

## Modernização Agropecuária no Estado de Mato Grosso do Sul

### *Agricultural Modernization in the state of Mato Grosso do Sul*

**Diego Pierotti Procópio<sup>1</sup>, Camila da Silva Serra Comineti<sup>2</sup>, Izabela Leite Ribeiro Guimarães<sup>3</sup>, Noellen Silva Amorim Feuser<sup>4</sup>**

**RESUMO:** A discussão sobre a modernização agropecuária é um tópico relevante para a produtividade dos fatores produtivos no agronegócio. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi investigar os fatores associados ao processo de modernização agropecuária do Estado de Mato Grosso do Sul (MS) e determinar o Índice de Modernização Agropecuária (IMA) dos municípios sul-mato-grossenses para o ano de 2017. Para tanto, utilizou-se análise fatorial exploratória (AFE) e a base de dados foi o Censo Agropecuário de 2017. Os resultados mostram que os principais fatores que contribuíram para a modernização agropecuária foram a adoção de tecnologia, os dispêndios totais na atividade rural, o acesso ao crédito e a presença de equipamento tecnológico na propriedade e o acesso ao serviço de energia elétrica. Verificou-se uma heterogeneidade no nível de modernização agropecuária ao longo do território de Mato Grosso do Sul, com a maior parte dos municípios com uma classificação *regular* (32,91%), *baixa* (35,44%) ou *muito baixa* (18,99%) de IMA. Desse modo, políticas públicas de acesso ao crédito e que promovam a criação de organizações coletivas de produtores rurais podem contribuir para a redução da desigualdade no nível de modernização agropecuária entre os municípios de MS.

**Palavras-chave:** Agronegócio. Análise Fatorial Exploratória. Políticas Públicas. Produtividade.

**ABSTRACT:** The discussion about agricultural modernization is a relevant topic for production factor productivity in agribusiness. Thus, the objective of this work was to investigate the factors associated with the process of agricultural modernization in the state of Mato Grosso do Sul (MS) and determine the Agricultural Modernization Index (AMI) of the municipalities of the state of Mato Grosso do Sul for the year 2017. To do so, exploratory factor analysis (EFA) was used and the database was the 2017 Agricultural Census. The results show that the main factors that contributed to agricultural modernization were the adoption of technology, total expenditure on rural activity, access to credit, and the presence of technological equipment on the rural property and access to electricity service. There was heterogeneity in the level of agricultural modernization throughout the territory of Mato Grosso do Sul, with most municipalities with a regular (32.91%), low (35.44%) or very low (18.99%) AMI classification. Thus, public policies of access to credit and that promote the creation of collective organizations of rural producers can contribute to the reduction of inequality in the level of agricultural modernization among the municipalities of MS.

**Keywords:** Agribusiness. Exploratory Factor Analysis. Productivity. Public Policies.

**Autor correspondente:** Diego Pierotti Procópio  
E-mail: diego\_pierottivrb@yahoo.com.br

Recebido em: 19/04/2022

Aceito em: 19/01/2023

<sup>1</sup> Doutorando em Administração pela UFMS e professor do Departamento de Zootecnia e Extensão Rural (DZER) da UFMT, Brasil.

<sup>2</sup> Doutoranda em Agronegócio pela UFGD e professora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Brasil.

<sup>3</sup> Doutoranda em Administração e professora Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Brasil.

<sup>4</sup> Doutoranda em Administração pela UFMS e professora da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Brasil.



## INTRODUÇÃO

O Brasil possui relevância mundial na produção agropecuária. No ano safra 2020/21, a produção brasileira de grãos foi de 255,44 milhões de toneladas (ton.) em uma área de 69,76 milhões de hectares. Dentre os principais produtos, destacam-se a soja com uma produção total de 138,15 milhões de ton. e o milho com 87,05 milhões de ton. (CONAB, 2022). Em 2020, a produção nacional de carnes avícola e suína foi de 13,84 mil ton. e 4,43 mil ton., respectivamente (ABPA, 2021).

Em 2021, o rebanho bovino brasileiro totalizou 224,60 milhões de cabeças (IBGE, 2022). No mesmo ano, o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro foi de R\$ 2,37 trilhões (CEPEA, 2022), as exportações foram de US\$ 120,62 bilhões e o saldo da Balança Comercial foi de US\$ 105,00 bilhões (Mapa, 2022).

A representatividade do Brasil frente ao agronegócio mundial foi o resultado de uma série de ações governamentais (crédito, pesquisa e extensão) adotadas a partir da década de 1960, denominada de “*Revolução Verde*”. Ocorreram significativas transformações no modelo tradicional de produção agropecuário e foi caracterizado pela inserção de tecnologias (agronômicas, biológicas, físico-químicas e mecânicas) nas propriedades rurais para aumentar a produtividade e a produção de alimentos no país (Graziano da Silva, 1998).

Transcorrido mais de meio século desde o início das transformações da base técnica da agropecuária brasileira, o processo está longe de ser uniforme e homogêneo ao longo do território nacional. A realidade brasileira é marcada por um cenário de desigualdades entre regiões e propriedades rurais, quanto aos indicadores de adoção tecnológica, aos índices de produtividade e à contribuição para o valor total da produção agropecuária (Souza *et al.*, 2018).

A desigualdade regional e produtiva teve origem no processo de modernização do setor agropecuário brasileiro, em que uma parcela dos agentes econômicos foi capaz de incorporar e de absorver o conteúdo tecnológico. Enquanto que a outra parcela marginalizada de produtores rurais ficou excluída do processo, não somente do ambiente organizacional inovador, mas também dos processos de aprendizado e de difusão de novas técnicas e de conhecimentos produtivos (Vieira Filho; Fishlow, 2017).

Existia um padrão heterogêneo de intensidade de modernização agropecuária entre as unidades federativas brasileiras no início da década de 2000. A região Centro-Oeste destacou-se em termos de avanço na intensificação da utilização de capital na atividade agropecuária (Corrêa; Figueiredo, 2006). O Estado de São Paulo e as regiões Centro-Oeste e Sul foram as localidades que apresentaram um maior nível de modernização agropecuária no país em 2006

e esse fenômeno esteve relacionado às mudanças tecnológicas que visavam uma maior produtividade da terra e do trabalho, por meio da utilização de maquinários da área de logística e transporte para o aprimoramento do processo de escoamento da produção e outras variáveis financeiras compreendidas em investimento, valor da produção e despesas (Costa *et al.*, 2012).

Os principais fatores que contribuíram para a modernização da Região Norte em 2006 foram as despesas agrícolas (insumos tecnológicos, como os adubos, fertilizantes, sementes, corretivos, defensivos e medicamentos para animais), o uso da terra e o trabalho intensivo. Os Estados de Rondônia, Tocantins e o Leste e Oeste do Pará foram as localidades que apresentaram os maiores Índices de Modernização Agrícola (IMA), em contraponto com o Acre, Amazonas, Amapá e Roraima (Lobão; Staduto, 2020).

A desigualdade na intensidade de modernização do setor agropecuário também foi verificada em localidades (municípios, microrregiões ou mesorregiões) de uma mesma unidade federativa brasileira, conforme encontrado para Minas Gerais (Ferreira Júnior *et al.*, 2004; Campos *et al.*, 2014), Rio Grande do Sul (Freitas *et al.*, 2007; Pinto; Coronel, 2015), Paraná (Lobão *et al.*, 2016), Ceará (Madeira *et al.*, 2019; Santos; Campos, 2021), Mato Grosso (Beckmann; Santana, 2017), Pará (Rebello *et al.*, 2011) e Bahia (Santos *et al.*, 2018).

Existe uma lacuna na literatura sobre a determinação do nível de intensidade de modernização dos municípios sul-mato-grossenses. O Estado de Mato Grosso do Sul possui relevância nacional na produção de soja (12,19 milhões de ton., o equivalente a 8,82% do total nacional) e milho (6,42 milhões de ton., o equivalente a 7,37% do total nacional) para a safra 2020/21 (Conab, 2022). Em 2021 possuía um rebanho bovino de 18,60 milhões de cabeças, correspondendo a 8,29% do total nacional (IBGE, 2022).

A silvicultura tem se desenvolvido em Mato Grosso do Sul em função da indústria de papel e celulose instalada no Estado (Fagundes *et al.*, 2017). Em 2013, a área total plantada de espécies florestais (pinus, eucalipto e outros) em Mato Grosso do Sul foi de 662,23 mil hectares e se elevou para 1,04 milhões de hectares em 2021, um crescimento de 58,32%. No Brasil, de 2013 a 2021, a taxa de crescimento foi de apenas 14,33% (IBGE, 2022).

O Mato Grosso do Sul possui relevância nacional na exploração de sistemas integrados de produção agropecuária como, por exemplo, a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e diferentes tipos de variações (lavoura-pecuária, lavoura-floresta e pecuária-floresta). No ano safra 2020/21, a área explorada de sistemas integrados em Mato Grosso do Sul foi de 3,16 milhões de hectares - o equivalente a 20,76% da área total nacional destinada para esse tipo de prática agropecuária (Redeilpf, 2022).

Diante de tais considerações, as questões da presente pesquisa foram: (a) quais são os principais fatores relacionados ao processo de modernização agropecuária nos municípios de Mato Grosso do Sul?; e (b) quais os municípios sul-mato-grossenses apresentam os maiores níveis de intensidade de modernização agropecuária? Objetiva-se, portanto, investigar os fatores associados ao processo de modernização agropecuária do Estado de Mato Grosso do Sul para determinar o Índice de Modernização Agropecuária (IMA) dos municípios sul-mato-grossenses para o ano de 2017.

A principal contribuição da presente pesquisa foi a determinação dos fatores associados à modernização agropecuária dos municípios de Mato Grosso do Sul. Tal conhecimento é importante para a elaboração de políticas públicas setoriais que promovam a produção de alimentos para a garantia da segurança alimentar e nutricional (Pretty *et al.*, 2011), além de proporcionar uma evolução dos sistemas produtivos agropecuários que estão sendo afetados pelas mudanças climáticas (Campbell *et al.*, 2016; Buainain; Silveira, 2017).

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 2.1 ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA (AFE)

A Análise Fatorial (AF) é uma técnica estatística multivariada que busca, por meio de um grupo de variáveis, a identificação de dimensões de variabilidade comuns existentes em um conjunto de fenômenos, sendo composta por dois métodos, a Análise Fatorial Exploratória (AFE) e a Análise Fatorial Confirmatória (AFC). A AFE parte do pressuposto da ausência de conhecimento prévio do pesquisador sobre a relação de dependência entre as variáveis. A AFC pressupõe que o pesquisador já possui um conhecimento prévio do relacionamento existente entre as variáveis observadas e os fatores latentes (Bezerra, 2007).

O princípio básico da AFE é a redução do número original de variáveis, através da extração de fatores independentes, de tal modo que esses fatores possam explicar, de forma simples e reduzida, as variáveis originais (Ferreira Junior *et al.*, 2004). O número reduzido de fatores corresponde às combinações lineares das variáveis originais, os quais têm-se uma perda mínima de informações (Melo; Parré, 2007).

A AFE foi realizada por meio do método de componentes principais, em que o primeiro fator possui o maior percentual de explicação da variância total do grupo de variáveis. Em sequência, o segundo fator possui o segundo maior percentual e assim sucessivamente para a

quantidade de fatores selecionados. Os fatores calculados não são correlacionados entre si (Ferreira Junior *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 analisado.

A medida denominada de *Eigenvalue*, ou raiz característica, determina a variância total explicada para cada fator selecionado (Melo; Parré, 2007). A escolha da quantidade de fatores a serem selecionados dependerá do valor da raiz característica, que deve assumir o valor mínimo de uma unidade. Para facilitar a interpretação dos fatores extraídos na AFE, foi realizada a rotação ortogonal pelo método *Varimax*, que objetiva minimizar o número de variáveis fortemente relacionadas com cada fator (Ferreira Junior *et al.*, 2004).

O quadrado das cargas fatoriais representa a contribuição relativa de cada fator para a variância total de uma variável selecionada na AFE. Por sua vez, a soma das cargas fatoriais ao quadrado, para cada variável, fornece a estimativa da *comunalidade*, que pode ser definida como a proporção da variância total de cada variável que é explicada pelo conjunto de fatores comuns selecionados por meio do critério da raiz característica (Ferreira Junior *et al.*, 2007).

Para verificar a adequabilidade da AFE foi necessária a realização dos testes de *Kaizer-Meyer-Olkin* (KMO) e esfericidade de *Bartlett*. O teste de KMO consiste em um indicador que compara a magnitude do coeficiente de correlação parcial, com valores que variam de 0 e 1 e recomenda-se que os valores sejam superiores a 0,50. Por sua vez, o teste de *Bartlett* busca testar a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade. Sendo assim, se essa hipótese for rejeitada, a AFE pode ser realizada (Ferreira Junior *et al.*, 2004).

Após a determinação das cargas fatoriais e identificação dos fatores, o próximo passo foi a estimação dos escores fatoriais por meio do método semelhante ao de regressão. O escore

de cada observação (município) foi definido pela multiplicação do valor (padronizado) das variáveis pelo coeficiente do escore fatorial correspondente, conforme a apresentação da Equação 2 para todo j-ésimo fator,  $F_j$  (Ferreira Junior *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.

Através dos escores fatoriais foi possível indicar a posição relativa de cada observação relativamente ao conceito expresso pelo fator (Monteiro; Pinheiro, 2004). Espera-se que os escores fatoriais tenham uma distribuição simétrica em torno da média zero, com metade dos escores fatoriais com sinais negativos e a outra metade sinais positivos. Dessa forma, para evitar que altos escores fatoriais negativos elevem a magnitude do IMA, foi necessária a transformação dos escores fatoriais a partir da Equação 3, para que tenham valores no intervalo de 0 a 1 (Lemos, 2001).

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

Em que:

$F_{ji}$  = relacionam-se com os escores fatoriais;

$F_j^{max}$  = valor máximo do j-ésimo escore fatorial associado ao i-ésimo município;

$F_j^{min}$  = valor mínimo do j-ésimo escore fatorial associado ao i-ésimo município.

O IMA foi então 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 com a raiz característica maior que uma unidade;

$e_5$

$\Sigma \lambda_k$  = somatório das raízes características referentes aos  $n$  fatores selecionados.

Após a estimação do IMA, a hierarquização e classificação dos municípios sul-mato-grossenses quanto ao IMA foi feita para cinco tipos de classificações (Quadro 1) (Lobão; Staduto, 2020).

7

**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).

## 2.2 DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS E FONTE DE DADOS

O nível de intensificação agropecuária dos municípios sul-mato-grossenses foi avaliado a partir de um conjunto de variáveis relacionadas com as características do ambiente socioeconômico e das propriedades rurais (Quadro 2).

**Quadro 2.** Variáveis utilizadas para a elaboração do IMA dos municípios sul-mato-grossenses

Identificação	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 com acesso à energia elétrica (unidades) / TE
X5	Total de estabelecimentos com o produtor vinculado a uma entidade de ação coletiva (unidades) / TE
X6	Valor total da produção (Mil reais) / AE
X7	Valor total das despesas (Mil reais) / AE
X8	Valor total das despesas (Mil reais) / PO
X9	Total de estabelecimentos com tratores (unidades) / TE
X10	Total de estabelecimentos que utilizou financiamentos para a realização de investimentos (unidades) / TE

Fonte: Censo Agropecuário (2017).

Nota: AE - área dos estabelecimentos em hectares; PO - pessoal ocupado em unidades; TE - total de estabelecimentos em unidades.

As variáveis X1, X2 e X3 correspondem a tecnologias direcionadas ao sistema produtivo das propriedades rurais (Quadro 2). O uso de defensivos agrícolas (X1) possibilita a



elevação nas taxas de produtividade por meio do controle de pragas e doenças na área de cultivo, contribuindo para a garantia de renda do produtor rural e redução dos índices de insegurança alimentar da população (Reyna *et al.*, 2020).

Em sistemas agropecuários existe a necessidade de utilização de fertilizantes (X2) para reposição regular de nutrientes do solo que são retirados pelas culturas e pastagens, uma vez que solos com *déficit* de nutrientes podem contribuir para uma redução do nível de produtividade das plantas e prejudicar a conservação do solo. O uso de calcário e outros corretivos (X3) deve ser realizada sempre na situação em que o pH do solo estiver muito baixo, já que a acidez excessiva prejudica a absorção de muitos elementos essenciais para o desenvolvimento da planta (Zonta *et al.*, 2012).

A energia elétrica (X4) é um recurso fundamental para a adoção de técnicas de gestão do processo produtivo e patrimônio da empresa rural. Além disso, é possível acessar equipamentos eletrônicos que permitam o uso de *softwares* que auxiliam o processo de tomada de decisão e na busca de informações técnicas da atividade agropecuária (Olimpio *et al.*, 2022). O acesso ao serviço de energia elétrica possibilita a modernização da propriedade rural (Cardoso *et al.*, 2013).

A participação de produtores rurais em entidades de ação coletiva, como as associações, cooperativas e sindicatos (X5), é importante para estimular o processo de adoção de tecnologia no setor agropecuário (Pannell *et al.*, 2006; Souza Filho *et al.*, 2011; Weersink; Fulton, 2020; Mungia; Llewellyn, 2020). Além disso, auxilia no acesso às informações técnicas essenciais para auxiliar o processo de tomada de decisão e no acesso a mercados e à assistência técnica (Olimpio *et al.*, 2022).

A disponibilidade financeira é um importante componente para a realização de experimentos e adoção de tecnologia, bem como na efetivação de investimentos na propriedade rural (Pannell *et al.*, 2006; Weersink; Fulton, 2020). Além disso, o total de despesas na atividade agropecuária foi determinante na modernização agropecuária no Estado de São Paulo e Regiões Centro-Oeste e Sul (Costa *et al.*, 2012) e parte da Região Norte (Lobão; Staduto, 2020) no ano de 2006. Nesse sentido, foram selecionadas as variáveis valor total de produção (X6) e valor total das despesas (X7 e X8).

A existência de equipamentos tecnológicos na propriedade rural (X9) possibilita a incorporação de técnicas produtivas que promovem o aumento da produtividade dos fatores de produção (Pannell *et al.*, 2006; Van der Veen, 2010). O acesso ao crédito (X10) é importante



para auxiliar o produtor na realização de investimentos e incorporação de tecnologia na propriedade rural (Läpple *et al.*, 2015; Kumar *et al.*, 2021).

As variáveis foram relativizadas em relação à área dos estabelecimentos (AE), pessoal ocupado (PO) ou total de estabelecimentos (TE) (Lavorato; Fernandes, 2016; Madeira *et al.*, 2019; Lobão; Staduto, 2020). A base de dados utilizada foi a do Censo Agropecuário de 2017, organizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e a área de estudo compreendeu 79 municípios de Mato Grosso do Sul.

Para operacionalizar as análises estatísticas e elaboração do mapa, foram utilizados os softwares *Statistical Package of Social Science* (SPSS) versão 25 e o TabWin, respectivamente.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do teste de KMO foi de 0,652, indicando que os dados estão adequados para a elaboração do IMA dos municípios sul-mato-grossenses. Os valores da estatística KMO devem ser superiores a 0,50 e avaliam a magnitude do coeficiente de correlação parcial (Ferreira Junior *et al.*, 2004; Hair *et al.*, 2009). O teste de esfericidade de *Bartlett* rejeita a hipótese de que a matriz de correlação é uma matriz identidade. Dessa forma, por meio dos testes realizados, verificou-se que o conjunto de variáveis foi adequado para a realização da AFE.

Através da rotação ortogonal pelo método de *Varimax*, foram extraídos 4 fatores com raiz característica superior a uma unidade. O primeiro fator (F1) possui a capacidade de explicar 40,23% da variância total, seguido de F2 com um valor de 15,90%, F3 com 14,24% e F4 com 10,82%. De forma conjunta, os quatro fatores explicam 81,21% da variância total das variáveis selecionadas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Raiz característica e percentual de variância explicada em cada fator

Fator	Raiz Característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
F1	4,023	40,230	40,230
F2	1,591	15,909	56,139
F3	1,425	14,246	70,385
F4	1,082	10,824	81,210

Fonte: Resultado da pesquisa.

A comunalidade representa a proporção da variância total de cada variável que é explicada pelo conjunto de fatores selecionados por meio do critério da raiz característica (Ferreira Junior *et al.*, 2004). Quanto maior o valor da comunalidade, maior será a relação existente entre as variáveis e o fenômeno analisado (Lobão; Staduto, 2020). As variáveis X2,

X3, X4, X6, X7 e X8 são as que mais exercem influência sobre o nível de modernização agropecuária dos municípios de Mato Grosso do Sul (Tabela 2).

**Tabela 2.** Cargas fatoriais e comunalidades dos indicadores socioeconômicos relacionados à modernização agropecuária nos municípios sul-mato-grossenses

Variável	F1	F2	F3	F4	Comunalidade
X1	<b>0,808</b>	0,261	0,078	0,037	0,728
X2	<b>0,932</b>	0,231	-0,025	0,004	<b>0,923</b>
X3	<b>0,827</b>	-0,025	0,344	0,106	<b>0,814</b>
X5	<b>0,717</b>	-0,179	0,256	-0,300	0,702
X6	<b>0,781</b>	0,443	-0,263	-0,020	<b>0,875</b>
X7	0,055	<b>0,953</b>	-0,032	-0,062	<b>0,916</b>
X8	0,305	<b>0,849</b>	0,261	0,053	<b>0,885</b>
X9	0,119	-0,021	<b>0,710</b>	0,435	0,708
X10	0,074	0,149	<b>0,791</b>	-0,186	0,688
X4	-0,040	-0,023	0,010	<b>0,939</b>	<b>0,884</b>

Fonte: Resultado da pesquisa.

As cargas fatoriais representam a correlação entre as variáveis e o fator. Quanto maior o valor absoluto da carga fatorial, mais importante a carga na interpretação da matriz fatorial (Hair *et al.*, 2009). Logo, os valores superiores a 0,60 foram destacados em negrito. O primeiro fator (F1) foi denominado de “*adoção de tecnologia*” e é composto pelas variáveis X1, X2, X3, X5 e X6. O primeiro grupo de variáveis (X1, X2, X3) representa o uso de tecnologias (calcário e outros corretivos do pH do solo, defensivos e fertilizantes) com o objetivo de promover um aumento da produtividade do sistema de produção. O uso de tecnologia no setor agropecuário possibilita um aumento na produtividade total dos fatores de produção (Souza Filho *et al.*, 2011; Fornazier; Vieira Filho, 2012) e uma melhoria na qualidade dos alimentos, aprimoramento nas condições de cultivo e do sistema produtivo (Van der Veen, 2010).

A variável X5 representa a participação dos produtores rurais em organizações coletivas (associação, cooperativa, sindicatos ou grupos de produtores) e é um importante componente para impulsionar o processo de difusão tecnológica no setor agropecuário (Pannel *et al.*, 2006; Souza Filho *et al.*, 2011; Weersink; Fulton, 2020; Mungia; Llewellyn, 2020) (Tabela 2). A participação de produtores rurais em grupos sociais possibilita a troca de informações e de experiências sobre a utilização de tecnologias nos sistemas produtivos (Nankya *et al.*, 2017).

A participação de produtores rurais em redes de relacionamento com outros atores (indivíduos, empresas, instituições de pesquisa, etc.) é possível alcançar vantagens como o acesso à assistência técnica, mão de obra, recursos financeiros para investimentos, acesso a mercados e obter a redução de custos produtivos (Souza Filho *et al.*, 2011).

A participação dos produtores rurais em organizações coletivas foi fundamental para o uso de técnicas produtivas de manejo agroflorestal, fertilizantes e defensivos em propriedades rurais em Gana (Isaac, 2012), técnicas produtivas de fabricação de queijo pelos produtores no México (Enriquez-Sanchez *et al.*, 2017), consórcio de culturas em Uganda (Nankya *et al.*, 2017), uso de *smartphones* para fins profissionais na Itália (Filippini *et al.*, 2020), práticas preventivas de minimização de pragas e doenças no sistema de produção na Colômbia (Bernal-Hernandez *et al.*, 2021), práticas produtivas que promovem a Intensificação Sustentável no cultivo de milho nos países do Hemisfério Sul (Jones-Garcia; Krishna, 2021), sementes melhoradas geneticamente na Índia (Kumar *et al.*, 2021), fertilizantes inorgânicos e sementes melhoradas geneticamente no Quênia (Mulwa *et al.*, 2021) e técnicas produtivas na bovinocultura de leite no Brasil (Siqueira *et al.*, 2021).

A variável X6 representa o valor total da produção que compõe o F1 (Tabela 2). A disponibilidade financeira é importante para a realização de experimentos de uma tecnologia e investimentos na propriedade rural (Pannell *et al.*, 2006; Weersink; Fulton, 2020). A robustez financeira foi determinante para a adoção de práticas produtivas de conservação do solo e a água entre os produtores rurais da Nova Zelândia (Brown *et al.*, 2016).

O segundo fator (F2) é composto pelas variáveis X7 e X8 e foi denominado de “*despesas totais da atividade*”. As despesas avaliadas foram com insumos produtivos (alimentação para animais, combustível, defensivos, sementes, etc.), mão de obra, aluguel de máquinas e equipamentos, arrendamento de terras, dentre outros. As despesas na atividade agropecuária foram importantes para a modernização do Estado de São Paulo e Regiões Centro-Oeste e Sul (Costa *et al.*, 2012) e na Região Norte (Lobão; Staduto, 2020) em 2006.

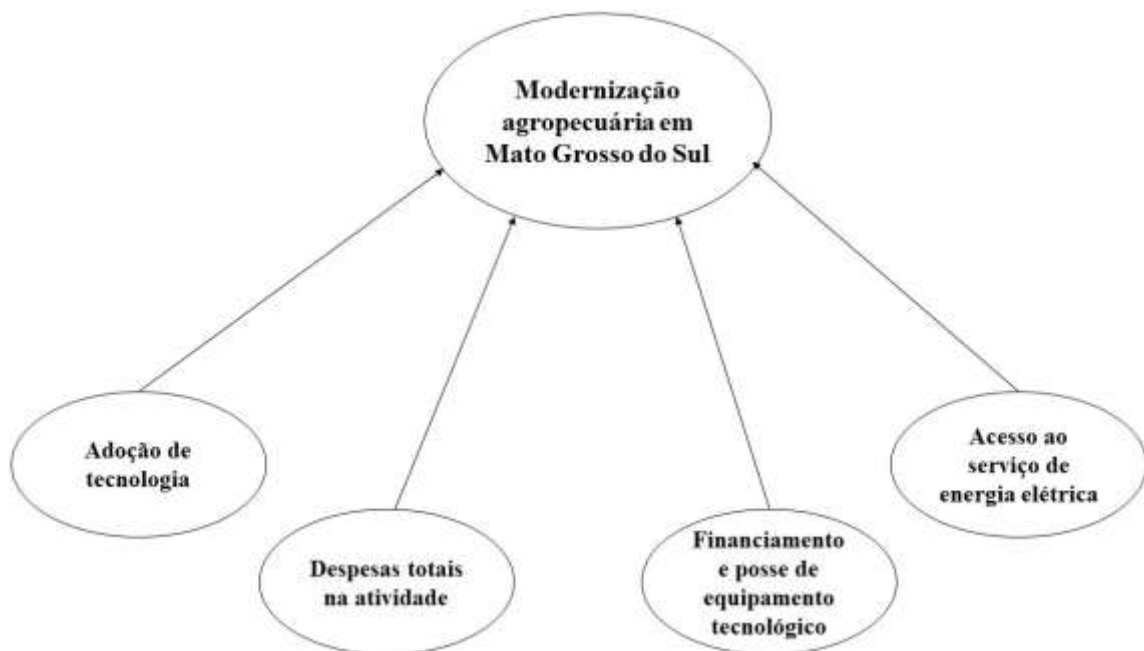
O terceiro fator (F3) é composto pelas variáveis X9 e X10 e foi denominado de “*Financiamento e posse de equipamento tecnológico*”. O acesso ao crédito é um importante componente para a difusão de tecnologia no setor agropecuário (Läpple *et al.*, 2015; Kumar *et al.*, 2021). A oferta de crédito contribuiu para a adoção de tecnologias (sistema de gerenciamento da propriedade, uso de TIC e testes de análise do solo) entre os produtores de carne bovina e leite na Irlanda (Läpple *et al.*, 2015) e na adoção de sementes melhoradas de arroz, milho e trigo entre os produtores rurais na Índia (Kumar *et al.*, 2021).

A existência de máquinas e equipamentos na propriedade rural permite que o produtor rural possa incorporar uma nova tecnologia na propriedade, que pode ser representada por um novo insumo ou prática produtiva (Pannell *et al.*, 2006). A incorporação de tecnologia no

sistema de produção de uma propriedade rural contribui para o aumento da produtividade dos fatores produtivos e otimização dos métodos de produção (Van der Veen, 2010).

O último fator (F4) é composto pela variável X4 e foi denominada de “*acesso ao serviço de energia elétrica*”. O acesso à energia elétrica possibilita um aumento na qualidade de vida da população rural (promove a inclusão social e digital e possibilita o uso de eletrodomésticos no domicílio) e a modernização do sistema produtivo da propriedade por meio do uso de equipamentos tecnológicos (máquinas e equipamentos) (Cardoso *et al.*, 2013). Além de possibilitar o uso de equipamentos eletrônicos que permitam o uso de *softwares* que auxiliam no processo de tomada de decisão do produtor rural e na busca de informações técnicas da atividade agropecuária (Olimpio *et al.*, 2022).

A modernização agropecuária dos municípios sul-mato-grossenses está associada a quatro componentes: (a) adoção de tecnologia; (b) despesas totais na atividade; (c) financiamento e posse de equipamento tecnológico; e (d) acesso ao serviço de energia elétrica (Figura 1).



**Figura 1.** Componentes da modernização agropecuária dos municípios sul-mato-grossenses em 2017.

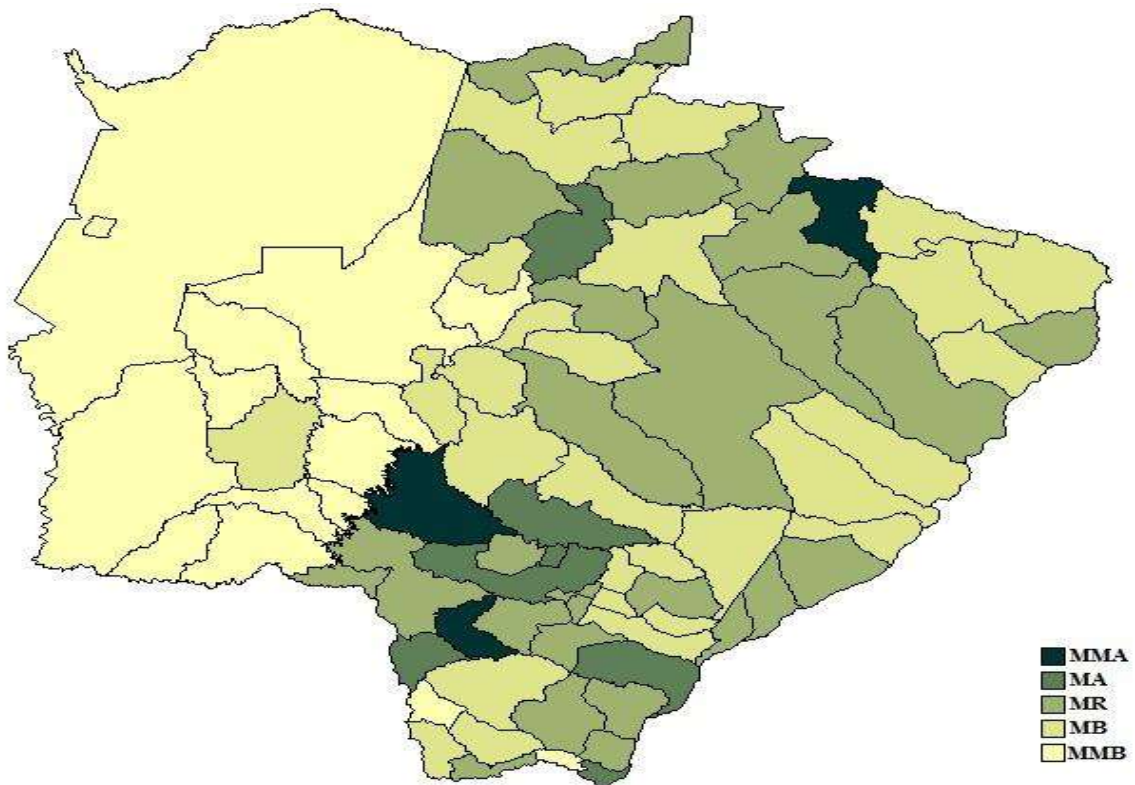
Fonte: Elaborado pelos autores.

A média do Índice de Modernização Agrícola (IMA) dos municípios sul-mato-grossenses foi de 0,47 e o coeficiente de variação (CV) foi de 33,31%<sup>5</sup>, indicando uma

<sup>5</sup> Valores de CV acima de 30% indicam uma heterogeneidade do conjunto de dados (Fávoro; Belfiore, 2017).

heterogeneidade no nível de modernização agropecuária ao longo do território de Mato Grosso do Sul. Essa heterogeneidade representa uma desigualdade na intensidade tecnológica agropecuária observada também em outras unidades federativas brasileiras (Ferreira Júnior *et al.*, 2004; Freitas *et al.*, 2007; Rebello *et al.*, 2011; Campos *et al.*, 2014; Pinto; Coronel, 2015; Lobão *et al.*, 2016; Beckmann; Santana, 2017; Santos *et al.*, 2018; Madeira *et al.*, 2019; Santos; Campos, 2021).

A maior parte dos municípios sul-mato-grossenses foi classificada como modernização agropecuária *regular* (MR - 26 municípios), *baixa* (MB - 28 municípios) e *muito baixa* (MMB - 15 municípios), com uma representação de 87,34% do total da amostra (79 municípios) (Figura 2). Esse resultado também foi encontrado para a maior parte dos municípios da Região Norte do país (cerca de 84,19% do total de municípios), que tiveram um baixo nível de modernização agropecuária em 2006 (Lobão; Staduto, 2020), e no Estado do Ceará (Santos; Campos, 2021) para o ano de 2017.



**Figura 2.** Distribuição geográfica do IMA entre os municípios de Mato Grosso do Sul para o ano de 2017.  
Fonte: Resultado da pesquisa.

Os municípios com modernização *alta* (MMA - 7 municípios) e *muito alta* (MA - 3 municípios) tiveram uma participação conjunta de 12,66% em relação ao total de Mato Grosso do Sul (Figura 2). Na Região Norte esse resultado também foi similar, a participação dos

municípios com alto nível de modernização agropecuária foi de 15,81% do total (449 municípios) para o ano de 2006 (Lobão; Staduto, 2020).

Os municípios com maior nível de modernização agropecuária em Mato Grosso do Sul foram Laguna Carapã, Maracaju e Chapadão do Sul para o ano de 2017. Essas localidades possuem uma especialização no cultivo de soja, com representatividade para a geração de empregos e valor bruto da produção (Coutinho *et al.*, 2019).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modernização agropecuária nos municípios sul-mato-grossenses pode ser considerada um fenômeno complexo e multidimensional. Tendo em vista que pode ser influenciada por diferentes tipos de fatores relacionados com a adoção de tecnologia, acesso aos serviços de crédito e energia elétrica, ao desempenho financeiro (valor bruto da produção) e dispêndio com insumos realizados na atividade rural e com a presença de equipamentos tecnológicos na propriedade rural. Foi possível constatar uma heterogeneidade quanto ao nível de intensidade de modernização do setor agropecuário ao longo do território de Mato Grosso do Sul em 2017.

A maior parte dos municípios sul-mato-grossenses apresentou um baixo nível de modernização agropecuária e a tecnologia se mostra um elemento essencial para a reversão dessa realidade. Dessa forma, políticas públicas que tenham como objetivo a promoção da difusão tecnológica podem contribuir para a redução do nível de desigualdade do setor rural em Mato Grosso do Sul, bem como ações políticas que estejam relacionadas com os fatores associados à modernização agropecuária no Estado.

Referente a Mato Grosso do Sul, sugere-se ações que promovam a criação de organizações coletivas (associações, cooperativas e sindicatos) entre os produtores rurais com o intuito de promover a difusão de tecnologia no campo. Por meio dos grupos sociais, os produtores rurais podem ter acesso à informação e ao conhecimento sobre o uso de tecnologias setoriais (novas práticas e insumos produtivos), bem como acesso à assistência técnica que é fundamental para a manutenção da atividade econômica e implantação de alguma nova prática e/ou insumo na propriedade rural.

O acesso ao crédito é outro importante componente para a promoção da modernização agropecuária nos municípios sul-mato-grossenses. Por meio dos financiamentos, será possível a realização de testes de novas tecnologias (práticas produtivas e novos insumos), investimentos



(aquisição de máquinas e equipamentos) e alocar recursos para os custos e despesas totais da atividade (arrendamento, sementes, fertilizantes, defensivos, serviços de terceiros, mão de obra, etc.).

A expansão no acesso do serviço de energia elétrica é fundamental para a promoção da modernização agropecuária em Mato Grosso do Sul. Em 2017, havia 5.491 propriedades rurais (cerca de 7,67% do total do Estado) sem acesso a este tipo de serviço (IBGE, 2022). A disponibilidade de energia elétrica no domicílio rural proporciona uma melhora na qualidade de vida da família e possibilita uma modernização da propriedade rural (utilização de equipamentos tecnológicos para a obtenção de informações técnicas e aprimoramento das atividades produtivas).

Uma limitação da presente pesquisa foi a possibilidade de exclusão não intencional de alguma variável que possa contribuir para a modernização agropecuária dos municípios de Mato Grosso do Sul. Além disso, os dados foram limitados apenas para o nível municipal (disponibilizados no Censo Agropecuário), sem uma verificação a campo da realidade das propriedades rurais de modo particular (por exemplo, por meio da aplicação de questionários socioeconômicos e realização de estudos de casos com diferentes perfis de produtores rurais).

Para pesquisas futuras, sugere-se a inclusão de variáveis de cunho sustentável ao modelo em questão (como, por exemplo, a adoção de sistemas agroflorestais - SAF's), de forma que a modernização agropecuária esteja associada com o aumento da produtividade dos fatores produtivos e conservação dos recursos naturais.

## REFERÊNCIAS

- ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório animal 2021**. Disponível em: [https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA\\_Relatorio\\_Anual\\_2021\\_web.pdf](https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf). Acesso em: 06 abr. 2021.
- BECKMANN, E.; SANTANA, A. C. Indicadores de modernização agrícola do estado de Mato Grosso. **Extensão Rural**, v. 24, n. 1, p. 100-119, 2017. Doi: <https://doi.org/10.5902/2318179622992>
- BERNAL-HERNÁNDEZ, P.; RAMIREZ, M.; MOSQUERA-MONTOYA, M. Formal rules and its role in centralised-diffusion systems: a study of small-scale producers of oil palm in Colombia. **Journal of Rural Studies**, v. 83, p. 215-225, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.11.006>
- 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. São Paulo: Editora Atlas, 2007. p. 73-130.



BROWN, P.; HART, G.; SMALL, B.; MUNGUIA, O. M. O. Agents for diffusion of agricultural innovations for environmental outcomes. **Land Use Policy**, v. 55, p. 318-326, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.04.017>

BUAINAIN, A. M.; SILVEIRA, R. L. F. **Manual de avaliação de riscos na agropecuária: um guia metodológico**. Rio de Janeiro: ENS-CPES, 2017. 133p.

CAMPBELL, B. M.; VERMEULEN, S. J.; AGGARWAL, P. K.; CORNER-DOLLOFF, C.; GIRVETZ, E.; LOBOGUERRERO, A. M.; RAMIREZ-VILLEGAS, J.; ROSENSTOCK, T.; SEBASTIAN, L.; THORNTON, P. K.; WOLLENBERG, E. Reducing risks to food security from climate change. **Global Food Security**, v. 11, p. 34-43, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.06.002>

CAMPOS, S. A. C.; PEREIRA, M. W. G.; TEIXEIRA, E. C. Trajetória de modernização da agropecuária mineira no período de 1996 a 2006. **Economia Aplicada**, v. 18, n. 4, p. 717-739, 2014. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-8050/ea115282>

CARDOSO, B. F.; OLIVEIRA, T. J. A.; SILVA, M. A. R. Eletrificação rural e Desenvolvimento Local: uma análise do Programa Luz para todos. **Desenvolvimento em Questão**, v. 11, n. 22, p. 117-138, 2013. Doi: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2013.22.117-138>

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 06 abr. 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica das safras**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 06 abr. 2022.

CORRÊA, A. M. C. J.; FIGUEIREDO, N. M. S. Modernização da agricultura brasileira no início dos anos 2000: uma aplicação da análise fatorial. **Informe GEPEC**, v. 10, n. 2, p. 82-99, 2006. Doi: <https://doi.org/10.48075/igepec.v10i2.394>

COSTA, C. C. M.; REIS, P. R. C.; FERREIRA, M. A. M.; MOREIRA, N. C. Modernização agropecuária e desempenho relativo dos estados brasileiros. **Agroalimentaria**, v. 18, n. 34, p. 43-56, 2012.

COUTINHO, M.; BITENCOURT, M.; FIGUEIREDO-NETO, L.; FIGUEIREDO, A. A contribuição das atividades de base agropecuária na geração de emprego nos municípios de Mato Grosso do Sul (Brasil). **EURE - Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales**, v. 45, n. 135, p. 223-244, 2019. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612019000200223>

ENRIQUEZ-SANCHEZ, J.; MUNOZ-RODRIGUEZ, M.; ALTAMIRANO-CARDENAS, J. R.; GANTE, A. V. Activation process analysis of the localized agri-food system using social networks. **Czech Academy of Agricultural Sciences**, v. 63, p. 121-135, 2017. Doi: <https://doi.org/10.17221/254/2015-AGRICECON>

FAGUNDES, M. B. B.; GIANETTI, G. W.; OLIVEIRA, D. V.; DIAS, D. T.; SILVA, L. C. Desenvolvimento econômico do estado de Mato Grosso do Sul: uma análise da composição da balança comercial. **Desenvolvimento em Questão**, v. 15, n. 39, p. 112-140, 2017. Doi: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2017.39.112-140>

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel<sup>®</sup>, SPSS<sup>®</sup> e Stata<sup>®</sup>**. São Paulo: Elsevier, 2017. 1187p.

FERREIRA JUNIOR, 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: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032004000100004>

FILIPPINI, R.; MARESCOTTI, M. E.; DEMARTINI, E.; GAVIGLIO, A. Social networks as drivers for technology adoption: a study from a rural mountain area in Italy. **Sustainability**, v. 12, n. 22, p. 1-18, 2020. Doi: <https://doi.org/10.3390/su12229392>

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 nº 1708).

FREITAS, C. A.; PAZ, M. V.; NICOLA, D. S. Analisando a modernização da agropecuária gaúcha: uma aplicação de análise fatorial e cluster. **Análise Econômica**, v. 25, n. 47, p. 121-149, 2007. Doi: <https://doi.org/10.22456/2176-5456.10873>

GRAZIANO DA SILVA, J. F. O progresso técnico na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 7, n. 1/3, p. 13-46, 1990. Doi: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct1990.v7.9119>

GRAZIANO DA SILVA, J. F. **A nova dinâmica da agricultura brasileira**. Campinas: UNICAMP/IE, 1998. 211p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/tabelas/brasil/2021>. Acesso em: 04 out. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2020>. Acesso em: 01 out. 2022.

ISAAC, M. E. Agricultural information exchange and organizational ties: the effect of network topology on managing agrodiversity. **Agricultural Systems**, v. 109, p. 9-15, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.01.011>

JONES-GARCIA, E.; KRISHNA, V. V. Farmer adoption of sustainable intensification Technologies in the maize systems of the Global South: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 41, n. 8, p. 1-20, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00658-9>

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>

LÄPPLE, D.; RENWICK, A.; THORNE, F. Measuring and understanding the drivers of agricultural innovation: evidence from Ireland. **Food Policy**, v. 51, p. 1-8, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.11.003>

LAVORATO, M. P.; FERNANDES, E. A. Índice de modernização agrícola dos municípios da Região Centro-Oeste do Brasil. **Revista de Economia do Centro-Oeste**, v. 2, n. 2, p. 2-18, 2016. Doi: <https://doi.org/10.5216/reoeste.v2i2.40571>

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.

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: <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n72p307>

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agrostat - Estatísticas do Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 06 abr. 2022.

MELO, C. O.; PARRÉ, J. L. Índice de desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: 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: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032004000200009>

MULWA, C. K.; MUYANGA, M.; VISSER, M. The role of large traders in driving sustainable agricultural intensification in smallholder farms: evidence from Kenya. **Agricultural Economics**, v. 52, n. 2, p. 329-341, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1111/agec.12621>

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/aapp.13007>

NANKYA, R.; MULUMBA, J. W.; CARACCILO, F.; RAIMONDO, M.; SCHIAVELLO, F.; GOTOR, E.; KIKULWE, E.; JARVIS, D. I. 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>

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>

PANNELL, D. J.; MARSHALL, G. R.; BARR, N.; CURTIS, A.; VANCLAY, F.; WILKINSON, R. 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>

PANNELL, D. J.; CLAASSEN, R. The roles of adoption and behavior change in agricultural policy. **Applied Economic Perspectives and Policy**, v. 46, n. 11, p. 31-41, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1002/aep.13009>

PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A. Modernização agrícola do Rio Grande do Sul: um estudo nos municípios e mesorregiões. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 36, n. 128, p. 167-182, 2015.

PRETTY, J.; TOULMIN, C.; WILLIAMS, S. Sustainable intensification in African agriculture. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 9, n. 1, p. 5-24, 2011. Doi: <https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0583>

REBELLO, F. K.; SANTOS, M. A. S.; HOMMA, A. K. O. Modernização da agricultura do nordeste paraense: determinantes e hierarquização no ano de 2006. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 9, n. 2, p. 209-232, 2011. Doi: <https://doi.org/10.25070/rea.v9i2.184>

REDEILPF. **ILPF em números, safra 2020/21**. Disponível em: [https://redeilpf.org.br/images/ILPF\\_em\\_Numeros-Safra.pdf](https://redeilpf.org.br/images/ILPF_em_Numeros-Safra.pdf). Acesso em: 04 out. 2022.

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**. Brasília: IPEA, 2020. p. 173-187.

SANTOS, C. A. P.; SANO, E. E.; SANTOS, P. S. Formação do índice de modernização da fronteira agrícola - oeste da Bahia. **Geo UERJ**, n. 32, p. 1-17, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.12957/geouerj.2018.25526>

SANTOS, L. O.; CAMPOS, K. C. Modernização da agropecuária dos municípios do estado do Ceará. **Economia & Região**, v. 9, n. 2, p. 115-130, 2021. Doi: <http://dx.doi.org/10.5433/2317-627X.2021v9n2p115>

SIQUEIRA, T. T. S.; GALLIANO, D.; NGUYEN, G.; BÁNKUTI, F. I. Organizations forms and agri-environmental practices: the case of Brazilian dairy farms. **Sustainability**, v. 13, n. 7, p. 1-19, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/su13073762>

SOUZA, P. M.; FORNAZIER, A.; SILVA, A. M.; PONCIANO, N. J. 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, 2018.

SOUZA FILHO, H. M.; BUAINAIN, A. M.; SILVEIRA, J. M. F. J.; VINHOLIS, M. M. B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 223-255, 2011. Doi: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2011.v28.12041>

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>

20

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: IPEA, 2017. 305p.

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/aapp.13004>

ZONTA, J. H.; SOFIATTI, V.; COSTA, A. G. F.; SILVA, O. R. R. F.; BEZERRA, J. R. C.; SILVA, C. A. D.; BELTRÃO, N. E. M.; ALVES, I.; JUNIOR, A. F. C.; CARTAXO, W. V.; RAMOS, E. N.; OLIVEIRA, M. C.; CUNHA, D. S.; MOTA, M. O. S.; SOARES, A. N.; BARBOSA, H. F. **Práticas de conservação de solo e água**. Campina Grande: EMBRAPA, 2012. (Circular técnica 133).