão da cana-de-açúcar .....	11
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
4.1. O modelo Shift-share .....	15
4.1.1. Decomposição da variação da produção nos efeitos área, rendimento e localização geográfica .....	16
4.1.2. Decomposição do efeito área em efeitos escala e substituição.....	18
4.2. Variáveis e fonte de dados.....	19
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>22</b>
5.1. Decomposição da variação da área colhida nos estados .....	22
5.1.1. Alagoas.....	22
5.1.2. Goiás .....	25
5.1.3. Mato Grosso .....	29
5.1.1. Mato Grosso do Sul .....	32
5.1.5. Minas Gerais.....	35

5.1.6. Paraná .....	38
5.1.7. Pernambuco .....	41
5.1.8. São Paulo .....	43
5.2. As mudanças totais no sistema de produção.....	47
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Produção de cana-de-açúcar no Brasil. Fonte: Anuário Estatístico do Agroenergia (2009). .....	13
<b>Figura 2.</b> Participação das culturas analisadas no sistema de produção do estado de Alagoas. Fonte: SIBGE, elaborado pelo autor.....	25
<b>Figura 3.</b> Participação das culturas analisadas no sistema de produção do estado de Goiás. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor.....	28
<b>Figura 4.</b> Participação das culturas analisadas no sistema de produção estado de Mato Grosso. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor. ....	31
<b>Figura 5.</b> Participação das culturas analisadas no sistema de produção estado de Mato Grosso do Sul. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor. ....	34
<b>Figura 6.</b> Participação das culturas analisadas no sistema de produção do estado de Minas Gerais. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor. ....	37
<b>Figura 7.</b> Participação das culturas analisadas no sistema de produção do estado do Paraná. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor. ....	40
<b>Figura 8.</b> Participação das culturas analisadas no sistema de produção do estado de Pernambuco. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor.....	43

**Figura 9.** Participação das culturas analisadas no sistema de produção do estado de São Paulo. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor. .... 46

**Figura 10.** Participação das culturas analisadas no sistema de produção. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor..... 49

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Participação média das culturas selecionadas na área total colhida com os 62 produtos agrícolas das lavouras temporárias e permanentes do Sistema, 2000-2010 .....	21
<b>Tabela 2.</b> Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Alagoas, no período de 2000-2010 .....	24
<b>Tabela 3.</b> Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Goiás, no período de 2000-2010 .....	27
<b>Tabela 4.</b> Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Mato Grosso, no período de 2000-2010 .....	30
<b>Tabela 5.</b> Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Mato Grosso do Sul, no período de 2000-2010 .....	33
<b>Tabela 6.</b> Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Minas Gerais, no período de 2000-2010 .....	36
<b>Tabela 7.</b> Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Paraná, no período de 2000-2010 .....	39
<b>Tabela 8.</b> Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Pernambuco, no período de 2000-2010 .....	42

<b>Tabela 9.</b> Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de São Paulo, no período de 2000-2010.....	45
<b>Tabela 10.</b> Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas do Sistema, no período de 2000-2010 .....	48
<b>Tabela 11.</b> Efeito área, rendimento e localização geográfica das culturas do sistema de 2000 a 2010.....	50

## RESUMO

AGUIAR, C.J. M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Março de 2012; Análise da relação entre a expansão da cana-de-açúcar e a produção dos demais gêneros da agropecuária brasileira; Professor Orientador: Paulo Marcelo de Souza, D.Sc.; Banca Avaliadora: Niraldo José Ponciano; Marlon Gomes Ney; Vanuza Pereira Ney.

Este trabalho analisa o processo de substituição de culturas ocorrido na agricultura brasileira, no período de 2000 a 2010, utilizando o modelo *shift-share*. Os fatores que explicam a evolução da produção foram os efeitos área, rendimento e localização geográfica. As alterações na área cultivada por sua vez foram subdivididas em efeito escala e substituição. Foram analisados os oito maiores estados produtores de cana-de-açúcar do Brasil, no período de 2000-2010, são eles: Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Pernambuco, Minas Gerais, Paraná, Alagoas e São Paulo. A partir dos estados selecionados foram selecionadas as culturas de maior importância em termos de área colhida dos estados compondo assim o sistema, são elas: algodão herbáceo, amendoim, arroz, aveia, banana, batata-inglesa, borracha, café, cana-de-açúcar, castanha de caju, cebola, cevada, coco-da-baía, erva-mate, feijão, fumo, laranja, limão mandioca, manga, melancia, milho, soja, sorgo, trigo e uva. Os resultados mostraram que houve uma expansão da área colhida do sistema em análise. Essa expansão se deu em parte pelo crescimento do sistema produtivo, o que

implica dizer que novas áreas foram incorporadas à produção dos gêneros analisados, totalizando cerca de 12,33 milhões de hectares no período de análise. A cana-de-açúcar e a soja foram responsáveis por essa forte expansão da área cultivada. Verificou-se também, que houve uma redução da área colhida com arroz, principalmente, feijão e milho. No caso do feijão e do milho, o efeito rendimento foi suficiente para assegurar a essas culturas, taxas de crescimento de 3,8 e 6,8 % ao ano, respectivamente. Porém, no caso do arroz, o pequeno aumento no rendimento não foi suficiente para contrabalançar a queda acentuada na área colhida, e sua produção declinou à taxa de quase 7% ao ano.

## **ABSTRACT**

AGUIAR, C.J. M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2012. Analysis of the relationship between the expansion of sugar cane and the production of other genres of Brazilian agriculture. Professor advisor: Paulo Marcelo de Souza, D.Sc.; Examiners: Niraldo José Ponciano; Marlon Gomes Ney; Vanuza Pereira Ney.

This paper analyzes the process of replacing crops in Brazilian agriculture occurred in the period from 2000 to 2010, using the shift-share model. The factors that explain the evolution of production were the effects of area, yield and location. Changes in acreage were in turn subdivided into scale and substitution effect. We analyzed the eight major producing states of sugar cane from Brazil in the period 2000-2010, they are: MatoGrosso do Sul, MatoGrosso, Goias, Pernambuco, Minas Gerais, Parana, Sao Paulo and Alagoas. From the selected states were selected crops of greatest importance in terms of harvested area of the states composing the system well, they are: upland cotton, peanuts, rice, oats, bananas, potatoes, rubber, coffee, sugar cane, cashew nuts, onions, barley, coconut-of-the-bay, mate, beans, tobacco, orange, lemon, cassava, mango, watermelon, corn, soybeans, sorghum, wheat and grapes. The results showed the expansion of the harvested area of the system in question. This expansion was in part the growth of the productive system, which implies new areas that were incorporated into the production of the genera analyzed, totaling approximately 12.33 million hectares

during the analysis period. The sugar cane and soybeans were responsible for this strong expansion of cultivated area. It was also found that there was a reduction in area harvested with rice, mainly, beans and corn. In the case of beans and maize, the effect of income was sufficient to ensure these cultures, growth rates of 3.8 and 6.8% per year, respectively. However, in the case of rice, the small increase in income was not enough to offset the sharp drop in harvested area and production declined at a rate of nearly 7% per year.

## 1. INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade da década de sessenta, foi adotada a estratégia de modernização da agricultura que, inserida em um contexto de priorização do crescimento industrial, deveria incrementar sua base tecnológica para atender às exigências impostas pelo setor urbano-industrial. Para implementar esse projeto, foi necessário um conjunto amplo de instrumentos de política, como o crédito rural subsidiado, a política de preços mínimos, o seguro agrícola, os programas de pesquisa agrônômica e extensão rural, os programas especiais de desenvolvimento, entre outros. Em decorrência de fatores intrínsecos à modernização tecnológica e, principalmente, por efeito das instituições e políticas que a promoveram, o avanço do processo de modernização agrícola esteve associado a várias mudanças estruturais e sociais no setor agrícola, como a aceleração do êxodo rural, o aumento na concentração da distribuição da posse da terra e da renda, a alteração no perfil da força de trabalho agrícola, dentre outras.

As mudanças ocorridas na produção agrícola, com a expansão acelerada do cultivo de determinados produtos, mormente exportáveis, em detrimento da produção de alimentos voltados para o mercado interno, é uma dessas consequências. Esse padrão de crescimento viesado em favor dos produtos de exportação foi destacado por Homem de Melo (1980a, 1980b) e Homem de Melo et al. (1988). Para esses autores, contribuiu para esse desequilíbrio a presença, no final da década de 60, de preços internacionais elevados e taxa de câmbio

favorável (minidesvalorizações cambiais). Além disso, a pesquisa agropecuária, ao primar pelo desenvolvimento de inovações tecnológicas para as culturas de exportação, deixou em segundo plano as culturas domésticas. Como destacado por Rezende (1983), além de menos sujeitos aos riscos de flutuações dos preços promovidas por políticas internas, as culturas de exportação tiveram ainda maior contribuição da pesquisa agrícola, a qual resultou em um aumento de produtividade e redução das variações nas taxas de retorno. Ao contrário, a produção de gêneros para o mercado interno, não participando do mesmo progresso tecnológico daqueles produtos, sujeita ao controle de preços, e empregando fatores cada vez mais caros por sua utilização alternativa na produção de exportáveis, tendeu a ficar estagnada ou reduzir no período.

No caso específico da cana-de-açúcar, sua expansão foi promovida também pelos estímulos do Programa Nacional do Álcool - PROÁLCOOL, criado em novembro de 1975, que concedeu pesados subsídios ao processo agrícola e industrial envolvidos na produção de álcool de cana (Brandão, 2004).

Esse desequilíbrio ocorreu com particular intensidade no estado do Rio de Janeiro, como demonstrado por Souza e Lima (2003). No período de 1975 e 1985, a agricultura do estado passou por um processo marcante de alteração no perfil de sua produção, com a expansão da área cultivada com café e, principalmente, com cana-de-açúcar, que avançaram sobre áreas antes dedicadas ao cultivo de arroz, banana, mandioca e milho. Algumas das consequências dessa expansão foram a eliminação de lavouras de subsistência e culturas tradicionais, como a mandioca, e o crescimento do contingente de trabalhadores temporários, desalojados do meio rural, trabalhando sem vínculos empregatícios e em condições precárias (Cruz, 2004). A mecanização das atividades agrícolas elevou a produtividade do trabalho, minimizando o período de tempo de permanência dos trabalhadores na atividade. Isso implicou no aumento da proporção de trabalhadores temporários, que passou a ser muito maior do que o contingente de trabalhadores permanentes (Neves, 1986 apud Carvalho, 2006), e reduziu a proporção da população ocupada na agricultura sem que fosse gerada, na área urbana, renda e demanda de trabalho para absorver o excedente de trabalhadores dispensados no setor rural (Mendonça, 1986).

Nas últimas décadas, destacam-se eventos como a extinção do IAA (Instituto do Açúcar e do Alcool), na década de noventa, e a redução dos estímulos propiciados pelo PROÁLCOOL que, concebido em um contexto de alta do petróleo, decorrente dos choques de 1973 e 1979, perdeu importância a partir de meados dos anos 80, já em um cenário de crise fiscal, aceleração inflacionária e redução dos preços do petróleo, no qual os pesados subsídios até então concedidos às unidades produtoras tornaram-se inviáveis.

A produção de cana-de-açúcar tem sido fortemente impactada pelas perspectivas acerca da produção do etanol. O país possui um programa de larga escala de veículos com motores que utilizam fontes energéticas limpas e renováveis, no caso o álcool, seja na adição de porcentual significativo à gasolina (álcool anidro), seja diretamente como combustível (álcool hidratado). A competitividade do etanol produzido a partir da cana-de-açúcar no Brasil é significativamente maior do que a dos demais produtores, destacando-se em relação ao etanol de milho dos EUA, tanto na questão dos custos de produção, como do balanço energético (BNDES; CGEE, 2008).

Com base na discussão mundial sobre a substituição das energias fósseis por energias renováveis, no início desta década, e em razão da queda do preço do açúcar no mercado mundial, o Brasil considerou a necessidade da retomada do Programa PróÁlcool (etanol). No ano de 2002, foi apresentado o primeiro veículo com motor flex-fuel, modelo desenvolvido por empresas alemãs e produzido em série no Brasil a partir de março de 2003. Motores flex-fuel são movidos a gasolina, a etanol ou com uma mistura dos dois. Em março de 2004, 16% dos veículos novos vendidos no Brasil já eram equipados com esse tipo de motor e, em fevereiro de 2006, eles já representavam 76,6% (Xavier, 2007), em novembro de 2007, 86,1% (Olivério, 2008) e em 2010 mais de 92% (Kohlhepp, 2010). Desde então, para a maior parte dos consumidores, é possível fazer a escolha do tipo de combustível de acordo com o preço.

O Brasil é o segundo produtor de etanol do mundo, com 33,2% de participação no mercado, atrás dos Estados Unidos, responsáveis por 54,7% da produção mundial, segundo dados de 2009 (BiodieselBR, 2011). Além do rápido aumento da área colhida, vem ocorrendo elevação da produtividade por hectare,

bem como da produção de etanol por tonelada de cana-de-açúcar (Bertrand *et al.*, 2008).

A expansão da área de cana-de-açúcar tem sido questionada por seus possíveis efeitos sobre a produção de alimentos, cujos preços vêm se elevando. Conforme Carvalho (2007), as possibilidades de deslocamento das áreas atuais com plantio de cereais no Brasil, devido ao aumento relativo dos preços das terras, ainda são bastante favoráveis, devido às grades extensões de terras agricultáveis passíveis de serem postas em produção, inclusive as áreas com pastagens para criação extensiva de bovinos. No entanto, há possibilidade de que tal expansão conduza a redução na produção de alimentos e, segundo o autor, Já há tendência no aumento das importações de alimentos no País.

Por outro lado, segundo Schmidhuber (2008), o aumento dos preços dos alimentos básicos, no Brasil, deve ser atribuído especialmente ao aumento do preço do petróleo, dos combustíveis, adubos, pesticidas e custos de transporte, como também pela especulação nos mercados de capitais e não pela diminuição de áreas de plantio, muito menos por causa da diminuição da produção ou por aumento de consumo de gêneros alimentícios.

De acordo com Kohlhepp (2010), a crítica geral feita ao Brasil de usar áreas de plantio para a produção de etanol ao invés de cultivar alimentos também não é correta – crítica essa certamente aplicável a alguns países da Ásia do Sul e Sudeste em razão da situação de concorrência nestes países quanto à expansão irresponsável de áreas para a produção de biocombustíveis. Ademais, segundo o autor, a redução de áreas de plantio de gêneros alimentícios no estado foi compensada pela alta produtividade.

## **2. OBJETIVOS**

Diante das questões levantadas acerca dos possíveis impactos da expansão da produção de cana-de-açúcar sobre os demais cultivos, objetiva-se, neste trabalho, analisar as mudanças ocorridas na composição da produção agrícola nos principais estados produtores de cana-de-açúcar, no período de 2000 a 2010. Pretende-se abordar, especialmente, os efeitos da expansão da produção de cana-de-açúcar sobre a produção dos demais gêneros, buscando aferir a magnitude do processo de substituição de culturas, em especial daquelas destinadas ao abastecimento do mercado interno.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Histórico da cana-de-açúcar no Brasil

O ciclo econômico da cana-de-açúcar teve início após o declínio do ciclo do pau-brasil. A cana-de-açúcar pertence ao gênero *Saccharum*, da espécie da *officinarum*, chegou ao Brasil no século XVI pelos portugueses no início da colonização, e foi introduzida na região Nordeste, principalmente no Estado de Pernambuco, e na região Sudeste, especialmente no Estado de São Paulo. (Calle *et al.*, 2005).

Segundo Doorembo e Kassam (1979 apud Souza, 2005), a cana-de-açúcar chegou ao Brasil em 1532 na expedição marítima de Martim Afonso de Souza e foi em São Vicente que se deu início o seu cultivo. No entanto, segundo Ramos e Belik (1989 apud Souza, 2005), foi o açúcar nordestino o carro-chefe da agroindústria canavieira brasileira por quatro séculos, sempre se destacando pela grande produção e volume exportado.

A primeira crise da cana no Brasil ocorreu com a introdução da cultura no Caribe por holandeses, franceses, espanhóis e ingleses. O Brasil perdeu posições na produção mundial de açúcar em meados do século XVII, porque a produção nas ilhas do Caribe cresceu. Esta situação não eliminou o cultivo de cana no País. Assim, a agricultura e a indústria de cana-de-açúcar se tornaram uma atividade importante principalmente na região nordestina (Calle *et al.*, 2005).

A segunda crise da produção de cana ocorreu com surgimento da produção do açúcar de beterraba por parte dos Holandeses, que desenvolveram técnicas e conhecimentos para construir indústria para a obtenção do açúcar, alterando assim o quadro político-econômico no País (Calle *et al.*, 2005).

A economia brasileira, então, aprendeu a lidar com inconstâncias do mercado internacional do açúcar e, durante o período colonial, predominaram diversos ciclos econômicos como o do ouro, e o do café (Calle *et al.*, 2005).

No início do século XX destaca-se o potencial brasileiro para o cultivo da cana com a produção de álcool obtido dessa matéria-prima. Em meados de 1920, foram conduzidos estudos sobre a possibilidade de mistura do álcool a gasolina para maior rentabilidade do combustível. Como o álcool anidro possui cerca de 99% de teor de pureza, ele foi utilizado para a mistura à gasolina, assim melhorando a combustão e reduzindo a liberação de monóxido de carbono (Polasse, 2009).

Com a depressão de 1929, a agroindústria canavieira entrou em crise devido à queda de preços internacionais que prejudicaram o desempenho das exportações de açúcar, abrindo espaço para a intervenção Estatal na economia açucareira (Polasse, 2009).

A Comissão de Defesa da Produção Açucareira (CDPA) foi criada em dezembro de 1931, com o objetivo de implantar medidas e iniciativas destinadas a diminuir os excedentes de oferta de açúcar no mercado interno. O IAA (Instituto do Açúcar e do Álcool) foi criado em 1933 em substituição ao CDPA. (Polasse, 2009).

O IAA era uma entidade autárquica, com atribuições de planejamento e de intervenções na economia do setor. A intervenção estatal, por meio do IAA, foi uma reivindicação feita pelos produtores do setor sucroalcooleiro, e sua participação era muito mais intensa em relação ao álcool do que no mercado açucareiro (Polasse, 2009).

O Decreto de criação do IAA trazia clareza quanto aos principais objetivos que regularam a sua criação, quais sejam:

*(...) assegurar o equilíbrio do mercado interno entre as safras anuais de cana e o consumo de açúcar, mediante a aplicação obrigatória de matéria-prima no fabrico de álcool etílico; fomentar a fabricação de etanol anidro mediante a instalação de destilarias centrais nos pontos mais aconselháveis, ou auxiliando as cooperativas e sindicatos de*

*usineiros que para tal fim se organizassem, ou os usineiros individualmente, a instalar destilarias ou melhorar suas instalações atuais (Szmrecsányi, 1979 apud Piacente, 2006, p. 5).*

O incentivo de misturar 5% de álcool a gasolina ocorreu na era Vargas, pelo decreto nº 9.917, de 20 de fevereiro de 1931. O uso do álcool ficou restrito aos setores industriais e farmacêuticos, pela desaceleração do crescimento do setor sucroalcooleiro, devido a pressões de grupos com interesse econômico pelo petróleo e sem investimentos estatais após a 2ª Guerra Mundial (Menezes, 1980).

Quando eclodiu o primeiro choque de petróleo, em 1973, o Brasil sofreu um forte déficit na balança comercial, devido à sua dependência em relação ao petróleo (Piacente, 2006). Diante disso, o governo brasileiro anunciou medidas para corrigir a situação, estabelecendo três vertentes principais: prospecção e exploração nacional de petróleo; expansão da geração de energia primária hidráulica e desenvolvimento de programas alternativos para substituir importantes derivados do petróleo: Proóleo, Procarvão e o Proálcool (Furtado, 1983 apud Piacente, 2006).

### **3.2. O Programa PróÁlcool**

A partir da década de 70, o setor sucroalcooleiro nacional passou por importante transformação, deixando de ser exclusivamente voltado para o setor de alimentos, para destinar-se ao setor energético, por meio do Proálcool. Este programa nasceu em 14 de novembro de 1975, fomentou a produção de cana para a fabricação de combustível, tendo efeito positivo no aumento da competitividade do sistema como um todo (Costa, 2009). O programa realmente se fortaleceu no início da década de 80, em decorrência do segundo choque de petróleo, ocorrido em 1979, devido ao conflito no Oriente Médio, que contribuiu para que os preços do petróleo atingissem patamares elevados (Polasse, 2009). Em resposta a esse segundo choque, o programa foi significativamente ampliado (Borges *et al.*, 1984). A produção de veículos movidos a álcool passou a ser significativa somente a partir de 1980 e perdurou por uma década e meia. A proporção de carros a álcool no total de automóveis de ciclo Otto (passageiros e de uso misto) produzidos no país aumentou de 0,46% em 1979 para 26,8% em 1980, atingindo um teto de 76,1% em 1986 (Nappo, 2007).

Em sua primeira fase o governo brasileiro financiou a construção de destilarias e o incremento na utilização da mistura etanol anidro à gasolina, e promoveu o desenvolvimento de automóveis movidos a etanol hidratado, por parte da indústria automobilística (Piacente, 2006).

Os três mecanismos importantes que o governo brasileiro adotou para incentivar a produção do álcool etílico carburante foram: a fixação de preços remuneradores, a concessão de empréstimos para investimentos em condições vantajosas, e a garantia de mercado. (Ferreira, 1992 apud Piacente, 2006).

GOLDEMBERG e MOREIRA afirmam que:

*“a segunda fase do PROÁLCOOL trouxe, como outra peculiaridade, a implantação das destilarias autônomas. Ou seja, unidades industriais que passariam a se dedicar ao cultivo da cana-de-açúcar, exclusivamente visando à produção de álcool. Entre 1980 e 1987 o Brasil produziu 53.212,6 milhões de litros de álcool anidro e hidratado. A utilização do álcool hidratado carburante, contudo, para ser plenamente viabilizada, exigiu um conjunto de acordos com o setor automotivo e, de certo modo, com os consumidores” (Goldemberg e Moreria, 1990, p.69-72).*

Destacam-se como incentivo à produção de álcool hidratado, naquela época:

*(...) o preço do álcool inferior em 30% ao da gasolina (por litro de combustível), redução do Imposto de Produtos Industrializados (IPI) para veículos a álcool (chegando à total isenção para os carros destinados ao uso como táxis), redução da Taxa Rodoviária Única para veículos a álcool e isenção do imposto sobre circulação de mercadorias e de serviços (ICMS) para este tipo de veículo (Piacente, 2006, p. 10).*

Em meados da década de 80, o programa estagnou e entrou em declínio (Goldemberg e Moreira, 1990). A credibilidade do Proálcool foi afetada no final dos anos 80 com a crise de abastecimento do álcool e a redução de estímulos ao seu uso, o que resultou em um declínio nas vendas de automóveis movidos a esse combustível nos anos seguintes (Farias e Silva, 2009).

No final da década de 80 e início da década de 90, o cenário internacional dos preços do petróleo sofreu fortes alterações, tendo o preço do barril diminuído sensivelmente. Tal realidade, que se manteve praticamente como a tônica dos dez anos seguintes (IICA, 2007).

O retorno a essa energia renovável pode ser caracterizado por: a) aumentos contínuos do preço do petróleo, cuja crescente utilização tem causado o encarecimento das matrizes energéticas de várias nações dependentes da commodity, desencadeando sérios desequilíbrios em suas balanças comerciais; b) benefícios que a expansão da utilização dos biocombustíveis pode trazer para o setor agrícola por meio da implantação de projetos específicos para fins energéticos, com o objetivo de promover o desenvolvimento regional sustentável; e, c) redução das emissões de gás carbônico que além do benefício em si poderá ser fonte de ganhos no mercado de carbono, uma vez que a parcela de gases não emitidos por um País poderá ser comercializada na forma de créditos a outro participante interessado em não reduzir suas emissões (Masiero e Lopes, 2009).

O Brasil vivencia a expansão de seus canaviais, buscando oferecer um combustível alternativo em larga escala. A nova escalada de plantio não é um movimento comandado pelo governo, como no final dos anos 70, quando o Brasil encontrou no álcool a solução para encarar o forte aumento dos preços do petróleo que importava. O álcool apresenta-se como um combustível importante e ambientalmente correto no Brasil e no mundo, a corrida para construir novas usinas é movida por decisões da iniciativa privada (IICA, 2007).

Os carros com motores flex podem ser movidos tanto à gasolina ou álcool ou até mesmo a mistura dos dois combustíveis, e conquistaram o consumidor desde março de 2003, ano em que foram introduzidos no país. Hoje as indústrias oferecem esta opção em quase todos os seus modelos, e os carros bicombustíveis já ultrapassam os movidos à gasolina no mercado interno. Diante do nível elevado das cotações de petróleo no mercado internacional, a expectativa da indústria é que essa participação se amplie ainda mais (IICA, 2007).

Para manter sua posição de destaque na produção e exportação de açúcar e álcool, o Brasil está estendendo seus canaviais para quase todo o país, especialmente para o oeste paulista e para o cerrado, nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (Torquato, 2006).

### 3.3. A expansão da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância econômica no Brasil. Com a preocupação de diminuir a dependência dos combustíveis de origem fóssil, aliada à preocupação com as questões ambientais, o uso do etanol está tomando proporções mundiais, estimulando a expansão do cultivo da cana-de-açúcar (Aguiar, *et al.*, 2009).

Diante da necessidade de substituir os combustíveis fósseis por energia de fontes renováveis e com o forte crescimento da procura por álcool e açúcar houve um intenso dinamismo no setor sucroalcooleiro. Sendo assim, observou-se uma crescente busca por novas áreas para o plantio de cana-de-açúcar (Palomino, 2008).

A utilização da cana-de-açúcar como matéria-prima apresenta diversas vantagens para a produção de combustível. Vale a pena lembrar a relação produto/insumo de energia renovável/fóssil, que segundo Macedo (2000) é da ordem de 10:1 e contribuiu sobremaneira para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> e de SO<sub>x</sub> e particulados, além do uso de fertilizantes menos agressivos e em menor quantidade quando comparada a outras culturas. Ademais, existe a utilização em larga escala dos resíduos de processamento, a cogeração de energia elétrica limpa e a geração de empregos, sejam diretos ou indiretos (Palomino, 2008).

De acordo com Nastari (2006), o setor sucroalcooleiro brasileiro conta com 379 unidades para produção de álcool combustível e açúcar, associados à moagem de 432 milhões de toneladas de cana-de-açúcar que geram cerca de 30 milhões de toneladas de açúcar e 17,4 bilhões de litros de álcool. Além disso, um levantamento feito junto à DATAGRO, consultoria que presta serviços nas áreas de açúcar e biocombustíveis, indicou a existência de 136 novos projetos de usinas de álcool e açúcar em andamento no país, em diferentes fases de implantação, dos quais 116 localizam-se na região Centro-Sul, 41 no estado de São Paulo (Palomino, 2008).

Dentro deste contexto, o estado de São Paulo mostra-se extremamente relevante e desempenha um papel de suma importância para o Brasil como um todo, apresentando evolução crescente desde o início da década de 90 (Palomino, 2008).

Devido ao melhoramento genético e ao crescimento na variedade de espécies de cana-de-açúcar a produtividade agrícola média no Brasil, que era de 65t/ha em 1998 (Moreira; Goldemberg,1999), atingiu valores de cerca de 100t/ha em 2003; a quantidade de açúcar na cana aumentou de 9,5% em 1977 para 14% em 2003 (Procana, 2005).

Comparando os dados de área plantada de cana e das outras culturas nos anos de 2004 e 2006, verifica-se que a parcela destinada às outras culturas diminuiu 1.349.333 ha, contra um aumento de 545.562 ha para a cana-de-açúcar. É importante ressaltar que nesse período a agricultura brasileira sofreu com os baixos preços da soja no mercado internacional e com as condições climáticas desfavoráveis nas principais regiões produtoras do país, o que causou o endividamento de vários produtores. Esse cenário, de certa forma, facilitou a expansão da cana-de-açúcar, já que havia uma insatisfação dos agricultores com o mercado e a necessidade de pagamento das dívidas contraídas (IBGE, 2010).

Estudos publicados recentemente têm mostrado grande interesse em substituir combustíveis de origem fóssil por fontes alternativas de energia, dentre elas pode-se citar: biodiesel, etanol e carvão vegetal. De acordo com a previsão da Agência Internacional de Energia (AIE) até o ano de 2030, os biocombustíveis representarão cerca de 7% do combustível utilizado no transporte, sendo a União Europeia, os Estados Unidos e o Brasil os principais produtores e consumidores. Esse crescimento no mercado internacional é esperado devido ao aumento do preço do petróleo e também porque os países desenvolvidos que assinaram o Protocolo de Kyoto se comprometeram a reduzir suas emissões de gases poluentes (Barbosa, 2007).

Sendo assim, a demanda crescente da agroenergia tem provocado várias críticas com relação aos impactos e avanços das monoculturas energéticas sobre a produção de alimentos em escala mundial, e os ecossistemas naturais em escala local. Nesse contexto, vale destacar os problemas sociais relativos à expansão do cultivo de cana-de-açúcar (Barbosa, 2007).

A rápida expansão do setor sucroalcooleiro tem gerado uma série de preocupações e resistências. É comum ouvir queixas sobre o “mar de cana”, o aumento das queimadas e seus efeitos nocivos sobre a saúde humana, a degradação das condições de trabalho, o intenso fluxo migratório e seus efeitos negativos sobre as condições de vida nas cidades-dormitórios, entre outros

aspectos. Alguns prefeitos levantam fortes resistências à introdução da cana em seus municípios alegando as pressões que serão exercidas sobre os serviços de saúde e sociais dos municípios, em função dos fluxos migratórios, das queimadas, entre outros aspectos. Alega-se que a cana atrai uma mão de obra de baixa qualidade que ampliará os problemas sociais (Palomino, 2008).

De fato, vem ocorrendo, sobretudo na última década, um forte crescimento da produção de cana-de-açúcar. Como pode ser observado na Figura 1, essa cultura vem se expandindo desde a implementação do Proálcool, com exceção do período da década de oitenta, quando sua produção manteve-se estagnada. Porém, é a partir do ano de 2001 que essa produção passou a se elevar aceleradamente, mais do que dobrando no restante do período.

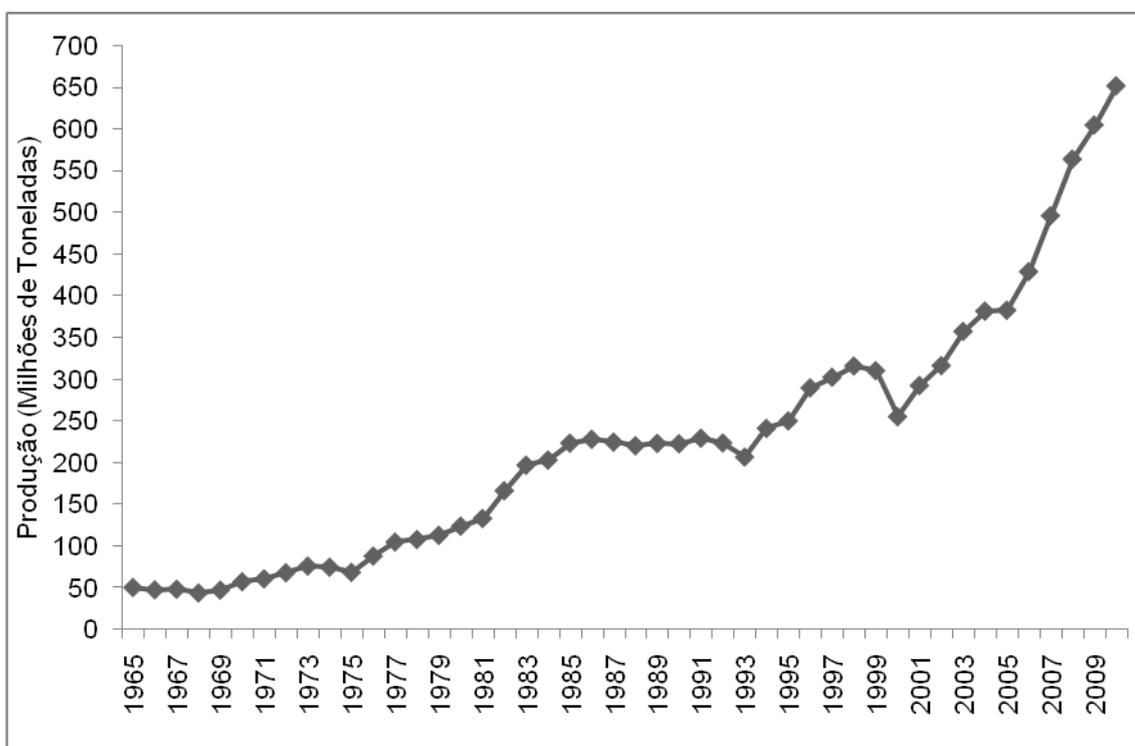


Figura 1. Produção de cana-de-açúcar no Brasil. Fonte: Anuário Estatístico do Agroenergia (2009).

Segundo o relatório "Panorama Agrícola 2007-2016", divulgado pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação no dia 04 de julho de 2007, o aumento da procura por energias de fontes renováveis, os

biocombustíveis, está gerando alterações significativas nos mercados agrícolas, podendo influenciar nos preços de muitos produtos agrícolas e bens alimentares em longo prazo (Barbosa, 2007).

Essa crescente procura de matérias-primas agrícolas para a produção de energia pode induzir a uma pressão nos preços das sementes, nos custos das rações para animais e, no final da cadeia, nos preços da alimentação. Esse cenário suscita preocupação particular não só em relação aos países que são importadores de alimentos, como também em relação à redução no abastecimento de alimentos para o mercado interno (Barbosa, 2007).

Quanto ao Brasil, considerado o maior produtor em potencial de agroenergia no mundo, o relatório antecipa a duplicação no volume de etanol produzido a partir da cana-de-açúcar: dos atuais 21.000 milhões de toneladas, para 44 milhões em 2016. O primeiro passo nesta direção foi dado com a criação e implantação do Próalcool na década de 70, programa para o uso em larga escala do álcool combustível, produzido a partir da cana-de-açúcar, que atualmente é exportado para os Estados Unidos, Japão, Holanda, Coreia do Sul, entre outros (Barbosa, 2007).

Diante do crescimento da demanda por biocombustíveis, o desafio é como conciliar, de forma sustentável, dois elementos essenciais para sua sobrevivência: soberania energética e segurança alimentar.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. O modelo Shift-share

Para a análise das alterações na composição da produção agrícola, pretende-se empregar o modelo *shift-share*, na forma proposta por Yokoyama et al. (1989). Esta metodologia possibilita investigar as fontes de crescimento da produção, mediante a decomposição deste crescimento em: efeito área, decorrente das variações na área cultivada; efeito rendimento, advindo de variações no rendimento das atividades; e efeito localização geográfica, originado por alterações na localização da produção, associadas ao crescimento da participação de determinada região na oferta do produto em detrimento de outras. Além disso, permite que o efeito área possa ser decomposto nos efeitos escala e substituição, a partir dos quais se pode aquilatar em que medida a variação na área ocupada com cada produto se deve à alteração na área total ou devido à substituição de uma atividade por outra. A descrição deste modelo é feita a seguir.

#### 4.1.1. Decomposição da variação da produção nos efeitos área, rendimento e localização geográfica

A análise individual do comportamento da produção de cada produto permite revelar a importância dos efeitos área, rendimento e localização geográfica, efeitos estes cujas expressões matemáticas serão derivadas a seguir.

Considerando-se um estudo envolvendo  $n$  produtos e  $m$  regiões, a produção total do  $j$ -ésimo produto (total do país), no instante inicial da análise,  $t=0$ , é dada por:

$$Q_{j0} = \sum_{i=1}^m A_{ij0} R_{ij0} = \sum_{i=1}^m \lambda_{ij0} A_{j0} R_{ij0}$$

em que:

$Q_j$  = produção total do  $j$ -ésimo produto, em que  $j= 1, 2, \dots, n$ ;

$A_{ij}$  = área cultivada do  $j$ -ésimo produto, na área da  $i$ -ésima região, em que  $i = 1, 2, \dots, m$ ;

$A_j$  = área total cultivada com o  $j$ -ésimo produto;

$R_{ij}$  = rendimento do  $j$ -ésimo produto na  $i$ -ésima região;

$\lambda_{ij}$  = participação do  $j$ -ésimo produto na  $i$ -ésima região.

De modo semelhante, a produção total do  $j$ -ésimo produto, no tempo  $t=T$ , é dada por:

$$Q_{jT} = \sum_{i=1}^m A_{ijT} R_{ijT} = \sum_{i=1}^m \lambda_{ijT} A_{jT} R_{ijT} \quad (2)$$

Supondo que apenas a área total do produto se modificasse entre os instantes  $t=0$  e  $t=T$ , a produção total de  $j$  neste último período seria obtida por:

$$Q_{jT}^A = \sum_{i=1}^m \lambda_{ij0} A_{jT} R_{ij0} \quad (3)$$

Se, além da área total ocupada com o produto  $j$ , também o rendimento se alterasse em cada região, a produção final seria:

$$Q_{jT}^{A,R} = \sum_{i=1}^m \lambda_{ij0} A_{jT} R_{ijT} \quad (4)$$

Finalmente, se a distribuição geográfica da área cultivada ( $\lambda_{ij}$ ) também sofresse modificação, resulta que a produção total seria obtida por:

$$Q_{jT}^{A,R,\lambda} = \sum_{i=1}^m \lambda_{ijT} A_{jT} R_{ijT} = Q_{jT} \quad (5)$$

A mudança total observada na produção do j-ésimo produto, no intervalo de tempo compreendido entre os períodos  $t=0$  e  $t=T$ , será:

$$Q_{jT} - Q_{j0} = \sum_{i=1}^m \lambda_{ijT} A_{jT} R_{ijT} - \sum_{i=1}^m \lambda_{ij0} A_{jT} R_{ij0} \quad (6)$$

ou, escrito de outra forma:

$$Q_{jT} - Q_{j0} = (Q_{jT}^A - Q_{j0}^A) + (Q_{jT}^{A,R} - Q_{jT}^A) + (Q_{jT} - Q_{jT}^{A,R}) \quad (7)$$

em que:

$Q_{jT} - Q_{j0}$  = variação total na produção do j-ésimo produto entre o período  $t=0$  e  $t=T$ ;

$Q_{jT}^A - Q_{j0}^A$  = efeito área;

$Q_{jT}^{A,R} - Q_{jT}^A$  = efeito rendimento;

$Q_{jT} - Q_{jT}^{A,R}$  = efeito localização geográfica

Pela observação das equações (4) e (5), pode-se constatar que o efeito localização geográfica (ELG) é dado por:

$$ELG = \sum_{i=1}^m \lambda_{ijT} A_{jT} R_{ijT} - \sum_{i=1}^m \lambda_{ij0} A_{jT} R_{ijT} = A_{jT} \left( \sum_{i=1}^m \lambda_{ijT} R_{ijT} - \sum_{i=1}^m \lambda_{ij0} R_{ijT} \right) \quad (8)$$

Uma vez que a expressão no interior dos parênteses consiste em uma diferença entre duas médias ponderadas dos rendimentos, no tempo T, do produto j na região i ( $R_{ijT}$ ), cujos pesos são as respectivas participações geográficas do produto ( $\lambda_{ijt}$ ), resulta que o efeito localização geográfica será positivo quando se verificar um aumento na participação do produto nas regiões em que ele apresenta o maior rendimento no período T.

No intento de se apresentar os resultados dos diversos efeitos explicativos na forma de taxas anuais de crescimento, utiliza-se a metodologia proposta por Igreja (1987), citado por Yokoyama et al. (1989). Assim, tomando a expressão (7) e multiplicando-a pela expressão:

$$\frac{1}{(Q_{jT} - Q_{j0})}$$

tem-se:

$$1 = \frac{(Q_{jT}^A - Q_{j0})}{(Q_{jT} - Q_{j0})} + \frac{(Q_{jT}^{A,R} - Q_{jT}^A)}{(Q_{jT} - Q_{j0})} + \frac{(Q_{jT} - Q_{jT}^{A,R})}{(Q_{jT} - Q_{j0})} \quad (9)$$

Multiplicando ambos os lados da identidade (9) pela taxa anual média de variação na produção da j-ésima cultura (r), obtém-se:

$$r = \frac{(Q_{jT}^A - Q_{j0})}{(Q_{jT} - Q_{j0})} r + \frac{(Q_{jT}^{A,R} - Q_{jT}^A)}{(Q_{jT} - Q_{j0})} r + \frac{(Q_{jT} - Q_{jT}^{A,R})}{(Q_{jT} - Q_{j0})} r \quad (10)$$

em que r é a taxa anual média de variação na produção do j-ésimo produto, em percentagem ao ano, e cuja expressão é a seguinte.

$$r = \left( \sqrt[T]{\frac{Q_{jT}}{Q_{j0}}} - 1 \right) 100 \quad (11)$$

Retomando a equação (10), observa-se que a taxa anual de variação na produção de j é composta dos seguintes efeitos:

$\frac{(Q_{jT}^A - Q_{j0})}{(Q_{jT} - Q_{j0})} r = \text{efeito área}(EA)$ , expresso em percentagem de crescimento do j-ésimo produto ao ano;

$\frac{(Q_{jT}^{A,R} - Q_{jT}^A)}{(Q_{jT} - Q_{j0})} r = \text{efeito rendimento}(ER)$ , expresso em percentagem ao ano;

$\frac{(Q_{jT} - Q_{jT}^{A,R})}{(Q_{jT} - Q_{j0})} r = \text{efeito localização geográfica}(ELG)$ , expresso em percentagem ao ano.

#### 4.1.2. Decomposição do efeito área em efeitos escala e substituição

A variação da área total ocupada por um produto j qualquer, ocorrida no intervalo de tempo compreendido entre t=0 e t=T, pode ser representada pela expressão:

$$A_{jT} - A_{j0} \quad (12)$$

a qual, por sua vez, pode ser escrita de outra forma, do que resulta na decomposição do efeito área em dois efeitos:

$$A_{jT} - A_{j0} = (\gamma A_{j0} - A_{j0}) + (A_{jT} - \gamma A_{j0}) \quad (13)$$

Em que:

$(\gamma A_{j0} - A_{j0}) = \text{Efeito escala}$ , expresso em hectares;

$(A_{jT} - \gamma A_{j0}) = \text{Efeito substituição}$ , expresso em hectares.

Em (13),  $\gamma$  é o coeficiente que mede a modificação na área total cultivada (AT) com todos os produtos considerados na análise (dimensão do sistema) entre os períodos inicial ( $t=0$ ) e final ( $t=T$ ), sendo ele obtido por:

$$\gamma = AT_T / AT_0 \quad (14)$$

O efeito substituição permite observar o comportamento da participação do produto dentro do sistema, sendo ele negativo no caso da ocorrência de queda na participação do produto considerado, apresentando-se positivo em situação oposta. O primeiro caso implica que o produto em questão foi substituído no sistema por outras atividades, ao passo que, na segunda situação, o efeito substituição positivo indica que aquele produto substituiu outras atividades dentro do sistema.

Uma vez que no sistema de produção somente se verifica o efeito escala, a soma dos efeitos substituição deve ser nula, ou seja:

$$\sum_{j=1}^n (A_{jT} - \gamma A_{j0}) = 0 \quad (15)$$

#### 4.2. Variáveis e fonte de dados

A escolha dos estados incluídos na análise baseou-se na importância de cada um na produção de cana-de-açúcar. Mediante esse critério, foram escolhidos os estados Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Pernambuco, Minas Gerais, Paraná, Alagoas, São Paulo.

As culturas que foram objetos de quantificação das fontes de crescimento são as lavouras temporárias e permanentes dos estados escolhidos. Na metodologia empregada no estudo, esses estados compõem, conjuntamente, o sistema de produção de cana-de-açúcar do estudo.

A seleção de culturas para compor esse sistema de produção foi feita com base em sua participação em cada cultura na área total colhida com culturas no conjunto dos estados, bem como na importância de alguns produtos para alguns

estados, individualmente<sup>1</sup>. Com esse critério, foram consideradas as culturas: algodão herbáceo, amendoim, arroz, aveia, banana, batata-inglesa, borracha, café, cana-de-açúcar, castanha de caju, cebola, cevada, coco-da-baía, erva-mate, feijão, fumo, laranja, limão, mandioca, manga, melancia, milho, soja, sorgo, trigo e uva.

Embora a análise considere apenas os estados de maior importância na produção de cana-de-açúcar, é significativa a participação dos mesmos na área colhida das demais culturas. No conjunto, eles respondem por cerca 60% da área colhida total dessas culturas no Brasil.

A Tabela 1 fornece a participação de cada produto na área total colhida do sistema, das culturas das lavouras temporárias e permanentes da agricultura brasileira. Com a inclusão desses produtos, pode-se afirmar, de modo geral, que aproximadamente 99% da área colhida com culturas permanentes e temporárias em cada estado está representada pelo conjunto de culturas selecionadas.

---

<sup>1</sup> A importância de certos produtos restringe-se a apenas alguns dos estados analisados. Em Pernambuco, são importantes as participações na área das culturas coco-da-baía, manga, castanha de caju, cebola, uva e melancia. Em Alagoas, é significativa a participação das culturas coco-da-baía e fumo. Em São Paulo, a participação da cultura de borracha e limão também é importante, ao passo que, no Paraná, destaca-se também a participação das culturas fumo, cevada e erva-mate.

**Tabela 1.** Participação média das culturas selecionadas na área total colhida com os 62 produtos agrícolas das lavouras temporárias e permanentes do Sistema, 2000-2010

Cultura	Participação (%)
Soja	33,08
Milho	21,46
Cana-de-açúcar	10,87
Feijão	6,57
Café	3,85
Trigo	3,54
Arroz	5,38
Algodão herbáceo	1,58
Laranja	1,38
Sorgo	1,16
Mandioca	3,00
Banana	0,85
Aveia	0,40
Batata-inglesa	0,25
Amendoim	0,18
Fumo	0,70
Borracha	0,19
Cevada	0,19
Erva-mate	0,13
Limão	0,08
Coco-da-baía	0,47
Manga	0,12
Melancia	0,15
Uva	0,12
Cebola	0,11
Castanha de caju	1,18
<b>Total</b>	<b>96,98</b>

Fonte: IBGE, elaborada pelo autor.

As variáveis empregadas no modelo são: área colhida, em hectares; quantidade produzida, em toneladas, e rendimento médio por hectare. As informações relativas à produção e à área colhida dos produtos, para cada estado analisado, foram obtidas de dados publicados pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – FIBGE, constantes dos Censos Agropecuários e do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Decomposição da variação da área colhida nos estados**

A análise das mudanças na área colhida com os principais produtos, mediante sua decomposição nos efeitos escala e substituição, e a descrição de seus impactos sobre a produção, é feita separadamente por estados de um sistema composto dos seguintes estados produtores: Alagoas, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, São Paulo.

#### **5.1.1. Alagoas**

A agricultura do estado de Alagoas foi afetada, durante o período de 2000-2010, por uma redução da dimensão de seu sistema produtivo, caracterizada pelo efeito escala negativo, como se pode observar na Tabela 2. Apesar disso, e em razão da substituição de culturas, verifica-se o crescimento na área colhida com castanha de caju, laranja, melancia, manga, amendoim, limão e banana, que passaram a ocupar as terras deixadas pelo recuo das demais atividades.

Além disso, é importante destacar que a cana-de-açúcar apesar de ter perdido área colhida, tomou cerca de 92% da área permutada de outras culturas dentro do sistema como o feijão, milho, fumo, algodão, mandioca, arroz, coco-da-baía e café.

O feijão, o milho, o fumo, o arroz, a mandioca e o coco-da-baía apresentaram perda no processo de substituição. Todas essas culturas tiveram quedas expressivas na produção. Dentre essas culturas, o milho, principalmente, o arroz e o feijão tiveram efeito rendimento negativos. A taxa de crescimento do fumo foi positiva no período analisado, isso indica que o efeito rendimento compensou o efeito área.

Souza (2002) afirma que no período de 1975-1985, a cultura que mais tomou área foi a cana-de-açúcar, ocupando cerca de 90% das terras liberadas pelas culturas de mandioca, algodão herbáceo e milho principalmente. Já no período de 1985-1995 houve uma contração do sistema e somente a laranja e a mandioca experimentaram o aumento da área, enquanto que os demais produtos tiveram sua área reduzida, as culturas que mais perderam área foram o algodão herbáceo, banana, coco-da-baía e fumo, essas culturas forneceram a quase totalidade da área substituída no sistema, a qual foi incorporada à produção de cana-de-açúcar, principalmente, além de mandioca e feijão, para citar os mais importantes.

No trabalho de Silva, *et.al.*, (2005), foi constatado que no primeiro subperíodo, compreendido entre os triênios de 1985/87 ao 1992/94, houve redução para as áreas das culturas de mercado interno e externo. No segundo período de análise, que vai do triênio 1992/94 ao triênio 1998/00, o estado sofreu uma substituição com as culturas de mercado interno pelas culturas do mercado externo. As culturas do mercado interno são: algodão herbáceo, arroz, banana, batata-doce, coco-da-baía, fava, feijão, laranja, mandioca e milho. E as culturas do mercado externo são: cana-de-açúcar, castanha de caju, fumo, melão e sisal.

Com base nos resultados encontrados por esses dois autores mencionados, pode-se afirmar que as culturas consideradas do mercado interno vêm perdendo área desde 1975 para as culturas de mercado externo, principalmente a cana-de-açúcar.

A redução do sistema produtivo no estado de Alagoas vem ocorrendo desde 1985, como mostrou Souza (2002) em seu trabalho, essa redução vem se estendendo até o período de análise do presente trabalho.

**Tabela 2.** Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Alagoas, no período de 2000-2010

Culturas	Variação total	Efeitos		%*	Efeito		Taxa de Crescimento
		Escala	Substituição		Área	Rendimento	
Algodão herbáceo	-5011	-711	-4300	-10,66	-15,34	-1,66	-17
Amendoim	20	-8	28	0,07	2,82	10,14	12,96
Arroz	-3411	-743	-2668	-6,62	-7,25	-0,89	-8,13
Banana	5	-476	481	1,19	0,01	-5,64	-5,63
Café	-33	-4	-29	-0,07	-19,49	11,2	-8,29
Cana-de-açúcar	-14430	-51767	37337	92,57	-0,33	-0,99	-1,31
Castanha de caju	1167	-32	1199	2,97	18,28	4,02	22,3
Coco-da-baía	-2568	-1749	-819	-2,03	-1,86	1,71	-0,14
Feijão	-27788	-9484	-18304	-45,38	-4,04	-0,39	-4,43
Fumo	-7441	-2046	-5395	-13,38	-5,46	5,75	0,28
Laranja	596	-434	1030	2,55	1,49	1,64	3,13
Limão	20	-1	21	0,05	11,96	-7,77	4,19
Mandioca	-4710	-2900	-1810	-4,49	-2,06	0,81	-1,25
Manga	28	-105	133	0,33	0,3	-1,52	-1,21
Melancia	104	-1	105	0,26	30,65	3,46	34,11
Milho	-13604	-6595	-7009	-17,38	-2,64	-3,13	-5,77

\* o percentual exibido refere-se à participação da área que cada atividade cede ou toma às demais na área total substituída. Fonte: IBGE, elaborada pelo autor.

Em relação à participação de cana-de-açúcar no estado em análise, essa cultura responde por aproximadamente 73,5% da área do sistema, como pode ser observado na Figura 2. Essa cultura ocupou área que antes era dedicada ao feijão, milho e fumo. No caso específico do feijão, sua participação no sistema caiu de quase 13% da área, no instante inicial, para cerca de 9,2% no final do período.

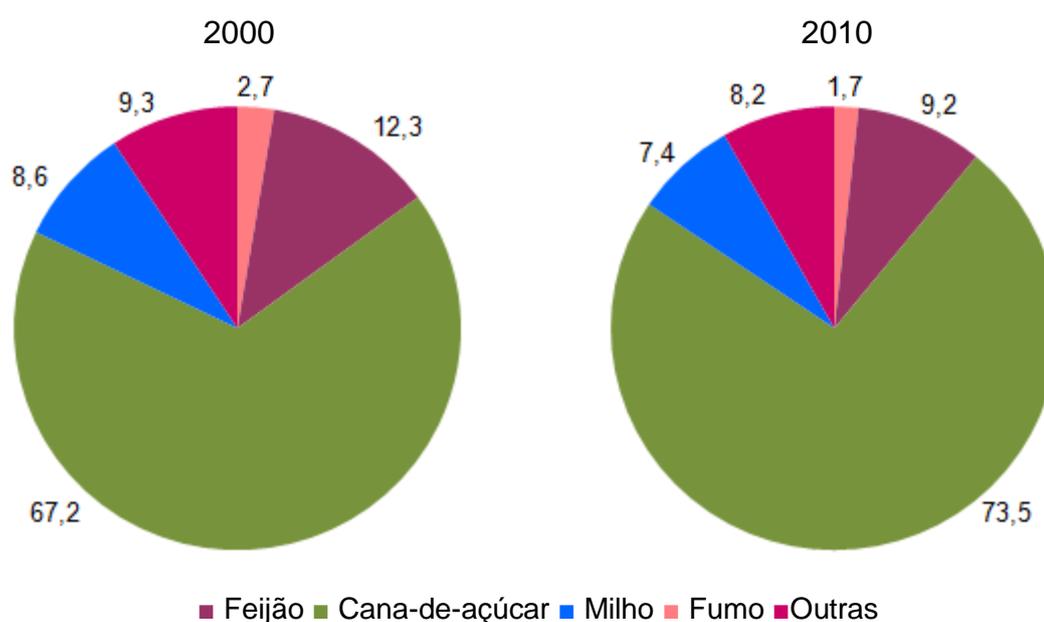


Figura 2. Participação das culturas analisadas no sistema de produção do estado de Alagoas. Fonte: SIBGE, elaborado pelo autor.

Segundo Santos (2011), o estado de Alagoas é o maior produtor nordestino de cana-de-açúcar; em 2008/2009 ele produziu 27.309.285 toneladas de cana, ficando em quinto lugar na produção nacional. A produção de cana em alagoas, devido principalmente às variações climáticas decorrentes dos diversos períodos de estiagem prolongada, provocou grandes alterações ao longo do tempo.

### 5.1.2. Goiás

A decomposição da variação da área colhida das principais culturas no estado de Goiás, no período abordado, encontra-se na tabela 3. Pode-se observar que houve uma expansão da área colhida da grande maioria das

culturas estudadas do estado, podendo-se destacar soja, cana-de-açúcar, sorgo e milho. Conjuntamente, essas culturas tiveram um crescimento de aproximadamente 1.5 milhões de hectares de área colhida do estado.

As únicas culturas que perderam área no período foram algodão, arroz e, em menor proporção, manga.

Quando se considera a proporção com que cada um dos produtos analisados participa na área permutada entre culturas, cedendo ou tomando espaço de outras, verifica-se que, em termos percentuais, milho, algodão e arroz, respondem por quase 90% da área cedida a outras culturas. Porém, no caso do milho, que cedeu aproximadamente 55% da área permutada no sistema, essa perda foi compensada pelo efeito escala positivo. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Paranaíba (2009), que, no período de 2000-2007, encontrou efeito substituição positivo para a soja, o sorgo e a cana-de-açúcar, e acentuada substituição do milho em Goiás.

Pires (2006), também encontrou em seu trabalho que as culturas que mais cederam área foram arroz, milho e feijão, essas culturas são responsáveis pelo abastecimento do mercado interno nacional e fazem parte da cesta básica do trabalhador.

As culturas algodão, arroz e milho foram as culturas que mais perderam área no processo de substituição. Para essas culturas, o efeito escala e o efeito rendimento compensou o efeito substituição. Porém, as culturas de algodão herbáceo e arroz apresentaram taxa de crescimento negativa no período.

**Tabela 3.** Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Goiás, no período de 2000-2010

Culturas	Variação total	Efeitos		%*	Efeito		Taxa de Crescimento
		Escala	Substituição		Área	Rendimento	
Algodão herbáceo	-52809	44559	-97368	-14,7	-7,77	4,38	-3,38
Amendoim	410	0	410	0,06	0,00	0,00	0,00
Arroz	-59952	69261	-129213	-19,5	-5,02	2,20	-2,82
Banana	1213	5910	-4697	-0,71	0,91	1,15	2,07
Batata-inglesa	5619	540	5079	0,77	19,65	5,08	24,73
Borracha	2053	572	1481	0,22	10,45	4,19	14,65
Café	6040	1836	4204	0,63	9,72	1,34	11,07
Cana-de-açúcar	439480	64125	375355	56,66	15,41	1,38	16,79
Cebola	1171	18	1153	0,17	41,30	1,87	43,17
Coco-da-baía	1198	60	1138	0,17	26,38	1,89	28,27
Feijão	6769	51682	-44913	-6,78	0,60	3,12	3,72
Fumo	200	0	200	0,03	0,00	0,00	0,00
Laranja	244	3045	-2801	-0,42	0,36	0,91	1,28
Limão	65	219	-154	-0,02	1,30	1,06	2,36
Mandioca	4201	7812	-3611	-0,55	2,25	0,77	3,02
Manga	-155	106	-261	-0,04	-10,36	-4,23	-14,60
Melancia	1629	2820	-1191	-0,18	2,42	2,95	5,37
Milho	20197	386928	-366731	-55,36	0,24	2,27	2,51
Soja	954534	686955	267579	40,39	5,09	0,80	5,89
Sorgo	69458	81017	-11559	-1,74	3,46	4,38	7,84
Trigo	8937	3173	5764	0,87	9,33	15,75	25,08
Uva	138	2	136	0,02	43,51	3,46	46,97

\* o percentual exibido refere-se à participação da área que cada atividade cede ou toma às demais na área total substituída. Fonte: IBGE, elaborada pelo autor.

A cana-de-açúcar e a soja são as culturas que mais tomam área das demais atividades. Juntas, essas duas culturas ocuparam cerca de 97% da área substituída no sistema. Em decorrência disso, essas culturas elevaram sua participação na área total do sistema produtivo desse estado, conforme a Figura 3. A soja elevou de 48,7% para 54,7% sua participação na área total, enquanto a participação da cana subiu de 4,5% para 12,9%. A cultura que mais perdeu espaço nesse sistema foi a do milho e, em seguida, a do arroz.

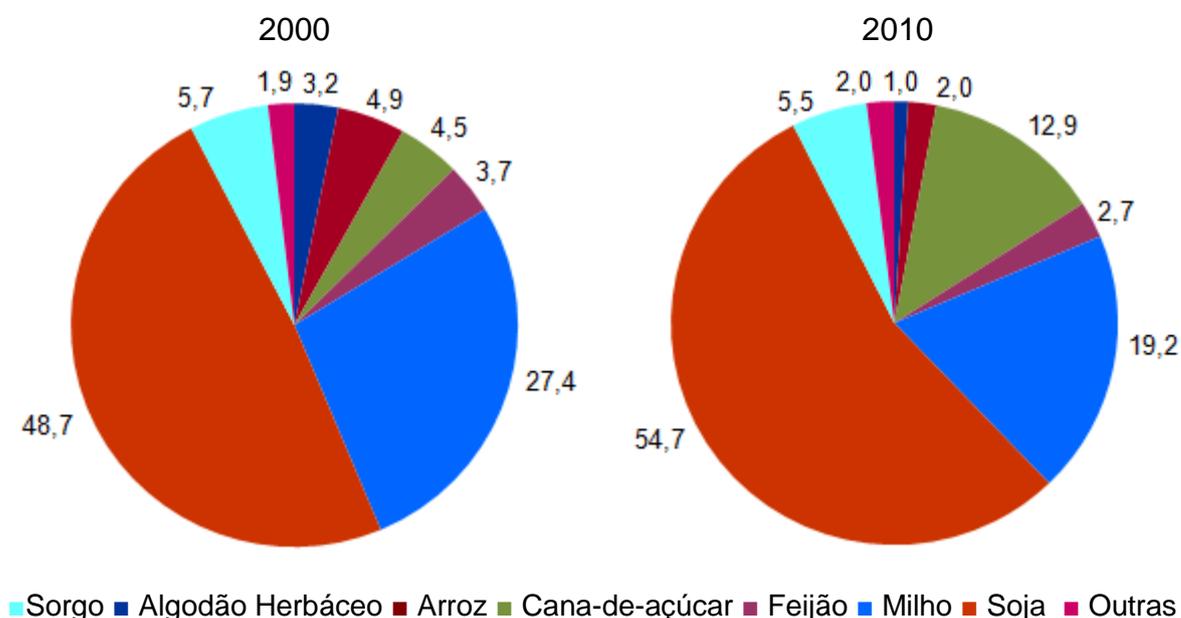


Figura 3. Participação das culturas analisadas no sistema de produção do estado de Goiás. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor.

Segundo Castro (2010), que no período estudado de 2007 e 2008 aumentou a substituição de áreas agrícolas por cana, passando de 70% (contra 30% de pastos) em 2007, para 76% (contra 24% de pastos) em 2008; que o total da área expandida somou no período 659.753 hectares e que mais da metade desse montante substituiu áreas agrícolas.

Em seu estudo, Nassar et al. (2008) consideraram ainda que em 2007 o total de áreas deslocadas pela expansão da cana-de-açúcar foi de 1.022.000 ha e em 2008 de 1.162.203 ha. Além disso, estimaram em 56% a substituição de áreas agrícolas convertidas e em 42% a substituição de áreas de pastagens, em 2007. Já em 2008, a estimativa foi de 50% e 48%, respectivamente. Comparando os

dados e aplicando o modelo de projeção de tendências até 2018, com base no modelo desenvolvido pelo Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais (Icne), estes autores mostraram claramente que a atual área colhida de cana triplicará no período projetado (2008-2018), além de tender a diminuir a substituição de áreas agrícolas e aumentar a substituição de pastagens.

### **5.1.3. Mato Grosso**

Na tabela 4 são apresentadas as mudanças ocorridas na pauta de produtos de Mato Grosso. No período abordado, verifica-se que houve uma expansão na área colhida de algodão herbáceo, cana-de-açúcar, feijão, milho e soja, movimento que incorporou cerca de 4.5 milhões de hectares da área colhida das culturas estudadas no estado. Além dessas, podem ser citadas ainda amendoim, caju, coco-da-baía e mandioca, com incrementos de menor magnitude.

A cultura que mais perdeu área foi o arroz, seguido de sorgo, café e banana. Como esse período foi marcado por crescimento do sistema de produção no estado, isto é, o efeito escala foi positivo, essas culturas perderam área em virtude de sua substituição por outras atividades. Conforme Almeida (2003), a cultura do arroz vem perdendo área desde a década de 80, e somente a partir da segunda metade da década de 90 essa cultura apresentou efeito substituição positivo. Entretanto, segundo a presente análise, essa cultura continua a perder espaço para outras, sobretudo milho e soja.

As culturas de arroz, principalmente, banana, café e sorgo foram as culturas que mais perderam área do sistema em análise pelo processo de substituição. Todas essas culturas apresentaram efeito rendimento e efeito escala positivo no período, porém não foi o suficiente para compensar a perda de área resultando assim em uma taxa de crescimento negativa.

**Tabela 4.** Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Mato Grosso, no período de 2000-2010

Culturas	Variação total	Efeitos		%*	Efeito		Taxa de Crescimento
		Escala	Substituição		Área	Rendimento	
Algodão Herbáceo	162370	246652	-84282	-5,46	4,98	-1,19	3,79
Amendoim	2649	516	2133	0,14	20,33	9,87	30,20
Arroz	-463379	668410	-1131789	-73,26	-10,37	0,93	-9,44
Aveia	-200	191	-391	-0,03	-50,00	-50,00	-100,00
Banana	-20055	25188	-45243	-2,93	-13,69	4,48	-9,21
Borracha	-3573	25069	-28642	-1,85	-1,42	-4,82	-6,24
Café	-20137	33800	-53937	-3,49	-8,21	2,80	-5,41
Cana-de-açúcar	77469	129209	-51740	-3,35	4,66	0,91	5,57
Castanha de caju	720	0	720	0,05	0,00	0,00	0,00
Coco-da-baía	126	1561	-1435	-0,09	0,75	1,04	1,79
Feijão	78717	27105	51612	3,34	14,48	3,94	18,43
Laranja	-871	1285	-2156	-0,14	-9,81	-2,25	-12,06
Limão	-30	143	-173	-0,01	-2,36	11,95	9,59
Mandioca	8149	26140	-17991	-1,16	2,65	0,55	3,21
Manga	-95	257	-352	-0,02	-4,08	-8,22	-12,31
Melancia	-654	1401	-2055	-0,13	-5,75	0,01	-5,74
Milho	1469950	518439	951511	61,59	14,33	4,71	19,03
Soja	3320004	2781172	538832	34,88	7,92	-0,01	7,91
Sorgo	-23205	99369	-122574	-7,93	-2,52	1,76	-0,76
Trigo	-720	957	-1677	-0,11	-12,33	6,00	-6,33
Uva	-147	224	-371	-0,02	-9,62	3,99	-5,63

\* o percentual exibido refere-se à participação da área que cada atividade cede ou toma às demais na área total substituída. Fonte: IBGE, elaborada pelo autor.

Segundo a EMBRAPA, o estado de Mato Grosso sempre esteve entre os quatro maiores produtores brasileiros de arroz. Em 1996 tornou-se o segundo produtor nacional de arroz, chegando a ser responsável por 13,5% da produção nacional em 2004. Em virtude de diversos fatores conjunturais ocorridos na safra 2004/2005 houve uma redução significativa da área de plantio e, em consequência, da produção mato-grossense no ano de 2005, o que fez com que o Estado, nesse ano, voltasse a ser o terceiro produtor nacional, logo atrás de Santa Catarina.

Também a cana-de-açúcar foi, em menor proporção, substituída no sistema. Porém, essa área foi compensada pelo efeito escala positivo. Dentre as culturas que mais incorporaram área por substituição destacam-se milho e soja, que ocuparam mais de 95% da área permutada no sistema.

Na Figura 4, pode-se notar que as mudanças mais importantes no sistema produtivo de Mato grosso, no período de análise, foram a substituição do arroz pelas culturas de milho e soja. Essas duas últimas culturas, que em 2000 ocupavam cerca de 71% da área do sistema, respondem, ao final do período, por quase 88% dessa área. A cultura arroz, por outro lado, caiu de uma participação de quase 18% da área, no ano inicial, para cerca de 2,5% no ano de 2010.

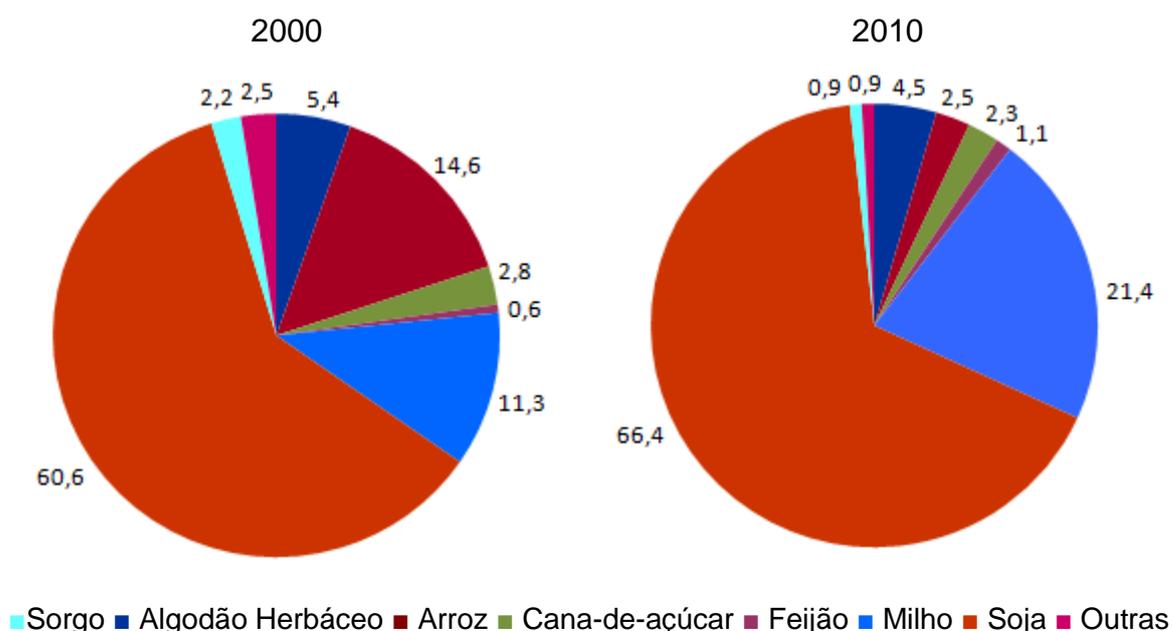


Figura 4. Participação das culturas analisadas no sistema de produção estado de Mato Grosso. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor.

Nos estudos realizados por Igreja (2004), a participação das culturas de soja e milho no estado, vem aumentando devido ao efeito localização geográfica desde os anos 90.

#### **5.1.4. Mato Grosso do Sul**

A Tabela 5 exhibe para o estado de Mato Grosso do Sul, a variação da área colhida com os produtos selecionados, no período abordado, bem como os resultados de sua decomposição nos efeitos escala e substituição. Nota-se uma expansão da área cultivada das culturas de soja, cana-de-açúcar, milho e feijão, para citar as mais importantes. Juntas, essas culturas tiveram um crescimento de 1.4 milhões de hectares na área total colhida no estado.

A expansão da área dessas culturas se deu, em parte, pela incorporação de novas áreas ao sistema de produção do estado, que se reflete no efeito escala positivo. Nesse período, o sistema de produção do estado cresceu em cerca de 1.3 milhões de hectares. Essa fonte de crescimento beneficiou sobretudo as culturas de feijão, soja e milho. No caso da cana-de-açúcar, a principal fonte de crescimento de sua área proveio do efeito substituição.

Houve ainda um processo de substituição de culturas no estado, que beneficiou as culturas de aveia, cana-de-açúcar, coco-da-baía, feijão e milho. A maior parte da área permutada no sistema foi incorporada pela cana-de-açúcar e pelo milho, que passaram a ocupar áreas de soja, principalmente, além de algodão, arroz e sorgo.

O arroz, o algodão herbáceo e a soja perderam área pelo processo substituição. A soja, principalmente, e o algodão herbáceo apesar de terem perdido área pelo efeito substituição, os mesmos apresentaram efeito rendimento compensando o efeito área, resultando assim em uma taxa de crescimento positivo no período em estudo. No caso do arroz, o efeito rendimento positivo não foi o suficiente para compensar o efeito área, apresentando uma taxa de crescimento negativa.

**Tabela 5.** Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Mato Grosso do Sul, no período de 2000-2010

Culturas	Variação total	Efeitos		%*	Efeito		Taxa de Crescimento
		Escala	Substituição		Área	Rendimento	
Algodão herbáceo	-9.710	35.921	-45.631	-10,86	-2,25	3,82	1,57
Amendoim	181	227	-46	-0,01	4,83	3,27	8,10
Arroz	-39.558	48.983	-88.541	-21,07	-8,93	4,40	-4,52
Aveia	6.865	3.633	3.232	0,77	9,33	4,01	13,34
Banana	-2.278	2.620	-4.898	-1,17	-9,73	-1,95	-11,68
Borracha	318	379	-61	-0,01	5,08	5,11	10,19
Café	-157	1.045	-1.202	-0,29	-1,17	-1,18	-2,35
Cana-de-açúcar	300.470	73.354	227.116	54,03	15,27	4,27	19,54
Cebola	-5	4	-9	0	-50,00	-50,00	-100,00
Coco-da-baía	344	93	251	0,06	13,89	-2,70	11,19
Erva-mate	-349	443	-792	-0,19	-8,42	0,30	-8,12
Feijão	11.623	8.624	2.999	0,71	7,34	4,95	12,29
Laranja	-106	465	-571	-0,14	-1,86	3,20	1,34
Limão	-1	64	-65	-0,02	-0,12	-2,92	-3,03
Mandioca	-5.829	24.110	-29.939	-7,12	-1,97	1,13	-0,84
Manga	-129	107	-236	-0,06	-20,42	1,55	-18,87
Melancia	-117	927	-1.044	-0,25	-0,97	-1,42	-2,39
Milho	479.239	292.515	186.724	44,42	8,47	4,99	13,47
Soja	632.938	815.076	-182.138	-43,33	4,73	3,22	7,95
Sorgo	2.806	46.528	-43.722	-10,4	0,45	6,41	6,86
Trigo	4.617	25.912	-21.295	-5,07	1,29	6,60	7,89
Uva	-68	65	-133	-0,03	-14,01	3,23	-10,78

\* o percentual exibido refere-se à participação da área que cada atividade cede ou toma às demais na área total substituída. Fonte: IBGE, elaborada pelo autor.

Em virtude das transformações ocorridas, a cana-de-açúcar e o milho elevaram fortemente sua participação no sistema de produção do estado de Mato Grosso do Sul, como é mostrado na Figura 5. Essas culturas, que inicialmente ocupavam 26,5% da área total do sistema estudado, ao final do período alcançaram cerca de 39% dessa área. Em contrapartida, houve queda na parcela da soja na área total. Sua participação, que no início do período era de 59%, no final caiu para 53,4%.

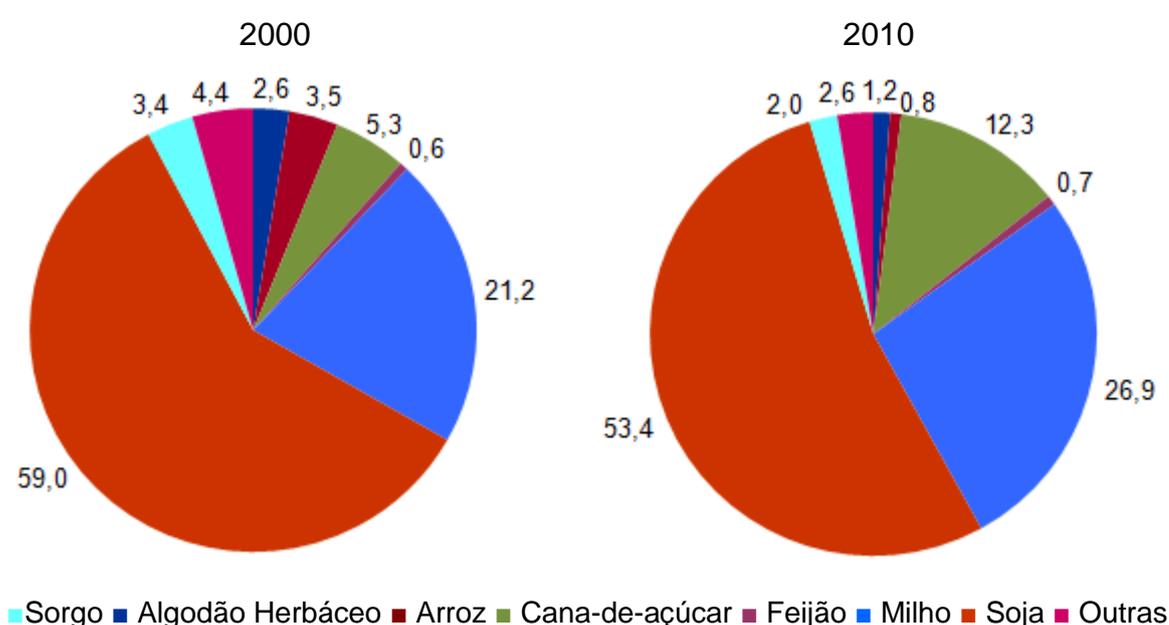


Figura 5. Participação das culturas analisadas no sistema de produção estado de Mato Grosso do Sul. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor.

Segundo Centenaro (2010), a cana de açúcar, o milho e a soja é um dos principais produtos agrícolas de Mato Grosso do Sul, em seus estudos observou-se que a soja obteve uma variação de -5,97% no período de 2005 a 2009, o milho apresentou uma variação de 3,16 e a cana de açúcar revelou um aumento de aproximadamente 100%. Ainda segundo o autor, Mato Grosso do Sul começa a despontar com um estado com grande potencial de expansão sucroenergéticas, tendo em vista que estados tradicionais como São Paulo, Minas Gerais e Paraná, além de falta de terras disponíveis o valor é considerado mais elevado que no MS, o que acaba influenciando na decisão de instalações novas unidades.

### 5.1.5. Minas Gerais

Conforme a Tabela 6, a cana-de-açúcar, a soja, o sorgo e o café foram as culturas que mais se expandiram no estado de Minas Gerais nesse período, somando o total de área colhida dessas culturas em 961 mil hectares. A expansão dessas culturas decorre da substituição de outras culturas do estado, destacando milho, café, feijão e arroz. Pode-se destacar que o efeito escala do café compensou o efeito substituição.

Dentre essas culturas, que foram as que mais perderam área no processo de substituição, apenas o arroz apresentou taxa de crescimento anual negativa, resultado da queda acentuada na sua produção, o efeito rendimento positivo não compensou o efeito área negativo no período em análise no presente trabalho. Já as culturas de feijão e milho apresentaram efeito área negativo, porém o efeito rendimento compensou essa perda de área e assim apresentando uma taxa de crescimento anual positiva no período. Para a cultura de café, o efeito escala e efeito rendimento compensou a perda de área pelo processo de substituição, apresentando uma taxa de crescimento anual positiva.

Oliveira (2010), afirma que a cultura de cana-de-açúcar tendeu, de 2007 a 2008, a substituir as culturas de milho, café, soja, arroz, mandioca e banana no estado de Minas Gerais. Além disso, a expansão da produção daquela cultura não afetou, nesse período, as culturas de feijão e batata-inglesa. Os dados mostram também que a cultura de feijão tendeu, assim como a cultura de cana, a substituir as demais culturas alimentares estudadas, como a cultura de soja, de milho, de café, de mandioca e de banana.

**Tabela 6.** Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Minas Gerais, no período de 2000-2010

Culturas	Variação total	Efeitos		%*	Efeito		Taxa de Crescimento
		Escala	Substituição		Área	Rendimento	
Algodão herbáceo	-34250	9342	-43592	-5,66	-11,54	5,89	-5,64
Amendoim	519	513	6	0	1,80	3,71	5,51
Arroz	-78973	24737	-103710	-13,46	-8,91	1,02	-7,90
Aveia	-2	0	-2	0	-50,00	-50,00	-100,00
Banana	-911	7841	-8752	-1,14	-0,22	1,38	1,15
Batata-inglesa	5967	6278	-311	-0,04	1,70	3,22	4,92
Borracha	2610	293	2317	0,3	10,53	2,56	13,09
Café	33495	188165	-154670	-20,08	0,34	2,04	2,38
Cana-de-açúcar	455444	55151	400293	51,96	9,99	2,48	12,47
Cebola	30	392	-362	-0,05	0,15	7,73	7,88
Coco-da-baía	1022	298	724	0,09	5,38	10,17	15,55
Feijão	-25238	82671	-107909	-14,01	-0,61	4,97	4,36
Fumo	-2059	390	-2449	-0,32	-50,00	-50,00	-100,00
Laranja	-7461	7684	-15145	-1,97	-2,08	6,44	4,37
Limão	1745	254	1491	0,19	9,11	10,04	19,15
Mandioca	-14032	13170	-27202	-3,53	-2,24	0,99	-1,25
Manga	1424	1302	122	0,02	1,97	7,31	9,28
Melancia	1142	207	935	0,12	7,53	3,25	10,78
Milho	-71043	235045	-306088	-39,73	-0,60	4,31	3,71
Soja	420557	113691	306866	39,83	5,50	1,77	7,27
Sorgo	52245	9243	43002	5,58	7,90	9,69	17,59
Trigo	15703	1064	14639	1,9	14,26	-0,25	14,01
Uva	-49	152	-201	-0,03	-0,62	-1,51	-2,14

\* o percentual exibido refere-se à participação da área que cada atividade cede ou toma às demais na área total substituída. Fonte: IBGE, elaborada pelo autor.

Um estudo realizado por Rodrigues (2011) mostrou que, no período analisado de 1996 - 2002, o café foi a cultura que mais apresentou taxas de crescimento do valor da produção negativas, em função, sobretudo, dos efeitos rendimento e preço. A cana-de-açúcar teve taxas de crescimento da produção negativa para os anos de 1996, 1999 e 2002. Para os demais anos, os efeitos preço e área foram os principais responsáveis pelas taxas de crescimento positivas. À exceção do biênio 1995-96, constatou-se que a soja apresentou taxas de crescimento da produção positivas, devido, principalmente, aos efeitos rendimento e área. No cômputo total do período analisado, os resultados mostraram que dentre as três culturas, a soja foi a que apresentou a maior taxa de crescimento. Além disso, observou-se que cada cultura teve como principal fator explicativo das taxas um efeito diferente: no caso do café, efeito rendimento; nos casos da cana-de-açúcar e da soja, efeitos preço e área, respectivamente.

Nota-se na Figura 6, que houve uma redução da participação das culturas de milho, feijão, café e arroz. Essas culturas que no início do período analisado apresentavam 70% de participação na área total cultivada do sistema analisado, no final do período caíram para cerca de 59%. Em decorrência disso, as culturas que mais ocuparam área foram a cana-de-açúcar, a soja e o sorgo.

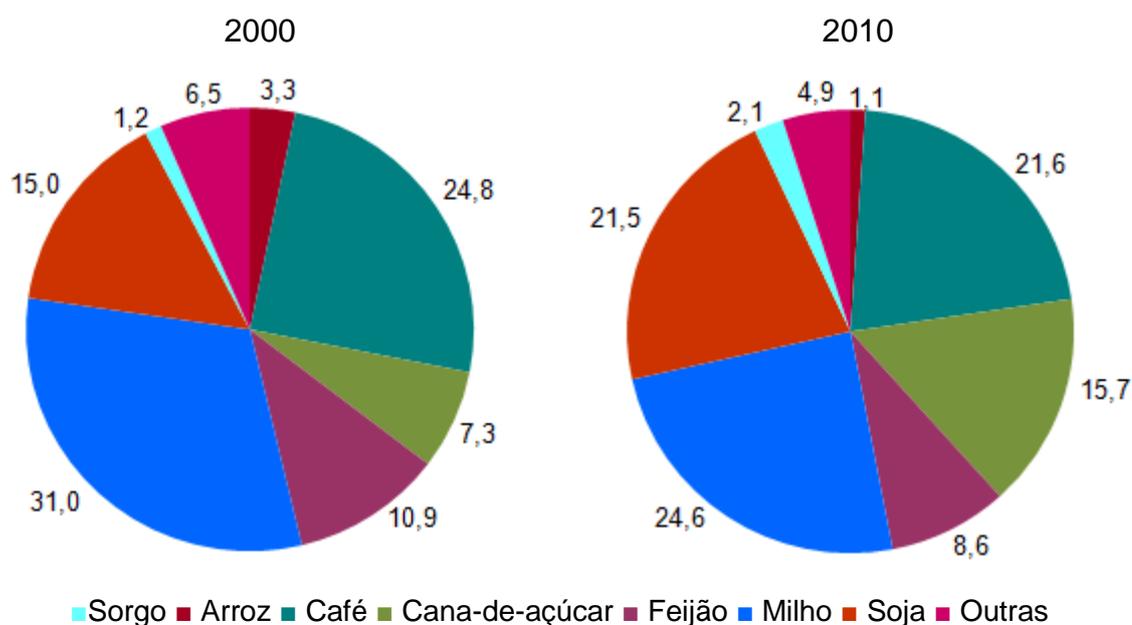


Figura 6. Participação das culturas analisadas no sistema de produção do estado de Minas Gerais. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor.

Landau (2008), afirma que em termos de área plantada, entre 1991 e 2002 Minas Gerais apresentou uma tendência anual de redução da área plantada de milho. Já entre 2002 e 2005, observou-se uma reversão dessa tendência e, a partir de 2005, observa-se certa estabilização de área plantada com milho. O café e a cana-de-açúcar têm apresentado uma tendência anual de aumento da área plantada no estado durante a última década. A soja representou a cultura com maior aumento anual da área plantada no estado, principalmente entre os anos de 1991 e 2005. Já em 2006 e 2007, observou-se uma diminuição progressiva da área plantada com este grão no estado.

#### **5.1.6. Paraná**

A Tabela 7 apresenta a decomposição da variação da área para o estado do Paraná, constata-se que no período abordado, ocorreu um aumento na dimensão do sistema produtivo e uma redução da área observada para os produtos milho, mandioca, aveia, café, algodão, arroz e feijão, sendo estes produtos os que mais perderam área, juntos somam um total de 1.358.723 milhões de hectares. Da área total permutada das culturas do estado, a maior parte foi cedida pelo milho, principalmente, mas também por aveia, café e feijão. A perda de área do milho foi compensada pelo efeito escala. Nesse contexto, as culturas que mais tomam área são soja, trigo, cana-de-açúcar e fumo, tendo seus efeitos substituição positivos, resultando em um acréscimo de 1.383.454 milhões de hectares.

A cultura de milho foi a que mais perdeu área pelo processo de substituição, porém o efeito escala e rendimento compensou o efeito substituição, essa cultura obteve no período uma taxa de crescimento positiva no período em estudo. As culturas de arroz e café, o efeito rendimento positivo no período não compensou o efeito área e apresentou uma taxa de crescimento negativa nos anos analisados. Já as culturas de aveia, feijão e mandioca, apesar de terem sofrido queda na produção, o efeito rendimento compensou essa perda, apresentando uma taxa de crescimento positiva. No caso do algodão herbáceo, além de ter perdido produção, caiu sua produtividade e taxa de crescimento.

**Tabela 7.** Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Paraná, no período de 2000-2010

Culturas	Variação total	Efeitos		%*	Efeito		Taxa de Crescimento
		Escala	Substituição		Área	Rendimento	
Algodão herbáceo	-54010	18464	-72474	-5,21	-46,47	-0,93	-47,41
Amendoim	96	1359	-1263	-0,09	0,24	2,38	2,62
Arroz	-39368	27239	-66607	-4,78	-6,78	6,05	-0,73
Aveia	-61780	38349	-100129	-7,19	-8,07	10,01	1,94
Banana	2040	2812	-772	-0,06	2,27	3,11	5,38
Batata-inglesa	-6370	12438	-18808	-1,35	-1,93	3,09	1,16
Borracha	376	74	302	0,02	10,82	5,48	16,30
Café	-59445	48497	-107942	-7,75	-5,39	4,45	-0,95
Cana-de-açúcar	298720	111643	187077	13,44	6,73	0,89	7,63
Cebola	2446	1776	670	0,05	4,01	4,28	8,29
Cevada	15669	10966	4703	0,34	4,17	5,98	10,15
Erva-mate	1503	9877	-8374	-0,6	0,49	-5,52	-5,02
Feijão	-20084	184573	-204657	-14,7	-0,39	5,21	4,82
Fumo	45595	11571	34024	2,44	8,93	0,90	9,83
Laranja	7361	4693	2668	0,19	4,43	2,41	6,84
Limão	113	206	-93	-0,01	1,73	0,81	2,54
Mandioca	-10642	62399	-73041	-5,25	-0,60	1,21	0,61
Manga	-84	228	-312	-0,02	-1,35	1,60	0,25
Melancia	1384	1143	241	0,02	3,53	0,37	3,90
Milho	27083	760957	-733874	-52,71	0,12	6,19	6,32
Soja	1621901	975265	646636	46,45	4,65	2,31	6,96
Sorgo	-1594	544	-2138	-0,15	-50,00	-50,00	-100,00
Trigo	682900	167182	515718	37,04	9,46	7,80	17,27
Uva	211	1965	-1754	-0,13	0,36	2,18	2,55

\* o percentual exibido refere-se à participação da área que cada atividade cede ou toma às demais na área total substituída. Fonte: IBGE, elaborada pelo autor.

Souza (2009) demonstra em seu trabalho no período analisado de 1990-2005 que a cultura que mais cresceu no estado do Paraná foi a soja, seguida pela cana-de-açúcar e trigo. Apesar de o trigo ter perdido área, essa perda de área foi compensada pelo efeito escala. As culturas que mais perderam área foram as culturas de algodão, milho, café, feijão e arroz.

Na Figura 6, verifica-se que houve uma elevação na participação dos produtos de soja, cana-de-açúcar e milho, resultando em um aumento de 51% de área do sistema em 2000 para cerca de 65% em 2010. Por outro lado, houve um declínio da participação das culturas de milho, café e aveia. A cultura do milho diminuiu sua participação de 31%, no período inicial, para aproximadamente 23% no final do período.

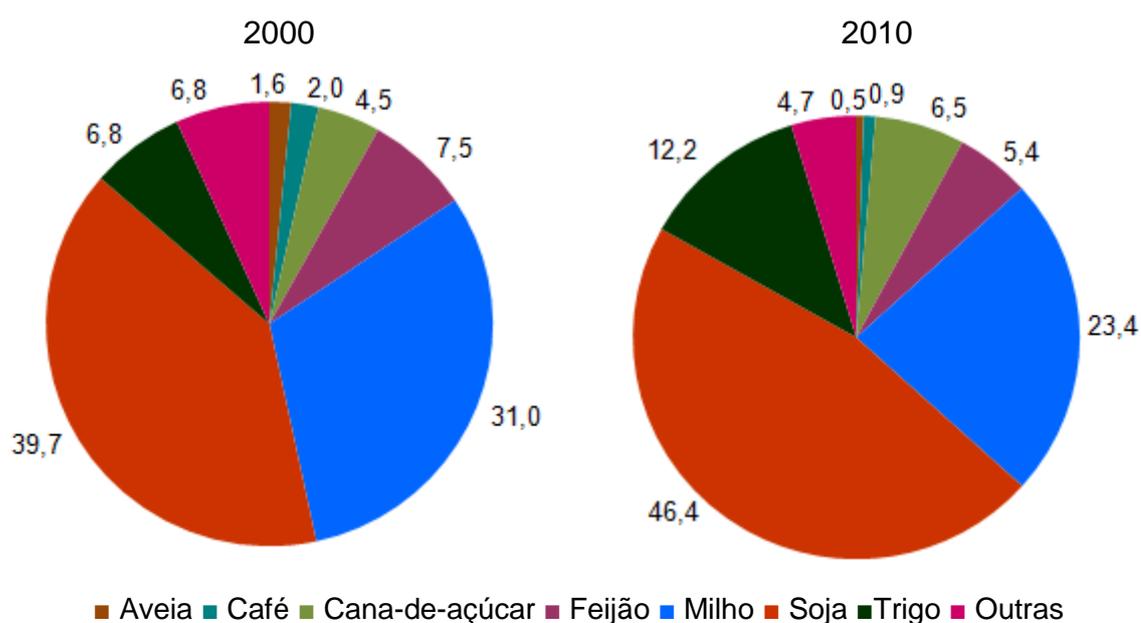


Figura 7. Participação das culturas analisadas no sistema de produção do estado do Paraná. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o estado do Paraná é o segundo maior produtor de soja do Brasil, perdendo apenas para o estado de Mato Grosso (Brasília, 2011).

### 5.1.7. Pernambuco

Observa-se na Tabela 8, uma redução na área colhida com algodão, arroz, batata, café, castanha de caju, feijão, laranja e milho, chegando a 143 mil hectares, em razão da substituição dessas culturas por outras atividades do sistema, uma vez que o efeito escala do período é negativo. A cultura que mais tomou área foi a cana-de-açúcar, chegando a 55% do total da área substituída, seguida da mandioca e da banana.

O feijão e o milho foram as culturas que mais perderam área no processo de substituição, seguidas de algodão e café. Todas essas culturas tiveram quedas expressivas na produção, causadas pela redução da área, e também efeito rendimento e taxa de crescimento anual negativa. Somente a cultura de arroz e castanha de caju tiveram o efeito rendimento compensando o efeito área e apresentando uma taxa de crescimento positiva no período.

Segundo Souza (2002), no período de 1975-1995, as culturas de arroz, café, cana-de-açúcar, feijão, banana e coco-da-baía, nos primeiros dez anos analisados, ocuparam área de algodão herbáceo, algodão arbóreo, milho e mandioca. Já no restante do período analisado as culturas de cana-de-açúcar, feijão, banana e coco-da-baía se mantiveram em expansão, acrescentando também, milho e batata-inglesa e as que perderam área foram as culturas de algodão arbóreo, algodão herbáceo, mandioca e mamona. Portanto, pode-se concluir que a cana-de-açúcar e a banana continuaram se expandindo no período de análise do presente trabalho, podendo destacar também a expansão da cultura de mandioca. O feijão que no período de 1975-1995 era uma das culturas que mais tomavam área, no período de 2000-2010 foi a cultura que mais cedeu área, seguido do milho, algodão herbáceo e café.

**Tabela 8.** Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de Pernambuco, no período de 2000-2010

Culturas	Variação total	Efeitos			Efeito		Taxa de Crescimento
		Escala	Substituição	%*	Área	Rendimento	
Algodão herbáceo	-9752	-412	-9340	-7,55	-20,06	0,79	-19,27
Amendoim	5	-3	8	0,01	0,65	2,27	2,92
Arroz	-705	-152	-553	-0,45	-1,93	2,75	0,82
Banana	8609	-1391	10000	8,09	2,14	2,53	4,67
Batata-inglesa	-62	-2	-60	-0,05	-50,00	-50,00	-100,00
Borracha	117	-11	128	0,1	3,44	-5,09	-1,65
Café	-1805	-214	-1591	-1,29	-3,74	-0,92	-4,66
Cana-de-açúcar	56754	-11468	68222	55,16	1,73	0,92	2,65
Castanha de caju	-523	-272	-251	-0,2	-0,77	5,90	5,12
Cebola	2192	-115	2307	1,87	5,63	2,68	8,32
Coco-da-baía	575	-357	932	0,75	0,61	6,58	7,19
Feijão	-68950	-10284	-58666	-47,44	-2,85	-1,19	-4,04
Fumo	217	0	217	0,18	37,25	3,91	41,17
Laranja	-770	-54	-716	-0,58	-7,41	-0,72	-8,13
Limão	387	-11	398	0,32	9,19	2,88	12,08
Mandioca	25737	-1530	27267	22,05	5,08	1,93	7,00
Manga	3747	-240	3987	3,22	4,78	1,72	6,50
Melancia	2451	-99	2550	2,06	6,80	-0,41	6,39
Milho	-61473	-8978	-52495	-42,45	-2,88	-3,84	-6,72
Sorgo	3524	-5	3529	2,85	39,38	-0,10	39,28
Uva	4018	-111	4129	3,34	8,97	-0,43	8,53

\* o percentual exibido refere-se à participação da área que cada atividade cede ou toma às demais na área total substituída. Fonte: IBGE, elaborada pelo autor.

Como pode ser observado na Figura 8, a cana-de-açúcar elevou de 32% para quase 40% sua participação na área total do sistema produtivo de Pernambuco. Outro destaque foi a elevação da participação das culturas de mandioca e banana. Por outro lado, declinou a participação das culturas de milho e feijão, cuja participação conjunta, de 54% no ano inicial, caiu para cerca de 42% no último ano.

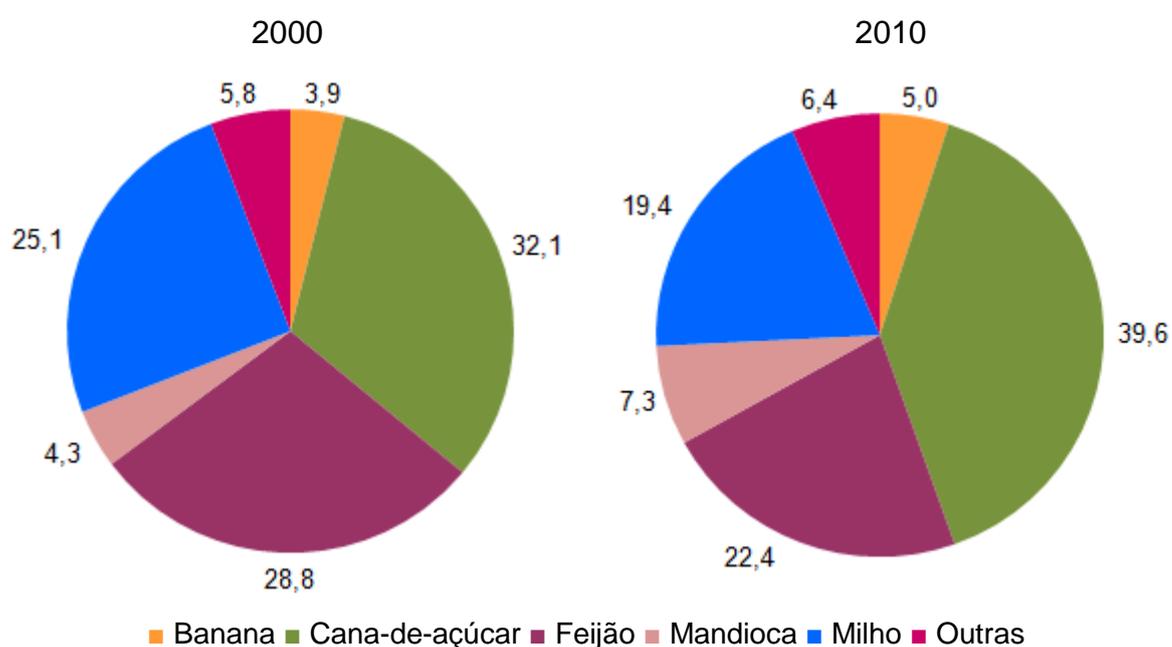


Figura 8. Participação das culturas analisadas no sistema de produção do estado de Pernambuco. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor.

Segundo o cenários econômicos e estudos setoriais do SEBRAE (2008), o aumento da participação da cana-de-açúcar no estado ocorreu em função das boas condições climáticas, dos bons tratos culturais, da irrigação e da introdução de variedades mais produtivas.

#### 5.1.8. São Paulo

No estado de São Paulo ocorreu um movimento significativo de substituição de culturas. A decomposição da variação da área de suas principais culturas, no período de análise, encontra-se na Tabela 9. Observa-se uma

redução na área colhida da maior parte das culturas do estado, dentre elas estão, milho, feijão, laranja, algodão, arroz, sorgo e soja. Uma vez que o efeito escala desse período é positivo, as atividades mencionadas perderam área em decorrência de sua substituição por outras culturas dentro do sistema, cedendo espaço principalmente para a produção de cana-de-açúcar, além de trigo, borracha e mandioca, que passaram a ocupar as terras dedicadas a outras culturas.

As culturas de algodão herbáceo, arroz, feijão, laranja, milho, soja e sorgo, apresentaram perda no efeito substituição. O milho, a soja e o sorgo, apesar de terem cedido área pelo processo de substituição, o efeito rendimento compensou o efeito área, resultando assim em uma taxa de crescimento anual positiva. Já o algodão herbáceo, o arroz, o feijão e a laranja, apesar de terem apresentado efeito rendimento positivo, o mesmo não foi o suficiente para compensar o efeito área, obtendo assim uma taxa de crescimento anual negativa no período em estudo.

Souza (2003) em seu trabalho afirma que as culturas que tomaram área no período de 1985-1995 foram cana-de-açúcar, principalmente, além da laranja, milho e soja. Felipe (2008) também mostra no período de 1990-2005 que a cana-de-açúcar ocupou mais área entre as outras culturas nesse período. O que confirma os resultados do presente trabalho, e que diante disso pode-se afirmar que a cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância econômica no estado.

**Tabela 9.** Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas no estado de São Paulo, no período de 2000-2010

Culturas	Variação total	Efeitos		%*	Efeito		Taxa de Crescimento
		Escala	Substituição		Área	Rendimento	
Algodão herbáceo	-53267	21523	-74790	-4,28	-15,34	0,47	-14,86
Amendoim	-22579	27849	-50428	-2,88	-3,12	5,51	2,39
Arroz	-41299	20257	-61556	-3,52	-10,85	7,93	-2,92
Aveia	5200	0	5200	0,30	0,00	0,00	0,00
Banana	-845	18567	-19412	-1,11	-0,15	0,74	0,59
Batata-inglesa	-3988	9053	-13041	-0,75	-1,55	0,99	-0,56
Borracha	18746	9298	9448	0,54	5,27	2,69	7,95
Café	-10016	69231	-79247	-4,53	-0,49	0,99	0,50
Cana-de-açúcar	2501844	813150	1688694	96,58	7,26	1,22	8,48
Cebola	-5083	3475	-8558	-0,49	-6,36	1,59	-4,77
Coco-da-baía	2009	393	1616	0,09	10,48	3,15	13,63
Feijão	-98395	69632	-168027	-9,61	-6,21	6,07	-0,13
Fumo	119	43	76	0	6,78	4,37	11,15
Laranja	-78201	199451	-277652	-15,88	-1,37	1,15	-0,22
Limão	-10508	12019	-22527	-1,29	-3,36	2,68	-0,68
Mandioca	17885	11248	6637	0,38	4,28	0,00	4,28
Manga	-8953	7008	-15961	-0,91	-5,40	4,88	-0,52
Melancia	-390	2350	-2740	-0,16	-0,56	2,28	1,71
Milho	-315601	354858	-670459	-38,35	-3,49	6,27	2,78
Soja	-39906	175083	-214989	-12,3	-0,78	2,51	1,73
Sorgo	-41177	23790	-64967	-3,72	-8,43	9,97	1,54
Trigo	41341	4585	36756	2,10	15,19	6,80	22,00
Uva	-661	3412	-4073	-0,23	-0,65	0,14	-0,52

\* o percentual exibido refere-se à participação da área que cada atividade cede ou toma às demais na área total substituída. Fonte: IBGE, elaborada pelo autor.

No que se refere à participação das culturas do estado de São Paulo, verifica-se que a cana-de-açúcar ocupa área de quase todas as culturas do estado, como mostra a Figura 9, tomando área de culturas que antes eram dedicadas ao algodão herbáceo, ao feijão, à laranja, ao milho, à soja e ao trigo. Essas últimas culturas, que no início do período ocupavam cerca de 44,2% da área do sistema, declinam, no final do período, para quase 25,6% dessa área.

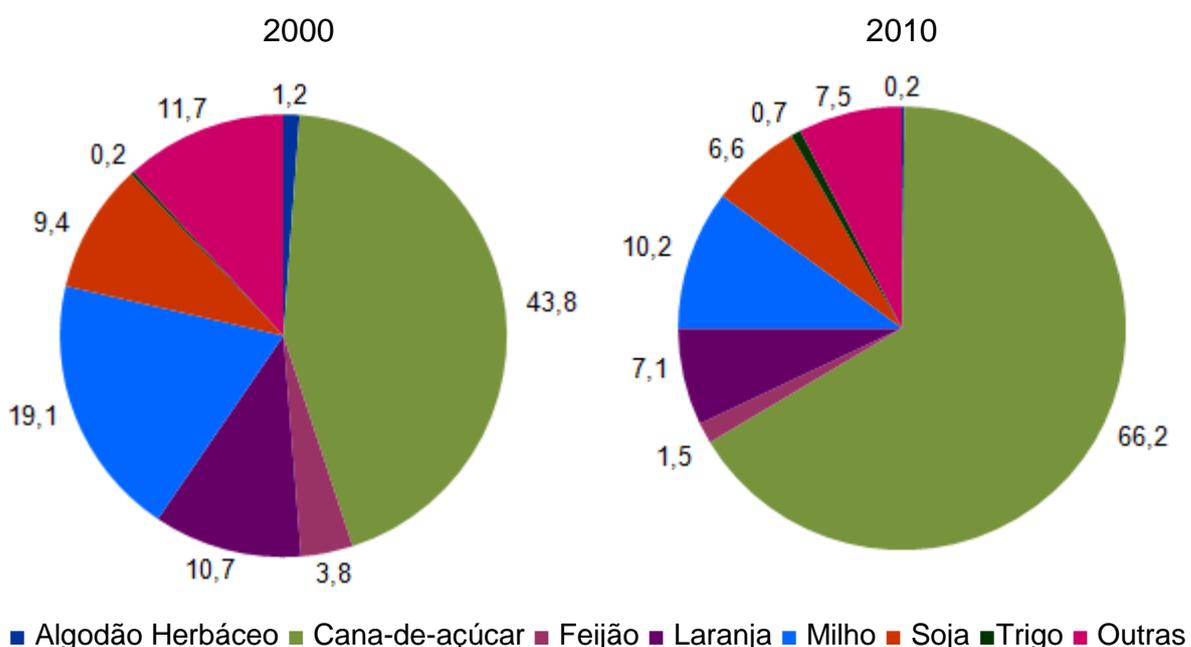


Figura 9. Participação das culturas analisadas no sistema de produção do estado de São Paulo. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor.

Segundo a APPIC (2011), o aumento da participação da cana-de-açúcar no estado de São Paulo é resultado da mobilização pelo Protocolo Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo e da maior produtividade alcançada nos canaviais paulistas relacionado à qualidade do solo, ao clima e às pesquisas desenvolvidas pelas diversas instituições em atividade no Estado de São Paulo.

## 5.2. As mudanças totais no sistema de produção

Inicialmente, analisa-se o crescimento das atividades no sistema por meio das variações na área, desmembradas nas componentes escala e substituição.

Na Tabela 10 encontram-se os resultados da decomposição da variação da área de cada cultura nos efeitos escala e substituição. Conforme a Tabela, a cana-de-açúcar e a soja foram as culturas cuja área teve maior expansão no período. Juntas, essas culturas tiveram no período uma elevação de mais de 11 milhões de hectares na área colhida. Essa expansão decorreu, de um lado, da expansão do sistema produtivo que, no período, cresceu cerca de 12,33 milhões de ha, a maior parte dos quais incorporados à produção de soja e cana-de-açúcar.

Por outro lado, a expansão da área dessas culturas decorreu também da substituição de outros produtos no sistema. No caso da cana-de-açúcar, em especial, a substituição de outros produtos foi responsável por cerca de 55% do avanço em sua área cultivada. Entre os produtos que foram substituídos no sistema, destacam-se principalmente arroz, feijão e milho, todas elas culturas importantes para o abastecimento interno. Além dessas, merecem destaque café, algodão e laranja, que também cederam área no processo de substituição. Todas essas culturas, exceto o milho, sofreram redução na área total cultivada. No caso do milho, entretanto, o efeito escala compensou o efeito substituição.

**Tabela 10.** Decomposição da variação da área (ha) com as principais culturas do Sistema, no período de 2000-2010

Culturas	Variação total	Efeitos		%*
		Escala	Substituição	
Algodão herbáceo	-56.439	257.731	-314.170	-5,66
Amendoim	-18.699	40.583	-59.282	-1,07
Arroz	-726.645	523.886	-1.250.531	-22,53
Aveia	-49.917	51.389	-101.306	-1,83
Banana	-12.222	83.153	-95.375	-1,72
Batata-inglesa	1.166	43.080	-41.914	-0,76
Borracha	20.647	25.548	-4.901	-0,09
Café	-52.058	609.430	-661.488	-11,92
Cana-de-açúcar	4.115.751	1.849.801	2.265.950	40,82
Castanha de caju	1.364	3.275	-1.911	-0,03
Cebola	751	9.182	-8.431	-0,15
Cevada	15.669	14.057	1.612	0,03
Coco-da-baía	2.906	12.813	-9.907	-0,18
Erva-mate	1.154	12.922	-11.768	-0,21
Feijão	-143.346	742.430	-885.776	-15,96
Fumo	36.631	23.542	13.089	0,24
Laranja	-79.208	296.378	-375.586	-6,77
Limão	-8.209	17.353	-25.562	-0,46
Mandioca	20.759	187.772	-167.013	-3,01
Manga	-4.217	16.128	-20.345	-0,37
Melancia	5.549	10.101	-4.552	-0,08
Milho	1.534.748	2.898.588	-1.363.840	-24,57
Soja	6.910.028	4.151.118	2.758.910	49,70
Sorgo	62.057	203.690	-141.633	-2,55
Trigo	752.778	241.626	511.152	9,21
Uva	3.442	8.862	-5.420	-0,10

\* o percentual exibido refere-se à participação da área que cada atividade cede ou toma às demais na área total substituída. Fonte: IBGE, elaborada pelos autores.

Essas transformações acarretaram mudança na composição dos produtos no sistema de produção. Como pode ser observado na Figura 10, houve incremento significativo na participação de soja e cana-de-açúcar na área total do sistema formado pelos oito estados em análise. Com cerca de 48,65% da área total do sistema no ano de 2000, essas culturas atingem, no ano de 2010, aproximadamente 61% desse total. Esse avanço, como visto anteriormente, decorreu em parte do processo de substituição de culturas, em que perderam espaço os produtos arroz, milho e feijão.

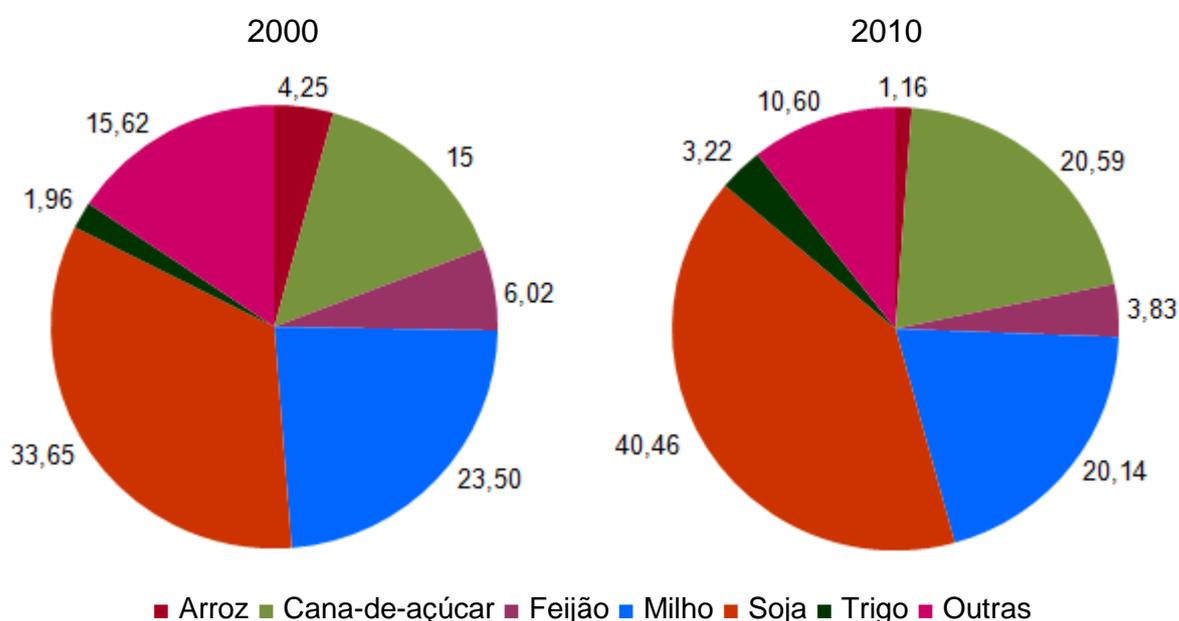


Figura 10. Participação das culturas analisadas no sistema de produção. Fonte: IBGE, elaborado pelo autor.

Na Tabela 11 encontram-se os resultados da decomposição da taxa de crescimento da produção nos efeitos área, rendimento e localização geográfica. Pode-se observar que, entre 2000 e 2010, a quase totalidade das culturas analisadas, com exceção de arroz, erva-mate e limão, experimentou crescimento na produção. As taxas mais elevadas foram as de trigo, cevada, cana-de-açúcar, fumo, soja, sorgo, milho e caju. O aumento da produção dessas culturas decorreu da expansão da área, bem como do aumento da produtividade. Nos casos de trigo, cevada, sorgo, milho e caju, o aumento da produtividade foi a principal fonte

de expansão da produção. Já para cana, fumo e soja, o aumento da área foi a principal fonte de crescimento da produção.

**Tabela 11.** Efeito área, rendimento e localização geográfica das culturas do sistema de 2000 a 2010

Culturas	Efeitos			Total
	Área	Rendimento	Localização Geográfica	
Algodão Herbáceo	-0,93	0,84	0,67	0,57
Amendoim	-1,77	4,86	-0,19	2,91
Arroz	-8,21	1,27	-0,01	-6,95
Aveia	-3,67	8,19	-1,31	3,22
Banana	-0,61	1,26	0,49	1,14
Batata-inglesa	0,10	2,51	0,50	3,11
Borracha	2,80	0,55	1,74	5,09
Café	-0,34	2,09	0,04	1,79
Cana-de-açúcar	6,55	1,53	0,46	8,54
Castanha de caju	1,36	6,77	-1,74	6,39
Cebola	0,31	3,13	-0,07	3,36
Cevada	3,04	7,11	0,00	10,15
Coco-da-baía	0,74	3,85	1,89	6,47
Erva-mate	0,49	-5,40	-0,22	-5,13
Feijão	-0,71	4,36	0,14	3,79
Fumo	4,63	2,35	1,34	8,31
Laranja	-1,16	1,32	0,01	0,18
Limão	-2,07	2,53	-0,48	-0,03
Mandioca	0,46	1,06	-0,21	1,31
Manga	-1,00	3,88	0,00	2,88
Melancia	2,02	1,89	-0,14	3,77
Milho	1,69	5,65	-0,58	6,77
Soja	5,26	1,80	0,00	7,06
Sorgo	0,97	5,50	0,52	6,99
Trigo	6,06	10,84	0,20	17,10
Uva	1,50	0,50	0,82	2,81

Fonte: IBGE, elaborada pelos autores.

É importante destacar que, como visto anteriormente, a expansão da soja, e principalmente da cana-de-açúcar, se deu pela ocupação de áreas antes cultivadas com outros produtos, como é o caso de arroz, feijão e milho. Em decorrência disso, houve queda na área cultivada com feijão, e principalmente com arroz, embora no caso do milho a expansão do sistema tenha compensado sua substituição. De qualquer modo, tanto no caso de feijão quanto do milho, o efeito rendimento foi suficiente para assegurar a essas culturas taxas de crescimento de 3,8 e 6,8 % ao ano, respectivamente. Porém, no caso do arroz, o pequeno aumento no rendimento não foi suficiente para contrabalançar a queda acentuada na área colhida, e sua produção declinou à taxa de quase 7% ao ano.

Observa-se ainda que o efeito localização geográfica foi em geral pouco expressivo, salvo em algumas culturas como borracha, coco-da-baía, fumo, nos quais foi positivo, e no cultivo de caju para a produção de castanha, onde ele atuou de forma negativa. Ou seja, nesse curto período de tempo, as mudanças na localização geográfica da produção não foram tão importantes a ponto de afetarem expressivamente a produtividade e a produção das culturas analisadas.

## 6. CONCLUSÃO

Com a pesquisa, buscou-se analisar os efeitos da expansão da produção de cana-de-açúcar sobre a produção dos demais gêneros, buscando aferir a magnitude do processo de substituição de culturas.

Um das conclusões do estudo é que houve forte expansão da área cultivada com cana-de-açúcar e a soja no sistema de produção composto pelos oito estados em análise. Tal expansão se deu em parte pelo crescimento do sistema produtivo, o que implica dizer que novas áreas foram incorporadas à produção dos gêneros analisados, totalizando cerca de 12,33 milhões de ha ao cultivo das culturas analisadas. A ocupação anterior dessas novas áreas, se florestas nativas, se pastagens ou outras culturas, não foi investigada no estudo.

Por outro lado, o crescimento da produção dessas duas culturas esteve alicerçado na substituição de outros produtos no sistema, destacando-se principalmente arroz, feijão e milho, culturas importantes para o abastecimento interno, mas também café, algodão e laranja. Apesar disso, e com exceção do arroz, não houve, aparentemente, prejuízo à produção da maior parte dos produtos analisados. Seja pela expansão do sistema, e mais importante, pelo crescimento da produtividade, mesmo as culturas que foram substituídas exibiram taxas positivas e consideráveis de crescimento da produção.

Porém, em nível de estados, foi possível constatar que houve uma redução da dimensão do sistema produtivo em Pernambuco e Alagoas, uma vez que o efeito escala do período é negativo e em razão da substituição dessas culturas

por outras atividades do sistema. Além disso, é importante destacar que a cana-de-açúcar tomou mais de 50% da área permutada de outras culturas dentro do sistema destes dois estados. O feijão e o milho, principalmente, tiveram quedas expressivas na produção e na produtividade.

Por outro lado, verificou-se uma expansão do sistema de produção dos demais estados analisados, que se reflete no efeito escala positivo. No caso da cana-de-açúcar, a principal fonte de crescimento de sua área proveio do efeito substituição, exceto no estado de Mato Grosso em que a expansão do sistema compensou sua substituição. Para o arroz, o pequeno aumento no rendimento não foi suficiente para contrabalançar a queda acentuada na área colhida, e sua produção declinou à taxa de quase 7% ao ano. O feijão e o milho perderam área para a maioria dos estados analisados, exceto em Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Vale ressaltar que no estado de Goiás, o feijão, apesar de ter cedido área para outras culturas, essa perda foi compensada pelo efeito escala e rendimento. No caso do milho, a perda de área para os estados de Goiás e Paraná, também foi compensada pelo efeito escala e rendimento.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; RUDORFF, B. F. T.; SUGAWARA, L. M.; CARVALHO, M. A. (2009) Expansão da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: safras 2003/2004 a 2008/2009. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. Anais... Natal: INPE, p. 9 – 16.
- ALMEIDA, P. N. A. (2003) Fontes de crescimento e sistema produtivo da orizicultura no Mato Grosso. Tese (Mestrado em Ciências) – Piracicaba – SP, Universidade de São Paulo – USP, 230p.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA AGROENERGIA. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Brasília: Mapa/ASC, 2009.
- APPIC Agencia Paulista de promoção de investimento e competitividade. Agronegócio (2011).
- BARBOSA, L. M. (2007) Agroenergia, Biodiversidade, Segurança Alimentar e Direitos Humanos. Conjuntura Internacional – PUC Minas, ano 4, (33).
- BERTRAND, J.-P. et al. (2008) Le contexte agricole des biocarburants au Brésil. Rumbos, université toulouse-le-Mirail, 8 (9). Disponível em: <<http://www.univ-tlse2.fr/amlat/gral/index.htm>; via>.
- BIODIESELBR (2011). Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/brasil-produtores-biocombustiveis-mundo-300311.htm>.
- BNDES. Bioetanol de cana-de-açúcar : energia para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: BNDES, 2008.

- BRANDÃO, A.S.P. (2004) O pólo de fruticultura irrigada no norte e noroeste Fluminense. *Revista de Política Agrícola*, ano XIII, 2: 78-86.
- BRAY, S. C. (1980) A cultura da cana-de-açúcar no Vale do Paranapanema. Tese (Doutorado em Geografia) - São Paulo – SP, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 304p.
- CALLE, F. R.; BAJAY, S. V; ROTHMAN, H. (2005) Uso da biomassa para a produção de energia na indústria brasileira. Campinas, SP: Editora da UNICAMP.
- CARVALHO, A. M.; TOTTI, M. E. F. (2006) Formação histórica e econômica do Norte fluminense. Rio de Janeiro: Garamond.
- CARVALHO, H. M. (2007) impactos econômicos, sociais e ambientais devido à expansão da oferta do etanol no Brasil. *Reforma Agrária*. Curitiba. <http://www.landaction.org/spip/spip.php?article190>
- CASTRO, S. S., ABDALA, K., SILVA, A. A., BORGES, V. M. S (2010) A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. *B. goiano. geogr. Goiânia*, v. 30 (1): 171-191
- CENTENARO, M. (2011) Análise da evolução da indústria sucroenergética do estado de Mato Grosso do Sul. *Anais do 4º Encontro Científico de Administração, Economia e Contabilidade*, 1, Dourados - MS v.1.
- COSTA, J. A. B. (2009) Competitividade da Agroindústria Canavieira na Região Norte Fluminense. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 166p.
- CRUZ, J. L. V. (2004) Modernização produtiva, crescimento econômico e pobreza no Norte Fluminense (1970-2000). In: PESSANHA, R. M., SILVA NETO, R. (Org.) *Economia e desenvolvimento no Norte Fluminense: da cana de açúcar aos royalties do petróleo*. Campos dos Goytacazes, RJ: WTC Editor, 364 p.
- FARIAS, C. S.; SILVA, S. S. (2009) Sustentabilidade como estratégia de desenvolvimento: o caso do projeto 'Álcool Verde' em Capixaba/AC. *Redes*, Santa Cruz do Sul, 14 (2): 122 – 133.

- FELIPE, F. I., MAXIMIANO, M. L. (2008) Dinâmica da agricultura no estado de São Paulo entre 1990-2005: uma análise através do modelo “shift share”. XLVI Congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural, Rio Branco: Sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural.
- GOLDEMBERG, J.; MOREIRA, J.R. (1990) O Programa Nacional do Álcool em 1988. Revista Brasileira de Energia. Rio de Janeiro – RJ. 1 (1)
- GONÇALVES, J. C.; FRANCO, S. C. (1987) A Agro-indústria alcooleira na Região de Presidente Prudente. Monografia (Bacharelado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- HOFFMANN, R. (1998) Distribuição de renda: medidas de desigualdade e pobreza. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo,. 280p.
- HOFFMANN, R. (1991) Estatística para economistas. 2. ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 426p.
- HOMEM DE MELO, F. B. A (1980a) agricultura nos anos 80: perspectivas e conflitos entre objetivos de política. São Paulo: FIPE, (Relatório de Pesquisa).
- HOMEM DE MELO, F. B. (1980b)Disponibilidade de tecnologia entre produtos da agricultura brasileira. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 ( 2):50-221.
- HOMEM DE MELO, F. *et al.* (1988) A questão da produção e do abastecimento alimentar no Brasil: um diagnóstico macro com cortes regionais. Brasília: IEA/IPLAN; PNUD; Agência Brasileira de Cooperação, 424p.
- IGREJA, A.C.M.; ROCHA, M.B.; BRAGA, N.R.; OTSUK, I.P. & SCHAMMASS, E.A. Simulação da produção de soja e milho no Brasil; detecção de características regionais com o Modelo Shift-Share. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 42, Cuiabá – MT, 2004. Anais... (Cd Room). Cuiabá: SOBER, 2004.
- INSITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA. Informe sobre a situação e perspectivas da agroenergia e dos biocombustíveis no Brasil, 2007. 44f.

- KOHLHEPP, G. (2010) Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. *Estudos avançados*, 68 (24): 223-253.
- MACEDO, I.C. (2000) Emissões de Gases de Efeito Estufa e Emissões Evitadas na Produção e Utilização de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool no Brasil: 1990-1994. Centro de Tecnologia Copersucar – CTC. Piracicaba -SP / Brasil.
- MASIERO, G.; LOPES, H. (2009) Etanol e biodiesel como recursos energéticos alternativos: perspectivas da América Latina e da Ásia. *Revista Brasileira de Política Internacional*, 51 (2): 60-79.
- MENDONÇA, C. E. R. (1986) Emprego urbano e agricultura na região de Campos. In: PIQUET, R. (Org.) *Acumulação e pobreza em Campos: uma região em debate*. Rio de Janeiro: PUBLIPUR/UFRJ, 123 p.
- MENEZES, T. J. B. (1980) *Etanol e o combustível do Brasil*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres.
- MICHELLON, E; SANTOS, A. A. L.; RODRIGUES, J.R. (2008) Breve descrição do Proálcool e perspectivas futuras para o etanol produzindo no Brasil. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Paraná. Disponível em <http://ww.sober.org.br>
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Brasília (2011)
- MOREIRA, J. R.; GOLDEMBERG, J. (1999) The alcool program. *Energy Policy*, 27:229-45.
- NAPPO, M. (2007) A demanda por gasolina no Brasil: Uma avaliação de suas elasticidades após a introdução dos carros bicombustível. Tese (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial) – FGV/EESP, São Paulo, 62p.
- NASSAR, A. M. et al. (2008) Prospects of the sugarcane expansion in Brazil: impacts on direct and indirect land use changes. In: ZUURBIER, P. e VOOREN, J. V. (Org.). *Sugarcane Ethanol: contributions to climate change mitigation and the environment*. Laxenburg: Wageniguen Academic Publishers, p. 63-94.
- NASTARI, P. M. (2006) A expansão anunciada: A expansão industrial no setor sucroalcooleiro. *Revista Opiniões*, São Paulo.

- OLIVÉRIO, J. L. (2008) Brazilian sugar cane sector – evolution, trends, sustainability. São Paulo. (Cd-R).
- OLIVEIRA, I. C. C., NEDER, H. D., FILHO, N. A. Impactos sociais da expansão do programa de biocombustíveis sobre o estado de Minas Gerais. Anais do XIV Seminário sobre a Economia Mineira, Minas Gerais, p. 10-23.
- PALOMINO, J. M. G.; JUNIOR, R. T.; CAMPOS, C. V. C.; STOCCO, L. (2008) In:XLVI Congresso da Sober em Rio Branco, Acre.
- PARANAÍBA, A. C.; PIRES, M. J. S. (2009) Dinâmica da agropecuária goiana: Um estudo sobre a composição agrícola no período de 2000-2007. Conjuntura Econômica Goiana, Boletim Trimestral (10): 57- 66.
- PIACENTE, E. A. (2006) Perspectivas do Brasil no Mercado Internacional de Etanol. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica), UNICAMP, Campinas.
- PIRES, M. J. de S. (2006) A oleaginosa dourada invade as terras goyases. Revista Conjuntura Econômica Goiana. Goiânia, n. 8, p. 35-40.
- POLASSE, B. A. (2009) “O futuro aqui é a cana!”: Análise do discurso de agentes de produção do setor sucroalcooleiro da região de Ribeirão Preto. Tese (Mestrado em Energia) – UFABC, Santo André, 121p.
- PROCANA. (2005) Álcool e açúcar derrubam o preço da terra. Disponível em: <http://www.jornalcana.com.br/conteudo/noticia.asp?area=mercado%26cotacoes&secao=cana=clipping&IDmateria11027>.
- REZENDE, G. C. (1983) Setor externo e agricultura. Literatura Econômica, Rio de Janeiro, 5 (3):299-318.
- RODRIGUES, L., GONÇALVES, M. E., CLEPES JUNIOR, J., ABRANCHES, S. M. S. (2011) Fontes de crescimento do valor da produção de commodities do agronegócio em Minas Gerais no período 1994 a 2004: café, cana-de-açúcar e soja. Anais do Congresso Sober. Belo Horizonte, v.5.
- SANTOS, S. S. (2011) O cultivo da cana-de-açúcar no estado de Alagoas: uma análise comparativa dos efeitos da mecanização no estado de São Paulo. Tese (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Brasília – DF, Universidade de Brasília, 103p.

- SCHMIDHUBER, J. (2008) Die Industriestaaten sollten die Bioenergie nicht fördern. Neue Zürcher Zeitung, 107:30.
- SEBRAE (2008) Cadeia produtiva da indústria sucroalcooleira. Cenários econômicos e estudos setoriais, Recife.
- SILVA, L. M. R.; MARTINS, G.; KLAN, A. S.; LEITE, L. A. S. (2005): Efeitos da Abertura Comercial Sobre Principais Culturas Produzidas nos Estados Nordestinos. Anais dos Congressos. XLIII Congresso da Sober em Ribeirão Preto. São Paulo.
- SOUZA, A. B., SANTOS, C. V. (2009). Mudança na composição da produção agrícola paranaense no período 1990 a 2005: uma análise quantitativa do desempenho das principais culturas. Revista Paranaense de desenvolvimento, Curitiba, (116): 07-32.
- SOUZA, S. A. V. (2005) “Disponibilidade e uso de água no Brasil; irrigação” In MACEDO, I. C.(org) A Energia da Cana-de-açúcar: Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e sua sustentabilidade. São Paulo: Editora Berlendis & Vertecchia.
- SOUZA, P. M., LIMA, J. E., PONCIANO, N. J. (2002) Mudança na composição da produção agrícola nos estados das regiões norte e nordeste, 1975-1995. Revista de Ciência e Tecnologia, Recife, 6 (1): 93-117.
- SOUZA, P. M., LIMA, J. E. (2003) Mudanças na pauta de produtos e efeitos sobre o perfil do emprego agrícola nas regiões Sul e Sudeste – 1975-1995. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba: IPARDES 104: 41-60.
- TORQUATO, S. A. (2006) Cana-de-açúcar para indústria: o quanto vai precisar crescer. Análises e Indicadores do Agronegócio, São Paulo, 1 (10).
- XAVIER, M. (2007) The Brazilian sugarcane ethanol experience. Issue analysis 3, Washington, DC. Disponível em: <<http://www.cei.org/pdf/5774.pdf>>.
- YOKOYAMA, L. P., IGREJA, A. C. M., NEVES, E. M. (1989) Modelo *shift-share*: uma readaptação metodológica e uma aplicação para o Estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 27, Piracicaba, 1989. Anais... Brasília: SOBER, 1:63-68