

Evolução dos índices de desenvolvimento tecnológico na agricultura do Rio de Janeiro, 1970 a 1995

Evolution rates of technological development in agriculture in Rio de Janeiro, 1970-1995

Poliana Daré Zampirolli*
Paulo Marcelo de Souza**
Nivaldo José Ponciano***
André Assis Pires****
Vanuza da Silva Pereira Ney*****

Com a pesquisa, buscou-se analisar o processo de modernização agrícola das microrregiões que compõem o estado do Rio de Janeiro. Foi empregada a técnica da análise fatorial, aplicada a um conjunto de variáveis relacionadas ao emprego de tecnologias. Os resultados permitiram concluir que as microrregiões Serrana e Nova Friburgo foram as que mostraram maior elevação do índice bruto de desenvolvimento. Esse resultado deve estar associado à predominância, nessas regiões, de uma estrutura fundiária de pequenas propriedades familiares, dedicadas a uma atividade intensiva em tecnologia, a olericultura; bem como à importância da pluriatividade.

The purpose of this research was to analyze the process of agricultural modernization in the micro regions of Rio de Janeiro. The technique of factor analysis was applied to a set of variables related to the use of technologies. The results led to the conclusion that the Serrana and Nova Friburgo regions presented the greater elevation of gross index of development. This result must be associated to the predominance, in these regions, of a structure of family smallholdings, dedicated to an intensive technological activity – olericulture, as well as the importance of the pluriactivity.

Palavras-chave: Modernização. Análise fatorial. Tecnologia.

Key words: Modernization. Factor analysis. Technology.

Introdução

A atividade agropecuária apresenta importante contribuição à economia brasileira, pois é grande empregadora de mão de obra, promove o incremento de divisas via exportação de produtos agropecuários e fornece, também, alimentos para a população (SILVA et al., 2003). Segundo Coimbra (2007), o agronegócio brasileiro é

* Eng. Agrônoma (UFES), D. S. Produção Vegetal (UENF), Professora do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) – Vitória, ES – Brasil. E-mail: poliana@uenf.br.

** Eng. Agrônomo (UFES), D. S. Economia Aplicada (UFV), Professor da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) – Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil. E-mail: pmsouza@uenf.br.

*** Eng. Agrônomo (UFV), D. S. Economia Aplicada (UFV), Professor da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) – Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil. E-mail: ponciano@uenf.br.

**** Eng. Agrônomo (UFES), D. S. Produção Vegetal (UENF), Professor do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) – Vitória, ES – Brasil. E-mail: andre.pires@ifes.edu.br.

***** Economista (UFES), D. S. Produção Vegetal (UENF), Professora da Universidade Federal Fluminense (UFF) – Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil. E-mail: vanuzap@hotmail.com.

responsável por cerca de 1/3 do PIB, pelo emprego de 36% da mão de obra e por cerca de 40% das exportações. É o setor mais importante da economia, abrangendo toda a cadeia industrial (insumos agropecuários, produção, agropecuária, processamento industrial e distribuição).

Um dos fatores que contribuíram para o desenvolvimento desse setor foi a crescente adoção de inovações tecnológicas. Nesse contexto, Teixeira (2005) destaca que as inovações tecnológicas deram um novo direcionamento às atividades produtivas do país, que passaram a incorporar novas técnicas e equipamentos produtivos, contribuindo grandemente para a expansão e aumento da produtividade, integrando novas regiões à economia nacional e aumentando a exportação de produtos agrícolas. Corrêa e Figueiredo (2006) complementam essa afirmação, chamando a atenção para o fato que a modernização da agricultura brasileira, caracterizada pelo uso combinado e intensivo de insumos modernos, como máquinas e tratores, fertilizantes químicos e corretivos, e controle químico de pragas e doenças, tem resultado em alta produtividade do trabalho e da terra.

No estado do Rio de Janeiro, o setor agropecuário tem menor participação na composição do PIB estadual. A principal atividade econômica do estado está ligada ao setor terciário, essencialmente à prestação de serviços. De acordo com Freitas (2008), a atividade agropecuária no Rio de Janeiro não é expressiva em produção nem em área cultivada, pois o processo de modernização e mecanização agrícola, nesse estado, não ocorreu como nas demais regiões do país.

Segundo Ribeiro (2002), o quadro agrário fluminense apresenta contrastes. De um lado, têm-se produtos tradicionais como, por exemplo, a cana-de-açúcar e os cultivos de subsistência e, de outro, culturas que necessitam de técnicas mais sofisticadas, como a fruticultura e a olericultura. Além desses produtos comerciais, o estado apresenta áreas com outras atividades agropecuárias voltadas para produtos mais valorizados, como é o caso dos produtos raros ou nobres (*escargots*, ervas finas, a criação de trutas, rãs, entre outros), que atendem ao mercado carioca, abastecendo restaurantes e hotéis.

Conforme Serafini (2008), a política de modernização agrícola no Rio de Janeiro alterou principalmente a organização do cultivo da cana-de-açúcar, principal lavoura do estado, e também a produção de olerícolas. Silva (2004) destaca que, nos anos de 1980, a agricultura do estado era constituída por pequenas propriedades, cuja produção não conseguia atender nem à demanda de seu próprio mercado, destacando-se as culturas da cana-de-açúcar, banana, mandioca, tomate e laranja. Nessa década, a dinâmica do setor obteve um alento na expansão da produção de cana-de-açúcar na região Norte Fluminense, alento que, contudo, se desfez com o abandono das políticas de incentivo à produção de álcool combustível no país.

Diante da menor importância do setor agropecuário para a economia fluminense, tornam-se necessárias medidas com o intuito de aproveitar o potencial desse setor que, nos demais estados, tem grande relevância econômica. Nesse sentido, são importantes

a realização de pesquisas e a adoção de políticas que visem à promoção e à sustentação do desenvolvimento de técnicas capazes de modernizar o setor agropecuário regional e contribuir para a elevação de sua produtividade. O fato de existirem, no estado, regiões com uso intensivo de tecnologia e alta produtividade, e outras com base produtiva extremamente rudimentar, voltadas para a subsistência, é indício do potencial de elevação da produtividade pela adoção de inovações nas regiões com defasagem tecnológica.

Objetivos

O objetivo da pesquisa é analisar o processo de modernização agrícola das microrregiões que compõem o estado do Rio de Janeiro, visando obter informações que possam servir de base para a proposição de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento agrícola no estado. Pretende-se abordar as diferenças no grau de utilização de tecnologia em nível de microrregiões e apreender a intensidade das mudanças ocorridas nesse indicador, no período de 1970 a 1995.

Metodologia

Análise Fatorial

Tendo em vista que a modernização da agricultura é um fenômeno que exige muitas variáveis para expressá-lo, e dada a dificuldade de se analisar simultaneamente um número tão grande de variáveis, o método adotado para a investigação será a análise fatorial, que tem como base a técnica de análise multivariada. A análise fatorial é um conjunto de métodos estatísticos que, em certas situações, permite explicar o comportamento de um número relativamente grande de variáveis observadas em termos de um número relativamente pequeno de variáveis latentes ou fatores (HOFFMANN, 1992). Fundamenta-se na descoberta de padrões de características denominadas fatores, que são uma combinação linear de variáveis correlacionadas entre si, provenientes de um grupo original de n variáveis e N observações. Com esses fatores, busca-se explicar as correlações entre as variáveis originais, de forma que seja perdido o mínimo possível de informações originais. De acordo com Schilderinc (1970), o método de análise fatorial consiste na tentativa de determinar as relações quantitativas entre as variáveis, de modo a associar, àquelas com padrão semelhante, o efeito de um fator causal subjacente e específico.

Para possibilitar a comparação, as N observações das n variáveis devem ser inicialmente normalizadas. A normalização consiste em expressar, em desvios padrões, os desvios das observações originais em relação à sua média. Cada variável normalizada $z_i (i=1,2, \dots, n)$ deve ser relacionada separadamente às variáveis hipotéticas ou

fatores $f_j (j=1,2, \dots, m)$, $(m < n, N)$. Essas relações são lineares e assumem, no modelo básico de análise fatorial, a seguinte expressão analítica (HARMAN, 1960):

$$z_i = a_{i1}f_1 + a_{i2}f_2 + \dots + a_{im}f_m + d_i u_i \quad (i=1,2, \dots, n) \quad (1)$$

em que cada uma das n variáveis é descrita, em termos lineares, como função dos m fatores comuns f_j aos quais se relacionam através das cargas fatoriais ou coeficientes de conexão a_{ij} , que indicam em que medida e direção as variáveis z_i estão relacionadas com o fator f_j ; e de um fator único u_i que responde pela variância remanescente.

Os fatores únicos são sempre não relacionados com os fatores comuns, e, se estes últimos não são correlacionados entre si, a variância total de z_i , σ_i^2 , pode ser expressa por:

$$\sigma_i^2 = a_i^{2_1} + a_i^{2_2} + \dots + a_i^{2_m} + d_i^2 \quad (2)$$

em que os componentes $a_i^{2_j}$ são denominados percentagem de conexão e correspondem à proporção da variância total da variável normalizada z_i que é explicada pelos respectivos fatores. Em (2), o termo

$$h_i^2 = a_i^{2_1} + a_i^{2_2} + \dots + a_i^{2_m} \quad (3)$$

equivale à comunalidade da variável z_i , ao passo que o termo d_i^2 corresponde à unicidade, ou seja, a contribuição do fator único, indicando a extensão em que os fatores comuns falham na explicação da variância total da variável.

A unicidade pode ser decomposta em duas partes: uma devida à seleção das variáveis, denominada especificidade (s_i^2), e outra atribuída à não confiabilidade das medidas, denominada erro (e_i^2):

$$d_i^2 = s_i^2 + e_i^2 \quad (4)$$

Com essa decomposição, o modelo linear (1) pode ser escrito na forma:

$$z_i = a_{i1}f_1 + a_{i2}f_2 + \dots + a_{im}f_m + s_i S_i + e_i E_i \quad (5)$$

em que S_i e E_i são os fatores específico e erro, respectivamente, e s_i e e_i são seus coeficientes.

Os fatores serão obtidos pelo emprego do método dos componentes principais, cujo objetivo básico consiste em extrair fatores para maximizar a contribuição destes para a comunalidade (proporção da variância total de cada variável que é explicada pelos m fatores). Assim, um primeiro fator é escolhido para maximizar a soma dos quadrados das cargas fatoriais em relação a ele. Em seguida, obtém-se um segundo fator, para que também seja maximizada a soma de quadrados das cargas fatoriais em relação a ele, e assim por diante para os demais fatores.

A partir das cargas fatoriais, o passo seguinte consiste na determinação dos escores fatoriais associados aos fatores, obtidos após a rotação ortogonal da estrutura fatorial inicial. Por definição, os escores fatoriais são valores calculados para cada fator em cada observação, com o objetivo de situá-las no espaço dos fatores comuns. Para determinação dos escores fatoriais multiplica-se o valor (padronizado) da variável i pelo coeficiente do escore fatorial correspondente, sendo a expressão geral para estimação do j -ésimo fator, F_j , dada por:

$$W_{ji} X_i = W_{j1} X_1 + W_{j2} X_2 + \dots + W_{jp} X_p \quad (6)$$

em que W_{ji} são os coeficientes dos escores fatoriais e p é o número de variáveis.

Índice bruto de desenvolvimento

Uma vez obtidos os fatores e correspondentes escores fatoriais, a classificação das microrregiões, segundo o grau de desenvolvimento tecnológico, foi realizada mediante o emprego do Índice Bruto de Desenvolvimento (*IB*). Esse índice, utilizado por Melo e Parré (2007), é calculado com base na média ponderada dos escores fatoriais obtidos. Para um conjunto de n fatores e, conseqüentemente, n escores fatoriais, o índice bruto de modernização é obtido por:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n wiFi}{\sum_{i=1}^n iw} \quad (7)$$

em que wi é a proporção da variância explicada pelo fator i e Fi o valor dos escores fatoriais.

Variáveis e fontes de dados

Considerando o caráter multidimensional da modernização da agricultura, torna-se necessário um grande número de indicadores para caracterizá-la (FERREIRA JÚNIOR et al., 2004). Assim, as variáveis selecionadas para este estudo buscam caracterizar a modernização agrícola levando em conta que ela se manifesta por meio da produtividade da terra, da produtividade do trabalho e também se reflete na intensidade do uso de tecnologias modernas (máquinas, uso de adubos químicos, fertilizantes, irrigação, controle de pragas, assistência técnica etc.). Para descrever o processo de modernização da agricultura nas microrregiões fluminenses de 1970 a 1995, as seguintes variáveis foram empregadas:

- | | |
|---|---|
| -X1 = Área explorada/EH; | -X2 = Área trabalhada/EH; |
| -X3 = Despesa com adubos corretivos/AE; | -X4 = Despesa com adubos e corretivos/EH; |
| -X5 = Despesa com defensivos/AE; | -X6 = Despesa com defensivos/EH; |
| -X7 = Despesa com sementes e mudas/AE; | -X8 = Despesa com sementes e mudas/EH; |
| -X9 = Despesa total/AE; | -X10 = Despesa total/EH; |
| -X11 = Número de arados de tração animal/AE; | -X12 = Número de arados de tração animal/EH; |
| -X13 = Número de arados tração mecânica/AE; | -X14 = Número de arados tração mecânica/EH; |
| -X15 = Número de tratores/AE; | -X16 = Número de tratores/EH; |
| -X17 = Número de veículos tração animal/AE; | -X18 = Número de veículos tração animal/EH; |
| -X19 = Número de veículos tração mecânica/AE; | -X20 = Número de veículos tração mecânica/EH; |
| -X21 = Valor da produção/AE; | -X22 = Valor da produção/EH; |
| -X23 = Valor dos investimentos/AE; | -X24 = Valor dos investimentos/EH. |

A maioria das variáveis é expressa em relação à mão de obra ocupada, em equivalente-homem-ano (EH), e em relação à área explorada (AE). O conceito de área explorada (AE) se refere à soma das áreas com lavouras permanentes e temporárias, pastagens plantadas, matas plantadas, áreas com pastagens naturais e matas naturais. O equivalente-homem (EH) se refere à homogeneização do trabalho de homens, mulheres e crianças. Para conversão dos dados originais acerca da força de trabalho empregada na agricultura, foram utilizados os fatores propostos por Kageyama e Silva (1983), que são os seguintes:

- Homens maiores de 14 anos = 1,0 EH
- Mulheres maiores de 14 anos:
 - familiares = 0,5 EH;
 - empregados = 1,0 EH; e
 - parceiros e outra condição = 0,66 EH.
- Crianças menores de 14 anos:
 - familiares = 0,4 EH; e
 - empregados e parceiros = 0,5 EH.

Considerando que o interesse do presente trabalho recaiu sobre a dinâmica do processo de modernização, a análise fatorial foi conduzida agregando-se as observações feitas para os 24 indicadores, nos cinco anos considerados (1970, 1975, 1980, 1985 e 1995/96). Isso porque, segundo Souza e Lima (2003), se a análise fatorial fosse realizada para cada ano individualmente, os fatores obtidos num ano não seriam idênticos aos do ano seguinte, o que inviabilizaria qualquer tentativa de verificar o comportamento da modernização agrícola ao longo do período estudado.

Todas as variáveis empregadas na análise foram calculadas a partir de informações disponíveis nos Censos Agropecuários da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – FIBGE – dos anos de 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995/96. Os valores monetários foram uniformizados, isto é, convertidos em uma mesma moeda, o real, e depois deflacionados, utilizando-se o índice geral de preços disponibilidade interna, IGP-DI, da Fundação Getúlio Vargas (base 1994 = 100). As análises foram realizadas no programa estatístico Statistical Package Software – SPSS 15.0.

Resultados e Discussão

Inicialmente, com o intuito de verificar a adequação da amostra, calculou-se o índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que compara a magnitude do coeficiente de correlação observado com a magnitude do coeficiente de correlação parcial, possuindo valores entre 0 e 1. O valor obtido com o teste de KMO no presente estudo foi de 0,66. Conforme a classificação fornecida por Hair et al. (1995), valores acima de 0,5 indicam que a amostra é adequada a esse tipo de análise, sendo esta a situação em que se encontram os dados empregados no estudo.

Outra medida para determinar se a análise fatorial é adequada para o estudo dos dados e se existe correlação entre as variáveis, é o teste de esfericidade de Barlett (TEB), um teste estatístico que determina a presença de correlações entre as variáveis e fornece a probabilidade estatística de que a matriz de correlações tenha correlações significativas entre pelo menos uma das variáveis. Esse teste foi realizado, e o valor obtido (3.751,90) mostrou-se significativo a 1% de probabilidade, o que permite rejeitar a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade, isto é, de que as variáveis não são correlacionadas.

Após a aplicação da análise fatorial pelo método dos componentes principais, com base na matriz de correlações simples, foram obtidas cinco raízes características maiores que 1, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Fatores obtidos pelo método dos componentes principais

| Fator | Raiz característica | Variância explicada pelo fator (%) | Variância acumulada (%) |
|-------|---------------------|------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 9,89 | 41,22 | 41,22 |
| 2 | 4,55 | 18,96 | 60,18 |
| 3 | 3,14 | 13,07 | 73,25 |
| 4 | 1,54 | 6,43 | 79,68 |
| 5 | 1,18 | 4,93 | 84,61 |

Fonte: Resultados da pesquisa.

KMO = 0,66 e TEB = 3.751,90

Segundo Ferreira Júnior et al. (2004) e Silva et al. (2003), não há critério definitivo para a determinação do número de fatores necessários para representar o conjunto de dados originais, ficando essa decisão a critério dos pesquisadores, que fazem sua escolha com base na análise do significado descritivo dos fatores. Hoffmann (1992) destaca que, por um lado, um maior número de fatores permite que eles expliquem maior proporção da variância total das variáveis originais. Por outro lado, número menor de fatores facilita e simplifica a análise posterior.

Uma vez que inexistia critério para definir qual o número de fatores principais que deve ser extraído, optou-se pela caracterização do processo de modernização agrícola nas microrregiões consideradas através dos três primeiros fatores, que, conjuntamente, explicam 73,25% da variância total das variáveis analisadas. Para facilitar a interpretação dos fatores, eles foram submetidos a uma rotação ortogonal pelo método Varimax, sugerido por Kim e Mueller (1978).

Na Tabela 2, são exibidas as cargas fatoriais, as comunalidades e o percentual da variância total dos indicadores que é explicado pelos fatores, após a rotação. Feita a rotação, a contribuição dos fatores F1, F2 e F3 para explicação da variância total dos indicadores utilizados passa a ser de 38,70%, 20,24% e 14,31%, respectivamente, com contribuição conjunta de 73,25%. Para melhor interpretação, as cargas fatoriais com valor superior a 0,600 estão em negrito, buscando evidenciar os indicadores mais fortemente associados a determinado fator.

Tabela 2 - Cargas fatoriais após a rotação ortogonal e comunalidades obtidas na análise fatorial dos indicadores de modernização da agricultura nas microrregiões do estado do Rio de Janeiro, de 1970 a 1995

| Variável | Carga Fatorial | | | Comunalidades |
|----------------|----------------|--------------|--------------|---------------|
| | F1 | F2 | F3 | |
| X1 | -0,550 | 0,689 | 0,167 | 0,805 |
| X2 | -0,370 | 0,666 | -0,333 | 0,691 |
| X3 | 0,938 | 0,051 | -0,062 | 0,886 |
| X4 | 0,809 | 0,375 | -0,061 | 0,799 |
| X5 | 0,907 | 0,010 | -0,024 | 0,823 |
| X6 | 0,646 | 0,198 | 0,033 | 0,458 |
| X7 | 0,901 | 0,028 | -0,074 | 0,818 |
| X8 | 0,642 | 0,529 | -0,109 | 0,703 |
| X9 | 0,942 | 0,047 | -0,016 | 0,889 |
| X10 | 0,423 | 0,716 | 0,141 | 0,711 |
| X11 | 0,002 | -0,181 | 0,824 | 0,712 |
| X12 | -0,294 | 0,126 | 0,882 | 0,880 |
| X13 | 0,773 | 0,149 | -0,291 | 0,705 |
| X14 | 0,113 | 0,820 | -0,348 | 0,807 |
| X15 | 0,855 | 0,088 | -0,294 | 0,824 |
| X16 | 0,299 | 0,738 | -0,389 | 0,784 |
| X17 | 0,028 | -0,155 | 0,815 | 0,688 |
| X18 | -0,338 | 0,345 | 0,790 | 0,857 |
| X19 | 0,889 | 0,022 | -0,045 | 0,792 |
| X20 | 0,151 | 0,797 | 0,128 | 0,674 |
| X21 | 0,943 | -0,052 | -0,040 | 0,893 |
| X22 | 0,409 | 0,725 | 0,178 | 0,725 |
| X23 | 0,525 | -0,074 | -0,090 | 0,289 |
| X24 | -0,103 | 0,595 | 0,032 | 0,366 |
| % da variância | 38,70 | 20,24 | 14,31 | |

Fonte: Resultados da pesquisa

Pode-se constatar que o fator 1 está mais fortemente correlacionado com as variáveis despesa com adubos corretivos/AE (X3), despesa com adubos e corretivos/EH (X4), despesa com defensivos/AE (X5), despesa com defensivos/EH (X6), despesa com sementes e mudas/AE (X7), despesa com sementes e mudas/EH (X8), despesa total/AE (X9), número de arados tração mecânica/AE (X13), número de tratores/AE (X15), número de veículos tração mecânica/AE (X19) e valor da produção/AE (X21). Uma vez que, na maior parte dos casos, esses indicadores são expressos em relação à área explorada, esse fator será denominado, por simplificação, *intensidade do uso da terra*.

Já o fator 2, por sua vez, encontra-se mais estritamente relacionado às variáveis área explorada/EH (X1), área trabalhada/EH (X2), despesa total/EH (X10), número de arados tração mecânica/EH (X14), número de tratores/EH (X16), número de veículos tração mecânica/EH (X20) e valor da produção/EH (X22). Verifica-se, portanto, que essas variáveis refletem a relação entre a aplicação das tecnologias e a quantidade de mão de obra ocupada, ou seja, a força de trabalho empregada no setor. Por simplificação, esse fator será denominado *relação capital/trabalho*.

O fator 3 tem maior correlação com as variáveis número de arados de tração animal/AE (X11), número de arados de tração animal/EH (X12), número de veículos tração animal/AE (X17) e número de veículos tração animal/EH (X18). Observa-se que esse fator sintetiza o processo dependente da utilização de força animal no setor, tanto em relação à área explorada, como em relação a equivalente-homem. Por simplificação, esse fator será denominado *emprego de força animal*.

Uma vez caracterizados os fatores F1 (*intensidade do uso da terra*), F2 (*relação capital/trabalho*) e F3 (*emprego de força animal*), o passo seguinte foi determinar os escores fatoriais para cada microrregião e ano. Para tanto, obteve-se, num primeiro momento, a matriz de coeficientes fatoriais, resultado da multiplicação da matriz de cargas fatoriais pela inversa da matriz de correlação. Através da multiplicação da matriz de coeficientes fatoriais pela matriz de dados originais padronizados, foram calculados os escores fatoriais. Os resultados desse procedimento geraram os escores utilizados na verificação do grau de modernização de cada microrregião fluminense.

É importante lembrar que a análise dos fatores deve ser feita levando em conta que seus escores originais, quando consideradas todas as microrregiões em conjunto, são variáveis com média zero e variância unitária. Portanto, pode-se interpretar que os escores com valores próximos a zero indicam um nível médio de modernização da agricultura com referência ao significado do fator em consideração e, quanto maior em relação a zero for o escore fatorial, mais avançada tecnologicamente será a agricultura da microrregião em questão. Uma situação inversa indica atraso tecnológico, ou seja, quanto menor for o escore, mais atrasada será a agricultura da microrregião.

De um modo geral, pode-se observar, na Tabela 3, que a década de setenta foi marcada por elevações dos fatores 1 e 2 em quase todas as microrregiões, com exceção da Bacia de São João e da Baía da Ilha Grande, cujos fatores 1 e 2, respectivamente, sofreram um pequeno declínio na primeira metade da década; das microrregiões da Bacia de São João, Lagos, Rio de Janeiro, Vassouras e Barra do Piraí, cujo fator 2 declinou na segunda metade da década; e de Campos dos Goytacazes, onde ambos os fatores sofreram queda nesse mesmo período.

Na primeira metade da década de oitenta, observa-se um declínio dos fatores 1 e 2, com poucas exceções. Essa situação se reverte no período de 1985 a 1995, quando praticamente todas as microrregiões analisadas voltam a exibir um crescimento do fator 2, com exceção de Itaguaí, em geral acompanhado de um declínio no fator 1. Esse último fator exibe crescimento apenas em Cantagalo–Cordeiro, Nova Friburgo, Santa Maria Madalena, Vassouras, Santo Antônio de Pádua, Baía da Ilha Grande e, sobretudo, na microrregião Serrana, onde ele sobre forte elevação.

Tabela 3 - Variação dos escores fatoriais relativos aos fatores de modernização 1 (F1), 2 (F2) e 3 (F3), no período de 1970 a 1995

| Microrregião | Fator | Período | | | |
|------------------------|-------|---------|--------|--------|--------|
| | | 70-75 | 75-80 | 80-85 | 85-95 |
| Bacia de São João | F1 | -0,069 | 0,424 | 0,042 | -0,328 |
| | F2 | 0,530 | -0,018 | 0,410 | 0,915 |
| | F3 | -1,031 | 0,011 | -0,075 | -0,542 |
| Lagos | F1 | 0,338 | 0,101 | 0,051 | -0,539 |
| | F2 | 0,307 | -0,132 | -0,032 | 1,542 |
| | F3 | 0,043 | -0,047 | 0,136 | -0,538 |
| Cantagalo–Cordeiro | F1 | 0,211 | 0,194 | -0,049 | 0,021 |
| | F2 | 0,505 | 0,233 | 0,062 | 0,367 |
| | F3 | 0,533 | -0,180 | 0,223 | -0,234 |
| Nova Friburgo | F1 | 0,713 | 0,918 | -0,311 | 2,242 |
| | F2 | 0,615 | 0,956 | -0,656 | 0,808 |
| | F3 | -0,015 | -0,378 | 0,193 | 0,592 |
| Santa Maria Madalena | F1 | 0,041 | 0,234 | 0,003 | 0,003 |
| | F2 | 0,319 | 0,057 | -0,037 | 0,540 |
| | F3 | -0,003 | -0,152 | 0,000 | -0,155 |
| Três Rios | F1 | 0,350 | 0,195 | -0,178 | -0,061 |
| | F2 | 0,091 | 0,346 | -0,429 | 0,455 |
| | F3 | -0,035 | -0,530 | -0,160 | -1,115 |
| Itaguaí | F1 | 0,158 | 0,199 | 0,879 | -0,777 |
| | F2 | 1,116 | 0,070 | 0,242 | -0,568 |
| | F3 | 0,474 | 0,214 | 0,085 | -0,746 |
| Macacu–Caceribu | F1 | 0,158 | 0,201 | -0,062 | -0,240 |
| | F2 | 0,325 | 0,294 | -0,072 | 0,004 |
| | F3 | 0,049 | 0,012 | -0,056 | -0,077 |
| Rio de Janeiro | F1 | 0,145 | 0,224 | -0,316 | -0,391 |
| | F2 | 0,095 | -0,175 | -0,301 | 1,020 |
| | F3 | 0,066 | -0,425 | -0,156 | -0,552 |
| Serrana | F1 | 0,874 | 0,734 | -0,929 | 4,796 |
| | F2 | 0,392 | 0,385 | 0,225 | 0,108 |
| | F3 | -0,310 | -0,261 | -0,604 | 0,002 |
| Vassouras | F1 | 0,566 | 0,069 | 0,042 | 0,294 |
| | F2 | 0,404 | -0,151 | 0,299 | 0,526 |
| | F3 | -0,504 | -0,536 | 0,071 | -0,334 |
| Itaperuna | F1 | 0,110 | 0,445 | -0,072 | -0,284 |
| | F2 | 0,626 | 0,039 | -0,127 | 0,428 |
| | F3 | -0,286 | 0,324 | -0,005 | -0,877 |
| Santo Antônio de Pádua | F1 | 0,244 | 0,161 | -0,063 | 0,148 |
| | F2 | 0,338 | 0,162 | -0,197 | 0,419 |
| | F3 | 0,272 | -0,141 | -0,050 | -0,186 |
| Campos dos Goytacazes | F1 | 0,853 | -0,280 | -0,177 | -0,197 |
| | F2 | 1,085 | -0,713 | -0,062 | 0,606 |
| | F3 | 0,354 | -0,400 | -0,059 | -0,675 |
| Macaé | F1 | 0,524 | 0,125 | -0,205 | -0,279 |
| | F2 | 2,117 | 0,649 | -1,259 | 1,748 |
| | F3 | 0,230 | 0,045 | -0,266 | -0,479 |

| | | | | | |
|----------------------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Baía da Ilha Grande | F1 | 0,117 | 0,095 | -0,013 | 0,158 |
| | F2 | -0,111 | 0,134 | -0,071 | 0,629 |
| | F3 | 0,057 | 0,299 | -0,325 | 0,074 |
| Barra do Pirai | F1 | 0,245 | 0,185 | -0,073 | -0,330 |
| | F2 | 0,545 | -0,041 | -0,245 | 1,575 |
| | F3 | -0,123 | -0,234 | 0,360 | -0,367 |
| Vale do Paraíba Fluminense | F1 | 0,238 | 0,276 | -0,074 | -0,118 |
| | F2 | 1,121 | 0,404 | -0,464 | 0,711 |
| | F3 | -0,024 | 0,152 | -0,194 | -0,045 |

Fonte: Resultados da pesquisa

Observa-se ainda que a maioria das microrregiões apresenta declínio do fator 3 no período estudado. Pode-se constatar que apenas na primeira metade da década de setenta um maior número de microrregiões mostraram crescimento desse fator. Na primeira metade da década de oitenta, houve incremento do fator 3 nas regiões Lagos, Cantagalo–Cordeiro, Nova Friburgo, Santa Maria Madalena, Itaguaí, Vassouras e Barra do Pirai. Nas microrregiões de Nova Friburgo, Serrana e Baía da Ilha Grande, esse fator se eleva também no período de 1985 a 1995.

O índice bruto de desenvolvimento, cujos valores encontram-se na Tabela 4, possibilita uma síntese das transformações observadas. Pode-se constatar que, partindo de valores negativos no ano de 1970, para maior parte das microrregiões, esse índice chega a 1995 com valores positivos nas microrregiões de Cantagalo–Cordeiro, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Serrana, Vassouras, Santo Antônio de Pádua, Macaé, Barra do Pirai e Vale do Paraíba Fluminense.

Tabela 4 - Índice bruto de desenvolvimento das microrregiões do estado do Rio de Janeiro

| Microrregião | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1995 |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Bacia de São João | -0,380 | -0,471 | -0,250 | -0,129 | -0,154 |
| Lagos | -0,786 | -0,514 | -0,506 | -0,461 | -0,425 |
| Cantagalo–Cordeiro | -0,431 | -0,075 | 0,056 | 0,091 | 0,158 |
| Nova Friburgo | -0,477 | 0,067 | 0,742 | 0,435 | 1,958 |
| Santa Maria Madalena | -0,781 | -0,672 | -0,562 | -0,571 | -0,450 |
| Três Rios | 0,066 | 0,269 | 0,364 | 0,120 | -0,004 |
| Itaguaí | -0,514 | -0,030 | 0,137 | 0,684 | -0,029 |
| Macacu–Caceribu | -0,566 | -0,383 | -0,193 | -0,257 | -0,398 |
| Rio de Janeiro | 0,359 | 0,475 | 0,462 | 0,181 | 0,149 |
| Serrana | 0,369 | 0,879 | 1,322 | 0,775 | 3,339 |
| Vassouras | 0,025 | 0,337 | 0,227 | 0,346 | 0,581 |
| Itaperuna | -0,429 | -0,254 | 0,056 | -0,019 | -0,222 |
| Santo Antônio de Pádua | -0,354 | -0,078 | 0,024 | -0,073 | 0,084 |
| Campos dos Goytacazes | -0,340 | 0,479 | 0,057 | -0,066 | -0,134 |
| Macaé | -0,741 | 0,166 | 0,420 | -0,088 | 0,154 |
| Baía da Ilha Grande | -1,237 | -1,194 | -1,049 | -1,139 | -0,867 |
| Barra do Pirai | 0,063 | 0,319 | 0,360 | 0,324 | 0,513 |
| Vale do Paraíba Fluminense | -0,308 | 0,122 | 0,410 | 0,204 | 0,330 |

Fonte: Resultados da pesquisa

Ao se decompor as variações ocorridas no índice bruto de desenvolvimento entre os anos, pode-se observar diferenças significativas quanto à evolução da modernização tecnológica no período, conforme Tabela 5. De início, constata-se que na primeira metade da década de setenta as microrregiões, com exceção de Bacia de São João, experimentam elevação no índice bruto de desenvolvimento, certamente refletindo o efeito das políticas de modernização da agricultura, em sua fase mais importante. A segunda metade da década de setenta é marcada pela manutenção da tendência de crescimento do índice bruto de desenvolvimento, o que não ocorre somente nas microrregiões do Rio de Janeiro, Vassouras e Campos dos Goytacazes.

Observa-se também que, com o esgotamento das políticas de modernização da agricultura, no início da década de oitenta ocorre um declínio generalizado no uso das tecnologias abordadas, que se reflete na redução do índice bruto de desenvolvimento em praticamente todas as microrregiões. Esse declínio pode ser explicado pelo fato que no final dos anos setenta e início dos anos oitenta o modelo de financiamento da modernização agrícola entrou em falência.

No período compreendido entre 1985 e 1995 essa situação se reverte, quando se observa que os indicadores de modernização tecnológica se elevam em praticamente todas as microrregiões, mesmo numa situação em que a oferta abundante de recursos financeiros subsidiados passa a não existir.

Tabela 5 - Variação do índice bruto de desenvolvimento das microrregiões do estado do Rio de Janeiro

| Microrregião | 70-75 | 75-80 | 80-85 | 85-95 | 70-95 |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Bacia de São João | -0,091 | 0,221 | 0,121 | -0,026 | 0,225 |
| Lagos | 0,272 | 0,008 | 0,045 | 0,036 | 0,361 |
| Cantagalo–Cordeiro | 0,355 | 0,132 | 0,035 | 0,067 | 0,589 |
| Nova Friburgo | 0,544 | 0,675 | -0,308 | 1,523 | 2,434 |
| Santa Maria Madalena | 0,109 | 0,110 | -0,009 | 0,121 | 0,331 |
| Três Rios | 0,203 | 0,095 | -0,244 | -0,124 | -0,069 |
| Itaguaí | 0,485 | 0,166 | 0,548 | -0,713 | 0,485 |
| Macacu–Caceribu | 0,183 | 0,190 | -0,064 | -0,141 | 0,168 |
| Rio de Janeiro | 0,116 | -0,013 | -0,281 | -0,033 | -0,211 |
| Serrana | 0,510 | 0,443 | -0,546 | 2,564 | 2,970 |
| Vassouras | 0,312 | -0,110 | 0,119 | 0,235 | 0,556 |
| Itaperuna | 0,175 | 0,309 | -0,074 | -0,203 | 0,207 |
| Santo Antônio de Pádua | 0,276 | 0,102 | -0,097 | 0,158 | 0,438 |
| Campos dos Goytacazes | 0,820 | -0,423 | -0,122 | -0,069 | 0,206 |
| Macaé | 0,907 | 0,254 | -0,508 | 0,242 | 0,895 |
| Baía da Ilha Grande | 0,042 | 0,146 | -0,090 | 0,272 | 0,370 |
| Barra do Pirai | 0,256 | 0,041 | -0,036 | 0,189 | 0,450 |
| Vale do Paraíba Fluminense | 0,431 | 0,287 | -0,205 | 0,125 | 0,638 |

Fonte: Resultados da pesquisa

Considerando-se a diferença entre o início e o final do período analisado,

observa-se que praticamente todas as microrregiões apresentaram um incremento no uso das tecnologias abordadas e, conseqüentemente, no valor do índice bruto de desenvolvimento, como pode ser observado na Figura 1. As exceções são as microrregiões de Três Rios e Rio de Janeiro, nas quais o índice bruto de desenvolvimento, ao final do período analisado, é inferior ao valor observado em 1970. As microrregiões Serrana e Nova Friburgo foram as que mostraram maior elevação do índice bruto de desenvolvimento. Em situação intermediária encontram-se as demais microrregiões, com variações bem inferiores às observadas nas duas microrregiões citadas, porém positivas.

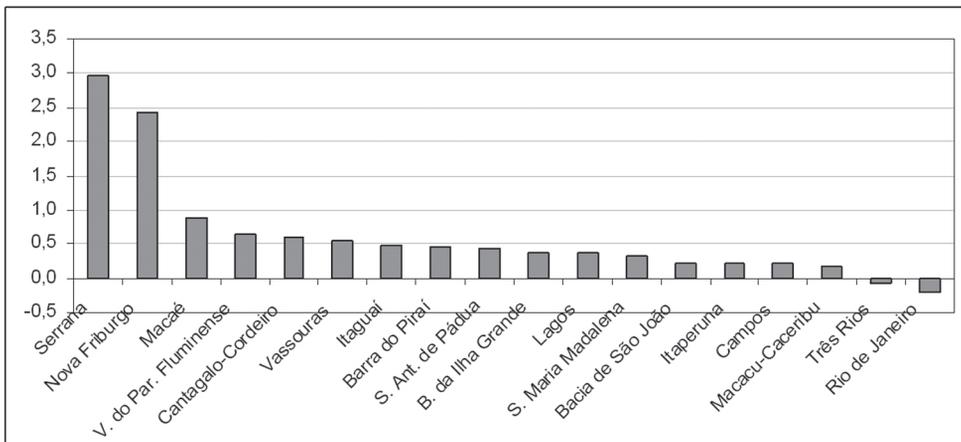


Figura 1 - Variação do índice bruto de desenvolvimento das microrregiões do estado do Rio de Janeiro entre 1970 e 1995

Fonte: Resultados da pesquisa

O maior dinamismo das regiões Serrana e Friburgo deve-se provavelmente a um conjunto de fatores, associados ao processo de ocupação, à proximidade do mercado consumidor, à atividade agrícola predominante, bem como à presença das atividades não agrícolas que, nos últimos anos, se intensificaram nessas regiões. Conforme Carneiro e Rocha (2009), a topografia acidentada dessas regiões não favoreceu uma configuração de grandes propriedades, razão pela qual nelas predominam pequenos e médios estabelecimentos, cultivados com base no trabalho dos membros da família, nos quais se destaca a produção olerícola.

Essas regiões têm importante papel no abastecimento da região metropolitana do Rio de Janeiro (ALENTEJANO, 2005), compondo parte do cinturão verde do estado. Além disso, nessas regiões é expressivo o papel das atividades não agrícolas, com destaque para os serviços associados à exploração do turismo e à confecção (CARNEIRO; ROCHA, 2009; ALENTEJANO, 1997). Em síntese, o predomínio de pequenas propriedades, dedicadas principalmente à olericultura, num contexto de aproveitamento das possibilidades oriundas do setor não agrícola, pode ter contribuído para os índices mais altos de adoção de tecnologia nessas regiões.

Como reflexo do processo de modernização ocorrido, na Figura 2, constata-

se que, ao final do período considerado, o maior índice bruto de desenvolvimento encontra-se na microrregião Serrana, destacando-se ainda a microrregião de Nova Friburgo. Em seguida vêm as microrregiões de Vassouras e Barra do Pirai, com índices de desenvolvimento em torno de 0,5. As demais microrregiões apresentam índices bem mais baixos ou até negativos, caracterizando o predomínio de uma agricultura com menor uso das tecnologias abordadas na pesquisa.

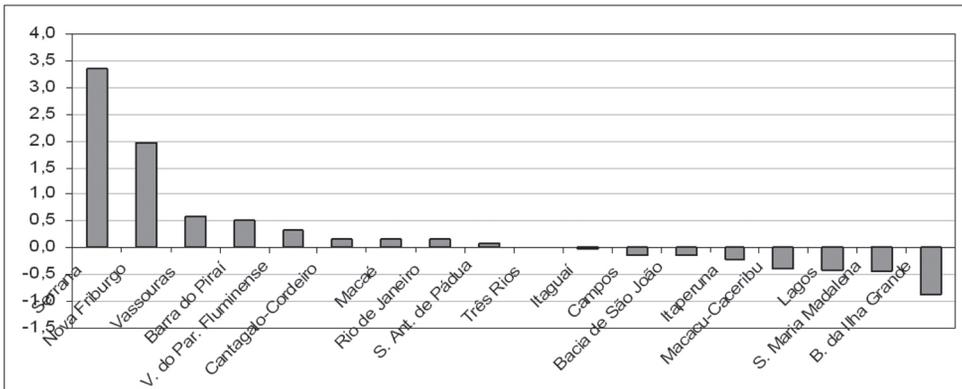


Figura 2 - Índice bruto de desenvolvimento das microrregiões do estado do Rio de Janeiro em 1995

Fonte: Resultados da pesquisa

Conclusões

Com a pesquisa, buscou-se determinar o nível de modernização agrícola das microrregiões que compõem o estado do Rio de Janeiro, caracterizada por um conjunto de variáveis que captam a adoção de tecnologia na agricultura. Outro objetivo foi descrever a dinâmica do processo de adoção de tecnologias nas microrregiões, no decorrer do período de 1970 a 1995.

Os resultados evidenciaram que os melhores indicadores de modernização estão associados às microrregiões Serrana e de Nova Friburgo, que encerram o período analisado com os maiores índices brutos de desenvolvimento tecnológico. Além dessas microrregiões destacam-se ainda, Vassouras e Barra do Pirai, enquanto as demais microrregiões apresentam índices brutos de desenvolvimento tecnológico muito baixos ou negativos.

De modo geral, constatou-se ainda que, embora o processo de desenvolvimento tecnológico tenha se processado em diferentes magnitudes entre as microrregiões, sua evolução seguiu um comportamento semelhante ao longo do tempo, caracterizada pelo crescimento dos indicadores de modernização durante a década de setenta, refletindo o efeito das políticas de modernização da agricultura, em sua fase áurea. Durante a primeira metade da década de oitenta ocorre um declínio dos indicadores

de modernização, provavelmente devido à gradativa erosão das políticas agrícolas como instrumento de regulação da dinâmica e da evolução da agricultura. No período compreendido entre 1985 e 1995, a análise evidenciou que o avanço tecnológico das microrregiões prossegue, porém com menor intensidade.

Referências

ALENTEJANO, P. R. R. A evolução do espaço agrário fluminense. *Geographia*, Niterói, v. 13, n. 13, p. 49-70, 2005.

ALENTEJANO, P. R. R. *Reforma agrária e pluriatividade no Rio de Janeiro: repensando a dicotomia rural-urbana nos assentamentos rurais*. 1997. 188 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, UFRRJ / Rio de Janeiro, 1997.

CARNEIRO, M. J.; ROCHA, B. N. Limites e possibilidade da construção de “territórios de desenvolvimento” na Região Serrana do Rio de Janeiro. *Política & Sociedade*, v. 8, n.13, abr. 2009, p. 251-275.

COIMBRA, M. *Conjuntura nacional e o agronegócio*. 2007. Disponível em: <<http://www.fajerj.com.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2008.

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.

FERREIRA JÚNIOR, S.; BAPTISTA, A. J. M. S.; LIMA, J. E. A modernização agropecuária nas microrregiões do Estado de Minas Gerais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 42, n. 1, p. 73-89, jan./mar. 2004.

FIBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censos agropecuários, 1970, 1975, 1980, 1985, 1995/96*. Rio de Janeiro: Fibge.

FREITAS, E. de. *A economia do Rio de Janeiro*. 2008. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/brasil/a-economia-rio-janeiro.htm>>. Acesso em 27 abr. 2008.

HAIR, J. F., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L., BLACK, W. C. *Multivariate data analysis with readings*. 4. ed. Ney Jersey: Prentice Hall, 1995. 745 p.

HARMAN, H. H. *Modern Factor Analysis*. Chicago: University of Chicago Press, 1960. 474 p.

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

KAGEYAMA, A. A., SILVA, J. F. G. Produtividade e emprego na agricultura brasileira. In: BELLUZZO, L. G.; COUTINHO, R. (Org.). *Desenvolvimento capitalista no Brasil*. São Paulo: Brasiliense, 1983. p. 192-222.

KIM, J.O., MUELLER, C. W. *Introduction to factor analysis: what it is and how to do it*. Beverly Hills: Sage Publications, 1978. 79 p.

MELO, C. O.; PARRÉ, J. L. Índice de desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: determinantes e hierarquização. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 45, n. 2, p. 329-365, abr./jun. 2007.

RIBEIRO, M. A. Considerações sobre o espaço rural fluminense: estrutura e transformações. In: MARAFON, G. J.; RIBEIRO, M. F. (Orgs.) *Estudos de Geografia Fluminense*. 1. ed. Rio de Janeiro: Livraria e Editora Infobook, 2002. p. 13-26.

SCHILDNERINCK, J. H. F. *Factor Analysis applied to developed and developing countries*. Groningen: Rotterdam University Press, 1970. 81 p.

SERAFINI, A. F. *Disputas pela terra e novas ruralidades no Estado do Rio de Janeiro: O caso do Vale São João*. Disponível em: <http://www.nead.gov.br/tmp/encontro/cdrom/gt/1/Flavio_Alves_Serafini.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2008.

SILVA, R. D. da. *Rio de Janeiro: Crescimento, Transformações e sua Importância para a Economia Nacional (1930-2000)*. 2004. 166 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Instituto de Economia, UNICAMP/Campinas, 2004.

SILVA, R. G. da; BAPTISTA, A. J. M. S.; FERNANDES, E. A. Modernização agrícola na região norte: uma aplicação da estatística multivariada. *Revista RV Economia*, Rio Verde, v.5, n. 11, p.20-24, nov. 2003.

SOUZA, P. M. de, LIMA, J. E. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas Unidades da Federação. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 57, n. 4, p. 795-824, out./dez. 2003.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, Três Lagoas, v.2, n. 2. p. 21-42, set. 2005.

Artigo recebido em: 11 jul. 2012

Aceito para publicação em: 11 out. 2012