

Índice de modernização da agricultura familiar no Nordeste do Brasil¹

Thyena Karen Magalhães Dias²
Kilmer Coelho Campos³

Resumo – Dada a importância da tecnologia para os agricultores, para o aumento da produção, e tendo-se em vista a vasta literatura nacional nessa área, o objetivo deste estudo foi mensurar o nível de modernização da atividade agropecuária dos agricultores familiares do Nordeste brasileiro. Adotou-se aqui o método de análise fatorial, com o uso de dados do Censo Agropecuário de 2017. Seis fatores – extraídos de 27 indicadores utilizados no modelo – explicaram 89,61% da variância acumulada da amostra. Observou-se que para os agricultores familiares do Nordeste é médio-baixo (0,1315) o índice de modernização da agricultura (IMA), que se comportou de maneira homogênea entre os estados. O maior valor ocorreu no Rio Grande do Norte, e o menor, no Maranhão.

Palavras-chave: censo agropecuário, método de análise fatorial, tecnologia.

Family farming modernization index in the Northeastern Brazil

Abstract – Given the importance of technology to farmers for the increase of production, and in view of the vast national literature in this area, the objective of this study was to measure the level of modernization of the agricultural activity of family farmers in the Northeast of Brazil. For that, we applied the factor analysis method based on data from the agricultural census of 2017 (*Censo Agropecuário de 2017*), from which six factors – extracted from the 27 indicators used in the model – explained 89.61% of the accumulated variance of the sample. It was observed that family farmers in the Northeast show a low mean (0.1315) for the agriculture modernization index (*índice de modernização da agricultura - IMA*), which behaved in a homogeneous manner between the states. The highest IMA value occurred in Rio Grande do Norte state, and the lowest one, in Maranhão state.

Keywords: agricultural census, factor analysis method, technology.

Introdução

Desde a década de 1960, o setor agropecuário brasileiro vem passando por intenso processo de modernização, de grandes mudanças

tecnológicas, como o uso de tratores e maquinários, sementes de alta produtividade e insumos químicos, bem como intervenções governamentais via políticas de financiamento, de incentivos

¹ Original recebido em 15/2/2022 e aprovado em 13/7/2022.

² Doutoranda em Economia Rural (PPGER). E-mail: thyena.karen@hotmail.com

³ Doutor em Economia Aplicada, professor associado III do Departamento de Economia Agrícola e do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER) da Universidade Federal do Ceará. E-mail: kilmer@ufc.br

fiscais e de crédito, que visam ao aumento da produtividade e da lucratividade do produtor (Silva, 1981; Teixeira, 2005; Gasques et al., 2010; Machado, 2010; Costa et al., 2012).

Contudo, a modernização não ocorreu de forma homogênea, pois beneficiou principalmente a grande produção, voltada, em sua maior parte, para a exportação, localizada no Sul, Sudeste e Centro-Oeste, enquanto o Norte e Nordeste e os agricultores de menor porte ficaram à margem do processo (Hoffmann, 1992; Sorj, 2008; Mielitz Netto et al., 2010).

Silva (2017) mensurou a metafronteira para as regiões brasileiras com dados dos censos agropecuários e das contas nacionais de 1975, 1985, 1995/1996 e 2006 e verificou que existe uma heterogeneidade tecnológica no Brasil, com o Sul e o Centro-Oeste próximos ao conjunto de metatecnologias do País, enquanto o Nordeste exibe atraso tecnológico, sendo a região brasileira mais distante da metafronteira de produção.

O Nordeste é caracterizado pelo grande uso de práticas agrícolas tradicionais, o que decorre, entre outros fatores, da concentração de agricultores familiares, que representam 47,18% dos estabelecimentos agropecuários totais desse grupo e 79,17% dos estabelecimentos agropecuários totais da região, segundo dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017).

Dada a relação entre produtividade e uso de insumos modernos (tratores e máquinas, fertilizantes e corretivos do solo, entre outros), como mencionado por Almeida & Gerhardt (2011) e Costa et al. (2012), torna-se relevante estudar o nível de modernização da agropecuária para se chegar a uma melhor análise produtiva, e mesmo política, já que programas voltados ao financiamento e ao crédito, por exemplo, permitem o acesso desses produtores beneficiados ao uso de práticas agrícolas modernas.

Contudo, apesar das diversas pesquisas que verificam os níveis de modernização agrícola, em âmbitos nacional e regional, como Hoffmann (1992), Souza & Lima (2003), Ferreira Júnior et al. (2004), Alencar & Silva (2011), Costa

et al. (2012), Lazaretti et al. (2019) e Lobão & Staduto (2020), há uma escassez de estudos para o Nordeste. Além disso, como não foram encontrados trabalhos direcionados especificamente aos agricultores familiares, esta pesquisa busca construir um índice que possa verificar o nível de modernização agropecuária (IMA) do Nordeste brasileiro para os estabelecimentos da agricultura familiar. Para isso, utilizaram-se os dados do Censo Agropecuário de 2017 em nível municipal e aplicou-se o método de análise fatorial.

Revisão de literatura

O processo de modernização da agropecuária brasileira vem passando por intensas mudanças e evoluções com o objetivo tanto de aumentar a produtividade dos agricultores quanto de dinamizar o acesso de outras regiões e outros tipos de agricultores que não apenas os médios e grandes, com recursos, para assim, minimizar a característica dual do processo. Como um dos principais entraves do acesso a técnicas e equipamentos modernos entre os agricultores familiares, também designados de pequenos agricultores, é o baixo nível de capitalização financeira, a política de crédito, especificamente o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), atuou como um dos determinantes para isso (Teixeira, 2005; Mariano & Pinheiro, 2009; Costa & Vieira Filho, 2018).

Marques (2003) identificou a existência de uma heterogeneidade que também está presente nesse grupo de produtores, constituídos tanto por agricultores capitalizados quanto por agricultores que cultivam apenas para a subsistência. Porém, a tecnologia não é o único fator determinante da modernização do campo – ela depende de condições econômicas, sociais e institucionais.

Guanziroli et al. (2001) analisaram os agricultores familiares entre as regiões brasileiras e verificaram que o Nordeste é representado pela concentração de estabelecimentos agropecuários em sua maior parte com baixo nível de renda, marcados pela escassez de recursos naturais,

hídricos e fundiários e por sua grande diversidade. Tais características se devem às próprias peculiaridades do Nordeste, região considerada a mais pobre do País, de clima semiárido e altas temperaturas, em que a atividade predominante é a agropecuária (Embrapa, 2021).

De modo geral, os estudos que analisam a modernização agropecuária brasileira fazem uso de um conjunto de indicadores: uso de fertilizantes, defensivos agrícolas, máquinas, assistência técnica, despesas e receitas, entre outros. Dessa forma, cada região ou grupo específico possui uma relação com tais variáveis.

Hoffmann (1992) estudou a dinamização da agricultura com base em 157 microrregiões do Brasil, com dados dos censos de 1975 e 1980, e verificou a ocorrência de heterogeneidade regional, em que o Sul e o Sudeste e algumas áreas do Centro-Oeste exibiram indicadores melhores do que os do Norte e Nordeste. Trabalhos similares ao de Hoffmann (1992) foram realizados por Souza & Lima (2003) e Costa et al. (2012), cuja conclusão geral foi a diferença da intensidade agrícola entre as regiões brasileiras.

Souza & Lima (2003) usaram dados dos censos de 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995 e verificaram um padrão no processo de modernização em que o uso de financiamento e o volume de investimento na agricultura foram fatores decisivos. Contudo, a partir de 1980 esses indicadores recuaram, denotando descapitalização dos agricultores, enquanto os indicadores relacionados ao uso de tratores e a fontes não tradicionais de energia se mantiveram em ascensão.

Costa et al. (2012), com dados do Censo Agropecuário de 2006, estudaram quais seriam os fatores condicionantes e os índices da modernização agrícola nos estados brasileiros. Os autores selecionaram 24 variáveis para a extração de três fatores: utilização de novas tecnologias em relação ao uso da terra explorada; utilização de novas tecnologias em relação à mão de obra; e novas tecnologias de logística e transporte, que representavam 87,89% da variância acumulada. Identificaram grande heterogeneidade quanto à

modernização agrícola entre os estados e, como na literatura em geral, os desempenhos do Norte e do Nordeste quanto ao índice de modernização agrícola foram os mais baixos.

Há também trabalhos que verificaram os fatores ligados à modernização agrícola de forma mais restrita, cujo foco, por exemplo, foi uma unidade federativa.

Ferreira Júnior et al. (2004) identificaram e caracterizaram, com dados do Censo Agropecuário de 1995/1996, diferentes grupos quanto ao grau de modernização agropecuária em Minas Gerais. Os autores selecionaram 22 indicadores de modernização, dos quais extraíram três fatores que representavam 79% da variância total das variáveis utilizadas. Identificaram dez grupos que refletiam os diferentes níveis tecnológicos, dos quais três apresentavam nível tecnológico abaixo da média (representando 48,5% das microrregiões) e seis exibiam nível tecnológico inferior a 50% do nível do grupo mais modernizado (83,4% das microrregiões).

Com dados do Censo Agropecuário de 2006, Alencar & Silva (2011) desenvolveram um índice de modernização agrícola (IMA) para os municípios de Rondônia e do Acre – agruparam esses municípios em *clusters*, com base em uma amostra de 74 municípios. Dos 24 indicadores utilizados, foram extraídos seis fatores que representavam 85,59% da variância total das variáveis. Observaram que 94,54% dos municípios do Acre exibiram grau médio com tendência para baixo nível de modernização agrícola, enquanto 77% dos municípios de Rondônia apresentaram grau médio com tendência para alta modernização agrícola. Além disso, 23% dos municípios de Rondônia apresentaram alto grau de modernização agrícola, enquanto apenas 4,54% dos municípios do Acre conseguiram tal desempenho.

Já Lobão & Staduto (2020) analisaram o nível de modernização agrícola dos municípios da Amazônia brasileira com dados do Censo Agropecuário de 2006 para a obtenção de 18 indicadores. Usando análise fatorial, extraíram cinco fatores que expressaram 74% da variância

total das variáveis. Com base nesses fatores, os autores mostraram a importância de variáveis referentes às despesas agrícolas, como a forma de uso da terra e o uso intensivo de trabalho, para a modernização agrícola na Amazônia. Verificaram também um padrão heterogêneo e dual na região quanto à modernização agrícola – enquanto o norte e oeste da Amazônia apresentaram níveis mais baixos de modernização, o sul e o leste exibiram níveis maiores.

Por fim, Lazaretti et al. (2019), com dados do Censo Agropecuário de 2006, buscaram identificar o grau de modernização agrícola dos municípios do Rio Grande do Sul e sua relação com os indicadores de renda, índice de Gini e índice de desenvolvimento rural. Para isso, extraíram cinco fatores do total de 18 indicadores, que representavam 74,92% da variância acumulada. Verificaram que os municípios do noroeste, centro-oeste e sudeste do estado possuíam os maiores níveis de modernização. O progresso de modernização agrícola apresentou uma relação positiva sobre o nível de renda dos trabalhadores, gerando maior concentração desta e também uma relação positiva quanto ao desenvolvimento rural. Contudo, quando o índice é muito elevado essa relação se torna negativa.

Assim, com base na literatura, nota-se que existem diversos níveis de modernização agrícola em todas as regiões do Brasil. Contudo, verifica-se também a escassez de estudos para o Nordeste e, sobretudo, a necessidade de análises direcionadas para os estabelecimentos agropecuários familiares.

Metodologia

Base de dados

Este estudo usou dados em nível municipal referentes à modernização agropecuária extraídos do Censo Agropecuário de 2017, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017).

Para a escolha das variáveis e indicadores capazes de captar o nível de modernização agropecuária dos estabelecimentos agropecuários de agricultores familiares do Nordeste, esta pesquisa se baseou em Hoffmann (1992), Souza & Lima (2003) e Costa et al. (2012), entre outros.

Para determinar a intensidade de cada variável e diminuir as disparidades entre os municípios quanto ao tamanho das áreas, normalizou-se a amostra com o uso da proporção dessas variáveis em relação à área explorada (AE), ao equivalente-homem (EH) e ao total de estabelecimentos agropecuários (TE).

Vale ressaltar que foram considerados apenas os estabelecimentos com lavouras permanentes, lavouras temporárias, pastagens naturais, pastagens plantadas em boas condições e pastagens plantadas em más condições.

A Tabela 1 mostra os indicadores empregados para a mensuração do nível de modernização agropecuária dos agricultores familiares do Nordeste. Dada a restrição de informações do censo, a amostra foi composta por 530 municípios, de um total de 1.793.

Análise fatorial

Este estudo fez uso da técnica de análise fatorial por meio do método de componentes principais, que, conforme Hair et al. (2009), permite compilar todas as variáveis empregadas em um pequeno conjunto de fatores que explicam de forma reduzida as variáveis originais, em que o primeiro fator representa o maior poder explicativo da variância total das variáveis, enquanto o segundo fator representa o segundo maior percentual explicativo, e assim por diante.⁴

A análise fatorial pelo método de componentes principais, segundo Mingoti (2005), pode ser expressa por

$$X_i = A_{ij}F_j + \varepsilon_i \quad (1)$$

⁴ Ver Fávero & Belfiore (2017).

Tabela 1. Descrição dos indicadores de modernização agropecuária do modelo.

Variável	Descrição
X1	Número de estabelecimentos agropecuários por município que tinham energia elétrica/AE
X2	Número de estabelecimentos agropecuários por município que recebiam orientação técnica/AE
X3	Área irrigada (ha) dos estabelecimentos agropecuários por município/AE
X4	Área irrigada (ha) dos estabelecimentos agropecuários por município/EH
X5	Área irrigada (ha) dos estabelecimentos agropecuários por município/TE
X6	Número de estabelecimentos agropecuários por município com tratores/TE
X7	Número de tratores, implementos e máquinas agrícolas dos estabelecimentos agropecuários por município/AE
X8	Número de tratores, implementos e máquinas agrícolas dos estabelecimentos agropecuários por município/EH
X9	Número de tratores, implementos e máquinas agrícolas dos estabelecimentos agropecuários por município/TE
X10	Número de estabelecimentos agropecuários por município que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/AE
X11	Número de estabelecimentos agropecuários por município que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/EH
X12	Número de estabelecimentos agropecuários por município que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/TE
X13	Número de estabelecimentos agropecuários por município que obtiveram financiamento/AE
X14	Valor (R\$ mil) das despesas totais realizadas pelos estabelecimentos agropecuários por município/AE
X15	Valor (R\$ mil) das despesas com adubos e corretivos realizadas pelos estabelecimentos agropecuários por município/AE
X16	Valor (R\$ mil) das despesas com sementes e mudas realizadas pelos estabelecimentos agropecuários por município/TE
X17	Valor (R\$ mil) das despesas com sal, ração e outros suplementos realizadas pelos estabelecimentos agropecuários por município/AE
X18	Valor (R\$ mil) das despesas com energia elétrica realizadas pelos estabelecimentos agropecuários por município/AE
X19	Valor (R\$ mil) das receitas da produção dos estabelecimentos agropecuários por municípios/AE
X20	Número de estabelecimentos agropecuários que fazem controle de doenças e/ou parasitas nos animais, por município/AE
X21	Número de estabelecimentos agropecuários que fazem uso de suplementação alimentar, por município/AE
X22	Número de cabeças de animais por município/AE
X23	Número de cabeças de animais por município/EH
X24	Número de cabeças de animais por município/TE
X25	Número de cabeças de animais por município/número de estabelecimentos agropecuários com efetivo da pecuária por município
X26	EH/AE
X27	TE/AE

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

em que X_i corresponde ao vetor de variáveis aleatórias padronizadas; A_{ij} representa a matriz de coeficientes fixos (cargas fatoriais) que expressa a relação entre X_i e F_j ; F_j é um vetor aleatório contendo os fatores; e ε_i é um vetor de erros aleatórios.

Dessa forma, cada fator compreende uma combinação linear das variáveis originais padronizadas, em que os coeficientes correspondem às cargas fatoriais (grau de correlação entre a variável e o fator). Então, as variáveis mais correlacionadas se inserem dentro de um mesmo fator, e os fatores gerados não são correlacionados entre si. O objetivo é explicar a máxima porcentagem da variância total relativa a cada fator. Para contornar possíveis problemas e facilitar a interpretação, fez-se uso do método varimax na rotação ortogonal dos fatores (Johnson & Wichern, 1992; Hair et al., 2009).

Depois da obtenção das cargas fatoriais pela rotação ortogonal, são estimados os escores fatoriais, via método de regressão correspondente, em que se multiplica o valor padronizado da variável i pelo coeficiente do escore fatorial,

$$F_j = W_{ij}X_i \quad (2)$$

em que F_j são os escores fatoriais; W_{ij} representam os coeficientes dos escores fatoriais; e X_i são as variáveis originalmente observadas.

Segundo Fávero & Belfiore (2017), quando se quer testar a qualidade do modelo de análise fatorial, são empregados os testes estatísticos de Bartlett e de Kaiser-Maier-Olkin (KMO). O teste de Bartlett verifica a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade, ou seja, as variáveis não são correlacionadas. Se a hipótese nula for rejeitada, então há correlação entre as variáveis, o que indica adequação à análise. Já o KMO é um indicador que compara as magnitudes dos coeficientes de correlações observados com a magnitude dos coeficientes de correlações parciais. Varia entre 0 e 1; e quanto mais próximo de 1, melhor a adequação dos dados.

Índice de modernização agropecuária

Depois da obtenção e identificação dos fatores e dos escores fatoriais, é feita a construção do índice de modernização agropecuária (IMA) dos agricultores familiares do Nordeste. Contudo, para isso é necessária a padronização dos escores fatoriais com o intuito de evitar que altos escores negativos interfiram na magnitude dos índices e, assim, garantir que todos os fatores sejam ortogonais e positivos (Lemos, 2001). A padronização dos escores é feita por

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

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.

Assim, é possível determinar o IMA como uma combinação linear dos escores fatoriais e a proporção da variância explicada pelos fatores em relação à variância comum (Gama et al., 2007; Lima et al., 2022), ou seja,

$$IMA = \sum_{j=1}^q (\lambda_j / \Sigma \lambda_j) F_{ij}^* \quad (4)$$

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

Resultados e discussão

Análise descritiva das variáveis de modernização agropecuária

A Tabela 2 mostra as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas para mensurar a modernização agrícola do modelo.

Tabela 2. Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no modelo.

Variável	Média	Desvio padrão	Mín.	Máx.
Energia elétrica	1.289,11	976,67	43,00	5.398,00
Orientação técnica	117,36	144,50	0,00	1.333,00
Irrigação	315,94	918,16	1,00	15.776,00
Tratores	25,16	38,83	0,00	383,00
Tratores, implementos e máquinas agrícolas	36,97	76,05	0,00	1.029,00
Calcário e/ou corretivos	65,62	153,20	0,00	1.865,00
Total de estabelecimentos	1.602,37	1.116,46	52,00	5.939,00
Pessoal ocupado de 14 e mais anos	3.940,00	2.909,87	98,00	19.370,00
Pessoal ocupado com menos de 14 anos e com laço de parentesco com o produtor	131,30	166,45	0,00	1.139,00
Pessoal ocupado com menos de 14 anos e sem laço de parentesco com o produtor	9,92	16,72	0,00	133,00
Financiamento	206,83	180,81	2,00	1.182,00
Despesa total	8.886,47	7.749,70	377,71	82.199,19
Despesa adubos e corretivos	707,52	1.474,26	1,76	20.016,64
Despesa com sementes e mudas	192,88	388,44	0,23	4.861,96
Despesa com sal, ração e outros suplementos	1.868,34	2.312,27	40,96	25.873,94
Despesa com energia elétrica	945,48	758,34	6,55	5.695,19
Receitas da produção	11.186,78	10.365,67	669,00	107.641,70
Controle de doenças e/ou parasitas nos animais	880,99	666,43	28,00	4.388,00
Suplementação alimentar	1.005,64	790,83	24,00	4.966,00
Pecuária	1.246,25	941,45	29,00	5.338,00
Cabeças de animais	69.533,61	112.556,10	1.122,00	1.766.481,00
AE	12.472,79	11.600,94	34,15	79.792,37
EH	3.997,48	2.957,72	98,00	19.619,20

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

A amostra, composta por 530 municípios nordestinos, apresenta, em média, 1.602 estabelecimentos agropecuários familiares por município e área explorada média de 12.472,79 hectares. Desses estabelecimentos por município, em média, 1.246,25 têm a atividade pecuária como efetiva, contemplando 69.533 cabeças de animais. Além disso, observa-se a presença de trabalho infantil no campo com maior frequência dos indivíduos menores de 14 anos que detêm laços de parentesco com o produtor.

Quanto às características relacionadas ao uso de práticas e instrumentos agrícolas consi-

derados modernos, em média, 1.289 estabelecimentos por município tinham acesso à energia elétrica, enquanto apenas 117 estabelecimentos por município faziam uso de orientação técnica. No caso da irrigação, apenas 315,94 hectares por município fazem uso dessa prática, número justificado pela falta de conhecimento e pelo baixo poder aquisitivo dos agricultores familiares.

É importante destacar também o pequeno número de estabelecimentos (em média) que possuem tratores (25 por município), que fazem uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo (65) e que fazem controle de doenças e/

ou parasitas nos animais (881), enquanto há um número considerável de estabelecimentos que fazem uso de suplementação alimentar (1.005).

Por fim, quanto às características de movimentação financeira, em média, apenas 206 estabelecimentos por município obtiveram algum tipo de financiamento, com receita igual a R\$ 11.186,78 e despesa total de R\$ 8.886,47 (R\$ 707,52 com adubos e corretivos; R\$ 192,88 com sementes e mudas; e R\$ 1.868,34 com sal, ração e outros suplementos, entre outras despesas).

Análise de fatores relacionados à modernização agropecuária dos agricultores familiares no Nordeste

Para verificar a adequação da amostra ao modelo de análise fatorial (AF) segundo Hair et al. (2009) e Fávero & Belfiore (2017), aplicaram-se os testes de KMO e de Bartlett. No teste de Bartlett, o valor foi de 26.210,406, significativo ao nível de 1% de probabilidade, ou seja, o teste rejeita a hipótese nula de que a matriz de correlações é uma matriz identidade.

Já o teste de KMO exibiu valor igual a 0,854, o que representa uma boa adequação global da AF. Além disso, foi analisada também a medida de adequação da amostra para cada variável (Tabela 3), em que foram obtidos valores maiores do que 0,6, o que indica a adequação individual de todas as variáveis utilizadas no modelo à aplicação da AF (Fávero et al., 2009). Portanto, pode-se concluir que os dados são consistentes e adequados ao modelo adotado.

Desse modo, a AF, por meio do método de componentes principais rotacionados (varimax), agrupou 27 variáveis utilizadas em seis fatores. A Tabela 4 mostra que os valores das raízes características dos fatores foram maiores do que uma unidade e que todos os fatores explicam, em conjunto, 89,61% da variância total dos dados. Resumindo, cada fator explica, individualmente, 30,31% (fator 1), 15,08% (fator 2), 13,88% (fator 3), 11,01% (fator 4), 10,17% (fator 5) e 9,16% (fator 6) da variância total dos dados.

Tabela 3. Teste de Kaiser-Meyer-Olkin.

Variável	KMO
X1	0,9248
X2	0,9464
X3	0,9141
X4	0,6847
X5	0,6731
X6	0,8648
X7	0,8782
X8	0,7081
X9	0,6966
X10	0,9394
X11	0,6169
X12	0,6153
X13	0,9633
X14	0,8833
X15	0,8848
X16	0,8835
X17	0,8631
X18	0,9478
X19	0,9432
X20	0,9047
X21	0,9118
X22	0,9164
X23	0,7317
X24	0,7101
X25	0,8900
X26	0,8396
X27	0,8470
Total	0,8538

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

O próximo passo é a extração das cargas fatoriais e as comunalidades para cada indicador utilizado no modelo (Tabela 5). Segundo Alencar & Silva (2011), a comunalidade pode variar de 0 a 1, revelando a sensibilidade do indicador quanto à modernização agropecuária, ou seja, ela expressa a variância captada pelos indicadores por meio dos seis fatores gerados. Todas as comunalidades apresentaram valores acima de 0,5, indicando o bom poder de explicação das variáveis pelos fatores do modelo.

Tabela 4. Raízes características e variâncias explicadas pelos fatores extraídos pelo método dos componentes principais.

Fator	Raiz característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
Fator 1	8,1838	0,3031	0,3031
Fator 2	4,0712	0,1508	0,4539
Fator 3	3,7485	0,1388	0,5927
Fator 4	2,9735	0,1101	0,7028
Fator 5	2,7449	0,1017	0,8045
Fator 6	2,4732	0,0916	0,8961

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 5. Cargas fatoriais depois da rotação ortogonal e comunalidades.

Variável	Carga fatorial						Comunalidade
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	
X1	0,9387	-0,0840	0,0751	-0,0084	0,0377	0,1585	0,9206
X2	0,6231	-0,0283	0,0172	0,0517	0,0575	0,5457	0,6930
X3	0,2377	0,0374	-0,0055	0,8776	0,1201	0,2737	0,9175
X4	-0,0304	0,2188	-0,0091	0,9449	0,1398	0,0643	0,9654
X5	-0,0365	0,2347	-0,0035	0,9436	0,1209	0,0715	0,9666
X6	-0,1364	0,9280	-0,0049	0,1525	0,0799	0,0119	0,9095
X7	0,1957	0,8444	0,0506	0,1755	0,0838	-0,0044	0,7916
X8	-0,1169	0,9621	-0,0113	0,0885	0,0215	-0,0073	0,9478
X9	-0,1236	0,9704	-0,0066	0,1071	0,0323	0,0039	0,9695
X10	0,3396	0,0125	0,0189	0,1507	0,8395	0,2146	0,8894
X11	-0,0875	0,0703	-0,0231	0,1155	0,9681	0,0217	0,9642
X12	-0,0897	0,1000	-0,0212	0,1210	0,9662	0,0222	0,9673
X13	0,8895	-0,0484	0,0345	-0,0196	0,0221	0,0150	0,7959
X14	0,7131	0,0676	0,1337	0,2312	0,0708	0,6058	0,9564
X15	0,3323	0,0713	-0,0023	0,3740	0,1903	0,7543	0,8605
X16	-0,1036	0,6689	0,0744	0,1456	0,0751	0,3264	0,5971
X17	0,6727	-0,0384	0,2027	0,0540	-0,1065	0,4482	0,7102
X18	0,7904	0,0939	0,1411	0,2033	0,0429	0,4456	0,8952
X19	0,5737	0,0358	0,1326	0,1749	0,1440	0,7234	0,9227
X20	0,9368	-0,1028	0,0691	0,0235	-0,0861	0,1689	0,9294
X21	0,9557	-0,0905	0,0878	-0,0135	-0,0557	0,0369	0,9340
X22	0,4775	0,0025	0,8371	-0,0288	0,0317	0,0425	0,9324
X23	0,0231	-0,0035	0,9890	-0,0136	-0,0330	0,0310	0,9808
X24	0,0222	0,0088	0,9905	-0,0091	-0,0355	0,0283	0,9839
X25	0,0486	0,0259	0,9795	0,0304	0,0192	0,0543	0,9668
X26	0,9358	-0,0741	0,0391	0,0205	0,0483	0,0345	0,8866
X27	0,9557	-0,0798	0,0414	0,0140	0,0562	0,1259	0,9405

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Assim, de modo geral, pode-se dizer que os indicadores de maior influência sobre a modernização agropecuária dos estabelecimentos familiares do Nordeste são X1, X3, X4, X5, X6, X8, X9, X11, X12, X14, X19, X20, X21, X22, X23, X24, X25 e X27, todos com comunalidade superior a 90%; em contrapartida, o indicador X16 (valor das despesas com sementes e mudas realizadas pelos estabelecimentos agropecuários por município/TE) tem a menor influência com comunalidade (59,71%).

Já as cargas fatoriais, segundo Hoffmann (1992), Hair et al. (2009) e Fávero & Belfiore (2017), representam os coeficientes de correlação entre cada fator e cada indicador utilizado. Para a interpretação, considerou-se apenas cargas com valor superior a 0,6, para a maior significância do modelo. Logo, cargas fatoriais mais altas indicam maiores coeficientes de correlação (valores destacados na Tabela 5).

Diante disso, observa-se que o fator 1, responsável pela maior proporção da variância explicada quanto à modernização agropecuária, está forte e positivamente relacionado aos indicadores X1, X2, X13, X14, X17, X18, X20, X21, X26 e X27.

De maneira subsequente, foram obtidos os escores fatoriais, ou seja, os valores fatoriais (pessos) para cada município nordestino da amostra. A Tabela 6 mostra a quantidade e a proporção de municípios nordestinos em relação à média amostral – para todos os fatores, a maior proporção é de municípios abaixo da média.

Para o fator 1, apenas 36,79% (195) dos 530 municípios ficaram acima da média, enquanto 63,21% (335), abaixo. Os municípios que

apresentaram o menor e o maior valores relativos aos escores fatoriais foram Itapetinga, BA (-1,2701) e Teresina, PI (11,9161).

Para os outros fatores, os municípios de menor e maior valores do escore fatorial são estes: fator 2, Rodelas, BA (-1,3526) e Ibititá, BA (6,9456); fator 3, Natal, RN (-1,5168) e São Gonçalo dos Campos, BA (15,1392); fator 4, Paripiranga, BA (-1,6469) e Petrolina, PE (8,7314); fator 5, Baraúna, RN (-1,5555) e Lafaiete Coutinho, BA (5,8830); e fator 6, Tutóia, MA (-2,9225) e Natal, RN (18,1178).

Cálculo do índice de modernização agropecuária da agricultura familiar

A Tabela 7 mostra o índice de modernização agropecuária familiar no Nordeste brasileiro por estado. O IMA permite verificar como o uso de insumos e práticas modernas pelos produtores familiares se relaciona diretamente à produtividade e ao rendimento da propriedade.

De modo geral, o IMA médio foi muito baixo (0,1315) para a região, o que revela escassez de tecnologias modernas entre os agricultores familiares e, portanto, o uso de práticas agrícolas rudimentares. Isso corrobora os estudos de Hoffmann (1992) e Costa et al. (2012), que observaram que os menores indicadores da modernização agrícola são os do Nordeste e Norte, embora os autores tenham considerado todos os tipos de agricultores.

Costa et al. (2012) identificaram grande heterogeneidade dos estados brasileiros, ou seja, grande discrepância entre os valores do IMA (alto e baixo desempenhos), confirmando as te-

Tabela 6. Número e proporção de municípios em relação à média dos escores fatoriais.

Municípios (quant./prop.)	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6
↑ (quantidade)	195	153	122	164	126	252
↑ (proporção) (%)	36,79	28,87	23,02	30,94	23,77	47,55
↓ (quantidade)	335	377	408	366	404	278
↓ (proporção) (%)	63,21	71,13	76,98	69,06	76,23	52,45

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 7. Estatísticas gerais do IMA dos estabelecimentos agropecuários familiares nordestinos em níveis municipal e estadual.

Estado	Nº de municípios	IMA médio	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)
Nordeste	530	0,1315	0,0831	0,4894	0,0394	29,95
			Paulo Ramos, MA	Teresina, PI		
Maranhão	41	0,1151	0,0831	0,2073	0,0294	25,52
			Paulo Ramos	Tutóia		
Piauí	32	0,1416	0,0965	0,4894	0,0712	50,29
			Assunção do Piauí	Teresina		
Ceará	70	0,1286	0,0865	0,2552	0,0336	26,15
			Jaguaretama	Caucaia		
Rio Grande do Norte	22	0,1510	0,1006	0,3104	0,0574	38,01
			Caraúbas	Natal		
Paraíba	34	0,1247	0,0916	0,1880	0,0169	13,52
			Caraúbas	Lagoa Seca		
Pernambuco	59	0,1352	0,0944	0,2387	0,0348	25,74
			Floresta	Petrolina		
Alagoas	17	0,1326	0,0972	0,1679	0,0233	17,57
			Mar Vermelho	Penedo		
Sergipe	27	0,1288	0,0965	0,1702	0,0203	15,72
			Tobias Barreto	Umbaúba		
Bahia	228	0,1321	0,0845	0,2691	0,0396	30,01
			Lajedinho	Luís Eduardo Magalhães		

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

ses históricas de que as regiões Norte e Nordeste são atrasadas em relação às demais.

Conforme os mesmos autores, os processos históricos e culturais, bem como a necessidade da indústria por matéria-prima, podem ser considerados grandes indutores da modernização agrícola nos estados brasileiros. Cabe destacar que a grande intensidade no uso de novas tecnologias tem como objetivo suprir necessidades dos estados em fatores produtivos de primeira necessidade, como terra e mão de obra.

Entre os municípios da amostra, Paulo Ramos, MA (0,0831) exibiu o menor IMA e Teresina, PI (0,4894), o maior. Quando se desagrega a amostra nos nove estados, nota-se que o

índice tem comportamento homogêneo, ou seja, não há grandes diferenças em suas magnitudes.

O Piauí foi o estado com maior coeficiente de variação (50,29%), o que indica que os índices se dispersaram mais em torno da média e revela uma maior heterogeneidade entre os agricultores familiares quanto ao uso de instrumentos modernos. Martins et al. (2014) destacam que 16 municípios do Piauí exibiram índices considerados bons, mas apenas os municípios de Boa Hora, Buriti dos Lopes, Dom Expedito Lopes, Novo Santo Antônio, Ribeiro Gonçalves, Santa Filomena e Sussuapara apresentaram índices tidos como muito bons para 2006. As variáveis relacionadas ao uso de adubos, à área irrigada e ao valor da produção são as que mais

influenciam esses sete municípios, e os investimentos em irrigação, o rendimento no valor da produção dos estabelecimentos e os incentivos à área explorada foram importantes para a obtenção do referido IMA.

A Paraíba obteve o menor coeficiente de variação, indicando uma maior homogeneização quanto ao nível tecnológico dos agricultores familiares, sendo Lagoa Seca (0,1880) e Caraúbas (0,0916) os municípios de maior e menor índices.

Para o Ceará, apenas 70 municípios apresentaram IMA superior à média (0,1286). Santos & Campos (2021) obtiveram resultados semelhantes: apenas 50 dos 164 municípios cearenses ficaram acima da média do índice de modernização agropecuária (11,02).

Considerações finais

Este estudo confirmou que é baixo o índice de modernização da agricultura (IMA) dos agricultores familiares no Nordeste, cuja média é de 0,1315. Os agricultores familiares fazem pouco uso de tecnologia e é desigual a implementação do processo de modernização, o que deixa à margem tanto a região Nordeste quanto os pequenos agricultores.

Quando se desagrega a amostra por estado, observou-se que o índice se comportou de forma homogênea, ou seja, o nível de tecnologia entre os produtores familiares não revelou grandes oscilações entre os estados nordestinos – o Maranhão obteve o menor IMA médio (0,1151) e o Rio Grande do Norte, o maior (0,1510).

Assim, sugere-se a adoção de novas políticas públicas, bem como a ampliação e reformulação de políticas já em vigor – Pronaf, Agronordeste e PAA, por exemplo –, voltadas para os agricultores familiares e que levem em consideração as características desses produtores. Ou seja, é preciso descentralizar a operação dos programas e permitir maior participação de órgãos, entidades e produtores rurais que conheçam as necessidades específicas de cada região.

Observa-se que o Pronaf contabiliza o maior percentual de todos os recursos disponibilizados pelo governo federal para a agropecuária, sendo a principal ferramenta de desenvolvimento do setor. Portanto, é importante que se controle onde e como seus recursos estão sendo aplicados e que haja acompanhamento dos resultados para que, assim, se possa identificar sua eficiência.

Constata-se que o crescimento da modernização agropecuária no Nordeste é um processo lento e que decorre de problemas relacionados à produtividade do pessoal ocupado, à limitada infraestrutura hídrica e elétrica e à insuficiência de tecnologias capazes de incrementar a produção – os sistemas de preparo de solo, a pequena quantidade de mão de obra empregada e a baixa relação entre o total de estabelecimentos e área explorada, por exemplo. Portanto, a disseminação de novas práticas agropecuárias e a assistência técnica aumentariam o nível tecnológico e, conseqüentemente, a produtividade das propriedades.

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.
- ALMEIDA, J.; GERHARDT, T.E. Tema integrador e eixos temáticos. In: ALMEIDA, J. (Org.). **A modernização da agricultura**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2011. p.11-18. (Série Educação a Distância).
- COSTA, C.C. de M.; REIS, P.R. da C.; FERREIRA, M.A.M.; MOREIRA, N.C. Modernização agropecuária e desempenho relativo dos estados brasileiros. **Agroalimentaria**, v.18, p.43-56, 2012.
- COSTA, E.M.; VIEIRA FILHO, J.E.R. Choque de oferta no crédito rural e seu impacto produtivo na agricultura brasileira. In: SACHSIDA, A. (Org.). **Políticas públicas: avaliando mais de meio trilhão de reais em gastos públicos**. Brasília: Ipea, 2018. p.207-224. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/181009_politicas_publicas_no_brasil.pdf>. Acesso em: 14 maio 2021.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Contando Ciência na Web: Região Nordeste**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/contando-ciencia/regiao-nordeste>>. Acesso em: 12 maio 2021.

- FÁVERO, L.P.L.; BELFIORE, P.P.; SILVA, F.L. da; CHAN, B.L. **Análise de dados**: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. p.195-265.
- FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados**: estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- FERREIRA JÚNIOR, S.; BAPTISTA, A.J.M.S.; LIMA, J.E. de. A modernização agropecuária nas microrregiões do estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.42, p.73-89, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032004000100004>.
- GAMA, Z.J.C.; SANTANA, A.C. de; MENDES, F.A.T.; KHAN, A.S. Índice de desempenho competitivo das empresas de móveis da região metropolitana de Belém. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.5, p.127-160, 2007. DOI: <https://doi.org/10.25070/rea.v5i1.100>.
- GASQUES, J.G.; VIEIRA FILHO, J.E.R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A agricultura brasileira**: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: Ipea, 2010. 293p.
- GUANZIROLI, C.; ROMEIRO, A.; BUAINAIN, A.M.; DI SABBATO, A.; BITTENCOURT, G. **Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.
- HAIR JR., J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. **Análise multivariada de dados**. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- HOFFMANN, R. A dinâmica da modernização da agricultura em 157 microrregiões homogêneas do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.30, p.271-290, 1992. Disponível em: <<http://www.resr.periodikos.com.br/article/5ea0bed40e8825b12cc84922/pdf/resr-30-4-271.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017**. 2017. Disponível em: <<https://censoagro2017.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16 nov. 2022.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992.
- LAZARETTI, L.R.; BATISTELLA, P.; TEIXEIRA, F.O.; FREITAS, T.D.; FREITAS, C.A. de. Modernização e desenvolvimento rural nos municípios gaúchos. **Revista de Política Agrícola**, ano28, p.22-36, 2019.
- LEMOS, J. de J.S. Níveis de degradação no Nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v.32, p.406-429, 2001.
- 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>.
- LOBÃO, M.S.P.; STADUTO, J.A.R. Modernização agrícola na Amazônia brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.58, e188276, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.182276>.
- MACHADO, V. A modernização da agricultura e a produção do biocombustível como energia alternativa: uma reflexão crítica. **Tékhn e Lógos**, v.1, p.2-23, 2010.
- MARIANO, J.L.; PINHEIRO, G.M.T.L. Eficiência técnica da agricultura familiar no projeto de irrigação do Baixo Açu (RN). **Revista Econômica do Nordeste**, v.40, p.283-296, 2009.
- MARQUES, P.E.M. Concepções em disputa na formulação das políticas públicas de apoio à agricultura familiar: uma releitura sobre a criação do PRONAF. **Raízes**, v.22, p.16-28, 2003. DOI: <https://doi.org/10.37370/raizes.2003.v22.217>.
- MARTINS, E. de A.; CAMPOS, K.C.; LIMA, P.V.P.S. Índice de modernização agrícola no estado do Piauí. In: ARAUJO, J.A. de; REIS, J.N.P.; PAULO, E.M.; MANCAL, A. (Org.). **Desafios da sustentabilidade no semiárido nordestino**. Fortaleza: RDS, 2014. p.139-154.
- MIELITZ NETTO, C.G.A.; MELO, L.M. de; MAIA, C.M. **Políticas públicas e desenvolvimento rural no Brasil**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2010. (Série Educação a Distância).
- MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2005.
- SANTOS, L.O. dos; CAMPOS, K.C. Modernização da agropecuária dos municípios do estado do Ceará. **Economia & Região**, v.9, p.115-130, 2021.
- SILVA, F.P. da. **Eficiência técnica e heterogeneidade tecnológica na agropecuária brasileira**. 2017. 90p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SILVA, J.G. da. **Progresso técnico e relações de trabalho na agricultura**. São Paulo: Hucitec, 1981. 210p. (Coleção economia e planejamento. Série teses e pesquisas).
- SORJ, B. **Estado e classes sociais na agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008. 136p. DOI: <https://doi.org/10.7476/9788599662281>.
- SOUZA, P.M. de; LIMA, J.E. de. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas unidades da Federação. **Revista Brasileira de Economia**, v.57, p.795-824, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-71402003000400007>.
- TEIXEIRA, J.C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v.2, p.21-42, 2005.