

Avaliação da modernização da produção agrícola nas microrregiões do Nordeste brasileiro: classificação e agrupamento de indicadores

Evaluation of the modernization of agricultural production in the Brazilian Northeast microregions: classification and grouping of indicators

*Gláucia de Almeida Padrão
Universidade Federal de Viçosa – UFV*

*Edson Santos Melo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE*

*João Eustáquio de Lima
Universidade Federal de Viçosa – UFV*

Resumo: O processo de modernização da agricultura brasileira começou em meados dos anos 1960. No entanto, esse processo ocorreu de forma diferente nas regiões do país, sendo marcado por profunda transformação da região Centro-Sul, à qual foi destinada a maior parte do crédito agrícola por se dedicar as principais commodities que compõem a produção do setor agroexportador, e devido à concentração de subsistência e baixo valor adicionado da agricultura nas regiões Norte e Nordeste. Neste contexto, este estudo teve como objetivo verificar qual é o nível de modernização da agricultura nas microrregiões do Nordeste. Para tanto, selecionou-se 21 variáveis para analisar a modernização da agricultura nas 188 microrregiões do Nordeste e realizou-se uma análise fatorial e de cluster. Em termos gerais, os resultados indicaram uma grande homogeneidade da região, caracterizada por uma baixa intensidade tecnológica, chamando a atenção para a necessidade de formulação de políticas que intensifiquem a formulação de programas de incentivo ao desenvolvimento agrícola, a formação de capital humano, o uso de tecnologia de produção, a criação e melhor utilização do crédito rural, a fim de incorporar definitivamente o Nordeste para a produção nacional.

Palavras-chave: Modernização; Agricultura; Análise fatorial.

Abstract: The Brazilian agriculture modernization process began in the mid 1960s. However, this process occurred differently in regions of the country, marked by profound transformation of the Mid-South region to which received most of the agricultural credit for producing of the main commodities of the agricultural export sector, and due to the concentration of subsistence and low added value of agriculture in the North and Northeast regions. In this context, this study aimed to verify what is the agriculture modernization level in Northeast microregions. For so, were selected 21 variables to analyze the modernization of agriculture in the 188 microregions of the Northeast and were held a factorial analyses and cluster. Broadly, the results indicated a large homogeneity of the region, characterized by a low technological intensity, calling attention to the need to formulation of policies that enhance the formulation of incentive projects that foster agricultural development, human capital training, use of production technology, creation and better use of rural credit, in order to definitely incorporate the Northeast to domestic production.

Keywords: Modernization; Agriculture; Factorial analyses.

JEL: Q16

Introdução

A agricultura brasileira desenvolveu-se até a década de 1960, orientada pelo fator terra, considerado em abundância e mão de obra. Após meados dessa década, ganhou força o processo de modernização da agricultura nacional. Tal processo teve como foco a modernização da base técnica, a expansão da fronteira agrícola e o fortalecimento da agroindústria. Destacaram-se, nesse período, a criação da Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater), além do crédito subsidiado.

A ocorrência de tais fatos, fomentados pelo processo de modernização conhecido como Revolução Verde, levou a uma considerável mudança quanto à diversificação das culturas. Como observaram Bonelli e Pessoa (1997), a composição da produção nacional se modificou, verificando-se uma expressiva expansão nas culturas referentes às *commodities* como a soja. Ainda segundo os referidos autores, o crescimento na produção agrícola nas décadas de 1970 e 80 foi marcado pelos ganhos de produtividade decorrentes da utilização de sementes modificadas e mais resistentes, emprego de adubos e fertilizantes, entre outras técnicas de cultivo.

De acordo com Barros e Graham (1978), a agricultura brasileira tinha como caracterização o crescimento dos produtos exportáveis no Sul do país, ao passo que no Nordeste aumentava a importância do setor de produção para subsistência. Logo, enquanto a produtividade do Sul aumentava, a do Nordeste, que não produzia em grande escala, declinava. No entanto, o modelo que vinha prevalecendo até a década de 1980 veio à falência devido à crise macroeconômica, além das mudanças estruturais, como ressaltaram Souza e Lima (2003), sendo o modelo subsequente focado em resoluções de problemas conjunturais. Nessa fase, destacaram-se a implantação da política de preços mínimos e a contratação de crédito subsidiado.

Fica evidente que em todas as fases do processo de modernização da agricultura brasileira o governo se portou como principal fomentador. Para Garcia e Teixeira (1991), os investimentos do Estado sempre foram pautados na elevação da produção. Para tanto, foram realizados gastos em infraestrutura de transportes, armazenamento, irrigação e eletrificação rural, além da geração de crédito rural, visando financiar atividades de melhoria e expansão de produtos destinados, sobretudo, à exportação.

De acordo com Souza e Lima (2003), porém, a região Centro-Sul foi a que mais se beneficiou com a implantação do crédito, região esta que se localizava a maior parcela dos grandes produtores rurais que, em sua maioria, eram voltados para o mercado externo. Assim, a Região Nordeste ficou à margem desse processo. No entanto, vem-se procurando corrigir tal fato nos dias atuais, pois vários programas de crédito têm sido implementados, com destaque para o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e, especificamente para o Nordeste, o Cresce Nordeste, que está ligado ao Programa Cresce Brasil.

Analisando o processo de modernização nas unidades da federação, Souza e Lima (2003) concluíram que, de 1970 a 1995, a intensidade da modernização nos estados que compõem a Região Nordeste ainda era bem abaixo do restante do país. Corrêa e Figueiredo (2006), estendendo a análise até o ano de 2002, demonstraram que os níveis de modernização pouco se alteraram em relação aos estados brasileiros, à exceção da Região Centro-Oeste, que no período se tornou de grande importância para a economia nacional e para a qual se têm destinado grandes investimentos para aumento da produtividade. Quanto à Região Nordeste, os referidos autores ressaltaram que os níveis de modernização ainda refletem os mesmos níveis de atraso observados entre 1975 e 1985. Portanto, mesmo com o desenvolvimento de culturas de exportação como a soja e a expansão das culturas relacionadas à fruticultura, o padrão de modernização agrícola da região parece não ter apresentado avanços consideráveis.

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2012), no ano de 2009, a Região Nordeste foi responsável por 7,37% do valor adicionado bruto a preços correntes da agropecuária no valor adicionado bruto a

preços correntes total. Internamente, os Estados que mais se destacaram neste aspecto no referido ano foram Maranhão (16,59%), Piauí (10,16%) e Bahia (7,72%). No entanto, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte responderam por 4,82%, 5,1% e 5,28%, respectivamente, o que denota ampla disparidade entre os Estados da região.

Quanto ao valor de produção total brasileira agropecuária, relativa à lavoura permanente, 21,72% proveio do Nordeste no ano de 2010 (IBGE, 2012). Já em relação à lavoura temporária, tal percentual era de 12,67%. Quando consideradas as duas lavouras em conjunto, o Nordeste é responsável por 14,59% do valor da produção agrícola nacional.

Os produtos mais importantes para a agricultura na região, em relação ao valor da produção agropecuária total no ano de 2010, de acordo com dados do IBGE (2012) são: Cana-de-açúcar (17,9%), soja (13,4%) e milho (7,1%), para lavoura temporária. Já em relação à lavoura permanente, destacam-se: banana (6,5%), algodão herbáceo (4,7%) e mamão (4,2%). Merece destaque o fato de que, dos 10 principais produtos de lavoura permanente, oito são relacionados à fruticultura, mostrando o forte desempenho dessa atividade na região.

Diante do exposto, tem-se a seguinte questão: como se encontram, nos dias atuais, o nível e intensidade de modernização da agricultura no Nordeste? Tal pergunta poderá contribuir para melhor compreender o desenvolvimento econômico e agrário, além de melhor direcionar as políticas públicas voltadas para aquela região, no que tange essa questão.

Especificamente, como objetivo, pretende-se identificar um reduzido grupo de fatores que possam representar um aspecto em comum entre as 21 variáveis selecionadas, bem como, depois disso, fazer o agrupamento das microrregiões do Nordeste em relação aos indicadores de modernização.

Para atender a tais objetivos, este estudo foi dividido em quatro partes, sendo o primeiro este tópico introdutório. No segundo tópico é feita a exposição da metodologia, que se baseia nos métodos de análise multivariada e descrição das variáveis e fonte de dados. Logo após, são apresentados os resultados e discussões, em que se buscou comprovar a hipótese de homogeneidade do nível de modernização da região, e, por fim, seguem-se as considerações finais.

2. Metodologia

2.1 Análise Fatorial

Análises que envolvem relativamente um grande número de variáveis trazem consigo uma série de problemas, quais sejam: caracterização da amostra, descrição da inter-relação entre as variáveis e existência de correlação entre as variáveis, entre outros. Assim, a análise fatorial tem como princípio básico a redução do número de variáveis iniciais, por meio da criação de fatores que, supostamente, medem aspectos comuns das variáveis.

Segundo Mingoti (2005), o objetivo da análise fatorial é aproximar o máximo possível da descrição das variáveis originais por meio de menor número de variáveis hipotéticas, conhecidas por fatores. Além disso, o método permite identificar a correlação entre o fator e a variável e quanto os fatores explicam da variabilidade dos dados originais.

A estimação das cargas fatoriais pode ser feita por meio do método dos Componentes Principais, método do Fator Principal ou pelo método de Máxima Verossimilhança, que são os mais comuns na literatura. Optou-se, neste estudo, por utilizar o método dos Componentes Principais. Uma análise feita por estes componentes consiste em explicar a estrutura da variância e da covariância, utilizando combinações lineares das variáveis originais. Por meio dessas combinações lineares é possível reduzir o número inicial de variáveis. Esse método é baseado no uso das raízes e vetores característicos, e cada escore do vetor característico é uma carga fatorial, e, conseqüentemente, o vetor característico é o vetor de cargas fatoriais. Assim, segundo Mingoti (2005), o método das componentes principais é estimado de forma que para cada raiz característica $\hat{\lambda}_i$ há um autovetor normalizado \hat{e}_i , de forma que o primeiro fator (F1) contém a maior parcela de explicação da variância total das variáveis originais, e o segundo fator (F2) possui a maior parcela do restante da variância total das variáveis originais e é ortogonal ao primeiro, e assim sucessivamente.

O modelo de análise fatorial ortogonal pode ser formulado matematicamente da seguinte forma para m variáveis, de acordo com Barroso e Artes (2003):

$$\begin{aligned} X_1 - \mu_1 &= \varphi_{11}F_1 + \dots + \varphi_{1m}F_m + \epsilon_1 \\ X_2 - \mu_2 &= \varphi_{21}F_1 + \dots + \varphi_{2m}F_m + \epsilon_2 \\ &\vdots \\ X_p - \mu_p &= \varphi_{p1}F_1 + \dots + \varphi_{pm}F_m + \epsilon_p \end{aligned}$$

em que: $X = (X_1, \dots, X_p)'$: vetor de variáveis observadas; $\mu = (\mu_1, \dots, \mu_p)'$: vetor de médias de X ; F_1, \dots, F_m : fatores comuns; $\epsilon_1, \dots, \epsilon_p$: fatores específicos; e φ_{pm} , $i = 1, \dots, p$: cargas fatoriais.

O método procura determinar os coeficientes φ_{pm} , que são as cargas fatoriais e representam a correlação entre as variáveis originais e os fatores comuns. A redução no número de variáveis se dá em razão do fato de os fatores serem a combinação linear de mais de uma variável, de forma que mais de uma, que seja correlacionada com as cargas fatoriais, possa ser englobada no mesmo fator. A partir desse modelo inicial, a variância de determinada variável X_p pode ser decomposta em duas partes, sendo a primeira denominada comunalidade e a segunda, unicidade ou especificidade, como representado pela seguinte equação:

$$V(X_p) = \varphi_{i1}^2 + \varphi_{i2}^2 + \dots + \varphi_{ij}^2 + \epsilon_p = \sum_{l=1}^R \varphi_{ij}^2 + \epsilon_p = 1$$

em que: $\sum_{l=1}^R \varphi_{ij}^2$: comunalidade; e ϵ_p : especificidade.

Após o cálculo das cargas fatoriais, identificação e interpretação dos fatores, torna-se necessária a estimação dos escores fatoriais que, neste estudo, foi feita a partir de método semelhante ao de regressão, conforme a literatura precedente sugere. Segundo Mingoti (2005), para cada observação da amostra, o escore no fator F_j é dado pelo resultado da multiplicação do valor padronizado (Z_{pk}) de cada variável pela carga fatorial (φ_{ij}), conforme mostrado na equação a seguir:

$$\hat{F}_{ij} = \varphi_{i1}Z_{1k} + \varphi_{i2}Z_{2k} + \dots + \varphi_{ij}Z_{pk}$$

Para os casos em que há indefinição dos fatores com relação a quais variáveis estão mais correlacionadas com determinado fator, ou seja, quando ocorre a violação da suposição de ortogonalidade dos fatores, utiliza-se a transformação ortogonal dos fatores originais, conhecida como rotação ortogonal. Neste estudo foi utilizado o critério de Varimax, que tem como base encontrar para um fator fixo um grupo de variáveis altamente correlacionadas com o fator e outro grupo de variáveis que tenham correlação desprezível ou moderada com esse grupo (MINGOTI, 2005). O método Varimax permite que os coeficientes de correlação entre as variáveis e os fatores fiquem o mais próximo possível de zero ou de 1, em valores absolutos, permitindo, assim, maior nitidez na identificação dos grupos de variáveis.

Visando testar a adequabilidade do modelo de análise fatorial aos dados, utilizaram-se o critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de esfericidade de Bartlett. O critério KMO é um índice que compara correlações simples e parciais, variando de 0 a 1. Assim, para resultados acima de 0,5 os dados são adequados à análise fatorial. Já o teste de Bartlett verifica a hipótese nula de que a matriz de correlações é estatisticamente igual a uma matriz-identidade. Para que a análise fatorial seja adequada aos dados, o teste de Bartlett deve rejeitar a hipótese nula. Testada a adequabilidade da análise fatorial, os escores fatoriais de cada microrregião do Nordeste serão utilizados para a análise de *Cluster*.

2.2 Análise de *Cluster*

A análise de *Cluster* tem por princípio básico dividir os elementos da amostra em grupos, de forma que haja heterogeneidade entre grupos distintos e a maior homogeneidade possível dentro de um mesmo grupo, de acordo com características (variáveis) comuns entre os elementos. Essa análise é feita comumente por meio dos escores fatoriais obtidos na análise fatorial, os quais foram utilizados neste estudo.

O agrupamento dos dados pode ser feito, de acordo com Mingoti (2005), de duas formas, a saber: por meio da similaridade ou dissimilaridade entre os elementos. A escolha entre um e outro deve ser dar em função das necessidades de cada estudo. O que se pretende é agrupar os indivíduos semelhantes por meio da utilização de algoritmos que buscam maximizar a heterogeneidade entre grupos diferentes. Assim, as técnicas para construção dos grupos são classificadas em hierárquicas e divisivas, em que as primeiras são utilizadas em análise exploratória de dados, com o objetivo de identificar os grupos distintos e o número possível de grupos. Já as técnicas divisivas partem da definição, *a priori*, do número de grupos e têm por objetivo satisfazer dois princípios: a coesão interna que trata da maior semelhança entre os elementos do mesmo grupo e o isolamento que trata da maior separação possível entre grupos distintos (MINGOTI, 2005).

A literatura geralmente utiliza os métodos hierárquicos aglomerativos, dos quais os mais comuns são: método de ligação simples, método de ligação completa, método do centroide e método de Ward. Entretanto, devido ao elevado número de observações deste estudo, os métodos hierárquicos aglomerativos não seriam os mais adequados para se obter estimativas confiáveis. Assim, optou-se por utilizar o método de K-Médias. Tal método se refere a um modelo de aglomeração não hierárquica.

Para mensurar a distância entre os elementos, utilizou-se a distância euclidiana. Segundo Mingoti (2005), a representação algébrica dessa distância é dada por:

$$D(X_l, X_k) = \sqrt{[(X_l - X_k)'(X_l - X_k)]}$$

$$D(X_l, X_k) = \sqrt{\sum_{i=1}^p (X_{il} - X_{ik})^2}$$

em que: $d(X_l, X_k)$ é a distância euclidiana entre os elementos X_l e X_k , sendo $i \neq k$.

No método K-Média, o número de grupos a serem estimados deve ser definido *a priori*. Porém, para que tal escolha não seja aleatória e subjetiva, será feito o agrupamento das microrregiões pelo método hierárquico de Ward. Em seguida serão realizados os testes de Calinski-Harabasz (1974) e Duda-Hart (2001), que auxiliarão na determinação do número de grupos. Só depois de identificado o número de grupos é que será realizado o agrupamento das microrregiões do Nordeste pelo método K-Média, em que serão buscadas a minimização da variância interna dos grupos e a maximização da variância entre estes.

2.3 Definição das Variáveis e Fonte de Dados

A região de estudo deste trabalho compreende todas as 188 microrregiões, segundo a classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, dispostas por nove estados que, juntos, compõem a Região Nordeste, ou seja: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

As variáveis utilizadas como indicadores de modernização na agricultura foram baseadas nos estudos de Hoffman (1992), Souza e Lima (2003), calculados a partir de dados disponíveis no Censo Agropecuário de 2006, desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2012). As variáveis foram apresentadas em proporção da Área Explorada (AE), Equivalente Homem (EH) e Total de Estabelecimentos Agropecuários (TE).

A área explorada é caracterizada por Hoffman (1992) como o somatório da área utilizada na lavoura permanente e temporária, pastagens e matas plantadas e naturais. O equivalente homem é definido por Silva e Kageyama (1983) como a força de trabalho utilizada por um homem ao longo de um ano, distinguindo trabalhadores temporários e permanentes. Convencionou-se utilizar as seguintes conversões propostas pelos referidos autores: para empregados não assalariados, uma mulher equivale a 0,66 EH e uma criança a 0,5 EH; para não empregados, uma mulher = 0,6 EH e uma criança = 0,4 EH; para os empregados assalariados, a mulher é equivalente a 1 EH e uma criança = 0,5 EH.

Assim, os indicadores de modernização selecionados foram: X1 (Número de tratores / AE); X2 (Número de tratores / EH); X3 (Número de estabelecimentos com controle de pragas e doenças/AE); X4 (Número de estabelecimentos que aplicam adubos e corretivos/TE); X5 (Número de estabelecimentos com eletricidade/TE); X6 (Despesas com energia elétrica/AE); X7 (Área irrigada AE); X8 (Combustíveis e lubrificantes/AE); X9 (EH/AE); X10 (Número de estabelecimentos com assistência

técnica/AE); X11 (Valor de financiamentos/AE); X12 (Valor de investimentos/AE); X13 (Valor de financiamentos/EH); X14 (Valor de investimentos/EH); X15 (Valor da Produção/AE); X16 (Valor da produção/EH); X17 (Despesas gerais/E); X18 (Despesas gerais/EH); X19 (Número de estabelecimentos com controle de pragas e doenças/EH); X20 (Número de estabelecimentos com assistência técnica/EH); X21 (Área irrigada/TE).

Os valores monetários foram convertidos em reais de 1994, tendo como base o Índice Geral de Preços – Oferta Global (IGP-OG: base 1994 = 100) da Fundação Getúlio Vargas – FGV (2012).

3. Resultados e Discussão

3.1 Análise Fatorial

Para atendermos aos objetivos propostos, em primeiro lugar, procedeu-se uma análise fatorial. Para tanto, iniciou-se com a obtenção dos fatores e cargas fatoriais, por meio do programa *Stata 11*, com base no referencial analítico exposto.

Pelo teste de esfericidade de Bartlett, cuja estatística foi 4.933,90, e considerando um nível de significância de 1%, rejeitou-se a hipótese nula de que a matriz de correlações é estatisticamente igual a uma matriz identidade, sendo os dados, portanto, considerados adequados para a análise fatorial. De acordo com a análise gráfica das raízes características, foi possível definir seis fatores, uma vez que esse resultado identifica saltos ocorridos na proporção da variância explicada pelo fator. Os seis fatores identificados foram capazes de explicarem, juntos, 84,36% da variância total dos 21 indicadores de modernização para a região Nordeste, conforme apresentado a seguir na Tabela 01.

Tabela 01 – Número de fatores e percentual da variância explicada por fator

Fator	Raiz Característica	Variância Explicada pelo Fator (%)	Variância Acumulada (%)
1	6,14	29,24	29,24
2	4,02	19,16	48,40
3	2,97	14,17	62,57
4	1,81	8,62	71,19
5	1,66	7,91	79,11
6	1,10	5,26	84,36

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados do teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) apontaram que os dados podem ser utilizados para análise fatorial, apresentando valor acima de 0,5 (KMO = 0,6178), que indica a adequabilidade dos dados à análise fatorial.

Analisando as comunalidades após a rotação ortogonal realizada pelo método de Varimax, tem-se que todos os indicadores possuem sua variabilidade explicada pelos seis fatores identificados, como apresentado na Tabela 02.

Como se pode observar na Tabela 02 a seguir, para uma melhor identificação dos resultados, as cargas fatoriais mais fortemente relacionadas com o fator foram destacadas em negrito. Observa-se que o Fator 1, que detém 29,24% de explicabilidade da variância, está associado às variáveis X7, X8, X11, X15 e X21, que

tratam de variáveis relacionadas à área explorada e ao total de estabelecimentos, devendo esse fator ser definido como *Intensidade do Uso da Terra*.

O Fator 2, que representa 19,16% da parcela da variância explicada, está mais fortemente correlacionada com as variáveis X2, X13, X14 e X16, que relacionam o emprego de máquinas e capital em relação à mão de obra utilizada. Este fator, portanto, foi definido como *Intensidade do Uso da Relação Capital/Trabalho*.

Para o Fator 3, que capta 14,17% da explicabilidade da variância, constatou-se que ele apresenta maior correlação com as variáveis X3, X6, X9 e X10, que relacionam gastos com insumos produtivos e assistência técnica, sendo definido como *Nível de Gastos com Insumos e Assistência Técnica*.

Tabela 02 – Cargas fatoriais e comunalidades

Variáveis	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Com.
X1 (Tratores/AE)	0,43	0,10	0,15	-0,21	0,28	0,68	0,80
X2 (Tratores/EH)	0,09	0,85	-0,13	0,00	0,21	0,17	0,82
X3 (Pragas e doenças/AE)	-0,08	-0,12	0,90	0,14	-0,04	-0,02	0,85
X4 (Adubos e corretivos/TE)	0,22	0,07	0,18	0,63	-0,04	0,51	0,74
X5 (Eletricidade/TE)	0,03	-0,05	0,02	0,93	-0,03	0,01	0,86
X6 (Eletricidade/AE)	0,25	0,06	0,69	0,01	0,18	-0,42	0,75
X7 (Área irrigada/AE)	0,81	0,01	0,29	-0,12	0,23	0,21	0,86
X8 (Combustíveis/AE)	0,66	0,10	0,45	-0,05	0,08	-0,10	0,67
X9 (EH/AE)	0,17	-0,15	0,85	-0,26	-0,03	0,26	0,90
X10 (Assistência técnica/AE)	0,00	-0,12	0,96	-0,06	0,00	0,11	0,95
X11 (Financiamentos/AE)	0,70	0,28	-0,06	-0,14	0,07	0,17	0,62
X12 (Investimentos/AE)	0,40	0,36	0,20	-0,17	0,28	0,58	0,77
X13 (Financiamentos/EH)	0,14	0,91	-0,07	-0,03	0,04	-0,04	0,87
X14 (Investimentos/EH)	-0,02	0,86	-0,06	0,02	0,11	0,12	0,78
X15 (Produção/AE)	0,90	0,09	0,04	-0,17	0,05	0,11	0,86
X16 (Produção/EH)	0,42	0,83	-0,13	-0,05	0,06	-0,04	0,89
X17 (Despesas gerais/AE)	0,15	0,00	0,05	-0,04	0,97	0,06	0,98
X18 (Despesas gerais/EH)	0,07	0,28	-0,06	-0,01	0,93	0,07	0,97
X19 (Pragas e doenças/EH)	-0,11	0,02	-0,15	0,95	-0,04	-0,10	0,95
X20 (Assistência técnica/EH)	-0,22	-0,05	-0,03	0,94	0,00	-0,09	0,94
X21 (Área irrigada/TE)	0,87	0,31	-0,16	0,08	0,07	0,07	0,89

Fonte: Dados da pesquisa.

No que se refere ao Fator 4, que explica a quarta maior parcela da variância (8,62%), ele possui maior correlação com as variáveis X4, X5, X19 e X20, que

descrevem a interação entre variáveis de controle e insumos em relação ao número de estabelecimentos e pessoal ocupado. Assim, esse fator foi denominado *Capacitação da Mão de Obra Empregada e Utilização de Insumos*.

O Fator 5 relaciona-se com as variáveis X17 e X18, que representam as despesas gerais em relação à área explorada e ao equivalente homem, explicando 7,91% da variância e sendo denominado *Despesas Gerais*.

O Fator 6, que explica a menor parcela da variância (5,26%), possui maior correlação com as variáveis X1 e X12, que demonstram a relação entre a utilização de tratores e investimento em relação à área explorada, sendo este caracterizado como *Utilização de Maquinário e Investimentos*.

Após determinadas as cargas fatoriais e, conseqüentemente, o número de fatores e as variáveis relacionadas a eles, identificou-se os escores fatoriais de cada microrregião do Nordeste. Assim, foi possível definir o nível de modernização de cada microrregião.

Segundo Hoffmann (1992, p. 8), “valores perto de zero indicam um grau médio de modernização. Uma situação de relativo atraso manifesta-se através de valores negativos dos fatores”. Assim, quanto maior o valor do escore fatorial, maior o nível de modernização da microrregião.

A análise dos escores fatoriais permitiu identificar que, para o Fator 1 (*Intensidade do Uso da Terra*), 77,13% (145) das microrregiões estudadas apresentaram valor negativo, sendo elas localizadas, em sua maioria, nos Estados da Bahia, do Maranhão e Piauí. As microrregiões com maiores valores positivos do Fator 1 foram Maceió (AL), São Miguel dos Campos (AL), Itamaracá (PE) e Mata Setentrional Pernambucana (PE), tendo esses valores variado de 3,04 a 8,11, identificando grande intensidade no uso da terra nessas microrregiões.

Para o Fator 2, as microrregiões que apresentaram maiores valores foram Barreiras-BA (9,56), Gerais de Balsas-MA (7,23), Alto Parnaíba Piauiense-PI (3,87) e Alto Médio Gurgueia-PI (3,05). Nessas microrregiões há grande investimento em tecnologia, de forma a aumentar a produtividade. No total, 81,38% das microrregiões apresentaram valores negativos para esse fator, que é identificado como *Intensidade do Uso da Relação Capital/Trabalho*, o que indica que grande parte da Região Nordeste ainda tem a produção agrícola voltada para a subsistência.

Na análise do Fator 3, que trata dos gastos com insumo e assistência técnica, constatou-se que 63,83% das microrregiões nordestinas apresentaram valor negativo para esse fator. Tal resultado indica que 63,83% das microrregiões nordestinas mostram baixo investimento em insumos e assistência técnica na produção agrícola – em função das características de agricultura familiar de grande parte da região –, o que resulta em baixa produtividade. Os maiores valores foram para Fernando de Noronha-PE (9,73), Aglomeração Urbana de São Luiz-MA (3,95) e Esperança-PB (3,28).

O Fator 4 (*Capacitação da Mão de Obra e utilização de insumos*) apresentou o menor percentual de microrregiões com valores negativos (59,04%), sendo Seridó Ocidental-RN, Seridó Oriental-RN e Cariri Oriental-CE as microrregiões com maiores valores nesse fator, 8,62, 4,37 e 3,57, respectivamente. Entretanto, apesar de o percentual de microrregiões com valores positivos para esse fator ser maior em relação aos demais fatores, ele predomina em regiões específicas que apresentaram valores positivos também para o fator 3. Assim, a combinação desses dois fatores indica que essas microrregiões têm utilizado mão de obra qualificada na produção

agrícola associada à utilização de insumos e maquinaria, o que permite o aumento da produtividade e favorece os ganhos de mercado para essas microrregiões.

No que tange às Despesas Gerais (Fator 5), cerca de 85,64% das microrregiões apresentaram valor negativo para o fator, e a microrregião que mais se destacou em relação às demais, no que diz respeito ao maior valor positivo desse fator, foi Baixo Cotinguiba-SE, cujo valor foi 12,91. Essa discrepância significa que, em relação às demais microrregiões, essa realiza maior nível de despesas em relação à área explorada e ao pessoal ocupado nos estabelecimentos.

Para o Fator 6 (Utilização de Maquinário e Investimentos), as microrregiões que apresentaram valor negativo totalizaram 61,17%. As microrregiões que apresentaram maiores valores foram Aglomeração Urbana de São Luiz-MA (4,50) e Litoral Sul-PB (2,95). Deve-se destacar que, para sanar as dificuldades agrônômicas e de clima, a Região Nordeste, em geral, recebe grande investimento, o que, contudo, não reflete significativamente em aumentos de produtividade.

Das 188 microrregiões analisadas, 40 delas apresentaram valores negativos em todos os fatores, podendo-se encontrar em situação de atraso em relação às demais microrregiões. A maior parte dessas microrregiões se encontra nos Estados do Piauí e Maranhão. Segundo Velozo Filho (1998), o Piauí é uma região subdesenvolvida marcada pela produção agrícola predominantemente de subsistência, com a existência de alguns setores que passaram pelo processo de industrialização e outros nos quais predomina a cultura tradicional, podendo ser esta a explicação para os valores negativos dos fatores. Para Souza e Khan (2001), o relativo atraso tecnológico do Maranhão se deve à produção de várias culturas agrícolas e à irregularidade do regime pluviométrico, fazendo que o Maranhão esteja aquém de suprir as necessidades econômicas da região e do país, apesar de o Estado apresentar grande potencial agrícola.

3.2 Análise de *Cluster*

Para realizar a análise de Cluster e agrupar as microrregiões nordestinas quanto ao seu grau de modernização na produção agrícola, utilizaram-se os escores fatoriais obtidos por meio da análise fatorial.

Assim, procedeu-se a análise em dois estágios. No primeiro estágio, realizou-se a análise de Ward, em que, após considerar os critérios de parada de Calinski-Harabasz (1974) e Duda-Hart (2001), definiu-se como sendo cinco o número de grupos a serem estabelecidos. A partir dessa definição foi realizada, como segundo estágio, a análise de *Cluster*, por meio do método de K-Médias. A distância euclidiana foi o parâmetro-base para a divisão dos grupos heterogêneos, e as microrregiões agruparam-se de acordo com o nível de homogeneidade no relacionamento com os fatores. Na Tabela 03, a seguir, estão apresentadas as médias dos fatores dos cinco grupos, em que se observa, pelos valores em negrito, que o Grupo 1 teve o maior nível de modernização, e assim sucessivamente. Faz-se oportuno observar ainda que, pelos valores dos fatores obtidos, os grupos apresentaram homogeneidade interna e heterogeneidade entre si.

Tabela 03 – Grau de modernização agrícola por agrupamento

Grupo	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	0,2296	5,2920	2,2366	-0,0177	0,3788	-1,9659
2	4,1732	0,2114	-0,4899	-0,5278	0,3238	0,3512
3	0,2587	-0,3457	-0,5242	4,1053	3,1216	0,8404
4	-0,1152	-0,0239	0,7170	-0,1206	-0,1800	1,1503
5	-0,2030	-0,1577	-0,2788	-0,0565	-0,0638	-0,3884

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto ao grau de modernização das microrregiões, a Figura 01 apresenta a divisão dos cinco grupos. As que se encontram no primeiro grupo, caracterizado por alta intensidade de modernização, são: Barreiras (BA), Gerais de Balsas (MA), Alto Parnaíba Piauiense (PI) e Fernando de Noronha (PE). Essas regiões se caracterizam, principalmente, por altos valores dos fatores 2 (três primeiras microrregiões) e 3 (quarta região), que tratam, sobretudo, da relação capital/trabalho e gastos com insumos e assistência técnica. A produção agrícola dessas quatro microrregiões representam 61,61% do valor total da produção do Nordeste, concentrando-se, principalmente, na lavoura temporária, onde se encontra a produção dos principais grãos, como a soja e o milho, além de culturas como a cana-de-açúcar. A produção de grãos no Nordeste tem sido bastante incentivada mediante a implantação de programas governamentais como o Cresce Nordeste, que destina recursos, sobretudo, para pequenos produtores, categoria predominante na região, além do Pronaf, que destinou em 2009 aproximadamente 3,5% do crédito para a produção familiar. Desse montante, os Estados que receberam maior incentivo foram Bahia (62,64%), Maranhão (13,24%) e Piauí (10,3%), segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2012), elaborados em parceria com a Secretaria de Política Agrícola – SPA (2012). Assim, admite-se que os principais fatores de desenvolvimento e modernização desse grupo se encontram no acesso ao crédito, investimentos privados, políticas governamentais que favorecem a região e até mesmo pelas características da produção.

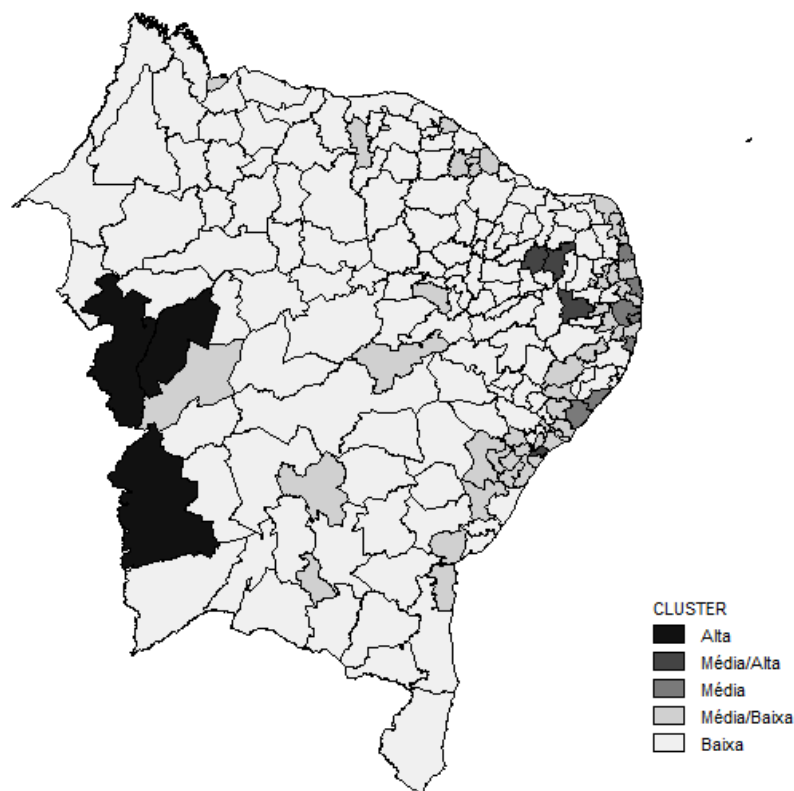


Figura 01 – Análise de *Cluster* para o Nordeste brasileiro
 Fonte: Dados da pesquisa.

O Grupo 2, definido como intensidade média-alta de modernização, concentra-se no litoral Leste do Nordeste e é composto pelas microrregiões de Maceió (AL), São Miguel dos Campos (AL), João Pessoa (PB), Itamaracá (PE), Mata Setentrional Pernambucana (PE), Suape (PE) e Litoral Sul RN (RN), nas quais predomina o Fator 1, que é definido como intensidade do uso da terra. A produção agrícola do grupo corresponde a 16,08% do total da produção da Região Nordeste e se concentra na produção de lavoura temporária, de menor valor agregado, menor custo de produção e menor nível de tecnologia a ser empregada. Deve-se destacar, ainda, que a região é marcada por forte dependência da agricultura de subsistência, que aos poucos vem sendo substituída por uma produção em maior escala, mediante melhorias na infraestrutura e investimentos público-privados. A localização do grupo constitui, ainda, uma vantagem em relação aos demais grupos, uma vez que, os custos de escoamento podem se tornar menores, desde que satisfeitas às exigências mínimas de infraestrutura, já que as microrregiões que o compõem estão localizadas no litoral. Assim, se os investimentos forem feitos de forma adequada, o Nordeste pode contribuir ainda mais para a expansão da produção agrícola, devendo esse investimento ser direcionado para os dois primeiros grupos, em especial o Grupo 2, em que o nível de modernização é médio-alto e encontra-se em local estratégico de escoamento da produção.

O Grupo 3, caracterizado com média intensidade de modernização, foi representado por duas microrregiões do Rio Grande do Norte (Seridó Ocidental e Seridó Oriental), uma da Paraíba (Cariri Oriental) e uma do Sergipe (Baixo Cotinguiba). Os fatores presentes com maior intensidade nessas microrregiões foram os referentes à capacitação da mão de obra e utilização dos insumos (F4) para as três primeiras e despesas gerais (F5) para a quarta região. A produção agrícola, que

nessas microrregiões são principalmente de lavoura temporária, representa 1,06% do valor total da produção agrícola da Região Nordeste. A maior parte das microrregiões desse grupo faz parte do polígono das secas, marcado por grande intensidade de secas constantes e que prejudicam a produção agrícola.

A análise de *Cluster* revelou ainda a existência de outro grupo de importância estratégica para o Nordeste, por se localizar predominantemente no litoral dessa região, onde, direcionando o investimento para aumento do nível tecnológico na produção e infraestrutura, se podem reduzir os custos de escoamento da produção, tornando a região grande produtora para exportação. Esse grupo de importância estratégica é o Grupo 4, que apresenta média-baixa intensidade de modernização, composto principalmente pelas microrregiões de Sergipe, e é o segundo maior grupo, com 24,93% das microrregiões do Nordeste. O Fator 6 é predominante no grupo e diz respeito à utilização de maquinário e investimentos. O produto predominante na região é a cana-de-açúcar, em função de raízes históricas e adaptabilidade da cultura ao clima da região. Além da cana-de-açúcar, a fruticultura tem ganhado notoriedade regional, tornando-se possibilidade de diversificação da pauta brasileira de exportações. Estudo realizado por Perobelli et al. (2007) revelou que a região litoral do Nordeste apresentou alta produtividade agrícola, resultado que é confirmado neste estudo, no que tange à modernização da produção agrícola.

Verificou-se homogeneidade na região, no que diz respeito ao uso de tecnologia e modernização da produção. Nota-se pela Figura 1 que o maior grupo é o Grupo 5, com 128 microrregiões (68,08%), e possui baixa intensidade de modernização. Esse grupo apresentou valores negativos de todos os fatores, estando seu nível de modernização muito abaixo do Grupo 4, que é o segundo grupo com baixo nível de modernização. Um aspecto relevante para explicar essa baixa modernização é a não especialização dessas áreas em determinados produtos. De acordo com os resultados de Gasques e Conceição (2000), os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Sergipe apresentaram tendência de especialização da produção em leite, aves e frutas, produtos de maior valor agregado. Este estudo evidenciou que as regiões que não se especializaram concentraram sua produção em produtos de subsistência, como os de origem vegetal, a exemplo da mandioca e do feijão, e que as regiões que se especializaram tiveram os maiores ganhos de produtividade total dos fatores. Além disso, a situação de modernização da maior parte das microrregiões do Nordeste, que ocupam o Grupo 5, está ligada às condições históricas do modelo de desenvolvimento adotado, às políticas públicas e às condições edafoclimáticas, que refletem diretamente sobre o desenvolvimento tecnológico daquela região.

Considerações finais

A Região Nordeste é marcada por grande diversidade de produção agrícola, concentrando-se principalmente em culturas temporárias, das quais as de maior relevância são: milho, cana-de-açúcar e soja, que atualmente, em nível nacional, compõem a maior parte da pauta de exportações agropecuárias.

A produção agrícola no Nordeste, entretanto, desde o início do processo de modernização do setor no país, sempre esteve marcada por baixa utilização tecnológica no processo produtivo, baixa utilização de crédito e alta concentração em produtos de subsistência.

Nota-se, pelos resultados, que ainda hoje a maior parte das microrregiões é caracterizada por baixo nível de modernização, o que, em geral, inibe o

desenvolvimento e geração de renda e contribui para a ocorrência do êxodo rural. Destaca-se ainda que o Nordeste possui grande potencial para se tornar um dos grandes produtores nacionais, sendo necessário, para tanto, o investimento em infraestrutura de transportes, tecnologia de produção e especialização em cadeias produtivas, das quais essa região tem a vantagem comparativa na produção, como a fruticultura e o cultivo de grãos.

Além disso, verificou-se a existência de regiões estratégicas na área de estudo, que em grande parte se encontra com baixo nível de modernização, a saber: a área litorânea, compreendida pelo Grupo 4, de média-baixa intensidade tecnológica, que pode vir a se tornar de grande importância para a região e para o país, se forem feitos investimentos governamentais no sentido de torná-la competitiva.

Portanto, pode-se inferir, pela análise dos resultados, que a Região Nordeste é marcada por grande homogeneização na distribuição espacial do nível de modernização das suas microrregiões e caracterizada por pequeno grupo destas com alto ou médio-alto nível de tecnologia e por outro grupo que abrange cerca de 92% dessas microrregiões, com níveis de modernização baixo e médio-baixo. Os resultados intensificam a necessidade de maior investimento governamental, com formulação de programas de incentivo ao desenvolvimento, utilização de tecnologia de produção, capacitação do pessoal ocupado, geração e melhor aproveitamento de crédito rural, com o intuito de incorporar definitivamente o Nordeste à produção nacional.

Referências

BARROS, J.R.M.; GRAHAM, D.H. A agricultura brasileira e o problema da produção de alimentos. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 8, n. 3, p. 695-726, 1978.

BARROSO, L. P.; ARTES, R. Análise multivariada. In: 10^o Simpósio de Estatística Aplicada a Experimentação Agrônômica e 48^o Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. Lavras, MG: UFLA, 156p., 2003.

BONELLI, R.; PESSÔA, E. P. O papel do Estado na pesquisa agrícola no Brasil. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 9-56, 1997.

CALÍNSKI, T.; HARABASZ, J. A dendrite method for cluster analysis. **Communications in Statistics**, v. 3, p. 1-27, 1974.

CORRÊA, A.M.C.J.; FIGUEIREDO, N.M.S. Modernização da agricultura brasileira no início dos anos 2000: uma aplicação da análise fatorial. **Revista GEPEC**, v. 10, n. 2, p. 82-99, 2006.

DUDA, R. O.; HART, P. E.; STORK, D. G. **Pattern classification and Scene Analysis**. 2nd ed. New York: Wiley. 654 p. 2001.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. **Índice Geral de Preços – Oferta Global (IGP-OG: base 1994 = 100)**. Disponível em: <<http://www.portalibre.fgv.br>>. Acesso em: 17/01/2012.

GARCIA, S. A.; TEIXEIRA, E. C. Investimento e mudança tecnológica na economia brasileira. **Revista Brasileira de Economia**, v. 45, n. 4, p. 565-591, 1991.

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores. **Texto para discussão nº 768**. Brasília: IPEA. 60 p., 2000.

HOFFMANN, R. A dinâmica da modernização da agricultura em 157 microrregiões homogêneas do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.30, n.4, p. 271-290, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15/01/2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15/01/2012.

MINGOTI, Sueli Aparecida. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. out./dez. 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 20/03/2012.

PEROBELLI, F. S.; ALMEIDA, E. S.; ALVIM, M. I. S. A.; FERREIRA, P. G. C. Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova Economia**, v. 17, n. 1, p. 65-91, 2007.

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

SOUZA, R. F.; KHAN, A. S. A modernização da Agricultura, classificação dos municípios e concentração da terra no estado do Maranhão. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 32, n. 1, p. 96-111, 2001.

SOUZA, P.M.; LIMA, J.E. A intensidade da modernização agrícola no Brasil e nas unidades da Federação. **Revista Brasileira de Economia**, v. 57, n. 4, p. 795-824, 2003.

SECRETARIA DE POLÍTICA AGRÍCOLA – SPA. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 20/03/2012.

VELOZO FILHO, F. A. **Planejamento regional e transformação da agricultura tradicional – Lições da experiência no Estado do Piauí**. 1998. 179 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1998.

Submetido em 25/05/2012.

Aprovado em 03/09/2012.

Sobre os autores

Gláucia de Almeida Padrão

Possui Graduação em Ciências Econômicas pelo Centro Universitário de Sete Lagoas (2008) e Mestrado Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é Doutoranda em Economia Aplicada pelo Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa – UFV e bolsista pelo CNPq

Edson Santos Melo

Possui Graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Viçosa (2007), especialização em Economia Empresarial pela PUC-MG (2009) e Mestrado em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (2011). Atualmente é professor Assistente da Universidade Estadual do Oeste do Paraná e exerce a coordenação geral do Programa Bom Negócio Paraná nas Mesorregiões Sudoeste e Centro-Sul do Estado do Paraná.

João Eustáquio de Lima

Possui Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (1969), Mestrado em Economia Rural pela Universidade Federal de Viçosa (1971), Mestrado em Economia – Michigan State University (1975) e Doutorado em Economia Rural - Michigan State University (1977). Atualmente é professor Titular no Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa – UFV.