

Modernização Agrícola dos Municípios Canavieiros no Brasil

Agricultural Modernization in Brazilian Sugarcane Producing Municipalities

Modernización Agrícola de los Municipios Productores de Canã de Azúcar en Brasil

Tatiane Salete Mattei*
Pery Francisco Assis Shikida**

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi quantificar e analisar a modernização do setor agrícola dos 100 maiores municípios brasileiros produtores de cana-de-açúcar de 2017. O procedimento metodológico adotado consistiu na análise fatorial para a formação de quatro subíndices e um Índice de Modernização Agrícola (IMA). A fonte dos dados foi o Censo Agropecuário de 2017. Os resultados obtidos mostram que os dez municípios com melhor IMA são paulistas, com exceção de Campo Novo do Parecis (MT). Entre os dez piores, apenas dois são paulistas (Castilho e Teodoro Sampaio). Dos 100 maiores municípios canavieiros, 28% foram classificados com alta modernização, 37% com média e 35% com baixa modernização. Os resultados indicam haver persistência da heterogeneidade da modernização agrícola e superioridade de alguns municípios paulistas. Posto isso, constata-se a necessidade de políticas para reduzir heterogeneidades, aumentar a competitividade do setor e promover ações para enfrentar momentos de crise.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Análise Fatorial. Índice de Modernização. Municípios. Censo Agropecuário.

ABSTRACT

The aim of the present article is to analyze and quantify agricultural modernization among the 100 largest Brazilian sugarcane producing municipalities in 2017. Factor analysis was applied in order to obtain four sub-indices and the Agricultural Modernization Index (AMI). For the study, by using data from the 2017 Brazilian Agricultural Census. The results show that, except for Campo Novo do Parecis (MT), the ten municipalities of highest AMI are located in the state of São Paulo. Among the ten worst ones, only two, Castilho and

* Economista, doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio (PGDRA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil. Mestre em Gestão e Desenvolvimento Regional pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. Bolsista de pesquisa Capes. E-mail: tati_mattei@hotmail.com

** Doutor em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, Brasil. Pós-doutor em Economia pela Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, Brasil. Professor no Curso de Economia, no Programa de Mestrado em Economia e no Programa de Mestrado e Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. E-mail: peryshikida@hotmail.com

Artigo recebido em fevereiro/2022 e aceito para publicação em maio/2022.

Teodoro Sampaio, are located in the state of São Paulo. Of the 100 largest sugarcane producing municipalities, 28% were classified as highly modernized, 37% were classified as moderately modernized, and 35% were considered to be of low modernization index. The results indicate a persistent heterogeneity in agricultural modernization and the higher positioning of some municipalities in São Paulo. As a result, the need for policies aimed at reducing such heterogeneities by increasing the sector's competitiveness and promoting actions to face crises becomes evident.

Keywords: Sugarcane. Factor analysis. Modernization Index. Municipalities. Agricultural Census.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue cuantificar y analizar la modernización del sector agrícola de los 100 mayores municipios brasileños productores de caña de azúcar en 2017. El procedimiento metodológico adoptado fue el análisis factorial para la formación de cuatro subíndices y un Índice de Modernización Agropecuaria (IMA). La fuente de datos fue el Censo Agropecuario de 2017. Los resultados obtenidos muestran que los diez municipios con mejor IMA están en São Paulo, con excepción de Campo Novo do Parecis (MT). De los 100 municipios cañeros más grandes, el 28% se clasificaron con modernización alta, el 37% con modernización media y el 35% con modernización baja. Los resultados indican que persiste la heterogeneidad de la modernización agrícola y la superioridad de algunos municipios de São Paulo. Dicho esto, se requieren políticas para reducir la heterogeneidad, aumentar la competitividad del sector y acciones para enfrentar los momentos de crisis.

Palabras claves: Caña de azúcar. Análisis Factorial. Índice de Modernización. Municipios. Censo Agropecuario.

INTRODUÇÃO

A modernização da agricultura brasileira ocorreu efetivamente a partir de 1960, mediante a inserção de inovações tecnológicas no processo produtivo (inovações agronômicas, físico-químicas, biológicas), com o intuito de aumentar a produção e a produtividade de diversas culturas (MATOS; PÊSSOA, 2011).

A política pública nesse período foi direcionada para a modernização da base técnica produtiva, fortalecimento da agroindústria e expansão da fronteira agrícola. Para contribuir com este aspecto, o governo implantou um conjunto de medidas que abarcava do crédito rural subsidiado até pesquisa agronômica e extensão rural. Esse processo resultou em mudanças na forma de produzir e nas relações da agricultura com os demais setores da economia (ROSSONI *et al.*, 2018).

Este procedimento, contudo, se deu de forma concentrada no território brasileiro, particularmente em São Paulo, nos estados da Região Sul e do Centro-Oeste, privilegiando grandes e médios proprietários de terras (LOBÃO *et al.*, 2016).

A modernização agrícola pode ser atrelada com a história da difusão em larga escala na monocultura. Como principal exemplo de monocultura no Brasil cita-se a cultura da cana-de-açúcar (ROMEIRO, 2014).

A cana-de-açúcar é uma das culturas que mais contribuíram para a modernização da agricultura brasileira (BECKMANN; SANTANA, 2017). Desde 2012 o complexo da cana responde por cerca de 10% do PIB do agronegócio e respondeu por 5% do saldo da balança comercial entre 2012 e 2018. Em diversos municípios essa cultura cobre mais que 70% do território (UNICA, 2020). Afora isso, a cana dá origem ao etanol, muito utilizado para fins carburantes em substituição aos derivados do petróleo, e, com o surgimento das preocupações ambientais, tem grande potencial de crescimento de seu consumo (SHIKIDA, 2014; UNICA, 2019).

A motivação da pesquisa foi a busca por respostas sobre qual é o nível de modernização agrícola dos maiores municípios produtores de cana-de-açúcar, bem como se persistem as disparidades regionais quanto ao uso de tecnologias. A cana-de-açúcar foi escolhida por ser uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis e por ser um setor significativo de geração de empregos (CAMPELO, 2020). Além disso, é matéria-prima para a produção de álcool em gel, produto utilizado na higienização das mãos e superfícies, indispensável para o controle do novo Coronavírus (MAGALHÃES; DEGENHARDT-GOLDBACH, 2020; CAMPELO, 2020).

Sendo assim, o trabalho visa quantificar e analisar a modernização agrícola dos 100 maiores municípios canavieiros de 2017 por meio da criação de quatro subíndices e um índice de modernização. Para alcançar o proposto foi utilizada a análise multivariada com informações do Censo Agropecuário de 2017.

Estudos dessa natureza são importantes na medida em que fornecem subsídios que podem contribuir para a elaboração de políticas públicas mais coerentes,

que possam levar em conta as especificidades e necessidades de cada região e dar um direcionamento em períodos de instabilidade. Além disso, este trabalho utiliza os dados do último Censo disponível, contribuindo para a atualização de diversos estudos. Como diferencial o trabalho apresenta a criação de subíndices e não fez delimitações geográficas, abordando municípios de diversos estados.

Isso posto, além desta Introdução o artigo apresenta, na seção 1, uma breve consideração sobre a modernização da cultura canavieira; em seguida, na segunda parte, são destacados os aspectos metodológicos; na terceira seção têm-se os resultados da pesquisa, vindo, finalmente, as considerações finais do trabalho.

1 MODERNIZAÇÃO DA CULTURA CANAVIEIRA

O destacado papel que a agricultura tem na economia brasileira é resultado de um longo processo de transformação denominado modernização tecnológica, que se acelerou a partir de 1960 e teve como base a Revolução Verde, que resultou em alta produtividade do trabalho e da terra (VIEIRA FILHO, 2019).

Aliados ao processo de modernização da agricultura brasileira, induzido pelo Estado, estão fatores como a estabilidade econômica, crescimento global da demanda por alimentos, impulsionado pelo aumento da renda, grande extensão de terras agricultáveis e clima que possibilita duas safras ao ano (GALVÃO, 2014).

A modernização é caracterizada como um processo de mudança no sistema de produção agrícola, no uso combinado e intensivo de insumos modernos como tratores, equipamentos, fertilizantes químicos e corretivos, controle químico de pragas e doenças, além de melhoramento genético de cultivares (GARCIA, 2014; LOBÃO *et al.*, 2016).

O processo de modernização patrocinado pelo Estado não foi homogêneo no tempo, espaço, produtos e entre os produtores, pois esteve concentrado nas Regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste. Houve um certo direcionamento de políticas agrícolas para os médios e grandes produtores, que em um curto espaço de tempo transformaram sua agricultura, de maneira que os pequenos produtores ficaram à margem do processo de desenvolvimento (BACHA, 2012).

A modernização transformou ainda o mercado de trabalho agrícola, pois contribuiu para reduzir a participação dos trabalhadores permanentes, elevou a sazonalidade da demanda, reduziu a população rural e a demanda restante se deu por trabalhadores mais qualificados (GARCIA, 2014).

Conforme Gasques *et al.* (2016), a taxa brasileira da produtividade total dos fatores (PTF) foi crescente e ininterrupta, aumentando em média 3,53% ao ano entre 1975 e 2014. Este avanço ocorreu por meio do aumento da produtividade devido a todo o pacote tecnológico utilizado. Porém, ainda existem desafios, como a deficiente infraestrutura logística, crédito rural ainda escasso, reduzidas áreas com seguro

agrícola, carga tributária elevada, barreiras comerciais e problema de geração, difusão e absorção das tecnologias em virtude do baixo grau de instrução dos agricultores, além de disparidades entre as regiões.

A modernização agrícola se relaciona com a história da difusão em larga escala na monocultura. Esta possibilitou minimizar o uso dos insumos e mão de obra, bem como adotar práticas avançadas de irrigação e aplicação de fertilizantes e agrotóxicos, o que levou à redução de preços dos alimentos. Como exemplo de monoculturas citam-se as culturas da cana-de-açúcar, algodão, cacau e fumo no Nordeste; café, algodão e cana no Sudeste; arroz, trigo, soja e uva no Sul (ROMEIRO, 2014).

A cana-de-açúcar é uma das culturas que mais contribuíram para a modernização da agricultura brasileira, juntamente com o cultivo de arroz, soja, algodão, milho, criação de bovinos, suínos e aves (BECKMANN; SANTANA, 2017).

A cultura da cana-de-açúcar está intimamente ligada com a história do Brasil, sendo uma atividade importante para a economia mesmo em períodos distintos, como no início do século XVI, durante a colonização portuguesa, ou a partir de 1975 com o Programa Nacional do Alcool - Proálcool (SHIKIDA, 2014; SIQUEIRA *et al.*, 2013).

A importância da agroindústria canavieira para a economia brasileira se dá pelo fato de a cana gerar o açúcar, alimento básico para a alimentação humana, e diversos derivados como melaço, aguardente, bagaço da cana e, principalmente, o etanol. Açúcar e etanol são duas importantes *commodities* e são fundamentais para a soberania alimentar e energética brasileira, respectivamente (SHIKIDA, 2014).

De acordo com a União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA) o Brasil é o maior produtor do mundo de cana, tendo respondido com cerca de 20% da produção mundial, com aproximadamente 620,8 milhões de toneladas processadas na safra 2018/2019. Desde 2012 o complexo da cana responde por aproximadamente 10% do PIB do agronegócio; ademais, entre 2012 e 2018 o setor sucroenergético foi responsável por 5% do saldo da balança comercial brasileira, e na pauta de exportação fica atrás apenas dos complexos da soja, carnes e produtos florestais (UNICA, 2019; UNICA, 2020).

A produção agroindustrial canavieira esteve, de 1930 até início de 1990, sob um paradigma subvencionista, momento em que os produtores estiveram sujeitos a arranjos institucionais patrocinados pelo Estado. Os mecanismos de regulação eram o estabelecimento de quotas de produção, fixação de preços, subsídios, entre outros. A utilização de máquinas e defensivos foi amplamente incentivada pelo Estado via crédito subsidiado (SHIKIDA, 2014; SIQUEIRA *et al.*, 2013).

O período sob o paradigma subvencionista foi fundamental para o desenvolvimento do setor, porém os produtores, tendo a rentabilidade da atividade garantida, não se preocupavam em buscar novas tecnologias para reduzir custos e melhorar a competitividade. Ao final desse período, a atividade se encontrava

com baixo aproveitamento dos subprodutos, competitividade baseada na expansão extensiva e com baixos salários, além da existência de diferenças técnicas entre Nordeste e Centro-Sul e até mesmo dentro dessas regiões (SHIKIDA, 2014).

Ao final dos anos 1980 e início de 1990 ocorreram problemas de desequilíbrio entre oferta e demanda de etanol, os preços do petróleo se reduziram favorecendo o consumo de gasolina, além de as empresas direcionarem a produção canvieira para o açúcar em virtude da recuperação dos preços. Esses fatores, aliados à crise fiscal, levaram à extinção do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) e ao fim dos incentivos e subsídios governamentais ao setor canvieiro (SHIKIDA; RISSARDI JÚNIOR, 2017).

Ao longo desse período, as empresas que não estavam preparadas em termos tecnológicos acabaram por encerrar suas atividades ou foram incorporadas pelas mais dinâmicas. O paradigma subvencionista foi sendo substituído pelo tecnológico e o papel do Estado mudou para o de coordenador, em vez de interventor como antes (SHIKIDA; RISSARDI JÚNIOR, 2017).

Em 2003, com a tecnologia *flex-fuel*, que possibilita a mistura de etanol e/ou gasolina, um novo ciclo de expansão da produção de cana-de-açúcar ocorreu, com escopo de oferecer o etanol como combustível alternativo, mas em grande escala (FISCHER *et al.*, 2017).

Contudo, em face da descoberta do pré-sal; da crise internacional a partir de 2008; da falta de planejamento e coordenação setorial; do controle artificial dos preços da gasolina por parte do governo federal, o que levou a Petrobrás a praticar preços abaixo do mercado internacional (com duração de sete anos); e da desoneração da gasolina de pagamento da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) em 2012 (reduzindo a diferença tributária entre etanol e gasolina), a política energética do etanol teve outro revés. Outrossim, condições climáticas adversas para a cultura canvieira também comprometeram este setor. O resultado desses fatores foi a perda de competitividade do etanol em comparação à gasolina e diminuição das vendas. Esta conjuntura confirmou o paradigma tecnológico como modelo de sobrevivência setorial, pois nessa crise, segundo Ramos (2017), 52 agroindústrias canvieiras se encontravam em recuperação judicial e 27 em falência, dentro de um universo de 444 unidades no Brasil (GOEBEL *et al.*, 2020; CAMPELO, 2020).

A partir de 2015 o governo instituiu a alíquota do CIDE para R\$ 0,10 por litro para a gasolina, dando uma nova configuração ao setor. Além disso a regulamentação, em 2019, da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) de 2017 deu estímulos ao etanol por meio de créditos de carbono, incentivando as agroindústrias à estruturação e consolidação de biorrefinarias. No âmbito internacional, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos anunciou mistura de 15% de etanol na gasolina como meta para 2030, animando o setor para a expansão das agroindústrias (CAMPELO, 2020).

Com a economia retomando os rumos mediante o avanço da vacinação contra a Covid-19, o setor atualmente passa por um bom momento econômico. Devido à falta de chuvas, o setor terá uma quebra de safra, o que vai aumentar os preços e a rentabilidade. A demanda por açúcar e etanol anidro deve crescer no médio prazo, o que vai contribuir para o direcionamento do setor para esses produtos, sobretudo para o mercado externo de açúcar favorecido pela alta do dólar (CANA ONLINE, 2021).

Isto posto, alguns dados sobre esta atividade fazem-se necessários. A cultura canavieira está presente em 1,2% do território brasileiro, faz parte da vida de 70 mil produtores e é cultivada em 30% dos municípios brasileiros. De toda a produção de cana brasileira, o Centro-Sul (composto por Sul, Sudeste e Centro-Oeste) responde por 93% da produção; os 7% restantes cabem ao Norte-Nordeste. Os maiores estados produtores da cana-de-açúcar na safra 2018/2019 foram São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, respectivamente com 333; 70; 63; e 49 milhões de toneladas (UNICA, 2020).

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O portal Novacana publicou um ranking dos 100 municípios brasileiros que mais produziram cana-de-açúcar em 2017, municípios estes que são a amostra da pesquisa. Dentre os 100 municípios, 65 são paulistas, 12 são goianos, 10 mineiros, 8 são de Mato Grosso do Sul, 4 de Mato Grosso, e 1, apenas, de Tocantins.

Para captar a modernização utilizou-se a técnica estatística multivariada visando relacionar um conjunto de 19 indicadores que impactam o nível de modernização. A partir dos resultados da análise fatorial foram calculados quatro subíndices para, depois, calcular o Índice de Modernização Agrícola (IMA). Os dados para construir os indicadores foram colhidos do Censo Agropecuário de 2017.

O presente estudo se diferencia dos demais por não se limitar a municípios de um estado ou região, mas por analisar os maiores municípios produtores canavieiros de vários estados. Utilizando os 100 maiores produtores pode-se fazer uma comparação com municípios muito parecidos no quesito relevância da produção e supostamente na modernização. Ademais, os maiores produtores possuem mais força para representar o setor e demandar políticas.

Os 19 indicadores expressam a intensidade do progresso econômico, tecnológico e o uso de trabalho. Os indicadores foram escolhidos com base em diversos trabalhos sobre modernização. Para a construção dos indicadores as variáveis foram calculadas em relação à área explorada (AE), equivalente-homem (EH)¹ e total dos estabelecimentos (TE) buscando facilitar comparações.

Os indicadores de modernização utilizados estão listados no quadro 1.

¹ Sobre o equivalente-homem (EH) consultar Silva e Kageyama (1983).

QUADRO 1- INDICADORES DE MODERNIZAÇÃO

INDICADOR	DESCRIÇÃO	SUBÍNDICE
X1	Porcentagem de estabelecimentos que usam força mecânica	I
X2	Total de equipamentos por estabelecimento	I
X3	Número de tratores por estabelecimento	I
X4	Número de semeadeiras/plantadeiras por estabelecimento	I
X5	Número de colheitadeiras por estabelecimento	I
X6	Porcentagem de estabelecimentos que recebem informações técnicas	I
X7	Porcentagem de estabelecimentos que fizeram uso de adubação química	I
X8	Porcentagem de estabelecimentos que fizeram uso de calcário e outros corretivos do solo	I
X9	Porcentagem de estabelecimentos que utilizaram agrotóxicos	I
X10	Número de tratores por área explorada	II
X11	Número de semeadeiras/plantadeiras por área explorada	II
X12	Número de colheitadeiras por área explorada	II
X13	Número de veículos existentes por área explorada	II
X14	Total de equipamentos por área explorada	II
X15	Total de equipamentos por equivalente-homem	III
X16	Número de adubadeiras e/ou distribuidoras de calcário por equivalente-homem	III
X17	Número de tratores por equivalente-homem	III
X18	Porcentagem de estabelecimentos que utilizaram plantio direto	IV
X19	Área com plantio direto na palha por área explorada	IV

FONTE: Dados da pesquisa (2010)

O presente trabalho opta por não se estender na explicação do que vem a ser a análise fatorial (AF), técnica de análise multivariada que busca, via avaliação de um conjunto de variáveis, identificar dimensões (fatores) de variabilidade comuns em um conjunto de fenômenos que existem, mas que não são observáveis diretamente. Assim, para maiores considerações sobre isto recomendamos consultar Hoffmann (1994), Corrar, Paulo e Dias Filho (2014) e Fávero *et al.* (2009). A AF escolhida foi por componentes principais.

Para a construção do Índice de Modernização Agrícola (IMA) foram tomados como base os trabalhos de Lavorato e Fernandes (2016) e Lobão *et al.* (2016). Inicialmente definiu-se a equação 1 com base nos escores gerados de cada fator para cada um dos municípios da análise.

$$F_{ij} = \frac{F_i + F_{min}}{F_{max} - F_{min}} \quad (1)$$

O elemento F_{ij} é o escore fatorial ponderado do i -ésimo município; F_i é o escore de cada fator do i -ésimo município; F_{min} é o menor escore obtido no fator dentre os 100 municípios, F_{max} é o maior escore obtido no fator dentre os 100 municípios. Para cada município (j) são atribuídos quatro escores fatoriais F_j .

Para cada um dos quatro fatores foi calculado um subíndice de modernização ($SubIn_{ij}$) e atribuída uma nomenclatura de acordo com seu conjunto de indicadores. A fórmula do cálculo do subíndice é expressa na equação 2:

$$SubIn_{ij} = \left[\frac{\lambda_{F_i}}{(\sum \lambda_{F_i})} \right] \cdot F_{ij} \quad (2)$$

O componente $\lambda_{F_{ij}}$ representa a raiz característica rotacionada de cada fator F_i ; $\sum \lambda_{F_i}$ representa o somatório das quatro raízes características rotacionadas e F_{ij} é o resultado do escore fatorial ponderado encontrado na equação 1. O IMA de cada município foi calculado a partir da soma dos 4 subíndices.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados inicialmente os resultados da análise fatorial, posteriormente os subíndices e, por último mas não menos importante, o IMA.

3.1 FATORES DE MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA E SUBÍNDICES

Em relação à análise fatorial, o teste de KMO foi de 0,717, indicando que a matriz X possui dados adequados à análise. O resultado do teste de Bartlett se mostrou altamente significativo a 1%. Foi observada também adequabilidade do modelo aos demais requisitos como correlações acima de 0,300 e valores da diagonal principal da matriz anti-imagem acima de 0,500. As comunalidades estão todas próximas de 1, resultado adequado, conforme indica a teoria².

O método da análise fatorial por componentes principais aplicados gerou quatro raízes características maiores que a unidade, que correspondem aos quatro fatores que mais contribuem para a análise do grau de modernização. Juntos eles explicam 87% da variância dos dados originais.

O fator 1 agrupa 9 indicadores, X1 a X9. Este fator responde por 28,8% da explicação da análise (modelo utilizado). Compõem esse fator indicadores relacionados à mecanização, como uso de tratores, plantadeiras e colheitadeiras, extensão rural e uso de insumos, como fertilizantes e agrotóxicos.

Do fator 2 fazem parte 5 indicadores relacionados à área explorada, X10 a X14. O fator 2 responde por 24,4% da análise. O fator 3 agrupa três indicadores (X15, X16 e X17) relacionados a indicadores ponderados pelo equivalente-homem, explicando 20% da análise. Por fim, o fator 4 agrupa dois indicadores, X18 e X19, relacionados com a técnica de plantio direto, e explica 13,8% da análise.

O Índice de Modernização Agrícola (IMA) das 100 maiores cidades produtoras de cana-de-açúcar do Brasil é composto pelo somatório dos 4 subíndices de modernização criados com os resultados dos quatro fatores gerados.

² A normalidade é justificada através do Teorema do Limite Central, em que a amostra é suficientemente grande ($n > 30$), tendendo a produzir uma distribuição de médias amostrais que se aproxima da distribuição normal (FÁVERO *et al.*, 2009; CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2014).

O subíndice 1 foi chamado de Mecanização, Extensão e Insumos, sendo calculado por meio dos resultados do fator 1; o subíndice 2 foi chamado de Uso da Terra, calculado por meio do fator 2; o subíndice 3 foi chamado de Intensivo em Trabalho, calculado por meio do fator 3; e o subíndice 4 foi chamado de Técnica de Plantio, calculado por meio do fator 4. Nas tabelas 1 e 2 são apresentados os cinco maiores e os cinco menores municípios e seus respectivos subíndices.

TABELA 1- SUBÍNDICES 1 E 2

RANKING	MECANIZAÇÃO, EXTENSÃO E INSUMOS		USO DA TERRA	
	Município	Índice	Município	Índice
1º	Pontal (SP)	0,331	Sertãozinho (SP)	0,280
2º	Campo Novo do Parecis (MT)	0,278	Pirassununga (SP)	0,232
3º	Morro Agudo (SP)	0,263	São Joaquim da Barra (SP)	0,225
4º	Porteirão (GO)	0,254	Pitangueiras (SP)	0,214
5º	Luís Antônio (SP)	0,254	Taquaritinga (SP)	0,195
96º	Ribeirão Preto (SP)	0,015	Barra do Bugres (MT)	0,052
97º	Andradina (SP)	0,010	Paulo de Faria (SP)	0,051
98º	Araçatuba (SP)	0,009	Luís Antônio (SP)	0,043
99º	Denise (MT)	0,008	Campo Novo do Parecis (MT)	0,026
100º	Ponta Porã (MS)	0,000	Porteirão (GO)	0,000

FONTE: Resultados da pesquisa (2020)

TABELA 2 - SUBÍNDICES 3 E 4

RANKING	INTENSIVO EM TRABALHO		TÉCNICA DE PLANTIO	
	Município	Índice	Município	Índice
1º	Ipuã (SP)	0,230	Campo Novo do Parecis (MT)	0,159
2º	Miguelópolis (SP)	0,219	Turvelândia (GO)	0,126
3º	Taquaritinga (SP)	0,198	Ponta Porã (MS)	0,125
4º	Nuporanga (SP)	0,191	Dourados (MS)	0,125
5º	São José da Bela Vista (SP)	0,191	Bom Jesus de Goiás (GO)	0,121
96º	Angélica (MS)	0,032	Bebedouro (SP)	0,010
97º	Luís Antônio (SP)	0,023	Jardinópolis (SP)	0,010
98º	Sertãozinho (SP)	0,009	Altinópolis (SP)	0,009
99º	Pontal (SP)	0,008	São Manuel (SP)	0,005
100º	São Joaquim da Barra (SP)	0,000	Santa Adélia (SP)	0,000

FONTE: Resultados da pesquisa (2020)

O subíndice 1 teve valor médio de 0,091 e 56 municípios tiveram indicador menor que a média; dentre eles 27 são de São Paulo (41,5% da amostra desse estado), 9 de Goiás (75% de sua amostra), 9 de Minas Gerais (90% de sua amostra), 7 do Mato Grosso do Sul (57% de sua amostra), 3 do Mato Grosso (75% de sua amostra), e 1 do Tocantins (por ser o único, trata-se de 100% de sua amostra). Este subíndice foi o que apresentou o valor máximo mais alto dentre os 4 subíndices, porém o maior

desvio padrão. Os municípios que mais se destacaram nesse indicador são paulistas, com exceções de Campo Novo do Parecis (MT) e Porteirão (GO). A diferença entre o índice dos cinco primeiros colocados e dos cinco últimos é bem representativa, destacando-se Ponta Porã (MS), que não somou pontos nesse indicador.

O valor médio do subíndice 2 foi melhor que os demais (0,107) e também 56 municípios tiveram índice menor que a média. Destes, 27 são de São Paulo (41,5% da amostra do estado), 10 de Goiás (83,3% da amostra), 8 de Minas Gerais (80% da amostra), 6 do Mato Grosso do Sul (75% da amostra), 4 do Mato Grosso (100% da amostra) e o único município do Tocantins (100% da amostra). Os cinco municípios mais bem colocados neste indicador são todos paulistas. A diferença do indicador dos primeiros lugares para os últimos também é grande. Porteirão (GO) não somou pontos nesse quesito.

A média do subíndice 3 foi de 0,095 e 59 municípios ficaram abaixo da média. Destes, 33 são de São Paulo (50,7% da amostra do estado), 8 de Goiás (66,6% da amostra), 7 de Mato Grosso do Sul (87,5% da amostra), 6 de Minas Gerais (60% da amostra), 4 do Mato Grosso (100% da amostra) e o único município do Tocantins (por ser o único, trata-se de 100% de sua amostra). Os cinco municípios mais bem colocados neste indicador também são todos paulistas.

A média do subíndice 4 é de 0,047, a pior média dentre os 4 subíndices. O desvio padrão é o menor de todos, e percebe-se que os 5 mais bem colocados são municípios de diversos estados, indicando que para esse subíndice existe uma homogeneidade no indicador. Abaixo da média do subíndice 4 estão 62 municípios, 50 municípios de São Paulo (76,9% da amostra desse estado), 4 de Mato Grosso do Sul (50% de sua amostra), 3 de Goiás (25% da amostra), 3 de Minas Gerais (30% da amostra) e 2 de Mato Grosso (50% da amostra).

São Paulo expressou sua supremacia na modernização nos três primeiros subíndices, a saber, “Mecanização, Extensão e Insumos”, “Uso da Terra” e “Intensivo em Trabalho”, pois obteve o menor percentual da amostra de municípios com indicadores menores que a média, e a maioria dos municípios está entre os cinco mais bem colocados. Apenas no subíndice 4 (Técnica de Plantio) São Paulo foi o estado que mais teve municípios de sua amostra com subíndice menor que a média. Essa análise corrobora a ocorrência da modernização diferenciada até mesmo dentro dos estados.

Os subíndices também expressam a grande heterogeneidade no processo de modernização existente na agricultura canavieira brasileira, pois alguns municípios aparecem entre os cinco melhores em um subíndice e entre os cinco piores em outro, como é o caso de Campo Novo do Parecis (MT), Porteirão (GO) e Ponta Porã (MS).

3.2 ÍNDICE DE MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA

O IMA dos 100 maiores municípios canavieiros de 2017 foi obtido através da soma dos quatro subíndices. A média do IMA foi de 0,341 e o desvio padrão foi de 0,09. Destes 100, 55 municípios apresentaram IMA menor que a média: 30 de São Paulo (46% da amostra desse estado), 9 de Minas Gerais (90% de sua amostra), 6 de Goiás (50% da amostra), 6 do Mato Grosso do Sul (75% da amostra), 3 do Mato Grosso (75% da amostra) e o único município de Tocantins (por ser o único, trata-se de 100% de sua amostra). Na tabela 3 é apresentado o IMA dos 10 municípios mais bem colocados e os 10 piores.

TABELA 3 - ÍNDICE DE MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA

RANKING	MUNICÍPIO	IMA	RANKING	MUNICÍPIO	IMA
1º	Jaboticabal (SP)	0,573	91º	Barra do Bugres (MT)	0,209
2º	Pontal (SP)	0,558	92º	Castilho (SP)	0,208
3º	Sertãozinho (SP)	0,540	93º	Ivinhema (MS)	0,205
4º	Miguelópolis (SP)	0,534	94º	Nova Alvorada do Sul (MS)	0,202
5º	Campo Novo do Parecis (MT)	0,525	95º	Angélica (MS)	0,200
6º	Pirassununga (SP)	0,511	96º	Limeira do Oeste (MG)	0,197
7º	Taquaritinga (SP)	0,501	97º	Pedro Afonso (TO)	0,196
8º	Ipuã (SP)	0,496	98º	Nova Andradina (MS)	0,192
9º	Nuporanga (SP)	0,491	99º	Teodoro Sampaio (SP)	0,173
10º	Batatais (SP)	0,469	100º	Denise (MT)	0,163

FONTE: Resultados da pesquisa (2020)

Os 10 municípios com melhor IMA são predominantemente de São Paulo, com a única exceção de Campo Novo do Parecis (MT). Entre os 10 piores, apenas 2 são de São Paulo (Castilho e Teodoro Sampaio). Para melhor visualizar os resultados, o IMA foi classificado com modernização nas graduações alta, média e baixa (tabela 4).

TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO DO ÍNDICE DE MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA POR ESTADOS

ESTADO	IMA MÉDIO	ALTA MODERNIZAÇÃO 0,573 - 0,400	MÉDIA MODERNIZAÇÃO 0,399 - 0,300	BAIXA MODERNIZAÇÃO 0,299 - 0,163	TOTAL
São Paulo	0,361	22	26	17	65
Goiás	0,340	3	6	3	12
Minas Gerais	0,284	1	2	7	10
Mato Grosso do Sul	0,277	1	2	5	8
Mato Grosso	0,302	1	1	2	4
Tocantins	0,196	0	0	1	1
TOTAL	0,341	28	37	35	100

FONTE: Resultados da pesquisa (2020)

Dos 100 maiores municípios canavieiros de 2017, 28% foram classificados com alta modernização, 37% com média e 35% com baixa modernização. Desagregando por estados, dentre os 65 municípios de São Paulo, 34 apresentaram

IMA menor que a média do estado. Jaboticabal foi o município paulista com maior IMA (0,573) e Teodoro Sampaio com o menor (0,173). Dos 12 municípios goianos, 6 apresentaram IMA menor que a média do estado. Porteirão foi o que apresentou menor IMA (0,452) e Quirinópolis (0,238) o maior. Dos 10 municípios de Minas Gerais, 5 apresentaram IMA menor que a média do estado. Conceição das Alagoas apresentou o maior IMA do estado (0,422) e Limeira do Oeste (0,197) o menor. Dos 8 municípios de Mato Grosso do Sul, metade apresentaram IMA menor que a média do estado. Dourados teve o maior IMA (0,444) e Nova Andradina (0,192) o menor do estado. Por fim, dos 4 municípios do Mato Grosso, 2 tiveram IMA menor que a média do estado, sendo que Campo Novo do Parecis apresentou maior IMA (0,525) e Denise (0,163) o menor.

Entre os 65 municípios paulistas, 33,85% (22 municípios) foram classificados com alta modernização, 40% (26 municípios) com média modernização e 26,15% (17 municípios) com baixa modernização. Dentre os 12 municípios goianos, 25% (3 municípios) foram classificados com alta modernização, 50% com média modernização (6 municípios) e 25% (3 municípios) com baixa modernização. Dos 10 municípios do Estado de Minas Gerais, 10% (1 município) foi enquadrado com alta modernização, 20% (2 municípios) com média modernização e 70% (7 municípios) com baixa modernização. Dentre os 8 municípios do Mato Grosso do Sul, 12,5% (1 município) apresentou alta modernização, 25% (2 municípios) média modernização e 62,5% baixa modernização. No Estado do Mato Grosso, 25% (1 município) apresentou alta modernização, 25% (1 município) média modernização e 50% (2 municípios) apresentou alta modernização. O único município de Tocantins foi enquadrado com baixa modernização.

O IMA também expressa grande heterogeneidade na dinâmica da modernização agrícola, assim como foi observado para o Brasil ao longo da história, fruto de um conjunto de políticas que privilegiou certas regiões (principalmente Centro-Sul). Segundo Shikida (2014), a modernização do setor canavieiro foi bastante desigual, coexistindo métodos modernos com outros baseados na exploração da força de trabalho e da terra. São Paulo continua se destacando, apesar de a maioria dos municípios ser classificada como tendo média modernização. Dos 28 municípios com alta modernização, 78,6% estão localizados no Estado de São Paulo. Dos 37 municípios com média modernização, 70,3% são deste mesmo estado. A heterogeneidade dentro dos estados também é corroborada. Dentre os classificados com baixa modernização, predominam também os municípios paulistas (48,6%).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As políticas agrícolas iniciadas na década de 1960 contribuíram para modernizar a agricultura brasileira, com aumento de produção e produtividade. A agricultura passou a fazer uso de máquinas e tratores, fertilizantes, corretivos de solo, agrotóxicos e diversas técnicas de plantio.

A cana-de-açúcar é uma das culturas que mais contribuíram para a modernização da agricultura brasileira, tendo sido escolhida pelos autores para essa pesquisa devido a sua relevância como uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis e por ser um setor significativo na geração de empregos. Além disso, é matéria-prima para a produção de álcool em gel, produto utilizado na higienização das mãos e superfícies, indispensável no controle do novo Coronavírus.

No decorrer das décadas o setor vem passando por períodos de oscilação em sua competitividade em decorrência de medidas que interferem no preço da gasolina (CIDE, controle artificial do preço), além de problemas devidos à falta de planejamento e coordenação setorial. A ampliação do processo de modernização é fator crucial para reduzir custos e melhorar a competitividade do setor frente a esses desafios.

Com o objetivo de quantificar e analisar o grau de modernização agrícola dos 100 maiores municípios produtores de cana-de-açúcar do ano de 2017 estabeleceu-se uma relação de 19 indicadores, a qual gerou 4 fatores com variância acumulada total de 87,7%.

Através desses fatores foram calculados quatro subíndices de modernização, o primeiro chamado de Mecanização, Extensão e Insumos, o segundo de Uso da Terra, o terceiro de Intensivo em Trabalho e o quarto foi denominado Técnica de Plantio. O somatório dos 4 subíndices gerou o Índice de Modernização Agrícola (IMA).

A modernização da agricultura canavieira, iniciada na década de 1960, não foi homogênea ao longo do processo, e São Paulo alcançou destaque ímpar frente às demais regiões produtoras. Esta supremacia paulista foi observada também para o ano de 2017. Nos 3 primeiros subíndices, São Paulo teve o menor percentual da amostra de municípios com indicadores menores que a média, e a maioria dos municípios entre os mais bem colocados. Apenas no subíndice 4 São Paulo foi o estado que mais apresentou municípios de sua amostra com subíndice menor que a média. O subíndice 4 foi o mais homogêneo dentre todos, apesar de apresentar a menor média.

O IMA médio dos 100 municípios foi 0,341, e 55 municípios apresentaram índice menor que este valor. Os 10 municípios com melhor IMA são predominantemente de São Paulo, com a única exceção de Campo Novo do Parecis (MT), e entre os 10 piores apenas dois são de São Paulo (Castilho e Teodoro Sampaio). Da amostra total,

28% dos municípios foram classificados com alta modernização, 37% com média e 35% com baixa modernização. Dos municípios com alta modernização, 78,6% estão localizados no Estado de São Paulo.

O estudo evidencia a heterogeneidade da modernização até mesmo dentro de uma região, visto que, dos quatro municípios que não pontuaram nos subíndices, dois são paulistas. Dos municípios classificados com baixa modernização, 48,5% também são paulistas. Isso implica a necessidade de políticas e investimentos específicos para cada região, com vistas à redução das desigualdades existentes. Ademais, é preciso atenção aos diversos fatores que influenciam no conjunto da modernização, como mecanização, insumos, assistência técnica, formação dos trabalhadores e técnicas de plantio.

Apesar de os municípios da amostra serem os que mais produzem cana-de-açúcar no País, verifica-se que nem todos atingiram níveis considerados elevados de modernização (acima da média), indicando que, se o fizerem, as localidades terão condições de ampliação da produtividade e, conseqüentemente, da quantidade produzida.

Os resultados revelam a necessidade de mais investimentos públicos e privados (crédito e incentivos para superar situações de crise) para a modernização da atividade canavieira, em busca da ampliação da eficiência e competitividade do setor. Além disso, há necessidade de políticas que garantam mercados consumidores a seus subprodutos, principalmente o etanol, que é de relevância para a produção de energia considerada mais limpa e renovável.

A partir dos valores médios de cada subíndice, observou-se que os municípios com média menor demandam mais atenção, sobretudo com relação à mecanização, extensão, uso de insumos e técnicas de plantio.

Por fim, os resultados desta pesquisa não esgotam o debate sobre o tema, uma vez que podem ser ampliados para outras culturas, outras amostras e outras localidades. Uma das limitações deste estudo é o fato de os dados serem de corte transversal, não se podendo fazer inferências sobre a evolução temporal do índice. Além disso, tratou-se aqui da modernização agrícola de forma isolada, isto é, não foram abordados aspectos sociais e ambientais envolvidos, o que sugere novas abordagens para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

- BACHA, C. J. C. **Economia e política agrícola no Brasil**. São Paulo: Atlas. 2012.
- BECKMANN, E.; SANTANA, A. C. de. Indicadores da modernização agrícola do Estado de Mato Grosso. **Extensão Rural**, Santa Maria, v.24, n.1, p.100-119, 2017.
- CAMPELO, M. O biocombustível etanol, o covid-19 e a queda internacional do preço do petróleo: consequências e desafios. **Boletim Economia Empírica**, v.1, n.2, 2020.
- CANA ONLINE. **Setor canavieiro**: situação atual e perspectivas de médio prazo. Disponível em: <http://www.canaonline.com.br/conteudo/setor-canavieiro-situacao-atual-e-perspectivas-de-medio-prazo.html>. Acesso em: 09 set. 2021.
- CORRAR, J. L.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada para os cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia**. São Paulo: Atlas, 2014.
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. **Análise de dados**: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- FISCHER, T. R.; KLEIN, C. F.; KLIEMANN, D. C.; SHIKIDA, P. F. A. Uma análise da concentração na agroindústria canavieira em Minas Gerais (safras 2002/2003 a 2014/2015). **Revista Economia Ensaios**, Uberlândia, v.32, n.1, p.11-28, 2017.
- GALVÃO, A. A nova etapa do desenvolvimento agrário e o papel dos agentes privados na inovação agropecuária. In: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- GARCIA, J. R. Trabalho rural: tendências em face das transformações em curso. In: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- GASQUES, J. G.; BACCHI, M. R. P.; RODRIGUES, L.; BASTOS, E. T.; VALDES, C. Produtividade da agricultura brasileira: a hipótese da desaceleração. In: FILHO, J. E. R. V.; GASQUES, J. G.; CARVALHO, A. X. Y. (org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: IPEA, 2016.
- GOEBEL, M. A. et al. Recuperação judicial e falência das agroindústrias canavieiras no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.16, n.2, 2020.
- HOFFMANN, R. Componentes principais e análise fatorial. **DERS/ESALQ**, Piracicaba, n.90, p.1-37, 1994.
- LAVORATO, M.; FERNANDES, E. Índice de Modernização Agrícola dos municípios da região Centro-Oeste do Brasil. **Revista de Economia do Centro-Oeste**, Goiânia, v.2, n.2, p.2-18, 2016.

LOBÃO, M. S. P.; CORRÊA, A. S.; WENNINGKAMP, K. R.; SHIKIDA, P. F. A.; ALENCAR, J. J. Modernização agrícola do Paraná. **Revista de Política Agrícola**, v.25, n.3, p.21-35, 2016.

MAGALHAES, W. L. E.; DEGENHARDT-GOLDBACH, J. **Nova formulação de álcool gel (MicroCelol) com celulose microfibrilada (MFC): avaliação em Escherichia coli**. Embrapa Florestas-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2020.

MATOS, P. F.; PESSÔA, V. L. S. A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território. **Geo UERJ**, v.2, n.22, p.290-322, 2011.

NOVACANA. **Ranking traz as 100 cidades brasileiras que mais produziram cana-de-açúcar em 2017**. Curitiba, 2018. Disponível em: <https://www.novacana.com/n/cana/safra/ranking-100-cidades-brasileiras-mais-produziram-cana-de-acucar-2017-161018>. Acesso em: 20 dez. 2020.

RAMOS, C. S. Cresce o número de falências entre usinas sucroalcooleiras. **Valor Econômico**, 2017. Disponível em: <http://www.valor.com.br/agro/5131622/cresce-o-numero-de-falencias-entre-usinas-sucroalcooleiras>. Acesso em: 14 fev. 2019.

ROMEIRO, A. R. O agronegócio será ecológico. In: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

ROSSONI, R. A.; SILVA, H. da S.; MORAES, M. L.; Stege, A. L. A modernização da agricultura do Paraná. **Revista da Anpege**, v.14, p.71-71, 2018.

SHIKIDA, P. F. A. Evolução e fases da agroindústria canavieira no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.23, n.4, p.43-57, 2014.

SHIKIDA, P. F. A.; RISSARD JÚNIOR, D. J. Evolução da agroindústria canavieira no Brasil (1990-2014): da ruptura do paradigma subvencionista à falta de planejamento. **Práticas de Administração Pública**, v.1, n.1, p.74-99, 2017.

SILVA, J. G.; KAGEYAMA, A. A. Emprego e relações de trabalho na agricultura Brasileira: Uma análise dos dados censitários de 1960, 1970, 1975. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v.13, n.1, p.235-266, 1983.

SIQUEIRA, P. H. de L.; CALEGARIO, C. L. L.; CASTRO JÚNIOR, L. G.; SHIKIDA, P. F. A. Determinantes de localização da agroindústria canavieira em Goiás. **Revista Economia & Gestão**, v.13, n.33, p.159-173, 2013.

UNICA. União da Indústria da Cana-de-Açúcar. Balanço de atividades 2012-13 a 2018-19. 2019. Disponível em: <https://www.unica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Relatorio-Atividades-201213-a-201819.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2021.

UNICA. União da Indústria da Cana-de-Açúcar. UnicaData. 2020. Disponível em: <https://www.unica.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=31&tipoHistorico=2>. Acesso em: 09 jan. 2021.

VIEIRA FILHO, J. E. R. (org.). **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Brasília: IPEA, 2019.