

Modernização Agrícola no Rio Grande do Sul: um estudo  
nos municípios e mesorregiões

*Agricultural Modernization in Rio Grande do Sul: a study in  
the cities and mesoregions*

*Modernización Agrícola en Rio Grande do Sul: un estudio  
en las ciudades y mesorregiones*

Nelson Guilherme Machado Pinto\* e Daniel Arruda Coronel\*\*

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é verificar e hierarquizar as diferenças nos níveis de modernização das mesorregiões e municípios gaúchos através da criação de um Índice de Modernização Agrícola (IMA). Nesse sentido, foram levantadas 24 variáveis de modernização agrícola para 496 municípios gaúchos para o ano de 2006, utilizando a análise fatorial no tratamento dos dados para a construção do IMA. O valor médio do IMA, para o caso do Rio Grande do Sul, é de 0,5394, o qual representa um valor acima da média do índice. Verifica-se que o município de Uruguaiana apresenta o maior nível de modernização agrícola nesse estado. Os municípios com maiores níveis de modernização agrícola possuem grande destaque na atividade agropecuária estadual, demonstrando alta intensidade de modernização nessa atividade. A verificação da modernização agrícola para as mesorregiões gaúchas demonstra certas disparidades no IMA entre as regiões, porém elas não são muito acentuadas. As regiões Sudoeste e Metropolitana do estado possuem maior modernização agrícola, enquanto a Sudeste apresenta menor IMA.

Palavras-chave: Modernização agrícola. Tecnologia. Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

The sole purpose of this present work is to verify and scrutinize the differences in the levels of modernization of mesoregions and cities in the state of Rio Grande do Sul by creating an Agricultural Modernization Index (IMA). Accordingly, 24 agricultural modernization variables were surveyed towards 496 cities in the State during 2006, rendering the factor analysis to data processor focusing on the construction of IMA. The IMA average figure for the purpose of

\* Bacharel em Administração, mestre e doutorando em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Atualmente, é professor substituto da Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: nelguimachado@hotmail.com

\*\* Bacharel em Administração pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Economista pela Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Mestre em Agronegócios pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Atualmente, é professor adjunto do Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: daniel.coronel@uol.com.br

Artigo recebido em dezembro/2014 e aceito para publicação em abril/2015.

*Rio Grande do Sul is 0.5394 which demonstrates figures above the index average. Therefore, it was concluded that the city of Uruguaiiana has the highest level of agricultural modernization in Rio Grande do Sul. The cities with these highest levels standards are highlighted in the agricultural activity in the State which gives evidence to the high intensity of the modernization activity. Agricultural modernization analysis in Rio Grande do Sul mesoregions presents some discrepancies upon the IMA between regions, despite the fact of not being quite significant. The Metropolitan and southwest State regions indicate higher Agricultural Modernization in the meantime southeast to indicate lower Agricultural Modernization Index.*

*Keywords: Agricultural modernization. Technology. Rio Grande do Sul.*

#### RESUMEN

*El objetivo de este estudio es verificar y jerarquizar las diferencias en los niveles de modernización de mesorregiones y ciudades de Rio Grande do Sul a través de la creación de un Índice de Modernización Agrícola (IMA). En este sentido, se plantearon 24 variables de la modernización agrícola a 496 ciudades del estado para el año 2006, ante el análisis factorial en el procesamiento de datos para la construcción del IMA. El valor medio del IMA, para el caso de Rio Grande do Sul, es de 0,5394, lo que muestra un valor superior a la media de referencia. Parece que la ciudad de Uruguaiiana tiene el más alto nivel de modernización agrícola de Rio Grande do Sul. Los municipios con mayores niveles de modernización de la agricultura tienen un gran protagonismo en las actividades agropecuarias del estado, lo que demuestra su alta intensidad de modernización en esta actividad. Verificación de la modernización agrícola para mesorregiones de Rio Grande do Sul muestra algunas disparidades en el IMA entre regiones, pero no las tienen muy pronunciadas. Regiones Suroeste del estado y Metropolitana tienen una mayor modernización de la agricultura, mientras la región Sudeste tiene menor IMA.*

*Palabras clave: Modernización agrícola. Tecnología. Rio Grande do Sul.*

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de inovações e a descoberta de novas tecnologias já fazem parte da realidade na composição da sociedade. Os processos tecnológicos e as consequentes transições de práticas rudimentares para atividades cada vez mais modernas estão presentes nas diversas áreas econômicas e do conhecimento. Essas mudanças buscam um nível maior de eficiência nas atividades designadas, além de objetivar cada vez mais o bem-estar da sociedade.

Na atividade agropecuária, os avanços tecnológicos acompanharam esse processo, no qual estruturas artesanais e rudimentares foram dando espaço a técnicas avançadas e estruturas modernas de maquinários. Dentro desse processo de modernização do campo, observa-se que as transformações ocorridas demonstram a forte relação entre o nível tecnológico e a modernização agropecuária (FERREIRA JÚNIOR; BAPTISTA; LIMA, 2004). Destaque-se que as mudanças tecnológicas proporcionaram a maior produtividade do solo. Além desse aspecto, questões ligadas a despesas, investimentos e valor da produção possuem relação direta com a modernização do campo (COSTA *et al.*, 2012).

Estudos relacionados ao agronegócio brasileiro possuem importância dentro do contexto nacional, pois esta atividade representa um dos principais setores para a economia do país na formação do saldo da balança comercial. No primeiro semestre de 2013, as exportações deste setor perfizeram US\$ 49,57 bilhões, representando um aumento de 10,7% em relação ao mesmo período do ano anterior e chegando a um superávit de US\$ 41,26 bilhões nesse período. Ademais, as vendas internacionais do agronegócio brasileiro ultrapassaram, durante a safra 2012/13 (julho de 2012 a junho de 2013), a marca histórica de US\$ 100 bilhões. Assim, durante esta safra, houve um superávit comercial recorde de US\$ 83,91 bilhões (BRASIL, 2013).

Dentro da realidade do setor e do processo de modernização, o Rio Grande do Sul (RS) ocupa lugar de destaque. Com relação ao agronegócio, o RS sempre demonstrou, dentro do contexto histórico brasileiro, vocação para essa atividade. O potencial agrícola da região se deve principalmente ao destaque na produção de soja e aos rebanhos bovinos (RUAS *et al.*, 2008). Com relação à modernização agrícola, mesmo sendo este um processo rudimentar no cenário brasileiro, até a década de 1960, o Rio Grande do Sul era uma das regiões que fugiam à regra, concentrando, por exemplo, nessa década, cerca de 25% do maquinário de tratores brasileiros (MARTINE, 1990).

Ademais, verifica-se, quanto à modernização agrícola, que as pesquisas realizadas referentes ao tema retratam toda a unidade nacional de forma agregada, sendo impossibilitada, por exemplo, a verificação dessa questão no nível municipal de regiões específicas (SILVA; FERNANDES, 2005). A partir da escassez de estudos em âmbito municipal e da importância do estado do Rio Grande do Sul dentro do agronegócio e do processo de modernização agrícola do Brasil, o presente trabalho tem como objetivo verificar e hierarquizar as diferenças nos níveis de modernização das mesorregiões e municípios gaúchos por meio da criação de um Índice de Modernização Agrícola (IMA) para a região.

O presente estudo está estruturado, além desta introdução, em quatro seções. Na segunda seção, é apresentado o referencial teórico. Na terceira, apresentam-se os procedimentos metodológicos aplicados e, na seção seguinte, os resultados. Por fim, são apresentadas as principais conclusões do trabalho.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1 MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA

A modernização agrícola pode ser denominada como a “industrialização da agricultura”, tornando-se uma atividade empresarial com um mercado de consumo para as indústrias de máquinas e insumos (TEIXEIRA, 2005). No cenário nacional, o agronegócio, até a década de 1960, utilizava-se de técnicas rudimentares e, a partir desse período, começou a introduzir ideias e práticas que foram disseminadas na Revolução Industrial com o objetivo de combater a fome no mundo. Entre essas práticas, estão a introdução de sementes de alta produtividade, o uso intenso de insumos químicos e a modernização agrícola (TEIXEIRA, 2005; BALSAN, 2006; CORRÊA; FIGUEIREDO, 2006; COSTA *et al.*, 2012).

As mudanças ocorridas no ambiente agrário brasileiro, a partir da década de 1960, trouxeram como consequências alterações no padrão de relações entre agricultura e indústria, originando um novo padrão de produção agrícola (TEIXEIRA, 2005). Esse período foi caracterizado pelo surgimento de um conjunto de instrumentos para a modernização da agricultura, sendo a figura do crédito rural subsidiado um dos principais. Dessa maneira, ocorreram alterações na produção e na relação do setor com os demais segmentos da economia, por meio da implementação de diversas inovações tecnológicas no ambiente do campo, como, por exemplo, a mecanização e o emprego de uma diversidade de insumos industrializados (SOUZA; LIMA, 2003).

A consolidação da modernização agrícola no Brasil, de acordo com Machado (2010), ocorreu na década de 1970 devido à implementação de uma política de desenvolvimento agrícola, durante o regime militar. Ainda, segundo o autor, a consolidação desse processo ocorreu pelo surgimento de complexos agroindustriais e de uma política de crédito e financiamento do governo industrial direcionada ao setor. Assim, a modernização da agricultura no Brasil proporciona alguns impactos na dinâmica da sociedade, tais como o êxodo rural, a concentração fundiária e de renda, a exploração da mão de obra e os problemas ambientais (BALSAN, 2006).

O processo de modernização agrícola brasileiro pode ser considerado de caráter concentrado com relação a questões de localização e setores. Esse padrão de concentração indica a existência do fenômeno em regiões com a agropecuária mais desenvolvida, tais como o estado de São Paulo e estados da Região Sul e Centro-Oeste (SOUZA; LIMA, 2003; CORRÊA; FIGUEIREDO, 2006).

Diante desse contexto, o cenário da atividade rural brasileira demonstra uma estrutura fundiária concentrada, a qual possui concentração de terras nas mãos de uma minoria e uma estrutura de produção voltada para exportação, marginalizando,

consequentemente, os pequenos produtores (TEIXEIRA, 2005; BALSAN, 2006). Dessa maneira, mesmo que o setor do agronegócio tenha relevância em âmbito nacional, o seu desenvolvimento dentro do país ocorreu de forma heterogênea, com a aglomeração desse processo em certas regiões (COSTA *et al.*, 2012).

## 2 METODOLOGIA

O presente trabalho fundamenta-se nos estudos anteriores da literatura do tema que utilizaram a técnica de análise fatorial e/ou criação de um índice para mensurar e analisar o fenômeno da modernização agrícola no Brasil (SOUZA; LIMA, 2003; FERREIRA JÚNIOR; BAPTISTA; LIMA, 2004; SILVA; FERNANDES, 2005; CORRÊA; FIGUEIREDO, 2006; COSTA *et al.*, 2012). A pesquisa, portanto, possui caráter quantitativo, além de ter o aspecto descritivo, pois as análises realizadas registram e correlacionam os fenômenos sem manipulá-los (RAMPAZZO, 2002).

A modernização agrícola possui um caráter multidimensional, isto é, a análise desse processo requer a consideração de um conjunto de variáveis a fim de captá-lo. Portanto, a técnica de análise fatorial, por meio do método de componentes principais, foi aplicada ao conjunto de variáveis do estudo para mensurar a magnitude do processo de modernização. Além disso, os escores fatoriais obtidos por meio dessa técnica possibilitam a construção de um índice de modernização agrícola para mensurar esse fenômeno no cenário gaúcho.

A técnica de análise fatorial aborda a problemática de analisar as correlações entre um grupo expressivo de variáveis, definindo um conjunto de dimensões latentes comuns, denominadas fatores. Esse método possui como principais objetivos o resumo e a redução dos dados, além de possibilitar a identificação de variáveis representativas de um grupo de variáveis para sua utilização em análises multivariadas posteriores (HAIR *et al.*, 2009).

Um modelo de análise fatorial, de acordo com Mingoti (2005), é dado, genericamente, em forma matricial, podendo ser expresso da seguinte forma:

$$X_i = a_{ij}F_j + \mathcal{E}_i \quad (1)$$

em que:

$X_i = (X_1, X_2, \dots, X_p)'$  é um vetor transposto de variáveis aleatórias observáveis

$a_{ij}$  é uma matriz ( $p \times m$ ) de coeficientes fixos denominados cargas fatoriais, os quais descrevem o relacionamento linear de  $X_i$  e  $F_j$

$F_j = (F_1, F_2, \dots, F_p)'$  é um vetor transposto ( $m < p$ ) de variáveis latentes que descrevem os elementos não observáveis da amostra

$\mathcal{E}_i = (\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \dots, \mathcal{E}_p)'$  é um vetor transposto dos erros aleatórios, correspondentes aos erros de medição e à variação de  $X_i$  que não é explicada pelos fatores comuns  $F_j$

Devido ao fato de as variáveis do estudo se apresentarem em escalas diferentes, surge a necessidade de sua padronização. A realização desse procedimento consta nos problemas que os dados, em diferentes escalas ou transformados de maneira incorreta, podem proporcionar nas pesquisas (GREENE, 2008). Assim,

é desejável tornar os objetos de estudo comparáveis, diminuindo os efeitos de escalas diferentes (BASSAB; MIAZAKI; ANDRADE, 1990). O procedimento de padronização das variáveis é dado por:

$$Z = \frac{(X_i - \bar{X})}{S}, i = 1, \dots, n \quad (2)$$

onde:

$Z$  = variável padronizada

$X_i$  = variável a ser padronizada

$\bar{X}$  = média de todas as observações

$S$  = desvio-padrão amostral

Por meio da padronização das variáveis aleatórias observáveis  $X_i$ , esta pode ser substituída pelo vetor de variáveis padronizada  $Z_i$ , com a finalidade de resolver a problemática de diferenças de unidade de escala, como demonstrado na equação 2 (MINGOTI, 2005). Assim, a equação 1 pode ser reescrita por:

$$Z_i = \alpha_{ij} F_j + \varepsilon_i \quad (3)$$

Para a construção do Índice Bruto de Modernização Agrícola (IBMA), é preciso estimar os escores associados a cada fator após a rotação ortogonal. No presente trabalho, foi aplicado o recurso da transformação ortogonal dos fatores originais pelo método Varimax, que demonstra uma estrutura mais simples de ser interpretada por maximizar em num único fator as correlações de cada variável (HAIR *et al.*, 2009). Além disso, com a finalidade de verificar se a análise fatorial utilizada se ajusta aos dados do modelo, utilizaram-se os testes de Esfericidade de Bartlett e o Critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). O primeiro fornece a probabilidade estatística de que a matriz de correlação tenha correlações significantes entre pelo menos algumas das variáveis; isto é, compara a matriz de correlação populacional com a matriz identidade. Para que os dados sejam adequados a essa análise, o resultado desse teste deve ser a rejeição da hipótese nula, ou seja, de igualdade das matrizes. O outro teste, de KMO, verifica a adequação dos dados a partir da criação de um índice que varia de 0 a 1, o qual compara as correlações simples e parciais entre as variáveis, sendo que valores superiores a 0,5 demonstram que os dados são adequados à análise fatorial (MINGOTI, 2005; HAIR *et al.*, 2009). Além disso, com o objetivo de testar a confiabilidade das variáveis que compuseram os fatores, foi estimado o Alfa de Cronbach.

Posteriormente à obtenção, identificação dos fatores e determinação dos respectivos escores fatoriais, há a possibilidade de mensuração da modernização para os municípios gaúchos pela construção de um índice. A construção do índice ocorre em duas etapas: na primeira, há a determinação do Índice Bruto de Modernização Agrícola (IBMA) e, após isso, é obtido o Índice de Modernização Agrícola Relativa (IMA), conforme metodologia utilizada por Costa *et al.* (2012).

A metodologia de cálculo do IBMA utilizada por Costa *et al.* (2012) segue a metodologia de cálculo utilizada por Cunha *et al.* (2008) e Pais *et al.* (2012) para cálculo do Índice Geral de Degradação, e por Shikida (2010) para o cálculo do Índice

Bruto de Desenvolvimento Socioeconômico. A construção do IBMA, portanto, surge da agregação dos fatores obtidos, conforme demonstrado na equação 4.

$$IBMA_i = \sum_{j=1}^p \frac{\lambda_j}{\sum \lambda_j} F_{ji}^* \quad (4)$$

em que:

$IBMA_i$  corresponde ao Índice Bruto de Modernização do  $i$ -ésimo município analisado

$j$  refere-se à  $j$ -ésima raiz característica

$p$  representa o número de fatores extraídos na análise

$F_{ji}^*$  é o  $j$ -ésimo escore fatorial do  $i$ -ésimo município analisado

$\sum \lambda_j$  representa o somatório das raízes características referentes aos  $p$  fatores extraídos, sendo que  $\lambda_j / (\sum \lambda_j)$  diz respeito à participação relativa do fator  $j$  na explicação da variância total captada pelos  $p$  fatores extraídos.

Convém ressaltar que a metodologia de cálculo do IBMA, utilizada por Costa *et al.* (2012), utiliza o procedimento de distribuição simétrica em torno da média zero dos escores fatoriais de cada município. Com a finalidade de evitar que elevados escores fatoriais negativos aumentem a magnitude dos índices associados aos municípios com escores fatoriais negativos, deve-se proceder a uma transformação deste a fim de trazer todos eles para o primeiro quadrante (LEMOS, 2001). O procedimento, realizado antes da estimação do IBMA, é expresso por:

$$F_{ji} = \frac{(F_{ji} - F_j^{min})}{(F_j^{max} - F_j^{min})} \quad (5)$$

onde:

$F_{ji}$  são os escores fatoriais

$F_j^{max}$  é o valor máximo observado para o  $j$ -ésimo escore fatorial associado ao  $i$ -ésimo município.

$F_j^{min}$  é o valor mínimo observado para o  $j$ -ésimo escore fatorial associado ao  $i$ -ésimo município.

Após o cálculo do IBMA, o Índice de Modernização Agrícola Relativa (IMA) é determinado por meio de ponderação, na qual se considera o maior valor de IBMA como 100, para cada município gaúcho (COSTA *et al.*, 2012). Os cálculos foram realizados por meio do *software* Statistical Package of Social Science (SPSS) 20.0.

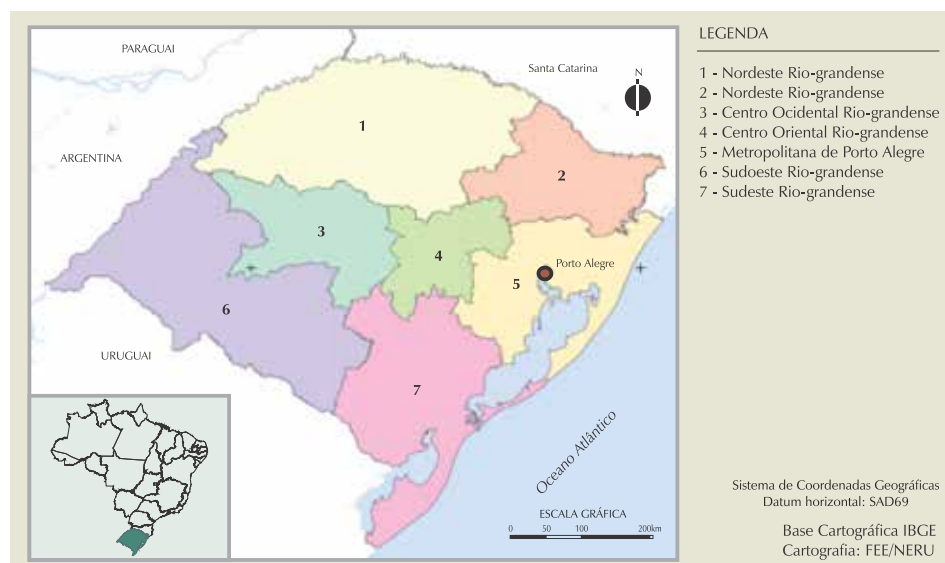
As variáveis utilizadas para este estudo fundamentaram-se nas evidências empíricas que retrataram a modernização agrícola no cenário nacional. Os dados foram coletados para cada município da amostra e expressos em valores relativos, pois, conforme Souza e Lima (2003), a intensidade do uso de tecnologias modernas é o maior foco de interesse para caracterizar o processo de modernização, e não questões relacionadas estritamente a volumes. Dessa maneira, a fim de caracterizar essa intensidade, todas as variáveis estudadas são expressas em relação à área explorada (AE) e ao equivalente-homem (EH). O conceito de AE refere-se à soma de áreas com

lavouras permanentes e temporárias, pastagens e matas plantadas, e pastagens e matas naturais. Já, o conceito de EH refere-se à homogeneização do trabalho de homens, mulheres e crianças (COSTA *et al.*, 2012).

A fim de descrever o processo de modernização, foram utilizadas as seguintes variáveis: X1 - Número de tratores/AE, X2 - Número de tratores/EH, X3 - Valor total dos investimentos/AE, X4 - Valor dos investimentos em instalações e outras benfeitorias/AE, X5 - Valor dos investimentos em veículos e outros meios de transporte/AE, X6 - Valor dos investimentos em máquinas e instrumentos agrícolas/AE, X7 - Valor total dos investimentos/EH, X8 - Valor dos investimentos em instalações e outras benfeitorias/EH, X9 - Valor dos investimentos em veículos e outros meios de transporte/EH, X10 - Valor dos investimentos em máquinas e instrumentos agrícolas/EH, X11 - Valor total dos financiamentos/EH, X12 - Valor total dos financiamentos/AE, X13 - Valor da produção/AE, X14 - Valor da produção/EH, X15 - Despesas totais/AE, X16 - Despesas com adubos e corretivos/AE, X17 - Despesas com sementes e mudas/AE, X18 - Despesas com defensivos agrícolas/AE, X19 - Despesas com combustíveis/AE, X20 - Despesas totais/EH, X21 - Despesas com adubos e corretivos/EH, X22 - Despesas com sementes e mudas/EH, X23 - Despesas com defensivos agrícolas/EH, X24 - Despesas com combustíveis/EH.

A amostra do estudo foi composta por 496 municípios gaúchos. Além disso, as análises dos índices municipais foram divididas nas sete mesorregiões do Rio Grande do Sul, conforme figura 1, na classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006).

FIGURA 1 - MESORREGIÕES DO RIO GRANDE DO SUL



FONTE: IBGE, 2006

As variáveis do estudo foram coletadas no Censo Agropecuário de 2006 realizado pelo IBGE (2006).



### 3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

#### 3.1 FATORES DE MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA

A realização dos testes de Bartlet e KMO visam verificar a adequabilidade da realização da análise fatorial. O teste de Bartlet apresentou valor de significância de 0,000, rejeitando a hipótese nula de igualdade de matrizes e demonstrando a viabilidade de realização da análise fatorial (MINGOTI, 2005). O teste de KMO apresentou valor de 0,655, o que demonstra a viabilidade dessa técnica, pois conforme Hair *et al.* (2009), valores superiores a 0,5 indicam adequação da técnica. Por último, as variáveis possuíram valores confiáveis com um Alfa de Cronbach de 0,829, valor considerado satisfatório (HAIR *et al.*, 2009).

A partir da realização da análise fatorial pelo método de componentes principais e de rotação ortogonal Varimax, as 24 variáveis de modernização agrícola foram agrupadas em oito fatores, os quais explicam 85,14% da variância total dos dados conforme (tabela 1).

TABELA 1 - AUTOVALORES DA MATRIZ E VARIÂNCIA EXPLICADA DAS CORRELAÇÕES PARA AS VARIÁVEIS DE MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA DOS MUNICÍPIOS GAÚCHOS

FATOR	AUTOVALOR	VARIÂNCIA EXPLICADA PELO FATOR (%)	VARIÂNCIA ACUMULADA (%)
1	4,18	17,42	17,42
2	3,99	16,63	34,05
3	3,16	13,17	47,22
4	2,10	8,77	55,99
5	1,82	7,59	63,58
6	1,80	7,50	71,08
7	1,75	7,29	78,37
8	1,63	6,77	85,14

FONTE: Os autores

Após definido o número de fatores encontrados, é preciso verificar, a partir dos métodos empregados, as cargas fatoriais mais elevadas, indicando maiores coeficientes de correlação entre cada fator, e as variáveis de modernização objeto de estudo. Com isso, é possível verificar as características de cada fator de modernização agrícola, como pode ser visualizado na tabela 2.

Pela análise da tabela 2, verificam-se as características de cada um dos oito fatores de modernização agrícola. O Fator 1 é composto pelas variáveis X2, X10, X22 e X24, representando, respectivamente, o número de tratores/EH, o valor dos investimentos em máquinas e instrumentos agrícolas/EH, o valor da produção/EH, as despesas com sementes e mudas/EH e as despesas com combustíveis/EH. Pelas variáveis que compõem esse fator, ele pode ser denominado como Utilização de Equipamentos Tecnológicos em Relação à Mão de Obra.

O segundo fator tem a sua composição formada pelas variáveis X7, X15, X16, X20 e X21, as quais representam, respectivamente, valor total dos investimentos/EH, despesas totais/AE, despesas com adubos e corretivos/AE, despesas totais/EH e despesas com adubos e corretivos/EH. Pelas características dessas variáveis, esse fator pode

ser denominado Despesas Totais e de Compostos Químicos na Atividade Agrícola. O Fator 3 é composto pelas variáveis X1, X13 e X19, que são ligadas ao número de tratores/AE, ao valor da produção/AE e às despesas com combustíveis/AE, podendo ser denominado, pela características das variáveis que o compõem, como fator de Utilização de Equipamentos Tecnológicos em Relação ao Uso da Terra Explorada.

TABELA 2 - CARGAS FATORIAIS DOS FATORES DE MODERNIZAÇÃO APÓS ROTAÇÃO ORTOGONAL E COMUNALIDADES

VARIÁVEIS	CARGAS FATORIAIS								COMUNALIDADES
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	
X1	-0,03	-0,01	<sup>(1)</sup> 0,88	0,02	0,15	0,03	0,18	-0,00	0,83
X2	<sup>(1)</sup> 0,82	0,05	0,25	-0,12	-0,01	0,10	-0,05	-0,11	0,78
X3	-0,19	0,21	0,55	<sup>(1)</sup> 0,60	0,30	-0,02	0,22	0,12	0,90
X4	-0,22	-0,01	0,40	<sup>(1)</sup> 0,79	0,01	-0,06	0,12	0,16	0,88
X5	-0,15	-0,00	0,37	0,06	<sup>(1)</sup> 0,88	-0,00	0,05	0,02	0,94
X6	0,02	0,02	0,21	0,19	0,09	0,07	<sup>(1)</sup> 0,73	0,14	0,65
X7	0,41	<sup>(1)</sup> 0,58	-0,19	0,30	0,10	-0,02	-0,09	-0,12	0,67
X8	0,30	0,02	-0,09	<sup>(1)</sup> 0,84	0,03	-0,06	0,11	-0,03	0,82
X9	0,24	-0,00	0,04	0,06	<sup>(1)</sup> 0,93	-0,02	0,11	-0,03	0,94
X10	<sup>(1)</sup> 0,67	0,07	-0,32	0,18	0,10	0,06	0,35	0,02	0,73
X11	0,65	0,06	-0,14	0,00	-0,00	0,14	0,03	<sup>(1)</sup> 0,68	0,93
X12	-0,06	0,03	0,18	0,09	-0,01	-0,01	0,12	<sup>(1)</sup> 0,93	0,92
X13	-0,06	-0,00	<sup>(1)</sup> 0,70	0,37	0,09	-0,02	-0,05	0,28	0,73
X14	<sup>(1)</sup> 0,85	0,05	0,04	0,20	0,02	0,08	-0,20	0,13	0,83
X15	-0,05	<sup>(1)</sup> 0,82	0,28	0,14	0,03	0,04	0,10	0,35	0,91
X16	0,00	<sup>(1)</sup> 0,99	-0,00	-0,04	-0,02	0,01	0,02	-0,03	0,98
X17	-0,01	-0,02	0,44	0,06	0,06	-0,03	<sup>(1)</sup> 0,72	0,03	0,72
X18	0,07	0,01	0,17	-0,08	-0,00	<sup>(1)</sup> 0,96	0,11	0,02	0,97
X19	0,08	-0,01	<sup>(1)</sup> 0,81	-0,01	0,12	0,08	0,35	-0,01	0,81
X20	0,13	<sup>(1)</sup> 0,98	-0,05	-0,01	-0,01	0,03	-0,02	-0,00	0,99
X21	0,03	<sup>(1)</sup> 0,99	-0,03	-0,03	-0,02	-0,00	-0,01	-0,03	0,98
X22	<sup>(1)</sup> 0,68	0,02	-0,12	-0,01	0,04	0,10	0,48	-0,03	0,72
X23	0,40	0,05	-0,12	-0,03	-0,02	<sup>(1)</sup> 0,88	-0,04	0,04	0,96
X24	<sup>(1)</sup> 0,90	0,07	-0,05	-0,10	0,01	0,16	-0,01	-0,01	0,86

FONTE: Os autores

(1) Valor denota a maior carga fatorial da variável em um fator.

Analisando o Fator 4, constata-se que as variáveis X3, X4 e X8 fazem parte da sua composição, abrangendo, respectivamente, o valor total dos investimentos/AE, o valor dos investimentos em instalações e outras benfeitorias/AE e o valor dos investimentos em instalações e outras benfeitorias/EH. Pela característica de suas variáveis, esse fator pode ser classificado como Valor dos Investimentos em Instalações na Atividade Agrícola. O quinto fator é composto pelas variáveis X5 e X9, que representam o valor dos investimentos em veículos e outros meios de transporte/AE e o valor dos investimentos em veículos e outros meios de transporte/EH. Dessa forma, esse fator pode ser denominado como Investimentos Tecnológicos em Transporte e Logística na Atividade Agrícola.

O Fator 6 possui, em sua composição, as variáveis X18 e X23, que correspondem às despesas com defensivos agrícolas/AE e despesas com defensivos agrícolas/EH, podendo esse fator levar o nome de Despesas com Agrotóxicos na Atividade Agrícola. O sétimo fator é composto pelas variáveis X6 e X17, as quais representam o valor dos investimentos em máquinas e instrumentos agrícolas/AE e as despesas com sementes e mudas/AE, podendo ser denominado Gastos com Implementos Agrícolas em Relação ao Uso da Terra Explorada. Por último, o Fator 8 é composto pelas variáveis X11 e X12, que representam o valor dos financiamentos/EH e o valor dos financiamentos/AE, podendo esse fator ser denominado Financiamentos na Atividade Agrícola.

Dessa maneira, os fatores responsáveis pela modernização agrícola no território gaúcho, no período correspondente ao ano de 2006, foram relacionados à Utilização de Equipamentos Tecnológicos em Relação à Mão de Obra, Despesas Totais e de Compostos Químicos na Atividade Agrícola, Utilização de Equipamentos Tecnológicos em Relação ao Uso da Terra Explorada, Valor dos Investimentos em Instalações na Atividade Agrícola, Investimentos Tecnológicos em Transporte e Logística na Atividade Agrícola, Despesas com Agrotóxicos na Atividade Agrícola, Gastos com Implementos Agrícolas em Relação ao Uso da Terra Explorada e Financiamentos na Atividade Agrícola.

### 3.2 MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA NOS MUNICÍPIOS E MESORREGIÕES GAÚCHAS

A modernização agrícola do Rio Grande do Sul é mensurada pelo Índice de Modernização Agrícola (IMA), que se utiliza dos escores fatoriais para a construção do IBMA e posterior ponderação desse índice para se chegar ao IMA. O valor médio do IMA, para o caso do Rio Grande do Sul, é de 0,5394, o qual demonstra um valor acima da média do índice. Tal resultado é evidenciado pelo fato de a economia gaúcha, no decorrer de sua formação econômica, ter a agricultura e a pecuária como grandes pilares e possuir essas atividades mais desenvolvidas em aspectos tecnológicos e de produção do que outras regiões do país (FOCHEZATTO; GHINIS, 2012).

No que tange aos IMAs dos municípios, a tabela 3 mostra o ranking dos municípios com maiores e menores índices.

A partir da análise da tabela 3, verifica-se que o município de Uruguaiana, localizado na Mesorregião Sudoeste do estado, apresenta o maior nível de modernização agrícola do Rio Grande do Sul. Os municípios com maiores níveis de modernização agrícola possuem grande destaque na atividade agropecuária do estado, demonstrando sua alta intensidade de modernização nessa atividade. Além disso, evidencia-se, por esses resultados, a presença de grandes complexos agroindustriais no Rio Grande do Sul (FOCHEZATTO; GHINIS, 2012).

TABELA 3 - MAIORES E MENORES ÍNDICES DE MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA (IMA) DOS MUNICÍPIOS GAÚCHOS E SUAS RESPECTIVAS MESORREGIÕES

MAIOR ID MUNICIPAL	MESORREGIÃO	IMA	MENOR ID MUNICIPAL	MESORREGIÃO	IMA
Uruguaiana	Sudoeste	1,0000	Estrela	C-Oriental	0,2973
Santa Maria do Herval	Metropolitana	0,9951	Imbé	Metropolitana	0,3421
Barra do Ribeiro	Metropolitana	0,9942	Riozinho	Metropolitana	0,3472
Itaqui	Sudoeste	0,9627	Santa Rosa	Noroeste	0,3534
Caraá	Metropolitana	0,9609	Sagrada Família	Noroeste	0,3578
Pareci Novo	Metropolitana	0,9393	Barros Cassal	Noroeste	0,3588
Machadinho	Metropolitana	0,9255	Benjamin Constant	Noroeste	0,3606
Capela de Santana	Metropolitana	0,8890	Lagoa dos 3 Cantos	Noroeste	0,3625
Estrela Velha	C-Oriental	0,8725	Gravataí	Metropolitana	0,3643
S. José do Hortêncio	Metropolitana	0,8725	Redentora	Noroeste	0,3659

FONTE: Os autores

Com relação aos municípios de menor IMA, verificam-se níveis de modernização agrícola bem abaixo da média estadual. Muitos desses municípios são de pequena extensão territorial e população, e têm um processo agropecuário caracterizado mais como um processo familiar. A verificação da modernização agrícola para as mesorregiões gaúchas, conforme tabela 4, demonstra certas disparidades no IMA entre as regiões, porém essas diferenças não se apresentam muito acentuadas.

TABELA 4 - ÍNDICE DE MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA (IMA) MÍNIMO, MÁXIMO E MÉDIO POR MESORREGIÕES DO RIO GRANDE DO SUL

MESORREGIÃO	IMA		
	Mínimo	Máximo	Médio
Centro-Occidental	0,3844	0,7865	0,5131
Centro-Oriental	0,2973	0,8725	0,5079
Metropolitana	0,3421	0,9951	0,5609
Nordeste	0,3941	0,7704	0,5742
Noroeste	0,3534	0,9255	0,5274
Sudeste	0,3669	0,7538	0,4971
Sudoeste	0,4083	1,0000	0,5976

FONTE: Os autores

A tabela 4 vem corroborar a dispersão da atividade agropecuária e, conseqüentemente, todo o seu processo de modernização por todo o território gaúcho, visto que essa atividade é grande geradora de renda e empregos no Rio Grande do Sul (FOCHEZATTO; GHINIS, 2012). Verifica-se que a mesorregião Sudoeste do estado é a de maior IMA. Entre algumas justificativas para o valor desse índice, pode-se apontar que essa região é composta por grandes centros no estado que possuíam forte ligação com a atividade agropecuária como, por exemplo, as atividades ligadas ao charque, que proporcionaram o desenvolvimento desse setor para essa região (ALONSO, 2003; SILVA; MARION FILHO; CORONEL, 2007).

Outra região de maior IMA é a mesorregião Metropolitana de Porto Alegre, a mais desenvolvida do estado com relação à indústria, conforme afirma Alonso (1986). A complexidade industrial dessa região envolve também questões relacionadas ao

agronegócio e, por esse motivo, o padrão de modernização agrícola dessa região do Rio Grande do Sul se apresenta mais elevado com relação à maioria das outras regiões do estado.

De maneira análoga, a mesorregião com menor IMA é a Sudeste. Única mesorregião a apresentar índice abaixo do valor médio de 0,5, essa região possui uma alta concentração de renda, conforme Coronel, Alves e Silva (2007), e é marcada por grandes disparidades socioeconômicas que acabam se refletindo na modernização agrícola dos campos do Sudeste do estado.

Por meio da análise das mesorregiões com maiores e menores IMA, é possível verificar quais delas devem ter um atendimento prioritário quanto a políticas públicas a fim de sanar essas questões, visto que a modernização do campo representa melhores meios de trabalho, gerando, conseqüentemente, maior produtividade. Entretanto, deve haver cuidado e fiscalizações também dos órgãos públicos e reguladores dessas questões, pois a modernização da atividade agropecuária é tratada como uma das maiores responsáveis pela degradação do meio ambiente, ocasionando graves conseqüências ambientais como, por exemplo, o desmatamento de regiões, o uso excessivo de produtos tóxicos, mudando a dinâmica do ecossistema ambiental e a compactação do solo causada pelas maquinarias (LADEIRA; MAEHLER; NASCIMENTO, 2012). Portanto, deve haver um cuidado e uma ponderação entre questões relacionadas à produtividade e à qualidade ambiental (ROSSATO; LIMA; LÍRIO, 2010).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modernização agrícola é um processo de grande importância dentro das questões relacionadas ao agronegócio. Por isso, este trabalho procurou, a partir da construção de um Índice de Modernização Agrícola, identificar o padrão e as disparidades desse processo dentro da realidade dos municípios e mesorregiões do Rio Grande do Sul. Para a realidade desse estado brasileiro, os principais fatores responsáveis pela modernização agrícola foram a Utilização de Equipamentos Tecnológicos em Relação à Mão de Obra, Despesas Totais e de Compostos Químicos na Atividade Agrícola, Utilização de Equipamentos Tecnológicos em Relação ao Uso da Terra Explorada, Valor dos Investimentos em Instalações na Atividade Agrícola, Investimentos Tecnológicos em Transporte e Logística na Atividade Agrícola, Despesas com Agrotóxicos na Atividade Agrícola, Gastos com Implementos Agrícolas em Relação ao Uso da Terra Explorada e Financiamentos na Atividade Agrícola.

A partir do IMA, verifica-se que o índice médio do Rio Grande do Sul reflete a importância da grande ligação histórica e econômica dessa região com a agropecuária. Analisando individualmente os municípios gaúchos, verifica-se que alguns apresentam elevada modernização da atividade agropecuária. De maneira análoga ao esperado, há, dentro do Rio Grande do Sul, municípios com índices muito abaixo da média do estado, o que demonstra que ainda há localidades com processos agropecuários mais rudimentares ligados principalmente a questões da agricultura familiar.

A observação das mesorregiões demonstra certa homogeneidade do IMA dentro do território gaúcho. Apesar da existência de diferenças nessas regiões, as disparidades encontradas não são muito acentuadas. As mesorregiões Sudoeste e Metropolitana possuem elevados padrões de modernização agrícola dada a presença de grandes centros e complexos de agronegócios. Já, a mesorregião Sudeste apresenta altos níveis de concentração de renda, e essas diferenças socioeconômicas acabam sendo refletidas no processo de modernização da agricultura dessa região.

Diante do exposto, acredita-se que deve haver, por parte dos responsáveis por essas questões, a implementação de ações que busquem a ampliação do aparato tecnológico das regiões com menor nível de modernização agrícola, proporcionando-lhes novas técnicas e equipamentos, a fim de aumentar a produtividade. Contudo, a ótica capitalista de produção deve levar em consideração também a degradação ambiental ocasionada pela modernização do campo para que este processo não cause impactos irreversíveis dentro da realidade das regiões a serem desenvolvidas.

Este estudo possui como limitação a análise de um corte específico no tempo, não sendo inferidos elementos para uma análise da evolução da modernização agrícola no Rio Grande do Sul ao longo do tempo. Ademais, a modernização agrícola foi tratada de forma isolada, sem evidenciar seu relacionamento com aspectos de desenvolvimento e impactos que esse processo causa nas regiões. Assim, em trabalhos futuros, sugere-se estudar a modernização agrícola num período maior de tempo, bem como relacionar essa questão com aspectos econômicos e/ou ligados à degradação ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ALONSO, J. A. F. **Evolução das desigualdades inter-regionais de renda interna do Rio grande do Sul 1939-1970**. 2.ed. Porto Alegre: FEE, 1986.
- ALONSO, J. A. F. O cenário regional gaúcho nos anos 90: convergência ou mais desigualdade? **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v.31, p.97-118, 2003.
- BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **CAMPO-TERRITÓRIO: Revista de Geografia Agrária**, Francisco Beltrão, v.1, n.2, p.123-151, 2006.
- BASSAB, W. de O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. de. **Introdução à análise de agrupamentos**. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística (ABE), 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Exportações do agronegócio ultrapassam US\$ 100 bilhões na safra 2012/13**, Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2013/07/exportacoes-do-agronegocio-ultrapassam-uss-100-bilhoes-na-safra-201213>>. Acesso em: 16 ago. 2013.
- CORONEL, D. A.; ALVES, F. D.; SILVA, M. A. e. Notas sobre o processo de desenvolvimento da metade sul e norte do estado do Rio Grande do Sul: uma abordagem comparativa. **Perspectiva Econômica**, São Leopoldo, v.3, n.2, p.27-43, 2007.

- 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**, Cascavel, v.10, n.2, p.82-99, 2006.
- COSTA, C. C. de M.; REIS, P. R. da C.; FERREIRA, M. A. M.; MOREIRA, N. C. Modernização agropecuária e desempenho relativo dos Estados brasileiros. **Agroalimentaria**, Mérida, v.18, n.34, p.43-56, 2012.
- FERREIRA JÚNIOR, S.; BAPTISTA, A. J. M. S.; LIMA, J. E. de. A modernização agropecuária nas microrregiões do Estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v.42, n.1, p.73-89, 2004.
- FOCHEZATTO, A.; GHINIS, C. P. Estrutura produtiva agropecuária e desempenho econômico regional: o caso do Rio Grande do Sul, 1996-2008. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v.50, n.4, p.743-762, 2012.
- GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 6.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2008.
- HAIR, J. F. JR.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 2006**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P>>. Acesso em: 15 ago. 2013.
- LADEIRA, W. J.; MAEHLER, A. E.; NASCIMENTO, L. F. M. do. Logística reversa de defensivos agrícolas: fatores que influenciam na consciência ambiental de agricultores gaúchos e mineiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v.50, n.1, p.157-174, 2012.
- LEMONS, J.J.S. Níveis de degradação no Nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.32, n.3, p.406-429, 2001.
- MACHADO, V. A. Modernização da agricultura e a produção do biocombustível como energia alternativa: uma reflexão crítica. *Tékhnē e Lógos*, Botucatu, v.1, n.2, p.1-22, 2010.
- MARTINE, G. Fases e faces da modernização agrícola. **Revista de Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, n.3, p.3-44, 1990.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG, 2005.
- PAIS, P. S. M.; SILVA, F. de F.; FERREIRA, D. M. Degradação ambiental no Estado da Bahia: uma aplicação da análise multivariada. **Revista Geonordeste**, São Cristóvão, a. XXIII, n.1, p.1-21, 2012.
- RAMPAZZO, L. **Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação**. São Paulo: Loyola, 2002.
- ROSSATO, M. V.; LIMA, J. E. de.; LÍRIO, V. S. Condições econômicas e nível de qualidade ambiental no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v.48, n.3, p.587-604, 2010.

RUAS, D. T.; ANTUNES, A.; MORO, M.; BRAUN, L. C.; PALMEIRA, E. M. A economia e o agronegócio no Brasil e Sul do Brasil. **Observatorio de la economía Latinoamericana**, Málaga, n.105, 2008.

SHIKIDA, P. F. A. Desenvolvimento socioeconômico e agroindústria canavieira no Paraná. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, a. XIX, n.3, p.67-82, 2010.

SILVA, M. A. e; MARION FILHO, P. J.; CORONEL, D. A. Análise das desigualdades entre os COREDES no período de 1990 a 2003: origem e evolução. **Perspectiva Econômica**, São Leopoldo, v.3, n.1, p.62-81, 2007.

SILVA, R. G. da; FERNANDES, E. A. Índice relativo de modernização agrícola na Região Norte. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v.3, n.1, p.29-50, 2005.

SILVA, R. G. da; RIBEIRO, C. G. Análise da degradação ambiental na Amazônia Ocidental: um estudo de caso dos municípios do Acre. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v.42, n.1, p.91-110, 2004.

SOUZA, P. M. de.; LIMA, J. E. de. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas Unidades da Federação. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v.57, n.4, p.795-824, 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, 2005.