

INFLUÊNCIA DO CRÉDITO RURAL NA MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA DO BRASIL

INFLUENCE OF RURAL CREDIT ON AGRICULTURAL MODERNIZATION IN BRAZIL

Wembley Albertanio Rodrigues Camara

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Fortaleza-CE wembleyrodri-gues@alu.ufc.br

Kilmer Coelho Campos

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor Associado IV do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará DEA/UFC e do Programa de Pós-graduação em Economia Rural - PPGER/UFC. Fortaleza-CE. kilmer@ufc.br

Ana Cristina Nogueira Maia

Doutoranda em Economia Rural pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará (PPGER/UFC). Fortaleza-CE. anacristinanmaia@gmail.com

Vitória Biana da Silva

Doutoranda em Economia Rural pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará (PPGER/UFC). Fortaleza-CE. vitoriabiana.inova@gmail.com

Grupo de Trabalho (GT): Desenvolvimento Rural, Regional e Territorial

Resumo: O objetivo do artigo é analisar como o volume de crédito rural influencia a modernização agrícola nos municípios do Brasil. A pesquisa utilizou dados secundários do Censo Agropecuário de 2017 e do Banco Central do Brasil. Os métodos empregados foram a análise fatorial e a aferição do Índice de Modernização Agrícola (IDMA) com base em 16 indicadores. Os resultados revelam que, embora o crédito rural tenha impulsionado o uso de tecnologias e a eficiência produtiva, sua distribuição desigual acentua as disparidades entre regiões e tipos de propriedades. A região Sul apresentou os maiores índices de modernização, enquanto Norte e Nordeste concentram os menores. Conclui-se que políticas públicas eficazes são fundamentais para reduzir as desigualdades regionais na modernização agrícola, sendo a efetividade do crédito rural dependente de estratégias integradas que considerem as particularidades de cada território.

Palavras-chave: Crédito Rural. Modernização Agrícola. Desigualdade Regional.

Abstract: The objective of the article is to analyze how the volume of rural credit influences agricultural modernization in Brazilian municipalities. The research utilized secondary data from the 2017 Agricultural Census and the Central Bank of Brazil. The methods employed included factor analysis and the calculation of the Agricultural Modernization Index (IDMA) based on 16 indicators. The results reveal that, although rural credit has promoted the use of technologies and increased productive efficiency, its unequal distribution accentuates disparities between regions and types of properties. The Southern region presented the highest modernization indices, while the North and Northeast showed the lowest. It is concluded that effective public policies are essential to reduce regional inequalities in agricultural modernization, with the effectiveness of rural credit depending on integrated strategies that consider the specific characteristics of each territory.

Keywords: Rural Credit. Agricultural Modernization. Regional Inequality.

1 INTRODUÇÃO

O crédito rural constitui um dos principais instrumentos de política pública para o desenvolvimento e a modernização da agricultura brasileira, ao oferecer recursos e incentivos econômicos que ampliam a produtividade. A criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), em 1965, no Brasil, marcou um ponto decisivo na consolidação dessa política (Vieira Filho, 2019).

A modernização agrícola no Brasil intensificou-se a partir da década de 1960, impulsionada pela chamada Revolução Verde, que promoveu a mecanização do campo e o uso intensivo de insumos agrícolas, como fertilizantes e defensivos químicos. A adesão do país ao pacote tecnológico proposto por esse movimento resultou na expansão da produção e no aumento da produtividade agrícola, viabilizando a integração de novas áreas e consolidando o Brasil como um dos principais produtores mundiais de grãos, especialmente de soja (Ribeiro; Mendonça; Hespanhol, 2002).

Nesse processo de transformação do setor agrícola, tornou-se necessária a implementação de políticas de apoio financeiro capazes de permitir que os pequenos agricultores acompanhassem a modernização do campo. Nesse sentido, a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) ampliou o acesso ao crédito rural, destacando a relevância econômica da agricultura familiar e atendendo à crescente demanda por políticas públicas voltadas à redução da pobreza no meio rural (Schneider, 2010; Belik, 2015).

Essa trajetória de apoio e fortalecimento do setor tem continuidade no contexto contemporâneo, evidenciada pelo Plano Safra 2025/2026, lançado em 30 de junho de 2025, que destinou R\$ 89 bilhões à agricultura familiar, sendo R\$ 78,2 bilhões exclusivamente para o Pronaf — um aumento de 47,5% em relação ao governo anterior (MDA, 2025).

Apesar do crédito rural ser reconhecido como um instrumento estratégico para a modernização agrícola, observa-se que seu impacto não é uniforme entre diferentes regiões e portes de propriedades no Brasil. Enquanto grandes produtores conseguem acessar recursos e adotar rapidamente tecnologias modernas, pequenos agricultores e regiões com menor desenvolvimento estrutural enfrentam restrições financeiras e burocráticas que limitam a modernização.

Diante dessas disparidades e da relevância do tema, torna-se fundamental analisar de que forma o crédito rural contribui para a modernização agrícola nos municípios brasileiros. Surge, assim, o seguinte questionamento: como o volume de crédito rural disponibilizado influencia efetivamente a modernização agrícola, considerando as desigualdades regionais e produtivas existentes?

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar como o volume de crédito rural influencia a modernização agrícola nos municípios do brasileiro. A partir de uma revisão de literatura e de dados obtidos com os resultados da pesquisa, serão considerados os efeitos do crédito na adoção de tecnologias agrícolas, na produtividade e na sustentabilidade.

Este artigo está estruturado em cinco seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta o referencial teórico. A terceira seção descreve os procedimentos metodológicos utilizados. A quarta seção traz a apresentação e análise dos resultados. Por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Modernização agrícola brasileira e o papel do crédito rural

É de conhecimento comum que o agronegócio brasileiro exerce um papel relevante na economia nacional. Nesse sentido, é plausível que o Brasil demonstre crescente interesse na elaboração de ferramentas para assegurar a sustentabilidade de sua agropecuária a longo prazo (Lopes; Lowery; Peroba, 2016).

Entre as ferramentas para o desenvolvimento da agropecuária brasileira está o crédito rural. O Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) foi criado no ano de 1965 com a finalidade de oferecer crédito a juros baixos a produtores rurais, visando ajuda-los a financiar produção e maquinários agrícolas, bem como custos de operação e comercialização de produtos agropecuários. Dentre os objetivos na criação do SNCR destacam-se três, que continuam ativos até hoje: (i) acesso ao crédito com taxas de juros abaixo das taxas de mercado; (ii) exigência legal de que os bancos dediquem uma parte de seus depósitos à vista a linhas de crédito rural; e (iii) incentivo a pequenos produtores e agricultores familiares por meio de linhas de crédito direcionadas, como o Programa Nacional para o Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Essas medidas visam diretamente reduzir a resistência das instituições financeiras em emprestar capital ao setor rural e criar incentivos para que pequenos produtores comecem a tomar crédito (Santana; Nascimento, 2012).

Os pequenos, médios e grandes produtores rurais têm direito ao crédito rural. Para fomentar o acesso a financiamentos com taxas mais acessíveis para produtores de pequeno porte e familiares, o governo instituiu em 1995 o Pronaf (Schons; Azevedo; Alencar, 2013). O programa disponibiliza crédito de custeio e investimento para produtores individuais elegíveis, por meio de comprovação

através da Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP) e outros critérios de elegibilidade, bem como para capitalização de cooperativas formadas por produtores pequenos e familiares (Lopes; Lowery; Peroba, 2016).

Os altos índices de juros contribuíram significativamente para os problemas enfrentados pela agricultura, especialmente no contexto da dívida agrícola (Faveret Filho, 2002). Entretanto, segundo Miranda (2002), a Resolução 2399/96, que pré-fixou a taxa de juros dos financiamentos para aquisição e recuperação de máquinas e implementos agrícolas levou a uma alavancada nos investimentos no meio rural.

A modernização agrícola no Brasil foi marcada, dentre outros fatores, pela criação da Embrapa e pela política de crédito rural subsidiado. A oferta de crédito rural, abundante e subsidiada, esteve ligada às mudanças institucionais promovidas, como a reforma do sistema bancário, e a uma conjuntura mundial favorável (Delgado, 2009).

Outro elemento crucial que impulsionou significativamente a melhoria no desempenho do agronegócio foi a ampliação do crédito destinado aos pequenos e médios agricultores, com o aumento substancial no volume de crédito, tanto para a agricultura familiar quanto para a empresarial, possibilitou uma maior modernização do setor agrícola (Pintor; Silva; Piacenti, 2015).

Segundo Graziano da Silva (2001) o processo de modernização agrícola no Brasil não se deu de forma homogênea entre as regiões, o Centro-Sul incorporou rapidamente esse processo com elevada utilização de insumos industriais (fertilizantes e defensivos químicos, máquinas e equipamentos agrícolas). Já a modernização agrícola no Nordeste nos anos de 1980 significou em grande parte de ganhos na produtividade da terra e do trabalho, ocupação de novas terras, com uso ou adoção de insumos e métodos modernos (Madeira *et al.*, 2019).

Entretanto vale ressaltar que o início da modernização agrícola no Brasil, se deu com a chamada Revolução Verde na década de 60. Que segundo Hayami e Ruttan (1988) consistia na utilização de técnicas e insumos modernos, oriundos especificamente dos Estados Unidos e Japão, buscavam transferir à agricultura inovações tecnológicas. O que se viu nos anos seguintes foi cada mais o aumento dos processos mecanizados nas fazendas. Segundo Rangel (2000) a substituição de métodos manuais, antes executados nas propriedades agrícolas, por processos mecanizados, visa aumentar a eficiência produtiva e, como resultado, gerar mais capital.

Vale ressaltar que o conceito de modernização agrícola é muito amplo e alguns autores divergem sobre seu conceito. Hoffman (1992) destaca em seus estudos que existem dois tipos básico

de tecnologia na agricultura: a de natureza mecânica, que é geralmente poupadora de trabalho, e a de natureza biológica e química, que é geralmente poupadora de terra, com os tratores substituindo a mão-de-obra, juntamente com adubos e pesticidas que permitem aumentar a produção por hectare. O autor ainda destaca que as inovações biológicas e químicas também possibilitam redução na necessidade de mão-de-obra.

3 METODOLOGIA

3.1 Fonte de dados e amostra

No presente estudo, foram utilizados dados em nível municipal relacionados à modernização agropecuária, extraídos do censo agropecuário de 2017, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), o mais recente à época da pesquisa. A abrangência geográfica compreendeu todos os municípios do território nacional. Adicionalmente, foram incorporados dados sobre crédito rural, obtidos junto ao Banco Central do Brasil, referentes aos anos de 2016 e 2017.

Para a escolha das variáveis e indicadores aptos de captar o nível de modernização agrícola dos estabelecimentos agropecuários dos municípios brasileiros, a pesquisa se baseou em Hoffmann (1992) e Madeira *et al.* (2019).

3.2 Definições das variáveis

No que diz respeito as variáveis estudadas, para que se fosse determinado os fatores representativos do nível de modernização da agricultura nos municípios brasileiros no período de 2017 e tendo em vista o caráter multidimensional do conceito de modernização da agricultura, procurou-se determiná-lo de forma bastante abrangente tomando como base as proporções de Total de Estabelecimentos (TE), Área Explorada (AE) e Equivalente-Homem (EH).

Vale ressaltar que TE refere-se ao total de estabelecimento agropecuários e que foi levado em consideração como estabelecimentos agropecuários todo o terreno de área contínua, independentemente do tamanho ou situação (urbana ou rural), formado por uma ou mais parcelas, subordinado a um único produtor, onde se processasse uma exploração agropecuária, ou seja, o cultivo do solo com culturas permanentes e temporárias, inclusive hortaliças; criação, recriação ou engorda de animais de

grande e médio porte; criação de pequenos animais; silvicultura ou reflorestamento; e extração de produtos vegetais.

No que se refere à AE, esta levou em consideração a análise do somatório das seguintes variáveis tomando por base IBGE (2017): lavouras permanentes, lavouras temporárias, pastagens naturais, pastagens plantadas em boas condições, matas/florestas naturais e matas/florestas plantadas (Madeira, 2019).

No que tange ao EH, trata-se do somatório com peso de 0,5 para homens e mulheres menores de 14 anos e peso 1 para o somatório de homens e mulheres maiores de 14 anos para o ano de 2017 (Kageyama; Graziano da Silva, 1983).

Quanto às variáveis estudadas para determinar os fatores representativos do nível de modernização agrícola nos municípios brasileiros no período de 2017, seguem:

$X1 = \text{número de tratores} / AE;$

$X2 = TE / AE;$

$X3 = \text{número de tratores} / EH;$

$X4 = \text{número de implementos} / AE;$

$X5 = \text{número de municípios que utilizam defensivos agrícola} / TE;$

$X6 = \text{número de municípios que fazem adubação} / TE;$

$X7 = \text{Número de estabelecimentos que utilizam energia elétrica} / TE;$

$X8 = \text{Área irrigada} / AE;$

$X9 = EH / AE;$

$X10 = \text{Número de estabelecimentos com indicação de assistência técnica} / TE;$

$X11 = \text{Despesas com adubos, corretivos, sementes e mudas} / AE;$

$X12 = \text{Valor dos financiamentos} / AE;$

$X13 = \text{Valor dos financiamentos} / EH;$

$X14 = \text{Despesas com adubos, corretivos, sementes e mudas} / EH;$

$X15 = \text{número de pessoas ocupadas acima de 14 anos} / EH$

$X16 = \text{número de pessoas do sexo masculino} / TE$

3.3 Análise Fatorial

A análise fatorial foi conduzida com o objetivo de identificar as estruturas latentes subjacentes a um conjunto de 16 variáveis representativas do nível de modernização agrícola nos municípios

brasileiros.

O modelo fatorial foi construído com base na matriz de correlação entre as variáveis padronizadas, possibilitando estabelecer relações lineares entre os indicadores e os fatores extraídos. De acordo com Mingoti (2005), esse tipo de modelo pode ser representado matematicamente como:

$$\begin{aligned} Z_1 &= l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \dots + l_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ Z_2 &= l_{21}F_1 + l_{22}F_2 + \dots + l_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\ &\vdots \\ Z_p &= l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pm}F_m + \varepsilon_p \end{aligned} \quad (1)$$

Nesse modelo, Z_i ($i = 1, 2, \dots, p$) representa a variável padronizada; F_j , $j = 1, 2, \dots, m$, os fatores comuns não identificados; l_{ij} as cargas fatoriais; e ε_i os erros aleatórios associados à variável Z_i , ou seja, a parcela da variância que não é explicada pelos fatores comuns (Barroso; Artes, 2003).

No modelo fatorial ortogonal, em que a ortogonalidade é a relação entre os m fatores e as variáveis, a variância de Z_i é dividida em duas partes, a primeira representa a variabilidade explicada pelos fatores, chamada comunalidade; e a segunda representa os erros que são característicos de cada variável, denominada variância específica ou unicidade (Mingoti, 2005).

Para a aplicação da análise fatorial são indicados os seguintes passos: estimação do método de componentes principais e da matriz de cargas fatoriais e de variâncias específicas, com o objetivo de resumir a maior parte da informação original (variância) a um número mínimo de fatores. O objetivo deste método é identificar o número mínimo de fatores necessários para explicar a parte máxima da variância do conjunto original de variáveis (Mingoti, 2005).

O passo seguinte é a estimação dos escores fatoriais para cada elemento da amostra, que pode ser feito por combinação linear das variáveis, da seguinte maneira:

$$F_j = \omega_{j1}X_1 + \omega_{j2}X_2 + \omega_{j3}X_3 + \dots + \omega_{ji}X_i \quad (2)$$

em que: F_j são os fatores não correlacionados; ω_{j1} é o vetor dos coeficientes dos escores fatoriais; X_1 são as variáveis originais; e $\omega_{ji}X_i$ são os escores fatoriais.

Para verificar a adequabilidade da técnica de análise fatorial aos dados foram realizados os seguintes procedimentos: análise da matriz de correlação; a medida de adequação da amostra ou *me-*

asure of sampling adequacy (MSA), aplicação dos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de esfericidade de Bartlett. Além disso, a estimação foi realizada por meio do método de componentes principais pelo software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) (versão 27.0).

3.4 Índice de modernização agrícola

Após a identificação e obtenção dos fatores, é realizada a construção do índice de modernização agrícola (IDMA) dos municípios brasileiros. Entretanto para isso é preciso fazer a padronização dos escores fatoriais com a finalidade de evitar que altos escores negativos influenciem na magnitude dos índices e, assim, garantir que todos os fatores sejam ortogonais e positivos (Lemos, 2001). Para a padronização dos escores utiliza-se a equação

$$F_{ij}^* = (F_i - F_{min}) / (F_{max} - F_{min}) \quad (3)$$

em que F_{ij}^* = escore fatorial do i -ésimo município; F_i = fator do i -ésimo município; F_{min} = valor mínimo observado para os escores fatoriais associados aos municípios; e F_{max} = valor máximo observado para os escores fatoriais associados aos municípios.

Dessa forma, pode-se determinar o IDMA através de uma combinação linear dos escores fatoriais e a proporção da variância explicada pelos fatores em relação à variância comum (Gama *et al.*, 2007; Lima; Campos; Alves, 2022), ou seja,

$$IDMA_j = \sum_{j=1}^n \left(\frac{\lambda_j}{\sum \lambda_j} \right) F_{ij}^* \quad (4)$$

em que IDMA = índice de modernização agrícola; q = quantidade de fatores; λ = variância explicada por fator; $\sum \lambda$ = soma total da variância explicada pelo conjunto de fatores comuns; e F_{ij}^* = escore fatorial padronizado.

Os dados obtidos foram submetidos a análise fatorial, seguido do índice Kaiser-Mayer-Olkin (KMO), que varia de 0 a 1 e serve para comparar as magnitudes dos coeficientes de correlações observados com as magnitudes dos coeficientes de correlações parciais.

Por fim, foi estimada uma regressão pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), sendo a variável dependente IDMA e as variáveis independentes outros indicadores utilizados para mensurar o índice de desenvolvimento agrícola dos estabelecimentos rurais, a saber: receita total dos estabelecimentos, grupo de área de estabelecimentos que possui de 0 a 10 hectares, grupo de área de estabelecimentos que possuem de 10 a 50 hectares, grupo de área de estabelecimentos que possuem de 50 a 100 hectares, grupo de área de estabelecimentos que possuem de 100 a 1000 hectares, grupo de área de estabelecimentos que possuem acima de 1.000 hectares, grupo de área de produtores que não possuem área, associação do produtor a cooperativa de classe ou associação, produtores que possuem baixa escolaridade, produtores que fazem comercialização do produto e pessoas com idade superior a 65 anos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Identificação de fatores representativos do nível de modernização agrícola

Com o objetivo de identificar os fatores mais relevantes e assegurar a consistência da avaliação, as variáveis foram submetidas a diferentes procedimentos estatísticos: matriz de correlação, medida de adequação da amostra (MSA), estatística Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e teste de esfericidade de Bartlett.

A matriz de correlação apresentou, em sua maioria, valores inferiores a 0,05, indicando adequado ajuste dos dados ao modelo e conformidade nas relações entre as variáveis. A análise da matriz anti-imagem evidenciou que os valores de MSA foram satisfatórios para todos os indicadores da série, situando-se acima do limite mínimo de 0,50, o que confirma a consistência necessária para prosseguir com a investigação.

O teste de KMO apresentou valor de 0,78, considerado satisfatório segundo os critérios de Kaiser (1974) e Corrar, Paulo e Dias Filho (2014), por superar o limite mínimo de 0,50. Esse resultado indica que os fatores extraídos possuem capacidade adequada para representar as variações dos dados originais, explicando de maneira consistente sua estrutura. O teste de esfericidade de Bartlett foi significativo a 1%, rejeitando a hipótese que a matriz de correlações é uma matriz identidade.

Desse modo, a AF, por meio do método de componentes principais rotacionados (varimax), agrupou 16 variáveis utilizadas em cinco fatores. A Tabela 1 evidencia que todos os fatores apresentaram raízes características superiores a um, respondendo conjuntamente por 73,25% da variância

total dos dados. Cabe destacar que, segundo Corrar, Paulo e Dias Filho (2014), a análise é considerada adequada quando o percentual mínimo de explicação dos fatores comuns atinge 60%, parâmetro superado no presente estudo.

Tabela 1 - Raízes características e variâncias explicadas pelos fatores extraídos pelo método dos componentes principais.

Fator	Raiz característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
Fator 1	4.68545	0.2928	0.2928
Fator 2	3.74917	0.2343	0.5272
Fator 3	1.21528	0.0760	0.6031
Fator 4	1.05950	0.0662	0.6693
Fator 5	1.01022	0.0631	0.7325

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com base nos resultados, foram identificados cinco fatores que sintetizam as variáveis mais relevantes do estudo. A seguir, cada fator é nomeado e descrito de acordo com suas principais características, de modo a evidenciar as dimensões que exercem maior influência sobre a modernização agrícola:

- O Fator 1, denominado **Intensidade Tecnológica e Mecanização**, é composto principalmente por variáveis relacionadas ao uso de tratores (X1, X3), implementos agrícolas (X4), defensivos e adubação (X5, X6), energia elétrica (X7), assistência técnica (X10) e insumos (X14), refletindo diretamente o nível de tecnificação dos estabelecimentos.
- O Fator 2, identificado como **Estrutura Produtiva e Eficiência Operacional**, apresenta alta correlação com variáveis como a razão entre estabelecimentos e área explorada (X2), despesas com insumos (X11, X12) e indicadores de eficiência no uso da força de trabalho (X9), evidenciando a densidade produtiva e o grau de intensificação do uso da terra.
- Já o Fator 3, denominado **Financiamento Relativo ao Capital Humano**, abrange variáveis como o valor dos financiamentos por equivalente-homem (X13), pessoas ocupadas acima de 14 anos (X15) e despesas por equivalente-homem (X14), destacando a dimensão financeira por unidade de força de trabalho.
- O Fator 4, chamado **Qualificação e Inclusão Produtiva**, associa-se a variáveis ligadas à escolaridade dos produtores, participação em cooperativas e outros aspectos sociais (como o

item Y25, relacionado à idade ou categoria produtiva), indicando o grau de organização e capacitação dos agricultores.

- Por fim, o Fator 5, denominado **Infraestrutura Hídrica**, apresenta forte correlação com a variável área irrigada por área explorada (X8), ressaltando a importância da irrigação e do manejo hídrico como elementos estratégicos para a modernização produtiva.

A Tabela 2 apresenta as cargas fatoriais extraídas e as comunalidades de cada indicador utilizado no modelo, após a rotação dos fatores. A comunalidade representa a parcela da variância de cada indicador explicada pelos cinco fatores identificados, podendo variar de 0 a 1, o que evidencia a sensibilidade de cada indicador em relação à modernização agrícola (Dias; Campos, 2022; Alencar; Silva, 2011).

Tabela 2 - Cargas fatoriais após rotação ortogonal e comunalidades, obtidas na análise fatorial dos indicadores de modernização dos municípios brasileiros em 2017.

Fator	Valor	Diferença	Proporção	Comunalidade
Fator 1	4.83229	1.08448	0.3020	0.3020
Fator 2	3.74781	2.62446	0.2342	0.5363
Fator 3	1.12335	0.10970	0.0702	0.6065
Fator 4	1.01365	0.01114	0.0634	0.6698
Fator 5	1.00251	0.08217	0.0627	0.7325
Fator 6	0.92034	0.14576	0.0575	0.7900
Fator 7	0.77459	0.14425	0.0484	0.8384
Fator 8	0.63034	0.11037	0.0394	0.8778
Fator 9	0.51997	0.11438	0.0325	0.9103
Fator 10	0.40559	0.06142	0.0253	0.9357
Fator 11	0.34417	0.06373	0.0215	0.9572
Fator 12	0.28044	0.06971	0.0175	0.9747
Fator 13	0.21072	0.05839	0.0132	0.9879
Fator 14	0.15234	0.12211	0.0095	0.9974
Fator 15	0.03023	0.01858	0.0019	0.9993
Fator 16	0.01165	.	0.0007	1.0000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim, é possível notar que o Fator 1, com valor próprio de 4,83, é o mais influente, explicando 30,2% da variância. O Fator 2 explica 23,4%, seguido pelo Fator 3 (7,0%), Fator 4 (6,3%) e

Fator 5 (6,3%), reforçando que a contribuição dos fatores diminui progressivamente. A soma acumulada da variância dos cinco fatores confirma sua representatividade e justifica a retenção desses fatores para a análise.

4.2 Mensuração do índice de modernização agrícola (IDMA)

Com base nos resultados da análise fatorial, foi possível calcular o Índice de Hierarquização (IH), construído a partir do IDMA, o qual permite avaliar de que forma o uso de insumos e a adoção de práticas modernas pelos produtores se relacionam diretamente com a produtividade e o rendimento das propriedades.

A Tabela 3 apresenta os resultados da regressão do IDMA, estimado em função das variáveis explicativas relacionadas ao crédito rural, tamanho dos estabelecimentos e localização regional. Observa-se que o crédito rural (crédito_am) apresentou coeficiente positivo e estatisticamente significativo ($\beta = 0,4807$; $p < 0,01$), indicando que o aumento no montante de crédito destinado aos produtores tem impacto direto e relevante sobre o nível de modernização agrícola.

Entre as variáveis de área, nota-se que os estabelecimentos com áreas entre 0 e 10 hectares (Y16), 10 e 50 hectares (Y17) e 50 e 100 hectares (Y18) apresentaram valores de IDMA superiores, em média, quando comparados ao grupo de referência composto por propriedades com área superior a 1.000 hectares (Y20, omitido no modelo). Em contrapartida, o grupo de estabelecimentos com áreas entre 100 e 1.000 hectares (Y19) apresentou coeficiente negativo ($\beta = -0,5198$), indicando menor nível de modernização, cerca de 52% inferior em relação ao grupo de maior porte.

Tabela 3 - Efeitos do crédito rural e dos principais determinantes da modernização dos estabelecimentos agropecuários brasileiros, em 2017.

IDMA	Coefficiente	Desvio Padrão	t	P>t	[95% conf. intervalo]
crédito_am	.4806821	.0598743	8.03	0.000	.3633042 .5980601
Y15	.0002809	.0000901	3.12	0.002	.0001042 .0004576
Y16	1.16162	.599806	1.94	0.053	-.0142435 2.337484
Y17	1.197921	.614926	1.95	0.051	-.0075844 2.403426
Y18	.0241933	.5615685	0.04	0.966	-1.076709 1.125096
Y19	-.5197993	.7212283	-0.72	0.471	-1.9337 .8941013
Y21	.8149779	.0576044	14.15	0.000	.7020498 .9279059
Y22	-.5446776	.1287188	-4.23	0.000	-.7970188 -.2923364
Y23	.780668	.036824	21.20	0.000	.7084781 .852858
Y24	-1.015956	.3873053	-2.62	0.009	-1.775232 -.2566801
Y27	-.1512139	.5344044	-0.28	0.777	-1.198864 .896436
Norte	-1.47346	.0436756	-33.74	0.000	-1.559082 -1.387838
Nordeste	-1.482906	.0371867	-39.88	0.000	-1.555807 -1.410005
Centro-Oeste	-1.274593	.0485148	-26.27	0.000	-1.369702 -1.179484
Sudeste	-.8990172	.0498581	-18.03	0.000	-.9967592 -.8012751
_cons	4.340207	.6392396	6.79	0.000	3.087038 5.593377

Fonte: Resultados da pesquisa.

No que se refere às regiões, a categoria de referência foi o Sul, que apresentou o maior valor médio de IDMA, servindo como base de comparação. As demais regiões — Norte ($\beta = -1,4735$), Nordeste ($\beta = -1,4829$), Centro-Oeste ($\beta = -1,2746$) e Sudeste ($\beta = -0,8990$) — exibiram coeficientes negativos e altamente significativos ($p < 0,01$), revelando níveis de modernização inferiores em relação à região Sul. Esse resultado indica que, embora as demais regiões tenham avançado em termos de adoção tecnológica e investimentos em crédito rural, o Sul ainda se destaca como a região mais moderna e tecnificada do país, concentrando maior intensidade de crédito, uso de insumos e mecanização.

De modo geral, os resultados confirmam a importância do crédito rural como fator determinante da modernização agrícola, ao mesmo tempo em que evidenciam diferenças estruturais tanto em

relação ao tamanho das propriedades quanto à localização geográfica, fatores que influenciam diretamente o nível de desenvolvimento tecnológico do setor.

Assim, torna-se possível verificar, nas tabelas 4, 5, 6, 7 e 8, a distribuição da modernização agrícola entre as diferentes regiões do Brasil. Observa-se que há variações expressivas nas categorias de modernização — alta, média e baixa — entre as regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Sul.

A região Sul destaca-se por concentrar a maior proporção de estabelecimentos classificados com alta modernização agrícola, abrangendo mais da metade dos casos analisados. Em contrapartida, nas regiões Norte e Nordeste prevalecem estabelecimentos com baixo nível de modernização, refletindo disparidades estruturais e tecnológicas no setor. Esses resultados podem subsidiar a formulação de políticas públicas e estratégias de desenvolvimento agrícola mais adequadas às especificidades regionais, promovendo maior equilíbrio no processo de modernização do campo brasileiro.

A Tabela 4 apresenta a distribuição dos níveis de modernização agrícola na região Centro-Oeste do Brasil. A categoria alta apresenta 19 casos o que representam uma fração (4.06%) do total de observações. Com 161 casos na categoria baixa, que representam 34,40% do total, percebe-se que uma porção significativa das propriedades agrícolas ainda opera com um nível reduzido de modernização.

Tabela 4 - Distribuição da modernização agrícola por regiões do Brasil, em 2017.

Categoria modernização	Centro-Oeste		
	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
alto	19	4.06	4.06
baixo	161	34.40	38.46
médio	288	61.54	100.00
Total	468	100.00	

Fonte: Resultados da pesquisa.

A maioria dos casos, 288 (61,54%), se encontram na categoria média de modernização agrícola. Este percentual sugere que a região Centro-Oeste está em estágio intermediário de adoção de práticas modernas, evidenciando um avanço considerável, mas que ainda há espaço para melhorias e inovações.

A Tabela 5 indica que 8,59% das propriedades encontram-se na categorial alta do nível de modernização agrícola. Na categorial baixo, encontram-se 16,94% do total evidenciando que há uma parcela notável de propriedades operando em níveis reduzidos de modernização. E a grande maioria

das propriedades, totalizando 1.240 casos (74,47%) está na categoria média de modernização. Este dado indica que a maior parte da região se encontra em um estágio intermediário de modernização agrícola.

Tabela 5 - Distribuição da modernização agrícola por regiões do Brasil, em 2017.

Categoria modernização	Sudeste		
	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Alto	143	8.59	8.59
baixo	282	16.94	25.53
médio	1,24	74.47	100.00
Total	1,665	100.00	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Verifica-se na Tabela 6 que a categoria de alta modernização concentra 620 casos, correspondendo a 52,06% do total analisado. Esse resultado indica que a maior parte das propriedades rurais do Sul apresenta elevado grau de adoção de tecnologias e práticas modernas. Em contrapartida, apenas 1,68% das propriedades foram classificadas com baixo nível de modernização, demonstrando o avanço significativo da região nesse aspecto.

Tabela 6 - Distribuição da modernização agrícola por regiões do Brasil, em 2017.

categoria_modernização	Sul		
	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Alto	620	52.06	52.06
baixo	20	1.68	53.74
médio	551	46.26	100.00
Total	1,191	100.00	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com um total de 1.191 observações, a Tabela 6 oferece uma visão abrangente sobre o grau de modernização agrícola na região Sul do Brasil. A predominância da categoria de alta modernização evidencia o expressivo avanço e a posição de liderança da região nesse processo em âmbito nacional.

Os resultados revelam um cenário de elevado nível tecnológico, com a maior parte das propriedades operando entre os níveis alto e médio de modernização. Essa concentração de casos na

categoria superior indica a presença de maiores investimentos em crédito rural e uma infraestrutura agrícola mais consolidada, fatores que contribuem para o desempenho diferenciado da região.

Na Tabela 7 é apresentado 41 casos na categoria alta representando uma fração de 2,29% do total de observações. A categoria baixa, com 1.253 casos (69,88%), domina a distribuição. Este alto percentual pode sinalizar que a maioria das propriedades na região opera em níveis reduzidos de modernização agrícola. Tal predominância pode ser reflexo nas barreiras significativas na adoção de crédito rural e consequentemente em novas tecnologias agrícolas modernas.

Tabela 7 - Distribuição da modernização agrícola por regiões do Brasil, em 2017.

categoria_modernização	Nordeste		
	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Alto	41	2.29	2.29
baixo	1,253	69.88	72.17
médio	499	27.83	100.00
Total	1,793	100.00	

Fonte: Resultados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 8, observa-se que a maioria dos casos se concentra na categoria de baixa modernização, totalizando 289 observações, o que corresponde a 64,22% do total analisado. A categoria média representa 19,78% dos casos. A predominância da categoria baixa, seguida pela média e, por último, pela alta, evidencia um cenário marcado por desafios estruturais e oportunidades significativas para o avanço tecnológico e a modernização das práticas agrícolas na região.

Tabela 8 - Distribuição da modernização agrícola por regiões do Brasil, em 2017.

categoria_modernização	Norte		
	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Alto	72	16.00	16.00
baixo	289	64.22	80.22
médio	89	19.78	100.00
Total	450	100.00	

Fonte: Resultados da pesquisa.

De forma geral, os resultados apontam para a existência de desigualdades significativas na

modernização agrícola, tanto entre regiões quanto entre diferentes portes de propriedades, evidenciando áreas prioritárias para políticas públicas, programas de crédito rural e estratégias de capacitação tecnológica. Embora avanços sejam perceptíveis em algumas regiões, há necessidade de ações direcionadas para reduzir essas disparidades e promover uma modernização mais equilibrada e sustentável em todo o país.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, o estudo evidencia que o tamanho da propriedade e a localização geográfica exercem influência significativa sobre o grau de modernização agrícola. Observa-se que estabelecimentos com áreas superiores a 1.000 hectares apresentam, em média, índices mais elevados de modernização, quando comparados àqueles de porte intermediário (entre 100 e 1.000 hectares). No entanto, destaca-se que os pequenos estabelecimentos (de 0 a 100 hectares) obtiveram resultados relativamente superiores, o que pode ser explicado pelo uso mais eficiente das tecnologias disponíveis e, possivelmente, por uma gestão mais racional e próxima das atividades produtivas.

Os resultados também indicam que os maiores valores do IDMA se concentram na região Sul, o que reflete maior acesso ao crédito rural e maior nível de tecnificação das práticas agrícolas. Essa constatação reforça a necessidade de políticas públicas específicas voltadas à promoção da modernização nas demais regiões do país, de modo a favorecer um desenvolvimento agrícola mais equilibrado e sustentável.

Assim, torna-se imprescindível promover uma maior descentralização e regionalização do crédito rural no Brasil, por meio da criação de linhas de financiamento adequadas às particularidades regionais. Tais medidas devem priorizar especialmente as regiões com menores índices de modernização, como o Norte e o Nordeste, garantindo condições de acesso diferenciadas e compatíveis com as especificidades socioeconômicas e estruturais locais.

Diante do questionamento que orientou esta pesquisa, como o volume de crédito rural disponibilizado influencia efetivamente a modernização agrícola e de que maneira as desigualdades regionais e estruturais afetam esse processo, a análise realizada evidencia que o crédito rural constitui um instrumento essencial para a adoção de tecnologias e o aprimoramento das práticas produtivas. Contudo, seu impacto é condicionado pela forma como os recursos são distribuídos e aplicados, o que reforça a necessidade de uma alocação mais equitativa e estratégica entre as diferentes regiões do país, a fim de promover uma modernização agrícola mais equilibrada e sustentável.

Portanto, para reduzir as desigualdades regionais e estruturais que comprometem o processo de modernização agrícola no Brasil, é fundamental o papel das políticas públicas. A efetividade do crédito rural, assim como de outros instrumentos de apoio governamental, depende diretamente da formulação de estratégias integradas que considerem as especificidades produtivas, sociais e ambientais de cada território.

Nessa perspectiva, sugerem-se estudos futuros que aprofundem a análise dos determinantes da modernização agrícola, considerando variáveis regionais, socioeconômicas e institucionais que influenciam o acesso ao crédito e à tecnologia.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J.J. de; SILVA, R.G. da. Política agrícola e modernização: Rondônia e Acre em evidência. **Revista de Política Agrícola**, ano20, p.5-18, 2011.

BARROSO, L.P.; ARTES, R. Análise multivariada. In: **Reunião anual da RBES e SEAGRO**, 48a, 10º, Lavras. Curso. Lavras: Departamento de Ciências Exatas, 2003.

BELIK, W. **O financiamento da agropecuária brasileira no período recente** Brasília: IPEA, 2015. (Texto para Discussão, 2028). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3407/1/td_2028.pdf Acesso em: 1 ago. 2025.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Matriz de Dados do Crédito Rural – Crédito Concedido**. Dados de 2016 e 2017.

CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada**: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia. São Paulo: Atlas, 2014.

DELGADO, N. G. **Papel e lugar do rural no desenvolvimento nacional**. Brasília, 2009 IICA-MDA-CONDRAF, Texto para Discussão. Disponível em: <<http://sistemas.mda.gov.br/condraf/arquivos/2036220256.pdf>> Acesso em 15 jul 2025.

DIAS, T. K. M.; CAMPOS. K. C. Índice de modernização da agricultura familiar no Nordeste do Brasil. **Revista de política agrícola**. 2022, v. 31(4), 72. Recuperado de <https://rpa.sede.embrapa.br/RPA/article/view/1774>.

FAVERET FILHO, P. de Sá C. **Evolução do Crédito Rural e Tributação sobre alimentos na Década de 1990: Implicações sobre as Cadeias de Aves, Suínos e Leite**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2002. Nº. 16, p. 31-56.

GAMA, Z. J. C. *et al.* Índice de desempenho competitivo das empresas de móveis da região metropolitana de Belém. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa-MG, v. 5, n. 1, p. 127-60, 2007.

HAYAMI, Y; RUTTAN, V. W. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais**. Brasília: EMBRAPA, 1988. 583 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

KAGEYAMA, A. A.; GRAZIANO DA SILVA, J. Produtividade e Emprego na Agricultura Brasileira. In: BELLUZO, L. G; COUTINHO, R. **Desenvolvimento Capitalista no Brasil: ensaios sobre a crise**. São Paulo: Brasiliense, 1983, v.2, p.192-222.

LEMOES, J. J. S. Níveis de degradação no Nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. especial, p. 762-785, nov. 2001. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/32894/1/2001_art_jjslemos.pdf. Acesso em: 25 jul. 2025.

LIMA, G.C. de; CAMPOS, K.C.; ALVES, A.G.M. Índice de modernização agrícola na região Nordeste. **Revista Interações**, v.23, p.347-362, 2022. DOI: <https://doi.org/10.20435/inter.v23i2.3158>.

LOPES, D.; LOWERY, S.; PEROBA, T. L. C. Crédito rural no Brasil: desafios e oportunidades para a promoção da agropecuária sustentável. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 45, p. [155]-196, jun. 2016.

MADEIRA, S. A. *et al.* Análise da modernização agrícola cearense no período de 1996 e 2006. **Geosul**, Florianópolis, v. 34, n. 72, jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n72p307>.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2005.

MIRANDA, E. F. Agricultura: 1994/2002 – Crescimento e Modernização. In: **Panorama Macroeconômico Brasileiro –Ministério da Fazenda, Secretaria de Política Econômica**. 13 de agosto de 2002. 8p.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA). **Plano Safra 2025/2026**. Brasília, 30 jun. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mda/pt-br/noticias/2025/06/plano-safra-2025-2026>. Acesso em: 15 ago. 2025.

PINTOR, E.; SILVA, G. M.; PIACENTI, C. A. Crédito Rural e Crescimento Econômico no Brasil. **Revista de política agrícola**, v. 24, n. 1, p. 5-19, 2015.

RANGEL, I. **Questão agrária, industrialização e crise urbana no Brasil**. Porto Alegre: Editora UFRSG, 2000. p. 231-233.

RIBEIRO, D.D.; MENDONÇA, M.R.; HESPAÑHOL, A.N. Relações de trabalho na agricultura mecanizada: a monocultura da soja em Goiás. **Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, v.6, 2002. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn119-81.htm>. Acesso em: 10 jul. 2025.

SANTANA, C. A. M.; NASCIMENTO, J. R. Public policies and agricultural investment in Brazil: final report. Brasília: **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)**, 2012.

SCHONS, S.; AZEVEDO, A.; ALENCAR, A. **“PRONAF” na Amazônia**: quais os desafios? Brasília: Ipam, 2013.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 511-531, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0101-31572010000300009>.

GRAZIANO DA SILVA, J. **O que é a questão agrária?** São Paulo: Brasiliense, 2001, p. 23-70.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada, Rio de Janeiro: IPEA, 2019. 340p.