DOI 10.5418/RA2018.1425.0003

A MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA DO PARANÁ

THE MODERNIZATION OF PARANÁ'S AGRICULTURE (BRAZIL)

LA MODERNIZACIÓN DE LA AGRICULTURA DEL PARANÁ (BRASIL)

Roger Alexandre Rossoni
Mestre em Gestão e Desenvolvimento Regional pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), campus de Francisco Beltrão. Professor substituto de Economia do Departamento Acadêmico de Administração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (DAADM-UTFPR) de Pato Branco. E-mail: roger.rossoni@gmail.com

Gerson Henrique da Silva
Mestre em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Professor associado do curso de Ciências Econômicas e do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Gestão e Desenvolvimento Regional da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). E-mail: gerson.silva@unioeste.br

Marcelo Lopes de Moraes
Doutor em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP). Professor do curso de Ciências Econômicas e do Programa de Pós- Graduação em Gestão e Desenvolvimento Regional da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (PGDR-UNIOESTE). E-mail: marcelomoraes.unioeste@gmail.com

Alysson Luiz Stege
Mestre em Economia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Doutor em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP). Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). E-mail: alyssonstege@gmail.com

Resumo

Este artigo tem como objetivo mensurar a evolução do nível de modernização da agricultura dos municípios paranaenses e sua distribuição espacial, nos anos de 1975, 1985, 1995 e 2006. Para tanto, foi estimado, por meio da análise fatorial, um índice de modernização da agricultura e analisada sua dispersão espacial nos municípios paranaenses, utilizando-se dos indicadores de I de Moran global e local. Os resultados demonstram que, inicialmente, o processo de modernização da agricultura paranaense ocorreu de forma mais intensa em municípios com solos mais propícios para a utilização de maquinários, em especial, o oeste e o norte do estado. Entretanto, também foram identificados *clusters* de alta modernização em áreas de solos menos propícios, que apresentaram características específicas que possibilitaram sua modernização. Assim, a concentração da modernização está relacionada à atuação do Estado e aos fatores naturais, demográficos e de ocupação dos municípios paranaenses.

Palavras-chave: agricultura, modernização, Paraná.

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

Abstract

This paper aims to measure the level of modernization of the agriculture in Paraná's municipalities, in Brazil, and its spatial distribution in 1975, 1985, 1995 and 2006. For this purpose, an index of modernization of agriculture was estimated through the factorial analysis and analyzed its spatial dispersion in the municipalities of Paraná, using indicators of global and local Moran's I. The results demonstrate that, initially, the modernization process of Paraná's agriculture occurred more intensely in municipalities with more propitious soil to use machinery, especially the West and North. However, high-modernization clusters were also identified in less favorable soil areas, which have specific characteristics that enabled their modernization. Therefore, the concentration of modernization is related to the action of State and to the natural, demographic and occupation factors of Paraná's municipalities.

Keywords: agriculture, modernization, Paraná State/Brazil.

Resumen

Este estudio objetiva medir la evolución del nivel de modernización de la agricultura de los municipios paranaenses, en Brasil, y su distribución espacial en los años 1975, 1985, 1995 y 2006. En ese sentido, fue realizada un análisis factorial para estimar el índice de modernización de la agricultura, así como fue analizada la dispersión espacial de este índice en los municipios paranaenses usando los indicadores de I de Moran global y local. Inicialmente, los resultados demuestran que el proceso de modernización de la agricultura priorizó municipios con suelos más propicios para utilización de maquinaria, en especial el oeste y el norte del estado. Al mismo tiempo, fue posible encontrar *clusters* con altos niveles de modernización en áreas menos propicias, pero presentando otros factores específicos que promovieron su modernización. Así, el nivel y la distribución de modernización pude estar relacionada con los factores geográficos o naturales, los factores de ocupación de los municipios paranaenses y a la acción del gobierno.

Palabras clave: agricultura, modernización, Paraná/Brasil.

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

Introdução

A Revolução Verde é caracterizada pela disseminação de novas práticas agrícolas baseadas na utilização de insumos químicos e no uso de maquinários. A Revolução Verde pode ser considerada como o início da agricultura moderna, de alta produtividade e com aplicação de tecnologia no processo de produção agrícola.

Esse processo de modernização da agricultura teve início no Brasil, na década de 1960. Para que isso efetivamente ocorresse, foram necessários esforços do Estado para dar condições a esse modelo de produção. Como exemplo, pode-se citar a expansão do crédito ao produtor rural e dos serviços de extensão e assistência técnica para a aplicação das novas técnicas (BACHA, 2012).

Os trabalhos de Oliveira (1981), Graziano da Silva (1997) e Palmeira (1989) relatam que o processo de modernização da agricultura, bem como a atuação do Estado para sua disseminação, está relacionado à introdução do processo de produção capitalista na agricultura, bem como sua integração à indústria.

Em função desse processo, houve efeitos perversos, como o êxodo rural, a expropriação dos meios de produção dos trabalhos rurais, a concentração fundiária e a subordinação aos bancos, devido ao endividamento por meio do crédito rural. Em contrapartida, a agricultura brasileira apresentou ganhos de produtividade, expansão da produção agrícola e o fomento de serviços e produtos relacionados à agricultura moderna, como tratores, agrotóxicos, fertilizantes e serviços de assistência técnica. Apesar do caráter contraditório, entre perdas sociais e ganhos econômicos, da modernização da agricultura brasileira, o país se consolidou como grande produtor e exportador de produtos advindos do setor agropecuário, principalmente no setor de *commodities*.

De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Universidade de São Paulo (CEPEA/USP, 2018), em 2017, o agronegócio brasileiro produziu R$1.416,2 bilhões, representando 21,59% do Produto Interno Bruto (PIB). Entre as exportações, o agronegócio foi responsável por US$ 96,0 bilhões, em 2017, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2018), representando 44,10% do total das exportações brasileiras.

O centro-sul foi a região mais impactada pela Revolução Verde, sendo esta região onde se concentrou o processo de modernização da agricultura brasileira (TEIXEIRA, 2005). O estado do Paraná se destaca como grande produtor agrícola e pecuário em nível nacional.

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

Historicamente, a agropecuária desempenhou papel importantíssimo na economia paranaense. A criação de gado, realizada de forma mais intensa nos Campos Gerais,[1] pode ser citada como uma das primeiras fases econômicas do Paraná. Parte dos animais era utilizada para o transporte de mercadorias até São Paulo, onde era vendida com o restante do rebanho. Vários locais de parada dos tropeiros, responsáveis pela condução dos rebanhos, foram a origem de diversos municípios paranaenses (ROLLEMBERG, 2010).

Conforme Wachowicz (1995), posteriores ao tropeirismo, as fases econômicas da erva-mate, no século XIX, e da madeira, no século XX, suscitaram o surgimento das primeiras agroindústrias para beneficiamento, ainda que primário, bem como de investimentos em infraestrutura de transporte destes produtos. Tanto a erva-mate, quanto a extração de madeira ocorreram, com maior intensidade, ao sul do Paraná. Em relação ao norte do estado, o cultivo do café representou um dos principais produtos agrícolas paranaenses, entre as décadas de 1900 e 1960 (CANCIAN, 1981).

A queda do cultivo do café ocorreu em um momento de excesso de produção cafeeira e de incentivos do governo para a modernização da agricultura. Tal processo, chamado de Revolução Verde, como já citado, apresentou diversas mudanças no campo, entre elas, a expansão da mecanização e do cultivo da soja.

Além da expansão da soja, especialmente no centro-oeste e norte do Paraná, o cultivo da cana-de-açúcar apresentou crescimento no Paraná, após o declínio do café, em especial, na região norte. Destaca-se que a expansão deste cultivo esteve relacionada a questões naturais, como a maior produtividade nesta região do estado, e a incentivos, como a criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), em 1975 (PINHEIRO, PARRÉ, 2007; BRAY, FERREIRA, RUAS, 2000).

Somam-se a esse processo de expansão produtiva a intensificação da criação de animais e o surgimento do complexo de carnes, a partir da década de 1980. O cultivo de grãos, em especial, da soja e do milho, e a criação de animais podem ser consideradas atividades centrais da agropecuária paranaense.

Atualmente, o estado do Paraná se destaca como grande produtor agropecuário em nível nacional. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018), foi o segundo maior estado produtor de grãos da safra 2016/2017, representando 17,2% da produção nacional. Quanto à criação de animais, em 2016, esse estado figurou como o maior abatedor de frango e o segundo maior abatedor de suínos, segundo a Secretaria de

[1] Região localizada ao centro do estado, também denominada de "segundo planalto paranaense".

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

Estado da Agricultura e do Abastecimento (PARANÁ, 2018).

Sintetizar a agropecuária paranaense apenas na produção de grãos e de animais é injustificável. A agricultura paranaense apresenta diversas particularidades, entre as quais se podem citar: a concentração da produção de hortifruti no leste paranaense (IPARDES, 2004a); a maior participação da agricultura familiar nas regiões ao sul do estado, em especial, na região sudoeste, onde o relevo acidentado e o processo de colonização protegeram a agricultura familiar (IPARDES, 2004b); a ampla integração de cooperativas agroindustriais e de produtores agropecuários, especialmente no oeste (IPARDES, 2004c); e a produção de cana-de-açúcar no norte paranaense.

Dessa forma, considerando as particularidades da agropecuária paranaense, o presente estudo busca responder o seguinte problema de pesquisa: qual a evolução do nível de modernização[2] da agricultura dos municípios paranaenses e sua distribuição espacial, nos anos de 1975, 1985, 1995 e 2006? Para responder a esta questão, estimou-se um índice de modernização da agricultura utilizando a análise fatorial que identifique quais municípios paranaenses possuem maior modernização agrícola. Após isso, verificou-se a existência, ou não, de dependência espacial na distribuição deste índice, identificando-se *clusters* espaciais nos municípios do Paraná.

Este trabalho se justifica pela grande participação do agronegócio na economia do Paraná e pela inexistência de trabalhos que analisem o processo de modernização da agricultura no longo prazo. Dessa forma, este trabalho realiza a análise da agricultura paranaense desde a sua modernização, na década de 1970. Os dados da agricultura deste estado têm como base os censos agropecuários realizados entre 1975 e 2006 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O presente estudo está estruturado em cinco seções. A presente seção se refere à sua introdução, enquanto a segunda contém a revisão de literatura e contempla alguns estudos anteriores que abordam o processo de modernização da agricultura do Brasil e do Paraná. Já a terceira aborda os procedimentos metodológicos aplicados. Após a seção de metodologia, serão apresentados os resultados da pesquisa e, por fim, as considerações finais do estudo.

Modernização da agricultura

A Revolução Verde surge como resultado do esforço de pesquisadores de diversos países industrializados para o aumento da produtividade agrícola. Dessa forma, ela teve

[2] Refere-se à modernização nos moldes da Revolução Verde, pautada na utilização de maquinário e insumos químicos.

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

como base o uso intensivo de insumos químicos, sementes melhoradas e a mecanização das atividades agrícolas. A inserção destas práticas na agricultura ocorreu, principalmente, em países em desenvolvimento e de clima tropical (FITZGERALD-MOORE, PARAÍ, 1996).[3]

No caso da agricultura brasileira, a justificativa da modernização em razão da demanda de alimentos, apesar de plausível, é contestada por diversos estudiosos do tema. Conforme já exposto, Oliveira (1981), Graziano da Silva (1997) e Palmeira (1989) abordam o processo de modernização como a industrialização da agricultura ou como a expansão do capitalismo na agricultura.

A atuação do Estado foi de suma importância para a disseminação das práticas modernas na agricultura brasileira. Destacam-se as criações do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), em 1965, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em 1972, e da Empresa de Assistência Técnica (EMATER), em 1974 (BACHA, 2012). O desenvolvimento de conhecimento aplicado à agricultura brasileira é realizado por meio da EMBRAPA, enquanto a sua disseminação fica sob a tutela da EMATER.

O acesso ao crédito foi muito importante para que os produtores angariassem recursos financeiros para aderir às práticas modernas de agricultura (ANDRADES, GANIMI, 2007), entretanto, durante a década de 1980, devido à necessidade de ajustes fiscais para a contenção da inflação, houve a contração da oferta de crédito agrícola (RAMOS, MARTHA JÚNIOR, 2010). Com a redução do crédito e, por consequência, a diminuição do investimento agrícola, ocorreu a diminuição no ritmo da expansão do processo de modernização da agricultura brasileira (SOUZA, LIMA, 2003).

No Paraná, além de restringir a expansão da modernização da agricultura, a redução do crédito agrícola suscitou a mudança na estrutura produtiva agrícola paranaense, caracterizada pelo crescimento do complexo de carnes (PEREIRA, 1995). Tal mudança na estrutura produtiva se intensificou com a abertura comercial na economia brasileira, na década de 1990 (REZENDE, PARRÉ, 2003). A retomada do crédito rural, as melhores condições do mercado externo e o surgimento de incentivos fiscais estimularam as exportações de soja, principal cultivo da Revolução Verde no Brasil, após a década de 1990 (CALDARELLI, CÂMARA, SEREIA, 2009). Dessa forma, o modelo de agricultura moderna se consolidou no Paraná.

A modernização da agricultura não se restringiu apenas à mudança técnica na produção que impactou na produtividade, pois houve impactos de caráter ambiental,

[3] Tal processo contou com o financiamento e a articulação dos países desenvolvidos. Entre os agentes envolvidos, pode-se citar a Fundação Rockfeller, o governo estadunidense e empresas transnacionais do setor agroalimentar.

social e econômico (PALMEIRA, 1989; GASPI, LOPES, 2008). Segundo Veiga (2013), o processo de modernização da agricultura ocorreu em conjunto com a expansão da indústria, auxiliando no processo de desenvolvimento econômico.

Apesar do desenvolvimento econômico, o projeto de modernização da agricultura aplicado causou diversos efeitos perversos. A concentração da terra e da renda, bem como o aumento do êxodo rural, demonstra a expropriação dos meios de produção dos produtores rurais. A necessidade de crédito para a modernização reforça o mecanismo de submissão do produtor agrícola ao capital. Dessa maneira, a maior necessidade de rentabilidade se reflete em uma maior taxa de exploração da mão de obra, tanto a empregada quanto a familiar, no caso de pequenas propriedades. Este conjunto de fatores ilustra uma degradação da qualidade de vida da população trabalhadora do campo (PALMEIRA, 1989).

Revisão de literatura

Existe um vasto número de trabalhos abordando a modernização da agricultura. Esta seção apresenta alguns trabalhos que analisaram a modernização da agricultura em nível nacional ou especificamente o caso do estado do Paraná.

Um dos principais estudos referentes à modernização da agricultura brasileira utilizando a análise fatorial é o estudo de Hoffman (1992). Neste trabalho, foi caracterizado o processo de modernização de 157 microrregiões pertencentes a oito unidades federativas do Brasil, nos anos de 1975 e 1980. Entre seus principais resultados, destacaram-se a vanguarda do processo de modernização da agricultura do estado de São Paulo e o atraso da maioria das mesorregiões de Pernambuco e Bahia. Em relação ao estado do Paraná, observou-se a existência de sete microrregiões com agricultura relativamente modernizada, formando uma faixa entre o oeste e o nordeste paranaenses.

Assunção (1997) realizou a análise da modernização agrícola brasileira com base no modelo de inovação induzida, utilizando a análise fatorial e a análise espacial, nos anos de 1970 e 1985. Entre seus resultados, destacou-se que o processo de modernização ocorreu de forma heterogênea, entre as regiões analisadas, sendo o centro-sul a região com maior grau de modernização. Entre as áreas de maior modernização, evidenciou-se a maior utilização de insumos modernos. Em relação ao estado do Paraná, esse autor destacou o extremo oeste e o norte central como regiões "maduras" por possuírem a agricultura baseada na utilização de inovações mecânicas e bioquímicas.

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

Souza e Lima (2003) caracterizaram a evolução do processo de modernização da agricultura nas unidades federativas do Brasil, entre 1970 e 1995. Os resultados deste estudo apontaram que a intensidade do processo de modernização foi significativamente diferente, sendo que, entre 1970 e 1980, a modernização ocorreu de forma mais intensa no Distrito Federal, no Mato Grosso do Sul, no Rio Grande do Sul, em Santa Catarina, em São Paulo e no Paraná. A partir de 1980, com a redução do crédito e do investimento, o processo de modernização sofreu retração. Em relação ao estado do Paraná, verificou-se que a expansão da modernização, até 1980, foi pautada na expansão do fator relacionado ao financiamento e na realização de investimentos na agricultura. Após 1980, apesar da retração do crédito, ocorreu aumento do fator relacionado ao uso de tratores, fontes de energias não tradicionais e despesas de produção.

O grau de modernização da agricultura brasileira, no ano de 2006, foi analisado por Costa et al. (2012), por meio de um índice de modernização da agricultura para as unidades federativas. Os resultados demonstraram que o grau de modernização continuou sendo significativamente distinto entre as unidades federativas, sendo que o Distrito Federal e os estados de São Paulo, Mato Grosso, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul apresentaram os maiores índices de modernização da agricultura. Os autores deste estudo destacaram que a heterogeneidade do grau de modernização da agricultura estava relacionada a fatores históricos, culturais e econômicos. Ao final, foi destacada a necessidade de programas que promovessem a modernização da agricultura nos estados menos modernizados. Em relação ao estado do Paraná, o processo de modernização se pautou, de forma mais intensa, na utilização de novas tecnologias em relação à área explorada, ou seja, a otimização da utilização da terra como principal responsável pela modernização agrícola.

O estudo de Medeiros (2014), utilizando a análise fatorial e a análise exploratória de dados espaciais, analisou o grau de modernização da agricultura para os municípios paranaenses, entre os anos de 1995 e 2006. Seus resultados demonstraram que a modernização da agricultura ocorreu de forma heterogênea, entre os municípios estudados. Por meio da análise exploratória de dados espaciais, foram encontrados *clusters* espaciais de baixa modernização, em municípios com baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), com restrições naturais à mecanização e com baixa produtividade agrícola.

O presente estudo se diferencia dos demais apresentados, nesta seção, por analisar o processo de modernização da agricultura do Paraná no longo prazo, isto é, nos anos de 1975, 1985, 1995 e 2006. Dessa forma, pretende-se complementar a literatura disponível

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

acerca desse tema com a apresentação, em um único estudo, do panorama da modernização da agricultura paranaense desde o seu princípio até o último censo disponível (2006).

Metodologia

Foram aplicados dois métodos quantitativos neste estudo. Primeiramente, realizou-se a análise fatorial com o objetivo de mensurar o grau de modernização da agricultura dos municípios. No segundo momento, utilizou-se a análise exploratória de dados espaciais com o intuito de se verificar a distribuição espacial da modernização da agricultura. Destaca-se que o conceito de modernização utilizado se refere às práticas advindas da Revolução Verde, caracterizada pela mecanização e pela utilização de insumos químicos. Tal delimitação é de suma importância, pois um conceito mais amplo, considerando avanços tecnológicos mais recentes, como a agricultura de precisão, não é o foco do presente estudo.

Nesta seção, inicialmente, apresentam-se a técnica da análise fatorial, a análise exploratória de dados espaciais e, por fim, a fonte dos dados utilizados.

Análise fatorial

A análise fatorial é um método estatístico que busca identificar fatores comuns a partir de um conjunto de variáveis inter-relacionadas. Este método considera a premissa básica de que é possível representar um conjunto de variáveis por meio de um número reduzido de fatores, possibilitando sintetizar grande número de variáveis por intermédio dos fatores comuns (REIS, 2001).

Para que a análise fatorial seja adequada, é necessário realizar dois testes: o teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de esfericidade de Bartlett. O teste KMO compara as correlações simples e as correlações parciais entre as variáveis, resultando em valores entre 0 e 1. Valores próximos de 1 indicam a existência de autocorrelação, apontando a possibilidade de aplicação da análise fatorial. O inverso vale para valores próximos de 0. Segundo Reis (2001), os resultados da estatística KMO iguais ou inferiores a 0,60 indicam que a utilização da análise fatorial pode ser desapropriada. O teste de esfericidade de Bartlett verifica a presença de correlações significativas entre as variáveis. Segundo Bezerra (2007), para que a análise fatorial seja aplicada, o valor de significância do teste não pode ultrapassar 0,05.

A estimação dos fatores é realizada pela combinação linear das variáveis originais, sendo expressa matematicamente por:

$$F_j = \omega_{j1}X_1 + \omega_{j2}X_2 + \omega_{j3}X_3 + \cdots + \omega_{ji}X_i \qquad (1)$$

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

Onde F_j: são os fatores comuns não relacionados entre si; W_{ji} os coeficientes dos escores fatoriais e, X_i as variáveis originais padronizadas.

A escolha adequada do número de fatores a serem estimados é de fundamental importância para se determinar a efetividade da análise fatorial. A escolha de poucos fatores pode resultar na baixa capacidade de explicação dos fatores selecionados. Ao contrário, optando por muitos fatores, elimina-se a principal vantagem da análise fatorial: a sumarização dos dados (BEZERRA, 2007).

A delimitação do número de fatores foi realizada por meio do critério do Autovalor, também chamado de *Eigenvalue* ou *Kaizer test*. Este critério determina o número de fatores em função da variância explicada por fator, e apenas fatores com *Eigenvalue* acima de 1,0 são considerados significativos.

A extração dos fatores foi realizada por meio do método dos componentes principais. Optou-se por este método devido à indisponibilidade de informações sobre a distribuição de probabilidade das variáveis aleatórias. Tal método consiste na estimação dos fatores comuns que maximizem a sua contribuição para a comunalidade. Dessa forma, o primeiro fator possui maior capacidade de explicação da comunalidade; o segundo fator apresenta a segunda maior capacidade de explicação da comunalidade; e assim sucessivamente.

Segundo Bezerra (2007), é comum que os fatores estejam relacionados à maioria das variáveis. Para facilitar a interpretação dos fatores, é indicada a realização da rotação destes. Entre as diversas técnicas de rotação de fatores, a rotação Varimax é a mais utilizada. Este método tem como objetivo minimizar o número de variáveis fortemente relacionadas com cada fator.

Uma vez extraídos os fatores comuns, é necessário calcular os escores fatoriais. Os escores fatoriais são valores numéricos para cada município paranaense e podem ser utilizados para indicar a posição relativa de cada município em relação ao conceito expresso pelo fator, assumindo valores positivos ou negativos. Os escores fatoriais foram calculados utilizando-se o método da regressão apresentado em Mingoti (2005).

Determinados os fatores e os escores fatoriais, é possível mensurar o grau de modernização da agricultura, denominado Índice de Modernização Agrícola (IMA).[4] O IMA considera os escores fatoriais ponderados pela sua variância, sendo representado por:

[4] A nomenclatura Índice de Modernização Agrícola (IMA) é também adotada por Medeiros (2014), entretanto, a composição do índice proposto neste trabalho diverge do índice mensurado pelo referido autor.

$$IMA = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i f_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \quad (2)$$

Onde: w_i é a proporção da variância explicada por fator e f_i os escores fatoriais.

A metodologia apresentada para se mensurar o IMA foi utilizada nos trabalhos de Hoffman (1992), Souza e Lima (2003) e Medeiros (2014).

Por se tratar da análise fatorial abrangendo mais de um período, as observações das 25 variáveis, nos quatro períodos, foram agregadas. Destaca-se que este procedimento possibilita analisar o comportamento do IMA, entre os períodos analisados.

No cálculo do IMA, foi considerada a matriz M, de 1368X25[5], sendo composta de: M1 – a matriz 288x25, com os valores dos indicadores por município, em 1975; M2 – a matriz 310x25, com os valores dos indicadores por município, em 1985; M3 – a matriz 371x25, com os valores dos indicadores por município, em 1995; e M4 – a matriz 399X25, com os valores por município, no ano de 2006.

O IMA foi classificado em graus de modernização de acordo com o desvio-padrão em relação à média: muito alto (MA) – entre dois e três desvios-padrão acima da média; alto (A) – entre um e dois desvios-padrão acima da média; médio (M) – entre a média e um desvio-padrão acima da média; baixo (B) – entre a média e um desvio-padrão abaixo da média; e muito baixo (MB) – entre um e dois desvios-padrão abaixo da média.

Análise exploratória de dados especiais (AEDE)

A análise exploratória de dados especiais (AEDE) tem por objetivo descrever e visualizar a distribuição espacial, os padrões de associação espacial e a identificação de diferentes regimes espaciais (ALMEIDA, 2012). No presente trabalho, utilizaram-se as seguintes técnicas: testes de autocorrelação espacial global e local e o mapa de *clusters* do tipo LISA.

Para se implementar a AEDE, se faz necessária a adoção de uma matriz de ponderação espacial (W). A matriz de ponderação espacial é uma matriz quadrada de dimensão , que expressa o arranjo espacial das interações resultantes do fenômeno a ser estudado (ALMEIDA, 2012).

A autocorrelação espacial global busca verificar a existência, ou não, da aleatoriedade

[5] Número de municípios vezes o número de variáveis.

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

espacial, ou seja, se os valores de determinada variável de uma região não dependem dos valores de regiões vizinhas. Para se verificar a aleatoriedade espacial, foi aplicada a estatística I de Moran global, que pode ser expressa por:

$$I = \frac{z'Wz}{z'z} \quad (3)$$

Onde: z é variável de interesse padronizada e Wz são os valores médios da variável de interesse padronizada nos vizinhos.

Segundo Almeida (2012), o I de Moran global é um coeficiente de autocorrelação espacial que resulta da relação entre a autocovariância dos produtos cruzados ($z'Wz$) e pela variância dos dados ($z'z$). Os resultados obtidos estarão no intervalo de -1 a 1. Valores negativos indicam autocorrelação negativa, demonstrando que uma região com a variável observada apresenta valores altos e seus vizinhos valores baixos, ou vice-versa. Valores positivos indicam autocorrelação positiva, região que apresenta valores altos na variável observada possui vizinhos com a mesma característica. Valores próximos de 0 indicam ausência de autocorrelação espacial.

A autocorrelação global considera um valor para o conjunto de dados, contudo, este indicador pode esconder especificidades de cada região (ALMEIDA, 2012). A estatística I de Moran local considera o grau de autocorrelação individual de cada região.

O I de Moran local é uma decomposição do I de Moran global, em que a soma dos indicadores locais deve ser igual ao valor do I de Moran global. O I de Moran local é expresso matematicamente por:

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^{j} W_{ij} z_j \quad (4)$$

Para facilitar a análise I de Moran local, sugere-se que seus resultados sejam mapeados por meio da significância estatística dos resultados encontrados, no chamado mapa de *clusters* LISA. Neste mapa, foram expostas quais localidades apresentaram I de Moran local estatisticamente significante e qual seu tipo de associação espacial.

A associação espacial pode ser: alto-alto (AA), quando a variável observada com valor alto é acompanhada de vizinhança com a mesma característica; baixo-baixo (BB), quando a variável observada com valor baixo é acompanhada de vizinhança com a mesma característica; alto-baixo (AB), quando a variável observada com valor alto é acompanhada de vizinhança com valor baixo; e baixo-alto (BA), caso oposto da AB (ANSELIN, 1996).

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

Fonte dos dados e descrição das variáveis

O IMA foi construído utilizando-se dados relacionados à agropecuária paranaense, coletados nos censos agropecuários dos anos de 1975, 1985, 1995[6] e 2006, realizados pelo IBGE.

Foram utilizadas 21 variáveis, conforme a Figura 1. Tais variáveis foram inspiradas nos trabalhos de Hoffman (1992), Souza e Lima (2003) e Medeiros (2014).

Figura 1 – Variáveis utilizadas na pesquisa.

Variável	Composição	Variável	Composição
X1	Trator/equivalente-homem7 (EH)	X14	Área irrigada/AE
X2	Colheitadeira/área explorada (AE)	X15	Área irrigada/HE
X3	Colheitadeira/EH	X16	Total das despesas/AE
X4	*Estab. que usam adubo químico/AE	X17	Total das despesas/HE
X5	Estab. que usam adubo orgânico/AE	X18	Total dos investimentos/AE
X6	Estab. que usam adubo orgânico/EH	X19	Total dos investimentos/HE
X7	Estab. que usam agrotóxico/AE	X20	Total dos financiamentos/AE
X8	Estab. que usam calagem/AE	X21	Total dos financiamentos/HE
X9	Estab. que usam irrigação/EH		

**Estab. = estabelecimentos. Fonte: Elaborado pelos autores.*

Destaca-se que os censos agropecuários sofreram alterações nas variáveis disponíveis, entre 1975 e 2006. Dessa forma, o número de máquinas para colheita, a área irrigada e as despesas com adubos, corretivos, sementes, mudas e defensivos não foram utilizados. Como substituto das variáveis relacionadas à despesa, foi incluído o valor de despesa total.

Alguns cuidados foram tomados quanto ao tratamento das variáveis utilizadas para se evitar distorções em sua aplicação na análise fatorial. As variáveis mensuradas em valores monetários, nos anos de 1975, 1985 e 1995, foram atualizadas para valores correntes de 2006, com base no IGP-DI (Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna). Quanto à concepção de área explorada, Hoffmann (1992) a conceitua como a soma das áreas de lavouras, pastagens e matas.

[6] Segundo o IBGE (1998), o censo aborda o período entre 1º de agosto de 1995 a 31 de julho de 1996. Os dados sobre propriedade, área e pessoal ocupado referem-se a 31-12-95. Dessa forma, optou-se pela utilização de indicação do ano de 1995.

[7] Silva e Kageyama (1983) abordam que a utilização do EH representa melhor a força de trabalho disponível em relação ao número de pessoas ocupadas. Considerou-se: homem adulto = 1 EH; mulher adulta = 0,6 EH; criança = 0,4 EH.

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

Apesar da utilização do termo agricultura, as variáveis contemplam os estabelecimentos agrícolas, pecuários e de silvicultura. Contudo, a utilização de tratores, máquinas para colheita, adubos e agrotóxicos está mais presente nas atividades agrícolas. Assim, devido à inexistência de variáveis disponíveis que caracterizem práticas modernas nas demais atividades rurais, avaliou-se o nível de modernização agrícola.

Resultados e discussão

Como apresentado na metodologia, antes do cálculo dos índices, fez-se necessário verificar se os dados são adequados para a aplicação da análise fatorial. O teste KMO apresentou resultado de 0,602 e o teste Bartlett de Esfericidade apresentou a significância no valor de 0,000. Dessa maneira, ambos os testes demonstraram que os dados analisados são adequados para a análise fatorial.

Após a confirmação da adequação dos dados, estimou-se o número de fatores. Com base no critério do autovalor, foram identificados seis fatores, conforme pode ser visto na Figura 2. Os seis fatores gerados conseguem explicar 79,891% da variância total das variáveis.

Figura 2 – Número de fatores e sua variância explicada.

Fator	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
1	21,343	21,343
2	14,750	36,093
3	12,595	48,688
4	11,944	60,632
5	10,233	70,865
6	9,026	79,891

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 3 apresenta as cargas fatoriais das variáveis após a aplicação da rotação ortogonal Varimax e as suas respectivas comunalidades.[8] Verifica-se que todas as variáveis apresentaram comunalidade acima de 0,5. Assim, nenhuma variável foi descartada. As composições dos fatores ocorreram de acordo com a maior carga fatorial (destacados em negrito).

[8] Comunalidade: é a proporção da variância total das variáveis padronizadas explicadas pelos fatores comuns. Cargas fatoriais: expressam o grau de relação entre a variável original e os fatores comuns.

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

Figura 3 – Comunalidades e cargas fatoriais das variáveis.

Variáveis	Fatores						Comunalidades
	1	2	3	4	5	6	
X1	,022	,886	-,044	,182	,211	,087	,873
X2	,311	,722	,372	-,027	-,095	-,121	,780
X3	-,020	,948	,163	,023	-,032	,014	,927
X4	,888	,130	,118	,016	-,007	-,144	,841
X5	,909	-,052	-,027	,053	,059	,169	,865
X6	,699	,085	-,209	-,011	,095	,377	,691
X7	,740	-,087	,378	-,093	-,133	-,165	,751
X8	,699	,185	-,127	,179	,148	-,131	,610
X9	,243	,327	-,232	,485	,280	-,006	,533
X10	,155	,020	,050	,934	,103	-,033	,911
X11	-,127	,055	,012	,901	-,036	,029	,834
X12	,303	,000	,175	,172	,847	-,046	,871
X13	-,130	,081	-,021	-,009	,899	,082	,839
X14	,329	-,090	,548	-,018	-,004	,644	,831
X15	-,121	,042	,124	,002	,032	,888	,822
X16	,089	,120	,926	-,022	,046	,072	,888
X17	-,227	,306	,704	,032	,122	,237	,714

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Fator 1 (F1), capaz de explicar 21,343% da variância total, apresentou relação positiva com a utilização de insumos agrícolas. Compõem o F1 as variáveis: número de estabelecimentos que usam adubo químico por área explorada (X4), número de estabelecimentos que usam adubo orgânico por área explorada (X5), número de estabelecimentos que usam adubo orgânico por equivalente-homem (X6), número de estabelecimentos que usam agrotóxico por área explorada (X7) e número de estabelecimentos que utilizam calagem por área explorada (X8).

O Fator 2 (F2), capaz de explicar 14,750% da variância total, apresenta relação positiva com a mecanização. Os maiores escores fatoriais ocorreram nas variáveis: número de tratores por equivalente-homem (X1), número de colheitadeiras por área explorada (X2) e número de colheitadeiras por equivalente-homem (X3).

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

O Fator 3 (F3) apresenta relação com o valor do financiamento agrícola. O valor total de financiamentos por área explorada (X16) e o valor total de financiamentos por equivalente-homem (X17) compõem o F3, sendo este fator capaz de explicar 12,595% da variância total das variáveis.

O Fator 4 (F4), capaz de explicar 11,944% da variância total das variáveis, está positivamente relacionado com a utilização de irrigação. Compõem o F4: número de estabelecimentos com irrigação por equivalente-homem (X9), área irrigada por área explorada (X10) e área irrigada por equivalente-homem (X11).

O Fator 5 (F5) apresenta relação positiva com o montante de despesas. O valor total de despesas por área explorada (X12) e o valor total de despesas por equivalente-homem (X13) compõem o F5, sendo este fator capaz de explicar 10,233% da variância total das variáveis.

O Fator 6 (F6), capaz de explicar 9,026% da variância total, apresentou relação positiva com o total de investimentos realizados. Compõem o F6: valor total de investimentos por área explorada (X14), valor total de investimentos por equivalente-homem (X15) e valor dos investimentos por pessoa ocupada (X23).

Os fatores com maior capacidade de explicação da variância apresentam maior influência na composição do IMA. Dessa forma, a utilização de tratores, colheitadeiras, agrotóxicos, adubos e calagem, elementos presentes no F1 e no F2, caracteriza a agricultura moderna de forma mais intensa, de acordo com o índice proposto. Tal resultado é semelhante ao apresentado nos índices estimados por Medeiros (2014) e por Costa et al. (2012), nos quais a mecanização e a utilização de insumos modernos representam os fatores de maior capacidade de explicação. Destaca-se que o F1 e o F2 representam práticas advindas da Revolução Verde, apresentando indícios da coesão do IMA e o objetivo do estudo.

Seguindo a metodologia proposta, foi possível estimar o IMA para cada município. O IMA apresentou média de 13,328 e o desvio-padrão de 8,243. Com base na média e no desvio-padrão, foram delimitadas cinco faixas de classificação do IMA: muito baixo (MB) – entre 0 e 5,085; baixo (B) – entre 5,086 e 13,327; médio (M) – entre 13,328 e 21,570; alto (A) – entre 21,571 e 29,813; muito alto (MA) – entre 29,814 e 38,056; e muitíssimo alto (MMA) – acima de 38,056.

Na Figura 4, foi apresentado o percentual de participação dos municípios paranaenses por faixa de classificação do IMA e o IMA médio de cada ano analisado.

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

Figura 4 – Percentual de participação por classificação do índice de modernização da agricultura.

Ano	Nível de modernização						IMA médio
	Muito baixo (MB)	Baixo (B)	Médio (M)	Alto (A)	Muito alto (MA)	Muitíssimo alto (MMA)	
1975	22,4%	54,9%	19,5%	2,5%	0,4%	0,4%	9,588
1985	6,9%	36,8%	32,5%	18,1%	4,3%	1,4%	15,908
1995	10,1%	46,9%	31,4%	9,0%	1,8%	0,7%	13,625
2006	8,3%	40,8%	35,0%	11,6%	3,6%	0,7%	14,1912

Fonte: Elaborado pelos autores.

Verifica-se que, entre 1975 e 1985, ocorreu a queda na participação de municípios classificados como muito baixo e baixo, e o aumento das classes médio, alto, muito alto e muitíssimo alto, evidenciando o processo de modernização da agricultura paranaense. Os municípios classificados como muito baixo representavam 22,4% dos municípios, em 1975, diminuindo para 6,9%, em 1985.

Entre 1985 e 1995, verifica-se que o processo de expansão da modernização não se sustentou. Houve aumento da participação de municípios classificados como muito baixo e baixo, em detrimento da redução dos municípios classificados como alto, muito alto e muitíssimo alto. Contudo, o IMA médio de 1995 se manteve acima do IMA médio de 1975, demonstrando que, apesar do aumento da presença de municípios com menor IMA, entre 1985 e 1995, o IMA se manteve em situação melhor que em 1975.

Constata-se que, entre 1995 e 2006, assim como entre 1975 e 1985, houve expansão da modernização, porém em menor intensidade. Nota-se pequena redução da participação dos municípios classificados como muito baixo e baixo. As demais classificações apresentaram crescimento, com exceção do muitíssimo alto, que se manteve em 0,7%.

Para uma maior compreensão da dinâmica da modernização da agricultura, se faz necessário verificar a variação dos fatores que compõem o IMA. Na Figura 5, apresentam-se os fatores que compõem o IMA, sendo estes padronizados[9] para facilitar a interpretação.

[9] O maior valor do fator foi considerado 100, o menor 0, e demais valores calculados por meio da interpolação entre 0 e o valor 100.

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

Figura 5 – Fatores padronizados entre 1975 e 2006.

Fator	F1	F2	F3	F4	F5	F6
	Insumos	Mecanização	Financiamento	Irrigação	Despesa	Investimentos
1975	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	62,1
1985	100,0	30,7	45,8	21,8	17,1	100,0
1995	44,2	84,4	0,0	66,4	50,6	3,3
2006	36,6	100,0	37,6	100,0	100,0	0,0

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao se analisar o valor médio dos fatores, verifica-se que, entre 1975 e 1985, houve crescimento de todos os fatores, com exceção do F3, que abrange o financiamento agrícola. De acordo com Ramos e Martha Júnior (2010), a redução do crédito agrícola decorreu do esgotamento de fontes de recursos e os ajustes fiscais aplicados nas décadas de 1980 e 1990 para controle da inflação.

Apesar da redução do fator de financiamento e do aumento da modernização, não se desqualifica a função do crédito na disseminação das práticas agrícolas modernas. Conforme Andrades e Ganimi (2007), o acesso ao crédito foi muito importante para convencer os produtores a implantarem o manejo de produção com base nos pacotes tecnológicos da Revolução Verde.

Verifica-se a redução do IMA médio da agricultura paranaense, entre 1985 e 1995. Contudo, ao se analisar o valor médio dos fatores, constata-se o aumento nos fatores relacionados à mecanização (F2), irrigação (F4) e despesas (F5), demonstrando a expansão de algumas práticas agrícolas modernas. Em contrapartida, verifica-se a redução dos fatores relacionados à utilização de insumos (F1), financiamento (F3) e investimentos (F6). Tal resultado corrobora o estudo de Souza e Lima (2003), que relata que a modernização da agricultura do Paraná, entre 1980 e 1995, se caracterizou pela retração do crédito e do financiamento, acompanhada da expansão da utilização de tratores e das despesas de produção nos estabelecimentos agropecuários.

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

Em relação ao F1, destaca-se que este fator abrange o número de estabelecimentos que utilizaram insumos agrícolas. Dessa forma, verifica-se que a redução do número de estabelecimentos que utilizaram insumos agrícolas modernos, entre 1985 e 1995, possivelmente esteve associada à redução do número de estabelecimentos, especialmente aqueles com áreas de lavoura temporária, sendo o milho e a soja os principais cultivos deste tipo de lavoura na agricultura, exigindo o uso de máquinas e insumos modernos. Em 1985, havia 466.397 estabelecimentos agrícolas no Paraná, sendo que 405.999 destes possuíam alguma área de lavoura temporária. Em 1995, o número de estabelecimentos foi reduzido para 369.875, dos quais 300.979 apresentavam alguma área de lavoura temporária, segundo dados dos respectivos censos (IBGE, 1985, 1995).

Convém explicitar que, devido à concentração de terras em um número menor de estabelecimentos, a redução do número de estabelecimentos que utilizam insumos modernos não necessariamente representou a diminuição na área agrícola com utilização destes insumos. Entretanto, não há dados disponíveis para verificar se houve aumento, ou não, na área agrícola com utilização de insumos modernos.

A retração dos fatores relacionados ao financiamento (F3) e ao investimento (F6) possivelmente decorre da continuidade do processo iniciado em 1985, de esgotamento das fontes de recursos e de medidas fiscais de controle à inflação. Souza e Lima (2003) apontam que a redução do crédito, na década de 1980, provocou a redução do ritmo da expansão do processo de modernização da agricultura brasileira. Agrega-se a esta concepção a contribuição de Pereira (1995), ao afirmar que a escassez de crédito, na década de 1980, acarretou mudanças na estrutura produtiva agrícola paranaense.

Entre 1995 e 2006, verifica-se o aumento dos fatores relacionados à mecanização (F2), financiamento (F3), irrigação (F4) e despesas (F5), demonstrando a sequência da disseminação da modernização da agricultura, bem como a queda de fatores relacionados a insumos (F1) e investimentos (F6), porém, em menor intensidade.

Destaca-se a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), em 1996, impactando positivamente o F3 e, possivelmente, auxiliando na disseminação da modernização para o pequeno produtor rural familiar. Gasques et al. (2005), ao analisarem o PRONAF, entre 1996 e 2000, demonstraram a correlação positiva entre a taxa média de crescimento dos valores do PRONAF e a taxa média de crescimento da produção rural, entretanto, destacaram que os resultados obtidos não permitiam afirmar uma relação estatisticamente significante.

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

Apesar de que, assim como entre 1985 e 1995, ocorreu a redução do F1 e F6, entre 1995 e 2006, não se pode inferir os mesmos motivos para tal processo, devido ao maior controle da inflação e à retomada da expansão do crédito. Em relação aos insumos, verifica-se a continuidade do processo de redução do número de estabelecimentos que possuem alguma área aplicada à lavoura temporária, reduzindo-se de 300.979 estabelecimentos, em 1995, para 258.052, em 2006, segundo dados dos respectivos censos (IBGE, 1995, 2006). Rezende e Parré (2003) relacionaram a abertura comercial e a valorização cambial, ocorridas na década de 1990, com a intensificação da alteração da estrutura produtiva agrícola paranaense, citada por Pereira (1995).

No que se refere aos investimentos, constata-se pequena redução de R$ 2,07 bilhões de reais, em 1995, para R$ 1,98 bilhões, em 2006, de acordo com os dados dos respectivos censos (IBGE, 1995, 2006). Nota-se também a mudança da composição dos investimentos, de modo especial, no investimento em bens imóveis e na compra de animais. Em 1995, o investimento em prédios, instalações e benfeitorias somaram R$ 517 milhões de reais, representando 24,95% dos investimentos realizados, segundo o censo agropecuário (IBGE, 1995). Em 2006, o investimento na mesma categoria aumentou para R$ 639 milhões de reais, representando 32,21% do investimento total do período (IBGE, 2006). De forma oposta, houve redução no valor investido na aquisição de animais, alterando de R$ 441 milhões de reais, em 1995, para R$ 215 milhões, em 2006, segundo os respectivos censos agropecuários (IBGE, 1995, 2006).

Mezzadri (2007) relatou o cenário adverso do mercado bovino paranaense, em 2006, evidenciado pela redução das exportações da carne *in natura* e do preço médio corrente da arroba bovina, bem como pelo aumento dos custos dos principais insumos, perda de rentabilidade e o maior volume de matrizes abatidas. Isto posto, se presume que a redução nos investimentos, possivelmente, esteve relacionada com as mudanças na estrutura produtiva e a oscilação do mercado bovino paranaense.

Ao se observar a variação do conjunto dos fatores, entre 1975 e 2006, constatam-se padrões de variação entre os fatores. O uso de insumos (F1) e o investimento (F2) apresentaram seu maior *score* em 1985, seguido de retração, nas décadas seguintes. Tal resultado demonstra que a adesão à utilização de insumos modernos e a realização de investimentos necessários para a modernização da agricultura ocorreram de forma mais intensa até 1985.

A mecanização (F2), a irrigação (F4) e as despesas (F5) apresentaram crescimento durante o período analisado, demonstrando que, apesar das variações de crédito e das

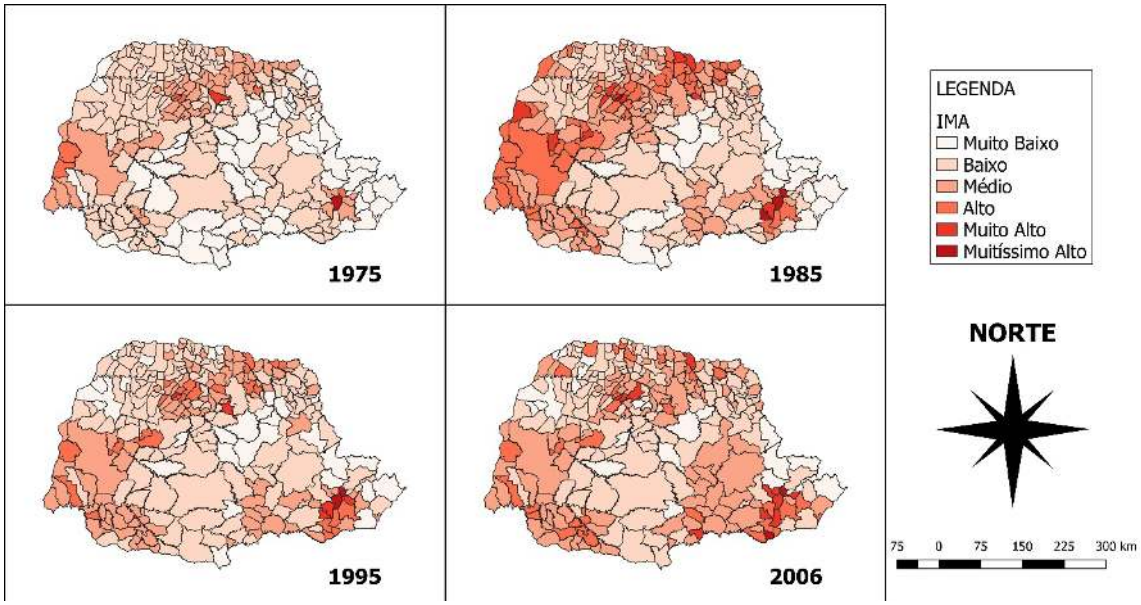
Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

condições mercadológicas, tais fatores de modernização foram incorporados às práticas agrícolas do Paraná.

O desempenho do F3, fator relacionado ao crédito, demonstra a intervenção pública na disseminação da modernização da agricultura, por meio da expansão do crédito rural, na década de 1970. Como já exposto, a contenção ocorrida na década de 1980 e parte da década de 1990 esteve relacionada aos problemas fiscais. A retomada de políticas de concessão de crédito rural foi marcada pelo acesso aos pequenos produtores, em especial pela criação do PRONAF.

Ao se analisar a distribuição espacial do IMA, em 1975, verifica-se que havia poucos pontos de maior modernização da agricultura, sendo estes localizados próximos a Curitiba, ao norte e no oeste. Os pontos de alto IMA demonstram os locais onde se iniciou o processo de modernização da agricultura paranaense. Os menores IMA foram localizados em parte do centro-sul e no Vale de Ribeira, se estendendo até o litoral, conforme a Figura 6.

Figura 6 – Distribuição espacial do IMA.



Fonte: *Elaborado pelos autores.*

Em 1985, ocorreu a expansão dos níveis de modernização em quase todo o Paraná, com exceção de parte do centro-sul e do leste paranaense, abrangendo o Vale do Ribeira e o litoral. Salienta-se que o Vale do Ribeira e o litoral apresentam condições do solo e de relevo que restringem a mecanização (IPARDES, 2004a). De forma geral, houve o transbordamento do processo de modernização para as regiões vizinhas. Destaca-se a

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

formação de uma faixa de maior modernização abrangendo o oeste, em direção ao norte e nordeste paranaense, corroborando os resultados de Hoffman (1992) e Assunção (1997).

Entre 1985 e 1995, período com restrição do crédito agrícola, verifica-se a retração do IMA, especialmente em regiões mais modernizadas, com exceção da região metropolitana de Curitiba.

Ao se analisar a distribuição do IMA, entre 1995 e 2006, verifica-se a retomada do processo de expansão da modernização, abrangendo parte do centro-oriental, sudeste, sudoeste e alguns municípios do noroeste paranaense. Destaca-se que o sudoeste paranaense apresenta relevo de solo que inviabiliza a modernização em grandes extensões de terra, porém, a melhor distribuição fundiária culminou na permanência de pequenas propriedades de caráter familiar e mecanizadas, característica singular desta região (IPARDES, 2004b). A retomada do crédito, em especial do PRONAF, provavelmente esteve associada à expansão do IMA.

Com o intuito de verificar se o IMA é influenciado pela proximidade locacional entre os municípios, foram realizados os testes de correlação espacial dos I de Moran global e local. Para tal teste, utilizou-se a matriz de peso espacial Rainha, que considera, além das fronteiras físicas, os vértices como contíguos. Salienta-se que foram testadas outras matrizes, contudo, a escolha da convecção Rainha é justificada pelo maior valor de I de Moran global e pelo fato de o mapa ser uma representação abstrata da configuração geográfica. Destarte, a definição de vizinhança apenas pela existência de fronteira física pode não ser o melhor indicador de vizinhança.

Ao analisar o I de Moran global, verifica-se uma autocorrelação espacial positiva durante todo o período analisado, de acordo com a Figura 7. Isto significa que os municípios com alto (ou baixo) valor do IMA estão rodeados por munícipios com alto (ou baixo) valor do IMA, relacionando-se de forma positiva.

Figura 7 – I de Moran Global do IMA.

Indicador	1975	1985	1995	2006
I de Moran Global1	0,495	0,529	0,376	0,394
Pseudo p-valor	0,001	0,001	0,001	0,001

Após 999 permutações aleatórias.

Fonte: *Elaborado pelos autores.*

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

Entre 1975 e 1985, período de expansão do IMA, houve aumento da autocorrelação espacial, ou seja, o IMA apresentou maior concentração espacial, neste período. Entretanto, entre os anos de 1985 e 1995, o I de Moran global apresentou queda, demonstrando desconcentração espacial do IMA. Após 1995, o IMA apresentou aumento no valor do I de Moran, contudo, abaixo dos níveis de 1975 e 1985.

O aumento do I de Moran global, entre 1995 e 2006, possivelmente, está relacionado à retomada das políticas de créditos e ao crescimento das áreas empregadas para lavouras. Conforme Caldarelli, Câmara e Sereia (2009), houve melhores condições do mercado externo e o surgimento de incentivos fiscais que fomentaram as exportações de soja. Dessa forma, houve incentivos para a retomada da expansão da agricultura moderna.

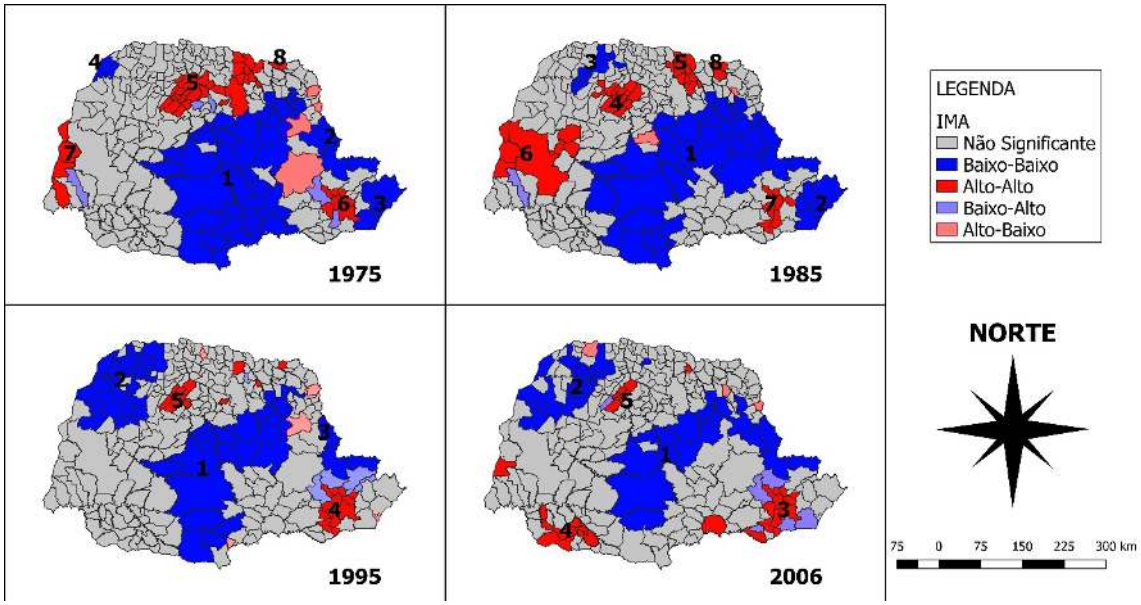
Ao se comparar os resultados do I de Moran global com os resultados apresentados por Medeiros (2014), verifica-se a similaridade entre estes, apesar da divergência na composição dos índices. Destaca-se que Medeiros (2014) utilizou índices diferentes para cada ano e não apresenta se houve, ou não, diminuição na concentração espacial do IMA, entre 1995 e 2006, apenas afirmando a existência de autocorrelação espacial positiva em ambos os períodos.

Para verificar possível formação de aglomerações ou *clusters* espaciais, foi calculada a estatística I de Moran local, cujos valores são dispostos no mapa de *clusters* LISA (Figura 8).

No ano de 1975, foram identificados oito *clusters*, sendo quatro de baixo IMA (BB) e quatro de alto IMA (AA). Os *clusters* de baixo IMA apresentaram maior extensão, ocupando o centro, sudeste, noroeste, nordeste e leste do estado. Entre os *clusters* de alto IMA, foram identificados um na região metropolitana de Curitiba, um ao oeste do Paraná e dois ao norte do estado.

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

Figura 8 – *Clusters* espaciais de IMA.



Fonte: *Elaborado pelos autores.*

Em 1985, foram identificados oito *clusters*, sendo três de baixo IMA e cinco de alto IMA. Os *clusters* de baixo IMA localizaram-se em parte do sudoeste, sul, centro, leste do Paraná e litoral. Os *clusters* de alto IMA foram localizados no norte e no oeste do Paraná.

No ano de 1995, foram identificados cinco *clusters*, sendo três de baixo IMA e dois de alto IMA. Os *clusters* de baixo IMA localizaram-se no sudoeste, centro, leste e noroeste do Paraná. Os *clusters* de alto IMA foram localizados no norte, oeste e no entorno de Curitiba.

Assim como em 1995, em 2006, foram identificados cinco *clusters*, sendo três de baixo IMA e dois de alto IMA. Os *clusters* de baixo IMA localizaram-se no centro, leste e noroeste do Paraná. Os *clusters* de alto IMA estavam localizados no norte, sudoeste e no entorno de Curitiba.

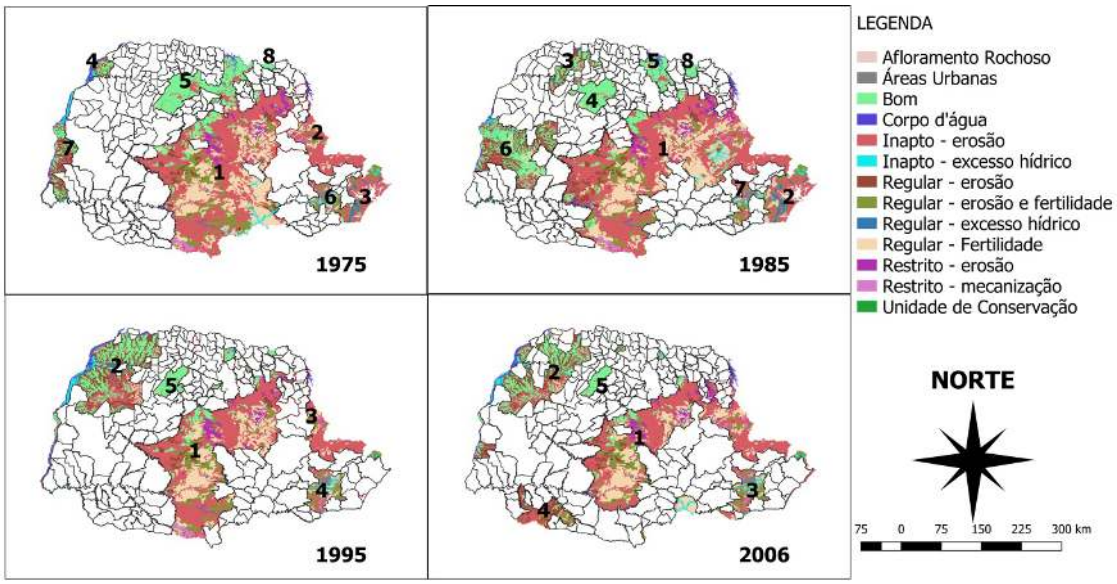
No tocante aos fatores determinantes na formação dos *clusters*, nota-se uma possível relação entre a localização dos *clusters* de IMA e o potencial de utilização do solo, conforme se observa na Figura 9. O potencial de utilização do solo foi classificado pelo IPARDES (2005) e resulta do cruzamento de variáveis de declividade e de aptidão do solo para o manejo agrícola baseado na utilização de máquinas e insumos.

Verifica-se que, em 1975, os *clusters* de alto IMA, com exceção do *cluster* 6, se localizavam em regiões com predominância de solos considerados bons e regulares para

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

a prática da agricultura moderna, e com predominância de regulares, restritos e inaptos em *clusters* de baixo IMA.

Figura 9 – *Clusters* de IMA e o potencial de uso do solo.



Fonte: *Elaborado pelos autores com base em IPARDES, 2005.*

Salienta-se que, segundo IPARDES (2004a), a agricultura da região leste é realizada de acordo com as restrições locais de solo e relevo e é dinamizada pelo consumo de alimentos da capital paranaense. Desse modo, a dinâmica diferenciada da agricultura local, caracterizada pelas restrições no solo e pela grande demanda local, induziu à adesão de tecnologia na prática agrícola desta região.

A presença de maior modernização em regiões mais propícias a essa atividade, possivelmente, está relacionada ao caráter capitalista da agricultura moderna. Assim, buscando maximizar seus ganhos, os agricultores intensificaram a produção nessas regiões. Da mesma forma, este processo explica a baixa modernização, já que regiões menos propícias à agricultura moderna teoricamente apresentam rentabilidade menor, restringindo nestas a adesão à modernização da agricultura.

Assim como em 1975, os *clusters* de alto IMA de 1985 se localizaram de acordo com o potencial de utilização do solo. Verifica-se que os *clusters* identificados se localizaram em regiões com predominância de solos considerados bons para a prática da agricultura moderna. Este resultado sugere que, em 1985, a expansão da modernização priorizou áreas de solo com maior aptidão para a modernização da agricultura.

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

Com exceção do *cluster* 2, de 1985, os *clusters* de baixo IMA se localizaram em regiões com predomínio de áreas com restrições naturais à modernização da agricultura. O *cluster* 3, apesar de apresentar áreas em condições boa e regular para a modernização da agricultura, foi identificado como *cluster* de baixa modernização. Destaca-se que, conforme IPARDES (2004d), a região noroeste apresentou um processo gradual de crescimento da pecuária de corte, se tornando a principal atividade agropecuária da região. O período entre 1985 e 1995 apresentou o esvaziamento do crédito rural e o crescimento da agroindústria, incluindo o setor de carnes. Dessa forma, a presença de baixa modernização provavelmente decorreu do crescimento do setor da pecuária.

A localização dos *clusters* de baixo IMA se manteve com poucas alterações, entre 1995 e 2006. Em relação aos *clusters* de alto IMA, nota-se o surgimento de um *cluster* no sudoeste. Como apresentado anteriormente, no período de 1995 a 2006, ocorreu a expansão do crédito rural, principalmente do crédito voltado à modernização da agricultura familiar.[10] A região sudoeste apresenta predomínio da agricultura familiar, e, apesar das restrições naturais impostas pelo solo, conseguiu implementar práticas de agricultura moderna. Então, os resultados indicam uma possível relação entre a modernização da região sudoeste e a expansão do crédito rural de apoio à agricultura familiar, predominante nesta região.

Nota-se a redução dos *clusters* na região norte do Paraná, em 1995 e 2006. Salienta-se que este período apresentou expansão do setor sucroalcooleiro. A expansão da cana-de-açúcar se deveu ao aumento das exportações, devido aos ganhos de competitividade advindos da desregulamentação do mercado e do consumo interno, fomentado pela disseminação da tecnologia *flex* nos veículos nacionais (SHIKIDA, ALVES, 2001; MORAES, BACHI, 2014). No Paraná, o cultivo da cana-de-açúcar é concentrado ao norte do estado. Dessa forma, acredita-se que a expansão do cultivo de cana-de-açúcar acarretou a menor concentração do IMA no norte do Paraná.

Os *clusters* identificados apresentam semelhanças com os resultados apresentados por Medeiros (2014). Portanto, o IMA conseguiu expressar a localização dos *clusters* de alto e de baixo IMA com eficiência, corroborando estudos já existentes. Salienta-se, assim, a contribuição do presente estudo, uma vez que aborda a evolução do processo de modernização, entre o período de 1975 a 2006, enquanto Medeiros realiza uma análise apenas dos anos de 1995 e 2006.

O processo de modernização da agricultura brasileira ocorreu de forma espacialmente heterogênea (SOUZA, LIMA, 2003; COSTA et al.., 2012). Este mesmo comportamento ocorreu

[10] Criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), em 1996.

na modernização da agricultura paranaense. É provável que parte dessa heterogeneidade tenha decorrido das condições do solo, contudo, a existência de *clusters* de alto IMA em regiões de solo com restrições demonstra a possibilidade de expansão da modernização agrícola para regiões de baixo IMA.

Em suma, o processo de modernização da agricultura paranaense ocorreu, inicialmente, no norte e no oeste do estado. Entre 1975 e 1985, houve expansão da agricultura moderna. Na década seguinte, a expansão da agricultura ocorreu de forma mais amena, priorizando áreas de solos propícios para a agricultura mecanizada. Entre 1995 e 2006, houve incentivos para a retomada da expansão da agricultura mecanizada. Destaca-se que o centro-sul e o Vale do Ribeira não apresentaram avanços no processo de modernização, sendo caracterizados por *clusters* de baixa modernização em todos os períodos observados.

Salienta-se que os municípios com baixo IMA não podem ser considerados de agricultura não moderna de forma global. Dada a limitação do modelo utilizado, conforme observado anteriormente, o IMA abrange a modernização nos moldes da Revolução Verde, caracterizada pela mecanização e pelo uso de insumos químicos.

Como já exposto, a modernização da agricultura paranaense pode ser caracterizada como um processo heterogêneo, com diversos determinantes. Nota-se que o grau de modernização está relacionado às condições naturais, de mercado e de ocupação do território paranaense. Apesar de apresentar uma das agriculturas mais modernas, no Paraná, existem áreas de agricultura com baixo grau de modernização.

Considerações finais

O presente estudo buscou mensurar o nível de modernização da agricultura dos municípios paranaenses e sua distribuição espacial, nos anos de 1975, 1985, 1995 e 2006. Verifica-se que o IMA estimado apresentou a mecanização do campo e a utilização de agrotóxicos e de adubação como os principais fatores que caracterizam a modernização da agricultura.

O período entre 1975 e 1985 apresentou expansão do IMA de grande parte dos municípios paranaenses. A disponibilidade de crédito, neste período, auxiliou a disseminação das práticas de agricultura mecanizada. Verifica-se que a expansão do IMA ocorreu, de forma mais intensa, em regiões com solos mais aptos a este tipo de agricultura.

A década seguinte apresentou diversas mudanças na agricultura, em nível nacional, bem como em nível estadual. Destaca-se a redução do crédito e a expansão do setor de

Revista da Anpege ISSN 1679-768X

criação de animais, fomentado pela crescente agroindústria paranaense. Estas mudanças impactaram na menor concentração espacial do IMA, com destaque para a redução do IMA no noroeste paranaense, região de expansão da pecuária de corte.

O período entre 1995 e 2006 apresentou incentivos para a modernização, como a retomada da expansão do crédito, especialmente para os pequenos produtores, e o aumento da demanda internacional por *commodities* agrícolas. De forma geral, verificou-se que o I de Moran global oscilou de acordo com os incentivos de expansão da agricultura mecanizada. É possível que estes incentivos estejam relacionados ao aumento da concentração espacial, nesse período.

Quantos aos *clusters* de baixo IMA, constata-se que foram localizados em regiões com predominância de áreas de solo inapto ou com restrições à agricultura mecanizada. Este fato decorre do caráter capitalista da agricultura moderna. A agricultura mecanizada se intensificou em áreas mais aptas, teoricamente de maior retorno financeiro para a atividade, e sua concentração está relacionada a fatores naturais, demográficos e de ocupação dos municípios paranaenses.

Além da existência de crédito e da aptidão de solo, a expansão de outras atividades agrícolas impactou na distribuição espacial do IMA. Como exemplo, pode-se citar a expansão da pecuária e da cana-de-açúcar, que, provavelmente, impactou na adesão à agricultura mecanizada, reduzindo o IMA no norte e no noroeste.

Para estudos futuros, sugere-se o aprofundamento em possíveis fatores resultantes do processo de modernização, como a concentração fundiária e a inserção de cooperativas, assim como seus reflexos na sociedade, como a relação com o desenvolvimento socioeconômico dos municípios paranaenses. Destaca-se a necessidade de estudos que utilizem variáveis que representem o nível de modernização da pecuária, bem como da agricultura alternativa aos moldes da Revolução Verde.

Referências

1. ALMEIDA, E. **Econometria espacial aplicada**. 4ª ed. Campinas: Alínea, 2012.
2. ANDRADES, T. O.; GANIMI, R. N. **Revolução Verde e a apropriação capitalista**. In: *CES Revista*, Juiz de Fora, v. 21, n. 1, p. 43-56, 2007. Disponível em: https://www.cesjf.br/revistas/cesrevista/edicoes/2007/revolucao_verde.pdf. Acesso em: 25 abr. 2018.
3. ANSELIN, L. **The Moran Scatterplot as an ESDA tool to asses local instability in spatial association**. In: FISCHER, M.; SCHOLTEN, H. K.; UNWIN, D. (eds.). *Spatial Analitycs Perspectives on GIS*, Londres: Taylor & Francis, 1995, p. 111-125.

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

4. ASSUNÇÃO, J. J. **Desenvolvimento agrícola brasileiro:** uma análise regional. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 1997.

5. BACHA, C. J. C. **Economia e política agrícola no Brasil**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.

6. BEZERRA, F. A. **Análise fatorial**. In: CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. (coord.). *Análise multivariada para os cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia.* São Paulo: Atlas, 2007, p. 73-130.

7. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROSTAT:** estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro. Brasília, 2018. Disponível em: http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html. Acesso em: 18 abr. 2018.

8. BRAY, S. C.; FERREIRA, E. R.; RUAS, D. G. G. **As políticas da agroindústria canavieira e o Proálcool no Brasil**. 1ª ed., São Paulo: UNESP/Marília, 2000.

9. CALDARELLI, C. E.; CÂMARA, M. R. G.; SEREIA, V. J. **O complexo agroindustrial da soja no Brasil e no Paraná:** exportações e competitividade no período de 1990 a 2007. In: *Organizações rurais e agroindustriais*, Lavras, v. 11, n. 1, p. 1-20, 2009. Disponível em: http://revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/64. Acesso em: 25 abr. 2018.

10. CANCIAN, N. A. **Cafeicultura paranaense-1900/1970**. 1ª ed., Curitiba: Grafipar, 1981.

11. CEPEA/USP. **PIB do agronegócio brasileiro:** *GDP Agrobusiness – Brazil Outlook*. Piracicaba, 2018. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx. Acesso em: 25 abr. 2018.

12. CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: abril 2018. Brasília, 2018. Disponível em: https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safras/graos. Acesso em: 06 abr. 2018.

13. COSTA, C. C. M. et al. **Modernização agrícola e desempenho relativo das unidades da federação brasileira**. In: *Agroalimentaria*, Merida, v. 18, n. 34, p. 43-56, 2012. Disponível em: http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/35374. Acesso em: 25 abr. 2018.

14. FITZGERALD-MOORE, P.; PARAÍ, B. J. **The Green Revolution.** [s.n]: [s.l], 1996. Disponível em: http://people.ucalgary.ca/~pfitzger/green.pdf. Acesso em: 01 abr. 2017.

15. GASPI, S.; LOPES, J. L. **Desenvolvimento sustentável e revolução verde:** uma aplicação empírica dos recursos naturais para o crescimento econômico das mesorregiões do Paraná. *In*: Encontro Regional de Economia – ANPEC-Sul, 11., 2008, Curitiba/PR. *Anais* [...]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008.

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

16. GASQUES, J. G. et al. **Agricultura familiar – PRONAF:** análise de alguns indicadores. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER, 43., 2005, Ribeirão Preto/SP. *Anais* [...] Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2005.

17. GRAZIANO DA SILVA, J. F. G. **O novo rural brasileiro**. In: *Nova Economia*, Belo Horizonte/MG, v. 7, n. 1, p. 43-82, 1997.

18. HOFFMANN, R. **A dinâmica da modernização da agricultura em 157 microrregiões homogêneas do Brasil**. In: *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 30, n. 4, p. 71-90, 1992.

19. IBGE. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro: IBGE, 1960-1975-1985-1995-2006. ISSN 01036157.

20. IPARDES. **Leituras regionais:** Mesorregião Geográfica Metropolitana de Curitiba. Curitiba: Ipardes, 2004a.

21. _____. **Leituras regionais:** Mesorregião Geográfica Noroeste Paranaense. Curitiba: IPARDES, 2004d.

22. _____. **Leituras regionais:** Mesorregião Geográfica Oeste Paranaense. Curitiba: IPARDES, 2004c.

23. _____. **Leituras regionais:** Mesorregião Geográfica Sudoeste Paranaense. Curitiba: IPARDES, 2004b.

24. IPARDES; ITCG. **Mapa de aptidão do solo do Paraná.** 2005. 1 mapa, color. Escala 1:2.000.000. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_ambiental/10_potencial%20de%20uso%20do%20solo.jpg. Acesso em: 25 abr. 2018.

25. MEDEIROS, E. R. **Caracterização e dinâmica da modernização agrícola no Paraná em 1995 e 2006**. Dissertação (Mestrado em Economia Regional). Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR, 2014.

26. MEZZADRI, F. P. **Cenário atual da pecuária de corte:** aspectos do Brasil com foco no estado do Paraná. Curitiba: SEAB, 2007. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/cenariopc.pdf. Acesso em: 18 mai. 2018.

27. MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de estatística multivariada:** uma abordagem aplicada. 1ª ed., Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

28. MORAES, M. L.; BACCHI, M. R. P. **Etanol:** do início às fases atuais de produção. In: *Revista de Política Agrícola*, Brasília, v. 23, n. 4, p. 5-22, 2014.

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

29. OLIVEIRA, A. U. **Agricultura e indústria no Brasil**. In: *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, n. 58, p. 5-64, 1981.

30. PALMEIRA, M. G. S. **Modernização, Estado e questão agrária**. In: *Estudos Avançados*, [s. l], v. 3, n. 7, p. 87-108, 1989.

31. PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Números da pecuária paranaense**. Curitiba: SEAB, 2018. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/nppr.pdf. Acesso em: 25 abr. 2018.

32. PEREIRA, L. B. **Análise da estrutura produtiva e do desempenho da agroindústria paranaense:** período 1970-85. In: *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 34, n. 2, p. 31-49, 1995.

33. PINHEIRO, M. A.; PARRÉ, J. L. **Um estudo exploratório sobre os efeitos espaciais na produtividade da cana-de-açúcar no Paraná**. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia – SOBER, 45., 2007, Londrina/PR. *Anais* [...] Londrina: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2007.

34. RAMOS, S. Y.; MARTHA JÚNIOR, G. B. **Evolução da política de crédito rural brasileira**. 1ª ed., Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2010.

35. REIS, E. **Estatística multivariada aplicada**. 2ª ed., Lisboa: Silabo, 2001.

36. REZENDE, L. P. F.; PARRÉ, J. L. **A hierarquização dos municípios paranaenses segundo as suas atividades agrícolas**. In: *Informe GEPEC*, Toledo, v. 7, n. 2, p. 99-119, 2003.

37. ROLLEMBERG, G. **História do Paraná**. 1ª ed., São Paulo: Ática, 2010.

38. SHIKIDA, P. F. A.; ALVES, L. R. A. **Panorama estrutural, dinâmica de crescimento e estratégias tecnológicas da agroindústria canavieira paranaense**. In: *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 123-149, 2001.

39. SILVA, J. G.; KAGEYAMA, A. **Emprego e relações de trabalho na agricultura brasileira**: uma análise dos dados censitários de 1960, 1970 e 1975. In: *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 235-266, 1983.

40. SOUZA, P. M.; LIMA, J. E. **Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas unidades da Federação**. In: *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 57, n. 4, p. 795-824, 2003.

41. TEIXEIRA, J. C. **Modernização da agricultura no Brasil:** impactos econômicos, sociais e ambientais. In: *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, Três Lagoas, v. 2, n. 2, p. 21-43, 2005.

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X

42. VEIGA, L. V. **Mudanças na estrutura agrária brasileira e seus desdobramentos no desenvolvimento econômico**. Dissertação (Mestrado em Economia Política Internacional). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2013.

43. WACHOWICZ, R. C. **História do Paraná**. 7ª ed., Curitiba: Venturini, 1995.

Revista da Anpege
ISSN 1679-768X