

O Método de Análise Fatorial Aplicado ao Estudo da Exploração de Pequenos Ruminantes no Estado do Piauí

J. de Souza Neto; Francisco B. de Sousa

Introdução

A produção de caprinos e ovinos na região Nordeste do Brasil está sempre associada à pequena disponibilidade de recursos financeiros, baixo uso de tecnologias, desvinculação do sistema de crédito e intensiva participação da mão-de-obra familiar (Primov 1982, Primov 1983).

O Estado do Piauí é responsável por cerca de 16,74% do total destas duas espécies (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL 1989). Apesar do elevado percentual de participação destes efetivos na região, seus índices de produtividade são baixos e semelhantes aos encontrados em outros Estados (Shelton & Figueiredo 1989, Figueiredo & Fernandes 1990).

Muitos fatores têm contribuído para a baixa produtividade de caprinos e ovinos na região Nordeste, dentre os quais destacam-se a falta de manejo reprodutivo e alimentar, caracterizando-se pela utilização de métodos extensivos de produção com baixa inversão de capital e com a idéia de que estes pequenos animais podem assegurar na pastagem nativa sua alimentação. Não existe uma preocupação maior quanto à utilização de recursos forrageiros e a introdução de novas tecnologias capazes de mudar o "status quo" da atividade (Primov 1982).

Empiricamente, sabe-se que a introdução de novas tecnologias tem sido uma característica comum aos projetos de pesquisa e de desenvolvimento, principalmente em áreas menos desenvolvidas. No Nordeste, a inadequação da pesquisa às características sócio-econômicas do pequeno produtor, apontam para a necessidade de se entender os sistemas de produção em uso, para posteriormente se testar e validar alternativas tecnológicas disponíveis.

Objetivamente, pretende-se: a) Identificar os fatores responsáveis pela adoção ou não de tecnologias produzidas para a exploração de caprinos e ovinos; b) Estimar os fatores responsáveis pelo aumento da produção dos pequenos ruminantes nos municípios estudados.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida nas microrregiões de Campo Maior, Baixões Agrícolas Piauienses, Altos do Piauí e Altos do Canindé, que são as maiores produtoras de caprinos e ovinos no Estado do Piauí. O trabalho abrangeu os municípios de Campo Maior, Castelo do Piauí, Oeiras, Jaicós, Paulistana e São Raimundo Nonato.

A amostra consistiu de 118 produtores nos municípios. A estratégia de amostragem não probabilística (Boyd Junior & Westfall 1973) foi escolhida de acordo com os informantes selecionados e com os deslocamentos feitos dentro dos municípios, em diferentes direções, onde foram conduzidas as entrevistas com os produtores.

Utilizando-se o método de análise fatorial, procurou-se resumir a informação em toda base de dados a um número menor de projeções planas e identificar as relações existentes entre e dentro das variáveis. Referido método de análise proporciona o estudo de interdependência entre variáveis e oferece a vantagem de, a partir de um conjunto de variáveis, extrair-se um número reduzido, formando agrupamentos de variáveis originais chamados "fatores". Estes fatores consistem de uma combinação linear das variáveis iniciais incluídas no estudo.

O método de análise fatorial, como técnica multivariada, é explicado principalmente em termos de álgebra das matrizes, que é uma maneira de tratar com grupos de indivíduos ao invés de indivíduos um a um (Addock 1954). A análise fundamenta-se em duas propriedades estatísticas gerais:

1 - as variáveis aleatórias observadas são expressas por variáveis hipotéticas independentes, chamadas de "fatores";

2 - o número de variáveis independentes ou explicativas é inferior ao número de variáveis observáveis.

Como referido anteriormente, a análise fatorial representa cada variável observada como uma combinação linear de um grupo reduzido de fatores comuns, mais um fator único para cada variável resposta. Assim,

$$\begin{aligned}x_1 &= a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \dots + a_{1m}F_m + e_1 \\x_2 &= a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + \dots + a_{2m}F_m + e_2 \\x_p &= a_{p1}F_1 + a_{p2}F_2 + \dots + a_{pm}F_m + e_{pup}\end{aligned}$$

onde as seguintes pressuposições são feitas:

1. m é o número de fatores comuns (este número é sempre menor que p)
2. F_1, F_2, \dots, F_m são fatores comuns com x distribuído normalmente com média zero e variância unitária.
3. a_{ij} é o coeficiente de saturação de F_j na combinação linear de x_i .
4. $e_1, e_2, e_3, \dots, e_p$ são os fatores únicos, cada um relacionado a uma variável original.

Os aspectos numéricos da análise fatorial dizem respeito às estimativas dos coeficientes de saturação (a_{ij}) e às comunalidades (h_i^2). Dado que as variáveis estão padronizadas, ou seja, do tipo $(x_i - \bar{x})/s_i$, e variância igual a unidade,

pode-se denotar por $\text{Var}(x_i) = 1 = h_i^2 + u_i^2$, onde u_i^2 é conhecido como especificidade, que é a parte da variância devida ao fator único.

Os fatores principais na análise fatorial foram extraídos da análise de componentes principais, onde a regra prática para tal é selecionar somente os "autovalores" que expliquem, no mínimo, (100/P) por cento da variação total quando a matriz de correlação ou de covariância for utilizada.

Ressalta-se que o principal objetivo da análise fatorial é estimar fatores facilmente interpretáveis, tornando possível estimar novos fatores com elevados coeficientes de saturação e que sejam mais fáceis de interpretar. Estes novos fatores são obtidos mediante rotação ortogonal, e são selecionados de modo a que os coeficientes de saturação estejam próximos de ± 1 (Afifi & Clarck 1984). Neste caso, torna-se fácil dar a cada fator uma interpretação a respeito de uma variável ou a um conjunto de variáveis (que defina uma atividade ou característica), que com ele está altamente correlacionado.

Resultados e Discussão

Para estimar o padrão tecnológico da exploração de caprinos e ovinos nos municípios estudados, bem como as inter-relações existentes entre as variáveis agro-socioeconômicas, empregou-se o método de análise fatorial, cujos fatores principais foram extraídos da análise de componentes principais. No conjunto, os cinco componentes principais perfazem 56,6% da variação total.

Os resultados obtidos com a análise fatorial estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - Resultados obtidos com análise de Componentes Principais dos dados da capri-
no-ovinocultura nos municípios levantados, no Estado do Piauí^a.

Items	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
Escolaridade	0,15445	-0,29899	<u>0,40048</u>	-0,23276	0,03288
Idade	0,03469	0,05186	<u>-0,54537</u>	-0,04220	0,20391
Área	<u>0,29627</u>	<u>-0,37725</u>	-0,05506	0,11763	-0,05403
Crédito	-0,08656	-0,04563	-0,31169	-0,01249	-0,05568
Bovinos	-0,08585	-0,05401	0,14644	0,08384	0,25303
Caprinos	-0,06443	0,08397	0,12473	<u>0,51683</u>	0,08149
Ovinos	<u>0,33496</u>	-0,27215	-0,06814	0,09168	0,07453
Suplementação	<u>0,33640</u>	0,26326	0,08671	0,03283	0,09864
Mineralização	<u>0,35040</u>	0,25919	-0,01001	-0,04142	0,06101
Monta controlada	-0,03517	-0,01362	-0,24007	<u>-0,52162</u>	-0,09258
Obtenção de reprodutor	0,13747	-0,09287	0,01628	0,00672	0,17412
Castração	-0,03626	0,09808	-0,12287	-0,05639	<u>-0,50247</u>
Vacinação	-0,10484	0,06706	-0,14142	0,13980	<u>0,51925</u>
Vermifugação	-0,13727	0,10058	-0,02903	<u>0,41534</u>	-0,10845
Isola a parição	-0,03647	-0,04624	-0,20440	-0,16796	<u>0,45064</u>
Venda de animais	-0,06445	-0,14927	<u>0,40284</u>	-0,27014	0,20011
Cons. de bovinos	<u>0,22300</u>	-0,31821	-0,12628	0,11671	0,00972
Cons. de caprinos	<u>0,27642</u>	0,08881	-0,04296	-0,07640	0,16714
Cons. de ovinos	<u>0,27050</u>	0,26360	-0,11711	-0,12499	-0,07352
Venda de bovinos	<u>0,26140</u>	<u>0,38755</u>	-0,19385	0,18857	-0,06243
Venda de caprinos	<u>0,32771</u>	0,19729	0,09808	0,07414	0,07342
Venda de ovinos	<u>0,29671</u>	<u>0,34324</u>	0,13128	-0,00421	-0,05523
Autovalores ou Var C _i	5,50010	2,14970	1,18020	1,68310	1,13920
Explicação	0,24540	0,34320	0,42410	0,50060	0,56600
[0.5/(Var C _i) ⁵]	0,21520	0,34120	0,37470	0,38540	0,41680

^a C₁, C₂, C₃, C₄ e C₅ são os Componentes Principais obtidos.
Fonte: Resultados estimados a partir dos dados amostrados.

Visando obter um estrutura fatorial mais bem definida, procedeu-se uma rotação ortogonal dos fatores através do método "varimax" e obteve-se uma nova estrutura (Tabela 2), na qual foram selecionados os fatores cujos coeficientes de saturação são os mais elevados (próximos de 1). Desta forma, pode-se dar a cada fator uma interpretação relativa a cada variável com a qual ele está altamente correlacionado.

O primeiro fator explica 24,5% da variância da análise fatorial relativa aos dados das 118 unidades produtivas e das 22 variáveis ativas. Nota-se que o percentual de explicação da variância vai diminuindo progressivamente, sem apresentar pontos de ruptura. O plano constituído pelos três fatores principais perfazem 42,4% da variância total.

No tocante à contribuição das variáveis ativas na construção dos fatores, pode-se inferir que o primeiro fator diferencia as unidades produtivas segundo a produção física de caprinos e ovinos e a monetização desta atividade. Observa-se que as variáveis que apresentam maior saturação com o fator um foram X11 e X12, efetivos caprino e ovino cujos coeficientes de saturação foram da ordem de 0,9006 e 0,8946, respectivamente.

TABELA 2 - Resultados obtidos com análise de Fatores Principais dos dados da caprino-ovinocultura nos municípios levantados, no Estado do Piauí^a.

Items	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	h ² _i
Escolaridade	0,35892	-0,43837	<u>0,53837</u>	0,30197	0,03945	0,7013
Idade	0,08060	0,07604	<u>-0,72645</u>	-0,05475	0,24463	0,6028
Área	<u>0,68848</u>	<u>-0,55312</u>	-0,07348	0,15260	-0,06481	0,8128
Crédito	-0,20114	-0,06690	-0,41594	-0,01620	-0,06679	0,2226
Bovinos	<u>0,77838</u>	-0,39903	-0,09093	0,11894	-0,08941	0,7875
Caprinos	<u>0,78173</u>	0,38599	0,11572	0,04259	0,11834	0,7753
Ovinos	<u>0,81427</u>	0,38003	-0,01336	-0,05374	0,07319	0,8115
Suplementação	-0,19951	-0,07919	0,19542	0,10877	0,30355	0,1882
Mineralização	-0,14972	0,12285	0,16645	<u>0,67051</u>	0,09776	0,5244
Monta controlada	-0,08172	-0,01998	-0,32037	<u>-0,67672</u>	0,11107	0,5800
Obtenção de reprodutor	0,31946	-0,13617	0,02172	-0,00872	0,20889	0,1648
Castração	-0,08425	0,14381	-0,16396	-0,07316	<u>-0,60280</u>	0,0393
Vacinação	-0,24364	0,09833	-0,18873	0,18136	<u>0,62293</u>	0,5255
Vermifugação	-0,31900	0,14747	-0,03874	<u>0,53885</u>	<u>-0,13011</u>	0,4323
Isola a parição	-0,08474	-0,06780	-0,27276	-0,21790	<u>0,54063</u>	0,4259
Venda de animais	-0,14976	-0,21886	0,53758	-0,35047	0,24007	0,5397
Cons. de bovinos	<u>0,51822</u>	-0,46655	-0,16852	0,15142	0,01166	0,5376
Cons. de caprinos	<u>0,64305</u>	0,13022	-0,05732	-0,08811	0,20052	0,4837
Cons. de ovinos	<u>0,62860</u>	0,38649	-0,15629	-0,16216	-0,08819	0,6030
Venda de bovinos	<u>0,60745</u>	<u>-0,56822</u>	-0,25868	0,24464	-0,07490	0,8242
Venda de caprinos	<u>0,76155</u>	0,09837	0,13089	0,09618	0,08808	0,6977
Venda de ovinos	<u>0,68950</u>	<u>0,50326</u>	0,17519	-0,00546	-0,06626	0,7638
Variância Explicada	5,40014	2,14972	1,78082	1,68310	1,43922	12,453
Porcentagem	24,55	9,77	8,09	7,65	6,54	56,60

^a F₁, F₂, F₃, F₄, F₅ e h²_i são Fatores Principais e Comunalidade, respectivamente, obtidos.
Fonte: Resultados estimados a partir dos dados amostrados.

X24, X25, venda de animais caprinos e ovinos com coeficientes de saturação de 0,7757 e 0,8711, respectivamente.

O segundo fator contém 9,77% da variação total e está identificado com o critério de área e da produção física de bovinos, bem como com a monetização da atividade. A este fator estão relacionadas as seguintes variáveis:

X6, área da propriedade cujo coeficiente de saturação foi da ordem de 0,8735.

X10, efetivo bovino com coeficiente de saturação de 0,8092.

X20, X23, consumo de bovinos e venda de bovinos com coeficientes de saturação de 0,7284 e 0,8996, respectivamente.

O terceiro fator reúne 8,07% da variação total e foi identificado, principalmente, com as variáveis indicativas dos níveis de escolaridade (X4) e da idade do produtor (X5), e apresentam coeficientes de saturação da ordem de 0,7459 e 0,7401, respectivamente.

O quarto fator, com 7,65% da variação total, apresenta um coeficiente de saturação em relação a variável (X9), indicativa da prática de mineralização, de 0,7702.

O quinto fator, com apenas 6,54% da variação total, apresenta um coeficiente de saturação de 0,7465 para a variável relativa à prática de isolamento de caprinos e ovinos à parição (X18).

Verifica-se que as variáveis, supostamente indicadoras do nível tecnológico tais como crédito (X7), suplementação dos animais (X8), monta controlada (X13), obtenção de reprodutores melhoradores (X14), castração (X15), vacinação (X16) e vermifugação (X17), apresentaram baixos coeficientes de saturação com os fatores estimados, o que é um indicativo de que as variáveis componentes destes fatores não apresentam elevada correlação com os indicadores do nível tecnológico. Este resultado surpreende, na medida que se espera uma alta correlação entre a prática de técnicas modernas com o nível de escolaridade, idade do produtor e, principalmente, crédito rural. Ressalta-se, contudo, que os coeficientes de saturação apresentados para as variáveis X7, X8, X13, X14, X15, X16, e X17 com os fatores estimados se constituem, de alguma forma, em indicadores de tendência das expectativas formadas anteriormente.

Os elevados coeficientes de saturação das variáveis efetivo caprino e efetivo ovino, ao contrário das variáveis indicativas de área da propriedade, das características pessoais e do nível tecnológico, com o fator um, são um indicador de que estas variáveis são as maiores responsáveis pela produção destes pequenos animais no Estado do Piauí (Tabela 3).

Conclusões

1. Os criadores de caprinos e ovinos, na sua maioria, não possuem infra-estrutura e nem recursos ou nível educacional suficientes para incorporarem propostas de modernização. Muito embora a atividade possa ser estimulada por uma demanda crescente, o aumento da produção tem se dado mais pelo crescimento do número de animais do que pelo aumento de produtividade;

2. O crédito rural, fator facilitador de adoção de tecnologia, está direcionado principalmente para a atividade agrícola e para produtores mais capitalizados.

3. A dissociação existente entre pesquisa e extensão rural tem corroborado para o lento processo de modernização da atividade agropecuária e, conseqüentemente, dificultando a difusão e adoção de novas técnicas;

4. O retardamento à modernização está condicionado pelo baixo nível educacional predominante entre os produtores e, principalmente, pela falta de espírito empresarial neste tipo de atividade agropecuária;

TABELA 3 - Resultados obtidos com rotação ortogonal dos Fatores Principais dos dados da caprino-ovinocultura nos municípios levantados, no Estado do Piauí^a.

Items	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	h ² _i
Escolaridade	0,10732	-0,34915	<u>0,74574</u>	-0,19259	-0,00107	0,7013
Idade	0,02874	-0,12331	<u>-0,74012</u>	-0,30922	0,23296	0,6028
Área	0,18450	<u>-0,87352</u>	0,06530	-0,04589	-0,09421	0,8128
Crédito	-0,10848	-0,08209	-0,13836	-0,14178	0,17973	0,2226
Bovinos	0,34594	<u>-0,80926</u>	0,05416	-0,04760	-0,08018	0,7875
Caprinos	<u>0,90065</u>	-0,18727	0,07578	0,04372	0,04513	0,7753
Ovinos	<u>0,89468</u>	-0,20876	0,00652	-0,07213	0,04972	0,8115
Suplementação	-0,07765	0,03233	0,09864	0,03506	0,08257	0,1882
Mineralização	-0,05939	0,07249	-0,01910	<u>0,77028</u>	0,10453	0,5244
Monta controlada	-0,04164	0,10874	0,05662	<u>-0,66726</u>	0,15868	0,5800
Obtenção de reprodutor	0,10626	-0,22226	0,10182	0,07418	0,26636	0,1648
Castração	0,00932	0,08873	-0,08061	-0,10964	-0,41372	0,0393
Vacinação	-0,04837	0,13239	-0,14513	0,18164	<u>0,64735</u>	0,5255
Vermifugação	-0,09867	0,11374	-0,03448	<u>0,56789</u>	0,04516	0,4323
Isola a parição	-0,07303	-0,29110	0,01335	-0,14173	<u>0,74659</u>	0,4259
Venda de animais	-0,11205	-0,11722	0,64632	-0,02394	-0,20009	0,5397
Cons. de bovinos	0,11673	<u>-0,72847</u>	0,02394	-0,00767	0,07419	0,5376
Cons. de caprinos	<u>0,52072</u>	-0,24140	-0,18127	-0,17770	0,01419	0,4837
Cons. de ovinos	<u>0,68632</u>	-0,08146	-0,15858	-0,18216	0,05948	0,6030
Venda de bovinos	0,09369	<u>-0,89962</u>	-0,09214	0,00379	-0,03580	0,8242
Venda de caprinos	<u>0,77570</u>	-0,23620	0,01632	0,07867	-0,04538	0,6977
Venda de ovinos	<u>0,87116</u>	-0,02034	0,06182	0,03128	-0,15147	0,7638
Variância Explicada	5,40014	2,14972	1,78082	1,68310	1,43922	12,453
Porcentagem	24,55	9,77	8,09	7,65	6,54	56,60

^a F₁, F₂, F₃, F₄, F₅ e h²_i são Fatores Principais e Comunalidade, respectivamente, obtidos.
Fonte: Resultados estimados a partir dos dados amostrados.

Referências Bibliográficas

- ADDOCK, G.J. **Factorial analysis for non-mathematicians**. Melbourne: University Press, 1954. 88p
- AFIFI, A.A.; CLARCK, V. **Computer aided multivariate analysis**. Belmont: CA, Lifetime Learning, 1984. 411p.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, IBGE, 1989. v.49, 338p.
- BOYD JÚNIOR, H.W.; WESTFALL, R. **Pesquisa mercadológica: textos e casos**. Rio de Janeiro: FVG, 1973. 803p.
- FIGUEIREDO, E.A.P; FERNANDES, A.A.O. Improvement programs. In: SHELTON, M.; FIGUEIREDO, E.A.P. (Eds.). **Hair sheep production in tropical and subtropical regions**. Davis: University of California, 1990. p.25-36.
- PRIMOV, G. P. **Small ruminant production in the sertao do Ceara, Brazil. A sociological analysis**. Columbia, University of Missouri, 1982. (SR-CRSP. Sociology Technical Report Series. Publication, 6).
- PRIMOV, G. P. **The role of goat production among small producers in Northern Bahia, Brazil**. Columbia: University of Missouri, 1983.
- SAINT JUNIOR, W.S. **The social organization of crop production; cassava, tobacco and citrus in Bahia, Brazil**. Ithaca, Cornell University, 1977. Tese Doutorado.
- SHELTON, J.M; FIGUEIREDO, E.A.P. Genetics resources and improvement programs. In: JONHSON, W. L.; OLIVEIRA, E.R. de (Eds.). **Improving meat goat production in the semi-arid tropics**. Davis: University of California, 1989. p.20-32.
- WALSH, J. World bank puts priority on Africa program. **Science**, 226: 148-152, 1984.