



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

EDSON RAMOS DE MEDEIROS

**CARACTERIZAÇÃO E DINÂMICA DA MODERNIZAÇÃO  
AGRÍCOLA NO PARANÁ EM 1995 E 2006**

---

Londrina  
2014

EDSON RAMOS DE MEDEIROS

**CARACTERIZAÇÃO E DINÂMICA DA MODERNIZAÇÃO  
AGRÍCOLA NO PARANÁ EM 1995 E 2006**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Regional (PPE) – Mestrado - da Universidade Estadual de Londrina, como exigência final para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Marcia Regina Gabardo da Camara

Londrina  
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

M488c Medeiros, Edson Ramos de.  
Caracterização e dinâmica da modernização agrícola no Paraná em 1995 e 2006. /  
Edson Ramos de Medeiros. – Londrina, 2014.  
77 f. : il.

Orientador: Marcia Regina Gabardo da Camara.  
Dissertação (Mestrado em Economia Regional) – Universidade Estadual de  
Londrina, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em  
Economia Regional, 2014.  
Inclui bibliografia.

1. Modernização agrícola. – Teses. 2. Análise fatorial – Teses. 3. Análise espacial  
– Teses. 4. Paraná.– Teses. I. Camara, Marcia Regina Gabardo da. II. Universidade  
Estadual de Londrina. Centro de Ciências Sociais Aplicadas. Programa de Pós-  
Graduação em Economia Regional. III. Título.

CDU 330.35(816.2)

EDSON RAMOS DE MEDEIROS

**CARACTERIZAÇÃO E DINÂMICA DA MODERNIZAÇÃO  
AGRÍCOLA NO PARANÁ EM 1995 E 2006**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Regional (PPE) – Mestrado - da Universidade Estadual de Londrina, como exigência final para obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profª. Dra. Marcia Regina Gabardo da Camara  
UEL – Londrina - PR

---

Prof. Dr. Carlos Eduardo Caldarelli  
UEL – Londrina - PR

---

Prof. Dr. Vanderlei José Sereia  
UEL – Londrina - PR

Londrina, 27 de janeiro de 2014.

*Dedico aos meus Pais e ao meu Irmão*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço a Deus, por estar sempre presente em minha vida.*

*Aos meus Pais, Severino e Maria Letice, e meu ao irmão Edú, os responsáveis de ter chegado até aqui e de ser o que sou. Agradeço pelo apoio, força, incentivo, carinho e amor de sempre e por sempre acreditarem e confiarem em mim.*

*À Gabriela, minha namorada, pela paciência, apoio, carinho e amor nesse tempo que estamos juntos, tornando a caminhada mais agradável.*

*À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marcia Regina Gabardo da Camara, minha orientadora, pela atenção, dedicação, apoio, conselhos, orientações e ensinamentos durante essa caminhada.*

*A todos da minha turma de mestrado, Nadja, Ovídio, João, José, Vinícius, Rogélio, Daniel, Élcio, Renato, Adriano e Luiz, pela amizade, ajuda, convivência, debates, paciência, contribuições e ensinamentos.*

*Ao Dimitri e ao André, grandes incentivadores de minha vinda ao mestrado em Londrina, pela amizade e apoio. Agradeço ainda pela amizade e acolhida de Dimitri e Artur aqui em Londrina.*

*Agradeço aos mestrandos Márcio, Sarah e Marcelo pelas contribuições e materiais. Obrigado ainda a todos os mestrandos do PPE-UEL pela convivência agradável e ensinamentos.*

*A todos os professores do Programa de Mestrado em Economia da UEL, e aos professores da qualificação e banca pelas contribuições e ensinamentos.*

*Agradeço ao Professor Ivan Targino (UFPB), o grande incentivador desde a graduação, pelos conselhos, ensinamentos, ajuda, apoio, carinho e amizade. Agradeço também ao meu amigo Cássio (UFPB) que sempre me ajudou e incentivou.*

*À Universidade Estadual de Londrina pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico. Agradeço também a todos os seus funcionários.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos que muito me auxiliou durante o Mestrado.*

*A todos os meus amigos, professores, colegas e demais que direta ou indiretamente contribuíram e me ajudaram ao longo dessa jornada.*

*Meu muito obrigado a todos*

MEDEIROS, Edson Ramos de. **Caracterização e dinâmica da modernização agrícola no Paraná em 1995 e 2006**. 77 f. Dissertação de Mestrado em Economia Regional. Centro de Estudos Sociais Aplicados, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

## RESUMO

O objetivo da pesquisa é analisar o grau de intensidade da modernização do setor agrícola do Paraná para os anos censitários de 1995 e 2006. A fonte de dados utilizada foi o Censo Agropecuário do Brasil/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para os anos de 1995 e 2006. Foram utilizados dois métodos para o tratamento e análise de dados: análise fatorial e análise espacial e dados. A Análise Fatorial permitiu construir o Índice de Modernização Agrícola (IMA), e posteriormente adotou-se Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) para verificar padrões de concentração espacial. A revisão de literatura tem por base inovação, modernização agrícola, análise multivariada e análise espacial. Os resultados mostraram que os indicadores que mais contribuíram na formação dos IMAs foram de maquinaria, adubos e corretivos, sementes e mudas, defensivos agrícolas e irrigação, respectivamente. Os IMAs médios estaduais e mostraram-se parecidos (em torno de 0,26) para os anos censitários, bem como número de municípios por classes. Registra-se para os anos censitários maior concentração de municípios na classe de médio desempenho. A análise espacial permitiu verificar forte correlação espacial do IMA para os municípios do Paraná nos anos analisados, com formação de *clusters* de alta e baixa modernização agrícola. Foram identificados três *clusters* relevantes de baixo IMA, localizados na parte central do Estado, na noroeste, e outro no leste do Estado. Também foram identificados seis importantes *clusters* de alto IMA: nas mesorregiões Norte Central, Norte Pioneiro, na mesorregião Centro Ocidental, dois na mesorregião Oeste, e por fim um na mesorregião Metropolitana de Curitiba. Quanto às características dos *clusters* de baixo IMA, tem-se que ocorrem em áreas de baixo IDH, de relevo e solo inaptos ou com restrições à mecanização, de menor fertilidade, vulneráveis a erosão, baixa produtividade agropecuária e pouco capitalizada. Já os *clusters* de alto IMA ocorrem em áreas de melhores IDH, com relevo apto a mecanização, solos férteis e com baixa restrição à produção agropecuária, fortemente relacionados a alta produtividade e capitalização. Conclui-se que no período analisado os clusters dinâmicos têm por base, a agricultura moderna de grãos, especializada nas culturas de soja e milho, exceto o cluster da mesorregião Metropolitana de Curitiba (olericultura e hortifruticultura) e fortemente mecanizada.

**Palavras-chave:** Modernização Agrícola. Análise fatorial. Análise espacial. Paraná.

MEDEIROS, Edson Ramos. **Characterization and dynamics of agricultural modernization in Paraná in 1995 and 2006**. 77 p. Dissertation in Regional Economics. Centre for Applied Social Studies, State University of Londrina, Londrina, 2014.

### ABSTRACT

The objective of the research is to analyze the intensity of the modernization of the agricultural sector of Paraná for census years 1995 and 2006. The data source used was the Censo Agropecuário do Brasil/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) for the years 1995 and 2006. Two methods for the treatment and analysis of data were used Factor analysis and spatial data and analysis. The factor analysis allowed the construction of the Index of Agricultural Modernization (IAM), and later was adopted Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) to determine patterns of spatial concentration. The literature review is based on innovation, agricultural modernization, multivariate analysis and spatial analysis. The results showed that the indicators that contributed in the formation of IMAs were machinery, fertilizers and correctives, seeds and seedlings, pesticides and irrigation, respectively. The IMAs state average and proved similar (around 0.26) for census years, as well as the number of municipalities by class. Join for census years higher concentration of counties in middle class performance, followed by classes low, and high. The spatial analysis has shown strong spatial correlation of IMA for the municipalities of Paraná in the years analyzed, with the formation of clusters of high and low agricultural modernization. Three major clusters of low IMA are located in the central part of the state, in the northwest and east of the state are found. Six major clusters of high IAM are identified in the regions of: the Central North, Meso Pioneer North, Meso Central-Occidental, and two in Meso West and one in the middle region of Curitiba Metropolitan. Regarding the characteristics of clusters of low IMA, we verify that they occur in areas of low HDI, topography and soil unfit or restricted to mechanization, lower fertility, vulnerable to erosion, low agricultural productivity and poorly capitalized. The clusters of high IAM occur in areas of best HDI (Human Development Index) with flat relief mechanization, fertile and low constraint to agricultural production soils strongly related to high productivity and capitalization. The study concludes that the dynamic clusters in the period are based on modern agriculture, grain, specializing in soybean and corn, except the cluster of Metropolitan Region of Curitiba (horticulture and fruit culture) and heavily mechanized.

**Palavras-chave:** Agricultural modernization. Factor analysis. Spatial analysis. Paraná.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Matriz de ponderação espacial tipo Queen (rainha) .....	36
<b>Figura 2</b> – Diagrama de dispersão de Moran .....	38
<b>Figura 3</b> – Diagrama de dispersão de Moran do IMA para o Paraná – 1995 e 2006.....	55
<b>Figura 4</b> – Mapas de significância do I de Moran Local do IMA do Paraná – 1995 e 2006 .....	56
<b>Figura 5</b> – Mapa de <i>clusters</i> do IMA – Paraná 1995 e 2006 .....	58

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Dispersão dos municípios do Paraná segundo o IMA – 1995 e 2006.....	53
<b>Gráfico 2</b> – Distribuição percentual dos municípios do Paraná segundo o IMA – 1995 e 2006 .....	54

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Variáveis Indicadores .....	32
<b>Quadro 2</b> – Composição dos <i>clusters</i> do IMA do Paraná – 1995 .....	59
<b>Quadro 3</b> – Composição dos <i>clusters</i> do IMA do Paraná – 2006 .....	60

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Comparativo das variáveis puras para o Paraná – 1995 e 2006 .....	42
<b>Tabela 2</b> – Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) & Teste Bartlett de esfericidade .....	46
<b>Tabela 3</b> – Fatores obtidos pelo método ACP para o Paraná 1995 e 2006 .....	47
<b>Tabela 4</b> – Cargas fatoriais e comunalidades dos fatores para o Paraná 1995.....	48
<b>Tabela 5</b> – Cargas fatoriais e comunalidades dos fatores para o Paraná 2006.....	48
<b>Tabela 6</b> – Distribuição das variáveis segundo os fatores – Paraná 1995 e 2006.....	50
<b>Tabela 7</b> – Critérios de classificação do IMA – Paraná 1995 e 2006 .....	51
<b>Tabela 8</b> – Distribuição dos municípios do Paraná segundo o IMA 1995/2006.....	52

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>ASPECTOS TEÓRICOS E EMPÍRICOS ACERCA DO PROGRESSO TÉCNICO E MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLAS</b> .....	14
2.1	INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO SETOR AGRÍCOLA: ESTUDOS TEÓRICOS E EMPÍRICOS DA LITERATURA MUNDIAL .....	14
2.2	ESTUDOS TEÓRICOS E EMPÍRICOS SOBRE A MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA BRASILEIRA .....	22
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	31
3.1	BASE DE DADOS E VARIÁVEIS UTILIZADAS .....	31
3.2	PROCEDIMENTOS DE PESQUISA .....	32
3.2.1	Análise Fatorial .....	33
3.2.2	Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) .....	35
<b>4</b>	<b>ÍNDICE DE MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA NO PARANÁ: ANÁLISE DE RESULTADOS</b> .....	41
4.1	ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS AGRÍCOLAS PURASB .....	41
4.2	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE FATORIAL .....	45
4.3	ANÁLISE ESPACIAL .....	54
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	69
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	72

## 1 INTRODUÇÃO

A partir da II Grande Guerra Mundial, o meio rural brasileiro e a região Sul do Brasil sofrem alterações relevantes. Estas intensificam-se, sobretudo, a partir da década de sessenta quando o setor agrícola inicia mais fortemente o processo de modernização, impulsionado principalmente pela utilização de máquinas e equipamentos, fertilizantes, inseticidas e herbicidas.

A década de 1970 apresenta grande importância no processo de solidificação da modernização do setor. Segundo Souza e Lima (2003), o processo de transformação da agricultura caracterizou-se pela utilização de um conjunto de instrumentos, ações, projetos e programas adotados pelo Estado. Verificou-se no período a intensificação da interação do setor agrícola com a dinâmica industrial, provocando assim forte mudança da sua base técnica do setor. Esse processo de modernização, com forte apoio do Estado, consolidou-se com a formação dos complexos agroindustriais, passando a agricultura brasileira de complexo rural à agroindustrial (KAGEYAMA; GRAZIANO DA SILVA, 1987).

O período que compreende o fim da década de 1970 e o início dos anos 1980 é marcado, pela falência do modelo fortemente subsidiado pelo Estado (MARTINE, 1991). Isto ocorre segundo Buainain, Vieira e Lima (2010) em virtude da crise macroeconômica e das mudanças estruturais vividas no período. Como reflexo, tem-se uma forte retração dos subsídios, dando início à passagem de um modelo mais intervencionista para um modelo de cunho mais liberal. Neste novo modelo, o Estado tem o papel de solucionar problemas conjunturais, como, por exemplo, a adoção de políticas de garantia de preço mínimos. Ao final dos anos 1980 e início da década de 1990 verifica-se o fim do período de transição com a desmontagem de todo o aparato do estado de intervenção no setor rural (MARTINE, 1991).

A partir dos anos de 1990 é implantada um novo modelo para o setor agrícola brasileiro, e para toda a economia, de ordem liberal e globalizado. Verifica-se no período mais recente, segundo Agra e Santos (2001), a consolidação da transnacionalização da agricultura e sua inserção definitiva da divisão internacional do trabalho, bem como o fortalecimento e a internacionalização dos complexos agroindustriais.

Diante de tal panorama, os questionamentos que esta pesquisa buscam responder são: qual o nível de modernização agrícola do municípios do Paraná em 1995 e 2006? Como está distribuída espacialmente esta modernização? É possível identificar a

formação de *clusters* espaciais de modernização agrícola no Paraná nesses anos? Como se caracterizam os clusters, quais seus determinantes e suas características?

Para responder tais questionamentos, o objetivo da pesquisa é analisar a intensidade da modernização do setor agrícola do Paraná em 1995 e 2006. Os objetivos específicos são: i) mensurar o Índice de modernização agrícola (IMA) dos municípios paranaenses para os anos de 1995 e 2006; ii) verificar a possibilidade de *clusters* municipais pelo IMA; e iii) identificar e caracterizar os determinantes do processo de modernização do setor agropecuário no estado do Paraná para os anos em análise.

Entre as razões que justificam a escolha do estado do Paraná como objeto da pesquisa destaca-se a importância e participação de sua produção no setor agropecuário brasileiro. De acordo com os dados do IBGE, o PIB agropecuário do Paraná em 2006 foi de 9,86 bilhões, representando 8,99% do PIB agropecuário brasileiro, e pouco mais de 25% da região Sul. Quando considera-se somente a produção de grãos em 2006, o Paraná é o maior produtor do Brasil, registrando neste ano aproximadamente 20% de toda produção nacional de grãos. Isso mostra a importância desse setor paranaense para a dinâmica e para o processo de desenvolvimento e crescimento agrícola brasileiro. Também devem ser apontados outros fatores relevantes:

- i) A dinâmica do setor agropecuário para a região sul, pois o processo de modernização dar-se de forma mais intensa nos estados da região sul e sudeste;
- ii) O relevante crescimento do setor agropecuário (não em participação no PIB, mas em produção, produtividade, etc.) na região;
- iii) O maior entendimento das transformações ocorridas no meio rural do Brasil e da Região Sul com ênfase em suas consequências;
- iv) A escassez de estudos relacionando tais variáveis com abrangência espacial e temporal do recorte da presente pesquisa, bem como fazendo uso das metodologias propostas no estudo. Este último aspecto mostra-se como sendo a maior contribuição do presente trabalho, o caráter inovador do estudo.

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos, a saber: esta introdução que apresenta o problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa. O segundo capítulo corresponde aos aspectos teóricos acerca do progresso técnico e modernização agrícola. O terceiro discute os procedimentos metodológicos da pesquisa. O quarto analisa os resultados da análise fatorial e espacial que permite verificar a presença de cluster de alta e baixa modernização na agricultura paranaense. E o quinto apresenta as conclusões da pesquisa.

## **2 ASPECTOS TEÓRICOS E EMPÍRICOS ACERCA DO PROGRESSO TÉCNICO E MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLAS**

De acordo com Graziano da Silva (1990), o progresso técnico decorre da utilização de conhecimentos em uma dada atividade produtiva, visando o aumento da produtividade, do lucro, mediante aumento da capacidade de produção dos indivíduos ou dos demais fatores de produção, seja por meio de cooperação, divisão do trabalho, utilização de melhores insumos ou por meio de utilização de ferramentas e máquinas adequadas. Neste sentido, conforme Hoffmann e Kassouf (1989) entende-se modernização essencialmente como progresso tecnológico.

O uso de tecnologia no setor agrícola ocorre desde os primórdios de sua atividade, fruto da necessidade de alimentação e produção do ser humano. Contudo este processo ocorre de forma mais intensa com a expansão do capitalismo, visto que o processo de modernização é sobretudo caracterizado pelo avanço do sistema de produção capitalista. Segundo Melo (2008), com o avanço do conhecimento científico e tecnológico, o sistema econômico passa por significativas mudanças e o setor agrícola acompanha essa nova dinâmica.

Este capítulo aborda as inovações tecnológicas e a modernização do setor agrícola, e está subdividido em duas seções. Inicialmente reuniram-se estudos teóricos e empíricos selecionados sobre inovações tecnológicas no setor agrícola na literatura econômica mundial. Na segunda faz-se reunião de estudos teóricos e empíricos sobre modernização agrícola brasileira, bem como breve resumo do processo dessa modernização no Brasil.

### **2.1 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO SETOR AGRÍCOLA: ESTUDOS TEÓRICOS E EMPÍRICOS DA LITERATURA MUNDIAL**

Desde a primeira revolução industrial ocorrida no século XVIII, nos primórdios da fase industrial do capitalismo, até a revolução da informática, já no século XX, a tecnologia, segundo Mielitz Netto, Melo e Maia (2011) tem promovido mudanças na sociedade bem como no setor agrícola, seja por meio da maior produtividade da terra, seja do trabalho, como também mudanças relevantes na organização do trabalho e nas relações sociais no meio rural. Vários teóricos se preocuparam com a agricultura, seu papel no crescimento e no desenvolvimento econômico, destacando para este trabalho: Ricardo, Schultz, Mellor, Lewis, Fei e Ranis.



Segundo Ricardo (2001), o progresso tecnológico na agricultura pode ser classificado como sendo de dois tipos: os que promovem o aumento da capacidade produtiva da terra, e os que permitem produzir o mesmo produto com utilização menor do fator trabalho, dado o aperfeiçoamento da maquinaria utilizada no processo, ou seja, os que promovem a produtividade da terra e os que contribuem para a produtividade do trabalho. Ademais, Ricardo (2001) destaca o ritmo muito mais lento de inovação tecnológica na agricultura frente ao setor manufatureiro, podendo desta forma não sendo possível compensar a tendência aos rendimentos marginais decrescentes, limitando assim o crescimento econômico em geral.

A contribuição de Ricardo é um princípio fundamental da teoria econômica. Este consiste dizer que dado um aumento populacional, a produção agrícola crescerá com um aumento na extensão das áreas sob cultivo, contudo os acréscimos adicionais à produção seriam cada vez menores, sendo este denominado na Teoria Econômica por Princípio dos Rendimentos Marginais Decrescentes. A partir deste princípio pode-se explicar alguns fenômenos importantes do setor agrícola. Primeiramente, este consiste na base para a explicação da existência da renda da terra no esquema ricardiano; e, em segundo lugar, estabelece um limite para o crescimento da economia como um todo, em particular para o setor manufatureiro. No que tange ao surgimento da renda da terra em Ricardo, esta decorre de acordo com Albuquerque e Nicol (1987), da escassez da terra e de diferentes produtividades obtidas.

Já para Theodore W. Schultz (1965), um dos principais pensadores de cunho neoclássico sobre o meio agrícola, o setor agrícola pode exercer importante papel no processo de crescimento de uma nação, sobretudo as mais pobres, entretanto para tal efetivação deste papel. Segundo Schultz (1965), é necessário que o setor modernize seu processo produtivo, promovendo aumento de produtividade. Desta forma, a eficiência agrícola decorrente da modernização pode exercer papel relevante no crescimento de uma nação. Para Schultz, o problema da baixa produtividade agrícola deve-se aos insumos utilizados no processo, e não à falta de capacidade do produtor.

De acordo com Schultz (1965), a ausência de desenvolvimento agrícola decorre das escassas oportunidades técnicas e das dificuldades econômicas enfrentadas nos países em desenvolvimento, podendo ser resolvido com a introdução de novos insumos e

técnicas produtivas, promovendo assim aumento de produtividade dos fatores terra e trabalho, característicos da agricultura tida como tradicional<sup>1</sup>.

Para Schultz

A riqueza natural dos solos e a intensidade do trabalho não seriam sinônimos de possibilidades ou obstáculos de crescimento da produção. O ponto de estrangulamento estaria no acesso a novos conhecimentos e a saber usá-los. Haveria uma base econômica lógica "em razão da qual a agricultura tradicional, por empregar apenas fatores tradicionais de produção (apud SALLES FILHO, 1993, p.45).

Nesse sentido a produção seria incapaz de crescer, exceto a custos elevados, logo havia necessidade de educação e substituição de fatores tradicionais, por insumos modernos. Desta forma, o agricultor que exerce atividades agrícolas da mesma forma que seus antepassados, dada a elevada riqueza da terra e a alta intensidade de força de trabalho, não pode obter grande produção. Por outro lado, o agricultor que tem acesso ao progresso técnico, ou seja, o conhecimento adequado que permite esta transformação tem a possibilidade, apesar de menor riqueza de sua terra, de produzir maiores e grandes quantidades (SCHULTZ, 1965).

Jonh Willians Mellor publicou em 1966 o estudo "*The Economics of Agricultural Development*" onde debate o papel básico que o setor agrícola exerce no processo de desenvolvimento econômico, inclusive influenciando e promovendo crescimento, mesmo que indiretamente, de outros setores. Segundo Albuquerque & Nicol (1987), o setor agrícola em uma economia subdesenvolvida, tem como papel básico o desenvolvimento. Para Mellor (1966) existe uma relação entre necessidade de alimentos e o baixo índice de produtividade do setor agrícola, como pode ser observado nas nações mais pobres existe onde existe um nível maior de ocupação da força de trabalho no setor primário, atingindo até mesmo 80% de sua população, com renda superior a 50% proveniente do setor rural, constituindo-se um importante propulsor do desenvolvimento para os demais setores.

Diante deste quadro, como aponta Mellor (1966), a maior parte dos recursos<sup>2</sup> necessários para o desenvolvimento dos outros setores emerge do setor primário. Albuquerque e Nicol (1987), parafraseando Mellor, afirmam que a contribuição do setor agrícola para desenvolvimento dos demais setores pode se dar por transferência de recursos

---

<sup>1</sup> Para Schultz (1965), a agricultura tradicional aquela baseada completamente nos fatores de produção usados durante gerações pelos agricultores Considerava que quando os agricultores se limitam aos fatores tradicionais de produção, atingem um ponto em que não é mais possível aumentar a produção, porque há ineficiência na distribuição dos fatores e estes são incapazes de aumentar a produção. Assim, estes agentes não conseguem incrementar o crescimento econômico.

<sup>2</sup> Recursos no sentido amplo, no sentido de fatores de produção, se insumos, e não necessariamente financeiros.

produtivos, mediante criação de mercado, por meio de mudança nos termos de intercâmbio, de geração de divisas ou produção de matérias-primas e alimentos.

Mellor (1966) aponta que o processo de modernização do setor agrícola é indispensável para o processo de desenvolvimento de uma economia, bem como do próprio setor industrial, pois o setor pode se desenvolver com um baixo custo de oportunidade. A mudança técnica desempenha um papel imprescindível na superação da baixa capacidade da agricultura tradicional, permitindo aumentar a produção e a produtividade. O processo apresenta três fases: a primeira caracteriza-se pela agricultura tradicional, onde a tecnologia está estagnada; a segunda corresponde a uma agricultura tecnologicamente dinâmica, porém intensiva em trabalho; e por fim tem-se a fase que corresponde a uma agricultura dinâmica, que adota tecnologia intensiva em capital. Deste modo tem-se a modernização da agricultura voltada à promoção do desenvolvimento. Portanto, assim como Ricardo, o desenvolvimento econômico para Mellor passa pelo desenvolvimento e modernização do setor agrícola.

William Arthur Lewis, diferentemente de Ricardo e Mellor, apresenta um modelo em que seria possível uma nação se industrializar sem promover alterações no seu modo de produção agrícola. Contudo, para tanto se faz necessário, de acordo com Lewis (1954), considerar algumas hipóteses, quais sejam: mão de obra abundante em vários países, produtividade de mão de obra quase zero, e baixo nível de salários. Segundo Albuquerque e Nicol (1987), Lewis afirma que nestas condições tais economias teriam oferta ilimitada de mão de obra, seja esta advinda de setores onde não se ocupa toda a mão de obra, de uma nova mão de obra (a feminina), ou ainda decorrente do crescimento vegetativo.

No modelo básico de Lewis, a transferência de grande contingente de mão-de-obra excedente do setor primário ao setor secundário ocorre sem afetar negativamente o nível de produção agrícola de dada nação. Por outro lado, tal transferência promoveria um aumento de produtividade do trabalho no setor agrícola, visto que com um nível menor de pessoas ocupadas no campo o nível de produção se manteria inalterado. Assim, para Lewis para se obter elevação da produtividade no setor agrícola não seria necessário a incorporação de inovações pelo campo. Além disso, tem-se que tal excedente de mão-de-obra funcionaria como um tipo de poupança, um exército industrial de reserva de mão de obra, que serviria para promover o desenvolvimento do setor industrial.

Segundo Lewis (1954) uma economia formada por dois setores, um seria o tradicional, que corresponde ao agrícola, e outro um setor capitalista, que corresponde ao setor industrial moderno, em que o caminho para o desenvolvimento da economia independe da modernização do setor agrícola, mas pode estar atrelado ao excedente econômico gerado

pelo setor capitalista moderno, ou seja, o industrial. Em sendo tal excedente utilizado, sobretudo no próprio setor ter-se-ia uma crescimento do setor, provocando assim um aumento de absorção do excedente de mão-de-obra existente na economia até que este fosse exaurido. Segundo Albuquerque e Nicol (1987), o mesmo não necessitando da modernização do setor agrícola para promover o processo de desenvolvimento, tem-se que a partir de determinado nível de desenvolvimento do setor industrial e da economia, necessitar-se-ia que o setor agrícola também se modernizasse.

Os economistas John C. H. Fei e Gustav Ranis estudaram o dualismo da economia, ou seja, o desenvolvimento de uma nação ancorado nos setores agrícola e industrial destacando o papel da agricultura em tal processo. Segundo Conceição e Conceição (2008) e Albuquerque e Nicol (1987) os autores desenvolveram um modelo complementar ao de Lewis buscando resolver dois possíveis problemas existentes no modelo de Lewis. Um se refere ao quanto é importante o desenvolvimento agrícola para que viesse a ocorrer o desenvolvimento industrial, e outro relacionado ao mercado produtos de industriais.

No primeiro caso, o desenvolvimento do setor agrícola apresenta-se como sendo essencial para que ocorra o mesmo no industrial. De acordo com Fei e Ranis (1964), sem o desenvolvimento agrícola ter-se-ia um período mais longo com mão de obra excedente, o que não seria interessante. Para tanto, sugerem, se necessário com apoio do estado, que parte dos excedentes de ambos os setores (agrícola e industrial) sejam utilizados para promover desenvolvimento do setor primário.

No que tange ao segundo aspecto, dado que a mão-de-obra do setor industrial em sua grande parte era proveniente do setor agrícola e que estes migraram de um setor para o outro com praticamente o mesmo nível de salário, tem-se assim que o padrão de consumo basicamente mantém-se inalterado, ou seja, de produtos essencialmente agrícolas, e assim não criou-se desta forma um mercado consumidor para os bens industriais. A solução segundo Fei e Ranis seria, com suporte do Estado (dada a necessidade de investimentos de longo prazo), que parte da produção industrial deveria ser voltada para bens de produção, bens de capital, e não bens de consumo.

Os autores selecionados analisados destacam o relevante papel do desenvolvimento agrícola a importância do aumento da produtividade por meio desenvolvimento tecnológico, a presença de mão de obra, entre outros fatores, para que ocorra desenvolvimento industrial e desenvolvimento de uma nação no âmbito completo.

A seguir apresenta-se trabalhos empíricos clássicos na literatura econômica mundial sobre o processo de modernização agrícola, destacando como o processo de adoção e

difusão de inovações tecnológicas no meio rural, ou seja, à adoção e difusão de tecnologia no setor agrícola.

As transformações na sociedade e em seus modos de produção no decorrer da história são observados desde a origem da humanidade, não diferentemente verifica-se também no setor agrícola. O processo de modernização, com adoção de novas tecnologias, desde as mais simples ferramentas, técnicas de produção, dentre outras, ocorre desde os primórdios. Até o final da idade média, segundo Mazoyer e Roudart (2010), o continente europeu já havia registrado três revoluções agrícolas (neolítico, antiga e medieval). Nos tempos modernos, entre os séculos XVI e XIX, registra-se na Europa a primeira grande transformação no setor agrícola (concomitantemente, relacionada bem como influenciada com a primeira revolução industrial), considerada a *Primeira Revolução Agrícola* moderna.

Esta caracteriza-se por uma intensa mudança no padrão tecnológico, tendo por base o uso da tração animal e a substituição do pousio<sup>3</sup> pela integração entre a agricultura e a pecuária, como por exemplo a utilização da fertilização animal. A partir do uso da tração animal, segundo Veiga (1991), tem-se a possibilidade da passagem do pousio ao cultivo anual, em virtude do plantio de forragens em rotação com leguminosas, criando desta forma uma forte ligação entre agricultura e pecuária. Estas mudanças por sua vez promovem, de acordo com Mazoyer e Roudart (2010), ganho de produção bem como de produtividade da terra e do trabalho – visto que tal crescimento se deu com pouco aumento de investimento e trabalho – reduzindo de forma significativa o problema de escassez de alimentos como dantes ocorria, inclusive provocando extermínio de milhares em todo mundo.

Em meados do século XIX dá-se início a mais uma onda de modernização agrícola a qual se estende até o século XX, ou seja, tem-se a Segunda Revolução Agrícola da era moderna. Segundo Mazoyer e Roudart (2010) e Veiga (2009) as transformações no meio agrícola do período foram baseadas e caracterizadas pela produção agrícola de forma industrial, dando-se por meio da adoção de inovações tecnológicas e avanços científicos tais como introdução de produtos químicos (adubos, fertilizantes e agrotóxicos), utilização de máquinas e equipamento, motorização, bem como pela seleção e melhoramento genético das espécies vegetais e de animais (numa fase mais recente). Tal processo foi fortemente apoiado

---

<sup>3</sup> O pousio, segundo Veiga (1991) consiste na interrupção do cultivo de uma área, por um ou mais anos, para que a fertilidade natural do solo possa se regenerar, necessitando assim exigindo sempre novas áreas para cultivo. Tal técnica era característica do sistema feudal.

nestes aspectos pelos resultados da segunda revolução industrial e serviu de base para a chamada Revolução Verde<sup>4</sup>.

Dadas as enormes transformações no meio rural, pode-se dizer que estes mostram-se incomparáveis com os verificados das transformações anteriores, visto que os ganhos de produção e produtividade são significativamente maiores, ficando este caracterizado como sendo o marco inicial da fase mais produtiva da história da agricultura. Segundo Mazoyer e Roudart (2010, p 420):

[...] No que diz respeito à produção cerealífera, por exemplo, com os rendimentos decuplicados, graças aos adubos e à seleção, e com superfícies cultivadas por trabalhador multiplicadas por mais de dez, graças à motomecanização, a produtividade bruta do trabalho agrícola mais que centuplicou [...].

Estas transformações, diferentemente das antecedentes, propagam-se de forma bem mais rápida, atingindo em poucas décadas países desenvolvidos e alguns em desenvolvimento, contudo também não abruptamente.

Alguns dos primeiros a estudar tal aspecto foram Griliches (1957) e Mansfield (1961), com os trabalhos intitulados “Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change” e “Technical change and the rate of imitation”, respectivamente. Os estudos buscam identificar de uma forma geral um padrão dos caminhos da difusão tecnológica no setor agrícola. Em seu estudo Griliches (1957), cujo foco é direcionado a cadeia produtiva do milho híbrido produzido em diferentes estados dos Estados Unidos, busca analisar como e quando a tecnologia é gerada no meio rural e de que forma e em que situações se dissemina em tal área analisada. Ressalta-se aqui que tal estudo consiste em uma abordagem epidemiológica, ou seja, conhecimento transmitido de maneira informal via transmissão “*boca a boca*” e não por meio de um órgão central fomentador com objetivos definidos.

A partir da introdução da semente híbrida de milho, e considerando as diferentes taxas de adoção da semente híbrida bem como as diferenças de desenvolvimento regional em termos de aceitação e viabilidade produtiva, Griliches (1957) conclui que, no caso analisado, a adoção tecnológica apresenta inicialmente taxa de crescimento exponencial,

---

<sup>4</sup> Segundo Sandroni (2001) consiste no processo de aumento da produtividade de cereais básicos desenvolvido a partir dos anos 1950, com financiamento de institutos de pesquisa norte-americanos em áreas experimentais na América Latina e Ásia. Cita-se ainda que segunda Veiga (1991) esta se predispôs a dominar a natureza, baseada na indústria química de adubos sintéticos e de agroquímicos, bem como no uso intensivo de energia, pesquisa genética, máquinas e equipamentos.

transformando-se esta posteriormente em taxas marginais decrescentes de crescimento tecnológico, apresentando contudo uma trajetória de ajuste consistente, saindo de um ponto de equilíbrio antigo para um novo. Ademais, pode este concluir ainda que a utilização da semente de milho híbrido ocorre sobretudo em virtude da expectativa dos ganhos de produtividade, bem como que as regiões pioneiras em sua utilização são mais beneficiadas, indicando desta forma uma vantagem dos agentes pioneiros quanto ao uso de tecnologia (GRILICHES,1957; VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2012)

No estudo desenvolvido por Mansfield, modelo também de abordagem epidemiológica, este aponta como sendo a difusão tecnológica impulsionada pelas expectativas de maior produtividade decorrente de utilização de novas tecnologias, bem como considera ser conduzida por uma expansão progressiva de informações referentes a tecnologia e as características econômicas, Assim, de acordo com Vieira Filho e Silveira (2012), o processo de difusão em Mansfield é tido como um ajuste com equilíbrio de longo prazo, que se dá por meio da capacidade de aprendizado dos produtores agrícolas que utilizam a tecnologia.

Por fim, tem-se a vertente da inovação induzida, tendo em Yujiro Hayami e Vernon Ruttan seus principais representantes. Em estudo de 1988, de título “Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais”, buscam desenvolver uma teoria que ficou comumente chamada de Mudança técnica induzida ou da inovação induzida. Estes, estudando países desenvolvidos (Inglaterra, Japão e EUA) buscam mostrar a relação entre escassez relativa dos fatores com modernização agrícola.

A teoria tenta explicar o impacto que a disponibilidade (ou escassez) de recursos exerce sobre a modernização do setor agrícola, seja na sua intensidade, seja na sua trajetória. Portanto, dado que a utilização de novas tecnologias, independente do setor analisado, servem para facilitar a transposição de barreiras existentes no processo produtivo, tem-se que no modelo proposto por Hayami e Ruttan (1988) para o setor agrícola, seja possível a substituição de fatores mais escassos e mais caros, por fatores com maior disponibilidade e com menores custos. No caso do setor agrícola de países desenvolvidos, os fatores terra (em maior intensidade) e força de trabalho apresentam-se como sendo escassos, suas ofertas são tidas inelásticas, e conseqüentemente necessitam de novas tecnologias que venham a substituir tais fatores escassos para melhor desempenho produtivo do setor.

Segundo Hayami e Ruttan (1988), de forma geral<sup>5</sup>, para o caso do fator terra, os substitutos são as inovações de cunho biológicas e químicas (fertilizantes, corretivos de solos, dentre outros), sendo possível apresentar maior produção e produtividade dada a condição escassa da terra. Para o fator trabalho, as inovações mecânicas (máquinas e implementos agrícolas) são os substitutos capazes de possibilitar que o setor obtenha uma maior produção e produtividade. Apesar das ressalvas, segundo Hayami e Ruttan (1988) a teoria da inovação induzida mostra-se como sendo um avanço frente a visões que admitem a mudança técnica como um processo exógeno ao sistema econômico, considerando este como produto de avanços autônomos advindos da base do conhecimento científico e técnico e não como demanda de agentes econômicos fruto da necessidade de substituir recursos mais escassos e com maiores custos por outros mais abundantes e com menores custos. Portanto, o processo de modernização pode ser induzido e é influenciado fortemente pela alteração do preços relativos dos insumos.

Por fim, no que tange à teoria de modernização induzida desenvolvida por Hayami e Ruttan, lembra-se aqui o importante papel das instituições em tal processo. Como expõe De la Cuadra (1994) as instituições devem ser capazes de alimentar as demandas por novas tecnologias provenientes dos produtores rurais, o que por outro lado tem um efeito reverso, ou seja, tais demandas provocam adequações e transformações nestas instituições, no tocante a melhoras na estrutura e no funcionamento, direcionando assim o processo de modernização para melhor situação, conforme cita Hayami e Ruttan (1988). A seguir discute-se a contribuição de pesquisadores no Brasil.

## 2.2 ESTUDOS TEÓRICOS E EMPÍRICOS SOBRE A MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA BRASILEIRA

Em seu modelo de dualismo tecnológico Paiva (1971) classifica as variáveis em dois tipos: um que se refere a os aspectos da qualificação dos produtores e o outro que diz respeito aos preços dos insumos, dos produtos, e a aspectos de distâncias dos mercados, custo do transporte, armazenamento e eficiência da comercialização.

Desta forma, dadas as variáveis consideradas no modelo, a adoção da técnica classificada como moderna apresenta-se como sendo mais lucrativa que a tradicional quando se verifica que a diferença entre a receita total e os custos de produção for mais elevada do que a mesma relação para a técnica tradicional. Assim, a vantagem na adoção da

---

<sup>5</sup> Existem inovações, para ambos os casos, que não são aplicadas a “regra”.



técnica moderna em detrimento do não mais uso da tradicional decorre basicamente do fator insumo, seja da produtividade por insumo, seja preços relativos dos insumos modernos e tradicionais, bem como da relação de preço do produto com os seus respectivos preços dos insumos (PAIVA, 1971; VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2012).

Quanto à fase de difusão de modernas tecnologias em Paiva, de acordo com Paiva, Schattan e Freitas (1973), que esta depende de dois aspectos: primeiro do fato de existir vantagem econômica para seu uso em detrimento à tradicional já existente, e segundo de um grupo de fatores, que engloba desde a disponibilidade de conhecimentos técnicos e de materiais dos agricultores, disponibilidade de crédito, e habilidade de gerência dos empresários agrícolas e sobretudo a existência do elemento primordial, o crescimento do setor não agrícola. Segundo Paiva, Schattan e Freitas (1973) o crescimento de tal setor impulsiona o setor agrícola via absorção da produção agrícola e do excedente de mão de obra rural. Não sendo desta maneira possível que se tenha um processo de difusão de novas tecnologia de forma ampla no setor agrícola isoladamente, ou de forma independente, visto que não seria possível a economia absorver toda a nova produção dada a modernização.

Em uma economia aberta, o processo de modernização decorrente da difusão das técnicas modernas provoca alterações nos preços do produto e dos insumos tradicionais (terra e trabalho), criando assim um mecanismo de auto ajuste, impedindo que se tenha um processo de modernização mais significativo. De acordo com Paiva (1975), a utilização e a disseminação de novas tecnologias, ou seja, a sua difusão, deve prosseguir caso a redução provocada no preço do produto final seja compensada por uma redução de custos por unidade de insumo utilizado.

Segundo Mielitz Netto, Melo e Maia (2010), o progresso técnico e a mecanização da produção provocam relevantes efeitos no progresso econômico e na forma de organização do setor agrícola. Assim, dado que o uso de tecnologia, como se verifica nos demais setores da economia, na agricultura visa principalmente aumento da produtividade – seja do trabalho ou da terra, tendo como intuito maior uma maior obtenção de lucro – tem-se neste a maneira de possuir maior controle sobre o processo produtivo.

Diferentemente dos demais setores, Graziano da Silva (1990) afirma que o setor agrícola apresenta especificidades no tocante ao progresso tecnológico. Tal setor apresenta fatores naturais, além dos fatores fabricados, também presentes no industrial, por exemplo – que seriam máquinas, equipamentos e meios de produção em geral – compreendidos por tipos e fertilidades do solo, topografia, clima, etc. Desta forma, dado a

existência de fatores naturais, não é possível que a produção do setor agrícola seja plenamente controlada.

De acordo com Mielitz Netto, Melo e Maia (2010), a existência de elementos naturais implica que o homem seja forçado a respeitar alguns aspectos da natureza, tais como: período de maturação dos vegetais, período e gestação dos animais, dentre outros. Os processos biológicos, conforme Graziano da Silva (1990) devem ser respeitados, visto que estes são contínuos; as plantas e animais nascem, crescem e se reproduzem, não sendo possível a alteração do ciclo produtivo ou produção paralela das várias etapas do ciclo produtivo. Por este motivo há a diferença entre tempo de trabalho e tempo de produção, não se verificando o mesmo que na indústria onde a soma dos trabalhos com cada tarefa do processo produtivo de dado bem é, ou aproximadamente, o total do tempo requerido para obter o produto final; no setor agrícola existe o tempo de não trabalho<sup>6</sup>.

A dificuldade de divisão do trabalho dentro de tal ciclo produtivo, afeta, segundo Mielitz Netto, Melo e Maia (2010) a produtividade do trabalho bem como a uniformização da produção. Conseqüentemente, no modo de produção capitalista no qual se insere o setor agrícola atualmente, a não redução de tempo do processo produtivo provoca uma redução da velocidade de circulação do capital, reduzindo assim a taxa de lucro do produtor agrícola.

Dadas as dificuldades existentes no setor agrícola no tocante ao anteriormente citado, tal setor necessita, segundo Graziano da Silva (1996), de relevante avanço tecnológico das forças produtivas em geral, sobretudo na indústria química e mecânica, genética e tecnologia agrônômica, para assim buscar reduzir o tempo do ciclo produtivo, ou melhor, reduzir a influência dos fatores naturais sobre este. A modernização agrícola é um fator preponderante para melhor desempenho do setor, ou mais precisamente o progresso técnico no setor agrícola tem por objetivo superar os obstáculos impostos pela natureza à reprodução do capital, trata-se de subordinar o processo de produção à lógica do capital. Em outras palavras, significa subordinar a natureza ao capital, liberando o processo de produção das condições naturais dadas.

A partir da identificação das dificuldades e do papel da modernização, Delgado (1985) e Graziano da Silva (1996) classificam as inovações agrícolas: mecânicas, físico-químicas, biológicas e agrônômicas. Com relação às inovações mecânicas, que

---

<sup>6</sup> Tempo de não trabalho consiste em parte do tempo do ciclo produtivo em que o fator trabalho não é diretamente utilizado. Como por exemplo, o tempo de germinação ou maturação de sementes e frutos. No âmbito capital, segundo Graziano da Silva (1990) representa o tempo em que este não se valoriza, está parado.

compreendem as máquinas e implementos agrícolas, tem-se que estas funcionam como no setor industrial, ou seja, promovem aumento da produtividade mediante aumento da intensidade e do ritmo de trabalho, como também por meio da redução do tempo de trabalho necessário para execução uma dada atividade, contudo ressalta-se que o período de produção pouco sofre alteração. Assim o processo de mecanização afeta o modo produção e intensidade da jornada de trabalho, mantendo o tempo do ciclo produtivo praticamente inalterado, reduzindo de forma significativa somente o tempo de trabalho em detrimento do tempo de não trabalho.

As inovações físico-químicas, que correspondem à utilização de defensivos químicos, adubos, corretivos de solo, fertilizantes, dentre outros, apresentam resultados semelhantes, contudo com suas especificidades. No caso dos defensivos, estes promovem aumento da produtividade bem como redução do tempo de trabalho, em virtude, como menciona Graziano da Silva (1996), da redução das perdas provenientes de aspectos naturais. Neste caso obviamente não se tem intensificação da jornada de trabalho, bem como novamente identifica-se elevação do tempo de não trabalho. No que se refere à utilização de adubos e corretivos de solo, observa-se como consequências elevação da produtividade da terra e do trabalho, mas não necessariamente uma menor utilização do fator trabalho, visto que com solos mais produtivos tem-se com a mesma quantidade de trabalho uma maior produção, ou seja, o aumento da produtividade do trabalho pode ocorrer em consequência do aumento da produção decorrente da elevação da produtividade da terra. Quanto ao tempo de trabalho necessário, em termos absolutos se verifica a mesma quantidade para produzir um maior nível de produção, porém quando se observa em termos relativos, ou seja, tempo necessário à produção de cada unidade, verifica-se uma redução do tempo de trabalho.

As inovações agrônômicas correspondem à utilização de novos procedimentos, métodos e práticas culturais e compreendem a formas de organização da produção e do fator trabalho, formas de plantio, rotação de culturas, sistema de manejo de solos e animais, etc. Estas, além de promoverem o aumento significativo da produtividade, reduzem custo e conseqüentemente permitem maior lucratividade, funcionando como importante elo para implementação dos demais tipos de inovação no meio agrícola. Ou seja, através de novos métodos eleva-se a produtividade do trabalho sem introdução de novos insumos.

As inovações biológicas correspondem ao uso de semente e mudas geneticamente modificadas. Tais inovações permitem acelerar, ou até mesmo transformar aspectos naturais do processo produtivo, ou seja, do ciclo produtivo, submetendo assim a

natureza ao uso do capital. Isto por sua vez vem a potencializar e acelerar os efeitos dos demais tipos de inovações e conseqüentemente os efeitos do progresso tecnológico no setor agrícola. Com estas mudanças verifica-se uma maior velocidade de rotação do capital e redução do tempo de trabalho, proporcionando assim ao capital uma maior taxa de lucro.

Segundo Graziano da Silva (1990) e Delgado (1996), todas exercem seu papel no aumento da produtividade, seja do trabalho seja da terra, contudo tem-se nas inovações agrônômicas e biológicas a base para aumento da lucratividade no meio agrícola, visto que permitem de forma mais significativa reduzir do tempo de produção, o ciclo produtivo, ou em outras palavras o tempo de trabalho necessário para produção de determinado bem. Dadas as especificidades do setor agrícola quanto à modernização e os tipos de inovações consideradas na literatura, apresentam-se alguns estudos considerados “clássicos” dentro da literatura de modernização agrícola que buscam explicar como se dá este processo, destacando as relações entre inovações, produtividade e relações de produção. No próximo item apresenta a literatura empírica que discute o processo de modernização no Brasil a partir três correntes ou linhas de de pensamento: Adoção e difusão tecnológica, Modernização e dualismo tecnológico, e Inovação induzida no setor agrícola no Brasil.

Apresentados alguns trabalhos selecionados de cunho mais teóricos, faz-se a seguir um breve resumo de como ocorreu o processo de modernização no Brasil e apresenta-se alguns trabalhos selecionados que discutem empiricamente tal processo.

Durante o período de 1970 a 2006, o país passa por relevantes transformações em seu meio rural. Para Delgado (2001), o período entre 1965 e 1980, constituiu a época áurea de desenvolvimento de uma agricultura capitalista em integração com a economia industrial e urbana e com o setor externo, sob forte mediação financeira do setor público. Ainda segundo Delgado (2001, p.164):

o aprofundamento das relações técnicas da agricultura com a indústria [...] denomina-se integração técnica-agricultura-indústria, caracterizado de um lado pela mudança na base técnica de meios de produção utilizados pela agricultura, materializada na presença crescente de insumos industriais (fertilizantes, defensivos, corretivos do solo, sementes melhoradas e combustíveis líquidos etc.); e máquinas industriais (tratores, colhedoras, implementos, equipamentos de injeção, entre outros). De outro lado, ocorreu uma integração de grau variável entre a produção primária de alimentos e matérias-primas e vários ramos industriais.

Os estudos dualistas registram-se aumento significativo dos indicadores técnicos de modernização agropecuária (absorção de novas tecnologias, seja no âmbito da

mecanização, seja no âmbito da biotecnologia, utilização de químicos e orgânicos que busquem melhorar a produção e a produtividade) aumento da produção e sua diversificação, e significativa alteração no padrão técnico do setor rural (GASQUES; FILHO; NAVARRO; 2010). Entre 1970 e 2006, segundo Gasques, et al (2010), a Produtividade Total dos Fatores (FTF) apresenta crescimento de cerca 124%, logo a produtividade tem sido o principal estimulante do crescimento da produção da agricultura brasileira.

Deve-se ressaltar que todo este processo de modernização do setor agrícola brasileiro apoia-se fortemente no Sistema de Crédito Nacional, implantado a partir de 1965. Verifica-se também o fortalecimento das estruturas fomentadoras da produtividade e da funcionalidade do crescimento no setor. Segundo Targino et al. (2009) e Delgado (1985), este processo é mais acentuado nas regiões Sudeste e Sul, bem como nas médias e grandes propriedades rurais.

Nas décadas que se seguem, ou seja, após a queda do regime militar, período constituído pelas décadas 1980 e 1990, observa-se uma nova ordem econômica mundial, adotada também no Brasil. O setor agropecuário adota um novo modelo de modernização. A nova dinâmica de modernização de acordo com Delgado (2001), de ordem mais liberal, não é mais baseada no forte suporte estatal no processo de fomento de crédito a juros baixíssimos, entre outros aspectos de apoio estatal. Portanto, deixa o Estado de ter papel ativo no processo de fomento do setor, sendo assim desarticulado todo o sistema estatal voltado para o apoio do setor agropecuário no Brasil, deixando de ser o fomento a agropecuária projeto político dos governos.

Corroborando as conclusões de Delgado (1985), Martine (1991), mostra que o padrão de financiamento baseado no crédito rural subsidiado entra em crise no início da década de 80 dificultando sua continuidade no processo. Contudo deve-se salientar que isso não impediu um bom desempenho do setor agropecuário na década de 80, seguindo o crescimento a taxas semelhantes às apresentadas anteriormente, apresentando tanto crescimento do produto como da produtividade.

A partir dessa nova visão neoliberal, o setor agropecuário deixa de ter como principal objetivo a fonte de receita para o processo de desenvolvimento urbano-industrial e passar a ter como intuito a obtenção de moeda estrangeira (BALSAN, 2006). O dinamismo do setor agropecuário brasileiro permite conquistar novos mercados, certa vantagens comparativas frente alguns países na produção e exportação agrícolas.

O processo de modernização requer a absorção de novas tecnologias e promove um aumento de produção bem como de produtividade (SOUZA; LIMA, 2003; SOUZA et al., 2009; FELEMA et al., 2012), não sendo diferente no setor agropecuário.

Após a discussão de estudos que explicam teoricamente o processo de modernização no setor agrícola no Brasil, o restante da seção apresenta de trabalhos mais recentes, voltados, sobretudo à análise da agricultura brasileira e que buscam mensurar o grau de modernização setor agrícola.

No que se refere a estudos empíricos recentes que debatem o mesmo tema, ou que utilizam metodologia semelhante àquela utilizada, registram-se alguns artigos. Os estudos selecionados analisam o grau de modernização agropecuária com uso instrumental de análise fatorial e/ou recorrem à análise exploratória de dados espaciais.

Hoffmann (1992) analisa a dinâmica da modernização da agricultura no Brasil e utiliza a análise fatorial como instrumento básico para criação de um índice de modernização do setor.

Souza e Lima (2002) estudam a intensidade e a dinâmica da modernização agrícola do país e também utilizam análise fatorial como instrumento básico para a criação de um índice de modernização do setor, que tem por base variáveis relacionadas ao emprego das principais tecnologias modernas. Seus resultados permitiram concluir que entre 1975 e 1995 teve-se um processo significativo diferente entre os Estados no que tange a modernização agrícola no Brasil, porém com uma dada retração na década de oitenta, em decorrência sobretudo da redução da oferta de crédito.

Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004) realizam estudo para o estado de Minas Gerais, distinguindo suas microrregiões quanto ao seu grau de modernização do campo, adotando análise multivariada. Em seus resultados identificaram 10 grupos diferentes de microrregiões homogêneas, com combinação distinta dos fatores encontrados e que reflete o seu nível tecnológico. Com o objetivo verificar o grau de modernização, Silva e Fernandes (2005) desenvolvem estudo voltado para o setor agropecuária da região Norte do país. Os resultados mostraram a região Norte como bastante heterogênea no tocante a modernização agrícola, apresentando de forma geral baixos níveis de modernização, onde os estados do Amazonas e Amapá obtiveram os melhores resultados enquanto que Roraima e Tocantins os piores.

Kageyama (2004) realiza pesquisa denominada “Desenvolvimento Rural: conceito e medida” e constrói um índice de desenvolvimento rural, cuja base são quatro sub índices que em conjunto expressam o desenvolvimento rural dos municípios de São Paulo. Os

resultados mostraram que seu método é viável e útil a análises regionais. Quanto aos resultados referentes a São Paulo tem-se uma grande amplitude de variação entre os municípios, com os municípios com maior índice ficando no entorno da capital e em direção a Campinas.

Na segunda metade dos anos 2000, pode-se destacar os de Llanillo et al. (2006) e o de Melo e Parré (2007). Llanillo et al. (2006) utiliza a análise fatorial para caracterizar a estrutura agropecuária do Paraná para 1995/1996. Como resultado obteve um grupo de fatores que explica 66,7% da variância que permitiu classificar dez tipos de municípios distribuídos em nove mesorregiões, mostrando a diversidade agrícola do Paraná. Melo e Parré (2007) utilizam análise fatorial para construir um índice de desenvolvimento rural para o Paraná, procurando hierarquizar e identificar os fatores determinantes que promovem o desenvolvimento dessas áreas rurais. Os resultados mostraram que a maior parte dos municípios ficaram abaixo do índice médio, sendo que mais da metade dos municípios registraram índices baixo, muito baixo ou muitíssimo baixo.

Vidal, Silva, Mendonça e Lima (2007) realizam estudo similar para o estado do Acre e Souza, Ponciano, Mata, Brito e Golosnki (2009) utilizam a análise fatorial para caracterizar o grau de desenvolvimento tecnológico das regiões Norte e Noroeste do estado do Rio de Janeiro. O primeiro estudo concluiu que os indicadores da modernização agrícola mostraram-se fortemente relacionados às variáveis que captam intensidade do uso da terra. Ademais verifica-se heterogeneidade entre as regiões do estado, com áreas com significativos índices de modernização e outras com níveis de modernização baixos. O segundo estudo mostra que existe municípios com diferentes níveis de tecnologia, bem como observou-se a partir de década de 1980 uma mudança de padrão tecnológico, em virtude à redução da relação capital-trabalho, estando possivelmente associado a redução de oferta de crédito rural e elevação dos juros.

Em um segundo momento da revisão empírica, busca-se apresentar especificamente estudos de envolvendo análise espacial. Os primeiros estudos envolvendo tal análise foram realizados pelo estudioso Luc Anselin (1988), sendo este o principal desenvolvedor da AEDE no mundo. No caso de estudos voltados para o Brasil, um dos primeiros estudos foi realizado por Almeida, Haddad e Hewings (2003) que utilizam AEDE em um estudo aplicado a criminalidade no estado de Minas Gerais, buscando identificar o padrão espacial da criminalidade no estado. No ano seguinte, Haddad e Pimentel (2004) realizam estudo analisando a distribuição espacial da renda no estado de Minas Gerais, bem

como aborda o fenômeno da convergência de renda per capita para as microrregiões mineiras durante a década de 1990.

No tocante aos estudos espaciais voltados para o meio rural brasileiro, destaca-se o estudo pioneiros de Perobelli, Almeida, Alvim e Ferreira (2007) que busca analisar a influência de efeitos espaciais sobre a produtividade agrícola do Brasil para os anos de 1991, 1997 e 2003. Seu principal resultado mostra que a produtividade agrícola mostra-se autocorrelacionada com o espaço, identificando quatro *clusters* de alto-alto, sendo dois no estado de São Paulo e Centro Oeste o Brasil e outro no litoral nordestino.

No mesmo ano, Pinheiro e Parré (2007) analisam a distribuição espacial da produtividade da cana de açúcar no estado do Paraná. Os resultados apontam autocorrelação espacial positiva entre as microrregiões e tem-se no Norte do Paraná a principal região produtora de cana, em virtude dos fatores edafoclimáticos e a proximidade com o maior produtor nacional, que é o estado de São Paulo.

Almeida, Perobelli e Ferreira (2008) discutem a convergência espacial da produtividade agrícola da terra para as microrregiões brasileiras. Os autores avançam no uso da análise espacial, pois além de fazerem uso da AEDE, introduzem modelos econométricos espaciais com o intuito de analisar tal convergência. O estudo mostra evidências de existência de convergência absoluta da produtividade agrícola brasileira através das microrregiões, indicando que a produtividade agrícola no Brasil está convergindo para a média, contudo a uma taxa muito lenta.

Entre os trabalhos mais recentes referentes ao Paraná cita-se o de Pinheiro (2007) e Pavan(2013). Pinheiro (2007) estima a função de produção agropecuária paranaense para o ano de 2002 e utiliza técnicas de econometria espacial. O autor verifica que existe correlação espacial entre os municípios sendo os localizados no Norte e Oeste paranaenses os com maiores valores, onde foram identificados dois clusters alto-alto. Quanto à função de produção verificou-se que esta não segue a mesma estrutura nos municípios, sendo que a localização destes municípios, bem como sua vizinhança, interferem na produção agrícola dos mesmos. Por fim registra-se ainda uma supremacia do Oeste e Norte do Paraná na produção agropecuária.

Pavan (2013). O estudo apresenta certa semelhança com o anterior, e estima um modelo espacial econométrico para explicar a distribuição da produtividade agrícola entre os municípios do Paraná em 2010. Como resultado verificou-se autocorrelação espacial e a heterogeneidade espacial das variáveis. Ademais identificou-se a formação de clusters de alta produtividade nas regiões Metropolitana, Centro-Oriental, Oeste e Sudoeste.



### 3 METODOLOGIA

O presente capítulo apresenta os aspectos metodológicos da pesquisa. Este está subdividido em duas seções: a primeira apresenta a base de dados e explica as variáveis utilizadas. A segunda refere-se aos procedimentos de pesquisa, nesta apresenta-se a análise fatorial e análise exploratória de dados especiais.

#### 3.1 BASE DE DADOS E VARIÁVEIS UTILIZADAS

O estudo analisa as mudanças tecnológicas na agricultura nos municípios paranaenses identificadas a partir de indicadores de transformação tecnológica. A amostra utilizada refere-se aos anos de 1995 e 2006 e os dados utilizados obtidos a partir dos Censos Agropecuários de 1995 e 2006 realizados pelo IBGE. As variáveis utilizadas são de cunho tecnológico e foram utilizadas em estudos seminais, como os de Hoffmann (1992), Souza e Lima (2003), Kageyama (2004), Vidal et al. (2007), Melo e Parré (2007) e Souza et al. (2009), sendo reconhecidas na literatura como indicadores testados e aprovados. A amostra constituída a partir da base de dados (18 variáveis puras<sup>7</sup>) utiliza 35 variáveis indicadores<sup>8</sup>. A descrição das variáveis adotadas e os procedimentos empregados para manipular e analisar as variáveis são apresentados a seguir.

As informações coletadas junto aos censos agropecuários (1995 e 2006) traduzem a evolução das características tecnológicas do setor agropecuário de acordo com a revisão de literatura realizada. As variáveis de cunho tecnológico coletadas concentram-se nas variáveis: mecânica (tratores, máquinas para plantio, máquinas para colheita), montante de investimento e despesas realizadas, e físico-química (adubos e corretivos, calagem<sup>9</sup> e utilização de irrigação, sementes, etc). De acordo com Souza e Lima (2003), o conceito de modernização do setor agrícola caracteriza-se pela sua natureza multidimensional, sendo necessária a utilização de variáveis capazes de captar a utilização de tecnologias modernas a eles associadas.

Além da análise do processo de modernização, o presente estudo procura verificar a sua intensidade. Deste modo, os estudos de Hoffmann (1992), Souza et al. (2009), Souza e Lima (2003), Vidal et al. (2007), Kageyama (2004), Melo e Parré (2007) foram

---

<sup>7</sup> Pura no sentido de bruta, coletadas nos censos agropecuários, não são intensificadas, ou melhor sem ser relativizada por outra variável.

<sup>8</sup> Variáveis intensificadas, expressam uma razão entre duas dadas variáveis puras.

<sup>9</sup> Uso de calcário para correção do PH do solo.

utilizados como base para a construção do Índice de Modernização Agrícola (IMA). Para tanto utilizaram-se 35 variáveis indicadores formadas a partir de 18 variáveis puras coletadas nos censos agropecuários, as quais são apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1** – Variáveis Indicadores

Variável Indicador	Composição
$X_1$	área explorada/pessoal ocupado
$X_2$	produção/área explorada
$X_3$	produção/pessoal ocupado
$X_4$	estabelecimentos que usam força mecânica/total de estabelecimentos
$X_5$	tratores/área explorada
$X_6$	tratores/pessoal ocupado
$X_7$	máquinas para colheita/área explorada
$X_8$	máquinas para colheita/pessoal ocupado
$X_9$	máquinas para plantio/área explorada
$X_{10}$	máquinas para plantio/pessoal ocupado
$X_{11}$	estabelecimentos que usam adubos químicos/área explorada
$X_{12}$	estabelecimentos que usam adubos químicos/pessoal ocupado
$X_{13}$	estabelecimentos que usam adubos químicos/total de estabelecimentos
$X_{14}$	estabelecimentos que usam adubos orgânicos/área explorada
$X_{15}$	estabelecimentos que usam adubos orgânicos/pessoal ocupado
$X_{16}$	estabelecimentos que usam adubos orgânicos/ total de estabelecimentos
$X_{17}$	estabelecimentos que usam calagem/área explorada
$X_{18}$	estabelecimentos que usam calagem/pessoal ocupado
$X_{19}$	estabelecimentos que usam calagem/total de estabelecimentos
$X_{20}$	estabelecimentos que usam irrigação/área explorada
$X_{21}$	estabelecimentos que usam irrigação/pessoal ocupado
$X_{22}$	estabelecimentos que usam irrigação/ total de estabelecimentos
$X_{23}$	área irrigada/área explorada
$X_{24}$	área irrigada/pessoal ocupado
$X_{25}$	área irrigada/total de estabelecimentos
$X_{26}$	despesas com adubos e corretivos/área explorada
$X_{27}$	despesas com adubos e corretivos/pessoal ocupado
$X_{28}$	despesas sementes e mudas/área explorada
$X_{29}$	despesas com sementes e mudas/pessoal ocupado
$X_{30}$	despesas com defensivos agrícolas/área explorada
$X_{31}$	despesas com defensivos agrícolas/pessoal ocupado
$X_{32}$	total dos investimentos/área explorada
$X_{33}$	total dos investimentos/pessoal ocupado
$X_{34}$	total dos financiamentos/área explorada
$X_{35}$	total dos financiamentos/pessoal ocupado

**Fonte:** elaboração própria

### 3.2 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

A presente pesquisa envolve o uso de dois procedimentos distintos, inicialmente faz-se uso da Análise Fatorial, e em seguida da Análise Exploratória de Dados Espaciais.

### 3.2.1 Análise Fatorial

O presente estudo utiliza a metodologia de análise fatorial para mensurar o processo de modernização (progresso técnico) do setor agropecuário do estado do Paraná. O procedimento e as variáveis utilizadas para mensurar o grau de modernização da agropecuária foram selecionados a partir de trabalhos de Hoffmann (1992), Souza, Ponciano et al. (2009), Souza e Lima (2003), Vidal, Silva e Mendonça (2007), Silva e Fernandes (2005), Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004), entre outros estudos que também serviram de base para a presente pesquisa.

A análise fatorial consiste, segundo Corrar et al. (2012) em uma técnica estatística que busca, como princípio básico, descrever um conjunto de variáveis originais através de criação de um número menor de dimensões ou fatores. Esta pressupõe que altas correlações entre variáveis geram agrupamento que configuram os fatores, simplificando assim estruturas complexas, permitindo um melhor entendimento dos dados. De outra forma, pode-se dizer que a análise fatorial refere-se a um conjunto de técnicas estatísticas, cujo objetivo comum é representar um grupo de variáveis em termos de um menor número de variáveis hipotéticas (SOUZA; LIMA 2003). Segundo Schilderink (1970, apud SOUZA, PONCIANO et al., 2009), o método de análise fatorial consiste na tentativa de se determinar as relações quantitativas entre as variáveis, associando àquelas com um padrão semelhante, o efeito de um fator causal subjacente e específico a estas variáveis, ou seja, a análise fatorial avalia a probabilidade de agrupar  $i$  variáveis ( $X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{ij}$ ) em um número menor de  $f$  fatores ( $F_1, F_2, F_3, \dots, F_f$ ) (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2012).

No tocante ao Modelo Matemático, pode ser expresso de uma forma geral (SOUZA, PONCIANO et al., 2009; SOUZA; LIMA, 2003; CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2012; MELO; PARRÉ, 2007) por :

$$X_i = \alpha_{i1}F_1 + \alpha_{i2}F_2 + \alpha_{i3}F_3 + \dots + \alpha_{if}F_f + \varepsilon_i \quad (1)$$

Sendo:

$X_i$  variáveis padronizadas <sup>10</sup>;

$\alpha_i$  as cargas fatoriais, responsáveis pela combinação linear entre os fatores comuns;

$F_1, F_2, F_3, \dots, F_f$  são os fatores comuns não relacionados entre si; e

$\varepsilon_i$  é o termo de erro, que expressa a parcela de variação da variável  $i$  não explicada.

<sup>10</sup> Consiste em expressar, em termos de desvios padrão, os desvios em torno da média das observações originais.

Quanto às cargas fatoriais ( $\alpha_{ij}$ ), estas expressam o grau de relação entre as variáveis originais (padronizadas) e os fatores. Desta forma, quanto mais elevado o valor destas cargas mais forte se apresenta a relação entre tais variáveis.

No que se refere aos fatores, estes podem ser encontrados, estimados, por uma combinação linear das variáveis originais (padronizadas) dado de uma forma geral por:

$$F_j = \omega_{j1}X_1 + \omega_{j2}X_2 + \omega_{j3}X_3 + \dots + \omega_{ji}X_i \quad (2)$$

$$F_j = \sum_{i=1}^i \omega_{ji}X_i \quad (3)$$

Sendo:

$F_j$  os fatores comuns não relacionados;

$\omega_{ji}$  os coeficientes de escores fatoriais;

$X_i$  as variáveis originais (padronizadas) contidas na pesquisa; e

$i$  o número de variáveis.

Assim, encontrados os fatores e os escores fatoriais buscar-se-á em seguida mensurar o grau de modernização agrícola do Paraná, e para tanto será utilizado um índice de desenvolvimento bruto (baseado em dois estudos anteriores (MELO; PARRÉ, 2007; SOUZA, PONCIANO et al., 2009) no que se refere a absorção de tecnologia, sendo nomeado no presente estudo por Índice de Modernização Agrícola (*IMA*) e determinado por:

$$IMA = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i F_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i} \quad (4)$$

Sendo:

*IMA* o índice de modernização agrícola, que corresponde a média ponderada dos escores fatoriais;

$\omega_i$  é a proporção da variância explicada por cada fator; e

$F_i$  os escores fatoriais.

Após mensurar o IMA se fez uso da técnica de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) com intuito de verificar como se distribui espacialmente e identificar formação de clusters deste processo de modernização e seus respectivos impactos.

### 3.2.2 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)

A técnica de AEDE, segundo Almeida (2012), Almeida, Perobelli e Ferreira (2008) e Perobelli et al.(2007), consiste num conjunto de técnicas para a análise estatística de informação geográfica, que tem por intuito descrever distribuições espaciais, identificar observações discrepantes no espaço (*Outliers*), descobrir padrões de associação espacial e identificar possíveis clusters espaciais. De acordo com Almeida (2012), deve-se ressaltar que a técnica AEDE mostra-se mais adequada para variáveis densas ou intensivas, ou seja, variáveis que venham a ser divididas por algum indicador. Desta forma, as variáveis mais comuns e adequadas para tal análise são variáveis per capita e intensificadas por área. No presente estudo a variável analisada é o *IMA*, que já é uma variável densa, por se tratar de um indicador.

A AEDE permite calcular medidas de autocorrelação espacial global e local, possibilitando desta forma a investigação da influência dos efeitos espaciais. Assim por meio de testes formais verifica-se a presença de autocorrelação espacial. Para tanto calcula-se as Estatísticas I de Moran Global e Local.

Contudo, como esta autocorrelação espacial, segundo Almeida (2012), significa que o valor de uma dada variável em um determinada área sofre influência dos valores desta mesma variável que se verifica em áreas vizinhas, tem-se que se faz necessário apresentar a matriz de ponderação espacial. Esta consiste, segundo Tyszler (2006), em uma matriz quadrada que contém os pesos espaciais de cada unidade sobre a outra, ou como expõe Almeida (2004), esta baseia-se na contiguidade, ou seja, pode ser definida de acordo com a vizinhança, a distância tanto geográfica quanto socioeconômica, ou ainda a junção de ambas, sendo esta comumente designada por matriz “*W*”, Assim, a matriz de ponderação tem por intuito capturar os efeitos de contiguidade e vizinhança sobre os dados (PIMENTEL; HADDAD, 2004).

Quanto ao tipo de matrizes de ponderação espacial, Almeida (2012), Pimentel e Haddad (2004), Teixeira e Almeida (2008), Tyszler (2006), e a literatura a respeito, explicam que existem várias maneiras de construir a matriz de ponderação espacial, sendo a matriz Rook (torre) e a matriz Queen (rainha) as mais utilizadas. No presente estudo utiliza-se a matriz tipo Queen, que considera, segundo Almeida (2012), além das fronteiras com extensão diferente de zero, considerara-se os vértices (nós), ou de uma maneira mais simplista, porém não menos explicativa, “considera como vizinhas as regiões que apresentem

uma borda (ou fronteira) comum, bem como um nó comum, como na figura que segue (PIMENTEL; HADDAD, 2004).

A Figura 1, apresenta a matriz de ponderação espacial tipo Queen considera como vizinhança do quadrado “A” todos os quadrados “b” e “c”, ou seja, os quadrados em verde. Enquanto que no tipo Rook (torre), o quadrado “A” tem como vizinhança apenas os quadrados “b”.

**Figura 1** – Matriz de ponderação espacial tipo Queen

	<i>C</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>b</i>	
	<i>C</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	

**Fonte:** Elaboração própria baseado em Almeida (2012)

Após explicar a elaboração da matriz de ponderação espacial (*W*), busca-se explicar o problema de identificação de presença de autocorrelação espacial, ou seja, como define Almeida (2012), as associações espaciais univariadas global e local.

### Associação Espacial Univariada: Global e Local

Para verificar a presença de autorrelação espacial global e local, faz-se uso dos indicadores *I de Moran Global*, que capta o efeito global, e para o âmbito local tem-se o *I de Moran Local* através do Diagrama de Dispersão de (Moran Scatterplot) e das estatísticas LISA.

- Estatística I de Moran Global

Segundo Anselin (1999), o teste de verificação de autocorrelação espacial mais comumente utilizado, foi proposto por Patrick Alfred Pierce Moran<sup>11</sup> em 1948. A estatística I de Moran segundo Anselin é dada em notação matricial por:

$$I = \left( \frac{N}{S_0} \right) \left( \frac{\mathbf{e}' \mathbf{W} \mathbf{e}}{\mathbf{e}' \mathbf{e}} \right) \quad (5)$$

<sup>11</sup> Estatístico australiano (14/Julho/1917 – 19/Setembro/1988)

Sendo:

$\mathbf{e}$  o vetor de  $n$  observações em termos de desvios em relação à média;

$W$  a matriz de ponderação de pesos espaciais; e

$S_0$  é um escalar que iguala a soma dos elementos da matriz ponderação ( $W$ ).

Uma outra forma de expressar estatística I de Moran é sugerida por Almeida (2012):

$$I = \frac{n}{\sum \sum W_{ij}} \frac{\sum \sum W_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (6)$$

Sendo:

$n$  o número de unidades espaciais;

$y_i$  a variável de interesse;

$\bar{y}$  valor médio da variável de interesse; e

$W_{ij}$  o peso espacial para as unidades espaciais  $i$  e  $j$ , onde este mede o grau de interação entre elas.

A estatística I de Moran fornece o grau de associação linear entre os vetores de valores observados em um tempo e a média ponderada dos valores dos seus vizinhos (TEIXEIRA et al., 2008; ALMEIDA, 2004; BIVAND; PEBESMA; RUBIO, 2008). Segundo Almeida, Haddad e Hewings (2003, p. 13) o I de Moran “[...] *When the spatial weights matrix is row-standardized such that the elements in each row sum to 1, the Moran’s I is interpreted as a coefficient in a regression of  $Wy$  on  $y$  (but not of  $y$  on  $Wy$ )*”. Tyszler (2006), afirma que a estatística I de Moran representa o valor do coeficiente de inclinação de uma reta de regressão de  $Wy$  contra  $y$ .

Após a estatística I de Moran ser calculada, faz-se necessário calcular um valor esperado para a regra de decisão. Segundo Almeida, Haddad e Hewings (2003), Almeida (2012), Pinheiro e Parré (2007), este é dado por  $E(I) = -\left[\frac{1}{n-1}\right]$ , ou seja, o valor I de Moran calculado deveria ser igual a este valor esperado, significando que este seria o valor obtido caso não existisse padrão espacial no dados. Se o valor I de Moran for maior que o seu valor esperado verifica-se a presença de autocorrelação positiva e segundo Almeida (2012), Pimentel e Haddad (2004) e Almeida, Perobelli e Ferreira (2008), existe uma similaridade entre os valores do atributo em estudo e a da localização espacial do tributo. A autocorrelação negativa expressa que não existe similaridade, ou de outra forma que existe uma dissimilaridade entre os valores do atributo em estudo e da localização espacial do atributo.

Verifica-se autocorrelação positiva quando áreas que apresentam, por exemplo, alto índice de produtividade, as áreas vizinhas, ou de fronteira, de acordo com a matriz de ponderação, também apresenta alto índice. O inverso é também válido, quando se verifica autocorrelação negativa.

Segundo Anselin (1995), Perobelli et al. (2007), a estatística I de Moran é uma medida global, e desta forma não é capaz de verificar esta correlação ao nível local, podendo não captar assim esta autocorrelação.

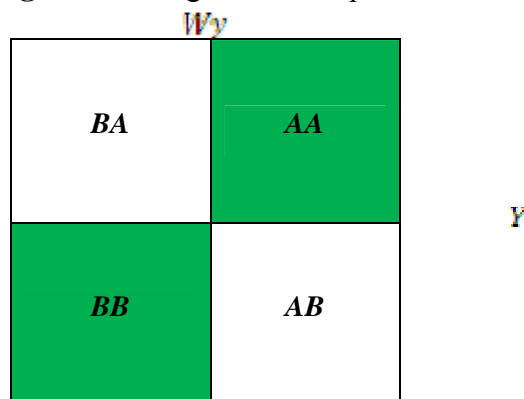
- Estatística I de Moran Local

Com o intuito de observar a existência de clusters espaciais locais faz-se necessário o uso de duas medidas: o diagrama de dispersão de Moran (Moran Scatterplot) e as estatísticas LISA (Indicadores Locais de Associação Espacial) (ANSELIN, 1995).

a) Diagrama de Dispersão de Moran (Moran Scatterplot)

A estatística I de Moran é um coeficiente de inclinação de uma dada regressão, e desta forma, uma outra maneira de verificar a autocorrelação espacial, ou seja de interpretar o I de Moran, segundo Almeida, Haddad e Hewings (2003), Almeida (2012) é através do diagrama de dispersão de Moran. Este é constituído de quatro categorias representados pelos quadrantes *AA*, *AB*, *BA* e *BB* (conforme Figura 2), onde cada quadrante deste corresponde a um grau de associação entre uma dada área e seus vizinhos, conforme matriz de ponderação (ALMEIDA, 2012; TEIXEIRA et al., 2008; ALMEIDA et al., 2008; PINHEIRO; PARRÉ, 2007), ou seja, a formação de agrupamentos (clusters) espaciais.

**Figura 2** – Diagrama de dispersão de Moran



**Fonte:** Elaboração própria baseado em Almeida (2012)



sendo:

i) o quadrante *AA* (*Alto-Alto*), assim denominado pois representa áreas que apresentam valores acima da média, bem como os suas áreas vizinhas, ou seja, ambos apresentam valores altos para a variável em estudo;

ii) o quadrante *BA* (*Baixo-Alto*), representa áreas que apresentam baixos valores para a variável, contudo seus vizinhos apresentam altos valores para esta mesma variável em estudo;

iii) o quadrante *BB* (*Baixo-Baixo*), constituído por áreas que apresentam baixos valores para a variável, bem como seus vizinhos também apresentam baixos valores para a variável de interesse; e

iv) o quadrante *AB* (*Alto-Baixo*), formado por áreas que apresentam altos valores, ou seja, acima da média, porém as suas áreas vizinhas registram baixos valores para a mesma variável de interesse.

Portanto, áreas que se encontram nos quadrantes *AA* e *BB* apresentam autocorrelação positiva, ou melhor, áreas que se encontram nesses quadrantes apresentam valores semelhantes aos de seus vizinhos, sejam altos ou baixos valores para o dada varável para ambas as áreas, ou seja, regiões formam clusters de valores similares. Contrariamente ocorre nos quadrantes *BA* e *AB*, ou seja, áreas que se encontram nestes, apresentam autocorrelação negativa, visto que uma dada área apresenta baixo (ou alto) valor, enquanto que seus vizinhos registram altos (ou baixos) valores, isto é regiões formam clusters com valores diferentes. (ALMEIDA, 2012; TEIXEIRA et al., 2008; ALMEIDA et al., 2008).

#### b) Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA)

Anselin (1995) sugere como definição operacional que um Indicador Local de Associação Espacial deve atender dois requisitos para ser classificado como tal: i) deve possuir para cada observação uma indicação de clusters espaciais significantes de valores similares em torno da observação; e ii) a soma dos LISAs para todas as regiões é proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global.

De maneira formal o I de Moran Local é dado segundo Anselin (1995) e Almeida (2012) por:

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j \quad (7)$$

Sendo:  $z_i$  e  $z_j$  são variáveis padronizadas e a somatória ( $\sum$ ) sobre  $j$  é tal que somente os valores dos vizinhos  $j \in N_i$  são incluídos. O conjunto  $N_i$  abrange os vizinhos da observação  $i$  (ANSELIN, 1995; ALMEIDA, 2012).

O I de Moran Local também pode ser obtido pela seguinte equação:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_j \frac{(y_j - \bar{y})^2}{n}} \quad (8)$$

Assim, sendo o I de Moran Local obtido (equação 7 ou 8), tem-se, sob a hipótese de aleatoriedade, que o valor esperado da estatística do  $I_i$  é obtido por:

$$E[I_i] = -\frac{w_i}{n-1}, \text{ sendo o } w_i \text{ a soma dos elementos da linha (ANSELIN, 1995).}$$

Segundo Perobelli et al. (2007), se o  $I_i$  apresenta valores positivos, existem *clusters* espaciais com valores similares, ou seja, uma dada área e seus vizinhos apresentam semelhantes, sejam estes alto ou baixo. Contudo quando este apresenta valores negativos tem-se que existem *clusters* espaciais com valores diferentes entre uma dada área e suas áreas vizinhas.

## 4 ÍNDICE DE MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA NO PARANÁ: ANÁLISE DE RESULTADOS

O presente capítulo apresenta os resultados referentes ao índice de modernização agrícola para os anos de 1995 e 2006. Ressalta-se contudo que devido a alterações neste período na divisão política municipal do Paraná (houve a emancipação de 28 municípios). Para verificar a mudança no período, utilizou-se como artifício a composição dos municípios de 2006 idêntica nos dois períodos, isto é, a mesma divisão política municipal existente em 2006. Isso por sua vez limita um pouco a análise, contudo torna possível a comparação espacial entre os anos. O capítulo está dividido em três seções: a primeira apresenta a análise descritiva a respeito das variáveis puras coletadas; a segunda discute os resultados da análise fatorial das 35 variáveis intensificadas (variáveis indicadores) para a construção do IMA dos municípios do Paraná; e a terceira discute os resultados do IMA a partir da metodologia de análise espacial, para identificar padrões espaciais.

### 4.1 ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS AGRÍCOLAS PURAS

A presente discute os resultados referentes às variáveis puras para o Estado. Como a análise requer a identificação de um padrão ou regime espacial procurou-se verificar a evolução de tais variáveis que irão compor o IMA.

No que tange aos resultados para as variáveis puras (área explorada, pessoal ocupado, total de estabelecimentos, produção\*, máquinas de força mecânica, tratores, número de máquinas para colheita, número de máquinas para plantio, estabelecimentos que usam adubos químicos, estabelecimentos que usam adubos orgânicos, estabelecimentos que usam calagem, estabelecimentos que usam irrigação, área irrigada, valor das despesas com adubos e corretivos\*, valor das despesas com sementes e mudas\*, valor das despesas com defensivos agrícolas\*, valor total dos investimentos\*, valor total dos financiamento\*)<sup>12</sup>, observa-se que nesse período dentre as 18 coletadas, 11 apresentaram crescimento positivo, enquanto 7 apresentaram taxas negativas, conforme a Tabela 2.

---

<sup>12</sup> As variáveis monetárias foram corrigidos para dezembro de 2006, tendo por base IPCA, índice oficial do governo para média a inflação.

**Tabela 1** – Comparativo das variáveis puras para o Paraná – 1995 e 2006

<i>N</i>	<i>Variável Pura</i>	<i>Unidade</i>	<i>1995</i>	<i>2006</i>	<i>Variação (%)</i>
1	área explorada	hectare/milhões	14,57	14,51	-0,42
2	pessoal ocupado	Milhões	1,28	1,11	-13,24
3	total de estabelecimentos	Mil	369.875	371.063	0,32
4	produção*	R\$ milhões	10.993,90	16.735,13	52,22
5	máquinas de força mecânica	Mil	301,2	260,9	-13,35
6	Tratores	Mil	121,8	113,7	-6,66
7	número de máquinas para colheita	Mil	23,9	20,3	-14,92
8	número de máquinas para plantio	Mil	82,5	60,3	-26,92
9	estabelecimentos que usam adubos químicos	Mil	221,7	231,5	4,44
10	estabelecimentos que usam adubos orgânicos	Mil	75,1	106,5	41,74
11	estabelecimentos que usam calagem	Mil	106,3	142,9	34,38
12	estabelecimentos que usam irrigação	Mil	13,5	12,6	-6,38
13	área irrigada	Mil	46,8	103,9	121,72
14	despesas com adubos e corretivos*	R\$ milhões	709,76	2.243,06	216,03
15	despesas com sementes e mudas*	R\$ milhões	365,57	469,99	28,56
16	despesas com defensivos agrícolas*	R\$ milhões	476,78	1.670,94	250,46
17	total dos investimentos*	R\$ milhões	1.463,14	1.984,35	35,62
18	total dos financiamento*	R\$ milhões	954,91	2.576,44	169,81

**Fonte:** Resultados da pesquisa (com base nos censos agropecuários de 1995 e 2006)

(\*) As variáveis monetárias possuem valores em Reais (R\$) e estes foram corrigidos para 2006 com base no IPCA.

A Tabela 1 permite verificar que a área explorada manteve-se praticamente sem alterações significativas, bem como o número de estabelecimentos, já o nível de pessoal ocupada apresenta redução de pouco mais de 13%, contudo tem-se uma significativa elevação da produção agrícola neste período, com taxa de crescimento em seu valor em mais de 50%, caracterizando assim aumento da produtividade dos fatores terra e trabalho. Sugere-se que tais diferenças estejam relacionadas a uma maior utilização das inovações, sejam elas mecânicas, físico-químicas, biológicas ou agrônômicas, como demonstram as teorias anteriormente apresentadas.

Ao observar os resultados para a variável *máquinas de força mecânica* - que seria uma “proxy” para inovações mecânicas -, verifica-se uma redução relevante de aproximadamente 40 mil máquinas, representando 13,35%. Entre as máquinas que compõem esta variável algumas registram quedas expressivas, com destaque para o *número de máquinas para plantio*, que teve redução de mais de 25%, representando aproximadamente 21 mil máquinas a menos na frota do Estado.

No entanto, deve-se destacar que embora as máquinas tenham diminuído em número, tornaram-se mais eficientes, com maior capacidade de plantio e colheita, tendo

aumentado o consumo de máquinas de maior potência. Cita-se, por exemplo o caso do uso de tratores. Os dados do Censo Agropecuário (2006) indicam que está havendo no Brasil a substituição de tratores de menor potência – menos de 100 cavalos (cv) – por tratores de maior potência. Em 1995 tinha-se que 84,3% dos tratores (674.805) eram de menos de 100 cv. Já para o ano de 2006 registra-se que na categoria de tratores de maior potência (de 100 cv e mais) um acréscimo 250.026 unidades, que representa um aumento de 99,5% nesta categoria de tratores.

No que se refere à variável *número de máquinas para colheita* a redução mostrou-se menor, a frota teve uma queda de pouco mais de 3,5 mil máquinas, representando uma taxa de quase 15%, atingido a frota ao fim de 2006 pouco mais de 20 mil máquinas. Por fim, no quesito de maquinaria, a variável *número de tratores*, apresenta a maior frota em ambos os anos analisados, registra a menor redução em termos relativos, ou seja a menor taxa com pouco mais de 6% o que equivale a cerca de 8 mil tratores, e atinge ao fim do período uma frota com nível de aproximadamente 13 mil tratores. A redução nas 4 variáveis do âmbito da maquinaria, concomitantemente com aumento de produção e produtividade, leva a crer que pode ter ocorrido uma intensificação do processo de modernização no Estado, com adoção de máquinas mais eficientes, potentes e produtivas.

Quando analisam-se os resultados das variáveis que correspondem às inovações físico-químicas, biológicas e agrônômicas tem-se que somente a variável *estabelecimentos que usam irrigação* registra queda no período. Observa-se uma redução superior a 6%, significando que 900 estabelecimentos deixaram de utilizar tal técnica neste período no Paraná. Contudo, ao verificar a outra variável referente a irrigação – *área irrigada* – percebe-se que apesar de redução dos estabelecimentos que fazem uso desta técnica, houve uma expressiva expansão, pois mais do que dobra a área irrigada no Estado, passando de pouco mais de 46 mil hectares para mais de 100 mil de área irrigada no setor agrícola.

Com relação às variáveis que englobam diretamente as inovações físico-químicas, a que apresenta-se como sendo a mais utilizada em ambos os anos estudados é *adubos químicos (estabelecimentos que usam)*. De um total de cerca de 371 mil estabelecimentos 231 mil fizeram uso de adubos químicos no ano de 2006, já para 1995 pouco mais de 221 mil de 369 totais utilizaram tal processo. Contudo, quando se verifica a taxa de crescimento desta variável tem-se a menor evolução no período, com cerca de 4% de crescimento.

A segunda de maior montante dentre estas foi *calagem (estabelecimentos que usam)*, com cerca de 106 mil em 1995 e 142 mil estabelecimentos em 2006. Para esta

variável registra-se um aumento de aproximadamente 36 mil estabelecimentos, representando um acréscimo de 34% de 1995 para 2006.

Quanto a variável *adubos orgânicos (estabelecimentos que usam)*, apresenta-se como a de menor uso para ambos os anos. Em 1995 apenas 75 mil faziam uso de adubos orgânicos, cerca de 20% dos estabelecimentos. Quando comparado ao uso adubos químicos esse montante representa aproximadamente um terço. No ano de 2006, o número de estabelecimentos que utilizaram adubo orgânico atinge 105 mil (aproximadamente 30% do total), representando uma taxa de crescimento entre os dois anos superior a 40%. Em relação ao número de estabelecimentos que fez uso de adubos químicos em sua produção, verificou-se aumento dessa proporção, atingindo aproximadamente 45%. A princípio, pode-se crer que no período recente o setor agrícola do Paraná tem se modernizado mais através da utilização inovações físico-químicas, biológicas e agrônômicas, bem como em virtude de maquinaria de maior potência e capacidade de produção.

Outras variáveis que podem a priori captar e caracterizar tal processo de modernização recente são: *valor das despesas com adubos e corretivos*, *valor das despesas com sementes e mudas* e *valor das despesas com defensivos agrícolas*. Com relação à primeira, *despesas com adubos e corretivos*, que se mostrou líder entre estas em ambos os anos, verifica-se um crescimento expressivo no período do estudo. Essas atingem em 2006 mais de 2,2 bilhões de reais, três vezes o valor que tinha no início do período, representando uma taxa de crescimento superior a 215%. As *despesas com defensivos agrícolas*, segunda maior em montante de reais nos dois anos, apresentou o maior crescimento dentre estas três, saindo de aproximadamente 470 milhões para um valor superior a 1,6 bilhões de reais, ou seja, um acréscimo de mais de 250%. Quanto às *despesas com sementes e mudas* – variável diretamente relacionada com as inovações biológicas, visto que o melhoramento de sementes tem se mostrado crescente, sobretudo no período mais recente – apresentou um crescimento mais modesto quando comparada com as outras duas, contudo não deixa de ser importante. Esta sai de um nível de 365 milhões para algo superior a 469 milhões de reais em 2006, ou seja, cresceu próximo de 30%. Assim, a evolução dos resultados dessas variáveis corrobora com as mencionadas anteriormente, caracterizando novamente um processo de modernização via inovações biológicas, físico-químicas e agrônômicas.

Após verificar a menor utilização de inovações mecânicas (porém uma intensificação, por meio de utilização de uma maquinaria mais eficiente, potente e produtiva) e a crescente utilização de inovações não mecânicas, discute-se a variável *investimento*. Ela cresce 35% no período, saindo de R\$1,4 bilhões em 1995 para aproximadamente R\$ 2 bilhões

no ano de 2006, sendo que grande parte de seu montante de 2006, ou seja, R\$1,6 bilhões<sup>13</sup> foram direcionados a investimentos em inovações de cunho não físico-químicas, biológicas ou agrônômicas. Por outro lado, destes R\$1,6 bilhões mais de R\$ 0,6 bilhões foram investidos em mecanização.

Finaliza-se este item discutindo o *financiamento*. Este apresenta expressivo crescimento no período, quase triplicando seu montante, com crescimento próximo 170%, supera a casa dos 2,5 bilhões de reais no ano de 2006 para todo o Paraná. Destes R\$ 2,5 bilhões destinados ao setor agrícola, a sua maior parte (R\$ 2 bilhões) é provenientes dos bancos, não sendo possível precisar se estatais ou privados.

Portanto, dadas as informações mais básicas das variáveis tidas neste trabalho como puras, pode-se pensar a princípio que o processo de modernização agrícola recente no Paraná está pautado e caracterizado de forma mais relevante nas inovações físico-químicas e biológicas e na utilização de uma maquinaria mais moderna, mesmo que em número seja menor. Desta forma, tem-se que o ganho de produção e produtividade verificadas no setor está pautada nesse conjunto transformações. A seguir busca-se apresentar os resultados da análise fatorial para a construção do IMA e por fim apresenta-se a análise espacial do IMA.

#### 4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE FATORIAL

A utilização dos fatores que constituem o IMA requer o uso de procedimentos recomendados na literatura. Para verificar a viabilidade da metodologia de análise fatorial para os dados utilizados na pesquisa foram utilizados os testes *Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)* e o *Teste Bartlett de esfericidade*. O primeiro, de acordo com Corrar et al. (2012), mede o grau de correlação parcial entre as variáveis, ou seja, indica o grau de explicação dos dados a partir dos fatores encontrados na análise fatorial. Já o *Teste Bartlett de esfericidade*, segundo Hair et al. (2005) e Corrar et al. (2012), é um teste estatístico para presença de correlação entre as variáveis, ele indica se a matriz de correlação é uma matriz identidade, ou seja, correlação zero entre as variáveis, resultado que torna inviável o uso da análise fatorial.

Segundo Hair et al. (2005) e Corrar et al. (2012) um KMO superior 0,50 torna possível a utilização da análise fatorial, os valores encontrados para 1995(0,748) e 2006

---

<sup>13</sup> Sendo R\$ 1 bilhão para aquisição de terras e Bens imóveis (prédios, instalações e benfeitorias) e os outros 0,6 para veículos novos e usados, máquinas e implementos novos e usados e tratores novos e usados

(0,649) , revelando a boa aderência e adequação da análise fatorial para análise dos indicadores de modernização utilizados. No caso do *teste de Bartlett de esfericidade*, segundo Corrar et al. (2012), para que seja possível a aplicação da análise fatorial é necessário que o seu teste de significância não ultrapasse 0,05. A Tabela 2 apresenta os resultados para os anos de 1995<sup>14</sup> e 2006.

**Tabela 2** – Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) & Teste Bartlett de esfericidade

Teste	1995	2006
<i>Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)</i>	0,748	0,649
<i>Teste Bartlett de esfericidade (significância <math>\rho</math>)</i>	0,000	0,000

**Fonte:** Resultados da pesquisa

A análise dos valores obtidos do KMO e teste Bartlett de esfericidade para ambos os anos permite concluir que a amostra utilizada é adequada ao procedimento de análise fatorial, ou seja, é viável e adequado o emprego de análise fatorial para formação de fatores, ou melhor, novas variáveis criadas a partir dos 35 indicadores.

A análise por meio do método Análise dos Componentes Principais<sup>15</sup> (ACP) selecionou para 1995 19 variáveis e gerou a partir destas 6 fatores principais com raízes características superiores a 1 (as próximas páginas, quando forem discutidos os fatores separadamente e seus componentes, estes serão nomeados). Em 2006 foram selecionadas 24 variáveis e obtidos 7 fatores. Tais resultados foram obtidos considerando os critérios da matriz de *anti image correlation*<sup>16</sup>, da tabela de *communalities*<sup>17</sup> e das *cargas fatoriais*<sup>18</sup>. Ressalta-se ainda que tais resultados já consideram a rotação ortogonal do tipo varimax, para facilitar a interpretação dos fatores. Segundo Corrar et al. (2012), é o tipo de rotação mais usado, caracterizando-se por minimizar a ocorrência de uma variável que possuir altas cargas

<sup>14</sup> Entre 1995 e 2006 ocorreram mudanças na divisão política do estado do Paraná, com a emancipação de 28 novos municípios. Assim adotou-se a divisão de 2006. Assim para o ano de 1995 foram acrescentados, aos 371 municípios existentes, os 28 municípios criados e a estes foram atribuídos valores zero para as variáveis puras de 1995.

<sup>15</sup> Tal escolha se deu em virtude do método ser, segundo Corrar et al. (2012) e Hair et al. (2005) o indicado para quando se tem por objetivo obter o menor número de fatores que explicam ao máximo a variância existente nas variáveis originais. Este consiste em obter uma combinação linear entre as variáveis/indicadores, de forma que o máximo de variância seja explicado por tal combinação. A seguir, dada esta variância encontrada no primeiro momento, busca-se uma nova combinação linear que venha explicar ao máximo o restante da variância, e assim sucessivamente. Ao fim tem-se fatores ortogonais, ou melhor, que não apresentam correlação entre si.

<sup>16</sup> Matriz que, segundo Corrar et al. (2012) expressa o poder de explicação dos fatores em cada uma das variáveis analisadas. Sua diagonal principal, da parte inferior da tabela, apresenta o MSA para cada uma das variáveis analisadas. Valores abaixo de 0,50 são considerados baixos à análise, indicando assim a retirada da variável correspondente.

<sup>17</sup> Comunalidade segundo Hair et al. (2005), consiste na quantia total de variância que uma variável/indicador original compartilha com todas as demais variáveis que compõem a análise. Ou seja, mostra a relação das variáveis com os fatores, o seu poder de explicação destas. No presente trabalho considerou-se somente variáveis com valores iguais ou superiores a 0,700.

<sup>18</sup> Foram considerados parte escolha de permanência no modelo somente variáveis com cargas fatoriais iguais ou superiores a 0,700.



fatoriais para fatores distintos, facilitando assim a identificação com um único fator. Na Tabela 4 pode-se observar os fatores obtidos com suas respectivas raízes e variâncias.

A partir das informações da Tabela 3, pode-se concluir que, para 1995, os seis fatores gerados explicam 88,15% da variância total das variáveis selecionadas. Para 2006, foram identificados sete fatores que explicam 89,43% do comportamento das variáveis.

**Tabela 3** – Fatores obtidos pelo método ACP para o Paraná 1995 e 2006

Ano	Fator	Nº variáveis	Raiz	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
1995	1	7	5,691	29,950	29,950
	2	3	2,753	14,491	44,441
	3	3	2,518	13,251	57,692
	4	2	1,992	10,484	68,176
	5	2	1,950	10,263	78,440
	6	2	1,845	9,713	88,153
2006	1	4	3,908	18,609	18,609
	2	4	3,046	14,505	33,114
	3	3	2,877	13,701	46,816
	4	3	2,589	12,370	59,186
	5	3	2,434	11,588	70,774
	6	2	1,965	9,358	8,132
	7	2	1,954	9,306	89,438

**Fonte:** Resultados da pesquisa.

Diante de resultados que validam o uso da análise fatorial, faz-se a seguir a classificação das variáveis de acordo com as cargas fatoriais. A partir da *rotated component matrix* (Tabelas 4 e 5) busca-se identificar as variáveis componentes de cada fator para cada ano estudado. A partir de sua carga fatorial define-se em qual fator se encaixa cada variável. Nas tabelas 4 e 5 pode-se identificar como estas variáveis foram selecionadas (a variável selecionada para cada fator encontra-se em negrito e tem sua célula em verde). Na Tabela 6 encontram-se os fatores com as variáveis que os constituem.

Para o ano de 1995, o fator F1 denominou-se Maquinaria e Inovações Físico-químicas e Biológicas. O Fator explica 29,95% da variância dos dados originais. Mostra-se forte e positivamente relacionado com sete indicadores predominantemente de cunho mecânico, físico-químico e biológico. Ademais nota-se que destas sete, seis são intensificadas pelo pessoal ocupado. O fator F2 denominou-se Uso de Irrigação, e mostrou-se responsável por explicar 14,49% da variância dos dados, apresenta-se forte e positivamente relacionado a três indicadores referentes a irrigação, mostrando-se bem homogêneo. O mesmo vale para o fator F3, denominado

de *Uso de Calagem*, que explica 13,25% da variância e é forte e positivamente relacionado com três variáveis referentes ao uso de calagem.

**Tabela 4** – Cargas fatoriais e comunalidades dos fatores para o Paraná 1995

Indicadores Padronizados	Cargas Fatoriais						Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	
X1	0,160	-0,028	0,008	<b>0,899</b>	0,061	-0,163	0,865
X6	<b>0,861</b>	0,278	0,137	0,215	0,098	0,088	0,901
X7	<b>0,718</b>	0,136	0,280	-0,350	0,031	0,187	0,771
X8	<b>0,941</b>	0,040	0,120	0,091	0,018	0,077	0,917
X10	<b>0,911</b>	0,063	0,080	-0,024	0,022	0,104	0,852
X17	-0,002	0,345	<b>0,797</b>	-0,322	-0,023	0,216	0,905
X18	0,291	0,029	<b>0,883</b>	0,210	-0,016	0,065	0,914
X19	0,291	0,011	<b>0,889</b>	0,147	0,120	0,103	0,921
X20	-0,047	<b>0,847</b>	0,200	-0,105	0,066	0,143	0,796
X21	0,198	<b>0,929</b>	0,014	0,034	0,129	0,027	0,920
X22	0,201	<b>0,920</b>	0,031	0,001	0,188	0,076	0,930
X24	0,109	0,224	0,034	0,053	<b>0,940</b>	0,060	0,954
X25	0,091	0,114	0,033	0,031	<b>0,966</b>	0,068	0,962
X27	<b>0,803</b>	0,040	0,239	0,278	0,137	0,064	0,803
X29	<b>0,924</b>	0,082	-0,001	0,095	0,089	0,119	0,891
X31	<b>0,866</b>	0,003	0,128	0,205	0,041	0,040	0,811
X32	0,046	0,158	0,231	0,101	0,022	<b>0,912</b>	0,923
X33	0,230	-0,033	0,153	<b>0,824</b>	0,027	0,360	0,887
X34	0,344	0,080	0,045	-0,057	0,127	<b>0,826</b>	0,827

Fonte: Resultados da pesquisa

**Tabela 5** – Cargas fatoriais e comunalidades dos fatores para o Paraná 2006

Indicadores Padronizados	Cargas Fatoriais							Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7	
X4	<b>0,903</b>	0,191	0,068	0,127	0,003	0,062	0,098	0,885
X6	<b>0,900</b>	0,155	0,158	0,016	-0,036	0,032	0,197	0,900
X8	<b>0,906</b>	0,218	-0,056	-0,021	0,065	-0,008	0,167	0,904
X9	0,546	0,089	-0,038	-0,069	<b>0,735</b>	0,189	0,042	0,890
X10	<b>0,919</b>	0,181	-0,106	-0,024	0,152	0,050	0,159	0,940
X11	0,013	0,030	0,099	-0,071	<b>0,926</b>	0,206	0,090	0,924
X15	0,059	-0,029	0,180	-0,059	0,231	<b>0,931</b>	0,129	0,977
X16	0,074	-0,008	0,173	-0,012	0,229	<b>0,938</b>	0,104	0,979
X17	-0,045	-0,002	0,192	-0,031	<b>0,812</b>	0,234	0,442	0,950
X18	0,284	0,070	-0,032	-0,064	0,175	0,090	<b>0,902</b>	0,943
X19	0,303	0,102	-0,050	0,017	0,166	0,140	<b>0,884</b>	0,933
X20	-0,064	-0,021	<b>0,868</b>	0,108	0,296	0,061	-0,024	0,862
X21	0,048	0,011	<b>0,943</b>	0,097	-0,038	0,154	-0,002	0,926
X22	0,057	0,032	<b>0,956</b>	0,143	-0,007	0,143	-0,027	0,960
X23	-0,027	-0,006	0,388	<b>0,878</b>	0,103	-0,035	-0,019	0,934
X24	0,051	0,022	0,076	<b>0,909</b>	-0,126	-0,020	0,011	0,852
X25	0,035	0,016	-0,010	<b>0,960</b>	-0,069	-0,019	-0,042	0,930
X26	0,095	<b>0,870</b>	0,055	0,012	0,123	0,002	0,102	0,794
X27	0,197	<b>0,832</b>	0,021	0,037	-0,144	-0,028	0,106	0,766
X30	0,131	<b>0,860</b>	-0,003	-0,017	0,152	0,006	-0,017	0,781
X31	0,239	<b>0,830</b>	-0,051	0,007	-0,059	-0,011	-0,011	0,753

Fonte: Resultados da pesquisa

Já o fator 4 mostrou-se como o mais heterogêneo, explica 10,48% da variância e apresentou-se forte e positivamente relacionado com os indicadores área explorada e investimento total, ambos intensificados por mão de obra, assim denominou Área Explorada e Investimento por pessoal Ocupado. Os dois últimos fatores, compostos também por dois indicadores cada, mostram alocações homogêneas, o fator F5, denominou-se Área Irrigada, pois apresenta forte e positiva relação com indicadores referentes a área irrigada. Este é responsável por explicar 10,26% da variância dos dados originais. Por fim, o fator F6, que explica 9,71% da variância e apresenta-se forte e positivamente relacionado com os indicadores de investimento e financiamento, denominou-se Investimento e Financiamento por Área Explorada.

Para o ano de 2006 foram gerados 7 fatores, tendo por base 21 indicadores. O fator F1 responsável por explicar 18,60% mostrou-se forte e positivamente relacionado com 4 indicadores de natureza mecânica, sendo denominado assim fator Maquinaria. O fator F2 apresenta forte e positiva relação com 4 indicadores de cunho físico-químico, que são adubos, corretivos e defensivos agrícolas, explicando 14,50% da variância. Tal fator foi denominado de Adubos, Corretivos e Defensivos Agrícolas O fator F3, responsável por explicar 14,50% da variância, apresenta-se forte e positivamente relacionado com os mesmos indicadores observados para o ano de 1995, ou seja, indicadores referentes ao uso de irrigação, sendo denominado de Uso de Irrigação. O fator F4 explica 12,37% da variância e apresenta-se forte e positivamente relacionado com os 3 indicadores referentes a área irrigada, e denominou-se Área Irrigada. O fator F5 é o que mostra menos uniformidade, sendo forte e positivamente relacionado com máquinas para plantio, uso de adubo químico e de calagem, contudo ambos intensificados por área explorada. Explica 11,58% da variância e denominou-se Maquinaria e Inovações Físico-químicas por Área Explorada. Como dois últimos fatores gerados tem-se o F6, que explica 9,35% da variância e é forte e positivamente relacionado com os indicadores referentes a uso de adubos orgânicos, denominado Uso de Adubos Orgânicos, e o F7, responsável por explicar 9,30% da variância e forte e positivamente relacionado com indicadores referentes ao uso de calagem, e assim denominado de Uso de Calagem.

**Tabela 6** – Distribuição das variáveis segundo os fatores – Paraná 1995 e 2006

<i>Ano</i>	<i>Fator</i>	<i>Variáveis</i>	<i>Variância explicada (%)</i>
1995	1	$X_6$ tratores/pessoal ocupado	29,950
		$X_7$ máquinas para colheita/área explorada	
		$X_8$ máquinas para colheita/pessoal ocupado	
		$X_{10}$ máquinas para plantio/pessoal ocupado	

	$X_{27}$	despesas com adubos e corretivos/pessoal ocupado	
	$X_{29}$	despesas com sementes e mudas/pessoal ocupado	
	$X_{31}$	despesas com defensivos agrícolas/pessoal ocupado	
2	$X_{20}$	estabelecimentos que usam irrigação/área explorada	14,491
	$X_{21}$	estabelecimentos que usam irrigação/pessoal ocupado	
	$X_{22}$	estabelecimentos que usam irrigação/ total de estabelecimentos	
3	$X_{17}$	estabelecimentos que usam calagem/área explorada	13,251
	$X_{18}$	estabelecimentos que usam calagem/pessoal ocupado	
	$X_{19}$	estabelecimentos que usam calagem/total de estabelecimentos	
4	$X_1$	área explorada/pessoal ocupado	10,484
	$X_{33}$	total dos investimentos/pessoal ocupado	
5	$X_{24}$	área irrigada/pessoal ocupado	10,263
	$X_{25}$	área irrigada/total de estabelecimentos	
6	$X_{32}$	total dos investimentos/área explorada	9,713
	$X_{34}$	total dos financiamentos/área explorada	
2006	1	$X_4$ estabelecimentos que usam força mecânica/total de estabelecimentos $X_6$ tratores/pessoal ocupado $X_8$ máquinas para colheita/pessoal ocupado $X_{10}$ máquinas para colheita/pessoal ocupado	18,609
	2	$X_{26}$ despesas com adubos e corretivos/área explorada $X_{27}$ despesas com adubos e corretivos/pessoal ocupado $X_{30}$ despesas com defensivos agrícolas/área explorada $X_{31}$ despesas com defensivos agrícolas/pessoal ocupado	14,505
	3	$X_{20}$ estabelecimentos que usam irrigação/área explorada $X_{21}$ estabelecimentos que usam irrigação/pessoal ocupado $X_{22}$ estabelecimentos que usam irrigação/ total de estabelecimentos	13,701
	4	$X_{23}$ área irrigada/área explorada $X_{24}$ área irrigada/pessoal ocupado $X_{25}$ área irrigada/total de estabelecimentos	12,370
	5	$X_9$ máquinas para plantio/área explorada $X_{11}$ estabelecimentos que usam adubos químicos/área explorada $X_{17}$ estabelecimentos que usam calagem/área explorada	11,588
	6	$X_{15}$ estabelecimentos que usam adubos orgânicos/pessoal ocupado $X_{16}$ estabelecimentos que usam adubos orgânicos/ total de estabelecimentos	9,358
	7	$X_{18}$ estabelecimentos que usam calagem/pessoal ocupado $X_{19}$ estabelecimentos que usam calagem/total de estabelecimentos	9,306

**Fonte:** Resultados da pesquisa

Apresentadas as cargas fatoriais e a consequente classificação dos fatores com seus respectivos indicadores constituintes, utilizou-se os escores fatoriais de cada fator criado, isto é, o valor gerado de cada fator para cada município no estado. A partir destas novas variáveis (fatores), foi possível criar e calcular o IMA para ambos os anos (os valores de todos os fatores para ambos os anos, bem como IMA de todos os municípios). Antes, ressalta-se que fez-se uso para ambos os anos da interpolação<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Consiste em padronizar os valores no intervalo de zero a um, considerando 0 (zero) para o menor valor e 1 para o maior.

Após interpolação do IMA, calculou-se a média e o desvio padrão e a partir destes criaram-se as seguintes classes de municípios: Muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. Para ambos os adotou-se o seguinte critério: valores maior que 0 e menor ou igual a 1 valor de desvio padrão abaixo da média o índice é Muito Baixo; municípios com IMA maior que 1 valor do desvio padrão e menor igual a  $\frac{1}{2}$  desvio padrão é tido como Baixo; municípios em torno da média com limites para cima e para baixo de  $\frac{1}{2}$  desvio padrão foi considerado Médio; Valores do IMA maiores que  $\frac{1}{2}$  desvio padrão acima da média e menores ou igual a 1 desvio padrão acima da média considerou-se como Alto; e por fim tem o IMA de Muito Alto, com valores superiores a um desvio padrão acima da média. A Tabela 7 apresenta os valores para os critérios de classificação do IMA.

**Tabela 7** – Critérios de classificação do IMA – Paraná 1995 e 2006

Medidas		1995	2006
<i>Média</i>		0,260	0,259
<i>Desvio Padrão</i>		0,171	0,161
Classes	<i>Muito Baixo</i>	$0 < \text{IMA} \leq 0,089$	$0 < \text{IMA} \leq 0,098$
	<i>Baixo</i>	$0,089 < \text{IMA} \leq 0,174$	$0,098 < \text{IMA} \leq 0,178$
	<i>Médio</i>	$0,174 < \text{IMA} \leq 0,345$	$0,178 < \text{IMA} \leq 0,339$
	<i>Alto</i>	$0,345 < \text{IMA} \leq 0,431$	$0,339 < \text{IMA} \leq 0,419$
	<i>Muito Alto</i>	$0,431 < \text{IMA} \leq 1$	$0,419 < \text{IMA} \leq 1$

**Fonte:** Resultados da pesquisa

As médias e desvios padrões do IMA (Tabela 7) correspondentes aos dois anos se apresentaram próximos, praticamente não se verificam alterações, conseqüentemente os intervalos das classes criadas ficam próximos, apresentando certa semelhança entre os critérios estabelecidos para cada ano, de acordo com a média e desvio padrão correspondente.

Para ambos os anos verificou-se o maior número de municípios concentrados na classe de média modernização, respectivamente 168 e 140 municípios para os anos de 1995 e 2006. Nas classes de mais alta modernização (Alto e Muito Alto) tem-se praticamente o mesmo montante de municípios (103 municípios para 1995 e 111 para o ano de 2006, representando respectivamente 25,8% e 27,8% do total de municípios), sendo 8 municípios a mais para o ano de 2006, sendo todos na classe de Alto. Com relação às duas classes de baixa modernização (Muito Baixo e Baixo) o ano de 2006 apresenta uma monta maior de municípios, 148, contra 128 do ano de 1995, representando respectivamente 37,0% e

32,0% dos total dos 399 municípios. Assim, de maneira geral verifica-se um certo equilíbrio entre as classes de baixo, médio e de alto nível de modernização.

**Tabela 8** – Distribuição dos Municípios do Paraná segundo o IMA 1995/2006

Ano	Classes do IMA					Total
	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
1995 <sup>20</sup>	51	77	168	45	58	399
2006	55	93	140	53	58	399

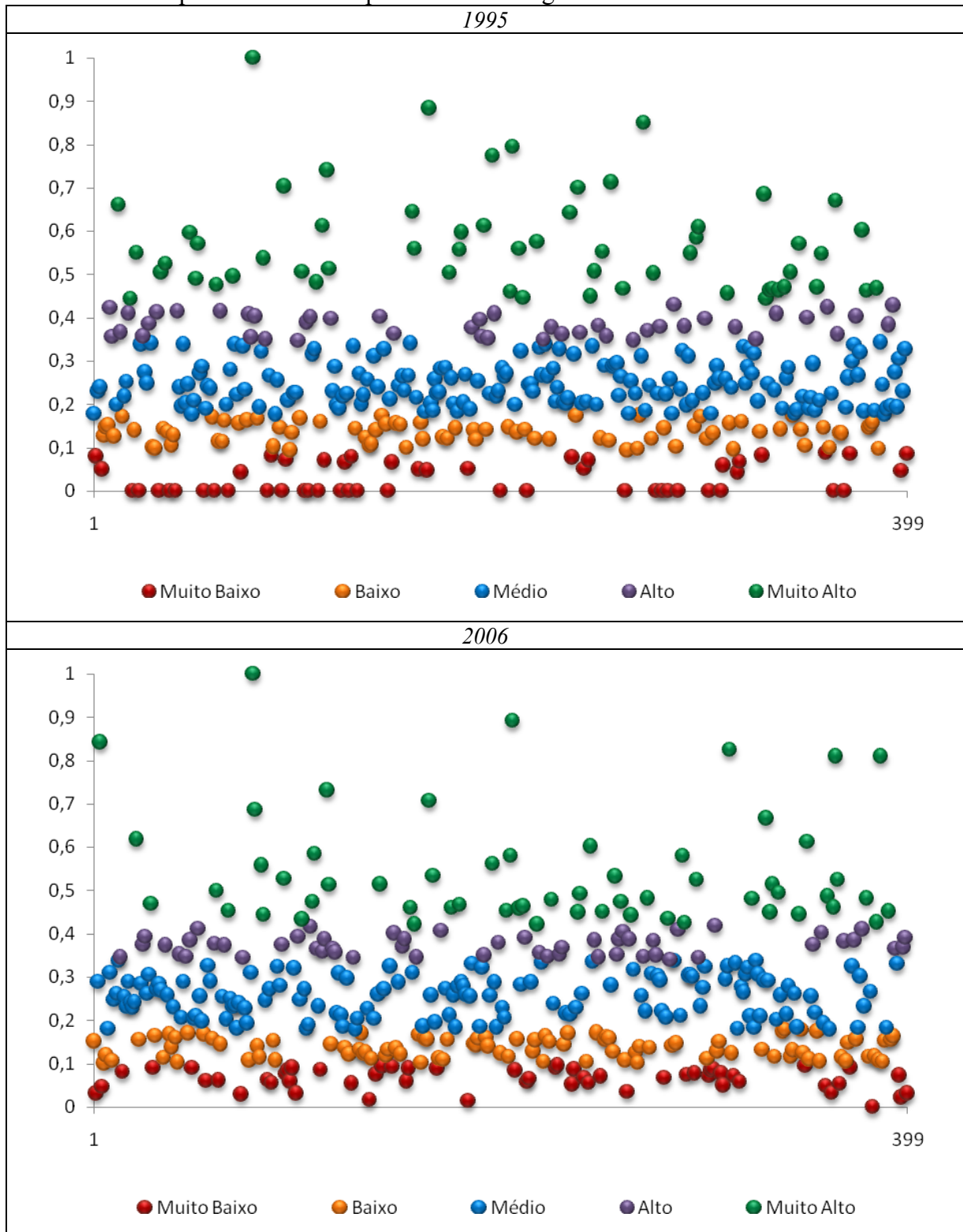
**Fonte:** Resultados da pesquisa

Na classe Muito Alto, para o ano de 1995, dentre os 58 municípios com maiores IMA e melhores desempenhos do Paraná destacam-se: Colombo (1,00), Ivatuba (0,88), Piraquara (0,85), Marilândia do Sul (0,79), Mamborê (0,77), Floresta (0,74), Paranapoema (0,71) e Curitiba (0,70). Na mesma classe para o ano de 2006 destaca-se como os de melhor desempenho os municípios de Colombo (1,00), Marilândia do Sul (0,89), Almirante Tamandaré (0,84), Roncador (0,82), Sertaneja (0,81), Ubitatã (0,81), Floresta (0,73) e Ivatuba (0,71). Quando observa-se os dois anos merecem destaque os municípios de Colombo, Marilândia do Sul, Floresta e Ivatuba, que apresentaram em ambos os anos IMA superiores a 0,70.

Para a classe Muito Baixo nível de modernização para 1995, que concentra os municípios menos modernos do Paraná no que se refere ao setor agrícola, destacam-se dentre os que apresentaram IMA diferente de zero os municípios de Cerro Azul (0,04), Salgado Filho (0,04), Ivaté (0,04), Altamira do Paraná (0,05), Itaperuçu (0,05), Nova Tebas (0,05) e Laranjal (0,05). Já para o ano de 2006 registra-se os piores IMA os municípios de Tunas do Paraná (0,00), Laranjal (0,01), Guaraqueçaba (0,01), Doutor Ulysses (0,02), Cerro Azul (0,03), Douradina (0,03), Adrianópolis (0,03), Xambrê (0,03), Sengés (0,03) e Pérola (0,03).

<sup>20</sup> Ressalta-se novamente que considerou-se para o ano de 1995 a mesma divisão municipal de 2006, por isso consta com 399 municípios.

**Gráfico 1** – Dispersão dos Municípios do Paraná segundo o IMA – 1995 e 2006

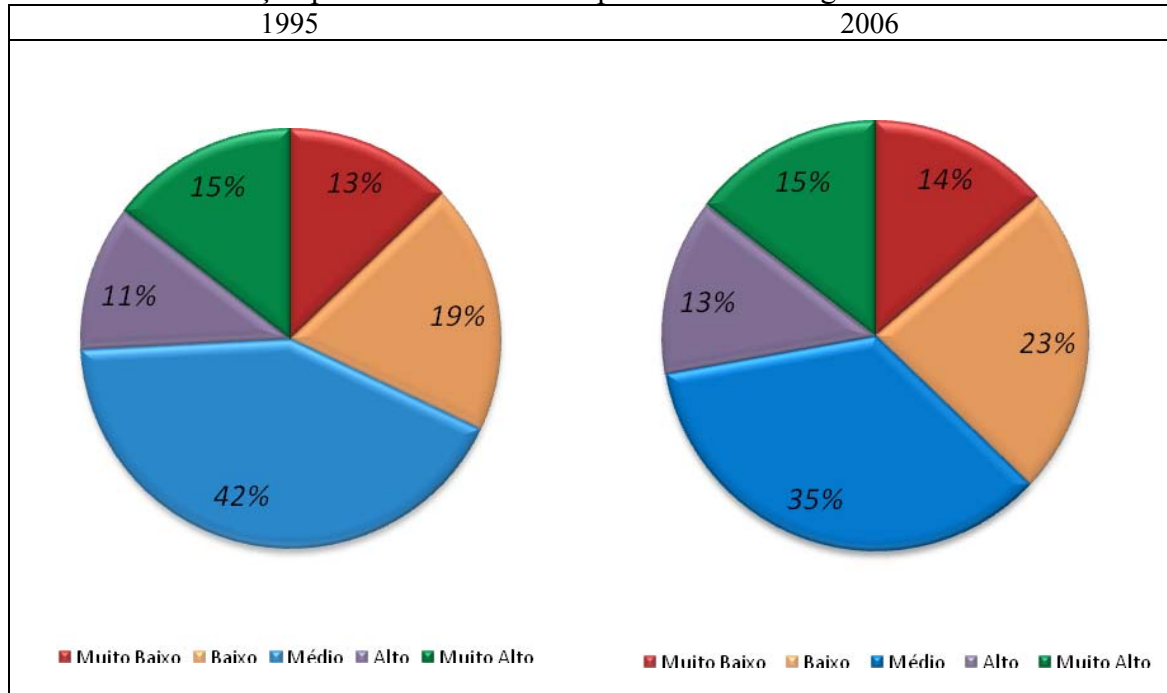


**Fonte:** Resultados da pesquisa

Os Gráfico 1 e 2 apresenta a similaridade dos dados dos municípios em 1995 e 2006 para o IMA. Verifica-se significativa variância entre os municípios de maior grau de modernização. Por outro lado, houve redução mais significativa dos municípios de média

modernização e crescimento dos municípios de baixo grau de modernização. Os segmentos alto e muito alto em conjunto totalizaram 26% (1995) e 28% (2006) dos municípios paranaenses.

**Gráfico 2** – Distribuição percentual dos Municípios do Paraná segundo o IMA – 1995 e 2006



**Fonte:** Resultados da pesquisa

Após a criação dos fatores e geração dos scores como novas variáveis, calculou-se conforme explicado na metodologia o IMA, e realizou-se a análise espacial.

#### 4.3 ANÁLISE ESPACIAL

O valor calculado do I de Moran Global para o IMA de 1995 (0,3912) mostrou-se acima do valor esperado (-0,0025), caracterizando assim presença de autocorrelação positiva entre os municípios paranaenses. O IMA calculado para 2006 apresentou um I de Moran Global de 0,3747, verificando-se autocorrelação positiva entre os municípios. Ressalta-se ainda que em ambos os casos o I de Moran Global se mostrou significativo a 1%<sup>21</sup>.

De acordo com Anselin (1995), Perobelli et al. (2007) e Almeida (2012) a estatística I de Moran é uma medida de cunho global, não sendo desta forma capaz de

<sup>21</sup> Para ambos os anos a pseudo-significância empírica é baseada em 999 permutações aleatórias.



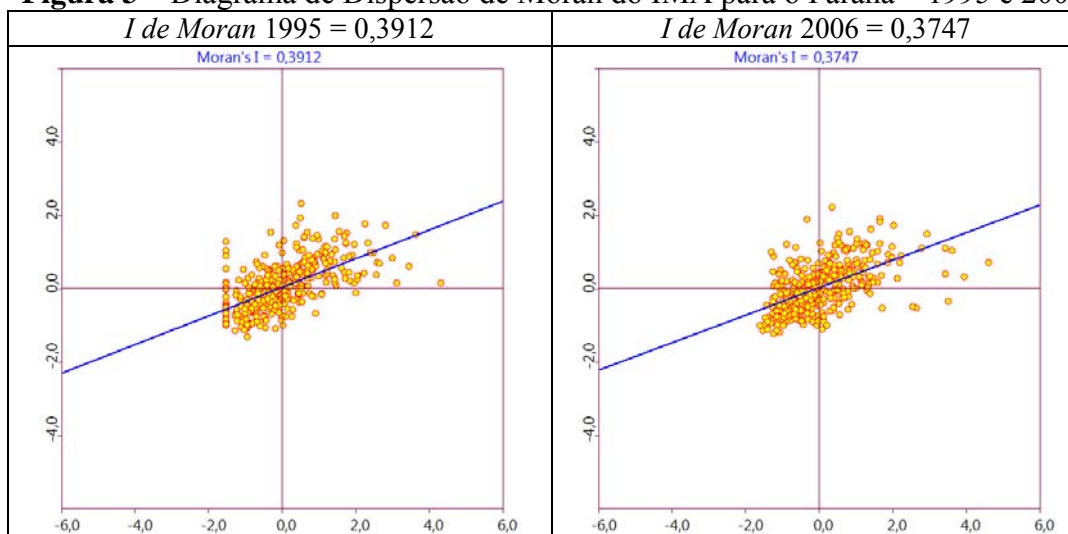
constatar esta correlação a nível local, fazendo-se necessário deste modo, de acordo Almeida, Haddad e Hewings (2003), a utilização do diagrama de dispersão de Moran.

A partir do diagrama de dispersão de Moran (Figura 3) percebe-se que o coeficiente de inclinação da reta para ambos os anos mostra-se positiva, ou seja, existe uma concentração de municípios nos quadrantes Alto-alto e Baixo-baixo, caracterizando assim a autocorrelação espacial positiva entre os municípios, corroborando a análise realizada pelo I de Moran global.

A análise do diagrama de dispersão do IMA para 1995 permite verificar que 131 municípios encontram-se no quadrante *Alto-alto*, representando 32,83% do total, e no quadrante *Baixo-Baixo* foram identificado 175 municípios, correspondendo a 43,85% dos municípios paranaenses. Os dois primeiros apresentam relação positiva entre as variáveis. Verifica-se que 306 (76,69% dos 399 municípios) estão nos quadrantes Alto-alto ou Baixo-baixo - nos quadrantes *Alto-baixo* e *Baixo-alto* registrou-se respectivamente 33 (respondendo por 8,27%) e 60 (15,04%) municípios.

Para 2006, 137 municípios (34,33%) estão no quadrante *Alto-alto*, enquanto que os outros 166 (representando 41,60%) no quadrante *Baixo-baixo*. Quanto aos quadrantes *Alto-baixo* e *Baixo-alto*, que caracterizam autocorrelação negativa, tem-se no primeiro 42 municípios e 54 no segundo, o que representa no total de municípios respectivamente 10,53% e 13,53%.

**Figura 3** – Diagrama de Dispersão de Moran do IMA para o Paraná – 1995 e 2006



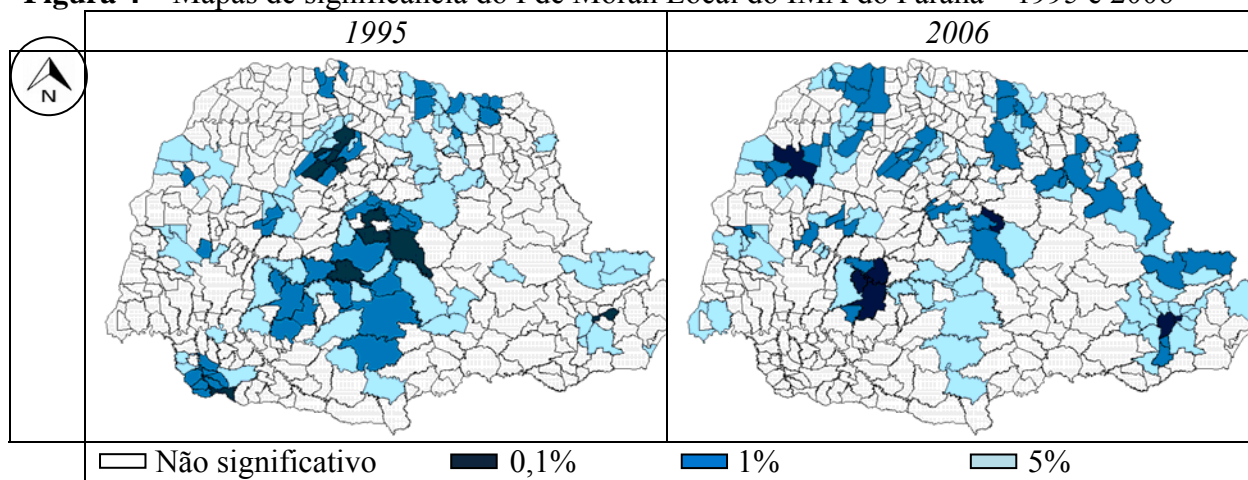
Fonte: Resultados da pesquisa – gerado no GEODA

A análise dos resultados do I de Moran Global e do diagrama de dispersão de Moran, permite concluir ser possível no Paraná fazer agrupamentos de municípios pela

similaridade de IMA, ou seja, tem-se uma similaridade de valores de um atributo com localização desse atributo. Portanto, de modo geral tem-se que municípios com IMA mais elevados tendem a ser rodeados por municípios com IMA maiores, bem como municípios com IMA menores apresentam em seu entorno municípios com IMA mais baixos. Deste modo, pelos resultados obtidos observa-se no estado do Paraná tanto formação de clusters de municípios com IMA mais elevados quanto com mais baixos.

Os resultados do *I de Moran Local* confirmam a presença de autocorrelação linear espacial local entre os municípios no que tange ao IMA em ambos os anos estudados, faz-se uso do mapeamento da variável visto, que se mostra a forma mais eficiente na identificação espacial. A Figura 4 mostra os mapas de significância<sup>22</sup> do *I de Moran Local* do IMA dos municípios paranaenses. Para o ano de 1995, 118 municípios se mostraram significativos ao nível de 5% de significância estatística( ou inferior). Para 2006, registraram-se os resultados de 126 municípios significativos ao nível de 5% de confiança (ou inferior). Respectivamente representam 29,55% e 31,57% dos 399 municípios que constituem o Paraná.

**Figura 4** – Mapas de significância do I de Moran Local do IMA do Paraná – 1995 e 2006



**Fonte:** Resultados da pesquisa – gerado no GEODA

Apresentados os mapas de significância do I de Moran Local do IMA para os dois anos, e pelos resultados até então obtidos no que tange a análise espacial, pode-se concluir e ilustrar a formação de agrupamentos de municípios que apresentam similaridades, isto é, existência de correlação espacial entre os municípios com formação de clusters dessas unidade com padrões semelhantes de IMA. Assim passa-se agora à análise da formação de agrupamentos de municípios, que se mostraram significativos, através do mapa de *clusters*.

A partir do mapa de *clusters* (Figura 5) pode-se verificar para ambos os anos

<sup>22</sup> Para ambos os anos a pseudo-significância empírica é baseada em 999 permutações aleatórias.

formação de clusters de alto e baixo IMA. Para o ano de 1995, detecta-se a formação de quatro *clusters* definidos como de Baixo-Baixo IMA, sendo um de grande magnitude, um de média, e outros dois de pequeno porte, dos quais um apresenta-se um tanto disperso. Ademais registram-se alguns municípios classificados como Baixo-baixo. Os *clusters* de Alto-Alto IMA, identifica-se a formação de seis, dos quais quatro formam um corredor de IMA mais elevados, pois ocupam uma faixa do território do Estado quase que de forma contínua. Dos seis, dois englobam uma quantidade maior de municípios, enquanto quatro englobam até cinco municípios. Para 2006, pode-se identificar três significativos clusters de baixo IMA, sendo um na parte central do estado, um na mesorregião Noroeste Paranaense, e na parte leste do Estado. Quanto aos classificados como Alto-Alto identifica-se novamente a formação de seis clusters, sendo nas mesmas áreas dos identificados em 1995. Dentre estes quatro apresentam um número maior de municípios, enquanto dois agregam até cinco municípios.

Dada a semelhança na formação dos *clusters* nos dois anos, tanto de baixo com e alto IMA, analisa-se aqui os principais *clusters* (alto e baixo) de forma conjunta. Iniciando pelos clusters de baixo nível de modernização, tem-se na região central do Estado o maior cluster do ano de 1995 e o segundo maior de 2006. Em 1995 engloba 36 municípios (*Cluster 1* – Figura 5 e Quadro 2) e se estende por 6 mesorregiões estaduais, vai desde o Norte Pioneiro, expande-se pelo Norte Central e Centro Oriental e atinge as mesorregiões Centro Sul, Sudeste e Oeste Paranaense. Contudo concentra maior parte dos municípios nas mesorregiões Norte Central, Centro Sul e Oeste Paranaenses, ou seja, tem seu núcleo principal nestas três mesorregiões. Para o ano de 2006 (*Cluster 2* – Figura 5 e Quadro 3) mostra-se em menor proporção, abrange 5 mesorregiões (Centro Oriental, Norte Central, Centro Ocidental, Centro Sul e Oeste Paranaense), no entanto com núcleo em 3 (Norte Central, Centro Sul e Oeste) e é composto por 26 municípios (Quadro 3)<sup>23</sup>. Alguns aspectos podem explicar tal desempenho. De acordo com o IPARDES (2004), na área do *cluster*, a atividade econômica predominante é a agropecuária. Cerca de 40% do pessoal ocupado da encontra-se no setor agropecuário, caracterizando assim como uma área predominantemente rural. As famílias são predominantemente pobres, inclusive com grande número de municípios em estado crítico de pobreza, sendo mais de 40% das famílias de classe pobre. Corroborando com nível de pobreza da região, registra-se comparativamente um baixo IDH, tendo a grande maioria dos municípios IDH abaixo da média estadual. Assim, apesar de o

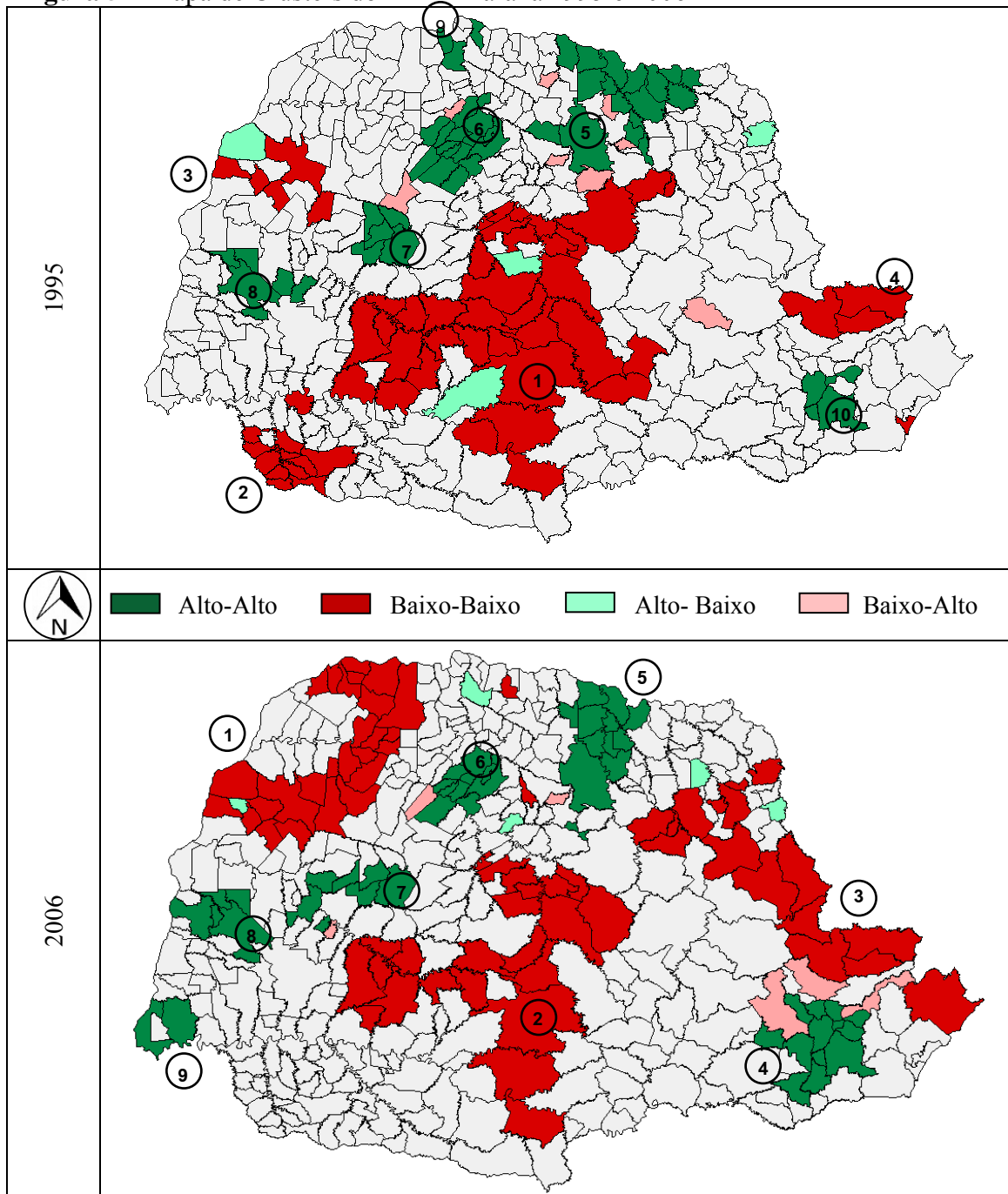
---

<sup>23</sup> Ressalta-se aqui que a análise será realizada tendo por base os clusters identificados para o ano de 2006.

setor agropecuário ocupar o maior contingente de pessoas, este não se mostra grande produtor de renda para as famílias da região.

Um outro aspecto a se destacar é quanto ao relevo e potencial do solo. Segundo IPARDES (2004) a maior parte do *cluster* se encontra em área de solo inapto, com restrição ou de qualidade regular, dificultando desta forma um melhor processo de modernização e conseqüentemente ganhos de produção e produtividade.

**Figura 5** – Mapa de Clusters do IMA – Paraná 1995 e 2006



**Fonte:** Resultados da pesquisa – Gerado no GEODA

**OBS:** a numeração identificam os clusters e está relacionada com os quadros a seguir.

**Quadro 2** – Composição dos Clusters do IMA do Paraná – 1995

Clusters Baixo-Baixo	<i>1 – Centro Paranaense (36 municípios)</i>
	Altamira do Paraná, Bituruna, Boa Ventura de São Roque, Campina de Simão, Cândido de Abreu, Diamante do Sul, Figueira, Godoy Moreira, Goioxim, Grandes Rios, Guaraniação, Guarapuava, Ibituva, Irati, Ivaiporã, Jardim Alegre, Laranjal, Laranjeiras do Sul, Lidianópolis, Lunardelli, Marquinho, Nova Laranjeiras, Nova Tebas, Ortigueira, Palmital, Pinhão, Pitanga, Prudentópolis, Quedas do Iguaçu, Reserva do Iguaçu, Rio Bonito do Iguaçu, Rio Branco do Ivaí, Rosário do Ivaí, Santa Maria do Oeste, Sapopema e Turvo.
	<i>2 – Sudoeste Paranaense (11 municípios)</i>
	Ampére, Barracão, Bom Jesus do Sul, Flor da Serra do Sul, Francisco Beltrão, Manfrinópolis, Pérola D'Oeste, Pinhal de São Bento, Pranchita, Salgado Filho e Santo Antônio do Sudoeste.
	<i>3 – Noroeste Paranaense (5 municípios)</i>
Cafezal do Sul, Mariluz, Pérola, São Jorge do Patrocínio e Umuarama	
<i>4 – Leste Paranaense (3 municípios)</i>	
Adrianópolis, Cerro Azul e Tunas do Paraná	
Clusters Alto-Alto	<i>5 – Nortes Central e Pioneiro Paranaense (17 municípios)</i>
	Alvorada do Sul, Andirá, Arapongas, Bandeirantes, Cornélio Procópio, Itambaracá, Leopólis, Londrina, Nova América da Colina, Primeiro de Maio, Rancho Alegre, Santa Mariana, Santo Antônio do Paraíso, São Sebastião da Amoreira, Sertaneja, Sertanópolis e Uraí
	<i>6 – Norte Central Paranaense (15 municípios)</i>
	Ângulo, Doutor Camargo, Engenheiro Beltrão, Floresta, Itambé, Ivatuba, Mandaguaçu, Marialva, Maringá, Ourizona, Paçandu, Quinta do Sol, São Jorge do Ivaí, Sarandi e Terra Boa
	<i>7 – Centro-Oeste Paranaense (5 municípios)</i>
	Boa Esperança, Farol, Janiópolis, Juranda e Mamborê
	<i>8 – Oeste Paranaense (5 municípios)</i>
	Cafelândia, Maripá, Nova Santa Rosa, Toledo e Tupãssi
	<i>9 – Metropolitano de Curitiba (5 municípios)</i>
	Curitiba, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Quatro Barras e São José dos Pinhais
<i>10 – Extremo Norte (2 municípios)</i>	
Inajá, Itaguajé e Paranacity	

**Fonte:** Resultados da pesquisa

Com relação à parte localizada na mesorregião Centro Sul (núcleo do *cluster*) verificam-se alguns aspectos restritivos a um mais intenso processo de modernização. Apesar de 50% do território da mesorregião ser pouco ondulado e conseqüentemente apto a utilização de implementos e uso de conservação dos solos, parte da mesorregião (30%) apresenta relevo ondulado, não apto a agricultura mecanizada, bem como vulnerabilidade erosiva. Uma outra área da mesorregião mostra-se fortemente ondulado (atinge até mais 24°), inapropriado ao uso de implementos mecanizáveis e com restrições a pecuária e reflorestamento, como é o caso da área correspondente aos municípios de Palmital, Laranjal, Marquinho, Laranjeiras do Sul, Pinhão e Reserva do Iguaçu. Existe, inclusive, até mesmo

áreas inaptas a agricultura devido relevo montanhoso encontrado nos municípios de Pinhão, Reserva do Iguaçu e Nova Laranjeiras. Além disso ressalta-se que a qualidade regular do solo e até mesmo baixa fertilidade é um fator restritivo para um bom desempenho da agropecuária, especialmente nos municípios de Pitanga, Santa Maria do Oeste, Goioxim, Campina do Simão, Boa Ventura do São Roque, Turvo, Guarapuava e Reserva do Iguaçu, todos estes constituintes do cluster de baixo IMA.

**Quadro 3** – Composição dos Clusters do IMA do Paraná – 2006

Clusters Baixo-Baixo	<i>1 – Noroeste Paranaense (26 municípios)</i>
	Amaporã, Cafezal do Sul, Cidade Gaúcha, Cruzeiro do Oeste, Diamante do Norte, Guairaçá, Guaporema, Itaúna do Sul, Maria Helena, Marilena, Mirador, Nova Aliança do Ivaí, Nova Londrina, Nova Olímpia, Paraíso do Norte, Paranaíba, Perobal, Pérola, Rondon, São Jorge do Patrocínio, São Pedro do Paraná, Tapejara, Terra Rica, Umuarama, Vila Alta e Xambrê
	<i>2 – Centro Paranaense (23 municípios)</i>
	Altamira do Paraná, Ariranha do Ivaí, Bituruna, Boa Ventura de São Roque, Cândido de Abreu, Diamante do Sul, Espigão Alto do Iguaçu, Godoy Moreira, Goioxim, Guaraniaçu, Guarapuava, Ivaiporã, Jardim Alegre, Laranjal, Manoel Ribas, Marquinho, Nova Laranjeiras, Pinhão, Reserva, Rio Branco do Ivaí, Rosário do Ivaí, Santa Maria do Oeste e Turvo
<i>3 – Leste Paranaense (15 municípios)</i>	
Adrianópolis, Arapoti, Carlópolis, Cerro Azul, Curiúva, Figueira, Ibaiti, Jaboti, Jaguariaíva, Quatiguá, Sapopema, Sengés, Tomazina, Tunas do Paraná e Doutor Ulysses	
Clusters Alto-Alto	<i>4 – Metropolitano de Curitiba (13 municípios)</i>
	Almirante Tamandaré, Araucária, Balsa Nova, Campo Magro, Colombo, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, Quintadinha e São José de Pinhais
	<i>5 – Norte Central Paranaense I (11 municípios)</i>
	Assaí, Bela Vista do Paraíso, Iboporã, Jataizinho, Leopoldina, Londrina, Primeiro de Maio, Rancho Alegre, Sertaneja, Sertanópolis e Uraí
	<i>6 – Norte Central Paranaense II (9 municípios)</i>
	Doutor Camargo, Engenheiro Beltrão, Floresta, Itambé, Ivatuba, Marialva, Maringá, Paiçandu e Sarandi
	<i>7 – Centro-Oeste Paranaense (6 municípios)</i>
	Boa Esperança, Juranda, Mamborê, Nova Aurora, Quarto Centenário e Rancho Alegre D'Oeste
	<i>8 – Oeste Paranaense (5 municípios)</i>
Marechal Cândido Rondon, Maripá, Nova Santa Rosa, Quatro Pontes e Toledo	
<i>9 – Extremo Oeste (2 municípios)</i>	
Foz do Iguaçu e São Miguel do Iguaçu	

**Fonte:** Resultados da pesquisa

Quanto a parte *cluster* localizada na mesorregião Norte Central, apesar da maior parte de sua área ser de relevo suave e sem problemas para a mecanização e uso de técnicas de conservação de solo, a sua porção Sul (parte ocupada pelo cluster) apresenta relevo montanhoso, com declividade acima de 25°, como ocorre nos municípios de Cândido

de Abreu e Rosário do Ivaí, possibilitando somente o uso da área para manejo florestal. Quanto ao uso potencial do solo nesta parte da mesorregião, este mostra-se inapto ou com restrições, sobretudo por sua alta declividade e vulnerabilidade erosiva.

Com relação às atividades agropecuárias, segundo o IPARDES (2004) predomina na região Centro Sul as plantações de soja e milho, que representam mais de 80% dos grãos da região. O mesmo predomínio dessas culturas se verifica na parte sul da Mesorregião Norte Central, sendo a cultura do milho mais presente. Quanto a valor bruto da produção (VBP) e a produtividade agropecuária da área ocupada pelo cluster, Pinheiro (2007) mostra que, de maneira geral, essa área apresenta um baixo VBP, enquanto que Pavan (2013) apresenta (com algumas exceções) produtividade baixa, ou abaixo da média do Estado.

Segundo Llanillo et al. (2006), essa área pode ser caracterizada predominantemente por dois tipos de grupos de municípios. A parte mais a oeste e norte caracteriza-se, segundo seu estudo por agricultura familiar de média intensidade com terceirização de aluguel de máquinas. Enquanto a parte sul, que se estende de Guarapuava até o extremo sul do cluster seria caracterizado como sendo de agricultura extensiva com ilhas de modernização e áreas de matas nativas. Já de acordo com Cunha e Chilhante (2001) é caracterizada como pouco modernizada, poucos empregos permanentes e baixo nível de capitalização.

Outro cluster de destaque é o que localiza-se na parte mesorregião Noroeste (*Cluster 3* em 1995 e *Cluster 1* em 2006 – Figura 5 e Quadros 2 e 3). Em 1995 apenas cinco municípios o formavam, já em 2006 engloba 26 municípios de um total de 61 municípios que formam essa mesorregião.

Diferentemente da área do cluster analisado anteriormente, esta em que se encontra na mesorregião Noroeste pode ser considerada menos predominantemente agropecuária. A mesorregião apresenta nível de pobreza elevado para o padrão estadual. De acordo com os dados do censo demográfico de 2000 a pobreza atinge  $\frac{1}{4}$  da população. O IDH de seus municípios, salvo alguns, fica abaixo do padrão médio estadual, inclusive com 13 municípios entre os 100 piores IDH do Estado para o ano de 2000.

Um outro e talvez principal fator restritivo ao processo de modernização mais significativo é o relativo ao relevo e seu potencial de uso. Segundo IPARDES (2004) embora seu relevo seja predominantemente plano, apenas 45% de seus solos mostra-se aptos ao desenvolvimento de agrossilvopastoris<sup>24</sup> em virtude da ocorrência do arenito Caiuá e da

---

<sup>24</sup> Sistema que busca integrar lavouras, com espécies florestais e pastagens e outros espaços para os animais.

Formação Paranavaí, muito susceptíveis à erosão hídrica, o que dificulta o processo de mecanização e conservação de solos. A maior parte das terras aptas por sua vez são ocupadas com pastagens e culturas de grãos. As terras de regular qualidade com problemas de erosão ocupam 30%, enquanto que 10% registram problemas de fertilidades, estas concentram-se na parte leste da mesorregião, justamente onde verifica-se parte da formação do cluster de baixo IMA. Ademais, na parte sul, de acordo com o IPARDES registra-se uma concentração de terra inapta ao uso agrícola devido à susceptibilidade erosiva do arenito Caiuá associada à baixa fertilidade dos solos de origem arenosa, e por sua vez tem-se novamente parte do cluster de baixo IMA. Por fim, pode-se destacar ainda a inaptidão decorrente do excesso hídrico, sobretudo ao longo dos rios Paraná e Ivaí. Em virtude disto a mesorregião apresenta-se como a que menos utiliza força mecânica na produção agropecuária.

Com relação às atividades agropecuárias, de acordo IPARDES (2004) a pecuária exerce grande importância, 74% das terras são utilizadas para pastagens enquanto que as lavouras representam aproximadamente 18%. Essa predominância ocorre, sobretudo em virtude do tipo de solo. Quanto ao VBP, mais de 30% do VBP advém da pecuária. Dentro da pecuária predomina o rebanho de bovinos, sendo o maior do Estado (26% em 2001). Quanto as principais culturas tem-se atualmente da soja, do milho, mediante sistema de reforma de pastagens e dos avanços tecnológicos observados na área de manejo e conservação de solo, além do crescimento da cana de açúcar e mandioca.

Comparativamente a outras mesorregiões do Estado, o Noroeste de forma conjunta tem produtividade agropecuária abaixo das demais. Assim os resultados confirmam os resultados encontrados no estudo de Pavan (2013), que apresenta que na área da mesorregião onde se forma o *cluster* de baixo IMA o nível de produtividade mostra-se ainda mais baixo, inclusive com índices entre os mais baixos do Estado. De acordo com o estudo de Llanillo et al. (2006) esta área pode ser caracterizada como de municípios com dominância de pastagens plantadas, com expressiva pecuária bovina, sem reservas naturais, pouco nível de modernização e utilização de muita mão de obra.

Um terceiro *cluster* de baixo nível de modernização presente nos dois anos é o que se localiza na região leste do Estado. Em 1995 (*Cluster* 4 – Quadro 2) é composto por apenas três municípios da mesorregião Metropolitana de Curitiba, enquanto que em 2006 (*Cluster* 3 - Quadro 3) é constituído por 13 municípios, se entendendo pelas mesorregiões Norte Pioneira, Centro Oriental e Metropolitana de Curitiba.

Alguns aspectos sociais, econômicos e geográficos podem influenciar para tal resultado. De acordo com o IPARDES (2004) o IDH municipal em toda a área do *cluster*



mostra-se comparativamente abaixo do IDH estadual e nacional podendo ser um fator impeditivo a uma maior modernização. Um outro fato interessante é que nem toda a área do *cluster* apresenta o setor agropecuário como o que mais pessoas ocupa, não sendo este assim o setor mais dinâmico, que mais cria renda para a população. Inclusive em alguns municípios (nas mesorregiões Centro Oriental e Metropolitana de Curitiba) que formam o *cluster* predomina a atividade industrial como setor que mais mão de obra ocupa.

Com relação ao relevo e uso potencial do solo da área que o *cluster* se localiza, ainda segundo o IPARDES predomina na parte sul e leste do Norte Pioneira um relevo restritivo por erosão ou inapto (corresponde a 25% do território), com declividade de até 12°, necessitando praticas de conservação de solos. Ainda no sul do Norte pioneiro registra-se um relevo fortemente montanhoso (Escarpa Devoniana), com declividade acima de 25°, inapto para atividades agropecuários, aptas somente ao manejo florestal. Ademais os solos dessas áreas não são tão férteis como os que se encontram no terceiro planalto, mais a nordeste na mesorregião.

Quanto à parte que se localiza na porção leste do Centro Oriental, esta apresenta condições parecidas com a da parte norte do *cluster*, ou seja, relevo fortemente ondulado com declividades até 24° graus, predominando áreas inaptas por problemas de erosão e fertilidade e também áreas com severas restrições ao uso agrícola por problemas de erosão. Ainda nessa parte identifica-se relevo montanhoso com declividade acima de 24° (Escarpa Devoniana), mostrando apto somente para o uso de manejo florestal. Na parte do *cluster* localizada na mesorregião Metropolitana de Curitiba (que tem 74% do seu território inapto ao uso agropecuário), verifica-se também um relevo montanhoso com declividade acima de 24°, constituindo desta forma uma área inapta à agricultura e pastagens, em decorrência da sua vulnerabilidade erosiva, sendo aproveitável somente no manejo florestal. Verifica-se em toda área do *cluster* uma predominância de relevo e solos pouco aproveitáveis para uso agropecuário.

No tocante às atividades agropecuárias, a parte da mesorregião Norte Pioneira onde se localiza o *cluster* apresenta uma pauta diversificada, sem predominância de alguma cultura. A parte do *cluster* localizado na mesorregião Centro Oriental apresenta uma predominância das culturas de milho e soja. Já com relação a parte localizada na Metropolitana de Curitiba, verifica-se em 2 municípios a predominância do cultivo de tangerina, 1 com predominância de mandioca e outro faz da combinação feijão e milho as principais culturas na pauta de produção agropecuária.

Segundo Pavan (2013) a produtividade agropecuária dessa formação revela-se entre média para baixa, com alguns municípios com valores de produtividade médio ou alto, mas precisamente nos municípios da mesorregião Centro Oriental, predominantemente produtores de milho e soja. De acordo com Llanillo et al. (2006) predomina na área analisada, sobretudo nas porções das mesorregiões Centro Oriental e Metropolitana de Curitiba, agropecuária extensiva com ilhas de agricultura moderna conjuntamente com matas nativas, ou seja, reservas com agricultura de baixa modernização. Já na parte do *cluster* correspondente a mesorregião Norte Pioneira identifica-se características uma maior quantidade de municípios uma agricultura familiar de média intensidade, com lavouras e pecuária e significativa terceirização e outros (menos) com agricultura familiar com pouca modernização, baixo investimento e muitas matas nativas.

Com relação à formação de *clusters* de alto índice de modernização agrícola, tem-se novamente alguns localizados em áreas semelhantes para ambos os anos. O *cluster* mais ao norte do Estado aparece nos dois anos, agrega municípios das mesorregiões Norte Central e Norte Pioneiro, sendo em 1995 (*Cluster 5* - Figura 5 e Quadro 2) formado por 17 municípios e no ano de 2006 (*Cluster 5* - Figura 5 e Quadro 3) composto por 11 municípios das mesmas mesorregiões.

A área coberta pelo *cluster* apresenta municípios com IDH distintos, desde os mais altos, como o caso de Londrina e Ibiporã, até níveis mais baixos, com valores abaixo do IDH estadual. No que se refere às atividades econômicas, segundo o IPARDES (2004), apesar de possuir um setor agropecuário forte, verifica-se sobretudo em Londrina e seu entorno um setores industrial diversificado e forte, inclusive no que tange a agroindústria, bem com de serviços.

Quanto ao relevo e uso potencial do solo, o *cluster* encontra-se (ambas as partes, das duas mesorregiões) em terreno cujo relevo é plano e apresenta ondulações suaves, (até 12° de declividade), caracterizado segundo o IPARDES como bom e apto à agricultura, inclusive mecanizada (o uso de força mecânica da produção agropecuária é um dos mais altos do Estado), bem como à pecuária e ao reflorestamento. Com relação ao uso potencial tem-se solos de boa qualidade, férteis de bom a regular, aptos a produção agrícola.

Com relação às atividades agropecuárias, a parte correspondente à mesorregião Norte Pioneiro apresenta predominância das culturas de soja e trigo, enquanto que a parte do Norte Pioneiro, com exceção do município de Londrina (que apresenta uma pauta mais diversificada), predomina o cultivo de soja. Além disso tem-se um forte ramo agroindustrial, baseado sobretudo no cooperativismo. Em ambos os casos, segundo o

IPARDES tem-se alta produtividade, sendo esta confirmada no estudo de Pavan (2013) onde se verifica índices de produtividade de médios para altos. Quanto ao VBP, de acordo com Pinheiro (2007) registra-se nesta área valores acima da média, ou seja, de médio e altos VBP's. Segundo Llanillo et al. (2006) a área se caracteriza como de agricultura moderna de grãos, bastante especializada, com pouca terceirização e aluguel de máquinas, com grande utilização de mão de obra permanente e de pouca pecuária.

Posteriormente destaca-se o *cluster* localizado a sudeste do anteriormente citado. Em 1995 (*Cluster 6* - Figura 5 e Quadro 2) agregava 15 municípios das mesorregiões Norte Central e Centro Ocidental, enquanto que para 2006 (*Cluster 6* – Figura 5 e Quadro 3) é formado por 9 municípios do Norte Central.

Com características semelhantes a parte do Norte Central do *cluster* que engloba o município de Londrina, este apresenta municípios com IDH acima do IDH estadual, inclusive com o município de Maringá como um dos mais altos IDH do Estado. Novamente como se verificou em Londrina e em seu entorno, verifica-se aqui também além de um forte setor agropecuário, também fortes setores industrial (inclusive agroindústria) e de serviço.

Quanto ao relevo e uso potencial do solo, apresenta segundo o IPARDES, condições semelhantes ao anterior: relevo de plano e ondulações suaves, (até 12° de declividade), classificado como bom, sendo apto à agricultura mecanizada bem como à pecuária e ao reflorestamento. Com relação ao uso potencial tem-se solos de boa qualidade e fertilidade aptos a produção agrícola.

No que tange às atividades agropecuárias, predomina na área do *cluster*, o cultivo de soja, representando mais de 40% da pauta de culturas. Quanto ao VBP, segundo Pinheiro (2007) a área apresenta altos valores, inclusive maiores que o do cluster anteriormente analisado. Tal desempenho segundo IPARDES, assim como na área de Londrina deve-se a alta produtividade, visto que a área plantada praticamente não apresenta alterações. De acordo com Pavan (2013) pode-se classificar a produtividade com de média e alta. Quanto a caracterização segundo Llanillo et al. (2006) tem-se uma área de agricultura moderna de grãos, especializada, não terceirizada no tocante a utilização de máquinas, intensa em mão de obra permanente e de pouca pecuária, semelhante ao que se verificou no cluster anterior.

Em seguida, destaca-se o *cluster* com municípios da mesorregião Centro Ocidental e Oeste Paranaense, este em 1995 (*Cluster 7* – Figura 5 e Quadro 2) agregava 5 municípios, enquanto em 2006 (*Cluster 7* – Figura 5 e Quadro 3) é formado por 6 municípios. O *cluster* concentrado basicamente em sua maior na porção mais centro-oeste da mesorregião

Centro Ocidental, encontra-se em uma área de municípios com IDH abaixo da média estadual e nacional, predominante com pessoas ocupadas nos setores agropecuário e de serviços, com baixos número de famílias classificadas como pobres (de forma geral, pois 2 municípios apresentam números maiores).

Quanto ao relevo e uso potencial do solo, segundo o IPARDES (2004) a mesorregião como um todo apresenta 77% de sua área apta a agropecuária mecanizada. A parte que o *cluster* ocupa se enquadra nesta categoria, com relevo suavemente ondulado, com declividade até 6° de inclinação. O solo é bom ou regular, com problemas somente de baixa fertilidade natural do solo. Contudo, tal problema é compensado com a modernização através o melhoramento genético das sementes e insumos químicos, para elevação da fertilidade dos solos e controle das pragas e doenças. Quanto a mecanização, apresenta os dos maiores índice de uso de maquinaria do Estado, inclusive representando redução do nível de pessoal ocupado em tal setor.

Com relação às atividades agropecuárias, de acordo com IPARDES destaca-se o cultivo de grãos, fortemente baseada nas culturas de soja e milho, que respondem a mais de 60% do que é produzido. Outro aspecto a se ressaltar é o forte ramo agroindustrial, baseado no cooperativismo. Salienta-se ainda a alta produtividade agropecuária na área de ocorrência do *cluster*. O presente trabalho corrobora os resultados do estudo de Pavan (2013), pois também se verifica na região elevados níveis de produtividade. Isso por sua vez impacta positivamente na produção e no VBP, registrando, conforme expõe Pinheiro (2007), um elevado nível de produção e VBP. O trabalho de Llanillo et al. (2006) também verificou que a área apresenta uma agricultura moderna e especializada, há pequena terceirização na utilização de máquinas, poucas matas e pouca pecuária.

Outro cluster identificado, é o localizado no Oeste Paranaense, agregando tanto em 1995 como em 2006 (Clusters 5 em 1995 e 2006 – Figura 5 e Quadros 2 e 3) o mesmo número de municípios (5), e apesar das variações nas composições, tem-se o município de Toledo como núcleo nos dois períodos. No extremo oeste, fronteira com Santa Catarina e Paraguai identifica-se somente para o ano de 2006 agrupamento de dois municípios.

A Mesorregião Oeste, nas áreas de localização dos *clusters* apresenta alto IDH municipal, acima de 0,80, superiores ao estadual e nacional. Com relação aos setores econômicos, além de um forte setor primário, também o setor de serviços é bastante forte, sendo o setor o maior empregador. Quanto ao setor industrial destaca-se o forte desempenho da agroindústria, sobretudo a jusante, mediante o cooperativismo.

Com relação ao fator relevo e o uso potencial do solo dessa mesorregião, especificamente na área de localização dos *clusters*, conforme IPARDES nas áreas de dois *clusters* tem-se relevo suavemente ondulado, com declividade até 6°, aptas ao desenvolvimento da agropecuária mecanizada e manejo florestal. Porém se verifica áreas inundáveis, com restrição ao uso de mecanização. Quanto ao uso potencial, verifica-se solos férteis de tipos bom e regular, potencialmente aptos para a produção agropecuária, com práticas agrícolas de alto nível tecnológico, intensiva em insumos, melhoramento e conservação das condições das terras e lavouras. A mecanização nas várias etapas do processo produtivo agrícola, com baixo emprego de mão de obra no setor.

Quanto a utilização das terras predominância as culturas de soja, milho, trigo e secundariamente, pastagens. Articulada com a agroindústria, verifica-se inserção ao mercado internacional e ao processo de modernização, apoiada na mecanização, quimificação e genética tem-se um significativo aumento da produtividade, conseqüentemente um aumento relevante da produção, sobretudo de milho e soja. Outro aspecto importante na área é a criação de pequenos aves e suínos, que em 2001 representava 30% dos rebanhos do Paraná. Este desempenho também foi confirmado pelos trabalhos corroborado pelos trabalhos de Pavan (2013) e Pinheiro (2007).

No estudo de Llanillo et al. (2006), que caracteriza a agropecuária do Estado, os resultados semelhantes as áreas dos *clusters* da mesorregião, apresenta uma agricultura moderna de grãos, especializada, não terceirizada no tocante a utilização de máquinas. A junção dos clusters, Norte Pioneiro e Central até o Oeste Paranaense formam um corredor produtivo de IMA mais elevados, como as mesorregiões de Llanillo et al. (2006).

Por fim, identifica-se nos dois anos o cluster localizado na mesorregião Metropolitana de Curitiba, mais precisamente no entorno a capital. Em 1995 (*Cluster 10* – Figura 5 Quadro 2), era formado por 5 municípios, enquanto que em 2006 (*Cluster 4* – Figura 5 e Quadro 3) mostra-se como maior cluster em número de municípios, de alto nível de modernização agrícola do Paraná, agregando 13 municípios.

O *cluster* formado pela capital Curitiba e os municípios de seu entorno apresenta IDH acima de 0,80 (Curitiba e mais três municípios) até índices abaixo do IDH estadual e nacional. Segundo o IPARDES(2004), mesmo nestes municípios de IDH mais favoráveis, verifica-se um grande contingente populacional em situação de carência. Predomina os setores secundário e terciário, contudo o setor primário é mais diversificado comparado as demais mesorregiões. Apresenta significativo nível de ocupação e tem no aglomerado metropolitano o maior estímulo à produção.

No tocante ao fator relevo e o uso potencial do solo, conforme IPARDES (2004) nas áreas que se localizam os dois clusters, o relevo é, apesar da mesorregião mostrar-se com menor porcentagem de solos aptos à agropecuária (26%), na porção central e sul apto à produção agrícola, porém sujeitos a erosão e a baixa fertilidade do solo.

A atividade agropecuária é condicionada a demanda e dinâmica da própria mesorregião. Conforme IPARDES (2004) a produção da região é diversificada, porém com ênfase à especialização em culturas intensivas como a olericultura (convencional e orgânica), a horticultura e a fruticultura. As culturas que mais se destacam são: milho, feijão, batata inglesa, tomate, cebola. Quanto ao valor bruto de produção e a produtividade agropecuária da área do cluster, observa-se que apesar de comparativamente se registrar, segundo Pinheiro (2007) o VBP é baixo, porém conforme Pavan (2013) a produtividade é alta, entre as mais elevadas do Estado.

Diante dos resultados apresentados observa-se correlação espacial entre os municípios paranaense, bem como é possível identificar agrupamentos de municípios com similaridades de IMA, ou seja, clusters de alto e baixo IMA. Tais tipos, de forma geral, se mostraram fortemente relacionados ao relevo e tipo do solo na área dos clusters. Além disso, verifica-se que clusters de IMA alto, apresentam alta produtividade agrícola, indicando relação entre variáveis, abrindo campo para novas pesquisas, no âmbito da análise espacial multivariada.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho mensurou e analisou o nível de modernização agropecuária e a localização espacial no estado de Paraná para anos censitários de 1995 e 2006. Como ferramentas foram utilizadas a análise fatorial e análise exploratória de dados espaciais. Utilizaram-se originalmente 35 variáveis, sendo selecionadas 19 e 21 respectivamente para 1995 e 2006, e a partir das quais gerou-se os fatores para a construção do IMA.

Para o ano de 1995, o método de Análise dos Componentes Principais (ACP) gerou seis fatores principais que explicam 88,15% da variância dos dados originais. Em 2006 foram identificados sete fatores que explicaram 89,43% da variância dos dados originais. Com relação à composição dos fatores percebe-se alguma semelhança entre os censos. De uma maneira geral, os indicadores que mais contribuem na formação do IMA, e logicamente que mais peso exercem na sua formação, estão agrupados nos primeiros fatores e correspondem a maquinaria, adubos, defensivos e irrigação.

Para o censo de 1995, o fator que explica maior variância dos dados e exerce maior sobre o IMA, é formado pelos indicadores referentes à maquinaria e despesas com adubos e corretivos, sementes e defensivos agrícolas. O segundo e terceiro fatores são formado pelos indicadores de irrigação e de calagem respectivamente. Para o censo de 2006, o primeiro fator é formado por indicadores de maquinaria (tratores, máquinas para plantio e colheita). O segundo é constituído pelos indicadores de adubos, corretivos e defensivos agrícolas. O terceiro e quarto fatores representam indicadores de irrigação.

Portanto, os indicadores referentes à maquinaria, adubos e corretivos, sementes e mudas, defensivos agrícolas e irrigação têm alta contribuição para a modernização agrícola do Paraná. Por outro lado, indicadores de investimento, calagem, e financiamento, formaram fatores com menor poder de explicação, e conforme a técnica adotada possuem baixa contribuição para o processo de modernização agrícola do Estado.

Com relação aos resultados do IMA, tem-se praticamente mesma composição em ambos os anos censitários. A média do Estado é praticamente a mesma nos dois períodos, situando-se em torno de 0,259 e próximos desvios padrões. A partir da estratificação em 5 classes verificou-se grande semelhança entre os anos censitários em quantidade de municípios agrupados por classe. Registra-se para o ano de 2006 maior concentração (35%) de municípios na classe médio desempenho, seguido pelas classes de

baixo (23%), muito alto (15%), muito baixo (14%) e classe alto IMA, com 13% do total de municípios.

A análise espacial apresentou, mensurado pelo *I de Moran Global* (0,3912 e 0,3747 respectivamente para 1995 e 2006), presença de autocorrelação positiva entre os municípios paranaenses, ou seja, municípios com similaridades de IMA. Pelo *I de Moran Local* (diagrama de dispersão e indicadores Lisa) confirmou-se a existência de formação de *clusters* com padrões semelhantes, ou seja, alto e baixo IMA. Verificou-se grande semelhança locacional dos *clusters* nos anos censitários analisados. De maneira geral manteve-se o mesmo padrão da distribuição espacial do IMA, tendo mudanças mais em suas magnitudes. Identificou-se três *clusters* relevantes com baixo IMA, um na parte central do Estado. Outro no noroeste paranaense, e o terceiro na parte leste do Estado. Quanto aos classificados em alto IMA identificou-se a formação de seis *clusters*, sendo dois englobando municípios da mesorregião Norte Central, um com Londrina e municípios em seu entorno, inclusive com municípios da mesorregião Norte Pioneiro, e outro com Maringá sendo o município polarizador. Outro *cluster* na mesorregião Centro Ocidental, outros dois na mesorregião Oeste, polarizados pelos municípios de Toledo e Foz do Iguaçu, e por fim o *cluster* na mesorregião Metropolitana de Curitiba, mais precisamente em torno da capital do Estado.

Essa semelhança nos anos analisados mostra dois aspectos, primeiro que as áreas de baixo IMA precisa de políticas para alavancar sua modernização agrícola, e assim atingir melhores patamares de produção, produtividade e conseqüentemente de desenvolvimento. Segundo, pra as áreas de alta IMA, mostra que essas áreas apresentam-se consolidadas no processo de modernização agrícola do Paraná, e desta maneira deve ter políticas voltadas para a expansão e aprimoramento desse processo.

Quanto às características dos *clusters*, observa-se de forma geral certas semelhanças. Com relação aos *clusters* de baixo IMA, ocorrem geralmente em áreas de baixo IDH, de relevo e solo inaptos ou com restrições a mecanização, com de menor fertilidade de solo, vulneráveis a erosão, baixa produtividade agropecuária e baixa capitalização. Já os *clusters* de alto IMA ocorrem em áreas com maior IDH, com relevo apto a mecanização, solos mais férteis e com menor restrição à produção agrícola, fortemente relacionados a alta produtividade e alta capitalização. Baseiam-se, em sua maioria – com exceção do *cluster* da mesorregião Metropolitana de Curitiba que tem por base olericultura e hortifruticultura – na agricultura moderna de grãos, fortemente mecanizada, sobretudo especializada no cultivo de sola e milho.



Desta forma, pode-se concluir que além de mensurar o IMA foi possível identificar padrões semelhantes de modernização agrícola no Paraná, sendo estes fortemente relacionados ao tipo de relevo, fertilidade do solo e produtividade agrícola. Assim, tem-se que a forte relação da modernização com o tipo de relevo apresenta-se como um fator preponderante para o processo de modernização, visto que o indicador de maior contribuição para o IMA dos municípios do Paraná refere-se a maquinaria, que encontra-se fortemente relacionado com o tipo de relevo.

Por fim, para trabalhos futuros abre-se um novo leque de pesquisas. Fica como sugestões o uso da análise espacial multivariada envolvendo o IMA com a produtividade agrícola, bem como o uso de econometria espacial.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. C. M.; NICOL, R. **ECONOMIA AGRÍCOLA - O Setor Primário e a Evolução da Economia Brasileira**. São Paulo: McGRAW-HILL, 1987
- AGRA, N. G.; SANTOS, R. F. dos. Agricultura brasileira: situação atual e perspectiva de desenvolvimento.. In: **XXXIX Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**, 2001, Recife/PE. XXXIX Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural: competitividade e globalização., 2001.
- ALMEIDA, E. S.; HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. J. D. The spatial pattern of crime in Minas Gerais: An exploratory analysis. **Economia Aplicada**, v. 9, n. 1, 2003.
- \_\_\_\_\_.ALMEIDA, E. **Curso de Econometria Espacial Aplicada**. ESALQ-USP: Piracicaba, 2004.
- \_\_\_\_\_. **Econometria Espacial Aplicada**. Alínea: Campinas, 2012.
- ALMEIDA, E. S. de; PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P. G. C. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil? **RER**, Rio de Janeiro, vol. 46, n. 01, p. 031-052, jan/mar 2008.
- ANHESINI, J. A. R. **Influência econômica da agroindústria canavieira sobre os municípios produtores paranaenses**. Londrina, 2011, 91p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual de Londrina.
- \_\_\_\_\_. **Spatial Econometrics: methods and models**. Kluwer Academic. Boston. 1988.
- \_\_\_\_\_. **Local Indicators of Spatial Association – LISA**. *Geographical Analysis*, 27, n. 2, p. 93-115, 1995.
- \_\_\_\_\_. **Spatial Econometrics**. University of Texas at Dallas, School of Social Sciences. Richardson. 1999.
- BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **CAMPO TERRITÓRIO**: revista de geografia agrária, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006.
- BIVAND, R. S.; PEBESMA, E. J.; RUBIO, V. G. **Applied Spatial Data Analysis with R**. New York: Springer,2008.
- BUAINAIN, A. M ; VIEIRA, A. C. P. ; LIMA, D. A. L. L. A inovação tecnológica na agricultura brasileira - 15 a 19/11/2010. In: **VIII Congresso Latinoamericano de Sociologia Rural**, 2010, Porto de Galinhas, PE. ALASRU 2010, 2010.
- CONCEIÇÃO, J. C. P. R da ; CONCEIÇÃO, P. H. Z. . **Uma revisita ao tema das funções da agricultura no processo de desenvolvimento**. Rio Branco, 2008
- CORRAR, L. J, PAULO, E, DIAS FILHO, J. M. (coodernadores). **Análise Multivariada: para cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo: Atlas, 2012.

CUNHA, M. S. ; CHILANTE, C. A. T. . Caracterização da Agropecuária Paranaense. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 101, n.101, p. 3-16, 2001

DELGADO, G. C. Expansão e modernização do setor agropecuário no pós-guerra: um estudo da reflexão agrária. São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, 2001.

\_\_\_\_\_. **Capital financeiro e agricultura no Brasil**. Campinas: Ícone/Ed.Unicamp, 1985.

DE LA CUADRA, F. **A teoria da inovação induzida**: uma crítica. Estudos Sociedade e Agricultura (UFRJ), v. I, p. 107-112, 1994.

FEI, J.C. & RANIS, G. **Development of the Labour Surplus Economy: Theory & Policy**, Irwin, Homewood, III,1964.

FELEMA, J., GUERREIRO, E., RAIHER, A. P. Um estudo da produtividade do trabalho e da terra na agropecuária paranaense. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 33, n. 1, p. 225-260, maio 2012.

FERREIRA JÚNIOR, S.; BAPTISTA, A.J.M.S.; LIMA, J.E. A modernização agropecuária nas microrregiões do Estado de Minas Gerais. Brasília: SOBER. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.42, n.1, 2004.

GASQUES, J. G, VIEIRA FILHO, E. R., NAVARRO, Z. (organizadores). **A Agricultura Brasileira**: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília :Ipea, 2010.

GRAZIANO DA SILVA, José. **Tecnologia e agricultura familiar**. 2.ed. Porto Alegre: Editora da UFRS, 2003.

\_\_\_\_\_. **A nova dinâmica da agricultura brasileira**. Campinas: UNICAMP, 1996.

\_\_\_\_\_.O progresso técnico na agricultura. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**, Brasília/DF, v. 7, n.1, p. 13-46, 1990.

\_\_\_\_\_. **Progresso técnico e relação de trabalho na agricultura**. São Paulo: UCITEC, 1981.

GRILICHES, Z. Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. **Econometria**, v.25, p.501-522, 1957.

HADDAD, E. A.; PIMENTEL, E. A. **Análise da distribuição espacial da renda no estado de Minas Gerais**: uma abordagem setorial. São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/ETENE/Anais/docs/2004-analide-da-istribuiacao.pdf>. Acesso em: 17 de novembro de 2012.

HAIR, J. et al. **Análise Multivariada de Dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais. Brasília: EMBRAPA, 1988. 583p. HIRSCHMAN, A. Transmissão inter-regional e internacional do crescimento econômico. In: SCHWARTZMAN, J. (Org.). **Economia regional**: textos escolhidos. Belo Horizonte: CEDEPLAR, 1977. p. 35-52.

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

HOFFMANN, Rodolfo ; KASSOUF, Ana Lúcia . Modernização e desigualdade na agricultura brasileira. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro/RJ, v. 43, n.2, p. 273-303, 1989

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – Sidra – Censo Agropecuário. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 2013.

IBGE – **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2009.

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br>>. Acesso em: 2013

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Leituras regionais: mesorregiões geográficas paranaenses**. Curitiba: 2004. 32p.

\_\_\_\_\_. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Centro-Occidental Paranaense**. Curitiba: 2004. 143p

\_\_\_\_\_. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Centro-Oriental Paranaense**. Curitiba: 2004. 143p

\_\_\_\_\_. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Centro-Sul Paranaense**. Curitiba: 2004. 139p

\_\_\_\_\_. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Metropolitana de Curitiba**. Curitiba: 2004. 219p

\_\_\_\_\_. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Noroeste Paranaense**. Curitiba: 2004. 141p

\_\_\_\_\_. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Norte Central Paranaense**. Curitiba: 2004. 146p

\_\_\_\_\_. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Norte Pioneiro Paranaense**. Curitiba: 2004. 141p

\_\_\_\_\_. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Oeste Paranaense**. Curitiba: 2004. 143p

\_\_\_\_\_. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Sudeste Paranaense**. Curitiba: 2004. 133p

\_\_\_\_\_. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Sudoeste Paranaense**. Curitiba: 2004. 139p

KAGEYAMA, A.; GRAZIANO DA SILVA, J. F. **A dinâmica da agricultura brasileira: do complexo rural aos complexos agroindustriais**. Campinas: IE/UNICAMP, Mimeo, 56p, 1987.

KAGEYAMA, A. **Desenvolvimento Rural: conceito e medida**. Brasília: Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 21, n. 3, p. 379-408, set./dez. 2004.

LEWIS, W.A. **Economic Development with Unlimited Supplies of Labour**. The Manchester School, 1954.

LLANILLO, F. R. et al. Regionalização da agricultura do estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 36, n.1, 2006.

MARTINE, George. **A trajetória da modernização agrícola: a quem beneficia?** Lua Nova, São Paulo: CEDEC, n. 23, p. 7-37, mar. 1991.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das Agriculturas do Mundo: do Neolítico à crise contemporânea**, São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.

MELLOR, J. W. **The Economics of Agricultural Development**. Cornell University Press, Ithaca, 1966.

MELO, C. O.; PARRÉ, J. L. Índice de desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: determinantes e hierarquização. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 45, nº 02, p. 329-365, abr/jun 2007.

MELO, W. F. de. **Inovação Tecnológica na Agricultura: Condicionantes da dinâmica da tecnologia "alho-semente livre de vírus" nas regiões de Cristópolis e Boninal, na Bahia**. Brasília, 2008, 103p. (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília.

MIELITZ NETTO, C. G. A. ; MAIA, C. M. ; MELO, L. M. . **Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural no Brasil**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2011. v. 1. 82p.

PAIVA, R. M. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura. **Pesquisa e Planejamento**, v. 1, n. 2, p. 171-234, dez. 1971.

PAIVA, R. M. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura: uma reformulação. **Pesquisa e Planejamento**, v. 5, n. 1, p. 117-161, jun. 1975.

PAIVA, M. R.; SCHATTAN, S.; FREITAS, C. F. T. de. **Setor agrícola do Brasil: comportamento econômico, problemas e possibilidades**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1973. 456p.

PAVAN, L. S. **Os determinantes da produtividade agrícola dos municípios paranaenses: uma análise de dados espaciais**. 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Curso de Teoria Econômica, Uem, Maringá, 2007.

PINHEIRO, M. A. **Distribuição Espacial Da Agropecuária Do Estado Do Paraná: um estudo da função de produção**. 2007. 126 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Curso de Teoria Econômica, Uem, Maringá, 2007.

RICARDO, D. **Princípios de economia política e tributação**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

- SILVA, R.G.; FERNANDES, E. A. Índice relativo de modernização agrícola na região Norte. Viçosa: UFV. **Revista de Economia e Agronegócio**, vol. 03, nº01, p.29- 49, abril 2005.
- PEROBELLI, F. S. et al. Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 17, p. 65-91, 2007.
- PINHEIRO, M. A.; PARRE, J. L.. Um estudo exploratório sobre os efeitos espaciais na produtividade da cana-de-açúcar no Paraná. In: **XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia**, 2007, Londrina. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia. Brasília: Sober, 2007.
- SALLES FILHO, S. L. M. **A Dinâmica Tecnológica da Agricultura**. Campinas, 1993, p 239. (Doutorado em Economia) – UNICAMP.
- SANDRONI, Paulo (Org.). **Novíssimo dicionário de economia**. 10. ed. São Paulo : Best Seller, 2002. 649 p.
- SCHULTZ, T. **Transforming Traditional Agriculture**, Vale, 1965.
- SILVA, R.G.; BAPTISTA, A.J.M.S.; FERNANDES, E. A. Modernização agrícola na região norte: uma aplicação da estatística multivariada. Rio Verde: FESURV. **RV Economia**, ano 5, nº 11, p.20-24, nov. 2003.
- SOUZA, P. M., LIMA, J. E. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas unidades de federação. Rio de Janeiro: FGV. **Revista Brasileira de Economia**, v.57, n.4, p.795-824, 2003.
- SOUZA, P. M. et al. Padrão de desenvolvimento tecnológico dos municípios das Regiões Norte e Noroeste do Rio de Janeiro. **RESR**, Piracicaba, SP, vol. 47, nº 04, p. 945-969, out/dez 2009
- TARGINO, I; MEDEIROS, E. R. ; SILVA, S. L. B da;. Modernização e emprego: uma análise da agropecuária brasileira na segunda metade do século XX. In: MONTE, P. A.; MOREIRA, I. T. (Org.). **Dinâmicas do Mercado de Trabalho no Nordeste**. João Pessoa: Editora Universitária, 2009, v. 1, p. 131-150.
- TARGINO, I. **A produção de trabalhadores para o capital**: algumas considerações teóricas. João Pessoa: CME/UFPB, Texto para discussão, 1992.
- TEIXEIRA, R. F. A. P. et al. Análise Espacial da Produtividade de Óleo Vegetal para Produção de Biodiesel na Zona da Mata Mineira. GESTÃO.Org. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 6, p. 278-299, 2008.
- TYSZLER, M. **Econometria Espacial**: Discutindo Medidas para a Matriz de Ponderação Espacial. São Paulo, 2006, 115p. Dissertação (Mestrado). Fundação Getúlio Vargas - Escola de Administração de Empresas de São Paulo.
- VEIGA, J. E. **O Desenvolvimento agrícola: uma visão histórica**. São Paulo: Editora daUSP; HUCITEC, 1991. 219p

VIDAL, M. B. et al. Índice de modernização agrícola para os municípios do Acre. In: XVI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia rural. **Anais....** Londrina: SOBER, 2007.

VIEIRA FILHO, J. E. R. ; SILVEIRA, J. M. F. J. da . Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Revista de Economia e Sociologia Rural** (Impresso), v. 50, p. 721-742, 2012.