



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



AVALIANDO A INTENSIDADE DA MODERNIZAÇÃO DA AGROPECUÁRIA GAÚCHA: UMA APLICAÇÃO DE ANÁLISE FATORIAL E CLUSTER

**MARLON VIDAL PAZ; CLAILTON ATAÍDES DE FREITAS
ATAÍDES FREITAS; DANIELI SCALCON NICOLA;**

UFSM

SANTA MARIA - RS - BRASIL

caf@ccsh.ufsm.br

APRESENTAÇÃO COM PRESENÇA DE DEBATEDOR

DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E RURALIDADE

**Avaliando a intensidade da modernização da agropecuária gaúcha: uma
aplicação de análise fatorial e cluster¹.**

Grupo de Pesquisa: 11 Desenvolvimento Territorial e ruralidade

Resumo:

O processo de modernização da agricultura brasileira, até a abertura da economia a partir de 1990, teve forte participação do Estado através das políticas agrícolas. Contudo, nem todas as regiões foram beneficiadas de forma homogênea com o grande avanço tecnológico observado na agropecuária brasileira. Aquelas regiões que tiveram a exploração de produtos mais dinâmicos em termos de competitividade internacional, (soja, açúcar, carnes suco de laranja), ou que se especializaram na exploração de produto agrícola com grande mercado interno, que é justamente o caso do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, conseguiram, especialmente, a partir dos anos 70, maior dinamismo econômico. O tratamento formal dos dados através de duas ferramentas da estatística multivariada evidenciou que os municípios de maior nível de desenvolvimento tecnológico na agricultura Estado do Rio Grande do Sul foram aqueles vinculados à utilização da irrigação associada com o uso intensivo da mão-de-obra, ou alta relação capital/trabalho. No Rio Grande do Sul a quase totalidade das áreas irrigadas é destinada ao cultivo do arroz, por

¹ Versão preliminar de um projeto de pesquisa mais amplo, o qual deseja rediscutir o redesenho dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDES) do Estado do Rio Grande do Sul, a partir de variáveis socioeconômicas.

essa razão, figuram como os municípios mais desenvolvidos, em especial, os da Fronteira Oeste do Estado. Ao passo que os municípios de agricultura tecnologicamente menos desenvolvidos são, justamente, aqueles que utilizam a mão-de-obra de forma mais extensiva e baixa intensidade do uso de adubos, corretivos e assistência técnica. Esses municípios estão localizados em grande parte na Região Noroeste do estado, próxima à divisa com Santa Catarina.

Palavras-chave: modernização agropecuária; nível tecnológico; análise estatística multivariada, Estado do Rio Grande do Sul, políticas públicas.

Key-words: agricultural modernization, technological level, multivariate statistics analysis, State of Rio Grande do Sul, public policies

1. INTRODUÇÃO

O objetivo do presente estudo é caracterizar o processo de modernização agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul, a partir de um conjunto de indicadores que a literatura especializada considera relevante para a tal propósito.

A agropecuária brasileira até a década de cinquenta tinha como principal fator para alavancar o crescimento da produção a incorporação de novas terras ao processo produtivo. Esta prática confere um caráter eminentemente extensivo à agricultura, visto que havendo acesso a novas áreas de fronteira esta prática caracteriza-se como menos onerosa, tornando a agropecuária impermeável a inovações tecnológicas, inovações estas que poderia conferir um caráter intensivo à atividade (Castro *et al*, 1979).

Este caráter extensivo aliado à utilização de técnicas tradicionais, segundo estudo do INCRA/UNICAMP (1971) *apud* Castro *et al* (1979) mostra que

O setor agrícola não dependia, no seu processo produtivo, da indústria: as técnicas de cultivo eram primitivas, e o emprego das máquinas, implementos e insumos de origem industrial não era regra (...) a produção industrial dependia em boa medida do comportamento do setor agrícola, mas este, na esfera estritamente produtiva, pouco necessitava da indústria.

Esta não dependência começa a ser desmantelada no final da década de 60, quando “tomou vulto no país uma nova estratégia de modernização, cujos reflexos no setor agrícola traduziram-se na consolidação do modelo de complexos agroindustriais ou de agronegócio, na reformulação da política agrícola e na criação de incentivos a verticalização da produção” (Parru & Guilhoto, 2001).

Para Castro *et al* (1979) esta estratégia de modernização reduz a agricultura a um subsetor da indústria. Ficando entre as indústrias fornecedoras de insumos modernos e máquinas e, do outro lado, as indústrias processadoras de alimentos e matérias-primas agrícolas, que se encontravam em processo de expansão.

Ainda segundo Castro *et al* (1979), para que o processo de modernização da agricultura obtivesse êxito era necessária a intervenção do estado via políticas de incentivo e subsídios e, através expansão do crédito altamente subsidiado visando gerar demanda para os produtos dos complexos agroindustriais, fato observado de forma clara a partir de 1967.

Além destas ações atribuídas ao Estado, Garcia & Teixeira (1991) destacam outra, os investimentos públicos que visem elevar o potencial produtivo do setor e reduzir os custos de produção no médio e longo prazo. Dentre estes investimentos os autores citam os gastos com infra-estrutura de transportes, saneamento básico, armazenamento, irrigação,

eletrificação rural e educação, que são, muitas vezes, “... condições necessárias para a incorporação de novos recursos naturais à atividade produtiva, bem como para a elevação da produtividade dos recursos existentes”.

Na década de 1970, o novo padrão em que se baseava a expansão agrícola teve a mecanização, principalmente através da utilização de tratores e a quimificação, via utilização de fertilizantes e defensivos, como fatores fundamentais do processo de produção (Hoffmann & Kageyama, 1985).

Deste modo, a partir de meados da década de 60 e durante a década de 70, fica evidente que o setor agropecuário brasileiro adentra em uma fase de modernização. Fase esta que de acordo com Souza & Lima (2001), obteve

... no crédito rural subsidiado um de seus principais indutores, esse processo (modernização) resultou em grandes alterações na forma de produzir e nas relações deste setor com os demais segmentos da economia, promovendo as transformações de base técnica, com o incremento do uso de diversas inovações tecnológicas, como a mecanização e o emprego de diversos insumos industrializados.

O papel desempenhado pela política de crédito rural também é salientado no estudo de Freitas & Bacha (2005) que, segundo os autores, teve os recursos emprestados via sistema nacional de crédito rural utilizados na aquisição de máquinas e insumos modernos. Sendo esta política o principal instrumento de política agrícola ao longo das décadas de 60 e 70 bem como no início dos anos 80.

Estes equipamentos e insumos eram destinados principalmente à produção agropecuária voltada a exportação, dado que, as políticas adotadas pelo governo, acabavam por beneficiar de maneira mais direta as culturas voltadas ao mercado externo em detrimento das culturas com ênfase no mercado interno, fazendo a primeira apresentar um crescimento em sua produção bem superior ao da segunda (Freitas & Bacha, 2005).

Da mesma forma, segundo Buaiani (1997) *apud* Souza e Lima (2001) o período entre meados da década de 60 e fim da década de 70 caracterizou-se pela intervenção estatal planejada, com o intuito de aumentar a oferta agropecuária, expandir e diversificar as exportações. Esse fato das políticas privilegiarem as culturas de exportação, ressalta uma outra característica do processo de modernização do setor agropecuário brasileiro: a heterogeneidade na aplicação das políticas de incentivo a este processo. Diferenciação esta levada a cabo tanto no que compete a ao tipo de cultura, ao tamanho da propriedade quanto a região do país onde a propriedade está inserida.

Neste sentido, Silva *et alii* (1983) *apud* Souza & Lima (2001) ressaltam que:

O padrão implantado direcionou-se basicamente para a expansão do complexo agroindustrial e não foi absorvido completamente pelos pequenos produtores, os quais, como resultado, se mantêm defasados em relação às unidades modernizadas. Nesse processo teve importância o crédito rural subsidiado, cujos benefícios foram maiores para a Região Centro-Sul do que para a Norte-Nordeste, favorecendo essencialmente os produtores modernos e utilizadores de tecnologias mais avançadas, além de privilegiar os grandes produtores em detrimento dos pequenos.

Da mesma forma, segundo Freitas & Bacha (2002) a distribuição de crédito no Brasil, a nível regional, foi altamente concentrada nas Regiões Sul e Sudeste e em menor escala na Região Centro-Oeste.

Na primeira metade da década de 80, o processo de modernização da agropecuária continuou, porém, em uma escala mais lenta se comparada a década passada. Este fato é confirmado pela baixa quantidade de novas unidades de tratores adquiridas, o pequeno crescimento na área de lavouras, tendo estabilizado abaixo de 15% a proporção da área

cultivada com lavouras, o que demonstra a redução no impulso de expansão da fronteira agrícola. Bem como o também pequeno crescimento do rebanho bovino e da área de pastagens. (Graziano da Silva, 1996).

Quatro razões básicas para este desaquecimento do ritmo de modernização da agricultura brasileira são, segundo Graziano da Silva (1996):

- A recessão que se abateu sobre economia brasileira como um todo a partir do final da década de 70;
- Redução explícita dos incentivos creditícios à modernização, traduzida não apenas pela eliminação das taxas de juros reais negativos do crédito rural, mas principalmente pela redução drástica dos recursos para os financiamentos agropecuários, especialmente os investimentos;
- O caráter profundamente desigual e excludente do processo de modernização da agricultura brasileira, pois, como a Região Centro-Sul atingiu os níveis absolutos mais elevados, deste processo, o ritmo de crescimento tende a ser menor;
- E, a mudança no padrão de modernização da agricultura que esta se gestando em âmbito mundial.

No que tange a este último item, o autor ressalta que os anos 80 mostram que a agricultura dos países desenvolvidos passou a incorporar de forma crescente as chamadas “novas tecnologias”, quais sejam, a informática, a microeletrônica e as biotecnologias. Fazendo assim com que não haja um crescimento considerável em termos numéricos do parque de máquinas, mas que as “novas” máquinas e os “novos” equipamentos incorporem novos componentes – como a microeletrônica – que melhoram a performance (...) bem como permitem automatizar algumas operações. (...) Da mesma forma, o consumo de químicos chega até mesmo a se reduzir quando a introdução dos “novos seres vivo”, filhos da engenharia genética que têm menor necessidade de defensivos e/ou maior resposta aos fertilizantes.

Na década de 90, sob o contexto da abertura comercial, que expôs a economia brasileira a concorrência dos produtores internacionais, o estudo de Gasques & Bastos (2003) revela que no período de 1990 a 2001 o crescimento do produto na agropecuária se deu, assim como na década anterior, predominantemente pelo aumento da produtividade da terra, relacionados principalmente a ao aumento da utilização de insumos, especialmente fertilizantes e defensivos, aos resultados da pesquisa agrônômica e às mudanças na composição do conjunto de produtos que compõem o valor total da produção.

Ainda segundo Gasques & Bastos (2003), no período de 1997 a 2001 passa a haver um comportamento diferenciado da produtividade da terra, pois o principal condicionante do crescimento do produto real é a relação área/homem, que pode ser tomada como uma variável relacionada à mecanização. Tal relação se dá porque a mecanização torna o trabalho intensivo. Para esse comportamento devem ter contribuído o aumento dos recursos do crédito de investimento, o programa de Modernização das Frotas de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (Moderfrota) e o aumento da disponibilidade de recursos próprios dos agricultores. Outros condicionantes que afetaram o crescimento da agricultura nos últimos anos foram o comportamento dos preços agrícolas e a política cambial.

A retomada da importância do crédito de investimento é um fato recente da política de crédito rural do país, o qual ficou praticamente esgotado durante os anos 80 e parte dos anos 90, quando as taxas de inflação eram extremamente elevadas (Gasques & Bastos, 2003).

O presente estudo tem a agropecuária do Rio Grande do Sul como foco, visto ter sido este Estado um dos grandes beneficiários das políticas de modernização, somando-se a isto o fato de o mesmo desempenhar papel extremamente relevante no contexto produtivo do setor agropecuário, sendo conhecido como “celeiro” agrícola nacional.

Nos estudos de Einloft, Targa & Lenz (1984), Freitas (1983), Oliveira (1985) e Accurso (1989) *apud* Waquil (1991), é salientado o caráter de disparidade, entre as regiões, no decorrer do desenvolvimento da agropecuária gaúcha. Caracterizando assim a heterogeneidade deste processo.

Desta forma, pretende-se com este estudo, conforme já salientado, identificar e caracterizar os municípios do Estado do Rio Grande do Sul no que tange a seu grau de modernização do setor agropecuário. Valendo-se, para isto, da análise fatorial e de clusters, baseado em um conjunto de indicadores que a literatura sobre a modernização agropecuária considera relevante para a explicação desta, e que permitam a constituição de grupos homogêneos de municípios. De modo específico, pretende-se estratificar os municípios em agrupamentos homogêneos, identificar as variáveis mais relevantes para cada grupo hierarquizando-os quanto ao grau de modernização agropecuária e, também, identificar o potencial de desenvolvimento destes. Para isto divide-se este estudo em quatro partes, sendo a primeira delas esta introdução, seguida pela metodologia, a terceira parte trata da análise dos resultados e finaliza-se com a conclusão.

2. METODOLOGIA

2.1. ANÁLISE FATORIAL

Para a caracterização, de uma realidade específica podem-se agrupar as variáveis que estão mais diretamente correlacionadas. A técnica de agrupamento de variáveis é conhecida como análise fatorial. Assim, a análise fatorial expressa o comportamento de um número relativamente grande de variáveis elencadas em termos de um número relativamente pequeno de variáveis latentes, ou fatores. Essas variáveis, em termos econômicos, estão de alguma maneira correlacionada.

A este respeito Gontijo & Aguirre (1988) destacam três objetivos da análise fatorial: i) obter o menor número de variáveis a partir do material original e reproduzir toda a informação de forma resumida; ii) obter os fatores que reproduzam um padrão separado de relações entre as variáveis²; iii) interpretar de forma lógica o padrão de relações entre as variáveis.

O presente trabalho recorre a técnica estatística multivariada, denominada de análise fatorial (*factory analysis*) que permite, em primeiro lugar, explicar de maneira funcional as relações mais importantes entre as variáveis, e em segundo lugar, interpretar as relações que surgem, especificamente, em cada fator.

O pressuposto da análise fatorial, ressaltado por Gontijo & Aguirre (1988), de existir certos fatores causais gerais que originam as correlações observadas entre as variáveis. Assim, considerando que muitas relações entre as variáveis são, provavelmente derivadas dos mesmos fatores causais gerais. Assim, o número de fatores tenderá a ser menor que o número de variáveis.

Nesta perspectiva, a análise fatorial pode ser criticada em um ponto: ao selecionar as relações mais importantes ajuda a interpretar as relações que surgem de cada fator separado. Como as escolhas e as interpretações são, em maior ou menor medidas,

² O fator é gerado por meio de transformações linear das variáveis em estudo.

subjetivas, não se pode assegurar que essas relações sejam as únicas e verdadeiras. Apesar dessa crítica, o método da análise fatorial é uma ferramenta importante para a definição de um padrão de relações específico.

Com base em Hoffmann (1999) e Gontijo & Aguirre (1988) apresenta-se o modelo básico de análise fatorial que será usado no presente estudo. É próprio nesse modelo cada variável observada x_i representar uma combinação linear dos n componentes principais. Assim, cada uma das i -ésimas variáveis é uma combinação de m (sendo $m < n$) fatores comuns e de um fator específico. Portanto, considerando a i -ésima variável pode-se representar matematicamente o modelo de análise fatorial, como:

$$x_{ij} = a_{i1}f_{1j} + a_{i2}f_{2j} + \dots + a_{im}f_{mj} + u_i y_{ij} \quad (1)$$

onde f_{pj} representa o valor da p -ésimo fator comum para a j -ésima observação; a_{ip} (com $p = 1 \dots m$), com m representando os fatores comuns; e u_i são coeficientes e y_{ij} representa o valor do i -ésimo fator específico para a j -ésima observação.

No modelo de análise fatorial pressupõe-se a condição de ortogonalidade, isto é cada um dos fatores específicos y_i é ortogonal com todos os m fatores comuns³. Além disso, pressupõe-se, também, que todos os fatores têm média zero e os respectivos vetores no espaço L -dimensional, têm módulo igual a 1, ou seja:

$$\begin{cases} \sum_j f_{pj} = \sum_j y_{ij} = 0 \\ \sum_j f_{pj}^2 = \sum_j y_{ij}^2 = 1 \end{cases} \quad (2)$$

Com $p = 1, \dots, m$ e $i = 1, \dots, n$.

Em notação matricial a equação (1) poderá ser representada por:

$$X = AF + UY \quad (3)$$

Sendo a matriz $X_{n \times L}$, $A_{n \times m}$, $F_{m \times L}$, $Y_{n \times L}$ e U é a matriz diagonal. Onde n indica o número de variáveis, L é o número de observações de cada uma dessas variáveis; m representa os fatores comuns.

Considerando as condições impostas pelo sistema de equações (2) e a ortogonalidade entre os n -ésimos fatores específicos e os m -ésimos fatores comuns, resulta em:

$$YY' = I_n \quad \text{e} \quad FF' = I_m \quad (4)$$

$$FY' = 0 \quad (5)$$

Sendo 0 uma matriz de $m \times n$ de zeros.

Considerando que a matriz de correlação R é dada por XX' , e com base nas equações (3), (4), pode-se definir nova formulação matemática para R , isto é:

$$R = AA' + UU' \quad (6)$$

Um elemento da diagonal de R pode ser representado como:

$$1 = \sum_{j=1}^L x_{ij}^2 = \sum_{p=1}^m a_{ip}^2 + u_i^2 \quad (7)$$

Na análise fatorial os elementos da diagonal principal da matriz R , representado pelo último membro da equação (7), são denominados de comunalidade da variável. Comunalidade significa que parte da variância é explicada pelos fatores comuns. Matematicamente ela é definida por:

$$h_i^2 = \sum_{p=1}^m a_{ip}^2 \quad (8)$$

³ A condição de ortogonalidade admite que os fatores comuns não são correlacionados entre si.

O u_i^2 é a proporção da variância da i -ésima variável devida ao fator específico, e é denominada especificidade (*uniqueness*) da variável.

Procedendo a multiplicação de ambos os membros da equação (1) por f_{pj} , somando em relação a j e admitindo a ortogonalidade entre os fatores comuns e específicos e com módulo igual a 1, tem-se em notação matricial:

$$XF' = A \quad (9)$$

A i -ésima da matriz A, denominada de estrutura de fatores, é constituída pelos coeficientes de correlação da i -ésima variável com cada um dos m fatores comuns. Os coeficientes da matriz A, a_{ip} , são denominados de cargas fatoriais (*factor loadings*).

A questão que se depara no estágio atual do desenvolvimento do trabalho é a seguinte: que métodos poderão ser utilizados para efetuar a análise fatorial. Hoffmann (1999) sugere o método de máxima verossimilhança, desde que se pressupõe que os fatores tenham distribuição normal; o método dos fatores principais e método dos componentes principais⁴.

No método dos fatores principais os m fatores comuns correspondem às m maiores raízes características da matriz R^* , obtida a partir da substituição dos elementos da diagonal principal por estimativas das comunalidades das n variáveis. Esse método pode ser aplicado de forma interativa percorrendo os seguintes passos: i) deve-se calcular as comunalidades e colocar esses valores na matriz R; ii) novamente as comunalidades são calculadas e inseridas na matriz R; iii) repete-se o passo anterior até que as comunalidades possam ser consideradas desprezíveis.

O mais simples dos métodos utilizado na análise fatorial é o dos componentes principais. O procedimento é simples: de posse da matriz R, toma-se como fatores comuns os m componentes principais dessa matriz.

Com o propósito de obter uma estrutura de fatores mais simplificada e facilitar a interpretação dos fatores, é recomendável fazer a rotação dos eixos dos fatores, mantendo a ortogonalidade. Esse recurso irá gerar uma nova matriz de coeficiente de fatores $n \times m$ (cada coluna dessa matriz aproxima-se de 0 ou 1). Com a rotação dos eixos cada um dos novos fatores deverá apresentar correlação, relativamente, forte com uma ou mais variável e correlação, relativamente, fraca com as demais variáveis.

Conforme salienta Hoffmann (1999), o VARIMAX é um dos critérios mais usados nos estudos de análise fatorial envolvendo a transformação ortogonal (T). A seguir procede-se o desenvolvimentos algébricos para obter-se a matriz de estrutura de fatores com a transformação ortogonal. Admitindo que:

$$TT' = I_m \quad (10)$$

Considerando a matriz de correlações entre as variáveis, equação (3), sem os fatores singulares e a equação (10), tem-se:

$$X = ATT'F \quad (11)$$

Representando os produtos

$$T'F = Q \text{ e } AT = B \quad (12)$$

Onde Q gera uma nova matriz dos fatores e B uma nova matriz $n \times m$ de cargas fatoriais.

⁴ Mais informações sobre os métodos da análise fatorial, segundo HOFFMANN (1999) poderão ser encontrados em:

HARMAN, H. H. **Modern factor analysis**. 3 ed. The University of Chicago Press.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. Prentice Hall.

Cabe ressaltar, que essa rotação não altera a comunalidade das variáveis. A partir da equação (6) e com algumas operações matriciais envolvendo a equação (12), obtém-se:

$$R = BB' + U^2 \quad (13)$$

Ao pós-multiplicar ambos os membros da equação (9) por T e considerar os produtos dado em (12), tem-se, após a transformação ortogonal, a equação matricial constituída pelos coeficientes de correlação da i -ésima variável com cada um dos m fatores comuns, isto é:

$$XQ' = B$$

O que mostra que os elementos de B são os coeficientes de correlação entre as variáveis x_i e os fatores, após a rotação.

O cálculo manual da análise, além de moroso, pode incorrer em erros. Dessa forma, utilizar-se-á um software, denominado SPSS para realizar a análise fatorial.

2.2. TESTE DE ADEQUACIDADE AMOSTRAL

O teste *Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy* (KMO) permite verificar a consistência dos dados originais. Ele permite comparar as magnitudes dos coeficientes de correlação “ r_{ij} ” observadas com relação aos coeficientes de correlação parcial “ a_{ij} ”. Sua formulação pode ser expressa por:

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} r^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} a_{ij}^2} \quad (14)$$

É desejável que o valor do índice KMO seja o mais próximo de 1. Isto quer dizer que o somatório dos coeficientes de correlação parcial entre as variáveis deve ser pequeno quando comparado ao somatório dos coeficientes de correlação observados. Seus valores críticos, segundo Kaiser (1974) *apud* Pereira (1999), são os seguintes:

- Valores na casa dos 0,90: adequação ótima dos dados à análise fatorial.
- Valores na casa dos 0,80: adequação boa dos dados à análise fatorial.
- Valores na casa dos 0,70: adequação razoável dos dados à análise fatorial.
- Valores na casa dos 0,60: adequação medíocre dos dados à análise fatorial.
- Valores na casa dos 0,50 ou menores: adequação imprópria dos dados à análise fatorial.

Ainda, segundo este autor, um outro teste que precede a análise fatorial com vistas a verificação de suas premissas é o *Bartlett Test of Sphericity* (BTS). Que, conforme Zambrano e Lima (2004) seve para testar a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade. Em essa hipótese não sendo rejeitado, o uso do modelo de análise fatorial deve ser reavaliado.

2.3. ANÁLISE DE CLUSTERS⁵

A análise de clusters é uma técnica usada para agrupar as observações em uma matriz de dados (observações e variáveis) sob estudo em grupos discretos. Assim como a análise fatorial evidência os vínculos entre as variáveis agrupando-as com base em suas

⁵ Baseado em Zambrano e Lima (2004) e Pereira (1999).

correlações, a análise de cluster põe em evidência os vínculos entre as observações, agrupando-as com base em sua semelhança. Desta forma as observações são agrupadas conforme a proximidade entre elas. Primeiro constituem um grupo inicial as duas mais próximas, em seguida, verifica-se qual observação seguinte que se localiza mais próxima ao centro deste primeiro grupo⁶ constituído formando-se um novo grupo e, assim, sucessivamente, até que todas as observações em estudo estejam reunidas em único grupo. Esta proximidade, ou seja, a distância pode ser medida de diversas formas, sendo aqui adotada a *Distância Euclidiana* quadrada, que é expressa pela soma dos quadrados das diferenças dos valores de todas as variáveis. A fórmula generalizada da distância entre a observação k e a observação l , num espaço n -dimensional, é dada por:

$$D_{k,l}^2 = \sum_{i=1}^n (x_{i,k} - x_{i,l})^2 \quad (15)$$

Tendo todas as variáveis o mesmo peso, conseqüentemente a função distância foi limitada entre 0 (maior similaridade) e 1 (menor similaridade).

Os métodos existentes para agrupar as observações são divididos em duas vertentes, os métodos hierárquicos e os métodos não hierárquicos. Neste trabalho o método utilizado para agrupar as observações em subconjuntos foi o de *variância mínima* ou *método de wards* (aglomerativo e hierárquico de ligação simples) que exige como medida de semelhança entre as observações o quadrado da distância euclidiana.

Tendo em vista a inexistência de critérios pré-estabelecidos para a determinação do número de agrupamentos a serem considerados, faz-se necessária a avaliação crítica dos pesquisadores para cada caso em particular.

Uma vez definido os grupos, foram calculados os escores fatoriais médios e o nível tecnológico de cada grupo. Sendo que os escores médios (F1', F2', F3' e F4') foram calculados por meio da soma do escore de cada município, ponderado pela sua participação no valor total da produção agropecuária do grupo no qual ele está inserido. Este procedimento pode ser representado pela seguinte equação.

$$\bar{S}_{k,j} = \sum s_{k,i} \left(\frac{VPA_i}{VAP_k} \right) \quad (16)$$

Onde:

“ \bar{S} ” representa o valor do escore médio, “ s ” o valor do escore, “ k ” o fator, “ i ” o município e “ j ” o grupo.

O nível tecnológico, ou o grau de modernização para cada grupo, é dado pela média aritmética dos escores médios encontrado, que produz um índice bruto, do qual pode-se extrair um índice relativo com base 100. Para isto devemos assumir como igual a 100 o maior valor desse índice bruto e 0 seu menor valor, os valores intermediários são obtidos através de interpolação. Desta forma obtendo a posição relativa dos grupos formados no que se refere ao nível tecnológico empregado na agropecuária⁷.

De acordo com Ferreira Júnior *et all* (2004), a análise dos fatores deve ser feita levando em conta que seus escores originais, quando consideradas todas as observações simultaneamente, são variáveis com média zero e desvio padrão igual a 1. Pode-se, assim, interpretar que os escores próximos a zero indicam um nível médio de tecnologia, ou, de

⁶ Na verdade não necessariamente ao centro - diferentes métodos podem ser escolhidos.

⁷ Técnica também utilizada por Ferreira Júnior *et all* (2004).

modernização agropecuária, no que se refere ao significado do fator em consideração. Quanto maior em relação a zero for o escore fatorial, indica que o grupo em questão possui uma agropecuária tecnologicamente avançada.

Já o potencial de desenvolvimento do grupo é dado pela magnitude do índice bruto, sendo divididos nos seguintes itens: potencial de desenvolvimento muitíssimo alto (PDMA); alto (PDA); médio (PDM); baixo (PDB) e muitíssimo baixo (PDMB). Para isso utilizaram-se os seguintes valores como parâmetros para os índices brutos: PDMA - Para valores maiores, ou iguais, a 1,5; PDA - para valores maiores, ou iguais a 0,5 e menores que 1,5; PDM - valores maiores, ou iguais, a zero e menores que 0,5; PDB - valores iguais ou maiores que -0,5 e menores que zero; e, PDMB - para valores menores que -0,5.

2.4. VARIÁVEIS E FONTE DOS DADOS

A base de dados utilizada neste trabalho, para construção dos indicadores de modernização, foi coletada em sua totalidade junto ao Censo Agropecuário do Estado do Rio Grande do Sul, 95/96, disponível no sítio do IBGE, tratando-se assim de dados do tipo *cross section*. Sendo que, tendo em vista medir a intensidade destes indicadores, as variáveis são expressas em relação à área explorada (AE), equivalente-homem (EH) e total de estabelecimentos (TE). A escolha destas teve por base os diversos trabalhos que abordam a modernização agrícola e que melhor caracterizem esta, tanto em seu aspecto relacionado à produtividade dos fatores quanto na intensidade do uso de tecnologias modernas (máquinas, uso de fertilizantes, irrigação, assistência técnica, etc).

O conceito de área explorada, de acordo com Ferreira Júnior *et all* (2004), refere-se à soma das áreas com lavouras permanentes e temporárias, pastagens plantadas, matas plantadas, áreas com pastagens naturais e matas naturais.

Já o conceito de equivalente-homem refere-se à homogeneização do trabalho de homens, mulheres e crianças e, também, foi obtido empregando-se a metodologia proposta por Silva e Kageyama (1983).

Sendo assim, os indicadores utilizados neste estudo e que procuram refletir os aspectos ligados à modernização da agricultura dos municípios Gaúchos, são os seguintes:

- X1 - Número de tratores / AE
- X2 - Número de tratores / EH
- X3 - Número de estabelecimento com controle de praga e doenças / AE
- X4 - Número de estabelecimento que aplica adubos e corretivos / TE
- X5 - Número de estabelecimento com eletricidade / TE
- X6 - Área irrigada / AE
- X7 - Equivalente homem / AE
- X8 - Número de estabelecimento com assistência técnica / AE
- X9 - Valor de investimentos / AE
- X10 - Valor de investimentos / EH
- X11 - Valor da produção / AE
- X12 - Valor da produção / EH
- X13 - Despesas / AE
- X14 - Despesas / EH
- X15 - Número de estabelecimento com controle de praga e doenças / EH
- X16 - Número de estabelecimento com assistência técnica / EH
- X17 - Área irrigada / EH
- X18 - Área irrigada / TE

Estes indicadores foram utilizados para realizar a análise fatorial cujos resultados são empregados para formar grupos homogêneos de municípios do estado no que tange ao seu grau de modernização. Sendo que os municípios utilizados para análise foram aqueles cujas informações estavam disponíveis no censo agropecuário de 1995/96 para o Rio Grande do Sul, totalizando 427 municípios.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1. DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE FATORES

Conforme pode ser visualizado pela Tabela 1, o valor obtido para o KMO de 0,7 indica que os dados originais são consistentes e permite estabelecer a adequação da análise fatorial ao conjunto de dados. O teste de esfericidade de *Bartlett* apresentou um valor elevado mostrando-se significativo a 1% ($p < 1\%$), desta forma é improvável que a matriz de correlação seja uma identidade, isto é, as variáveis não são correlacionadas, rejeitando-se deste modo a hipótese nula do teste. Sendo assim, os testes realizados permitem concluir que a amostra utilizada é adequada ao emprego da análise fatorial.

Tabela 1 – Testes de KMO e BTS

KMO	0,70087
Teste de esfericidade de <i>Bartlett</i>	10815,079

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Pela Tabela 2, pode-se observar que a análise fatorial aplicada resultou na identificação de cinco fatores com raiz característica maior que um. Sendo que os fatores em conjunto explicam 82% da variância total das variáveis utilizadas.

Tendo em vista que inexistiu um modo de estabelecer o número de fatores principais que devam ser extraídos, neste estudo opta-se pela utilização dos quatro primeiros fatores que, conjuntamente explicam 76,4% da variância total das variáveis analisadas.

Tabela 2 – Valores das raízes características e percentagem da variância total explicada pelos três primeiros fatores identificados na análise fatorial.

Fator	Raiz Característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
1	6,21035	34,5	34,5
2	4,60724	25,6	60,1
3	1,64744	9,2	69,3
4	1,27905	7,1	76,4
5	1,00986	5,6	82,0

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Na Tabela 3 estão apresentadas as cargas fatoriais, ou, os coeficientes de correlação entre os fatores e cada uma das 18 variáveis, e as comunalidades para os quatro fatores considerados. Para melhor interpretação, as cargas fatoriais com valor superior a 0,600 encontram-se em negrito, valor este arbitrado como expressão de forte associação entre o fator e o indicador. Os valores encontrados para as comunalidades, que demonstram a capacidade explicativa conjunta dos três fatores em relação a cada indicador, mostram que, praticamente, todas as variáveis têm a sua variabilidade significativamente captada e

representada pelos fatores, sendo que X1 e X5 apesar de apresentarem comunalidade inferior a 50%, estão forte e positivamente associadas ao primeiro fator, resultado que vai de encontro às expectativas deste trabalho.

Tabela 3 – Cargas fatoriais após a rotação ortogonal e comunalidades obtidas na análise fatorial dos indicadores de modernização da agricultura dos municípios gaúchos.

Indicadores	Cargas fatoriais				Comunalidades
	F1	F2	F3	F4	
X1	0,64262	0,03301	-0,02426	0,21783	0,41464
X2	-0,04948	0,80226	0,16162	0,18144	0,67219
X3	0,73584	-0,59823	-0,05594	0,26480	0,90247
X4	0,56551	0,14641	-0,47729	0,70386	0,56905
X5	0,69063	0,07780	-0,11229	0,47035	0,49564
X6	0,07229	0,15527	0,72620	-0,17572	0,55670
X7	0,74930	-0,61246	0,02955	0,17325	0,93742
X8	0,82034	-0,26455	-0,18598	0,59773	0,77753
X9	0,79358	0,10600	-0,03639	0,10577	0,64233
X10	-0,00931	0,76448	0,17180	-0,10183	0,61403
X11	0,92204	-0,02802	0,08177	0,21946	0,85763
X12	0,17637	0,81500	0,40393	0,13324	0,85849
X13	0,83464	0,09440	0,15447	0,11478	0,72939
X14	0,24724	0,76840	0,45113	0,08155	0,85508
X15	-0,00456	-0,21531	-0,56796	0,28067	0,36896
X16	0,54345	0,27368	-0,48538	0,87635	0,60584
X17	-0,16352	0,45384	0,76759	-0,3742	0,82191
X18	-0,12877	0,44513	0,75565	0,01347	0,78573

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

O primeiro fator (F1) encontra-se forte e positivamente correlacionado com os indicadores X1 (Número de tratores/AE), X3 (número de estabelecimento com controle de pragas e doenças/AE), X7 (EH/AE), X8 (Número de estabelecimento com assistência técnica/AE), X9 (Valor de investimentos/AE), X11 (Valor da produção/AE) e X13 (Despesas/AE), que expressam as variáveis em relação à área explorada. Bem como se encontra forte e positivamente correlacionado com o indicador X5 (Número de estabelecimento com eletricidade/TE), que expressa a variável em relação ao total de estabelecimentos. Sendo assim, estão relacionados com a intensidade do uso da terra. Desta forma F1 representa a “intensidade de exploração da terra”.

O segundo fator (F2) associa-se forte e positivamente com os indicadores X2 (Número de tratores/EH), X10 (Valor de investimentos/EH), X12 (Valor da produção/EH) e X14 (Despesas/EH), que expressam as variáveis em relação ao equivalente-homem. Sendo assim, F2 passa a ser denominado “intensidade da relação capita/trabalho”.

O fator 3 apresenta correlação positiva e forte com os indicadores X6 (Área irrigada/AE), X17 (Área irrigada/EH) e X18 (Área irrigada/TE). Assim o fator 3 é interpretado como medida do uso de irrigação, sendo doravante denominado “intensidade do uso de área irrigada”.

O fator 4, segundo a interpretação realizada com base nos coeficientes de correlação entre o fator e cada indicador, está representado pela utilização de adubos e corretivos bem como de assistência técnica, uma vez que se correlaciona positiva e fortemente as variáveis X4 (Número de estabelecimento que aplica adubos e corretivos/TE) e X16 (Número de estabelecimento com assistência técnica/TE), sendo assim chamado de “intensidade de uso de adubos, corretivos e assistência técnica”.

Obtidas as cargas fatoriais, o passo seguinte constitui na determinação dos escores fatoriais, ou seja, do valor dos fatores obtidos para cada município do Estado do Rio Grande do Sul. Escores estes que serão utilizados para agrupar os municípios em grupos homogêneos.

3.2. DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE AGRUPAMENTOS (*CLUSTER*)

Tendo em vista que, como já frisado na metodologia, não existe um critério pré-estabelecido para a determinação do número de agrupamentos a serem considerados, optou-se por considerar o maior número destes fornecidos pela análise de clusters. Desta maneira, mantendo as peculiaridades próprias de cada agrupamento, ou seja, preservando um maior grau de homogeneidade dentro dos grupos, obteve-se dezenove grupos distintos de municípios homogêneos. De posse das informações sobre os grupos, utilizou a equação 16 para calcular os escores médios que se encontram na Tabela 4.

Tabela 4 – Classificação relativa em ordem decrescente do nível tecnológico. Potencial de desenvolvimento e participação percentual no valor bruto da produção agropecuária para os 19 grupos de municípios homogêneos do Estado do Rio Grande do Sul.

Grupo	F1'	F2'	F3'	F4'	Índice bruto	Índice na base 100	Potencial de desenvolvimento.	% do VBP do estado
1	-0,445	2,309	5,179	-0,174	1,717	100	PDMA	4,36
2	5,564	3,545	-0,190	-2,211	1,677	98,22	PDMA	0,88
3	2,722	-1,986	5,507	0,035	1,570	93,48	PDMA	0,03
4	3,580	1,460	-0,604	-0,454	0,995	67,95	PDA	3,38
5	-0,604	1,289	3,245	-0,579	0,838	60,99	PDA	5,29
6	1,850	0,008	-0,119	0,833	0,643	52,33	PDA	3,71
7	0,905	1,682	-0,762	0,580	0,601	50,47	PDA	2,59
8	0,326	-0,552	0,947	1,636	0,589	49,93	PDA	2,84
9	-0,754	2,036	-0,483	0,882	0,420	42,43	PDM	4,86
10	1,489	0,379	-0,483	-0,298	0,272	35,86	PDM	2,72
11	-0,602	1,169	0,890	-0,511	0,236	34,27	PDM	9,24
12	-0,520	0,717	-0,501	0,839	0,134	29,74	PDM	9,36
13	0,308	0,070	-0,198	0,282	0,116	28,94	PDM	5,75
14	-0,151	-0,654	-0,032	0,624	-0,053	21,44	PDB	14,84
15	-0,798	0,244	-0,337	-0,322	-0,303	10,34	PDMB	11,71
16	0,271	-1,133	-0,015	-0,413	-0,322	9,50	PDMB	2,95
17	-0,474	0,924	-0,336	-1,750	-0,409	5,64	PDMB	8,49

18	-0,402	-0,504	-0,251	-0,911	-0,526	0,44	PDMB	4,89
19	0,221	-1,356	0,231	-1,239	-0,536	0	PDMB	2,11

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Fazem parte do grupo 1 os municípios de Arambaré, Itaqui, Palmares do Sul e Uruguaiana que respondem conjuntamente por 4,36% do valor da produção agropecuária do Estado. Este grupo apresenta o índice bruto na magnitude de 1,717 caracterizando-se assim como sendo o de maior nível tecnológico, deste modo, portanto, imputasse a ele o índice tecnológico igual a 100. O fator que representa a intensidade do uso de área irrigada (F3') juntamente com o que representa a intensidade da relação capita/trabalho (F2') foram decisivos para que este grupo obtivesse este índice bem acima da média do estadual, visto que os fatores associados à intensidade do uso da terra (F1') e intensidade de uso de adubos, corretivos e assistência técnica (F4') apresentaram valores ligeiramente abaixo desta média.

O grupo 02 é constituído, apenas, por Porto Alegre e Salvador do Sul, que respondem conjuntamente por 0,88% do valor da produção agropecuária do Estado. De acordo com a Tabela 4 pode-se constatar que os fatores médios deste grupo, no que se refere à intensidade do uso da terra (F1') e intensidade da relação capita/trabalho (F2'), apresentam valores bem acima da média estadual, porém, o fator que representa a intensidade do uso de área irrigada (F3') e intensidade de uso de adubos, corretivos e assistência técnica (F4') apresentam valores abaixo da média estadual, sendo que este último apresenta-se abaixo da média em uma magnitude considerável, desta forma este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi apenas 1,78% menor que o nível verificado no grupo 1, ficou na segunda colocação.

No grupo 03 estão inseridos os municípios de Canoas, Esteio e Imbé, que representam 0,03% do valor da produção agropecuária do Estado. Apesar disto, ficam na terceira colocação quanto ao nível tecnológico, ficando atrás aproximadamente 6,52% do nível verificado para o grupo 1, dado que apresenta valores positivos e elevados para os fatores que representam a intensidade do uso da terra (F1'), intensidade do uso de área irrigada (F3'), e, principalmente, a intensidade de uso de adubos, corretivos e assistência técnica (F4'). O fator que representa a intensidade da relação capita/trabalho (F2') ficou consideravelmente abaixo da média do Estado.

Fazem parte do grupo 04 os municípios de Arroio do Meio, Capitão, Encantado, Garibaldi, Imigrante, Nova Bassano, Nova Bréscia e Tupandi, que juntos representam 3,38% do valor da produção agropecuária do Estado. Este grupo caracteriza-se por apresentar valores bem acima da média estadual para os escores F1' e F2' e ligeiramente abaixo da média para os escores F3' e F4'. Desta forma este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 32,05% menor que o nível verificado no grupo 1, fica na quarta colocação.

O Grupo 05 é constituído pelos municípios de Arroio Grande, Barra do Ribeiro, Cacequi, Capão do Leão, Jaguarão, Minas do Leão, Mostardas, Santa Vitória do Palmar, São Borja e Tapes, que representam, em conjunto, 5,29% do valor da produção agropecuária do Estado. Embora tenha apresentado valores abaixo da média estadual para os fatores F1' e F4', este grupo se destacou por ter apresentado valores bem acima da média no que se refere à intensidade da relação capita/trabalho (F2') e intensidade do uso de área irrigada (F3'), desta forma este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 39,01% menor que o nível verificado no grupo 1, ficou na quinta colocação.

Compõem o grupo 06 os seguintes municípios: Carlos Barbosa, Colinas, Cruzeiro do Sul, Dois Irmãos, Estrela, Farroupilha, Feliz, Lajeado, Nova Petrópolis, Picada Café, Santa Clara do Sul, Santa Maria do Herval, São Pedro da Serra, Santa Tereza, Teutônia,

Travesseiro e Vale Real e são responsáveis, conjuntamente por 3,71% do valor da produção agropecuária do Estado. Este grupo caracterizou-se por ter apresentado valor alto e positivo para o fator F1' e um valor relativamente alto para F4'. Para o fator F2' o valor aproxima-se do valor médio e para o fator F3' o valor obtido é baixo e negativo. Determinando sua ocupação na sexta colocação quanto ao nível tecnológico, que foi 47,67% inferior ao nível verificado no grupo 1.

No grupo 07 estão presentes os municípios de Bom Retiro do Sul, Camargo, Casca, Estância Velha, Marau, Nova Araçá, Nova Roma do Sul, Paraí, Santo Antônio do Palma, Serafina Corrêa, Vila Flores e Vila Maria que, conjuntamente, perfazem 2,59% do valor da produção agropecuária do Estado. Este agrupamento caracteriza-se por ter apresentado valores positivos para os escores F1' e F4', da mesma forma positivo, porém, alto para o

escore F2' e abaixo da média para o fator F3'. Desta forma este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 49,53% menor que o nível verificado no grupo 1, ficou na sétima colocação.

Constituem o grupo 08 os municípios de Agudo, Bento Gonçalves, Bom Princípio, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Flores da Cunha, Harmonia, Ivoti, Mato Leitão, Nova Pádua, Paraíso do Sul, Pareci Novo, Restinga Seca, São João do Polêsine, São Sebastião do Caí, Sertão Santana e Silveira Martins. Representa, conjuntamente, 2,84% do valor da produção agropecuária do Estado. Este grupo caracterizou-se por apresentar para o fator F4' um valor positivo e elevado e para os fatores F1' e F3' valores acima da média, já o fator F2' não conseguiu se sobressair a este referencial. Desta forma este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 50,07% menor que o nível verificado no grupo 1, ficou na oitava colocação.

O grupo 09 ficou constituído pelos seguintes municípios: Carazinho, Coxilha, Cruz Alta, Fortaleza dos Valos, Ibirubá, Júlio de Castilhos, Não-Me-Toque, Pejuçara, Pontão, Santa Bárbara do Sul e Tapera. Que juntos representam 4,86% do valor da produção agropecuária do Estado. Este grupo caracterizou-se por apresentar para o fator F2' um valor positivo e elevado e para o fator F4' um valor positivo, já para os fatores F1' e F3' os valores obtidos apresentaram-se abaixo da média. Desta forma este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 57,57% menor que o nível verificado no grupo 1, ficou na nona colocação.

Compõem o grupo 10 os seguintes municípios: Anta Gorda, Barão, Dois Lajeados, Fagundes Varela, Nova Alvorada, Pouso Novo, Progresso, Relvado, Roca Sales, São Domingos do Sul, São Valentim do Sul, Sério e Terra de Areia, que respondem por 2,72% do valor da produção agropecuária do Estado. Este grupo caracterizou-se por apresentar para o fator F1' e F2' valores acima da média, sendo que para o primeiro este valor foi elevado, já para os fatores F3' e F4' este valor é negativo. Desta forma este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 64,14% menor que o nível verificado no grupo 1, acabou ficando na décima colocação.

Constituem o grupo 11 os municípios de Alegrete, Cachoeira do Sul, Cachoeirinha, Camaquã, Charqueadas, Cidreira, Cristal, Dom Pedrito, Eldorado do Sul, Formigueiro, Guaíba, Nova Santa Rita, Pântano Grande, Rio Grande, São Gabriel, São Sepé, São Vicente do Sul e Viamão. Este grupo responde por 9,24% do valor da produção agropecuária do Estado e caracterizou-se por apresentar valor positivo para o escore F3', positivo e elevado para o escore F2' e negativo, ou seja, abaixo da média para os fatores F1' e F4'. Desta forma este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 65,73% menor que o nível verificado no grupo 1, acabou ficando na décima primeira colocação.

O grupo 12 formado pelos municípios de Água Santa, Ajuricaba, Antônio Prado, Barra Funda, Campinas do Sul, Capela de Santana, Chapada, Chiapeta, Ciríaco, Colorado, Condor, Coqueiros do Sul, Erebango, Erechim, Ernestina, Estação, Guabiju, Ibiaçá, Ipiranga do Sul, Ivorá, Jacutinga, Jóia, Lagoa dos Três Cantos, Mato Castelhano, Nicolau Vergueiro, Nova Prata, Panambi, Passo Fundo, Protásio Alves, Quinze de Novembro, Ronda Alta, Saldanha Marinho, Salvador das Missões, Sananduva, Santo Antônio do Planalto, São José do Ouro, São Marcos, Sarandi, Selbach, Sertão, Tapejara, Tucunduva e Victor Graeff, responde por 9,36% do valor da produção agropecuária do Estado e caracterizou-se por apresentar os fatores F1' e F3' com valores abaixo da média e por apresentar valores acima da média nos fatores F2' e F4', porém em nenhum dos casos a magnitude do fator foi elevada. Assim, este grupo ficou na décima segunda posição em relação ao nível tecnológico, que foi 70,26% inferior ao verificado para o grupo 1.

Já os municípios de Aratiba, Arvorezinha, Barão de Cotegipe, Barra do Rio Azul, Boqueirão do Leão, Caxias do Sul, Gaurama, Ilópolis, Montauri, Montenegro, Paim Filho, Poço das Antas, Santo Cristo, Santa Rosa, São Jorge, Severiano de Almeida, Três Arroios, União da Serra, Vanini, Veranópolis, Viadutos, Vista Alegre do Prata e Vista Gaúcha constituem o grupo 13 que representa 5,75% do valor da produção agropecuária do Estado e caracterizou-se por apresentar os fatores F1', F2' e F4' com valores pouco superiores a média, já o fator F3' ficou abaixo da média, determinando sua ocupação na décima terceira colocação quanto ao nível tecnológico, que foi 71,06% inferior ao nível verificado no grupo 1.

Constituem o grupo 14 os seguintes municípios: Alto Alegre, Arroio do Tigre, Augusto Pestana, Barão do Triunfo, Boa Vista do Buricá, Cacique Doble, Caiçara, Campina das Missões, Campo Bom, Candelária, Cândido Godói, Carlos Gomes, Centenário, Cerro Branco, Cerro Grande do Sul, Cerro Largo, Constantina, Coronel Barros, Cotiporã, Crissiumal, David Canabarro, Derrubadas, Doutor Maurício Cardoso, Engenho Velho, Entre Rios do Sul, Frederico Westphalen, General Câmara, Getúlio Vargas, Gramado, Gramado Xavier, Gravataí, Guarani das Missões, Horizontina, Humaitá, Ibarama, Ibiraiaras, Igrejinha, Ijuí, Independência, Lindolfo Collor, Linha Nova, Maquine, Maratá, Monte Belo do Sul, Morro Redondo, Muçum, Nova Boa Vista, Nova Hartz, Nova Palma, Novo Hamburgo, Novo Machado, Passo do Sobrado, Pelotas, Ponte Preta, Portão, Porto Lucena, Porto Mauá, Presidente Lucena, Putinga, Rolante, Rondinha, Santa Cruz do Sul, Santo Expedito do Sul, São João da Urtiga, São José do Hortêncio, São José do Inhacorá, São Lourenço do Sul, São Martinho, São Pedro do Butiá, Sapiranga, Sede Nova, Sentinela do Sul, Sinimbu, Sobradinho, Taquaruçu do Sul, Três de Maio, Tuparendi, Vale do Sol, Venâncio Aires, Vera Cruz e Vista Alegre. Que representa, aproximadamente, 19% dos municípios e 14,84% do valor da produção agropecuária do Estado e caracterizou-se por apresentar os fatores F1', F2' e F3' ligeiramente abaixo da média e o fator F4' acima da média. Desta forma este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 78,56% menor que o nível verificado no grupo 1 e acabou ficando na décima quarta colocação.

O grupo 15 constituído pelos municípios de Alvorada, Arroio do Sal, Barracão, Bom Jesus, Campestre da Serra, Campo Novo, Caseiros, Catuípe, Dois Irmãos das Missões, Espumoso, Glorinha, Hulha Negra, Ibirapuitã, Ipê, Jaguari, Lagoa Vermelha, Nova Esperança do Sul, Palmeira das Missões, Pedro Osório, Salto do Jacuí, , Santiago, Santo Ângelo, Tramandaí, Triunfo, Tupanci do Sul,, Vila Nova do Sul Amaral Ferrador, Arroio dos Ratos,Barros Cassal,Boa Vista das Missões, Bossoroca, Caibaté, Campos Borges, Canela,Capão da Canoa, Charrua, Coronel Bicaco, Dom Feliciano, Entre-Ijuís, Eugênio de Castro, Gentil, Giruá, Inhacorá, Jaquirana, Mariana Pimentel, Mormaço,

Parobé, Osório, Pinhal Grande, Rio Pardo, Santa Maria, Santo Augusto, São Francisco de Paula, São Luiz Gonzaga, São Miguel das Missões e Soledade. Responde por 11,71% do valor da produção agropecuária do Estado e representa, aproximadamente 14% dos municípios do Estado e caracterizou-se por apresentar os fatores F1' F3' e F4' com valores negativos e baixos e o fator F2' com um valor ligeiramente acima do valor médio. Assim, este grupo ficou na décima quinta posição em relação ao nível tecnológico, que foi 89,66% inferior ao verificado para o grupo 1.

O grupo 16, formado pelos municípios de Alecrim, Alegria, Alto Feliz, Áurea, Bom Progresso, Brochier, Irai, Itatiba do Sul, Jaboticaba, Morro Reuter, Muliterno, Novo Barreiro, Novo Tiradentes, Palmitinho, Paverama, Pinhal, Pinheirinho do Vale, Rodeio Bonito, São Leopoldo, São Paulo das Missões, São Vendelino, Sapucaia do Sul, Seberi, Segredo, Tenente Portela, Três Cachoeiras, Três Coroas, Três Passos e Vicente Dutra respondem por 2,95% do valor da produção agropecuária do Estado. Este grupo caracterizou-se por apresentar para o fator F1' um valor ligeiramente acima da média e todos os demais fatores abaixo deste valor médio. Desta forma este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 90,50% menor que o nível verificado no grupo 1, ficou na décima sexta colocação.

No grupo 17 estão inseridos os municípios de André da Rocha, Bagé, Butiá, Caçapava do Sul, Cambará do Sul, Candiota, Encruzilhada do Sul, Garruchos, Herval, Itacurubi, Lavras do Sul, Manoel Viana, Pinheiro Machado, Piratini, Esmeralda, Quaraí, Quevedos, Rosário do Sul, Santana da Boa Vista, Santana do Livramento, Santo Antônio das Missões, São José dos Ausentes, São Martinho da Serra, São Nicolau, Tupanciretã, Vacaria e Xangri-lá. Este grupo responde por 8,49% do valor da produção agropecuária do Estado. Observa-se que este grupo caracterizou-se por apresentar valores negativos para os fatores que representam a intensidade do uso da terra (F1'), a intensidade do uso de área irrigada (F3') e a intensidade de uso de adubos, corretivos e assistência técnica (F4'), sendo a magnitude deste último elevada, já o fator F2' ficou acima da média do Estado. Quanto ao nível tecnológico que foi 94,36% menor que o nível verificado no grupo 1, acabou por deixar este grupo na décima sétima colocação quanto ao nível tecnológico.

Compõem o grupo 18 os municípios Braga, Canguçu, Dezesesseis de Novembro, Faxinalzinho, Fontoura Xavier, Gramado dos Loureiros, Guaporé, Itapuca, Lagoão, Machadinho, Marcelino Ramos, Mariano Moro, Mata, Maximiliano de Almeida, Nonoai, Pirapó, Porto Vera Cruz, Riozinho, Roque Gonzales, Santo Antônio da Patrulha, São Francisco de Assis, São Jerônimo, São José do Norte, São Pedro do Sul, São Valério do Sul, Taquara, Taquari, Tavares, Três Palmeiras, Tunas e Vitória das Missões. Que são responsáveis por 4,89% do valor da produção agropecuária do Estado. Este grupo caracterizou-se por ter apresentado valores abaixo da média para os quatro escores considerados. Com isso ficando na décima oitava posição quanto ao nível tecnológico, que foi 99,56% inferior ao nível verificado para o grupo 1.

Compõem o grupo 19 os seguintes municípios: Alpestre, Ametista do Sul, Barra do Guarita, Cerro Grande, Erval Grande, Erval Seco, Lajeado do Bugre, Liberato Salzano, Miraguaí, Morrinhos do Sul, Planalto, Porto Xavier, Redentora, Rio dos Índios, Sagrada Família, São José das Missões, São José do Herval, São Valentim, Tiradentes do Sul, Torres, Três Forquilhas e Trindade do Sul, que conjuntamente respondem por 2,11% do valor da produção agropecuária do Estado. Percebe-se que os fatores médios deste grupo F1' e F3' apresentaram valores ligeiramente acima da média, porém os dos fatores F2' e F4' apresentam valores negativos elevados, o que determinou a este grupo, principalmente por causa deste dois últimos fatores, ocupar a última colocação quanto ao nível tecnológico, inferior em 100% ao nível verificado para o grupo 1.

Para simplificar os resultados da análise de cluster, pode-se dividir, em termos de nível tecnológico, os 19 grupos de municípios constituídos em três novos grandes agrupamentos, de acordo com o seu potencial de desenvolvimento.

No primeiro estão aqueles classificados com potencial de modernização agrícola muitíssimo alto ou alto. Evidentemente os municípios pertencentes a esses agrupamentos apresentaram nível tecnológico bem acima da média do Estado, e são os pertencentes aos grupos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

O segundo agrupamento ficou constituído pelos municípios, que em termos de modernização agropecuária se encontram na média do Estado. Sendo eles os pertencentes aos grupos 9, 10, 11, 12 e 13.

No terceiro agrupamento estão os municípios com baixo, ou muitíssimo baixo potencial de desenvolvimento da agricultura. Assim, constituem esse agrupamento os grupos de municípios 14, 16, 17, 18 e 19.

4. CONCLUSÃO

Na literatura especializada em modernização da agricultura são suscitadas algumas variáveis, como o fluxo de investimento, o estoque de capital, a assistência técnica e manejo, que são fundamentais para aumento tanto da produtividade da terra quanto da mão-de-obra. No caso do uso da terra, que está associado ao primeiro fator, pode-se notar que este é formado pelas variáveis: número de tratores, número de estabelecimento com controle de pragas e doenças, assistência técnica, investimentos, entre outras. Assim, é possível apontar que tais variáveis estão fortemente atreladas ao processo de modernização da agricultura nos municípios do Rio Grande do Sul. No caso da produtividade da mão-de-obra, os resultados da análise fatorial mostraram que a mesma está relacionada ao Fator 2, o qual se associa positivamente com os indicadores número de tratores, valor de investimentos e valor da produção.

Ao comparar os fatores associados aos ganhos de produtividades da terra e do trabalho, pode-se notar que, praticamente, são constituídos pelas mesmas variáveis. Isso significa, por exemplo, que se houver incremento de investimento na melhoria do parque de máquinas e equipamentos e em maior apoio técnico, isso faz aumentar a produtividade do trabalho, pois, o que remete ao entendimento de que a mão-de-obra foi utilizada de forma mais intensiva, fazendo a aumentar a produção por unidade do trabalho, o mesmo raciocínio vale também para a terra.

Um outro fator positivo na explicação da modernização da agricultura gaúcha foi a irrigação, a qual esta associada basicamente ao fator 3. A destinação das áreas irrigadas no Rio Grande do Sul, na quase totalidade, é para exploração da rizicultura. Assim, essa atividade pode ser caracterizada como moderna para os padrões do Estado.

Ao aplicar a técnica de cluster, obteve-se 19 grupos distintos de municípios. É importante salientar que essa técnica procura preservar maior grau de homogeneidade dentro de cada agrupamento.

Fazendo um balanço geral em termos da modernização tecnológica, pode-se dizer que 17% dos municípios, os quais são responsáveis por 23% do valor da produção tem grande potencial de desenvolvimento na agricultura. Ao passo que 25% dos municípios do Estado, responsáveis por 32% do valor da produção agropecuária do Estado, apresentam potencial de desenvolvimento médio. Agora, mais da metade dos municípios, 58 %, tem baixo ou muitíssimo baixo potencial de desenvolvimento e são responsáveis por menos da metade do valor da produção do Estado, perfazendo 45% desta.

Frente a essa situação, se os *policy makers* desejam incrementar a modernização da agropecuária no Estado, não se pode esquecer de redesenhar programas de incentivo à agricultura que sejam adaptados à realidade da região, para que se consiga no médio e longo prazo reverter o quadro de pobreza rural, tão típico na imensa maioria desses municípios com nível de intensidade tecnológica muito baixa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHA, C. J. C. & FREITAS, C. A. **Análise do crescimento desigual do setor agropecuário brasileiro em termos de produto e Estados, período de 1970 a 1996.** disponível em <http://www.ufsm.br/mila/clailton/publicacoes/cientificos/analise-setor-agropecuario.pdf>, acesso em 13 de fevereiro de 2006.
- CASTRO, A. C. *et all.* **Evolução recente e situação atual da agricultura brasileira; síntese das transformações.** Brasília: BINAGRI, 1979.
- FERREIRA JUNIOR, S.; BAPTISTA, A. J. M. S. & LIMA, J. E. A modernização agropecuária nas microrregiões do Estado de Minas Gerais. Brasília: **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 1, p. 73-89, jan./mar. 2004.
- FREITAS, C. A.; BACHA, C. J. C. **ANÁLISE DO CRESCIMENTO DESIGUAL DO SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO EM TERMOS DE PRODUTOS E ESTADOS, PERÍODO DE 1970 A 1996.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XL., Passo Fundo, 2002. **Anais.** Brasília: SOBER, 2002. p. 211-221.
- GARCIA, S. A. & TEIXEIRA, E. C. Investimento e mudança tecnológica na economia brasileira. Rio de Janeiro: **Revista Brasileira de Economia**, v. 45, n. 4, p. 565-591, out./dez. 1991.
- GASQUES, J. G. & BASTOS, E. T. **Crescimento da agricultura** disponível em www.ipea.gov.br, acesso em 15 de março de 2006.
- GONTIJO, C. & AGUIRRE, A. Elementos para uma tipologia do uso do solo agrícola no Brasil: uma aplicação da Análise Fatorial. Rio de Janeiro: **Revista Brasileira de Economia**, v. 42, n. 1, p. 13-49. jan./mar. 1988.
- GRAZIANO DA SILVA, J. **A nova dinâmica da agricultura brasileira.** Campinas: UNICAMP, 1996.
- HOFFMANN, R. **Componentes Principais e Análise Fatorial.** Série Didática n° 90. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 1999.
- HOFFMANN, R. & KAGEYAMA, A. A. Modernização da agricultura e distribuição de renda no Brasil. Rio de Janeiro: **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 15, n. 1, p. 171-208, abril de 1978.
- HOFFMANN, R. & KASSOUF, A. L. Modernização e desigualdade na agricultura brasileira. Rio de Janeiro: **Revista Brasileira de Economia**, v. 43, n. 2, p.273-303, abr./jun. 1989.
- LIMA, J. E. & SOUZA, P. M. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas unidades da federação. Rio de Janeiro: **Revista Brasileira de Economia**, v. 57, n. 4, p. 795-824, out./dez. 2003.
- PARRÉ, J. L. & GUILHOTO, J. J. M. A desconcentração regional do agronegócio brasileiro. Rio de Janeiro: **Revista Brasileira de Economia**, v. 55, n. 2, p. 223-251, abr./jun. 2001.
- PEREIRA, J.C.R. **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.



SILVA, J. G. & KAGEYAMA, A. A. Emprego e relações de trabalho na agricultura brasileira: Uma análise dos dados censitários de 1960, 1970 e 1975. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, n. 13, v. 1, Abr. de 1983.

ZAMBRANO, C. & LIMA, E.J. Análise estatística multivariada de dados sócio-econômicos. In SANTOS, L.M. & VIEIRA, W. C. **Métodos quantitativos em economia**. Viçosa: UFV, 2004. 653p.