



## NÍVEL TECNOLÓGICO DAS PROPRIEDADES RURAIS FAMILIARES NOS MUNICÍPIOS MATO-GROSSENSES EM 2017

Diego Pierotti Procópio<sup>1</sup>  
Getúlio Barros Thiesen<sup>2</sup>  
João Carlos Arruda Oliveira<sup>3</sup>  
Alessandra Schaphauser Rosseto Fonseca<sup>4</sup>  
Solange Rodrigues Santos Correa<sup>5</sup>

**Resumo:** Objetivou-se determinar os fatores associados ao processo de modernização da agricultura familiar nos municípios de Mato Grosso em 2017. Para alcançar o objetivo proposto, utilizaram-se a Análise Fatorial Exploratória (AFE) e os dados do Censo Agropecuário de 2017, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os resultados indicaram que a modernização agropecuária das propriedades familiares é um fenômeno multidimensional, associado a quatro fatores principais: (a) disponibilidade de recursos financeiros e posse de trator na propriedade; (b) adoção de tecnologia e acesso ao serviço de assistência técnica; (c) uso de defensivos agrícolas e participação do produtor em organizações coletivas; e (d) acesso às informações técnicas e ao serviço de energia elétrica. Constatou-se heterogeneidade no nível de modernização tecnológica entre as propriedades familiares dos municípios mato-grossenses, com predominância da classificação de modernização baixa, que correspondeu a 65,25% dos municípios analisados. Diante disso, políticas públicas voltadas à ampliação das linhas de crédito para o custeio de insumos e à aquisição de máquinas e equipamentos, à expansão dos serviços de assistência técnica e ao incentivo à criação e ao fortalecimento de organizações coletivas no campo podem contribuir para a redução das desigualdades no padrão tecnológico entre as propriedades familiares em Mato Grosso.

**Palavras-chave:** agricultura familiar; análise fatorial exploratória; modernização agropecuária; Mato Grosso; políticas públicas.

## TECHNOLOGICAL LEVEL OF FAMILY FARMING PROPERTIES IN MATO GROSSO MUNICIPALITIES IN 2017

**Abstract:** This study aimed to determine the factors associated with the modernization process of family farming in the municipalities of Mato Grosso in 2017. To achieve the proposed objective, Exploratory Factor Analysis (EFA) and data from the 2017 Agricultural Census, conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), were used. The results indicated that the agricultural modernization of family properties is a multidimensional phenomenon, associated with four main factors: (a) availability of financial resources and tractor ownership on the property; (b) technology adoption and access to technical assistance services; (c) use of agricultural pesticides and producer participation in collective organizations; and (d) access to technical information and electricity services. Heterogeneity in the level of technological modernization among family properties across the municipalities of Mato Grosso was observed, with a predominance of the low modernization classification, accounting for 65.25% of the analyzed municipalities. Therefore, public policies aimed at expanding credit lines for the funding of productive inputs and the acquisition of machinery and equipment, the expansion of technical assistance services, and the encouragement of the creation and strengthening of collective organizations in rural areas may contribute to reducing

<sup>1</sup> Doutorado em Administração pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Professor do Departamento de Zootecnia e Extensão Rural (DZER) e do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1622-3335>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7415602150173411>. E-mail: [diego.procopio@ufmt.br](mailto:diego.procopio@ufmt.br)

<sup>2</sup> Engenheiro agrônomo pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3902302187124105>. E-mail: [gethiesen@gmail.com](mailto:gethiesen@gmail.com)

<sup>3</sup> Mestrado em Agricultura Tropical pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Doutorando em Agricultura Tropical pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5833-2823>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6214577258409518>. E-mail: [jcao@outlook.com.br](mailto:jcao@outlook.com.br)

<sup>4</sup> Mestrado em Ciência Animal pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Doutoranda em Ciência Animal pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3199-8478>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3218138131670101>. E-mail: [alessandraschaphauserr@gmail.com](mailto:alessandraschaphauserr@gmail.com)

<sup>5</sup> Doutorado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Professora do Departamento de Ciências Administrativas e Contábeis da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6849-8242>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9140625435543061>. E-mail: [srscorrea@uesc.br](mailto:srscorrea@uesc.br)



inequalities in the technological standard among family properties in Mato Grosso.

**Keywords:** family farming; agricultural modernization; exploratory factor analysis; Mato Grosso; public policies.

## 1 Introdução

A modernização do setor rural brasileiro teve início na década de 1950 e foi definida como a “Industrialização da Agricultura”. Tal medida teve como principal ação a difusão de um conjunto de tecnologias de base técnica, como máquinas e equipamentos, sementes geneticamente melhoradas, fertilizantes e corretivos, utilizados nas áreas de cultivo das propriedades rurais, com o objetivo de aumentar o nível de produtividade dos fatores produtivos. No entanto, foi a partir da década de 1960 que esse processo foi efetivamente implementado, por meio da implantação, no país, de um setor industrial voltado à produção de máquinas e insumos tecnológicos destinados ao campo (Teixeira, 2005).

As transformações do setor agropecuário brasileiro foram possíveis em função de um conjunto de intervenções governamentais, relacionadas à disponibilização de crédito rural aos produtores, com a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) em 1965. O desenvolvimento de tecnologias de acordo com as especificidades edafoclimáticas ao longo do território brasileiro, em virtude da criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em 1973. Pela oferta do serviço de extensão rural para auxiliar no processo de adoção de tecnologia nas propriedades rurais, por meio da criação, em 1975, da Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER) (Castro; Pereira, 2020).

Transcorrido mais de meio século desde o início das transformações da base técnica das propriedades rurais brasileiras, o processo ainda está longe de ser uniforme e homogêneo em todo o território nacional. A realidade brasileira é marcada por desigualdades entre regiões agrícolas e propriedades rurais nos indicadores de adoção tecnológica, nos índices de produtividade e na contribuição ao valor total da produção agropecuária (Souza *et al.*, 2018a; Souza *et al.*, 2019).

A desigualdade regional e produtiva teve origem no processo de modernização do setor agropecuário brasileiro, no qual uma parcela dos agentes econômicos foi capaz de incorporar e absorver o conteúdo tecnológico. Enquanto a outra parcela marginalizada de produtores rurais, representada principalmente pelos agricultores familiares, ficou excluída não apenas do ambiente organizacional inovador, mas também dos processos de aprendizado e de difusão de novas técnicas e de conhecimentos produtivos (Vieira Filho; Fishlow, 2017). Fatores como a concentração fundiária e a falta de recursos financeiros e de acesso aos serviços de assistência técnica e de crédito contribuíram para a baixa taxa de adoção de tecnologias pelos agricultores familiares no Brasil (Souza *et al.*, 2019).

A heterogeneidade estrutural pode ser evidenciada pela manutenção, nos médio e longo prazos, das diferenças de infraestrutura produtiva e dos indicadores de produção que vão além das diferenças



naturais entre os tipos de propriedades rurais, considerando que estas decorrem das habilidades específicas do produtor rural quanto à alocação dos fatores de produção (capital, terra, trabalho e tecnologia). Dessa forma, a heterogeneidade estrutural está relacionada às disparidades socioeconômicas presentes em uma região. Por exemplo, diferenças no nível de produtividade e no acesso aos serviços de assistência técnica e de crédito rural (Santos; Vieira Filho, 2012).

A definição de agricultor familiar foi regulamentada pela Lei federal nº 11.326, de 24 de julho de 2006, e deve obedecer de forma simultânea aos seguintes critérios: (a) não detenha uma área maior do que quatro módulos fiscais; (b) utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas da propriedade; (c) tenha um percentual mínimo da renda familiar advinda de atividades econômicas do seu estabelecimento; e, (d) gerencie o estabelecimento com a família. Além desses quesitos, enquadram-se também as categorias de produtores rurais, como silvicultores, aquicultores, extrativistas, pescadores artesanais, povos indígenas e indivíduos de comunidades quilombolas e tradicionais (BRASIL, 2006).

De 2006 a 2017, observou-se uma redução no número de propriedades rurais familiares no Brasil, passando de 4,36 milhões para 3,89 milhões, o que corresponde a uma redução de 10,75%. No entanto, houve um aumento nas áreas dos estabelecimentos rurais familiares no período em questão, passando de 80,10 milhões de hectares (ha) em 2006 para 80,89 milhões de hectares em 2017, o que representa uma taxa de crescimento de 0,98% (IBGE, 2006; 2017). Ocorreu uma diminuição no número de estabelecimentos familiares rurais no país, mantendo-se a área de produção, o que reforça um processo de concentração e reestruturação produtiva nesta classe de produtores no Brasil (Cunha, 2024).

Em 2017, havia 118,67 mil propriedades rurais em Mato Grosso. Dos quais, 81,63 mil foram classificadas como familiares e 37,04 mil como não familiares. O Valor Bruto da Produção (VBP) de Mato Grosso foi de R\$ 58,64 bilhões, dividido em R\$ 54,85 bilhões para a agricultura não familiar e R\$ 3,78 bilhões para a agricultura familiar (IBGE, 2017). O uso da tecnologia tem a função de reduzir as desigualdades socioeconômicas no setor rural, ao possibilitar que os produtores rurais com baixo nível de produção alcancem ganhos de produtividade e melhorem seu nível de renda (Fornazier; Vieira Filho, 2012).

Diante disso, as questões da presente pesquisa foram: a) Quais fatores estão associados ao processo de modernização da agricultura familiar no estado de Mato Grosso?; b) Quais municípios mato-grossenses apresentaram os maiores níveis de modernização da agricultura familiar em 2017? Objetivou-se, portanto, determinar os fatores associados ao processo de modernização da agricultura familiar em Mato Grosso, em 2017.

A análise empírica do processo de modernização tecnológica nas regiões deve considerar as especificidades socioeconômicas. Como o nível de escolaridade dos produtores rurais, o acesso aos



serviços de assistência técnica e de crédito, a disponibilidade de energia elétrica e a participação dos produtores rurais em organizações coletivas na localidade analisada (Mungia; Llewellyn, 2020).

Nesse sentido, a contribuição da presente pesquisa consistiu na mensuração dos fatores associados ao processo de modernização tecnológica entre agricultores familiares nos municípios mato-grossenses em 2017. Esse tipo de informação é importante para auxiliar no processo de elaboração de políticas públicas de promoção do desenvolvimento rural em Mato Grosso. O ano de 2017 foi selecionado devido à disponibilidade de dados para a presente pesquisa; a base de dados utilizada foi o Censo Agropecuário.

## 2 Adoção de tecnologia no setor agropecuário

O uso da tecnologia desempenha um papel importante na determinação do desempenho econômico-financeiro de uma propriedade rural (Souza Filho *et al.*, 2011). O processo de adoção de tecnologia no setor agropecuário é considerado complexo e multidimensional. Nesse sentido, tal multidimensionalidade está associada a diferentes tipos de fatores, que podem ser de ordem ambiental, cultural, econômica, institucional, política e social. A complexidade reside no fato de que tais fatores são interdependentes (Tey; Brindal, 2012; Mwangi; Kariuki, 2015; Sadigov, 2018; Mungia; Llewellyn, 2020; Procópio *et al.*, 2024).

Para uma compreensão adequada do processo de adoção de tecnologia no campo, torna-se necessária a reformulação do modelo tradicional. Baseado na decisão binária do indivíduo, adota ou não adota um modelo que trata o fenômeno como um processo de aprendizagem dinâmico com vários estágios. O aspecto geral a ser considerado é que os produtores rurais desejam melhorar a situação atual, que pode ter origem econômica, como aumento da produtividade e do lucro, ou estar relacionada às condições de vida da família, incorporando tecnologias poupadoras de mão de obra para que o produtor tenha tempo para passar com os familiares. Além disso, deve-se considerar que os produtores possuem recursos limitados de tempo e dinheiro e são incapazes de determinar imediatamente quais tecnologias proporcionam uma vantagem relativa para o alcance dos objetivos pessoais, o que reforça a importância da orientação técnica adequada no processo de escolha da tecnologia a ser incorporada à propriedade rural (Weersink; Fulton, 2022).

No setor agropecuário, as tecnologias podem ser agrupadas em cinco categorias: a) automatização e informação representados pelos sistemas de gestão da propriedade rural, equipamentos de informática, tecnologia da informação, sensoriamento remoto, testes de análise do solo e aplicação de fertilizante à taxa variável; b) aumento dos rendimentos da colheita pelo uso de fertilizantes, sementes melhoradas geneticamente, máquinas e equipamentos utilizados na área de cultivo como as plantadeiras e colheitadeiras; c) controle de ervas daninhas e pragas relacionadas com



as práticas e o uso de produtos que promovem o controle na área de cultivada; d) conservação do solo, corresponde às práticas de sistema de plantio direto, cultivo mínimo, rotação de culturas e demais práticas agrícolas que promovam uma melhora nos atributos biológicos, físicos e químicos do solo; e, e) práticas ambientais de gestão sustentável e conservação da água (Mungia; Llewellyn, 2020).

A tecnologia não é o único fator responsável pela modernização do campo, mas é necessário considerar as condições econômicas, institucionais e sociais em que a propriedade rural está inserida (Marques, 2003; Dias; Campos, 2022). A elaboração de políticas públicas para a difusão de tecnologia no campo deve levar em consideração as especificidades e características culturais, econômicas, políticas e sociais da região analisada (Garnett; Godfrey, 2012; Garnett *et al.*, 2013; Petry *et al.*, 2019; Ngaiwi *et al.*, 2023; Yaseen *et al.*, 2023).

A falta de acesso às tecnologias disponíveis no setor agropecuário pode resultar de uma série de fatores de ordem interna e externa ao produtor rural. Os fatores internos correspondem à aversão ao risco, relacionada à incerteza quanto ao resultado da tecnologia, e à falta de conhecimento sobre a escolha e a operacionalização da tecnologia. Os fatores externos relacionam-se à ausência de serviços de assistência técnica, de extensão rural e de crédito rural (Alves *et al.*, 2012). A maior parte das propriedades rurais é usuária de tecnologia e conhecimento provenientes do ambiente externo à organização, atribuindo, assim, importância ao serviço de assistência técnica e extensão rural para a difusão de tecnologias e informações técnicas no campo (Bessant, 2005).

### 3 Procedimentos metodológicos

#### 3.1 Análise fatorial exploratória (AFE)

O método utilizado para a determinação dos fatores relacionados à modernização da agricultura familiar nos municípios de Mato Grosso, em 2017, foi a Análise Fatorial Exploratória (AFE). É uma análise multivariada que objetiva reduzir o número de variáveis observáveis por meio da identificação de fatores independentes, de modo a permitir que esses fatores expliquem, de forma concisa e simplificada, as variáveis originais (Ferreira Júnior *et al.*, 2004). O número reduzido de fatores corresponde às combinações lineares das variáveis originais, que apresentam a menor perda de informação (Melo; Parré, 2007).

A AFE aplicada nesta pesquisa utilizou o método de componentes principais, no qual o primeiro fator explica a maior parte da variância total das variáveis observáveis. Em seguida, o segundo fator explica o segundo maior percentual da variância dos dados e, assim, sucessivamente, até a quantidade de fatores selecionados. Os fatores não apresentam correlação entre si (Ferreira Júnior *et al.*, 2004). O método de AFE pode ser representado matematicamente por meio da Equação 1 (Bezerra, 2007):



$$X_i = \alpha_{i1}F_1 + \alpha_{i2}F_2 + \alpha_{i3}F_3 + \dots + \alpha_{ij}F_j + \varepsilon_i \quad (1)$$

Em que,  $X_i$  = representa o conjunto de variáveis padronizadas;  $\alpha_i$  = são as cargas fatoriais;  $F_j$  = são os fatores comuns não relacionados entre si; e,  $\varepsilon_i$  = é um erro que representa a parcela de variação da variável  $i$  que é exclusiva dela e não pode ser explicada por um fator nem por outra variável do conjunto de variáveis analisadas.

A medida conhecida como eigenvalue, ou raiz característica, foi utilizada para determinar a proporção de variância total explicada por cada fator selecionado (Melo; Parré, 2007). A escolha dos fatores foi feita com base no valor da raiz característica. Foram selecionados os fatores com raiz característica superior a 1 (1,0). Para melhorar a interpretação dos fatores extraídos na AFE, aplicou-se uma rotação ortogonal pelo método Varimax. Essa abordagem tem como objetivo maximizar a relação entre as variáveis observáveis e um único fator (Ferreira Júnior *et al.*, 2004).

O quadrado das cargas fatoriais indica a influência relativa de cada fator sobre a variância total de uma variável selecionada na AFE. Em contrapartida, a soma dos quadrados das cargas fatoriais de todas as variáveis contribui para estimar a comunalidade. Esta, por sua vez, representa a parcela da variância total de cada variável explicada pelo conjunto de fatores comuns selecionados com base no critério da raiz característica (Ferreira Júnior *et al.*, 2004).

A adequação da AFE foi avaliada por meio dos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de esfericidade de Bartlett. O teste KMO é um indicador que compara a magnitude dos coeficientes de correlação parcial com valores entre 0 e 1. O recomendável é que o indicador seja superior a 0,50. O teste de Bartlett verifica a hipótese nula de que a matriz de correlações entre as variáveis observáveis é a matriz identidade. Se a hipótese nula for rejeitada, justifica-se a realização da AFE (Ferreira Júnior *et al.*, 2004).

Os escores fatoriais foram determinados por meio de um método análogo à regressão. O escore de cada observação, no caso, o município, foi determinado multiplicando-se o valor padronizado das variáveis pelo coeficiente do escore fatorial correspondente, conforme apresentado na Equação 2 para todo  $j$ -ésimo fator,  $F_j$  (Ferreira Júnior *et al.*, 2004).

$$F_j = W_{j1}X_1 + W_{j2}X_2 + W_{j3}X_3 + \dots + W_{jp}X_p \quad (2)$$

Em que,  $W_{jp}$  = são os coeficientes dos escores fatoriais;  $p$  = número de variáveis.

Por meio dos escores fatoriais, tornou-se possível avaliar a posição relativa de cada observação em relação ao conceito representado por cada fator (Monteiro; Pinheiro, 2004). Para assegurar que



altos escores fatoriais negativos não distorçam a magnitude do índice, foi realizada uma transformação dos escores fatoriais conforme a Equação 3, visando restringi-los ao intervalo de 0 a 1 (Lemos, 2001).

$$F_{ji} = \frac{F_{ji} - F_{ji}^{min}}{F_{ji}^{max} - F_{ji}^{min}} \quad (3)$$

Em que,  $F_{ji}$  = relaciona-se com os escores fatoriais;  $F_{ji}^{max}$  = valor máximo do j-ésimo escore fatorial associado ao i-ésimo município;  $F_{ji}^{min}$  = valor mínimo do j-ésimo escore fatorial associado ao i-ésimo município.

O Índice de Modernização Agropecuária (IMA) das propriedades rurais familiares dos municípios mato-grossenses para o ano de 2017 foi desenvolvido a partir da Equação 4 (Lobão; Staduto, 2020):

$$IMA_i = \sum_{k=1}^n \frac{\lambda_k}{\sum \lambda_k} F_{ji} \quad (4)$$

Em que,  $\lambda_k$  = representa a k-ésima raiz característica;  $n$  = quantidade de fatores selecionados a partir do critério da raiz característica com um valor superior a uma unidade; e,  $\sum \lambda_k$  = somatório das raízes características referentes aos  $n$  fatores selecionados.

Após o cálculo do IMA, procedeu-se à hierarquização e classificação dos municípios de Mato Grosso de acordo com os critérios estabelecidos no Quadro 1 (Lobão; Staduto, 2020).

Quadro 1 – Classificação do IMA

Classificação	Critério
Modernização muito alta (MMA)	Maior que a média + 2 desvios-padrão
Modernização alta (MA)	Entre 1 e 2 desvios-padrão acima da média
Modernização regular (MR)	Entre a média e 1 desvio-padrão acima da média
Modernização baixa (MB)	Entre a média e 1 desvio-padrão abaixo da média
Modernização muito baixa (MMB)	Menor que 1 desvio-padrão abaixo da média

Fonte: Lobão e Staduto (2020).

### 3.2 Descrição das variáveis e fonte de dados

A avaliação do nível de modernização agropecuária das propriedades familiares nos municípios de Mato Grosso foi realizada por meio de um conjunto de variáveis relacionadas a práticas produtivas que foram rotação de culturas, sistema de plantio direto na palha e o uso de insumos, como os corretivos, defensivos agrícolas e fertilizantes. Além disso, avaliou-se a participação dos produtores rurais em organizações coletivas e o acesso aos serviços de assistência técnica e crédito, bem como em



aspectos relacionados à infraestrutura produtiva da propriedade, representada pela presença de tratores e existência de energia elétrica (Quadro 2).

Quadro 2 – Variáveis selecionadas para a AFE

Variável	Descrição
X1	Total de estabelecimentos que utilizou defensivo agrícola (unidades) / TE
X2	Total de estabelecimentos que fez adubação (química e orgânica) (unidades) / TE
X3	Total de estabelecimentos que fez correção do solo com a utilização de calcário e outros corretivos do pH do solo (unidades) / TE
X4	Total de estabelecimentos que praticam a rotação de cultura (unidades) / TE
X5	Total de estabelecimentos que realizam o sistema de plantio direto na palha (unidades) / TE
X6	Total de estabelecimentos com acesso à assistência técnica (unidades) / AE
X7	Total de estabelecimentos com o produtor vinculado a uma entidade de ação coletiva (unidades) / TE
X8	Total de estabelecimentos com acesso à informação técnica (unidades) / TE
X9	Total de estabelecimentos com tratores (unidades) / TE
X10	Valor total das despesas dos estabelecimentos (unidades) / TE
X11	Valor total das despesas dos estabelecimentos (unidades) / AE
X12	Valor total das despesas dos estabelecimentos (unidades) / PO
X13	Valor total da produção dos estabelecimentos (unidades) / TE
X14	Valor total da produção dos estabelecimentos (unidades) / AE
X15	Valor total da produção dos estabelecimentos (unidades) / PO
X16	Total de estabelecimentos com acesso à energia elétrica (unidades) / TE
X17	Total de estabelecimentos que utilizaram financiamentos para a realização de investimentos (unidades) / TE

Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2017). Nota: AE – área dos estabelecimentos, em hectares; PO – pessoal ocupado em unidades; TE – total de estabelecimentos em unidades.

O uso de defensivos agrícolas (X1) nas propriedades rurais tem como objetivo principal proteger a área de cultivo contra pragas, doenças e plantas daninhas que possam prejudicar a produtividade das culturas. No entanto, é recomendável que a utilização desse insumo seja realizada conforme orientação técnica para uso adequado na propriedade rural (Reyna *et al.*, 2020).

A utilização de fertilizantes (X2) é necessária para fornecer nutrientes essenciais ao crescimento de culturas e pastagens. Se a quantidade de qualquer nutriente for limitante em alguma etapa do ciclo de vida da planta, há a possibilidade de perda de produtividade e de nível de produção total na propriedade rural. O uso de fertilizantes é essencial para a manutenção da produtividade e a garantia da segurança alimentar (Artuzo *et al.*, 2017; Reetz, 2017). A utilização de fertilizantes químicos e orgânicos deve ser realizada exclusivamente sob orientação técnica elaborada de acordo com as características do solo e o tipo de planta cultivada na propriedade rural (ISGA, 2010).

O uso de corretivos (X3) é indicado para corrigir a acidez do solo. É um insumo importante para a promoção da sustentabilidade na agricultura, pois o solo ácido prejudica o desenvolvimento e a produtividade das culturas. Nesse contexto, a prática mais amplamente empregada é a calagem, que consiste no uso de calcário e visa ajustar as propriedades químicas do solo às exigências das plantas (Oliveira *et al.*, 2010). A utilização de corretivos contribui para uma melhor ação dos fertilizantes no



solo e, conseqüentemente, proporciona um incremento na produtividade das plantas e na renda do produtor rural (Muner *et al.*, 2007).

A rotação de culturas (X4) pode ser definida como o cultivo ordenado de diferentes tipos de culturas e pastagens, em determinado espaço-temporal, na mesma área produtiva e na mesma estação do ano, em propriedades rurais (ISGA, 2010; Franchini *et al.*, 2011). O cultivo rotacionado de culturas tem potencial para melhorar as funções do solo nos sistemas produtivos agropecuários, como, por exemplo, o fornecimento de nutrientes para o desenvolvimento e o crescimento das plantas (McDaniel *et al.*, 2014). Benefícios como o aumento da produtividade das plantas, a melhora da qualidade da água e do solo nas propriedades rurais e o controle de pragas e doenças podem ser alcançados por meio da rotação de culturas (Beillouin *et al.*, 2021).

O sistema de plantio direto (X5) possui três princípios: a) baixo revolvimento do solo, com atividades mecânicas como a aração e a gradagem da área de cultivo; geralmente, realiza-se a abertura de pequenas covas para a semeadura; b) cobertura vegetal permanente sobre o solo, por meio da manutenção dos resíduos de culturas antecessoras (palhada); e c) uso da rotação de culturas (Passos *et al.*, 2018; Telles *et al.*, 2021). A utilização do sistema de plantio direto pode proporcionar benefícios, como a melhora das condições de fertilidade do solo em virtude do aumento da quantidade de matéria orgânica, o melhor condicionamento físico do solo, que reduz o processo erosivo, e o aumento da ciclagem de nutrientes e da umidade do solo (Passos *et al.*, 2018).

O acesso ao serviço de assistência técnica (X6) é fundamental para que o produtor tenha acesso a novas informações técnicas e tecnologias disponíveis no mercado, bem como para auxiliar no gerenciamento da propriedade rural (Souza Filho *et al.*, 2011). Na maior parte das propriedades rurais, os produtores utilizam tecnologias e conhecimentos provenientes de ambientes externos, desenvolvidos em universidades e instituições de pesquisa. Então, o serviço de assistência técnica torna-se relevante para a promoção da modernização tecnológica dos sistemas produtivos agropecuários nos países (Bessant, 2005).

A participação dos produtores rurais em organizações de ação coletiva (X7), como associações, cooperativas e entidades de classe/sindicatos, é importante para que os indivíduos tenham acesso às informações técnicas sobre tecnologias disponíveis no mercado, bem como aos serviços de assistência técnica, crédito e de mercado (insumos e produtos) (Souza Filho *et al.*, 2011). E possibilita a troca de experiências sobre o uso de tecnologias entre os indivíduos que compõem a organização coletiva (Nankya *et al.*, 2017).

A disponibilidade de informações técnicas (X8) é importante para auxiliar o produtor rural no gerenciamento da propriedade. Podem ser representadas por cotações de preços de insumos e produtos, práticas produtivas aplicáveis à propriedade rural, normativas governamentais e mecanismos de comercialização da produção. Podem ser acessadas por meio de itens tecnológicos, como aparelhos



com conexão à internet, rádio e televisão, e de materiais técnicos, como boletins informativos, jornais e revistas (Souza Filho *et al.*, 2011).

A existência de tratores (X9) na propriedade rural permite a implantação de práticas produtivas, como a rotação de culturas, o plantio direto na palha e o uso de insumos, tais como corretivos e fertilizantes (Pannell *et al.*, 2006). A disponibilidade financeira auxilia os produtores rurais a incorporar tecnologia à propriedade rural, seja para a realização de experimentos de pequena escala, seja para a efetivação de investimentos (Weersink; Fulton, 2020). As variáveis do total de despesas realizadas (X10, X11 e X12) e do valor bruto da produção (X13, X14 e X15) estiveram associadas à modernização agropecuária em alguns estados da região Norte (Lobão; Staduto, 2020) e em Mato Grosso do Sul (Procópio *et al.*, 2023).

A disponibilidade de energia elétrica na propriedade rural (X16) para que os produtores rurais possam utilizar equipamentos tecnológicos, como aparelhos com conexão à internet, rádio e televisão, bem como máquinas e equipamentos utilizados no sistema produtivo (Olimpio *et al.*, 2022; Procópio *et al.*, 2023). O acesso ao crédito (X17) é importante para auxiliar o produtor rural a realizar investimentos na propriedade (Kumar *et al.*, 2021).

As variáveis observáveis foram relativizadas em relação à área dos estabelecimentos (AE), ao pessoal ocupado (PO) ou ao total de estabelecimentos (TE), conforme indicado por Lavorato e Fernandes (2016), Madeira *et al.* (2019) e Lobão e Staduto (2020). A fonte de dados utilizada foi o Censo Agropecuário de 2017, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e o local de estudo foi o conjunto de 141 municípios de Mato Grosso. A análise estatística foi realizada no software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)®, versão 25, e o mapa foi desenvolvido no GeoDa®.

#### 4 Resultados e discussão

O resultado do teste de KMO foi de 0,807 (superior a 0,50), indicando que os dados são adequados para a elaboração do IMA das propriedades familiares nos municípios de Mato Grosso (Ferreira Júnior *et al.*, 2004; Hair *et al.*, 2009). Por meio do teste de esfericidade de Bartlett, foi possível rejeitar a hipótese nula de que a matriz de correlação entre as variáveis é a matriz identidade. Dessa forma, o conjunto de dados mostrou-se adequado para a realização da AFE.

Por meio da rotação ortogonal pelo método de Varimax, foram extraídos quatro fatores com raiz característica superior a 1,0. O primeiro fator (F1) explicou 53,49% da variância total, seguido de F2 (10,23%), F3 (8,05%) e F4 (6,49%). De forma conjunta, os quatro fatores explicaram 78,28% da variância total dos dados (Tabela 1).



Tabela 1 – Raízes características e percentual de variância explicada pelos fatores

Fator	Raiz Característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
F1	9,094	53,492	53,492
F2	1,740	10,237	63,729
F3	1,370	8,057	71,787
F4	1,105	6,499	78,286

Fonte: Resultado da pesquisa.

A comunalidade representa a proporção da variância total de cada variável explicada pelo conjunto de fatores selecionados na AFE (Ferreira Júnior *et al.*, 2004). Quanto maior for o valor da comunalidade, maior será a influência da variável sobre o fenômeno analisado (Lobão; Staduto, 2020). A modernização das propriedades familiares nos municípios mato-grossenses foi fortemente influenciada pelas variáveis X2 (uso de fertilizantes), X10 (valor total de despesas/TE), X11 (valor total de despesas/AE), X12 (valor total de despesas/PO), X13 (valor bruto da produção/TE), X14 (valor bruto da produção/AE) e X15 (valor bruto da produção/PO) em 2017 (Tabela 2).

Tabela 2 – Cargas fatoriais e comunalidades dos indicadores socioeconômicos relacionados à modernização das propriedades familiares em Mato Grosso

Variável	F1	F2	F3	F4	Comunalidade
X1	0,301	0,083	<b>0,695</b>	0,177	0,611
X2	0,521	<b>0,770</b>	0,092	0,030	<b>0,873</b>
X3	0,502	<b>0,732</b>	0,093	-0,028	0,797
X4	0,266	<b>0,800</b>	-0,062	0,010	0,715
X5	<b>0,667</b>	0,547	0,115	-0,108	0,769
X6	-0,071	<b>0,752</b>	0,339	0,265	0,755
X7	0,040	0,259	<b>0,766</b>	-0,136	0,674
X8	0,152	0,007	-0,103	<b>0,787</b>	0,654
X9	<b>0,797</b>	0,348	0,109	0,036	0,770
X10	<b>0,923</b>	0,265	0,147	0,020	<b>0,944</b>
X11	0,589	<b>0,684</b>	0,172	0,109	<b>0,856</b>
X12	<b>0,928</b>	0,226	0,165	0,012	<b>0,939</b>
X13	<b>0,902</b>	0,331	0,175	-0,014	<b>0,955</b>
X14	0,498	<b>0,727</b>	0,220	0,044	<b>0,827</b>
X15	<b>0,894</b>	0,280	0,190	-0,042	<b>0,916</b>
X16	-0,158	0,118	0,144	<b>0,696</b>	0,544
X17	0,562	-0,074	<b>0,621</b>	0,054	0,710

Fonte: Resultado da pesquisa.

As cargas fatoriais representam a correlação entre as variáveis e os fatores selecionados pelo critério da raiz característica. Quanto maior o valor absoluto da carga fatorial, maior a importância da carga na interpretação da matriz fatorial (Hair *et al.*, 2009). O primeiro fator (F1) foi denominado de “Disponibilidade de recursos financeiros e posse de trator na propriedade” e foi composto pelas variáveis X5, X9, X10, X12, X13 e X15 (Tabela 2).

Para a implementação do sistema de plantio direto na palha (X5) na área de cultivo, torna-se necessária a disponibilidade de tratores na propriedade rural (X9) para auxiliar o produtor rural nas etapas de preparo do solo e de semeadura (Passos *et al.*, 2018; Telles *et al.*, 2021). A disponibilidade



financeira, representada pelas variáveis X10 (total de despesas/TE), X12 (total de despesas/PO), X13 (valor bruto da produção/TE) e X15 (valor bruto da produção/PO), auxilia o produtor rural na realização de investimentos na propriedade e no custeio das atividades produtivas (Weersink; Fulton, 2020).

Nesse sentido, a modernização tecnológica das propriedades rurais familiares nos municípios mato-grossenses pode ser incentivada por políticas governamentais que auxiliem na disponibilização de recursos financeiros. Esse recurso é necessário para o custeio das atividades produtivas e para a realização de investimentos, como a compra de máquinas e equipamentos.

O segundo fator (F2) denominado “Adoção de tecnologia e acesso ao serviço de assistência técnica”, foi composto pelas variáveis X2, X3, X4, X6, X11 e X14. As tecnologias representadas no segundo fator foram o uso de fertilizantes (X2), de corretivos (X3) e a rotação de culturas (X4) (Tabela 2). O uso de tecnologia no setor agropecuário aumenta a produtividade total dos fatores de produção (Souza Filho *et al.*, 2011; Fornazier; Vieira Filho, 2012) e melhora o sistema produtivo da propriedade rural, ao promover a qualidade dos alimentos produzidos (Van der Veen, 2010).

A orientação técnica do serviço de assistência técnica (X6) é necessária para que o produtor rural seja capaz de implantar práticas produtivas, como a rotação de culturas (X4), e utilizar insumos, como fertilizantes (X2) e corretivos (X3). A disponibilidade financeira, representada pelas variáveis X11 (total de despesas/AE) e X14 (valor bruto da produção/AE), é importante para auxiliar o produtor rural no processo de incorporação de tecnologia na propriedade (Weersink; Fulton, 2020).

O terceiro fator (F3) foi composto pelas variáveis de uso de defensivos agrícolas (X1), produtor vinculado a uma organização de ação coletiva (X7) e acesso ao crédito (X17), e é denominado “Uso de defensivos agrícolas e a participação do produtor em organizações coletivas” (Tabela 2). O uso de defensivos agrícolas na propriedade contribui para a manutenção do nível de produtividade das culturas e para a redução das perdas produtivas decorrentes de pragas e doenças na área de cultivo (Reyna *et al.*, 2020).

A participação dos produtores rurais em organizações coletivas (X7) proporciona uma série de benefícios aos indivíduos. Como o poder de barganha na negociação e na comercialização de insumos e produtos agropecuários, a possibilidade de escoamento da produção para diferentes tipos de mercado, a estabilidade de preços de insumos e produtos, o acesso a informações e aos serviços de apoio à produção e de capacitação profissional, bem como ao crédito e à assistência técnica (Souza Filho *et al.*, 2011; Hendrikse; Feng, 2013).

O quarto fator (F4) foi denominado “Itens de acesso às informações técnicas e ao serviço de energia elétrica” e composto pelas variáveis de acesso às informações técnicas (X8) e de energia elétrica (X16) (Tabela 2). Informações técnicas sobre o clima, preços de insumos e produtos e tipos de insumos e práticas produtivas que podem ser utilizadas na propriedade são essenciais para auxiliar o

processo de tomada de decisão do produtor (Souza Filho *et al.*, 2011). A disponibilidade de energia elétrica é fundamental para o uso de máquinas e equipamentos de apoio à realização de atividades administrativas e produtivas na propriedade (Olimpio *et al.*, 2022).

A modernização agropecuária das propriedades familiares em Mato Grosso esteve associada a quatro componentes: a) disponibilidade de recursos financeiros e posse de trator na propriedade; b) adoção de tecnologia e acesso ao serviço de assistência técnica; c) uso de defensivos agrícolas e a participação do produtor em organizações coletivas; e, d) itens de acesso às informações técnicas e acesso ao serviço de energia elétrica (Figura 1).

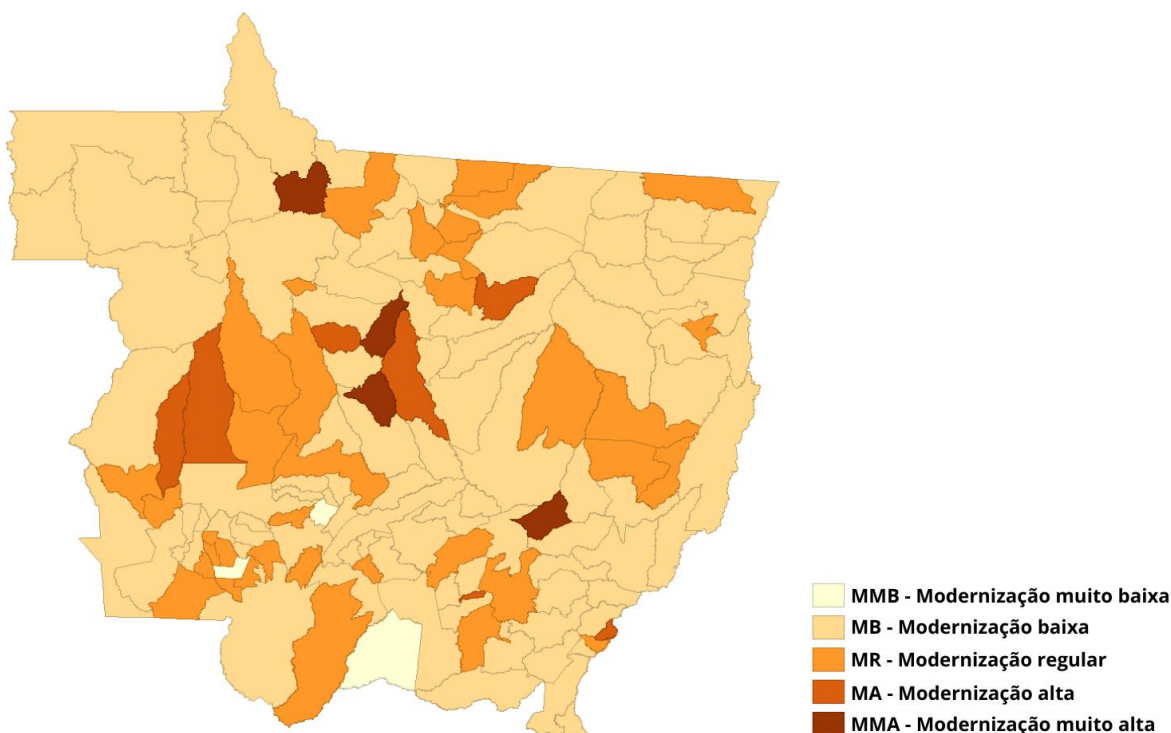
Figura 1 – Componentes da modernização agropecuária em propriedades rurais familiares nos municípios de Mato Grosso em 2017



Fonte: Elaborado pelos autores.

O valor médio do IMA das propriedades familiares dos municípios mato-grossenses foi de 0,24, e o coeficiente de variação (CV) foi de 32,74%, indicando heterogeneidade na estrutura dos dados (Fávero; Belfiore, 2017). Essa heterogeneidade resultou em desigualdade no nível de modernização das propriedades familiares em 2017. A maior parte das propriedades familiares nos municípios mato-grossenses foi classificada como modernização baixa (MB), em cerca de 92 municípios, o que representa 65,25% do total do estado (Figura 2).

Figura 2 – Distribuição geográfica do IMA das propriedades familiares em Mato Grosso em 2017



Fonte: Resultado da pesquisa.

Cerca de 35 municípios tiveram a classificação de modernização regular (MR) (24,82% do total), 7 com modernização alta (MA) (4,96%), 4 com modernização muito alta (MMA) (2,84%) e 3 com modernização muito baixa (MMB) (2,13%) (Figura 2).

## 5 Considerações finais

A modernização agropecuária das propriedades familiares nos municípios mato-grossenses é um fenômeno multidimensional, influenciado por fatores relacionados ao uso de práticas e insumos produtivos, à disponibilidade de recursos financeiros, à infraestrutura produtiva, ao acesso a serviços de assistência técnica e crédito e à inserção dos produtores rurais em organizações coletivas. Além disso, verificou-se uma desigualdade no padrão de modernização tecnológica entre as propriedades familiares.

A promoção da modernização pode ser incentivada por meio de propostas de políticas públicas. A ampliação das linhas de crédito para o custeio de insumos e para a aquisição de máquinas e equipamentos para a modernização do sistema produtivo da propriedade. Esse tipo de ação é importante para que os produtores rurais aumentem a produção e comercializem o excedente.

Ampliação do serviço de assistência técnica para auxiliar os produtores rurais no processo de incorporação e no uso de novas práticas e insumos produtivos na propriedade rural. Uma das principais dificuldades dos agricultores familiares é a falta de orientação técnica voltada ao gerenciamento das diversas atividades relacionadas ao manejo de uma propriedade rural. Ações de incentivo à criação e



ao fortalecimento de organizações coletivas no campo, são importantes para promover a inserção dos agricultores familiares em diferentes tipos de mercado para o escoamento da produção. O acesso à tecnologia é um dos principais gargalos enfrentados pelos agricultores familiares no país.

A principal limitação da presente pesquisa foi a utilização de informações em nível municipal. Em um mesmo município, podem existir diferentes tipos de agricultores e contextos socioeconômicos, o que pode resultar em fatores associados ao processo de modernização agropecuária distintos entre si. Esse tipo de avaliação pode contribuir para uma melhor compreensão dos diferentes perfis de agricultores familiares distribuídos ao longo do território nacional. Além disso, recomenda-se a avaliação dos fatores associados ao processo de modernização de propriedades familiares em outras unidades federativas brasileiras.

## 6 Referências

- ALVES, E.; SOUZA, G. S.; ROCHA, D. P. Lucratividade na agricultura. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 45-63, 2012.
- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SILVA, L. X. Agricultura de precisão: inovação para a produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 13, n. 29, p. 146-161, 2017. DOI <https://doi.org/10.3895/rts.v13n29.4755>
- BEILLOUIN, D.; BEN-ARI, T.; MALÉZIEUX, E.; SEUFERT, V.; MAKOWSKI, D. Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. **Global Change Biology**, v. 27, n. 19, p. 4697-4710, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.15747>
- BESSANT, J. Getting the tail to wag: enabling innovation in small and medium-sized enterprises. In: GIBSON, D. V.; HEITOR, M. V.; IBARRA-YUNEZ, A. (Eds.). **Learning and Knowledge for the network society** (pp. 141-163). Indiana: Purdue University, 2005.
- BEZERRA, F. A. Análise Fatorial. In: CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. (Coord.). **Análise Multivariada: para os cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia** (pp. 73-130). São Paulo: Editora Atlas, 2007.
- BRASIL. **Lei número 11.326 de 24 de julho de 2006**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm). Acesso em: 18 de abril de 2023.
- CASTRO, C. N.; PEREIRA, C. N. **Estado e desenvolvimento rural**. Rio de Janeiro: IPEA, 2020. (Texto para discussão número 2564)
- CUNHA, M. S. Permanências e mudanças na estrutura produtiva da agropecuária paranaense, 2006-2017. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 4, e277000, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.277000pt>
- DIAS, T. K. M.; CAMPOS, K. C. Índice de modernização da agricultura familiar no Nordeste do Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 31, n. 4, p. 72-84, 2022.
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®**. São Paulo: Elsevier, 2017.
- FERREIRA JÚNIOR, S.; BAPTISTA, A. J. M. S.; LIMA, J. E. A modernização agropecuária nas mesorregiões do estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 1, p. 73-89, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032004000100004>
- FORNAZIER, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Heterogeneidade estrutural do setor agropecuário brasileiro: evidências a partir do Censo Agropecuário de 2006**. Rio de Janeiro: IPEA, 2012. (Texto para discussão número 1708)
- FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: EMBRAPA, 2011.



GARNETT, T.; GODFRAY, C. J. H. **Sustainable intensification in agriculture**: navigating a course through competing food systems priorities. Oxford: Oxford Martin Programme on the Future of Food & Food Climate Research Network, 2012.

GARNETT, T. et al. Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. **Science**, v. 341, n. 6141, p. 33-34, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1234485>

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HENDRIKSE, G.; FENG, L. Interfirm cooperatives. In: GRANDORI, A. (Ed.). **Handbook of Economic Organization**: integrating economic and organization theory. (pp. 501-521). Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 2006**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2006/segunda-apuracao>. Acesso em: 25 de abril de 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 2017**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017>. Acesso em: 25 de abril de 2025.

ISGA – INTERNATIONAL SOYBEAN GROWERS ALLIANCE. **Manual de melhores práticas agrícolas, ano de 2010**. Disponível em: [http://www.aprosoja.com.br/storage/site/files/projetos/Manual\\_de\\_Melhores\\_Praticas\\_Agricolas.pdf](http://www.aprosoja.com.br/storage/site/files/projetos/Manual_de_Melhores_Praticas_Agricolas.pdf). Acesso em: 10 de maio de 2025.

KUMAR, A.; HAZRANA, J.; NEGI, D. S.; BIRTHAL, P. S.; TRIPATHI, G. Understanding the geographic pattern of diffusion of modern crop varieties in India: a multilevel modeling approach. **Food Security**, v. 13, p. 637-651, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01114-y>

LAVORATO, M. P.; FERNANDES, E. A. 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. DOI: <https://doi.org/10.5216/reoeste.v2i2.40571>

LEMOS, J. J. S. Níveis de degradação no Nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 32, n. 3, p. 406-429, 2001.

LOBÃO, M. S. P.; STADUTO, J. A. R. Modernização agrícola na Amazônia brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, n. 2, e188276, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.182276>

MADEIRA, S. A.; KHAN, A. S.; SOUSA, E. P.; BARROS, F. L. A. Análise da modernização agrícola cearense no período de 1996 a 2006. **Geosul**, v. 34, n. 72, p. 307-334, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n72p307>

MARQUES, P. E. M. Concepções em disputa na formulação das políticas públicas de apoio à agricultura familiar: uma releitura sobre a criação do PRONAF. **Raízes**, v. 22, n. 2, p. 16-28, 2003. DOI: <https://doi.org/10.37370/raizes.2003.v22.217>

McDANIEL, M. D.; GRANDY, A. S.; TIEMANN, L. K.; WEINTRAUB, M. N. Crop rotation complexity regulates the decomposition of high and low quality residues. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 78, p. 243-254, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.07.027>

MELO, C. O.; PARRÉ, J. L. Índice de desenvolvimento rural dos municípios paraenses: determinantes e hierarquização. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 2, p. 329-365, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032007000200005>

MONTEIRO, V. P.; PINHEIRO, J. C. Critério para implantação de tecnologias de suprimentos de água potável em municípios cearenses afetados pelo alto teor de sal. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 02, p. 365-387, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032004000200009>

MUNER, L. H.; LANI, J. A.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S.; DARÉ, J. C. **Calagem: saiba fazer e colha muitos benefícios**. Vitória: INCAPER, 2007.

MUNGUIA, O. M. O.; LLEWELLYN, R. The adopters versus the technology: which matters more when predicting or explaining adoption? **Applied Economics Perspectives and Policy**, v. 42, n. 1, p. 80-91, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/aep.13007>

MWANGI, M.; KARIUKI, S. Factors determining adoption of new agricultural technology by smallholder farmers in developing countries. **Journal of Economics and Sustainable Development**, v. 6, n. 5, p. 208-217, 2015.



- NANKYA, R. et al. Yield perceptions, determinants and adoption impact of farm varietal mixtures for common bean and banana in Uganda. **Sustainability**, v. 9, n. 8, p. 1-15, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/su9081321>
- NGAIWI, M. E. et al. Do farmers' socioeconomic status determine the adoption of conservation agriculture? An empirical evidence from Eastern and Southern regions of Cameroon. **Scientific African**, v. 19, e01498, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01498>
- OLIMPIO, S. C. M.; GOMES, S. C.; SANTANA, A. C. Patterns of production and sustainability of cattle ranching in the state of Pará – Brazilian Amazon. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 2, p. 541-560, 2022. DOI <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n2p541>
- OLIVEIRA, C. M. R. et al. Corretivo da acidez do solo e níveis de umidade no desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p. 25-31, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v5i1a541>
- PANNELL, D. J. et al. Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders. **Australian Journal International Agriculture**, v. 46, n. 11, p. 1407-1424, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1071/EA05037>
- PASSOS, A. M. A.; ALVARENGA, R. C.; SANTOS, F. C. Sistema de plantio direto. In: NOBRE, M. M.; OLIVEIRA, I. R. (Editores técnicos). **Agricultura de baixo carbono: tecnologias e estratégias de implantação** (pp. 61-104). Brasília: EMBRAPA, 2018.
- PETRY, J. F. et al. Inovação e difusão de tecnologia na agricultura de várzea na Amazônia. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 23, n. 5, p. 619-635, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2019190024>
- PROCÓPIO, D. P. et al. Modernização agropecuária no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, n. 3, e10840, 2023. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2023v16n3e10840>
- PROCÓPIO, D. P.; BINOTTO, E.; PEREIRA, M. W. G. Fatores associados à adoção de tecnologia no setor agropecuário. **Revista Eletrônica de Administração**, v. 30, n. 1, p. 844-874, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-2311.396.127244>
- REETZ, H. F. **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. São Paulo: ANDA, 2017.
- REYNA, E. F.; BRAGA, M. J.; MORAIS, G. A. S. Impactos do uso de agrotóxicos sobre a eficiência técnica na agricultura brasileira. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário** (pp. 173-187). Brasília: IPEA, 2020.
- SADIGOV, T. Adoption of agricultural innovation in Azerbaijan: no prospects for modernization. **Caucasus Survey**, v. 6, n. 1, p. 42-61, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/23761199.2017.1402570>
- SANTOS, G. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Heterogeneidade produtiva na agricultura brasileira: elementos estruturais e dinâmicos da trajetória produtiva recente**. Brasília: IPEA, 2012. (Texto para discussão número 1740)
- SOUZA FILHO, H. M. et al. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 223-255, 2011. DOI: <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2011.v28.12041>
- SOUZA, P. M. et al. Tecnologia na agricultura brasileira: uma análise das desigualdades para os segmentos familiar e não familiar. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 49, n. 3, p. 147-169, 2018a.
- SOUZA, H. M.; SOUZA, P. M.; FERREIRA NETO, J. A. Desigualdade na agricultura familiar: uma análise dos municípios fluminenses a partir dos aspectos da modernização. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 16, n. 2, p. 201-225, 2018b. DOI: <https://doi.org/10.25070/rea.v16i2.549>
- SOUZA, P. M. et al. Diferenças regionais de tecnologia na agricultura familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 4, p. 594-617, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2019.169354>
- TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v. 2, n. 2, p. 21-42, 2005.
- TELLES, T. S. et al. **Desenvolvimento da agricultura de baixo carbono no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 2021. (Texto para discussão número 2638)
- TEY, Y. S.; BRINDAL, M. Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. **Precision Agriculture**, v. 13, n. 6, p. 713-730, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9273-6>
- VAN DER VEEN, M. Agricultural innovation: invention and adoption or change and adaptation? **World Archaeology**, v. 42, n. 1, p. 1-12, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1080/00438240903429649>



VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: IPEA, 2017.

WEERSINK, A.; FULTON, M. Limits to profit maximization as a guide to behavior change. **Applied Economics Perspectives and Policy**, v. 42, n. 1, p. 1-13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/aep.13004>

YASEEN, M. et al. Factors determining the farmers' decision for adoption and non-adoption of oil palm cultivation in Northeast Thailand. **Sustainability**, v. 15, n. 2, 1595, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15021595>