

MARÍLIA PETRAGLIA BARBOSA

**PARADIGMAS TECNOLÓGICOS MODERNOS E TRADICIONAIS NA
AGRICULTURA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO
ECONÔMICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Economia, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

B238p
2017

Barbosa, Marília Petraglia, 1984-

Paradigmas tecnológicos modernos e tradicionais na
agricultura : uma análise comparativa de desempenho econômico
/ Marília Petraglia Barbosa. – Viçosa, MG, 2017.

ix, 89f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Evaldo Henrique da Silva.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.76-85.

1. Desenvolvimento econômico. 2. Modelos e construção de
modelos. 3. Agricultura primitiva. 4. Agricultura - Transferência
de tecnologia. 5. Inovações agrícolas. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Economia. Programa de Pós-graduação
em Economia. II. Título.

CDD 22 ed. 338.98

MARÍLIA PETRAGLIA BARBOSA

**PARADIGMAS TECNOLÓGICOS MODERNOS E TRADICIONAIS NA
AGRICULTURA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO
ECONÔMICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Economia, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 07 de julho de 2017.



Suely de Fátima Ramos Silveira



Elvanio Costa de Souza



Evaldo Henrique da Silva
(Orientador)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE GRÁFICOS	v
LISTA DE SIGLAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Considerações iniciais	1
1.2 Problema e sua importância	4
1.3 Objetivo Geral	9
1.4 Objetivos específicos	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Evolução Histórico-Política da Agricultura Moderna no Brasil	10
2.2 Enfoque evolucionário do processo de modernização da agricultura	15
3 METODOLOGIA	20
3.1 Fonte de Dados	20
3.2 Variáveis usadas como critério de grupamento	21
3.3 Análise comparativa de desempenho econômico	22
3.3.1 Análise de Clusters e os procedimentos de testes	25
4 RESULTADOS	28
4.1 Resultados da Análise de Grupamentos	28
4.1.1 Região Sul	29
4.1.2 Região Sudeste	35
4.1.3 Região Centro-Oeste	42
4.1.4 Região Nordeste	48
4.1.5 Região Norte	54
4.2 Análise comparativa de desempenho econômico	60
4.2.1 Região Sul	60
4.2.2 Região Sudeste	62
4.2.3 Região Centro-Oeste	64
4.2.4 Região Nordeste	67
4.2.5 Região Norte	69
5 CONCLUSÃO	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
APÊNDICE A: Valores médios das variáveis utilizadas como critério de grupamento por região brasileira	86
APÊNDICE B: Valores médios das variáveis utilizadas na composição dos indicadores econômicos	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pagamentos e dispêndios do Tesouro Nacional com programas e políticas agropecuárias – 2000 a 2006.....	08
Tabela 2: Valor da estatística pseudo- T^2 para os agrupamentos - Região Sul....	29
Tabela 3: Análise de MANOVA considerando 4 agrupamentos Região Sul.....	32
Tabela 4: Análise de ANOVA para os agrupamentos da Região Sul.....	33
Tabela 5: Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma tradicional (Região Sul).....	34
Tabela 6: Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma moderno (Região Sul).....	35
Tabela 7: Valor da estatística pseudo- T^2 para os agrupamentos - Região Sudeste.....	36
Tabela 8: Análise de MANOVA considerando 5 agrupamentos Região Sudeste.....	39
Tabela 9: Análise de ANOVA para os agrupamentos da Região Sudeste.....	39
Tabela 10: Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma tradicional (Região Sudeste).....	40
Tabela 11: Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma moderno (Região Sudeste).....	41
Tabela 12: Valor da estatística pseudo- T^2 para os agrupamentos - Região Centro-Oeste.....	42
Tabela 13: Análise de MANOVA considerando 6 agrupamentos Região Centro-Oeste.....	45
Tabela 14: Análise de ANOVA para os agrupamentos da Região Centro-Oeste.....	45
Tabela 15: Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma tradicional (Região Centro-Oeste).....	46
Tabela 16: Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma moderno (Região Centro-Oeste).....	47
Tabela 17: Valor da estatística pseudo- T^2 para os agrupamentos - Região Nordeste.....	48
Tabela 18: Análise de MANOVA considerando 3 agrupamentos Região	

Nordeste.....	51
Tabela 19: Análise de ANOVA para os agrupamentos da Região Nordeste.....	51
Tabela 20: Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma tradicional (Região Nordeste).....	52
Tabela 21: Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma moderno (Região Nordeste).....	53
Tabela 22: Valor da estatística pseudo-T ² para os agrupamentos - Região Norte.....	54
Tabela 23: Análise de MANOVA considerando 6 agrupamentos Região Norte.....	57
Tabela 24: Análise de ANOVA para os agrupamentos da Região Norte.....	57
Tabela 25: Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma tradicional (Região Norte).....	58
Tabela 26: Valores das variáveis técnicas dos 4 municípios representantes do paradigma moderno (Região Norte).....	59
Tabela 1A: Valores médios das variáveis dos 4 grupos da Região Sul.....	86
Tabela 2A: Valores médios das variáveis dos 5 grupos da Região Sudeste.....	86
Tabela 3A: Valores médios das variáveis dos 6 grupos da Região Centro-Oeste.....	86
Tabela 4A: Valores médios das variáveis dos 3 grupos da Região Nordeste.....	87
Tabela 5A: Valores médios das variáveis dos 6 grupos da Região Norte.....	87
Tabela 1B: Valores médios do valor de produção, despesas, área, número de trabalhadores, imobilizado, dívidas dos 4 grupos da Região Sul.....	87
Tabela 2B: Valores médios do valor de produção, despesas, área, número de trabalhadores, imobilizado, dívidas dos 5 grupos da Região Sudeste.....	88
Tabela 3B: Valores médios do valor de produção, despesas, área, número de trabalhadores, imobilizado, dívidas dos 6 grupos da Região Centro-Oeste.....	88
Tabela 4B: Valores médios do valor de produção, despesas, área, número de trabalhadores, imobilizado, dívidas dos 3 grupos da Região Nordeste.....	88
Tabela 5B: Valores médios do valor de produção, despesas, área, número de trabalhadores, imobilizado, dívidas dos 6 grupos da Região Norte.....	89

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Participação do crédito rural no PIB Agropecuário, Brasil, 1969-2016.....	05
Gráfico 2: Evolução de Recursos destinados à política agrícola e do PIB Agropecuário (1969-2016)	13
Gráfico 3: Variáveis “Adubo/estab”, “AlMáq/estab”, “Energia/estab” e “Agrot/estab” - Região Sul.....	31
Gráfico 4: Variáveis “VTMI/Estab”, “Salários/estab” e “Corretivo/estab” - Região Sul.....	31
Gráfico 5: Variáveis “Adubo/estab”, “Salário/estab”, “VTMI/estab” e “Agrot/estab” – Região Sudeste.....	38
Gráfico 6: Variáveis “AlMáq/estab”, “Energia/estab” e “Corretivo/estab” – Região Sudeste.....	38
Gráfico 7: Variáveis “Adubo/estab”, “Salários/estab”, “VTMI/estab” e “Agrot/estab” – Região Centro-Oeste.....	44
Gráfico 8: Variáveis “Adubo/estab”, “Salários/estab”, “VTMI/estab” e “Agrot/estab” – Região Centro-Oeste.....	44
Gráfico 9: Variáveis “Adubo/estab”, “Corretivo/estab”, “VTMI/estab” e “Agrot/estab” – Região Nordeste.....	50
Gráfico 10: Variáveis “AlMáq/estab”, “Salários/estab”, “Energia/estab” – Região Nordeste.....	50
Gráfico 11: Variáveis “Adubo/estab”, “Corretivo/estab”, “VTMI/estab” e “Salários/estab” – Região Norte.....	56
Gráfico 12: Variáveis “AlMáq/estab”, “Agrot/estab”, “Energia/estab” – Região Norte.....	56
Gráfico 13: Produtividade da terra e despesas por hectare – Região Sul.....	61
Gráfico 14: Produtividade do trabalho e despesa por trabalhador - Região Sul....	61
Gráfico 15: Margem Bruta e Taxa de Lucro – Região Sul	62
Gráfico 16: Endividamento – Região Sul.....	62
Gráfico 17: Produtividade da terra e despesas por hectare – Região Sudeste.....	63
Gráfico 18: Produtividade do trabalho e despesa por trabalhador - Região	

Sudeste.....	63
Gráfico 19: Margem Bruta e Taxa de Lucro – Região Sudeste.....	64
Gráfico 20: Endividamento – Região Sudeste.....	64
Gráfico 21: Produtividade da terra e despesas por hectare – Região Centro-Oeste.....	66
Gráfico 22: Produtividade do trabalho e despesa por trabalhador - Região Centro-Oeste.....	66
Gráfico 23: Margem Bruta e Taxa de Lucro – Região Centro-Oeste.....	67
Gráfico 24: Endividamento – Região Centro-Oeste.....	67
Gráfico 25: Produtividade da terra e despesas por hectare – Região Nordeste.....	68
Gráfico 26: Produtividade do trabalho e despesa por trabalhador – Região Nordeste.....	68
Gráfico 27: Margem Bruta e Taxa de Lucro – Região Nordeste.....	69
Gráfico 28: Endividamento – Região Nordeste.....	69
Gráfico 29: Produtividade da terra e despesas por hectare – Região Norte.....	70
Gráfico 30: Produtividade do trabalho e despesa por trabalhador – Região Norte.....	70
Gráfico 31: Margem Bruta e Taxa de Lucro – Região Norte.....	71
Gráfico 32: Endividamento – Região Norte.....	71

LISTA DE SIGLAS

PRONAF – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

PIB – Produto Interno Bruto

Proagro – Programa de Garantia da Atividade Agropecuária

ETJ – Equalização das Taxas de Juros

SNCR – Sistema Nacional de Crédito Rural

Bacen – Banco Central do Brasil

PNDA – Plano Nacional dos Defensivos Agrícolas

ICM – Imposto sobre Circulação de Mercadoria

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola

FAO – *Food and Agriculture Organization*

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

RESUMO

BARBOSA, Marília Petraglia, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2017. **Paradigmas tecnológicos modernos e tradicionais na agricultura: uma análise comparativa de desempenho econômico.** Orientador: Evaldo Henrique da Silva. Coorientadora: Cristiana Tristão Rodrigues.

A questão tecnológica na agricultura é objeto de debates que tendem a se polarizar entre duas correntes: uma que defende o modelo atual de modernização da agricultura consolidado a partir da Revolução Verde como o único modelo de produção agrícola economicamente viável, e outra que defende sistemas de produção menos intensivos em capital, que resgatam técnicas tradicionais de cultivo. Paralelamente à expansão do paradigma moderno, paradigmas tecnológicos alternativos se desenvolveram seja pela dificuldade de acesso às facilidades fornecidas pelo governo para o processo de modernização (que resultou na manutenção de técnicas agrícolas tradicionais); seja pela crítica às dificuldades desse modelo em resolver problemas como pobreza, poluição, riscos alimentares e perda da biodiversidade; seja pela oportunidade de retorno financeiro em ofertar um produto diferenciado. Diante da heterogeneidade historicamente formada em território brasileiro do ponto de vista da tecnologia empregada, foi feita uma análise de *cluster* visando um estudo comparativo de desempenho econômico dos grupamentos definidos com base em características relacionadas à intensidade do emprego do pacote tecnológico na produção. Para tanto, foram utilizados os dados do Censo Agropecuário referentes ao ano 2006 e foram considerados todos os municípios de todas as cinco regiões do território brasileiro: Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte. Os resultados demonstraram valores majoritariamente superiores de produtividade para aos grupos mais intensos em tecnologia (paradigma moderno). Em contrapartida, os resultados referentes à margem bruta e taxa de lucro desses mesmos grupos apresentaram valores inferiores quando comparados aos grupos menos intensos em tecnologia (paradigma tradicional). Ao se avaliar o grau de endividamento, os grupos tradicionais apresentaram melhores resultados, com exceção das regiões Sul e Sudeste onde os grupos modernos obtiveram melhores resultados.

ABSTRACT

BARBOSA, Marília Petraglia, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2017. **Modern and traditional technological paradigms in agriculture: a comparative analysis of economic performance.** Adviser: Evaldo Henrique da Silva. Co-adviser: Cristiana Tristão Rodrigues.

The technological issue on agriculture is subject of debates that tend to polarize between two currents: one that defends the modern agriculture consolidated after the Green Revolution as the only model of agricultural production economically viable, and another that defends traditional farming techniques. Parallel to the expansion of the modern paradigm, alternative technological paradigms have developed either because of the difficulty in accessing the facilities provided by the government for the modernization process (which resulted in the maintenance of traditional agricultural techniques), or because of its difficulty to solve problems such as poverty, pollution, food risks and loss of biodiversity or by the opportunity of financial return by offering a better product. Considering the heterogeneity historically formed in the Brazilian territory, a cluster analysis was done aiming a comparative study of the economic performance of the groups based on characteristics related to the intensity of the use of the technology package. For that, the data of the Agricultural Census for the year 2006 were used and all the five Brazilian regions were considered: South, Southeast, Center-west, Northeast and North. The results show mostly better productivity to technologically intense groups (modern paradigm). On the other hand, the results related to gross margin and profit rate of these same groups presented lower values when compared to the groups less intense in technology (traditional paradigm). When evaluating the debt ratio, the groups less intense in technology presented better results, except for the South and Southeast regions where the modern groups achieved better results.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Desde que Malthus, no século XVIII, atentou para a questão de uma possível incapacidade da produção de alimentos acompanhar a tendência natural de crescimento populacional, a questão da oferta global de alimentos se destaca como um desafio. A agricultura torna-se alvo de intensos debates que se mantêm acirrados até os dias atuais.

Dentro desse contexto, a questão tecnológica na agricultura aparece como objeto de debates que tendem a se polarizar entre os que defendem que o modelo atual de modernização da agricultura, consolidado a partir da Revolução Verde, é o único modelo de produção agrícola capaz de atender à demanda mundial de alimentos; e aqueles que apontam as altas despesas diretas e indiretas desse modelo e defendem formas de produção menos intensivas em capital (BAGDLEY et al., 2006).

Entende-se por Revolução Verde as profundas transformações da agricultura mundial, ensejadas a partir de conhecimentos integrados da química, física e biologia com o objetivo explícito de aumentar a produtividade das atividades agrícolas e alcançar significativo aumento da produção. Tais transformações propõem uma renovação tecnológica, com modificação da base técnica de produção caracterizada pelo uso intensivo e indissociável de máquinas, implementos, fertilizantes, agrotóxicos e sementes melhoradas, o qual ficou conhecido como pacote tecnológico da agricultura (BRUM, 1985).

No Brasil, os estímulos à adoção do modelo de produção da Revolução Verde ocorreram concomitantes ao processo de industrialização e urbanização vivido a partir dos anos 1930, o qual levou a uma reestruturação do campo que passou a ser visto, de um lado, como fonte de matéria-prima para a indústria e, de outro, como consumidor de produtos industrializados, tais como máquinas, fertilizantes e agrotóxicos. Até então, predominava na agricultura brasileira uma estrutura fundiária marcada historicamente pelo latifúndio e cultivo de monoculturas voltadas ao atendimento do mercado externo, com produtos como o café e a cana-de-açúcar. Prevalecia nas demais propriedades rurais a agricultura tradicional baseada no uso intensivo de recursos naturais e mão de obra, com técnicas de cultivo relativamente simples. A produção voltava-se para subsistência das famílias e abastecimento do mercado

interno e o setor agrícola não era tão dependente da indústria no seu processo produtivo (BRUM, 1985).

As primeiras inovações trazidas pela Revolução Verde formam um amplo leque de tecnologias físicas que, apesar de modernizarem a produção agrícola, não modificaram a estrutura fundiária brasileira, que permaneceu formada por latifúndios especializados na produção de produtos específicos. O Estado se fez notar através de políticas de apoio ao setor agrícola, especialmente no que tange à disponibilização de crédito rural e criação de centros de pesquisa voltados à adaptação das novas tecnologias. Dentre as tecnologias difundidas nesse primeiro momento destacam-se os insumos biológicos (a chamada *biotecnologia tradicional* que reuniu técnicas de melhoramento do solo e das plantas, de controle de pragas, fixação de nitrogênio, dentre outras), os insumos químicos (fertilizantes e agrotóxicos) e os insumos mecânicos (tratores e implementos). Posteriormente, no ano de 1990, destacam-se as sementes geneticamente modificadas, conhecidas como sementes transgênicas (*biotecnologia moderna*), capazes de gerar plantas com qualidades específicas, como por exemplo, a capacidade de resistência a inseticidas (ALBERGONI; PELAEZ, 2007).

Tais inovações caracterizam o processo de modernização da produção que resultou em elevados níveis de eficiência, obtidos por meio de investimentos em tecnologias de produção que fizeram do setor agrícola extremamente competitivo, dados os ganhos de produtividade que resultaram em considerável aumento da produção. Tais resultados são claramente refletidos na balança comercial brasileira em que esse setor se destaca como o setor da economia que mais contribui para a formação do saldo comercial. A estratégia de produção voltada para o mercado externo levou a um processo de especialização caracterizado pelo desenvolvimento de poucos setores produtivos que vislumbram aumento da produção tal como ocorreu no cultivo da soja e milho, e redução de produtos alimentícios básicos, como o arroz e o feijão (TEIXEIRA, 2013).

Em contrapartida, a modernização, com seu aparato de insumos modernos, onerou significativamente o processo de produção. Dentre os que se mostram resistentes ao padrão moderno, encontram-se produtores excluídos do processo de modernização que, devido às altas despesas envolvidas no processo produtivo, foram incapazes de absorver as tecnologias modernas e seguem à margem das transformações trazidas pela Revolução Verde. Há também grupos politicamente contrários aos efeitos sócio-econômicos e ambientais gerados pela modernização conservadora e que sugerem técnicas de produção alternativas às modernas.

São alternativas que, mesmo heterogêneas nas propostas de produção, buscam o retorno aos métodos tradicionais de cultivo de alimentos com dispensa ao emprego do pacote tecnológico e que prezam por uma produção livre de insumos químicos e com emprego intensivo de mão de obra o que, por sua vez, as tornam relativamente mais responsáveis do ponto de vista ambiental e social (SCHNEIDER, 2010).

No caso do Brasil, ao considerar os impactos negativos do pacote tecnológico sobre a saúde e o meio-ambiente, é impactante a intensidade e qualidade do uso de agrotóxicos. Com a permissão legal para o uso de agrotóxicos proibidos em outros países¹ e alto consumo per capita, o Brasil lidera o *ranking* mundial do consumo dessa substância. A contaminação da água, do ar e dos alimentos tem sido frequentemente associada a efeitos altamente nocivos à saúde humana como contaminação do leite materno, problemas de infertilidade, reações alérgicas, convulsões, doenças como câncer, dentre outras (INCA, 2015). A preocupação com a segurança alimentar e com o meio-ambiente emerge modificando a preferência dos consumidores que se mostram mais atentos a esses fatos, e tais mudanças tem refletido na crescente demanda de alimentos cultivados sem agrotóxicos, o que tem gerado destaque às atividades agrícola que se aproximam da agricultura tradicional.

A degradação do meio ambiente resultante do processo de modernização também reflete negativamente sobre os ganhos de produtividade que, segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991), vêm declinando mundialmente desde 1985 devido à degradação dos recursos naturais, em especial o solo, e à diminuição da área de plantio. No que tange à oferta de alimentos, a Revolução Verde trouxe resultados positivos uma vez que os avanços tecnológicos resultaram em uma oferta de alimentos suficiente para alimentar a crescente população mundial, fosse essa oferta distribuída com equidade. Mas a questão malthusiana permanece atual com as expectativas de crescimento populacional e a tendência à queda da produtividade da agricultura moderna diante da limitação dos recursos naturais frente ao uso de tecnologias que degradam o meio-ambiente (BAGDLEY et al., 2006).

A tendência à queda da produtividade do padrão moderno e as altas despesas envolvidas na aquisição de insumos modernos traz questionamentos sobre a viabilidade financeira desse padrão de produção, especialmente quando se levam em conta as recorrentes

¹ Dos 50 princípios ativos mais utilizados no Brasil, 22 são proibidos na União Europeia (CARNEIRO et al., 2015).

intervenções estatais que se estendem aos dias atuais via políticas agrícolas que geram ônus para o Estado sob a forma de subsídios, subvenções e perdões de dívidas dos agricultores. Diante da diversificação formada em território brasileiro, é interessante analisar sob uma perspectiva comparativa se a agricultura moderna e a consequente utilização do pacote tecnológico é um paradigma que se estabelece por vantagens econômicas.

Para melhor compreensão desse estudo, faz necessário discernir os termos paradigma tecnológico moderno e paradigma tecnológico tradicional. Entende-se por paradigma moderno nessa pesquisa a agricultura moderna e seu modelo de produção capital-intensiva. Como paradigma tradicional, tem-se os modos de produção alternativos à agricultura moderna, cuja literatura comumente se refere como agricultura tradicional ou alternativa, de baixa intensidade tecnológica, os quais podem incluir ou não produções agroecológicas e orgânicas, mas que, por uma limitação dos dados, não se pode afirmar de antemão. A metodologia aqui empregada permite, portanto, afirmar que o paradigma tradicional não absorveu de forma relevante as tecnologias da Revolução Verde conjugadas no pacote tecnológico.

1.2 Problema e sua importância

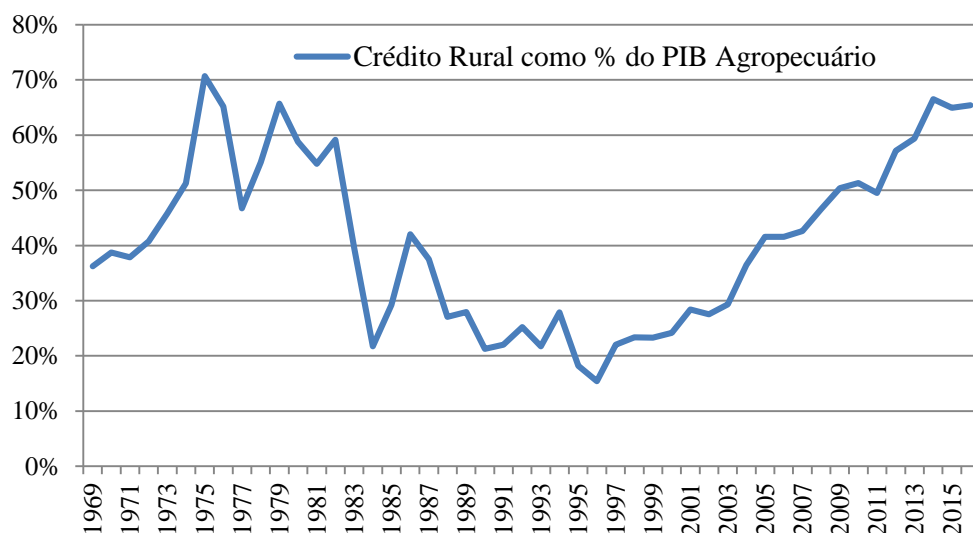
O processo de modernização no Brasil ocorreu em um contexto econômico marcado por forte presença do Estado, que enxergava na agricultura o elemento-chave para garantir a expansão industrial e consequente desenvolvimento econômico. A noção de desenvolvimento defendida pelo Estado estava diretamente relacionada à intensidade da adoção de tecnologias modernas na produção agrícola, o que pode ser explicado por Almeida (1995, p.41) que enfatizou:

Do ponto de vista metodológico, este processo de desenvolvimento julga positiva ou negativamente essa ou aquela forma de produção agrícola ou formato tecnológico em função dos estágios de desenvolvimento, definidos em relação ao grau de intensificação. Uma unidade produtiva é mais ou menos moderna ou tradicional, mais ou menos atrasada ou moderna, progride mais ou menos rapidamente na via do desenvolvimento segundo o sistema de produção mais ou menos intensivo que utiliza ou põe em prática.

Em vistas de viabilizar o processo de modernização da agricultura em prol do desenvolvimento, o Estado realizou políticas de fomento, dentre as quais se destaca a política de crédito, que é um caso particular a ser analisado, diante das volumosas quantias que foram

e ainda são disponibilizadas à agricultura em condições diferenciadas. No Gráfico 1 é apresentada a evolução da participação do montante de crédito rural destinado às três modalidades de financiamento (custeio, investimento e comercialização) em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) agropecuário, desde o início do projeto de modernização.

Gráfico 1 - Participação do crédito rural no PIB Agropecuário, Brasil, 1969-2016



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Bacen e Ipea Data.

Vê-se uma relação positiva e crescente entre crédito e PIB agropecuário a partir da década de noventa demonstrando um retorno na relevância com que o crédito rural se relaciona com o PIB agropecuário. A mesma tendência ocorreu na etapa de implantação do modelo advindo da Revolução Verde quando os níveis atingidos no período inicial do projeto nas décadas de 60 e 70 foram semelhantes à marca atual, sendo a política de crédito subsidiado a principal política de fomento do governo naquele período. Analisando a tendência de crescimento desse índice já no século XXI, no ano de 2014 a participação do crédito no PIB atingiu o ápice de 66%, e de 65% nos dois anos seguintes. Tais valores foram observados na década de 70, quando em 1975 a participação do crédito rural no PIB agropecuário foi de 71% e 66% em 1979.

Convém ressaltar que os valores incluem não somente os recursos destinados à agricultura empresarial como aqueles destinados ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) criado em 1995. Conforme concluído por Pires (2013), esse programa não é neutro em relação à concentração de crédito, uma vez que grande parte desses

recursos é direcionada a agricultores familiares já inseridos nos mercados capitalistas como demandantes de inovações biológicas, físico-químicas e mecânicas. Trata-se da produção familiar modernizada que, somada à empresarial, detêm parcela majoritária dos créditos destinados à agricultura e refletem os esforços do governo em empreender o modelo de desenvolvimento agrícola baseado em tecnologias modernas.

A política creditícia, ao privilegiar as médias e grandes propriedades comprometidas com a modernização, intensificou a diferenciação no campo aumentando a distância entre o pequeno e grande produtor (DELGADO, 1985). A modernização ocorreu, portanto, de forma diferenciada e concentrada (ALVES; ROCHA, 2010), acentuando a heterogeneidade estrutural do setor (SANTOS; VIEIRA FILHO, 2012).

A heterogeneidade decorrente da implantação e difusão de tecnologias modernas na agricultura resultou em diferentes perfis de agricultores. Para entender como se dá a distribuição desses perfis (nessa pesquisa definidos como paradigmas moderno e tradicional) em território brasileiro, é necessário primeiramente captar as reais semelhanças entre eles do ponto de vista da tecnologia empregada. Identificados os grupos com base na intensidade tecnológica empregada na produção, uma análise comparativa se faz pertinente, pois permite compreender as diferenças econômicas que há entre eles.

A literatura apresenta trabalhos de análise comparativa de indicadores econômicos referentes à agricultura convencional e orgânica², dentre os quais se destaca um amplo estudo realizado por pesquisadores da Universidade de Michigan, o qual conclui que a produção orgânica pode contribuir significativamente para a produção global de alimentos. Para tanto, os autores compilaram 293 estudos comparativos de alimentos de origem animal e vegetal, em países desenvolvidos e em desenvolvimento, e comprovaram que os rendimentos físicos da produção orgânica eram próximos da convencional em países desenvolvidos e superiores ao convencional em países em desenvolvimento (BAGDLEY et al., 2006). Outros estudos de casos, com foco em produtos e localidades específicas, apontam para resultados controversos, mas que colocam em questão a eficiência do paradigma moderno como o caso da produção de tomates orgânicos na região de Araraquara que apresentou menores custos e se mostrou mais lucrativa que a produção de tomates convencionais (LUZ et al., 2007). Um estudo comparativo dos sistemas convencional e orgânico da produção de café no Espírito Santo

² O termo “orgânico” se refere a cultivos certificados ou não, haja vista visto que alguns pesquisadores, como Badgley et al. (2006), referem-se à produção orgânica como aquela em que não se utiliza insumos químicos e compostos orgânicos sintéticos, independentemente de certificação.

apontou para a viabilidade econômica de ambos sistemas de produção, mas enfatizou a importância do prêmio para viabilizar o cultivo orgânico diante da baixa produtividade (SIQUEIRA et al., 2011). Resultado semelhante foi encontrado para o cultivo orgânico da manga em Juazeiro-Petrolina o qual, mesmo com índices de produtividade inferiores, se mostrou economicamente mais viável que o convencional em decorrência dos preços praticados (BRITTO, 2010).

Essa pesquisa, porém, inova ao empregar uma metodologia que diferencia os perfis tecnológicos através de uma análise de grupamentos cujas variáveis de diferenciação entre os grupos referem-se à intensidade do emprego do pacote tecnológico na produção, abrangendo todo o território nacional. Assim, é possível analisar o desempenho econômico da agricultura de um ponto de vista comparativo entre paradigmas opostos que são a agricultura moderna e a agricultura tradicional. Inserem-se assim no centro do debate os resultados econômicos dessa última os quais, diante da visão reducionista de que é possível e necessário ultrapassar os limites da natureza em prol de rendimentos via intensificação de capital físico, são pouco abordados pela literatura por serem considerados atrasados. É importante destacar que os grupos aqui estudados representarão aproximações dos paradigmas, não representando fidedignamente cada um deles, o que justifica a exclusão dos grupos tecnologicamente intermediários, cabendo aos grupos extremos (mais e menos intensos em tecnologias) tal representação.

A intensificação de capital no processo produtivo pode favorecer indicadores de produtividade, em especial do trabalho, mas está diretamente relacionada às altas despesas que o produtor se vê obrigado a arcar quando da adoção do pacote tecnológico. Despesas significativamente altas podem comprometer os resultados econômicos caso o valor de produção não seja suficiente para cobrir os gastos e uma análise comparativa permite analisar não só a capacidade produtiva, como o impacto das despesas nos resultados econômicos dos grupos heterogêneos que se formaram no território brasileiro conforme a intensidade tecnológica empregada na produção. Diante das altas despesas decorrentes do uso do pacote tecnológico, teria a agricultura moderna no Brasil se consolidado como paradigma tecnológico devido às vantagens econômicas que garantiram a sua competitividade?

Se os grupos representantes da agricultura moderna apresentarem indicadores deficitários, tem-se uma sinalização de que as permanentes intervenções estatais, especialmente no que tange à subvenções e perdões de dívidas, podem estar relacionadas às

altas despesas envolvidas no processo produtivo que impossibilitam os produtores modernos se manterem sem apoio financeiro do Estado.

A título de ilustração do endividamento agrícola e respectivo apoio financeiro do Estado, na Tabela 1 são apresentados os pagamentos e dispêndios do Tesouro Nacional com programas e políticas agropecuárias referente aos anos 2000 a 2006³.

Tabela 1 - Pagamentos e dispêndios do Tesouro Nacional com programas e políticas agropecuárias – 2000 a 2006

Programa/Ação	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2000-2006	%
Dívidas Rurais	3.984	3.087	3.398	3.395	1.856	2.165	1.465	19.350	59
Equalização Créditos Rurais	247	393	583	726	494	480	723	3.646	11
Políticas Preços Agrícolas	285	381	265	57	92	387	989	2.455	8
PRONAF Equalização	589	724	891	670	656	775	1.050	5.356	16
Proagro	51	99	233	35	22	851	463	1.753	5
Total	5.155	4.684	5.370	4.883	3.121	4.657	4.689	32.560	100

Fonte: SILVA, 2010

Valores em milhões R\$

Atualização pelo índice médio anual do Índice Geral de Preços (IGP-DI) - 2006

Dentre os pagamentos e dispêndios do governo com a agricultura brasileira, destacam-se os gastos com as renegociações das dívidas agrícolas, cujos valores representam os descontos dados aos produtores na quitação de débitos pendentes, beneficiados também com alongamento dos prazos e redução das taxas de juros. Os gastos do Tesouro com as dívidas representam quase 60% do total de dispêndios com o setor agrícola, somando o equivalente a R\$ 19,35 bilhões ao longo dos seis anos.

³ A escolha desse período pelo autor deve-se sobretudo à disponibilidade de informações obtidas em sua maioria de relatório divulgado pelo Instituto de Estudos Agrários e Combate à Pobreza – Inagro (2007) com base nos dados oficiais do Tesouro Nacional/ Ministério da Fazenda (STN/MF). As demais informações são do relatório oriundo do Seminário Gasto Público Rural e Social (Inagro/ Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2007) que é uma versão atualizada de Graziano da Silva, J., Grossi, M. e Porto, E. *(Re)negociação das dívidas agrícolas*. XLIV Congresso da Sober, Fortaleza (CE), 2006.

Há ainda o crédito subsidiado o qual é atualmente constituído pela política de Equalização das Taxas de Juros (ETJ) cobradas nos empréstimos rurais (sejam empresariais como os destinados ao PRONAF). Trata-se da cobertura, por parte do governo, do diferencial entre a taxa de captação de recursos e a taxa efetivamente cobrada do produtor rural. No período em questão, os pagamentos do Tesouro com a equalização se aproximaram ao valor de R\$ 9 bilhões. Em seguida, tem-se os gastos com as políticas de preços agrícolas e com o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), os quais somados representam 13% do total de dispêndios.

Diante do volume de recursos destinados pelo Estado ao paradigma moderno, convém conhecer os resultados econômicos dos diferentes graus de tecnologia empregada na agricultura, analisando assim se o governo vem priorizando recursos ao longo das últimas décadas ao paradigma tecnológico que apresenta o melhor desempenho econômico.

1.3 Objetivo Geral

Pretende-se com este estudo identificar os diversos tipos de produção agrícola de acordo com as características tecnológicas e analisar indicadores de desempenho econômico dos grupos que mais se aproximam dos paradigmas moderno e tradicional, de modo que se possa compará-los.

1.4 Objetivos específicos

a) Construção de uma taxonomia para dividir as regiões brasileiras em grupos heterogêneos no que tange à intensidade do emprego do pacote tecnológico, de modo que os municípios pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si dadas as variáveis (características) consideradas.

b) Uma vez identificados os grupos heterogêneos serão selecionados, a título de comparação econômica, dois grupos: aquele que apresenta os menores valores médios das variáveis consideradas, o qual representará o paradigma tradicional e aquele que apresentar os maiores valores médios das variáveis consideradas, o qual representará o paradigma moderno.

c) Esses dois grupos serão comparados a partir de indicadores *proxies* de produtividade, rentabilidade, taxa de lucro e endividamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Evolução Histórico-Política da Agricultura Moderna no Brasil

Essa sessão aborda o processo de diversificação agrícola e a atuação do Estado brasileiro e seus esforços para estimular a adoção e difusão de tecnologias modernas advindas da Revolução Verde, dentre os quais se destacam as políticas de crédito e fomento à pesquisa.

Até a primeira metade do século XX, prevaleceu na agricultura brasileira um modelo de agricultura tradicional, intensivo em mão de obra e recursos naturais, modelo esse herdado dos povos indígenas e dos colonos europeus. Baseado em um sistema de produção agrário-exportador, predominavam até então as culturas de exportação (cana-de-açúcar e café) e de abastecimento do mercado interno, com a produção de grande variedade de produtos como arroz, feijão, mandioca, abóbora, aveia, batata, etc. Esse modelo caracterizou-se pela incapacidade de sustentar o aumento da produtividade, sendo dependente de ocupação de fronteiras agrícolas e rotação de terras. Esse primeiro sistema de produção caracteriza a primeira etapa de um processo de diversificação econômica no Brasil que até 1930 praticamente não apresentava diversidade produtiva por se basear totalmente no modelo agroexportador.

É com a chegada de Getúlio Vargas no poder na década de 1930 que uma segunda etapa do processo de diversificação se estabelece. O país passa por uma profunda transformação de sua base econômica que consistiu na industrialização por substituição de importações que se consolidou no período pós-guerra e foi marcado pela chegada das multinacionais. A formação de uma base industrial muda o papel da agricultura no cenário nacional a partir de então. Passado os anos de guerra, iniciou-se um debate sobre os caminhos da agricultura para fazer frente ao rápido crescimento da população, especialmente urbana, e a geração de divisas para financiar as importações de máquinas e equipamentos que atendiam as necessidades de implantação do parque industrial nacional, também em rápida expansão (MELLO, 1982).

Alguns autores, a exemplo de Celso Furtado, seguiam o pensamento cepalino apontando para a necessidade de mudanças na estrutura fundiária e nas relações de trabalho no campo. Outra corrente de pensamento, tendo como um dos seus expoentes Delfim Neto, propunha o caminho da modernização agrícola dentro da estrutura fundiária existente. A

historia mostra claramente que a modernização conservadora foi a opção escolhida no Brasil. Trata-se da terceira e mais contundente etapa que altera a diversificação econômica da agricultura, conhecida na literatura como *modernização conservadora*, cujo marco temporal data do período 1960-1980 e é resultado de um processo internacional iniciado no pós-guerra e que ficou conhecido como Revolução Verde (SILVA, 1981; NETO, 1997). Processo esse que transforma a base tecnológica da agricultura ao substituir fatores de produção, priorizando o emprego do capital e induzindo inovações nos processos de produção em prol de ganhos de produtividade.

É então a partir da década de 1960 que a agricultura adquire importante participação nas políticas econômicas como estratégia do governo na indução do crescimento econômico brasileiro. Baseando-se em um modelo agrário que se originou a partir da invenção da adubação química seguida por uma série de outras invenções (plantio e colheita mecanizada de plantas adaptadas, pesticidas, herbicidas, etc), a noção de desenvolvimento⁴ invadiu a agricultura brasileira sob a ação conjugada do Estado, indústrias agroalimentares e parcela de agricultores aptos à absorção de um pacote tecnológico altamente consumidor de insumos industriais, rumo à transformação do setor, tornando-o uma extensão do setor industrial ao inserir uma série de agentes econômicos com participação cada vez mais relevante diante da formação de uma indústria química que produz para agricultura e dela recebe, caracterizando uma dependência à montante e à jusante da produção agrícola. Indústria essa que se torna elemento chave da agricultura ao determinar seus processos tecnológicos, mudando-se assim não só os aspectos quantitativos da produção, como os aspectos estruturais de produção, comercialização e sociais (ALMEIDA, 1995).

Em relação aos aspectos quantitativos da produção, a modernização gerou resultados relativamente satisfatórios quanto à produtividade dos fatores de produção e aumento da produção (CONTINI et al., 2010; GASQUES e CONCEIÇÃO, 2001; DIAS e AMARAL, 2001), mas seu modelo produtivista resultou na consolidação de uma estrutura econômica e social dual que segregou os produtores em modernizados e aqueles excluídos desse processo. Diante da intensa heterogeneidade econômica agora decorrente da difusão do pacote tecnológico presente em território brasileiro, é possível classificar a atividade agrícola, grosso modo, em três grupos: agricultura empresarial, formada por grandes proprietários de terra

⁴ A noção de desenvolvimento é aqui restritiva, visto que se aplica essencialmente às mudanças e ao progresso das técnicas sintetizando-a de modo que o desenvolvimento técnico-científico represente desenvolvimento sócioeconômico e por fim progresso e crescimento (ALMEIDA, 1995).

(acima de 1.000 ha), constituída por modernas empresas agropecuárias dedicadas à agricultura de escala (soja, milho, cana-de-açúcar, algodão, café, cacau, laranja); agricultura familiar modernizada, com propriedades de tamanho médio (50 a 500 ha), geralmente inseridas na cadeia de produção das agroindústrias dos setores de grãos, aves, suínos, leite, tabaco, dentre outros; e por última, a agricultura familiar camponesa que, em pequenas propriedades, se dedicam a produção de subsistência e abastecimento do mercado interno (com produtos básicos como mandioca, feijão, dentre outros). Vê-se que o processo de modernização se relaciona também com o tipo de produto, haja vista que em algumas culturas (como de milho e de soja) somente se mantém aqueles produtores que se modernizaram, sendo expulsos os agricultores tradicionais. Em outros casos, há uma situação de dualismo em que práticas modernas se conjugam com tradicionais. E no outro extremo, não há possibilidades econômicas para os que empregam tecnologias modernas, como no caso dos produtos básicos. É importante destacar que o fato dos produtores modernos terem rendimentos relativamente maiores não implica que os agricultores tradicionais estejam economicamente desajustados, uma vez que dotados de solos férteis e clima favorável, conseguem retornos financeiros satisfatórios, os quais não seriam alcançados se da adoção de tecnologias modernas (PAIVA, 1975).

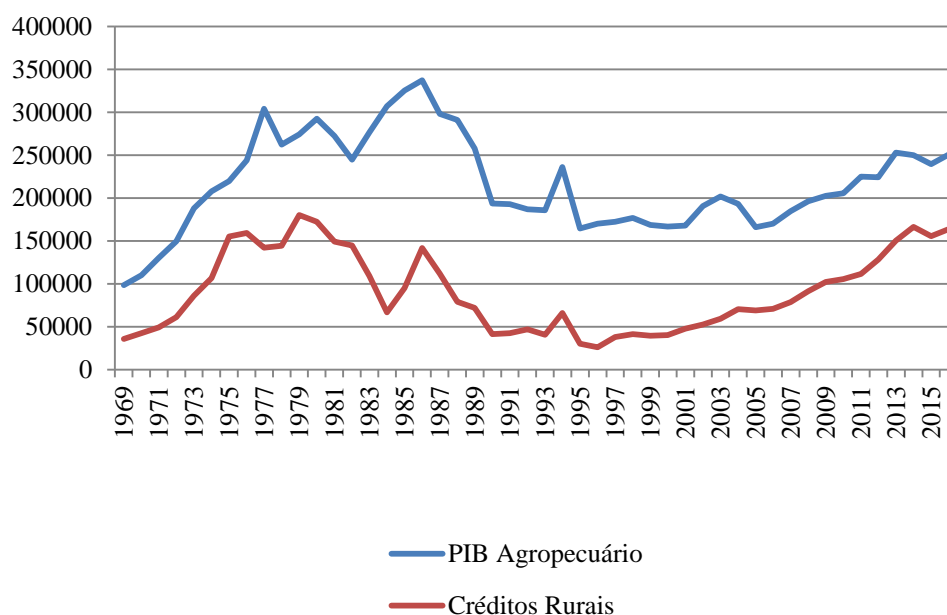
A quarta e última etapa do processo de diversificação agrícola data da década de 1990 e retrata a formação de dois pólos antagônicos. Um deles representado pelos defensores de um aprofundamento do padrão tecnológico advindo da Revolução Verde e seu viés produtivista, através da utilização de sementes transgênicas, intensificação do uso de insumos externos e melhora da produtividade dos fatores de produção (terra e trabalho), em prol do aumento das exportações de alimentos e matérias-primas em forma de *commodities*. E o outro pólo formado por críticos ao modelo agrícola moderno e seu fracasso em resolver problemas tais como a pobreza, poluição, riscos alimentares e perda da biodiversidade. Esse pólo reúne iniciativas e formas de produção nem sempre convergentes, mas que possuem em comum o propósito político de negar a intensificação tecnológica da agricultura moderna como modelo ideal de produção.

Quanto aos esforços do governo na adoção e difusão de tecnologias modernas, é sabido que a Revolução Verde chegou ao Brasil atraída por vários tipos de políticas de fomento agrícola, dentre as quais se destacam as de disponibilização de crédito para aquisição

de máquinas e insumos, e a criação de instituições de pesquisa e apoio à difusão de tecnologias (DELGADO, 1985).

Em relação à política creditícia, foi criado em 1965 o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) que se tornou o principal instrumento de incentivo à produção. No Gráfico 1, é ilustrada a evolução de recursos destinados à política agrícola desde a década de 60 até ano de 2016 tal como a evolução do PIB agropecuário no mesmo período. Tais recursos foram destinados a três finalidades: crédito de investimento (como estímulo à adoção de tecnologias intensivas em capital), comercialização (transporte do produto no tempo evitando concentração da oferta no período da safra) e custeio (compra de insumos químicos e sementes melhoradas).

Gráfico 2 - Evolução de recursos destinados à política agrícola e do PIB agropecuário 1969-2016



Fonte: Bacen, IBGE, FGV

Valores em milhões R\$

Atualização pelo índice médio anual do Índice Geral de Preços (IGP-DI) - 2006

Constata-se, salvo breves períodos, uma vinculação estreita entre o volume concedido de créditos e o PIB agropecuário desde a criação do SNCR até o ano de 2016. As décadas de

60 e 70 apresentaram uma oferta abundante de recursos oriundos especialmente do Tesouro Nacional para a implantação de tecnologias modernas na agricultura, favorecidas por uma política de créditos subsidiada e dirigida para o aporte de insumos modernos. Exemplo disso foi o Plano Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA) criado em meados da década de 70, cuja liberação do crédito rural passa a estar condicionada ao uso obrigatório dos agrotóxicos. Foi visando à auto-suficiência na produção de defensivos agrícolas que o governo criou o PNDA o qual, além do forte apoio da política creditícia rural, recebeu fortes estímulos fiscais como a isenção dos impostos sobre circulação de mercadorias (ICM), isenção dos impostos sobre produtos industrializados (IPI) e isenção ou redução das tarifas de importação desses produtos (PASCHOAL, 1983).

Além do crédito condicionado ao uso de insumos modernos, a agricultura moderna se beneficiou com créditos subsidiados. O artigo 14 da Lei 4.595/65 definiu sobre os encargos financeiros do crédito rural, limitando as taxas incidentes sobre esse a $\frac{1}{4}$ das taxas praticadas nas operações bancárias do crédito mercantil, evidenciando-se assim os subsídios implícitos⁵ dessas operações. As taxas nominais de juros eram fixadas em níveis inferiores aos praticados em outros empréstimos, o que resultou em taxas reais negativas, especialmente de 1974 a 1993 (ARAÚJO et al., 2007).

Com a crise fiscal vivenciada pelo Estado brasileiro nos anos 80 e o consequente aumento das taxas de inflação, houve um deslocamento da ênfase dada pelo Estado à política de crédito, que passou a focar nas políticas de garantia de preços mínimos. Os reflexos da crise são percebidos na evolução do PIB que apresentou tendência de queda em meados da década de 80, com sinais de recuperação em meados da década seguinte, quando da criação do Plano Real em 1995. Um novo padrão de financiamento se instaurou desde a década de 80, com contração dos recursos financeiros de fontes governamentais, agora menos dependente do Tesouro Nacional e com maior participação de fontes oriundas do setor privado. Ainda assim o aumento da disponibilidade de crédito verificada a partir de 1996 se deu graças à participação do Tesouro que assumiu os gastos da equalização dos juros, revisou as dívidas negociadas (com parcela significativa do passivo assumido pelo Tesouro) e criou novas linhas de crédito para investimento (BACHA; SILVA, 2005). O montante de créditos disponibilizados em 2014 destaca-se por quase se equiparar ao maior montante de recursos já

⁵ Subsídios implícitos ocorrem quando a taxa de juros praticadas nos empréstimos são inferiores à taxa de inflação de modo que o retorno do empréstimo torna-se inferior ao valor real do mesmo, evidenciando-se assim uma transferência de recursos.

disponibilizados à atividade agrícola desde a chegada da Revolução Verde no Brasil (valor disponibilizado no ano 1979), evidenciando que o forte apoio governamental via política creditícia não se limitou ao período de implantação do projeto de modernização.

Em relação à criação de instituições de pesquisa e apoio à difusão de tecnologias, destaca-se a importância da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) na reestruturação da pesquisa agrícola para a transição da agricultura brasileira de uma indústria baseada em recursos naturais para uma indústria baseada em tecnologia. A implantação do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária no início dos anos 70, cujo órgão central é a EMBRAPA, veio acompanhada de nova proposta técnico-metodológica de adaptação e difusão de tecnologia: o pacote tecnológico, definido como um conjunto de práticas que se articulam entre si e são utilizados indivisivelmente na lavoura, segundo padrões estabelecidos pela pesquisa (interromper o uso da combinação de insumos e máquinas leva ao risco de invalidar os resultados da exploração agrícola). A pesquisa aplica-se a todas as etapas do processo de produção agrícola, compondo um todo organizado e interdependente que é, por fim, transferido ao agricultor, em que o sucesso da atividade produtiva depende, portanto, do uso completo do pacote tecnológico o qual compõe de determinadas tecnologias a cada etapa da produção como máquinas e equipamentos, no preparo do solo; calagem para a correção do solo, adubação e insumos químicos no combate às pragas e uso de sementes melhoradas. Trata-se de uma pesquisa aplicada, focada na produção e seus resultados.

Sob uma perspectiva mundial, o pacote tecnológico representa a transferência da capacidade de uso de um padrão tecnológico internacional decorrente da mundialização do processo produtivo. Trata-se da inserção da agricultura brasileira no sistema produtivo mundial. A internacionalização das economias subdesenvolvidas fez necessária a intervenção do Estado nos sistemas produtivos de modo a adaptá-los à divisão internacional do trabalho. Esse processo de inserção da economia brasileira no sistema produtivo mundial confere à agricultura brasileira papéis específicos na divisão internacional do trabalho em que a intensificação de inovações técnicas leva à homogeneização das técnicas produtivas voltadas para os produtos exportáveis, resultando na especialização da produção (AGUIAR, 1986).

2.2 Enfoque evolucionário do processo de modernização da agricultura

A história das inovações radicais (computador, celular, internet etc) está repleta de exemplos da importância do Estado por trás do avanço bem sucedido dessas inovações.

Segundo Dosi (1982 e 1988), o mecanismo de seleção imposto por forças institucionais, a exemplo das políticas públicas, exerce um papel fundamental no processo de adoção deste tipo de inovação. A ação do Estado é exercida em dois momentos distintos. Em deles, chamado pela autora de seleção *ex ante*, o governo via políticas públicas cria incentivos para que um determinado conhecimento tecnológico pré-existente receba recursos para sua transformação em uma inovação. No segundo momento conhecido como seleção *ex post*, o governo com suas políticas públicas pode assegurar o sucesso de mercado desta inovação, forçando mudança nos preços relativos ou criando demanda em favor do novo produto ou processo criado pela inovação.

A lógica do processo de adoção e difusão das tecnologias associadas à Revolução Verde parece reproduzir o mesmo processo observado com outras inovações. Os conceitos de paradigmas tecnológicos e de trajetórias tecnológicas é um bom caminho teórico para que se possa apreender melhor esta lógica.

Segundo Dosi (1988), alguns fatos estilizados definem o processo de inovação. O primeiro dele é que os resultados técnicos dos esforços inovativos não podem ser conhecidos *ex-ante*, pois o que é procurado, ainda que orientado pelo lucro, não é conhecido com precisão, visto que as inovações referem-se à procura, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, processos e formas de organização. A inovação pressupõe, portanto, incerteza não só decorrente da falta de informação relevante, mas também da impossibilidade em se precisar as conseqüências de certas ações e do fato de haver soluções desconhecidas para problemas técnico-econômicos. O segundo fato estilizado refere-se à importância dos avanços nos conhecimentos científicos como fonte de oportunidades abertas por novas tecnologias. Inovações tecnológicas levam a avanços científicos simultâneos em diferentes áreas, como da termodinâmica à biologia, mecânica, etc. O terceiro deles refere-se à crescente e complexa necessidade de integrar a atividade de pesquisa formal à atividade manufatureira, uma vez que as pesquisas passaram a se orientar mais para laboratórios de P&D (públicos e privados) e universidades do que para pesquisas individuais (inovadores individuais). Complementando esse último, o próximo fato estilizado é que o número de inovações e melhorias técnicas se originam do *learning-by doing* e do *learning-by-using*, de modo que o aprendizado se dá com o uso e melhora do processo produtivo através de atividades informais e quotidianas de soluções de problemas. Daí deriva-se o último fato estilizado de que a mudança tecnológica é um processo cumulativo. Exclui-

se, portanto, qualquer caráter aleatório das atividades de inovação. São elas na realidade altamente seletivas, seguindo um caminho de busca e seleção que se dá dentro da lógica do mercado e que possibilita inovações contínuas e cumulativas em função das tecnologias já em uso e da capacidade das firmas em conjugar os diferentes tipos de conhecimentos acumulados.

Os conhecimentos acumulados podem ser desenvolvidos por organizações formais como universidades e laboratórios de P&D públicos, os quais têm difusão ampla via manuais e publicações técnico-científicas (incluem-se aí a pesquisa básica e tecnologias de processos e produtos como sementes melhoradas de variedade pura, novos métodos de preparo do solo, dentre outros); por conhecimentos privados (tecnologias em produtos, normalmente protegidos por patentes e comercializáveis como sementes híbridas, defensivos, adubos, animais geneticamente desenvolvidos, etc.) e conhecimentos tácitos que são específicos ao processo de aprendizagem.

As proposições acima explicitam uma visão dinâmica, interativa e cumulativa do processo de inovação e definem o que Dosi chamou de paradigma tecnológico. Um paradigma tecnológico é definido por Dosi (1984) como um modelo de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseados em princípios selecionados derivados das ciências naturais e em tecnologias selecionadas, com forte poder de exclusão uma vez que as pesquisas são focadas em um caminho tecnológico, fechando-se para outras direções. As inovações tecnológicas seriam alternativas incrementais, frutos da evolução de uma trajetória tecnológica subordinadas a um paradigma tecnológico. A busca por inovações não seria, portanto, aleatória visto que o paradigma apresenta um caminho delineado. Assim, as tecnologias se desenvolvem ao longo de trajetórias moldadas nas propriedades técnicas específicas e na acumulação de conhecimento incorporado em cada paradigma tecnológico.

Por definição, a inovação radical representa, portanto, o momento em que algum paradigma tecnológico vem ao mundo. O desdobramento tecnológico desta inovação ao longo do tempo é sua trajetória tecnológica. A evolução do paradigma tecnológico ou trajetória tecnológica não pode ser, em hipótese alguma, prevista. Mesmo assim, é possível identificar propriedades gerais da evolução dos paradigmas tecnológicos. Em primeiro lugar, a chegada de novos paradigmas tecnológicos no mundo é um fenômeno relativamente raro quando comparado ao fluxo total de inovações. O caráter de radicalidade de um novo paradigma tecnológico se faz em um contexto de total incerteza ou de incerteza substantiva. Nos termos

de Simon (1997), tal incerteza está relacionada à incapacidade de se prever eventos futuros, visto que os agentes, apesar de racionais, são limitados quanto à capacidade de processamento das informações (limites cognitivos) com que se deparam em suas atividades diárias ao se defrontarem com diferentes problemas (eventos exógenos) de complexidades diversas. Existe, portanto, um estoque de conhecimento tecnológico potencialmente inovador, mas a quase totalidade deste estoque de novos conhecimentos tecnológicos nunca vai se concretizar como uma inovação. São necessárias forças de mercado e/ou institucionais fortemente estimuladoras para que sejam criadas as primeiras firmas que irão transformar o conhecimento tecnológico em uma mercadoria radicalmente nova.

As novas firmas vão se deparar com enormes desafios de mercado para alcançar sucesso com o novo produto e/ou processo. Por definição, o paradigma é uma heurística de busca, podendo este limitar ou abrir um leque de possibilidades de aperfeiçoamento/desenvolvimento. Uma grande barreira que se impõe em geral são os elevados custos relativos ao uso da nova tecnologia. Neste caso, muitas vezes são necessários suportes institucionais, a exemplo de subsídio ou de compras governamentais para evitar que as firmas pioneiras fracassem. Vencidas as etapas de seleção *ex ante* e de seleção *ex post*, o paradigma evolui em sua trajetória. Mas outros tipos de fatores entram em cena. Em muitos casos, o mesmo paradigma faz surgir diversas trajetórias, a exemplo do motor de combustão interna, que extrapolou a produção de veículos de passageiros, para transporte de carga rodoviária, ferroviário, marítimo e aeroviário, além de motocicletas e outros veículos leves.

Outro aspecto importante da evolução de um paradigma tecnológico, o qual está diretamente ligado ao interesse desta pesquisa, refere-se ao processo de co-evolução entre trajetórias tecnológicas e paradigmas tecnológicos. O avanço tecnológico de um paradigma cria “gargalos” técnico-econômicos, fazendo surgir demandas reprimidas, o que se desdobra em forças estimuladoras da busca por novos conhecimentos tecnológicos para colocação de novos produtos e/ou novos processos no mercado. A indústria automobilística ilustra muito bem este fenômeno. A invenção da borracha sintética, um novo paradigma tecnológico da época, veio ao mundo claramente por conta da demanda de pneumáticos da indústria automobilística. A revolução do plástico segue a mesma história junto a indústria da borracha.

A descoberta de compostos orgânicos sintéticos foi o primeiro passo para o processo de modernização da agricultura. Esta tecnologia foi desenvolvida no começo do século XIX, mas somente a partir da segunda II Grande Guerra que a tecnologia dos compostos sintéticos

começou a ser explorada para fins da produção agrícola. Uma breve digressão sobre a conversão desta tecnologia em um novo paradigma tecnológico, com seu respectivo desenvolvimento, indica que as forças indutoras da adoção de adução química e de todas as demais tecnologias que revolucionaram a produção agrícola vão muito além dos incentivos de mercado. O pacote tecnológico mundialmente disseminado foi produto de um esforço coordenado entre governos e companhias industriais, em que os atores do setor agrícola pouco provavelmente tiveram alguma autonomia nas suas escolhas tecnológicas. Um breve histórico sobre o fenômeno que ficou conhecido como Revolução Verde serve para demonstrar este fato.

A Revolução Verde foi um programa criado no período pós-guerra (1939-1945), historicamente marcado por novas transformações da economia mundial, e tinha o objetivo explícito de aumentar a produção e a produtividade agrícola no mundo através de técnicas modernas que abrangeram tecnologias físicas (como a biotecnologia tradicional que reunia técnicas de melhoramento de plantas e solo, e o controle de pragas), químicas (fertilizantes e agrotóxicos) e mecânicas (implementos e tratores). Com a finalidade de criar capacidade científica e tecnológica para produzir as mudanças técnicas sugeridas, diversos institutos de pesquisa agrícola foram instalados pelo mundo financiados, em sua fase pioneira que se estendeu de 1945 a 1963, pela Fundação *Rockefeller*. Essa primeira fase contemplou países como o México, Filipinas, Brasil, além dos Estados Unidos, onde foram feitas importantes pesquisas e experiências com determinados produtos agrícolas. A partir de 1965 se inicia o período de expansão desse projeto sob influência de corporações multinacionais interessadas em difundir suas empresas e interesses. Tem-se então como objetivo implícito da Revolução Verde o atendimento aos interesses econômicos desses grupos internacionais através do fortalecimento do capital industrial com a venda dos insumos agrícolas modernos. E o Estado, em um ato de subordinação ao capital internacional, teve importante participação nesse processo ao assumir a responsabilidade de concretizar a implantação desse programa, o que foi feito através da criação de centros nacionais de pesquisa que produziam e disseminavam as tecnologias dos centros de pesquisa internacionais (BRUM, 1985).

Trazendo a análise da Revolução Verde para o século XXI, pode-se concluir que o paradigma moderno atingiu sua fase de maturação, marcada pela saturação dos mercados, quando os produtos se padronizam e as inovações incrementais já não são capazes de aumentar a produtividade agrícola. Na fase de maturação, as oportunidades de investimento se

reduzem, uma vez que as inovações vão se tornando escassas. Os avanços tecnológicos tornam-se pouco relevantes e não alteram a base de conhecimento existente. As firmas procuram então aprimorar seu processo de aprendizagem tecnológica em busca de estratégias que as mantenham no mercado através de vantagens competitivas. A evolução da biotecnologia nas práticas agrícolas exemplifica a tentativa de continuidade do paradigma tecnológico determinado pela Revolução Verde. As trajetórias das firmas desse ramo privilegiaram a estratégia de desenvolver sementes resistentes ao uso de agrotóxicos, de modo a exigir maior consumo desses, dando sobrevida ao paradigma já instaurado (ALBERGONI; PELAEZ, 2007).

As sementes transgênicas, apesar de terem dado uma sobrevida ao paradigma, não revolucionaram a produção agrícola visto que a tendência à estagnação da produtividade agrícola se manteve. Isso pode ser observada ao se analisar os dados divulgados pela Organização das Nações Unidas para a alimentação e a agricultura (FAO, 2005) que compravam uma trajetória de queda da taxa de incremento da produção agrícola mundial, que foi de aproximadamente 50% entre os anos 1961 e 1971, 25% entre 1971 e 1981, 15% entre 1981 e 1991 e 12% entre os anos 1991 e 2001 (ALBERGONI e PELAEZ, 2007). Ao se analisar a produção mundial de grãos (alimento produzido mundialmente em larga escala e responsável por grande parte da alimentação mundial), o período de 1965 a 1990 compreende as fases de difusão inicial e crescimento do paradigma advindo da que Revolução Verde, o crescimento da produtividade foi de 81%. Já no período de 1990-2005 esse crescimento foi de 20% (OCDE, 2011). No caso brasileiro, ao se analisar a taxa de crescimento anual da produtividade total dos fatores de produção, tem-se para o período entre 1970-1995 uma taxa de 2,33% enquanto no período entre 1995-2006 essa taxa foi de 2,13% a.a. evidenciando que apesar de positiva, essa taxa foi inferior ao período anterior (GASQUES, 2010).

3 METODOLOGIA

3.1 Fonte de Dados

Os dados utilizados nesta pesquisa foram obtidos junto às tabelas do Censo Agropecuário de 2006, cujos valores estão agregados em nível de município, os quais representam a unidade de análise desta pesquisa. Optou-se por trabalhar com toda a população

de municípios, visto não ser possível definir um critério espacial de ponderação plenamente robusto para construção de amostras representativas da população de municípios. As análises foram separadas em nível de macrorregiões (Norte, Nordeste, Centro Oeste, Sudeste e Sul), procedimento este que diminui o número de unidades para aplicação da análise de cluster. Isso é recomendado visto que esta técnica não se adequa a grandes números, o que também dispensou a construção de amostras, pois o número de municípios dentro de cada uma dessas regiões não é absurdamente grande.

Foram realizados testes com algumas opções de amostragem em nível de macrorregiões, mas a aplicação da análise de cluster na população de municípios de cada grande região se mostrou igualmente eficiente para com os testes de robustez da análise, ao mesmo tempo em que se eliminaram os problemas de representatividade.

3.2 Variáveis usadas como critério de agrupamento

A heterogeneidade estrutural da produção agrícola brasileira é um fator por demais conhecido. No geral, pode se identificar três grandes grupos: produção genuinamente capitalista, a produção familiar tecnificada e a produção familiar tradicional. Na presente pesquisa, o foco está voltado para a dimensão tecnológica, incluindo apenas um indicador de natureza social: o nível de assalariamento da força de trabalho, usado para melhor identificar a produção capitalista em relação à produção familiar tecnificada.

Nas planilhas do Censo pode se encontrar um conjunto de variáveis passíveis de serem indicadoras do nível de tecnologia, as quais estão resumidas no Quadro 1. Trata-se da descrição dos gastos anuais relativos ao uso dos insumos, máquinas e implementos agrícolas utilizados pelos estabelecimentos. Para cada uma dessas variáveis é identificado o número de estabelecimentos no município que utiliza tais insumos e implementos. Com isso, optou-se pelo uso do valor médio dessas variáveis por estabelecimento de cada município.

Quadro 1 - Descrição das variáveis indicadoras do nível de tecnologia

(continua)

Variáveis	Descrição das Variáveis	Código
X ₁	Valor das despesas com adubo por estabelecimento	Adubo/estab
X ₂	Valor da despesa com agrotóxico por estabelecimento	Agrot/estab
X ₃	Valor das despesas com corretivo por estabelecimento	Corretivo/estab

(conclusão)

Variáveis	Descrição das Variáveis	Código
X ₄	Valor do aluguel de máquinas por estabelecimento	AlMáq/estab
X ₅	Valor dos veículos, máquinas, tratores e implementos por estabelecimento	VTMI/estab
X ₆	Valor das despesas com energia elétrica por estabelecimento	Energia/estab
X ₇	Valor dos salários ⁶ pagos por estabelecimento	Salários/estab

Fonte: IBGE

Os municípios cujos valores ocupam posições mais elevadas para todas essas variáveis terão predominância da produção com maior nível de tecnificação, indicando a prevalência do uso de tecnologias em consonância com o paradigma tecnológica advindo da Revolução Verde (agricultura moderna). Situação oposta indica a prevalência de estabelecimentos com baixo grau de tecnificação, caracterizando dominância do paradigma tradicional. Situações intermediárias podem indicar transição ou incapacidade de adoção plena do paradigma moderno.

3.3 Análise comparativa de desempenho econômico

Nas tabelas do Censo Agropecuário estão disponibilizadas algumas variáveis indicadoras de resultados econômicos e financeiros dos estabelecimentos, as quais estão expostas no Quadro 2. Com base nestas variáveis foi possível construir alguns tipos de indicadores que viabilizaram a comparação de resultados entre os grupos.

Quadro 2 - Definição das variáveis consideradas nos indicadores econômicos

(continua)

Variável	Definição
Valor total de produção	Obtido do produto entre a quantidade produzida em 2006 e preço médio unitário do kg do produto informado.
Pessoal ocupado	Refere-se ao total de trabalhadores que

⁶ O Censo Agropecuário de 2006 segregou as despesas com salários em duas categorias: salários pagos a empregados (permanentes, temporários, etc.) e salários pagos a pessoas com laços de parentesco com o produtor. Em ambos os casos, foram contabilizados os salários pagos em dinheiro ou em produtos, inclusive 13º, salário, férias e encargos.

	trabalharam em atividade agropecuária ou de apoio às atividades agropecuárias, no período de referência.
--	--

(conclusão)

Variável	Definição
Total de despesas	Incluem todas as despesas praticadas no estabelecimento em 2006 referentes a gastos com: adubo, corretivo do solo, agrotóxico, sementes e mudas, sal e ração, sacarias e embalagens, salários, armazenamento e transporte da produção, contratação de serviços, arrendamento de terras, aluguel de máquinas, energia elétrica, combustíveis, compra de animais e de matéria-prima para a agroindústria, medicamentos, impostos e taxas, juros e despesas bancárias, outras despesas.
Área total	Área total ocupada pelos estabelecimentos rurais em cada município.
Valor dos bens	Refere-se ao valor total, com base na data de referência, dos bens imóveis, os quais incluem prédios, instalações e outras benfeitorias; valor das terras (inclusive matas naturais); valor das lavouras permanentes; valor das matas plantadas; e outros bens como veículos, tratores, máquinas, implementos e animais.
Total de dívidas e ônus	Pesquisou-se o valor das dívidas e ônus reais do estabelecimento agropecuário, na data de referência, junto a bancos, agentes financeiros, cooperativas, empresas em geral ou pessoas físicas.

Fonte: IBGE

Com base nessas variáveis foram construídos os seguintes indicadores:

$$\textit{Produtividade da terra} = \frac{\textit{valor de produção}}{\textit{área total}} \quad (1)$$

$$\textit{Produtividade do trabalho} = \frac{\textit{valor de produção}}{\textit{pessoal ocupado}} \quad (2)$$

$$\textit{Despesa por hectare} = \frac{\textit{total de despesas}}{\textit{área total}} \quad (3)$$

$$\textit{Despesa por trabalho} = \frac{\textit{total de despesas}}{\textit{pessoal ocupado}} \quad (4)$$

$$\textit{Margem bruta} = \frac{\textit{valor de produção}}{\textit{total de despesas}} \quad (5)$$

$$\textit{Taxa de lucro} = \frac{(\textit{valor de produção} - \textit{despesas})}{\textit{Valor Imobilizado}} \quad (6)$$

$$\textit{Índice de endividamento} = \frac{\textit{total dívida/ônus}}{\textit{valor de produção}} \times 100 \quad (7)$$

Os agrupamentos com características mais próximas do paradigma moderno provavelmente terão indicadores de produtividade da terra e da mão de obra, assim como despesa por hectare e por mão de obra, mais elevados. Mas, visto que o total das despesas assim como o valor imobilizado são também maiores, resta avaliar se a produção associada ao paradigma moderno apresenta resultados mais favoráveis quanto aos demais indicadores.

A análise comparativa entre esses indicadores é o objetivo principal dessa pesquisa. Vale ressaltar que essas variáveis não foram utilizadas como critério de agrupamento, pois elas não medem diretamente as características tecnológicas da produção. Obviamente, esses indicadores refletem diretamente estas características, a exemplo da produtividade da terra e da mão de obra. Não obstante, se fossem utilizados como critérios de agrupamento, a análise da relação entre adoção de um padrão tecnológico e os seus resultados econômico-financeiros poderia ficar comprometida, visto que o valor da produção pode ser afetado por variáveis ligadas a outros fatores, afora o tecnológico, a exemplo do clima, da fertilidade natural do solo e da composição da produção.

Muitas dessas variáveis não são captadas pelo Censo Agropecuário. Porquanto, se as análises comparativas entre os diversos agrupamentos de cada região apresentarem um padrão de resultados, isso pode sinalizar que as escolhas tecnológicas de fato impactam efetivamente

em outras dimensões, a exemplo do tipo de atividade explorada no estabelecimento. Por conta dessas dúvidas, achou-se por bem não incorporar as variáveis de desempenho nos critérios de agrupamento.

Tradicionalmente, a investigação da multicorrelação entre as variáveis é feita com a Análise Fatorial. No caso desta pesquisa, esta opção não é recomendada devido ao fato de que esta técnica requer a hipótese de que as unidades de pesquisa são qualitativamente homogêneas. No presente caso, admite-se que a variabilidade dos valores dos indicadores entre unidades de produção genuinamente capitalistas e unidades familiares tradicionais, por exemplo, não é apenas uma diferença estatística, mas efetivamente uma diferença qualitativa.

A Análise de Cluster, apesar de ter como base medidas quantitativas, é um método robusto para produção de taxonomias, isto é, identificação de grupos qualitativamente heterogêneos.

3.3.1 Análise de Clusters e os procedimentos de testes

Nesta pesquisa será construída uma taxonomia para agrupamentos de municípios de acordo com as características tecnológicas predominantes entre os seus estabelecimentos rurais. Conforme foi dito anteriormente, o método mais robusto para construção de taxonomias é a Análise de *Clusters*. A intenção é obter uma caracterização estrutural da produção agrícola em cada região do país, de modo a identificar os grupos de estabelecimentos com nível tecnológico mais próximo da revolução verde e os grupos que não sofreram impactos tecnológicos profundos no âmbito de cada região.

O uso deste método permite a construção de uma taxonomia focada principalmente nas características tecnológicas dos estabelecimentos agrícolas, tendo por base critérios de classificação puramente quantitativos.

Segundo Mingoti (2013), esta técnica é a ferramenta ideal para casos em que há um conjunto de dados e busca-se dividi-los em grupos internamente homogêneos e que sejam heterogêneos entre si. Possibilita-se assim a segmentação do conjunto de dados original em grupos que apresentam similaridades entre si. Portanto, dada uma amostra de j objetos cada qual caracterizado por i variáveis, a análise de cluster cria um critério para se agrupar os objetos segundo tais características selecionadas (variáveis), de modo que aqueles com características semelhantes estejam no mesmo grupamento. Os grupos resultantes dessa classificação apresentam um alto grau de homogeneidade interna (*within-cluster*) e alta heterogeneidade externa (*between-cluster*).

As variáveis de agrupamento representam as características utilizadas na comparação dos objetos em análise. Neste caso, o objeto de análise de agrupamento desse estudo é o município brasileiro ⁷. As variáveis escolhidas para o presente estudo referem-se às características que indicam o uso intensivo de capital na produção agrícola, caracterizando assim o tipo de paradigma tecnológica prevalente em cada município.

Para estimar a análise de *cluster*, é necessário considerar alguma medida de similaridade, a qual Hair et al. (2009) definem como uma medida empírica de correspondência ou semelhanças entre os objetos a serem agrupados. A medida de similaridade que será utilizada nesse estudo é a distância euclidiana através do método de Ward uma vez que esse método, além de ser o método mais comum de análise, utiliza os dados padronizados pela média e desvio padrão para evitar distorções nos resultados devido a diferenças de escala e magnitude das variáveis (por isso é também conhecido como Método da Mínima Variância).

Sendo o conjunto de dados constituído por n municípios (que assumem diferentes valores conforme a região considerada) e sete variáveis de análise, o intuito é agrupar os n municípios em diferentes grupos. Cada município terá um vetor de medidas X_j definido no Quadro 1, sendo expresso nos seguintes termos:

$$X_j = [X_{1j} X_{2j} X_{3j} X_{4j} X_{5j} X_{6j} X_{7j}]' \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

onde X_{ij} é o valor observado da variável i medida no município j (MINGOTI, 2013).

A distância euclidiana entre dois municípios l e k compara esses dois municípios em cada variável pertencente ao vetor de observações, tal como a equação (2):

$$d(X_l, X_k) = [(X_l - X_k)'(X_l - X_k)]^{\frac{1}{2}} = \left[\sum_{i=1}^7 (X_{il} - X_{ik})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

O método de Ward é uma técnica hierárquica aglomerativa a qual considera que inicialmente cada município é um único conglomerado e, a cada passo do agrupamento, é calculada a soma de quadrados dentro de cada conglomerado. Tal soma é o quadrado da

⁷ Considera-se que a média do município é uma representação dos estabelecimentos nele contido. O uso do estabelecimento como objeto de análise inviabilizaria a análise de *cluster* diante dos mais de 5 milhões de estabelecimentos presentes em território nacional.

distância Euclidiana de cada município pertencente ao conglomerado em relação ao correspondente vetor de médias do conglomerado, conforme a equação (10):

$$SS_i = \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)' (X_{ij} - \bar{X}_i) \quad (10)$$

onde:

SS_i = soma dos quadrados correspondente ao conglomerado C_i

n_i = número de municípios no conglomerado C_i

X_{ij} = vetor de observações do j -enésimo estabelecimento pertencente ao i -enésimo conglomerado

\bar{X}_i = centróide⁸ do conglomerado C_i

Calcula-se, por fim, a soma de quadrados entre dois conglomerados C_l e C_i representada na equação (10) e, a cada passo do processo de agrupamento, são combinados os dois conglomerados que minimizam a distância abaixo (MINGOTI, 2013).

$$d(C_l, C_i) = \left[\frac{n_l n_i}{n_l + n_i} \right] (X_{ij} - \bar{X}_i)' (X_{ij} - \bar{X}_i) \quad (11)$$

Nota-se claramente que este procedimento resulta em processo contínuo de agrupamentos de conjuntos, não sendo, portanto, uma tarefa simples definir o ponto ideal entre a homogeneidade intra-grupos e a heterogeneidade inter-grupos. Nesta pesquisa adotaram-se três tipos de procedimentos para definição do número de agrupamentos, sendo eles comumente empregados na maior parte das pesquisas. O principal é o teste de pseudo- T^2 , cujos resultados foram aferidos com testes visuais do dendograma e dos gráficos de teia⁹. Em seguida, seguiram-se os demais testes, usando a Análise Simples e Multivariada de Variância (ANOVA e MANOVA).

Segundo Hair et al. (2009), a MANOVA é uma ferramenta útil para avaliar as diferenças entre grupos a partir de múltiplas variáveis dependentes métricas simultaneamente. Do ponto de vista estatístico, a MANOVA analisa a significância estatística da diferença entre médias das variáveis para diversas amostras ou grupos onde:

⁸ O centróide do agrupamento é o meio do agrupamento. Um centróide é um vetor contendo um número para cada variável, onde cada número é a média da variável para as observações nesse agrupamento.

⁹ O teste pseudo- T^2 de Duda e Hart (1973) assemelha-se à estatística t de *student* tradicional elevada ao quadrado, de modo que um valor alto do teste não é desejável, uma vez que implicaria na rejeição da hipótese de que os objetos de um mesmo grupo são semelhantes.

H_0 = vetor de médias entre os grupos são estatisticamente iguais

H_1 = os grupos apresentam médias estatisticamente diferentes

A rejeição da hipótese nula (H_0) implica a validação dos agrupamentos criados pelo método de agrupamento (Análise de *Cluster*), indicando que há heterogeneidade entre os grupos segundo as variáveis selecionadas.

Já a ANOVA é uma técnica de análise de variância entre dois ou mais grupos em que cada variável é testada individualmente para averiguar aquelas que contribuem para a diferenciação entre os grupos (HAIR et al, 2009).

O programa estatístico utilizado para a Análise de *Cluster* e realização dos testes anteriormente citados foi o STATA 2011.

4 RESULTADOS

Essa seção está subdividida em duas partes. A primeira delas apresenta os resultados da Análise de *Cluster*, acompanhada dos testes estatísticos (pseudo- T^2 , MANOVA e ANOVA) e qualitativos (dendograma e gráficos de teia) de validação dos agrupamentos para cada região brasileira (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul).

Feita as escolhas dos grupos com base no valor médio de cada variável utilizada como critério de agrupamento – indicadoras do nível tecnológico prevalente em cada município – serão identificados o (s) grupo (s) que melhor representam o nível tecnológico condizente com o paradigma tecnológico moderno e tradicional.

A segunda subseção apresenta a análise econômica comparativa de produtividade, rentabilidade, retorno sobre o investimento e grau de endividamento, limitada aos dois grupos representantes dos paradigmas moderno e tradicional¹⁰.

4.1 Resultados da Análise de Grupamentos

Em vista de identificar os grupos representantes dos paradigmas tecnológicos moderno e tradicional, foi feita uma Análise de *Cluster* para cada região brasileira e os respectivos procedimentos de testes para validação dos grupamentos.

¹⁰ A análise dessa e das demais regiões será feita com base nos grupos extremos uma vez que os grupos intermediários podem representar um paradigma em transição.

4.1.1 Região Sul

A região Sul é formada por 1.188 municípios, sobre os quais foram aplicados a Análise de Cluster. A Tabela 2 mostra os resultados do teste pseudo-T². Nota-se que os resultados foram por demais satisfatórios, pois não ocorreu ambigüidade a respeito do número ideal de cluster, sendo o número quatro a única opção para o total de agrupamentos.

Tabela 2 - Valor da estatística pseudo-T² para os agrupamentos - Região Sul

Número de Grupamentos	Pseudo-T ²
1	129.84
2	31.71
3	8.83
4	3.27
5	492.22
6	5.00
7	20.83
8	64.77

Fonte: Elaborado pela autora

O dendograma da Região Sul na Figura 1 confirma claramente que a opção de quatro (4) permite agregar unidades mais homogêneas dentro de cada grupo, e separar as unidades mais heterogêneas. Esta divisão entre os municípios em quatro agrupamentos resulta numa distribuição em que o Grupo 1 fica composto por 895 municípios (75,34%), Grupo 2 composto por 237 municípios (19,95%), Grupo 3 composto por 45 municípios (3,79%) e Grupo 4 composto por 11 municípios (0,93%).

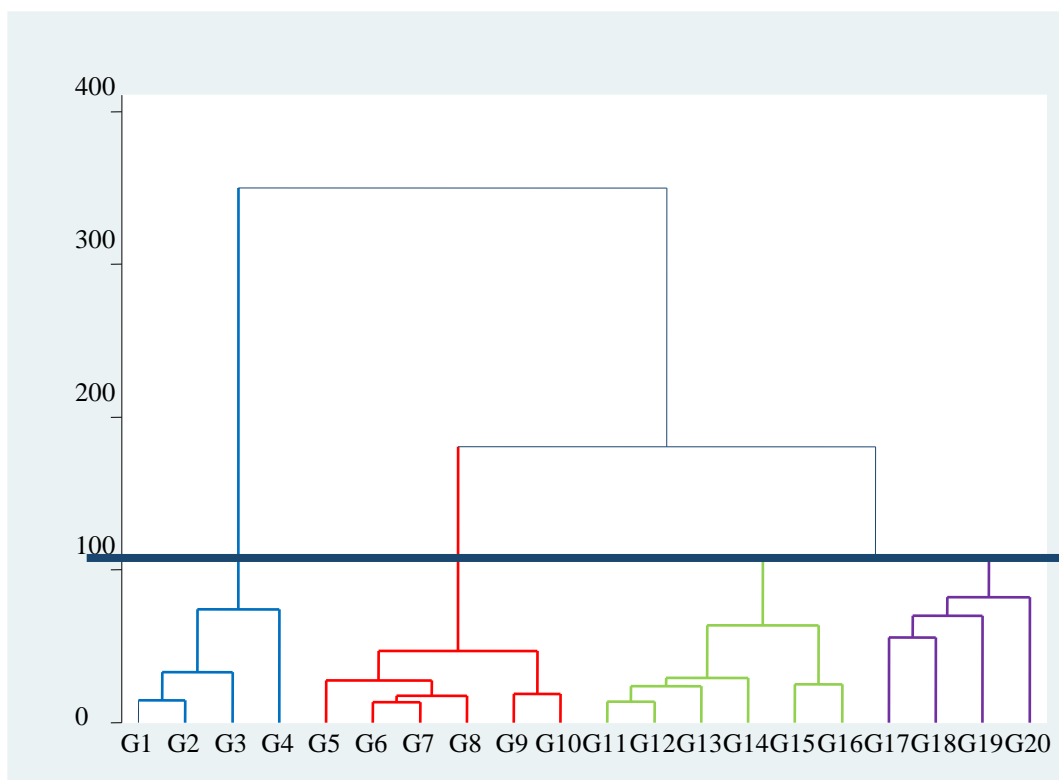


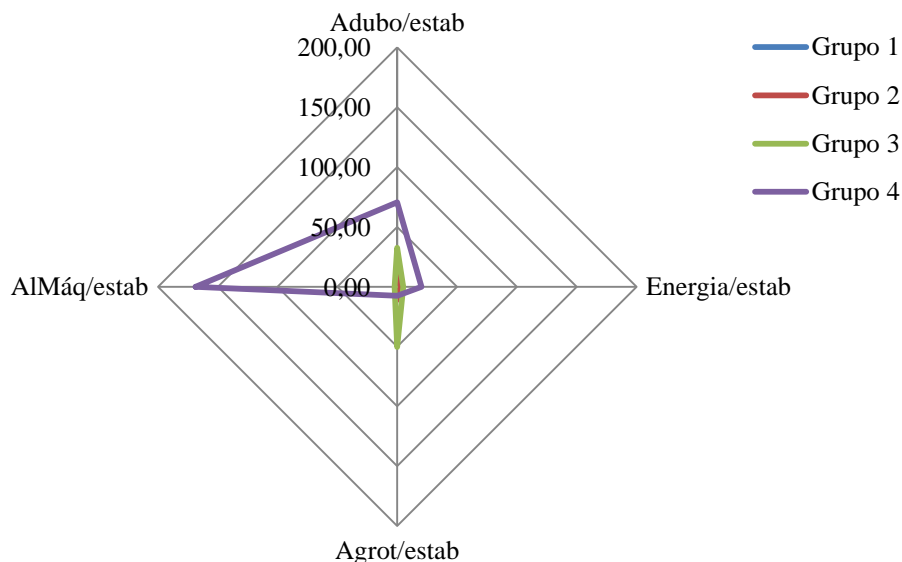
Figura 1: Dendrograma Região Sul

As diferenças entre esses grupos se tornam mais nítidas quando se observa os gráficos de teia desta região, representados pelos Gráficos 3 e 4. Dados os valores médios¹¹ das variáveis ilustrados a seguir, vê-se que o Grupo 4 se destaca pela utilização relativamente alta de capital, sendo então o grupo que melhor representa o paradigma moderno na Região Sul, enquanto o Grupo 1, com valores relativamente inferiores aos do Grupo 4, os quais se tornam imperceptíveis no gráfico devido à grande diferença para com o grupo mais intenso¹², é o que melhor representa o paradigma tradicional.

¹¹ Os valores médios referentes a todos os grupos dessa e demais regiões estão expostos no Apêndice A.

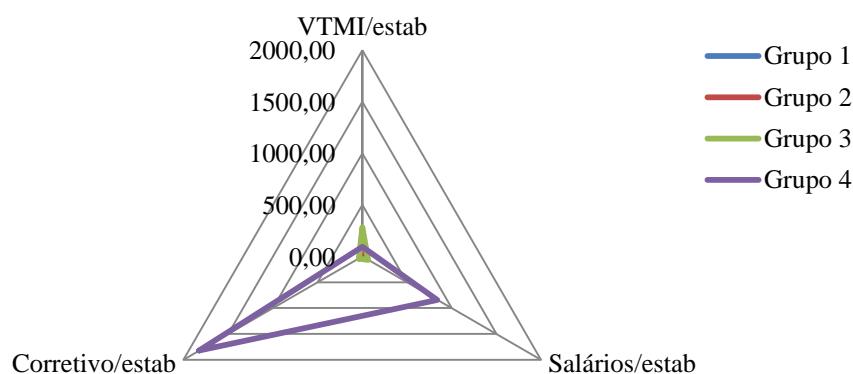
¹² Para uma análise mais detalhada, acesse o Apêndice A.

Gráfico 3 - Variáveis “Adubo/estab” (despesas com adubo por estabelecimento), “AlMáq/estab” (valor do aluguel de máquinas por estabelecimento), “Energia/estab” (despesas com energia por estabelecimento) e “Agrot/estab” (despesas com agrotóxico por estabelecimento) – Região Sul



Fonte: Elaborado pela autora

Gráfico 4 - Variáveis “VTMI/estab” (valor dos veículos, tratores, máquinas e implementos por estabelecimento), “Salários/estab” (valor dos salários por estabelecimento) e “Corretivo/estab” (despesas com corretivo por estabelecimento) – Região Sul



Fonte: Elaborado pela autora

A indicação de heterogeneidade entre esses grupos, caracterizada pela significância estatística da diferença nas médias de duas ou mais variáveis pode ser avaliada pelos testes

MANOVA E ANOVA, mostrados nas Tabelas 2 e 3. A MANOVA é um teste estatístico que utiliza quatro medidas diferentes para avaliar a significância estatística entre grupos quanto ao conjunto de variáveis consideradas, os quais podem apresentar resultados diferentes para uma mesma análise. São eles: Lambda de Wilks (também chamado de critério de máxima verossimilhança, estatística U ou F multivariado), Critério de Pillai, Traço de Hotelling e a maior raiz característica de Roy. Essas quatro medidas testam a validade da hipótese nula (hipótese de igualdade de vetores de médias sobre as variáveis) e conforme resultado exposto na tabela 3 tem-se, para cada uma das quatro medidas, a rejeição da hipótese de igualdade ao nível de 99% de confiança, confirmando assim a heterogeneidade dos grupos.

Tabela 3 - Análise de MANOVA considerando 4 agrupamentos Região Sul

Medidas estatísticas	Nível de significância (Prob>F)
Lambda de Wilks	0.0000***
Critério de Pillai	0.0000***
Traço de Hotelling	0.0000***
Maior raiz característica de Roy	0.0000***

Fonte: Elaborado pela autora

*** - Significativo a 1%

A análise de variância univariada (ANOVA) testa a hipótese nula de que a média de uma única variável é igual para todos os grupos considerados, de modo que ela não contribua para a diferenciação entre eles. Considerando os 4 grupos em análise (os quais resultam para efeito de cálculo em 3 graus de liberdade¹³), os valores calculados da estatística F¹⁴ para cada uma das sete variáveis consideradas nesse estudo e seus correspondentes níveis de significância indicam rejeição da hipótese nula, confirmando a significância estatística de cada variável individualmente na diferenciação entre os grupos, a um grau de confiança de 99%.

¹³ Para análise ANOVA faz-se necessário o cálculo dos graus de liberdade, os quais são obtidos reduzindo-se uma unidade do número de grupos considerados.

¹⁴ A estatística F mede a razão entre as estimativas de variância entre grupos e de variância dentro dos grupos. Como as diferenças entre grupos tendem a aumentar o numerador, grandes valores da estatística F levam à rejeição da hipótese nula (Hair et al, 2009).

Tabela 4 - Análise de ANOVA para os agrupamentos da Região Sul

Variáveis	Valor da estatística F	Graus de Liberdade	Nível de significância (Prob>F)
Agrot/estab	289.09	3	0.0000***
Corretivo/estab	39.24	3	0.0000***
Salários/estab	494.11	3	0.0000***
AlMáq/estab	40.10	3	0.0000***
VTMI/estab	407.05	3	0.0000***
Energia/estab	139.42	3	0.0000***
Adubo/estab	61.40	3	0.0000***

Fonte: Elaborado pela autora

*** - Significativo a 1%

Com essa diferença estatística entre os grupos, viabiliza-se a separação entre dois grupos que se formaram no processo de evolução da estrutura agrícola no Brasil. O grupo moderno, que no caso da Região Sul está representado no Grupo 4, e um grupo tradicional, representado pelo Grupo 1, no qual foram preservadas as tecnologias menos intensiva em capital, os quais não se integraram no processo de mudança tecnológica advindo da Revolução Verde.

No apêndice A, tem-se os valores médios de cada variável de agrupamento, na qual pode se verificar as enormes diferenças entre os Grupos 1 e 4. Os demais grupos ocupam posições intermediárias, com algumas características pendendo para o grupo moderno e outras para o grupo tradicional. Por este fato, esses grupos intermediários não podem ser vistos com representação do paradigma moderno nem do paradigma tradicional.

A título de ilustração, serão apresentados os cinco principais municípios dos Grupos 1 e 4 (escolhidos de acordo com o maior valor de produção total realizado no ano de 2006) e descritos com base nas variáveis técnicas consideradas nesse estudo. Dentre os municípios que compõem o Grupo 1 e representam o paradigma tradicional, destacam-se: São Cristóvão do Sul (SC), Lapa (PR), Chapecó (SC), São Francisco de Paula (RS) e Piratini (RS).

Tabela 5 - Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma tradicional (Região Sul)

Município	Adubo/ estab	Corretivo /estab	Agrot /estab	AlMáq /estab	VTMI /estab	Salário /estab	Energia/ estab
S.Cristóvão Sul	4,22	6,64	1,51	-	32,14	12,08	2,04
Lapa	5,07	3,77	5,53	1,42	47,17	16,24	0,74
Chapecó	2,86	1,91	1,25	1,15	49,68	36,60	2,59
S.Francisco Paula	4,55	3,36	9,98	3,07	43,38	17,83	1,49
Piratini	5,15	2,94	8,05	0,55	19,51	12,45	2,14

Valores em R\$mil

Dentre os municípios representantes do paradigma tradicional em Santa Catarina, Chapecó apresenta os maiores gastos com veículos, máquinas, tratores e implementos (R\$49.680 por estabelecimento) ao longo do ano de 2006, além dos gastos com salários e energia (R\$36.600 e R\$2.590 por estabelecimento, respectivamente). Em seguida, São Francisco de Paula se destaca pelos gastos com agrotóxicos (R\$9.980 por estabelecimento) e aluguel de máquinas (R\$3.070 por estabelecimento). Esse município se destacou como importante produtor de maçã, ocupando a 12ª posição no ranking nacional de produtores de maçã no ano de 2006. Dentre as Unidades Estaduais da Federação, o estado de Santa Catarina ocupa 8ª posição no ranking de participação dos estados no valor de produção agrícola brasileira enquanto Paraná e Rio Grande do Sul ocupam 4ª e 3ª posição respectivamente. Lapa foi o único município do Paraná representante do paradigma tradicional, o qual se destaca dentre os dez maiores produtores de feijão do Brasil ocupando a 8ª posição (IBGE, 2006). São Cristóvão do Sul apresentou os maiores gastos com corretivo (R\$6.640 por estabelecimento) enquanto Piratini se destacou pelos gastos com adubos (R\$5.150 por estabelecimento).

Os valores apresentados na Tabela 5 são relativamente inferiores quando comparados àqueles referentes aos municípios representantes do paradigma moderno. Os cinco principais municípios que compõem o Grupo 4 e representam o paradigma moderno são: Porecatu (PR), Corupá (SC), Cambará (PR), São João do Ivaí (PR) e Barra do Quaraí (RS). Os valores

referentes aos gastos com emprego de capital e salários por estabelecimento ao longo do ano de 2006 para esses municípios estão expostos na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma moderno (Região Sul)

Município	Adubo/ estab	Corretivo/ estab	Agrot/ estab	AlMáq/ Estab	VTMI/ estab	Salário/ estab	Energia/ estab
Porecatu	55,43	29,74	96,48	1.188,96	722,49	517,50	8,40
Corupá	5,68	2,34	2,43	0,82	39,07	27,33	75,02
Cambará	7,71	8,61	6,08	13,16	209,29	313,49	71,80
S. João do Ivaí	6,12	5,19	8,01	5,25	62,40	1.559,28	1,23
Barra do Quaraí	236,76	23,75	46,47	-	414,92	35,19	74,40

Valores em R\$mil

Porecatu se destaca devido aos altos valores despendidos com corretivos (R\$29.740 kpor estabelecimento), agrotóxicos (R\$96.480 por estabelecimento), aluguel de máquinas (R\$1.188.960 por estabelecimento) e com veículos, máquinas, tratores e implementos (R\$722.490 por estabelecimento). Os maiores gastos com adubo foram no município de Barra do Quaraí onde foram gastos R\$ 236.760 por estabelecimento. Esse município ocupou a 11ª posição no *ranking* de maiores produtores de arroz no Brasil em 2006. Corupá apresentou os maiores gastos com energia (R\$75.020 por estabelecimento) e foi destaque no *ranking* de maiores produtores nacionais de bananas do país, ocupando a 2ª posição (IBGE, 2006).

4.1.2 Região Sudeste

A Região Sudeste conta com o total de 1.668 municípios. Os valores referentes ao teste pseudo-T² podem ser visto na Tabela 5, na qual o valor menor sugere a formação de sete (7) grupos. No entanto, existem valores muito próximos deste mínimo, sugerindo a possibilidade de formação de uma taxonomia com um número menor de grupos sem comprometimento do princípio da heterogeneidade intergrupos.

Tabela 7 - Valor da estatística pseudo- T^2 para os agrupamentos - Região Sudeste

Número de Grupamentos	Pseudo- T^2
1	255.02
2	142.24
3	4.53
4	88.39
5	2.66
6	1.92
7	1.17
8	70.69

Fonte: Elaborado pela autora

De fato, observando o dendograma da Região Sudeste na Figura 2, nota-se que o ponto de corte para formação de 7 grupos está muito próximo de ponto de corte para 5 grupos. Esse maior adensamento reduz a formação de grupos atípicos, o que é salutar em termos de construção de taxonomia, melhorando também a qualidade dos testes estatísticos (MANOVA e ANOVA) para verificação da heterogeneidade inter grupos.

Com a escolha de cinco grupos, a taxonomia para a região Sudeste fica constituída do Grupo 1 com 931 municípios (55,82%), o Grupo 2 conta com 596 municípios (35,73%), o Grupo 3 é formado por 104 municípios (6,24%), o Grupo 4 por 14 municípios (0,84%) e o Grupo 5, por fim, é composto por 23 municípios (1,38%).

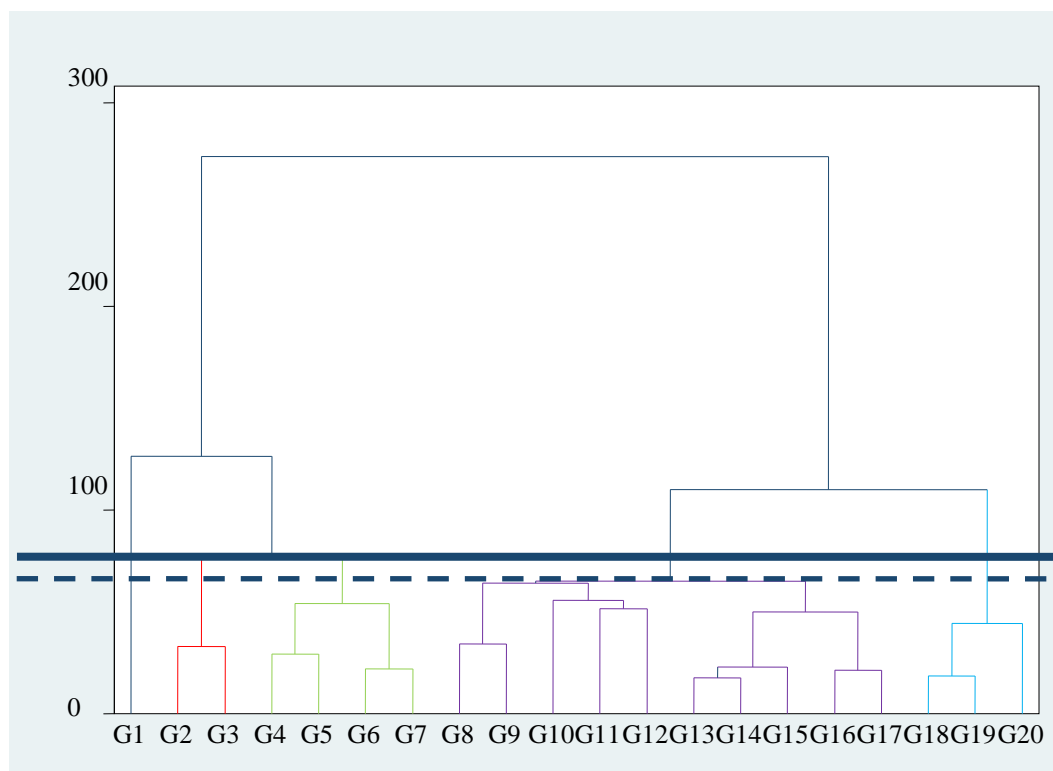


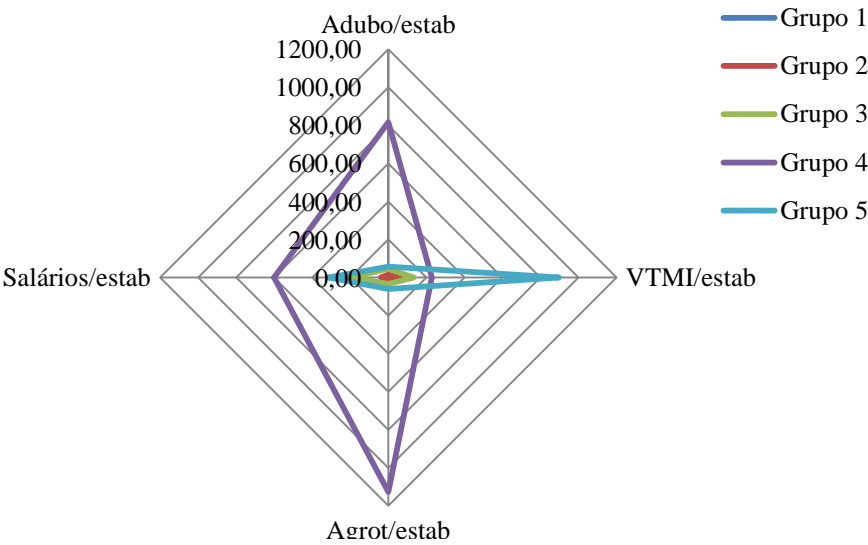
Figura 2 - Dendograma Região Sudeste

Visualmente, a heterogeneidade entre esses cinco grupos pode ser atestada pelos gráficos de teia 5 e 6. Nota-se primeiro a nítida diferença entre o Grupo 4 e os demais grupos. Este grupo é o de maior intensidade de capital, sendo ele o que melhor representa os estabelecimentos que adotam o paradigma tecnológico moderno.

Existem dois grupos, Grupo 1 e Grupo 2, cujos valores são quase insignificantes perto do Grupo 4. No quadro 2A exposto no apêndice desse estudo, pode-se observar que o Grupo 1 é o que apresenta os menores valores para todas as variáveis, o que indica ser este o grupo o que melhor representa o paradigma tradicional, cujas técnicas de produção estão mais afastada do padrão moderno.

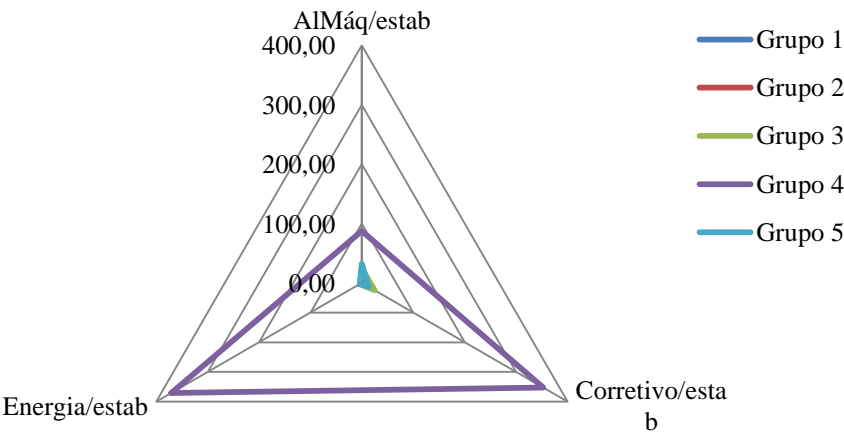
Gráfico 5 – Variáveis “Adubo/estab” (despesas com adubo por estabelecimento), “Salários/estab” (valor dos salários por estabelecimento), “VTMI/estab” (valor dos veículos,

tratores, máquinas e implementos por estabelecimento) e “Agrot/estab” (despesas com agrotóxico por estabelecimento) – Região Sudeste



Fonte: Elaborado pela autora

Gráfico 6 - Variáveis “AlMáq/estab” (valor do aluguel de máquinas por estabelecimento), “Energia/estab” (despesas com energia por estabelecimento) e “Corretivo/estab” (despesas com corretivo por estabelecimento) – Região Sudeste



Fonte: Elaborado pela autora

A qualidade da taxonomia constituída de cinco grupos pode ser estatisticamente confirmada com os testes MANOVA e ANOVA apresentados nas tabelas 6 e 7. Dos resultados obtidos quando da análise simultânea das variáveis, expostos na Tabela 6, as quatro medidas estatísticas consideradas na avaliação da hipótese de igualdade do vetor de médias entre os grupos apresentaram o mesmo resultado: rejeição da hipótese nula ao nível de 1% de significância, confirmando a heterogeneidade entre os cinco grupos a um nível de confiança de 99%.

Tabela 8 - Análise de MANOVA considerando 5 agrupamentos Região Sudeste

Medidas estatísticas	Nível de significância (Prob>F)
Lambda de Wilks	0.0000***
Crítério de Pillai	0.0000***
Traço de Hotelling	0.0000***
Maior raiz característica de Roy	0.0000***

Fonte: Elaborado pela autora

*** - Significativo a 1%

A Tabela 7 apresenta os resultados referentes à ANOVA realizada com cada uma das sete variáveis consideradas nesse estudo. Considerando os cinco grupos de municípios, cada uma das sete variáveis analisadas individualmente e cuja significância estatística foi testada ao nível de 1%, apresentaram-se estatisticamente significantes, dada a rejeição da hipótese nula de igualdade de médias a um grau de confiança de 99%, reafirmando a hipótese de heterogeneidade entre os grupos anteriormente sugerida pelos resultados MANOVA.

Tabela 9 - Análise de ANOVA para os agrupamentos da Região Sudeste

Variáveis	Valor da estatística F	Graus de Liberdade	Nível de significância (Prob>F)
Agrot/estab	43.46	4	0.0000***
Corretivo/estab	107.12	4	0.0000***
Salários/estab	76.67	4	0.0000***
AlMáq/estab	30.90	4	0.0000***
VTMI/estab	507.09	4	0.0000***
Energia/estab	103.00	4	0.0000***
Adubo/estab	258.13	4	0.0000***

Fonte: Elaborado pela autora

*** - Significativo a 1%

Sendo todos os grupos estatisticamente diferentes uns dos outros, pode-se isolar os dois grupos extremos, Grupos 1 e 4, como os melhores representantes do paradigmas tradicional e moderno, respectivamente. A Tabela 2A mostra que o Grupo 2 tem alguns valores próximos dos que são observados no Grupo 1. Porém, a escolha do Grupo 1 se deve ao fato de que ele é o que mais se afasta do Grupo 4 em relação a todas as variáveis de agrupamento. Com isso, a comparação entre ambas permite confrontar os grupos que melhor representam o paradigma moderno e tradicional. Os demais grupos apresentam valores intermediários que inviabilizam uma classificação com base no grau de tecnologia empregada.

Dentre os municípios do Grupo 1, os 5 principais representantes do paradigma tradicional são Grão Mogol (MG), Campos dos Goytacazes (RJ), Jesuânia (MG), São Tiago (MG) e Caratinga (MG), cujos valores das variáveis técnicas estão expostos na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma tradicional (Região Sudeste)

Município	Adubo/ estab	Corretivo /estab	Agrot /estab	AlMáq /estab	VTMI /estab	Salário /estab	Energia/ estab
Grão Mogol	1,57	7,18	0,84	0,62	10,86	5,00	0,37
Campos dos Goytacazes	4,01	1,63	3,06	1,05	25,25	11,85	0,79
Jesuânia	3,96	1,94	1,01	-	26,24	34,36	1,68
São Tiago	1,51	1,05	1,44	-	21,51	4,86	0,99
Caratinga	3,74	1,40	3,23	0,52	9,82	22,51	0,93

Valores em R\$mil

Dentre os cinco municípios destaque, quatro estão localizados no estado de Minas Gerais, o qual ocupou no ano de 2006 a segunda colocação no *ranking* de participação das Unidades da Federação no valor de produção agrícola nacional. São Tiago compõe um grupo de municípios localizado ao sul do estado o qual representa uma importante área de produção de maçãs do estado. Dentre as variáveis consideradas, apenas aquela referente ao uso de

veículos, tratores, máquinas e implementos foi relativamente mais relevante nesse município, com um valor de R\$ 21.500 por estabelecimento. Campos dos Goytacazes, localizado no Rio de Janeiro, se destacou como o 2º maior produtor de cana-de-açúcar do país (IBGE, 2016). Jesuânia apresentou os maiores valores para quatro das sete variáveis consideradas (uso de adubo, agrotóxicos, energia, máquinas, veículos, tratores e implementos e gastos com salários), mas quando comparados àqueles alcançados pelos municípios representantes do paradigma moderno, são bem inferiores.

Dentre os municípios representantes do paradigma moderno, destacam-se: Colômbia (SP), Descalvado (SP), Guaíra (SP), Pradópolis (SP) e Quatá (SP). Os valores referentes ao emprego de tecnologia estão expostos na Tabela 11.

Tabela 11 - Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma moderno (Região Sudeste)

Município	Adubo/ estab	Corretivo /estab	Agrot/ estab	AlMáq/ estab	VTMI/ estab	Salário/ estab	Energia/ estab
Colômbia	66,24	20,09	1.064,39	-	133,70	156,65	285,36
Descalvado	3.554,79	7,57	93,67	2,15	124,35	1.330,35	8,78
Guaíra	1.084,99	56,32	717,94	-	1.003,37	1.188,30	13,43
Pradópolis	312,40	9,93	227,40	-	476,48	22.253,77	2,39
Quatá	196,42	70,48	237,51	1.027,04	263,83	403,33	2,76

Valores em R\$mil

Os cinco principais municípios do Grupo 4 localizam-se no estado de São Paulo, o qual representa a principal Unidade da Federação na distribuição estadual do valor de produção, sendo responsável por 20,3% do valor da produção agrícola brasileira. Dentre os municípios destacados na Tabela 11, Colômbia se destaca pelo uso de agrotóxicos e energia, com R\$1.064.390 e R\$285.360 por estabelecimento respectivamente. Esse município atingiu marcas importantes no ano de 2006 como produtor de sorgo, ocupando a 15ª posição no *ranking* dos maiores produtores nacionais. Além disso, ocupou a 18ª posição em termos de participação da produção nacional de laranja e 34ª posição dentre os maiores produtores de frutíferas do Brasil. Descalvado apresentou os maiores gastos com adubo por estabelecimento

(R\$ 3.554.790) na amostra representativa do Grupo 4, e ocupa também posição de destaque dentre os maiores produtores de frutas do país, ficando na 33ª posição. Guaíra, cujos gastos com veículos, máquinas, tratores e implementos foram relativamente altos (R\$1.003.370), se destaca no ranking nacional como importante produtor de sorgo e cana-de-açúcar, ocupando as 11ª e 19ª posição respectivamente (IBGE, 2006).

4.1.3 Região Centro-Oeste

A Região Centro-Oeste é constituída por um total de 467 municípios, incluindo Brasília (Distrito Federal). Os resultados referentes ao teste estatístico pseudo- T^2 podem ser vistos na Tabela 8 e sugerem, com base na heterogeneidade entre os grupos, a formação de seis grupamentos.

Tabela 12 - Valor da estatística pseudo- T^2 para os agrupamentos - Região Centro-Oeste

Número de Grupamentos	Pseudo- T^2
1	85.93
2	6.00
3	108.25
4	3.46
5	23.88
6	2.99
7	3.18
8	7.78

Fonte: Elaborado pela autora

O resultado obtido no teste pseudo- T^2 é corroborado pela análise do dendograma da Região Centro-Oeste, o qual confirma que a opção de seis (6) grupamentos permite a agregação das unidades mais homogêneas dentro de cada grupo, separando as unidades mais heterogêneas. Ao considerar a divisão entre os municípios em seis agrupamentos, a análise resulta em uma distribuição em que o Grupo 1 fica com composto por 28 municípios (6,01%), os Grupos 2, 3 e 4 são compostos por 5 municípios (cada qual com 1,07% de representatividade), o Grupo 5 é constituído de 142 municípios (30,47%) e o Grupo 6 por 281 municípios (60,30%).

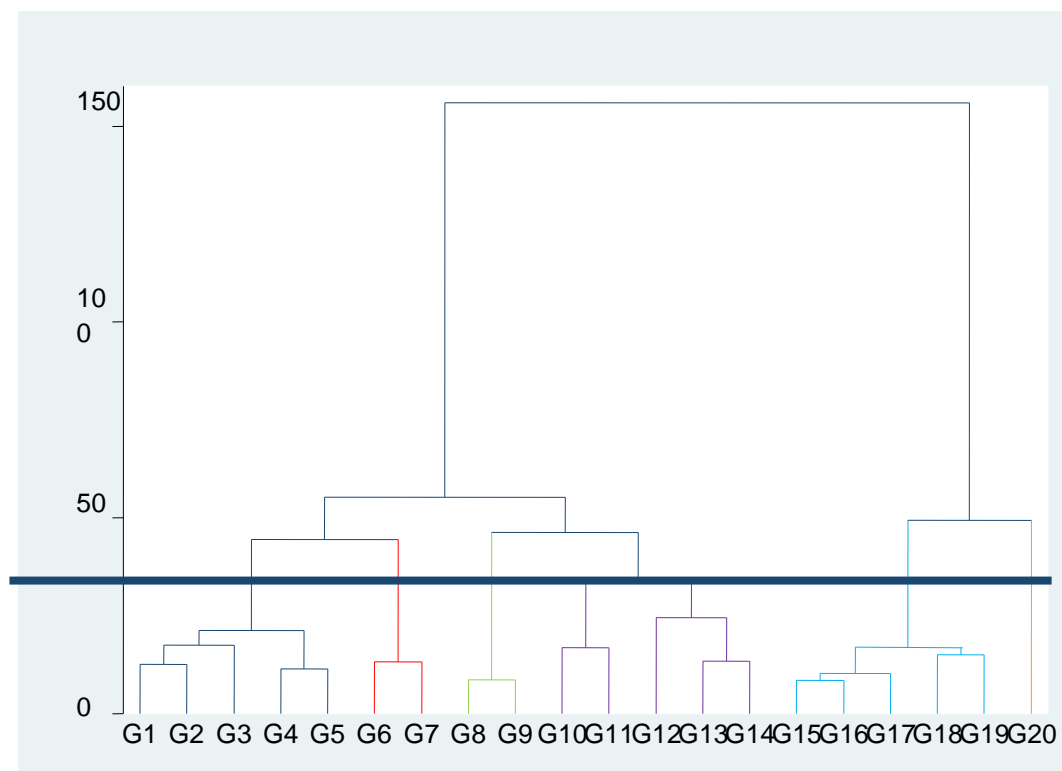
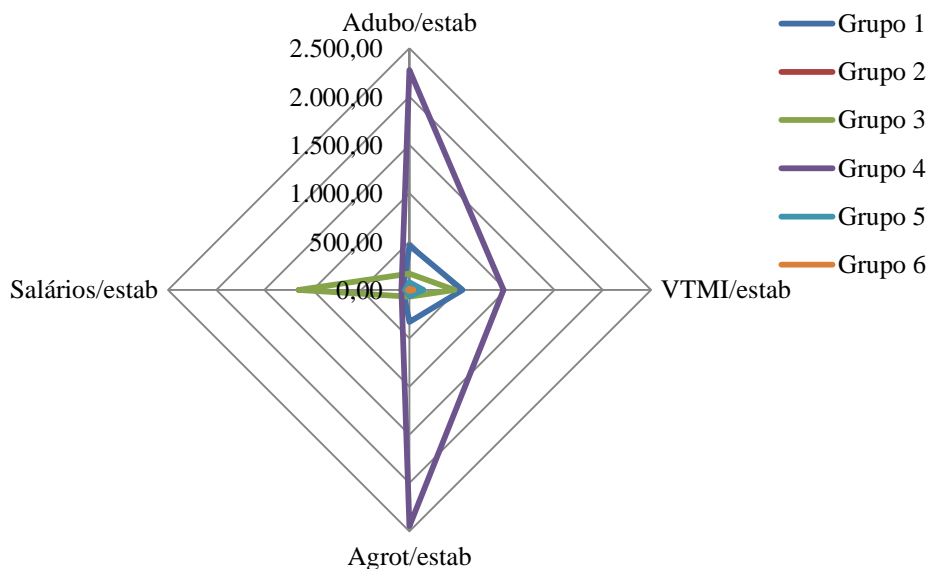


Figura 3 - Dendrograma Região Centro-Oeste

Os gráficos de teia 7 e 8 reafirmam a heterogeneidade entre os grupos, ao expor os valores médios das variáveis consideradas. Visualmente, percebe-se com clareza a superioridade do Grupo 4 no que tange à intensidade do uso de capital o qual, exceto pelo valor médio dos salários que se apresenta atipicamente alto no grupo 3, sugere emprego intenso do pacote tecnológico na produção quando comparado aos demais. Tem-se, portanto, o Grupo 4 como melhor representante do paradigma moderno.

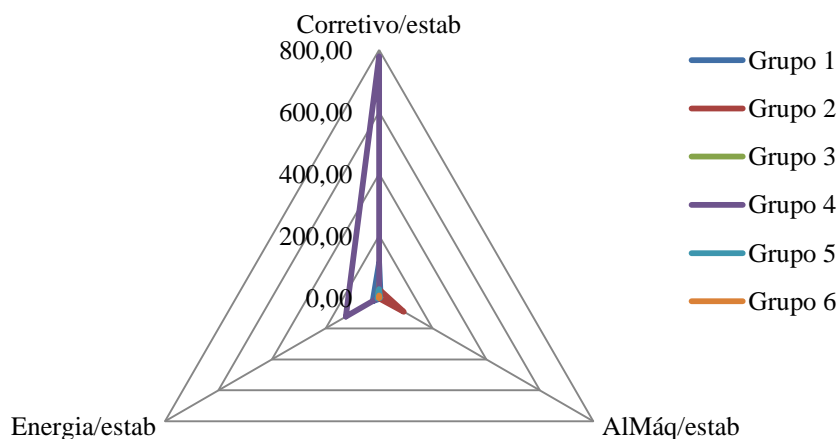
O quadro 3A apresenta os valores médios de utilização de cada variável, onde se pode concluir, com total clareza, a escolha do Grupo 6 como representante do paradigma tradicional. Apesar da também baixa utilização de capital dos grupos 2 e 5, o grupo 6 destaca-se pela baixíssima utilização de capital na produção, sendo aquele que mais se distancia da agricultura moderna e seu modelo de produção capital-intensiva.

Gráfico 7 - Variáveis “Adubo/estab” (despesas com adubo por estabelecimento), “Salários/estab” (valor do salários por estabelecimento), “VTMI/estab” (valor dos veículos, máquinas, tratores e implementos por estabelecimento) e “Agrot/estab” (despesas co agrotóxico por estabelecimento) – Região Centro-Oeste



Fonte: Elaborado pela autora

Gráfico 8 - Variáveis “Adubo/estab” (despesas com adubo por estabelecimento), “Salários/estab” (valor dos salários por estabelecimento), “VTMI/estab” (valor dos veículos, máquinas, tratores e implementos por estabelecimento) e “Agrot/estab” (despesas com agrotóxico por estabelecimento) – Região Centro-Oeste



Fonte: Elaborado pela autora

De modo a validar estatisticamente a qualidade da taxonomia obtida acima, foram realizados os testes MANOVA e ANOVA, cujos resultados estão apresentados nas tabelas 9 e 10, respectivamente. As quatro medidas estatísticas consideradas na MANOVA testam a hipótese nula de igualdade do vetor de médias entre os grupos. Os resultados foram iguais para cada uma das quatro medidas, os quais rejeitam a hipótese nula ao nível de 1% de significância, confirmando a heterogeneidade entre os seis grupos a um nível de confiança de 99%.

Tabela 13 - Análise de MANOVA considerando 6 agrupamentos Região Centro-Oeste

Medidas estatísticas	Nível de significância
Lambda de Wilks	0.0000***
Crítério de Pillai	0.0000***
Traço de Hotelling	0.0000***
Maior raiz característica de Roy	0.0000***

Fonte: Elaborado pela autora

*** - Significativo a 1%

Ao se analisar a significância estatística de cada variável individualmente pela análise ANOVA, os resultados foram igualmente satisfatórios visto que, para todas elas, houve também a rejeição da hipótese nula, confirmando serem diferentes as médias de cada variável quando comparadas entre os grupos. Tal rejeição foi auferida a um nível de significância de 1%, reforçando assim a heterogeneidade confirmada pela MANOVA.

Tabela 14 - Análise de ANOVA para os agrupamentos da Região Centro-Oeste

Variáveis	Valor da estatística F	Graus de Liberdade	Nível de significância (Prob>F)
Agrot/estab	91.44	5	0.0000***
Corretivo/estab	28.58	5	0.0000***
Salários/estab	569.75	5	0.0000***
AlMáq/estab	320.73	5	0.0000***
VTMI/estab	86.55	5	0.0000***
Energia/estab	29.10	5	0.0000***
Adubo/estab	80.10	5	0.0000***

Fonte: Elaborado pela autora

*** - Significativo a 1%

Tem-se, portanto, a validação da taxonomia para a Região Centro-Oeste, formada por seis diferentes grupamentos. Os valores médios de utilização das variáveis por grupamento

estão expostos no quadro 3A, onde se pode ver que os grupos 2 e 5 apresentam valores que se aproximam do Grupo 6, representante do paradigma tradicional, tal como o Grupo 1 apresenta valores que tendem para a alta utilização de capital. Juntamente com o Grupo 3, tais grupos ocupam posições intermediárias, não podendo serem vistos como representantes dos paradigmas moderno nem tradicional.

Dentre os municípios representantes do paradigma tradicional, destacam-se Brasília (DF), Nova Xavantina (MT), Sidrolândia (MS), Três Lagoas (MS) e Campo Grande (MT), cujos valores para as variáveis consideradas nesse estudo estão expostos na Tabela 15.

Tabela 15 - Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma tradicional (Região Centro-Oeste)

Município	Adubo/ estab	Corretivo /estab	Agrot/ estab	AlMáq /estab	VTMI/ estab	Salário/ estab	Energia/ estab
Brasília	14,13	3,04	16,23	1,70	84,71	23,82	4,64
Nova Xavantina	51,47	22,15	56,81	-	54,74	8,82	1,61
Sidrolândia	56,24	18,95	53,29	1,44	119,56	20,73	2,07
Três Lagoas	11,09	7,90	3,22	-	104,64	24,75	2,57
Campo Grande	19,12	8,06	11,69	1,54	74,88	33,19	3,46

Valores em R\$mil

Brasília é o município que apresentou o maior valor de produção do Grupo 6 e se destacou no ano de 2006 ocupando a 33ª posição no *ranking* geral dos municípios quanto ao valor de produção total. Dentre os produtos de destaque, encontram-se feijão, ocupando a 5ª posição no *ranking* nacional dos produtores de feijão do país; milho, ocupando a 11ª posição; e cereais, leguminosas e oleaginosas cujo valor de produção lhe rendeu a 27ª posição (IBGE, 2006). Os valores da Tabela 15 demonstram homogeneidade entre os municípios, visto que não houve grande variação nos gastos com uso de tecnologia, sendo esses muito inferiores quando comparados aos valores da Tabela 16, onde estão expostos os valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma moderno. São esses: Sapezal (MT), Querência (MT), Sonora (MS), Nova Ubiratã (MT) e Novo São Joaquim (MT).

Tabela 16 - Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma moderno (Região Centro-Oeste)

Município	Adubo/ estab	Corretivo /estab	Agrot/ estab	AlMáq /estab	VTMI/ estab	Salário/ estab	Energia/ estab
Sapezal	7.905,20	91,84	747,40	-	3.966,74	198,88	129,37
Querência	226,95	2.208,63	4.905,75	-	379,35	51,64	1,91
Sonora	158,28	125,52	5.317,50	-	259,69	52,53	8,95
Nova Ubiratã	1.308,37	42,61	580,68	-	1.809,52	91,78	651,22
Novo S.Joaquim	6.973,46	120,58	405,50	-	161,74	67,85	2,56

Valores em R\$mil

Uma análise comparativa a título de exemplificação, utilizando apenas uma das variáveis, demonstra a grandeza da diferença entre os dois grupos. Enquanto o maior gasto com agrotóxico por estabelecimento no Grupo 6 foi de R\$56.810 em Nova Xavantina, no Grupo 4 os maiores gastos com essa substância foi de R\$5.317.500 em Sonora. Novo São Joaquim, representante do paradigma moderno, foi o município que menos gastou com agrotóxico na amostra do Grupo 4 com um gasto de R\$ 405.500 ao longo de 2006, valor bem superior àquele apresentado em Nova Xavantina, município representante do paradigma tradicional.

Sapezal se destacou no ano de 2006 como o 2º maior produtor no *ranking* geral dos municípios, atrás somente de São Desidério na Bahia. Dentre os produtos que se destacaram, tem-se os cereais, leguminosas e oleaginosas, cuja produção levou o município ao 2º lugar no *ranking* nacional dos maiores produtores; algodão herbáceo alcançando a 3º posição; milho que rendeu a esse município a 7º posição; e por fim, a soja cujo valor produzido foi o 3º maior do país.

Querência também foi destaque na produção de cereais, leguminosas e oleaginosas, ocupando a 37º posição dentre os principais produtores do país, tal como na produção de soja, como 14º maior produtor nacional. Nova Ubiratã se destacou como 21º maior produtor de cereais, leguminosas e oleaginosas além de ocupar a 7º posição como maior produtor de soja do Brasil (IBGE, 2006).

4.1.4 Região Nordeste

A Região Nordeste é composta por 1.794 municípios. Tal como as demais regiões, a divisão dos municípios em grupos heterogêneos entre si se baseou primeiramente na análise do teste pseudo-T². Conforme valores expostos na Tabela 11, o teste sugere a formação de oito grupamentos. Há, porém, valores próximos deste mínimo, ampliando a possibilidade de formação de uma taxonomia com um número menor de grupos sem comprometer o princípio da heterogeneidade intergrupos.

Tabela 17 - Valor da estatística pseudo-T² para os agrupamentos - Região Nordeste

Número de Grupamentos	Pseudo-T ²
1	457.67
2	569.19
3	11.62
4	6.70
5	523.61
6	22.51
7	5.09
8	4.09

Fonte: Elaborado pela autora

A análise do dendograma 4 resultante da análise de grupamentos dos municípios da Região Nordeste confirma a possibilidade de formação de 4 grupamentos, cujo adensamento reduz a formação de grupos atípicos, favorecendo a construção da taxonomia e a qualidade dos testes estatísticos posteriormente realizados.

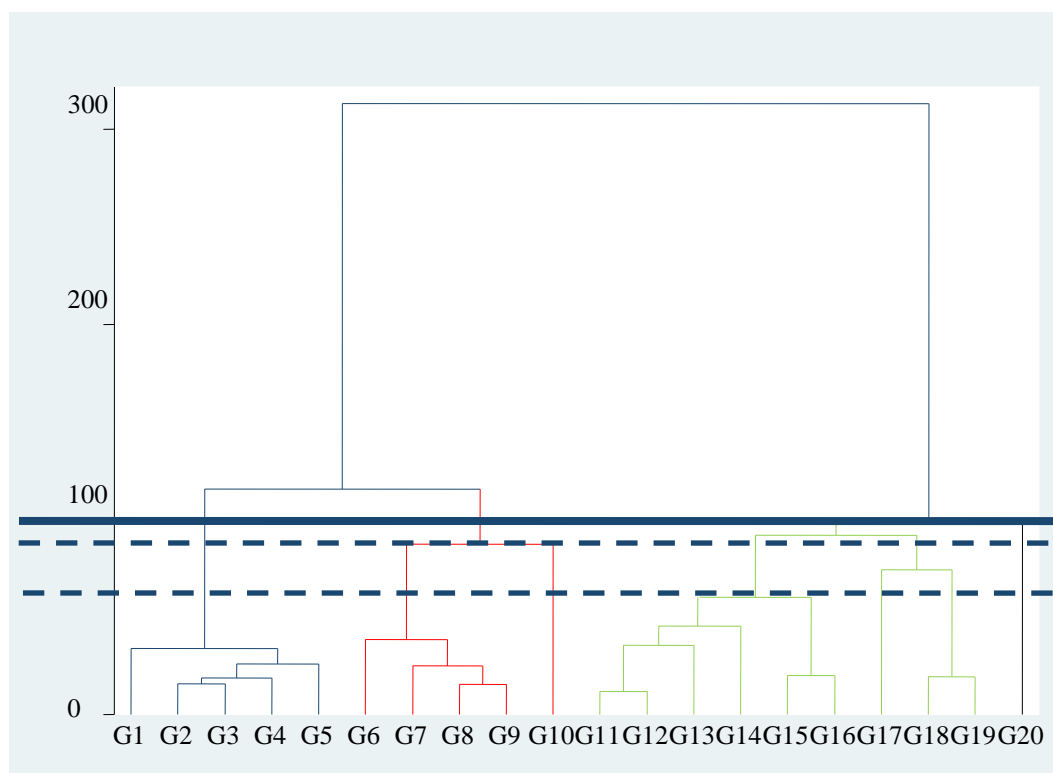
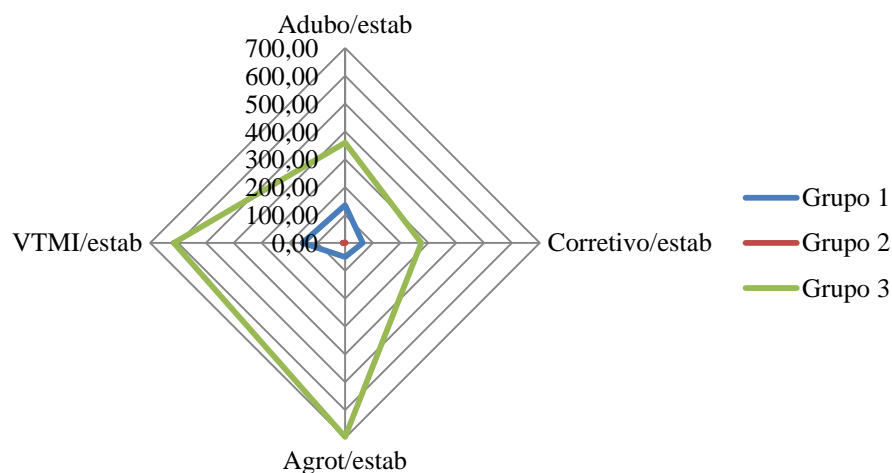


Figura 4 - Dendrograma Região Nordeste

Com a escolha de quatro grupos, a taxonomia para a região Nordeste fica então constituída do Grupo 1 com 50 municípios (2,79%), o Grupo 2 conta com 1.722 municípios (96,73%), o Grupo 3 formado por 20 municípios (1,12%) e o Grupo 4 constituído por apenas um município (0,06%), representando assim um *outlier* dado o comportamento atípico dos valores médios assumidos pelas variáveis, que se apresentaram altíssimos para algumas delas (como uso de adubos, agrotóxicos, energia e valores dos salários por estabelecimento) e nulos para outras (como uso de corretivos e aluguel de máquinas por estabelecimento). Tais valores podem ser vistos no Apêndice desse estudo, no quadro 4A.

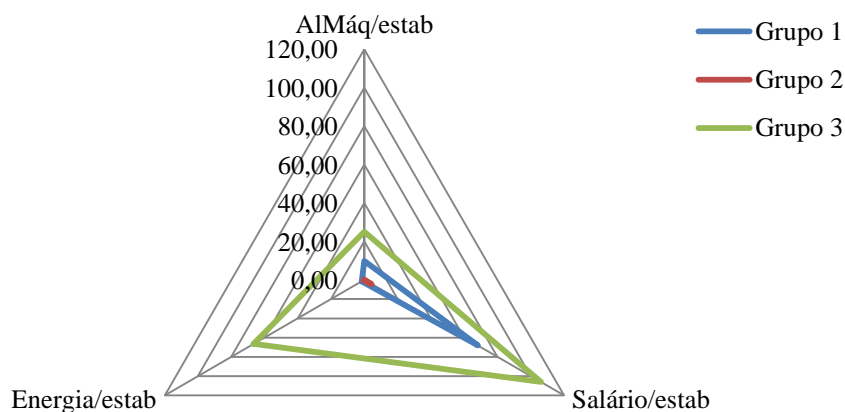
Limitando a análise aos três primeiros grupos, os gráficos de teia 9 e 10 ilustram a heterogeneidade dos grupos ao expor tais valores médios, evidenciando o Grupo 3 como o representante do paradigma moderno, dada a prevalência do modelo capital- intensiva de produção agrícola. Já o Grupo 2 é o que mais se distancia desse modelo e, portanto, o que melhor representa o paradigma tradicional.

Gráfico 9 - Variáveis “Adubo/estab” (despesas com adubo por estabelecimento), “Corretivo/estab” (despesas com corretivo por estabelecimento), “VTMI/estab” (valor dos veículos, máquinas, tratores e implementos por estabelecimento) e “Agrot/estab” (despesas com agrotóxico por estabelecimento) – Região Nordeste



Fonte: Elaborado pela autora

Gráfico 10 - Variáveis “AlMáq/estab” (valor do aluguel de máquinas por estabelecimento), “Salários/estab” (valor dos salários por estabelecimento), “Energia/estab” (despesas com energia por estabelecimento) – Região Nordeste



Fonte: Elaborado pela autora

Os MANOVA e ANOVA confirmam estatisticamente a qualidade da taxonomia constituída pelos quatro grupos. Os resultados obtidos da MANOVA estão expostos na Tabela 12, onde as quatro medidas estatísticas consideradas na avaliação da hipótese de igualdade do vetor de médias entre os grupos apresentaram rejeitam a hipótese nula ao nível de 1% de significância, confirmando a heterogeneidade entre os cinco grupos a um nível de confiança de 99%.

Tabela 18 - Análise de MANOVA considerando 3 agrupamentos Região Nordeste

Medidas estatísticas	Nível de significância (Prob>F)
Lambda de Wilks	0.0000***
Crítério de Pillai	0.0000***
Traço de Hotelling	0.0000***
Maior raiz característica de Roy	0.0000***

Fonte: Elaborado pela autora

*** - Significativo a 1%

Ao testar individualmente a média de cada variável entre os 4 grupos, através da ANOVA, vê-se na Tabela 13 que o teste rejeita a hipótese de igualdade de médias, ao nível de 1% de significância, garantindo-se assim, com 99% de confiança, a significância estatística de cada uma das sete variáveis na diferenciação entre os grupos.

Tabela 19 - Análise de ANOVA para os agrupamentos da Região Nordeste

Variáveis	Valor da estatística F	Graus de Liberdade	Nível de significância (Prob>F)
Agrot/estab	4539.84	3	0.0000***
Corretivo/estab	133.66	3	0.0000***
Salários/estab	498.97	3	0.0000***
AlMáq/estab	83.59	3	0.0000***
VTMI/estab	747.09	3	0.0000***
Energia/estab	912.97	3	0.0000***
Adubo/estab	1234.37	3	0.0000***

Fonte: Elaborado pela autora

*** - Significativo a 1%

Sendo todos os grupos estatisticamente diferentes uns dos outros, e dada a exclusão do *outlier* como possível representante dos paradigmas comparados nesse estudo, pode-se isolar os dois grupos extremos 2 e 3 como os melhores representantes do paradigmas tradicional e

moderno, respectivamente. Os valores do quadro 2A demonstram que o Grupo 1 ocupa com clareza uma posição intermediária entre os paradigmas moderno e tradicional, enquanto o *outlier* apresenta um comportamento atípico no que tange ao emprego de capital na produção.

A título de ilustração, foram escolhidos os cinco principais municípios do Grupo 2 que representam o paradigma tradicional na Região Nordeste. Petrolina (PE), São Vicente Ferrer (MA), Ibimirim (PE), Uruburetama (CE) e Juazeiro (BA).

Tabela 20 - Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma tradicional (Região Nordeste)

Município	Adubo/ estab	Corretivo /estab	Agrot/ estab	AlMáq /estab	VTMI/ estab	Salário/ estab	Energia/ estab
Petrolina	16,08	2,56	10,07	0,91	19,51	31,74	2,72
S.Vicente Ferrer	4,01	1,74	1,69	-	49,87	16,34	1,39
Ibimirim	1,76	2,99	0,97	0,19	5,48	2,77	0,40
Uruburetama	0,61	-	0,04	-	10,16	1,36	0,33
Juazeiro	11,14	2,61	6,84	1,38	24,45	35,94	3,20

Valores em R\$mil

Os municípios que fazem parte da amostra do Grupo 2 destacam-se pela produção de frutíferas, o que justifica o baixo emprego de tecnologia que pode ser visto através dos baixos valores das variáveis técnicas expostos na Tabela 20. O Município de Petrolina ocupou a sexta colocação na classificação dos municípios com maior valor de produção do país e se classifica também como maior produtor de frutíferas, correspondendo a 1,8% da produção nacional e a 26,3% da produção estadual. Sua economia é voltada para a fruticultura e direcionada principalmente para exportação. Trata-se do maior produtor nacional de uvas, que é a cultura de maior importância econômica do município, responsável por 64,2% do valor da produção municipal. Em seguida, tem-se a manga e goiaba, com 17,6% e 9,3% do valor da produção, respectivamente. Nacionalmente, a produção de uva do município representa 9,0% da produção brasileira e 72,0% da produção do estado pernambucano. O município também é destaque como 7º maior produtor de coco-da-baía. Juntamente com Juazeiro, se destacam na

produção de frutas de alta qualidade (especialmente manga e uva) e se tornaram os municípios mais prósperos do Vale do São Francisco (IBGE, 2006).

A amostra referente aos representantes do paradigma moderno é formada pelos seguintes municípios: São Desidério (BA), Jequiá da Praia (AL), Formosa do Rio Preto (BA), Coruripe (AL) e São Miguel dos Campos (AL).

Tabela 21 - Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma moderno (Região Nordeste)

Município	Adubo/ estab	Corretivo /estab	Agrot/ estab	AlMáq /estab	VTMI/ estab	Salário/ estab	Energia/ estab
S.Desidério	560,53	208,24	562,45	23,51	1.134,90	124,41	39,26
Jequiá da Praia	64,45	21,50	78,21	0,13	687,08	342,21	21,35
Formosa do Rio Preto	1344,46	120,77	240,34	1,88	829,54	22,12	0,75
Coruripe	27,03	17,24	9,52	1,98	833,71	189,47	24,88
S. Miguel Campos	72,03	16,26	33,03	2,04	1.218,58	553,94	28,03

Valores em R\$mil

Chama a atenção os altos valores gastos com o emprego de máquinas, veículos, tratores e implementos agrícolas desse grupo, o que pode estar relacionado com os produtos mais cultivados nessa região. São Desidério, com gastos de R\$1.134.900 para essa variável, é o município baiano que registrou o maior valor de produção do país em 2006, fruto principalmente da produção de algodão herbáceo e da soja, que representaram 52,8% e 31,2% do valor da produção municipal. Trata-se do 1º maior produtor de algodão no *ranking* nacional, representando 12,9% da produção nacional e 42,9% da produção baiana. É também o 1º maior produtor de cereais, leguminosas e oleaginosas do país além de ocupar a 9ª posição como maior produtor de soja, o que justifica o alto emprego de tecnologias demandadas por esse tipo de cultivo. Na Bahia estão 13 dos municípios relacionados no ranking dos 20 maiores produtores de mamão em 2006 e o município de São Desidério ocupa a 14ª posição.

Com destaque em culturas semelhantes está o município de Formosa do Rio Preto também na Bahia que ocupou a 26ª posição como maior produtor de cereais, leguminosas e oleaginosas além da 11ª posição como produtor de herbáceos. Na tabela com o valor das variáveis, esse município apresentou elevados gastos com adubo que atingiu ao longo do ano o valor de R\$1.344.460. Por fim, o município de Coruripe em Alagoas se destacou no *ranking* nacional como 16º maior produtor de cana-de-açúcar, produto típico de monoculturas e de fácil adaptação das tecnologias modernas (IBGE, 2006).

4.1.5 Região Norte

A Região Norte é formada por 449 municípios. Os valores referentes ao teste pseudo- T^2 podem ser visto na Tabela 14, na qual o valor menor sugere a formação de nove grupos. No entanto, existem valores muito próximos deste mínimo, sugerindo a possibilidade de formação de uma taxonomia com um número menor de grupos sem comprometimento do princípio da heterogeneidade intergrupos.

Tabela 22 - Valor da estatística pseudo- T^2 para os agrupamentos - Região Norte

Número de Grupamentos	Pseudo- T^2
1	68.18
2	105.20
3	15.02
4	24.97
5	2.34
6	2.01
7	27.56
8	44.06
9	1.85

Fonte: Elaborado pela autora

Ao observar o dendograma 5 resultante da análise de grupamentos dos municípios da Região Norte, nota-se que o ponto de corte para formação de nove grupos está muito próximo de ponto de corte para seis grupos, confirmando a possibilidade de formação de seis grupamentos.

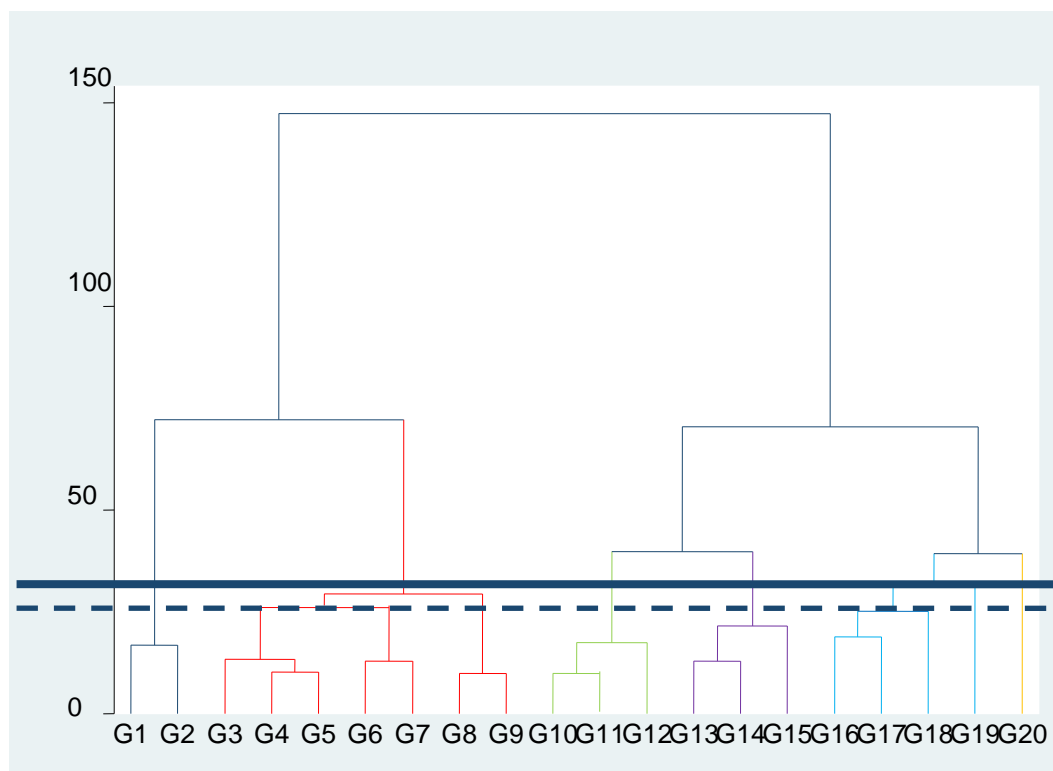
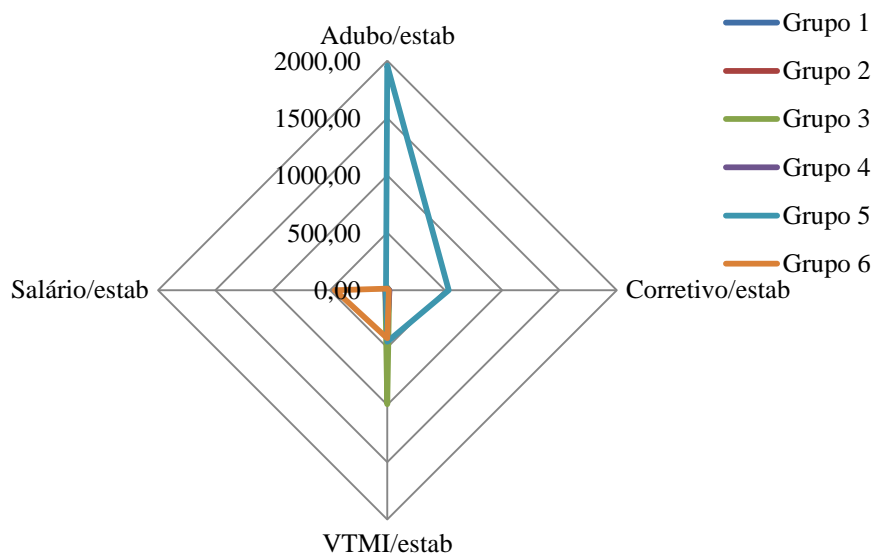


Figura 5 - Dendograma Região Norte

Com a escolha de seis grupos, a taxonomia para a região Norte fica constituída do Grupo 1 com 208 municípios (46,33%), o Grupo 2 conta com 176 municípios (39,20%), o Grupo 3 é formado por 40 municípios (8,91%), o Grupo 4 por 18 municípios (4,01%), o Grupo 5 composto por 4 municípios (0,89%) e, por fim, o Grupo 6 formado por 3 municípios (0,67%).

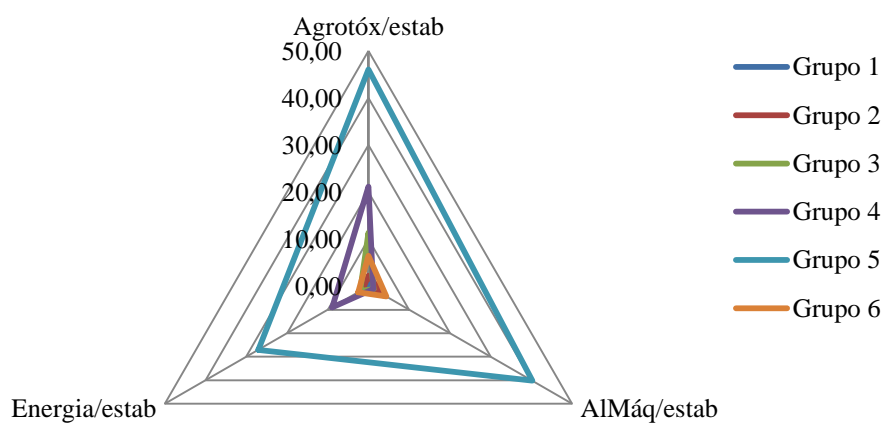
Os valores médios das variáveis de cada grupamento formado estão ilustrados nos gráficos 11 e 12, onde se poder ver o destaque do Grupo 5 como aquele que melhor se encaixa como representante do paradigma convencional. No quadro 5A, pode-se consultar os valores médios das variáveis para cada um dos seis grupos, onde vê-se valores majoritariamente superiores para o Grupo 5, com exceção dos gastos com salários e veículos, tratores, máquinas e implementos (esses últimos representados por uma mesma variável “VTMI/estab”). O Grupo 1 é o que melhor representa o paradigma tradicional, umas vez que apresenta os menores valores referentes aos gastos com tecnologia.

Gráfico 11 - Variáveis “Adubo/estab” (despesas com adubo por estabelecimento), “Corretivo/estab” (despesas com corretivo por estabelecimento), “VTMI/estab” (valor dos veículos, tratores, máquinas e implementos) e “Salários/estab” (valor dos salários) – Região Norte



Fonte: Elaborado pela autora

Gráfico 12 - Variáveis “AlMáq/estab” (valor do aluguel de máquinas por estabelecimento), “Agrot/estab” (despesas com agrotóxicos por estabelecimento), “Energia/estab” (despesas com energia por estabelecimento) – Região Norte



Fonte: Elaborado pela autora

A qualidade da taxonomia constituída de seis grupos pode ser estatisticamente confirmada com os testes MANOVA e ANOVA. As quatro medidas estatísticas consideradas quando da análise simultânea das variáveis na avaliação da hipótese de igualdade do vetor de médias entre os grupos, apresentadas na Tabela 15, apontam o mesmo resultado: rejeição da hipótese nula ao nível de 1% de significância, confirmando a heterogeneidade entre os cinco grupos a um nível de confiança de 99%.

Tabela 23 - Análise de MANOVA considerando 6 agrupamentos Região Norte

Medidas estatísticas	Nível de significância (Prob>F)
Lambda de Wilks	0.0000***
Crítério de Pillai	0.0000***
Traço de Hotelling	0.0000***
Maior raiz característica de Roy	0.0000***

Fonte: Elaborado pela autora

*** - Significativo a 1%

A Tabela 16 apresenta os resultados referentes à ANOVA realizada com cada uma das sete variáveis. Considerando os seis grupos de municípios, cada uma das sete variáveis analisadas individualmente e cuja significância estatística foi testada ao nível de 1%, apresentaram-se estatisticamente significantes, dada a rejeição da hipótese nula de igualdade de médias a um grau de confiança de 99%, reafirmando a hipótese de heterogeneidade entre os grupos anteriormente sugerida pelos resultados MANOVA.

Tabela 24 - Análise de ANOVA para os agrupamentos da Região Norte

Variáveis	Valor da estatística F	Graus de Liberdade	Nível de significância (Prob>F)
Agrot/estab	77.13	5	0.0000***
Corretivo/estab	119.92	5	0.0000***
Salários/estab	337.38	5	0.0000***
AlMáq/estab	24.79	5	0.0000***
VTMI/estab	203.99	5	0.0000***
Energia/estab	51.11	5	0.0000***
Adubo/estab	40.97	5	0.0000***

Fonte: Elaborado pela autora

*** - Significativo a 1%

Comprovada a diferença estatística entre todos os seis grupos, confirma-se, para análise econômica na seção seguinte, a escolha dos Grupos 5 e 1 como representantes dos paradigmas moderno e tradicional, respectivamente. Ao se analisar os demais grupos no quadro 5A, pode-se concluir que a Região Norte é formada por municípios cuja atividade agrícola não emprega um alto grau de tecnologia, visto que, com exceção do Grupo 5 e dos valores referentes aos gastos com VTMI/estab, os demais grupos mais se aproximam do Grupo 1 do que daquele que representa o paradigma moderno. Tais grupos podem representar um paradigma em transição, ou até mesmo uma dificuldade de consolidação do paradigma moderno, dados os problemas de infra-estrutura que dificultam o acesso e difusão de tecnologia nessa região.

Dentre os municípios representantes do paradigma, tem-se: Moju (PA), São Miguel do Guamá (PA), Santarém (PA), Viseu (PA) e Acará (PA). Os valores das variáveis técnicas para essas cidades estão expostas na Tabela 25 e indicam com clareza o baixíssimo emprego de tecnologia apresentado no Grupo 1.

Tabela 25 - Valores das variáveis técnicas dos 5 principais municípios representantes do paradigma tradicional (Região Norte)

Município	Adubo/ estab	Corretivo /estab	Agrot/ estab	AlMáq /estab	VTMI/ estab	Salário/ estab	Energia/ estab
Moju	7,45	6,32	10,93	1,57	101,03	6,24	0,95
S.Miguel do Guamá	0,72	3,31	0,20	-	98,44	5,81	0,30
Santarém	7,03	16,33	3,48	1,73	54,99	2,48	0,59
Viseu	0,85	2,14	0,33	0,57	59,43	1,54	0,26
Acará	2,79	1,50	0,54	-	41,52	4,20	0,39

Valores em R\$mil

Moju apresentou os maiores gastos com veículos, tratores, máquinas e implementos por estabelecimento da amostra de municípios com R\$101.030 por estabelecimento no ano de 2006, além dos maiores gastos com veículos, tratores, máquinas e implementos, e também com salários. O produto que se destacou nesse município é o coco-da-baía, cuja produção

rendeu a 5ª posição no *ranking* nacional. Santarém foi o 4º maior produtor de mandioca do país, sendo o estado do Pará o principal produtor desse produto (seguido da Bahia e Paraná) contribuindo com 19,1% da produção nacional. Trata-se do segundo produto agrícola de maior abrangência nacional, atrás somente do milho. Dentre os 20 maiores municípios produtores de mandioca, 12 encontram-se no Pará. Acará, com gastos inferiores no emprego de tecnologia quando comparado a Moju, foi o principal produtor de mandioca, participando com 2,3% da produção nacional (IBGE, 2006). Para ilustrar os representantes do paradigma moderno, foram selecionados todos os municípios do Grupo 5 formado por apenas 4 municípios: Dueré (TO), Dianópolis (TO), Pacaraima (RR), Pau D'Arco (PA). Os valores das variáveis técnicas para cada um deles estão expostos na Tabela 26.

Tabela 26 - Valores das variáveis técnicas dos 4 municípios representantes do paradigma moderno (Região Norte)

Município	Adubo/ estab	Corretivo /estab	Agrot/ estab	AlMáq /estab	VTMI/ estab	Salário/ estab	Energia/ estab
Dueré	16,06	760,33	16,05	87,03	691,51	9,24	41,50
Dianópolis	8601,19	16,69	331,97	-	435,31	3,02	1,54
Pacaraima	1200,30	232,80	425,75	-	749,31	84,43	-
Pau D'Arco	9,63	921,23	5,66	5,06	257,69	13,76	2,83

Valores em R\$mil

Uma análise comparativa entre a amostra tradicional e moderna comprova a grande diferença dos gastos despendidos com o emprego de tecnologia e pagamento de salários. Dentre os quatro municípios, Pacaraima se destacou pelos altos gastos com agrotóxicos (R\$425.750); veículos, máquinas, tratores e implementos agrícolas (R\$749.310), além dos altos gastos com salários (R\$84.430). Quando comparados com os valores apresentados pelo paradigma tradicional, os valores máximos atingidos por essas variáveis foram em Moju que gastou R\$ 10.930 com agrotóxicos; R\$101.030 com veículos, tratores, máquinas e implementos e R\$ 6.240 com salários, demonstrando a grande diferença desses grupos no que tange ao emprego de tecnologia.

4.2 Análise comparativa de desempenho econômico

A seguir, serão apresentados os resultados econômicos dos dois grupos representantes dos paradigmas moderno e tradicional para cada região do território brasileiro. A análise por região permitirá verificar a existência de um padrão de resultados para cada indicador analisado como consequência do grau de tecnologia empregado.

4.2.1 Região Sul

As análises comparativas de desempenho econômico serão realizadas exclusivamente sobre dois grupos que ocupam posições extremas em termos dos valores médios das variáveis de agrupamento e referem-se aos resultados obtidos no ano de 2006, ano-referência da base de dados considerada. Especificamente no caso dos municípios da Região Sul, são estes os Grupos 1 e 4.

Nos Gráficos 13 e 14, são sintetizados os resultados para as variáveis comumente utilizadas para caracterizar o perfil produtivo e financeiro dos estabelecimentos rurais de cada município. De imediato observa-se que o tipo moderno tem melhores resultados em termos de produtividade da terra e da mão de obra. Era esse o resultado esperado especialmente em relação à produtividade do trabalho, visto que o uso de tecnologias modernas demanda menos mão de obra. Neste caso, os estabelecimentos inclusos nos grupos do paradigma moderno e tradicional apresentaram um valor médio de R\$ 1.640,00 e de R\$ 1.140,00 para a produtividade da terra e de R\$ 29.960,00 e de R\$ 12.220 para a produtividade da mão de obra, respectivamente.

Gráfico 13 - Produtividade da terra e despesa por hectare (Região Sul, Brasil, 2006)

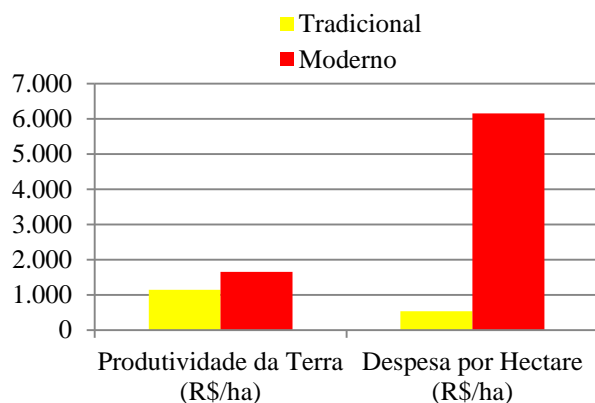
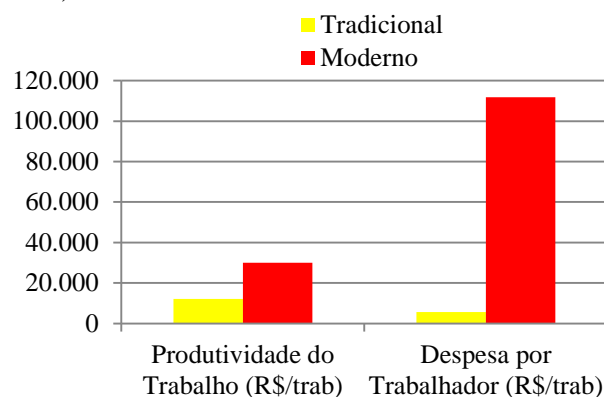


Gráfico 14 - Produtividade do trabalho e despesa por trabalhador (Região Sul, Brasil, 2006)



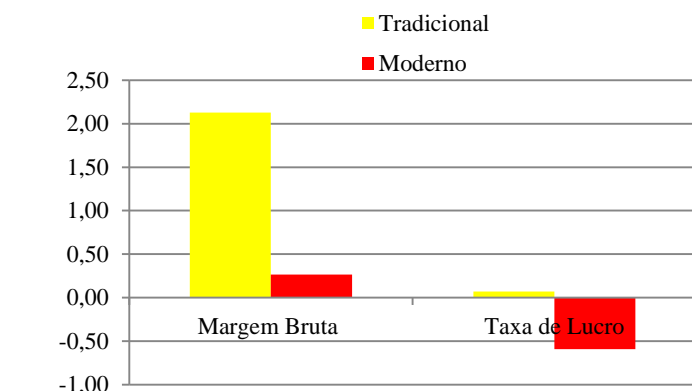
Fonte: Elaborado pela autora

As diferenças com relação às despesas por hectare e por mão de obra entre os paradigmas moderno e tradicional também foram significativas: R\$ 6.160 e R\$530 para despesas por hectare e R\$ 111.800 e R\$ 5.740 para as despesas com mão de obra, respectivamente. Nota-se, portanto, que as diferenças em termos de despesas são proporcionalmente maiores se comparadas com as diferenças em termos de produtividade, indicando que as despesas aumentam numa proporção maior do que o valor da produção quando são adotadas técnicas associadas ao paradigma da revolução verde.

Chama a atenção o resultado referente ao grau de endividamento, em que o grupo tradicional apresentou um valor superior ao moderno com 18% de seu valor de produção comprometido com dívidas contra 8,71% do grupo moderno. Em princípio, este resultado conduz para a conclusão de que a situação financeira dos estabelecimentos pertencentes a este grupo é relativamente precária quando comparada com o grupo moderno. Esta conclusão, no entanto, é questionável, pois o grupo tradicional apresenta resultados melhores em termos de margem bruta e taxa de lucro, uma vez que somente para esse paradigma o valor de produção foi suficiente para cobrir as despesas. Enquanto o paradigma tradicional obteve margem bruta de R\$2,13 e taxa de lucro de R\$0,07, os resultados desses indicadores para o paradigma moderno foram, respectivamente, R\$0,27 e -R\$0,57. Provavelmente, o grupo tradicional tem maior capacidade para endividamento (deve-se lembrar que as despesas com juros estão incluídas no total de despesas) o que, frente às noções cotidianas, é surpreendente, pois

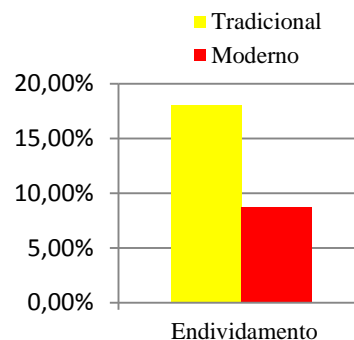
acredita-se que as tecnologias modernas, ao favorecerem a produtividade, melhoram o desempenho financeiro do estabelecimento.

Gráfico 15 - Margem Bruta e Taxa de Lucro
(Região Sul, Brasil, 2006)



Fonte: Elaborado pela autora

Gráfico 16 - Endividamento (Região Sul, Brasil, 2006)



Na verdade, a perda de margem e de lucros em decorrência do uso de tecnologias associadas ao paradigma da Revolução Verde aumenta o grau de vulnerabilidade financeira das unidades produtivas, o que, por sua vez, aumenta o grau de risco na tomada de empréstimos.

4.2.2 Região Sudeste

Considerando que para efeito de estudo comparativo de desempenho econômico serão analisados apenas aqueles grupos de municípios representantes dos paradigmas tradicional e moderno, a análise da Região Sudeste se concentrará nos Grupos 1 e 4, respectivamente.

Os primeiros resultados referentes aos indicadores econômicos desses dois grupos estão expostos nos Gráficos 17 e 18. O grupo moderno tem resultados significativamente superiores em termos de produtividade da terra e da mão de obra, conforme esperado. Os estabelecimentos inclusos nos grupos do paradigma moderno e tradicional apresentaram um valor médio de R\$ 1.340,00 e R\$ 570,00 para a produtividade da terra e de R\$ 30.700,00 e R\$ 7.470,00 para a produtividade da mão de obra, respectivamente. Esses valores, quando referentes ao paradigma modernos apenas, se aproximam daqueles obtidos na Região Sul. Ao

comparar o desempenho dos indicadores de produtividade do paradigma tradicional entre as duas regiões, a Região Sul apresentou resultados consideravelmente melhores, o que pode estar relacionado ao histórico agrícola dessa região originalmente fundamentado na agricultura familiar.

Gráfico 17 - Produtividade da terra e despesa por hectare (Região Sudeste, Brasil, 2006)

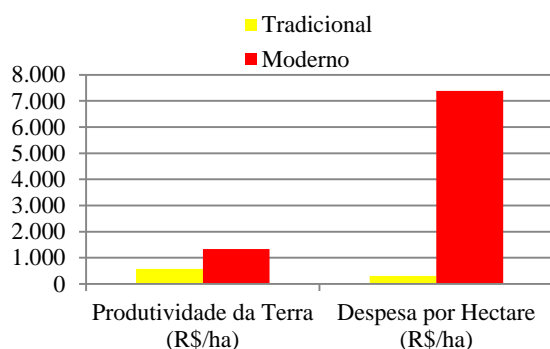
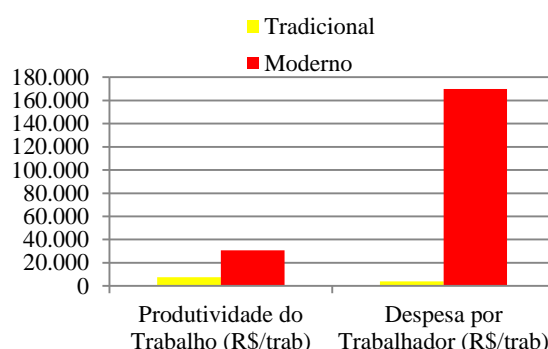


Gráfico 18 - Produtividade do trabalho e despesa por trabalhador (Região Sudeste, Brasil, 2006)



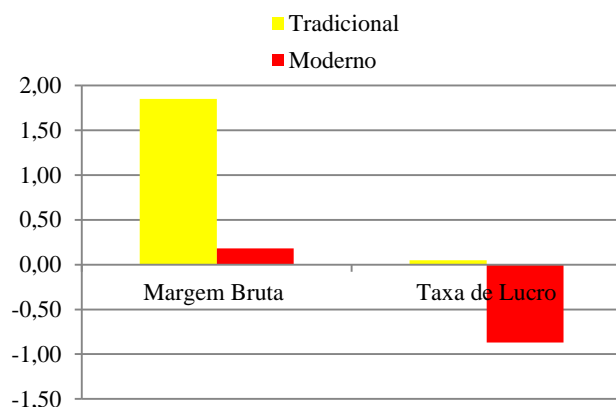
Fonte: Elaborado pela autora

Ao analisarmos as despesas por hectare e por trabalhador, as diferenças entre o paradigma moderno e tradicional também foram significativas: R\$ 7.390 e R\$ 310 para despesas por hectare e R\$ 169.870 e R\$ 4.030 para as despesas com mão de obra, respectivamente. Ao compararmos as diferenças nos valores de despesas entre os paradigmas com as diferenças referentes ao valor de produção, é notória a superioridade das diferenças em termos de despesas as quais se mostram proporcionalmente maiores, indicando que as despesas aumentam numa proporção maior do que o valor da produção quando da utilização intensiva do pacote tecnológico.

Tal como ocorreu na Região Sul, o resultado referente ao grau de endividamento surpreendeu com valores maiores para o grupo tradicional, 10,11% contra 6,65% do paradigma moderno, o que sugere a princípio que a situação financeira dos estabelecimentos pertencentes àquele grupo é relativamente pior quando comparada com o grupo moderno. No entanto, o grupo tradicional apresenta melhores resultados em termos de margem bruta (R\$1,85 contra R\$0,18) e especialmente em termos de taxa de lucro (R\$0,05 contra -R\$0,87),

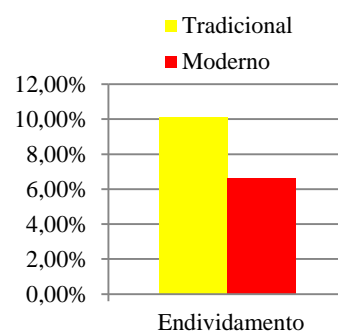
surpreendendo novamente as expectativas de que tecnologias modernas melhoram o desempenho financeiro da produção ao favorecerem a produtividade.

Gráfico 19 - Margem Bruta e Taxa de Lucro
(Região Sudeste, Brasil, 2006)



Fonte: Elaborado pela autora

Gráfico 20 - Endividamento (Região Sudeste, Brasil, 2006)



Tais resultados sugerem uma perda relativa nos resultados de margem bruta e taxa de lucro associadas ao uso do pacote tecnológico, evidenciando maior vulnerabilidade financeira do paradigma moderno. Vulnerabilidade essa que, por sua vez, afeta negativamente o risco associado à tomada de empréstimos das unidades produtivas.

4.2.3 Região Centro-Oeste

Dada a análise de grupamentos realizada na anterior, os Grupos 4 e 6 representam, respectivamente, os níveis tecnológicos condizentes com os paradigmas moderno e tradicional da Região Centro-Oeste. Nos Gráficos 21 e 22 estão sintetizados os resultados a níveis de produtividade e financeiros para esses dois grupos de municípios exclusivamente.

Conforme observados nas regiões anteriores, o paradigma moderno apresenta melhor desempenho no que tange à produtividade da terra e do trabalho, sugerindo haver um padrão de resultados desses indicadores de acordo com o padrão de produção empregado. Os estabelecimentos inclusos nos grupos do paradigma moderno e tradicional apresentaram um valor médio de R\$ 450,00 e R\$ 190,00 para a produtividade da terra e de R\$ 102.470,00 e R\$ 15.180 para a produtividade da mão de obra, respectivamente.

Nessa região, destaca-se o valor da produtividade do trabalho que, quando comparado aos resultados das regiões Sul e Sudeste, foi superior tanto para o paradigma moderno como para o tradicional. A região Centro-Oeste, favorecida pela expansão das fronteiras agrícolas, possui uma vantagem em relação às demais regiões relacionada aos ganhos de aptidão agrícola com a adoção de tecnologias modernas, especialmente a motomecanização que melhor se adaptam em ambientes de terras planas (FREITAS et al, 2011). Já a produtividade da terra foi relativamente inferior, com destaque para a região Sul, onde os paradigmas moderno e tradicional apresentaram melhor desempenho. A baixa produtividade da terra pode estar relacionada às condições desfavoráveis de solo e clima características do cerrado brasileiro.

Também foram significativas as diferenças com relação às despesas por hectare e mão de obra entre os representantes dos paradigmas moderno e tradicional que apresentaram respectivamente os seguintes valores: R\$ 1.050 e R\$ 140 para despesas por hectare e R\$ 237.450 e R\$ 11.330 para as despesas com mão de obra. É notável que as diferenças em termos de despesas entre os dois paradigmas são proporcionalmente maiores quando comparadas com as diferenças em termos de produtividade, indicando que as despesas aumentam numa proporção maior do que o valor da produção quando se adotam técnicas associadas ao paradigma da revolução verde. Quando comparada às duas regiões anteriores, tanto o paradigma moderno como o tradicional se destacam pelos altos valores de despesa por trabalhador.

Gráfico 21 - Produtividade da terra e despesas por hectare (Região Centro-Oeste, Brasil, 2006)

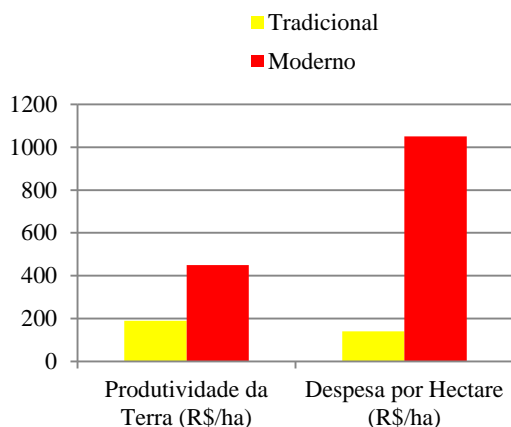
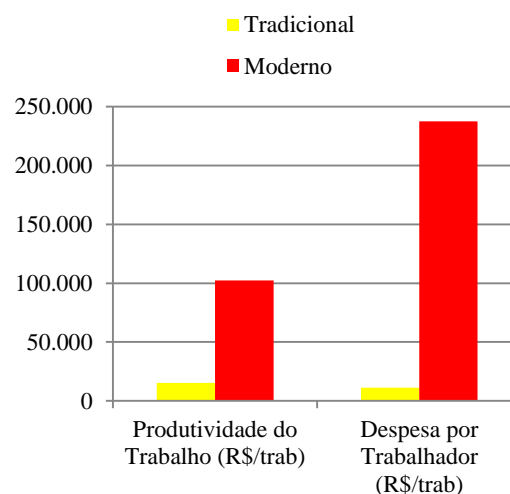


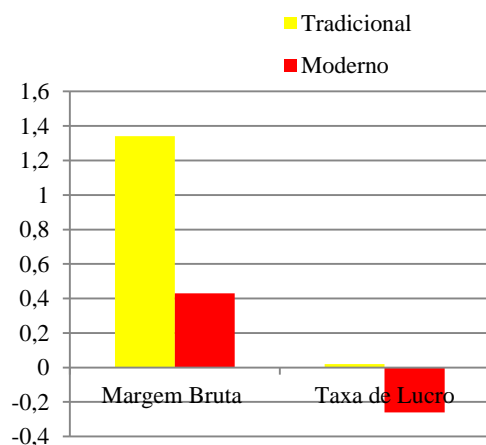
Gráfico 22 - Produtividade do trabalho e despesas por trabalhador (Região Centro-Oeste, Brasil, 2006)



Fonte: Elaborado pela autora

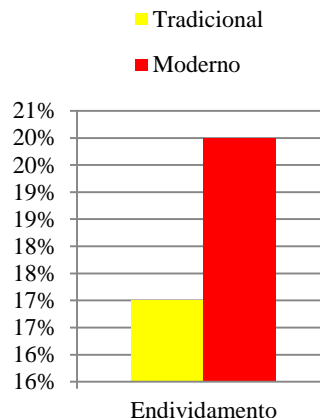
Para a Região Centro-Oeste, os indicadores financeiros apontam positivamente para o paradigma tradicional. Nos Gráficos 23 e 24 estão expostos os resultados referentes à margem bruta, taxa de lucro e endividamento dos grupos representantes de ambos paradigmas e indicam que a situação financeira dos estabelecimentos pertencentes ao grupo moderno é relativamente precária quando comparada ao grupo tradicional, que obteve uma margem bruta de R\$1,34 e taxa de lucro positiva de R\$0,02. Os valores negativos de margem bruta e taxa de lucro (R\$0,43 e -R\$0,26 respectivamente) refletem o peso das altas despesas no processo produtivo advindo da Revolução Verde, o qual resulta em baixa rentabilidade e compromete a obtenção de retornos positivos sobre os valores investidos. O índice de endividamento se mostrou igualmente desfavorável quando da adoção desse padrão de produção (20%), haja vista seu valor superior quando comparado ao endividamento daquele grupo representante do paradigma tradicional (17%).

Gráfico 23 - Margem Bruta e Taxa de Lucro
(Região Centro-Oeste, Brasil, 2006)



Fonte: Elaborado pela autora

Gráfico 24 - Endividamento (Região Centro-Oeste, Brasil, 2006)



Fortalecendo os indícios de um padrão de resultados conforme o paradigma considerado, os indicadores de produtividade foram relativamente melhores para o paradigma moderno contrapondo-se aos valores deficitários de margem bruta e taxa de lucro. Esses últimos, somados ao indicador de endividamento, conferem maior fragilidade financeira ao paradigma moderno, o que desfavorece a análise de risco das unidades produtivas cujo padrão de produção é capital-intensivo.

4.2.4 Região Nordeste

Concentrando a análise comparativa de desempenho econômico aos grupos anteriormente definidos como representantes dos paradigmas tradicional e moderno, serão considerados para análise dos municípios da Região Nordeste os Grupos 2 e 3, respectivamente.

Os primeiros resultados referentes aos indicadores de produtividade e as respectivas despesas por hectare e trabalhador podem ser vistos os Gráficos 24 e 25, onde se vê que o grupo moderno tem resultados superiores especialmente no que tange à produtividade do trabalho. Os municípios inclusos nos grupos do paradigma moderno e tradicional apresentaram um valor médio de R\$ 870,00 e R\$ 340,00 para a produtividade da terra e de R\$ 32.170,00 e R\$ 3.110,00 para a produtividade da mão de obra, respectivamente.

Gráfico 25 - Produtividade da terra e despesas por hectare (Região Nordeste, Brasil, 2006)

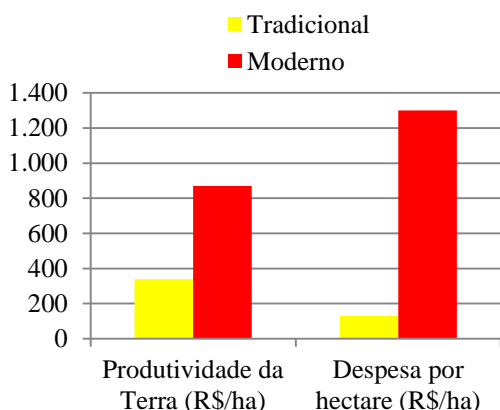
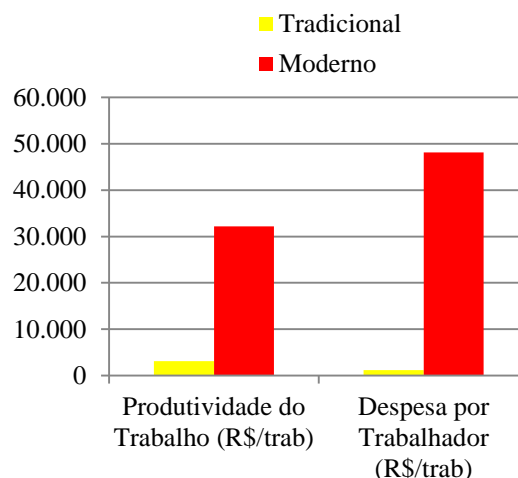


Gráfico 26 - Produtividade do trabalho e despesas por trabalhador (Região Nordeste, Brasil, 2006)



Fonte: Elaborado pela autora

Na análise de despesas por hectare e por trabalhador, as diferenças entre o paradigma moderno e tradicional também foram significativas: R\$ 1.300 e R\$ 130 para despesas por hectare e R\$ 48.120 e R\$ 1.160 para as despesas com mão de obra, respectivamente. Ao compararmos as diferenças nos valores de despesas entre os paradigmas com as diferenças referentes à produtividade da terra e trabalho, vê-se a notável diferença em termos de despesas a qual se mostra proporcionalmente maior quando comparada à diferença em termos de produtividade. Destaca-se o aumento proporcionalmente maior das despesas em relação ao valor da produção quando da utilização intensiva do pacote tecnológico.

A análise dos demais indicadores, cujos resultados estão nos Gráficos 26 e 27, traz resultados mais favoráveis ao paradigma tradicional, o que está diretamente relacionado ao alto valor das despesas que interferem diretamente na margem bruta e taxa de lucro do paradigma moderno. Tal como ocorreu com todas as regiões anteriores, esses dois indicadores mostraram-se relativamente piores para esse modelo de produção, indicando incapacidade do valor de produção em superar as despesas envolvidas no processo produtivo advindas do uso intensivo de capital. Enquanto o paradigma tradicional obteve margem bruta de R\$2,69 e taxa de lucro positiva de R\$0,13, o paradigma moderno resultou em R\$0,67 e -R\$0,14 para esses indicadores respectivamente. Destaca-se, por fim, o grau de endividamento de 31% desse

mesmo paradigma, cujo valor se mostrou mais que duas vezes superior ao grau de endividamento do grupo tradicional que foi de 13%.

Gráfico 27 - Margem Bruta e Taxa de Lucro
(Região Nordeste, Brasil, 2006)

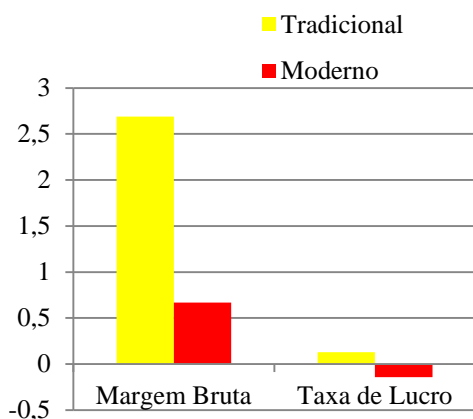
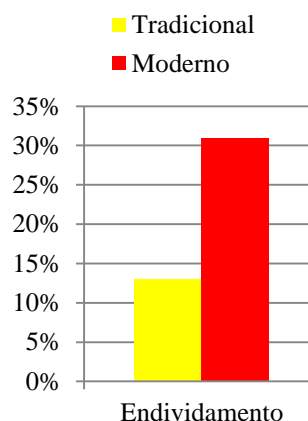


Gráfico 28 - Endividamento (Região Nordeste, Brasil, 2006)



Fonte: Elaborado pela autora

Tais resultados sugerem uma perda relativa nos resultados de margem bruta, taxa de lucro e maior grau de endividamento associada ao uso do pacote tecnológico, evidenciando que a adoção do padrão de produção pautado pela Revolução Verde resulta em maior vulnerabilidade financeira.

4.2.5 Região Norte

As análises comparativas de desempenho econômico serão realizadas exclusivamente entre os Grupos 1 e 5 que são aqueles dois grupos que ocupam posições extremas em termos dos valores médios das variáveis de agrupamento e representam os paradigmas tradicional e moderno na Região Norte.

Nos Gráficos 28 e 29 estão expostos os resultados para os indicadores utilizados para caracterizar o perfil produtivo dos estabelecimentos rurais. Tal como esperado, a produtividade do trabalho foi consideravelmente superior para o tipo moderno, assumindo o valor de R\$ 19.910 contra R\$ 4.080 por trabalhador do tipo tradicional. Surpreendente na análise dessa região foi o resultado referente à produtividade da terra que se mostrou maior para aqueles municípios em que predominam o modo tradicional de produção. Enquanto a

produtividade da terra para esse grupo foi de R\$ 230,00 por hectare, o tipo moderno resultou em R\$ 160,00 por hectare.

Gráfico 29 - Produtividade da terra e despesas por hectare (Região Norte, Brasil, 2006)

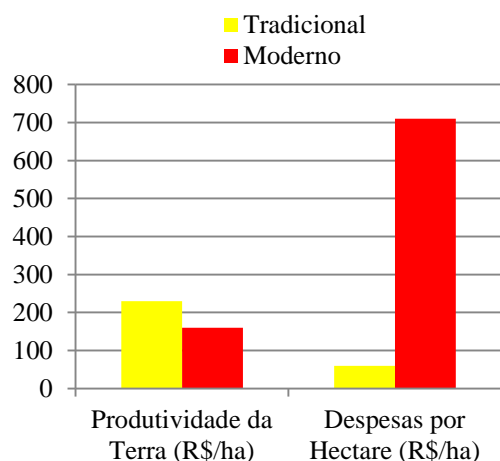
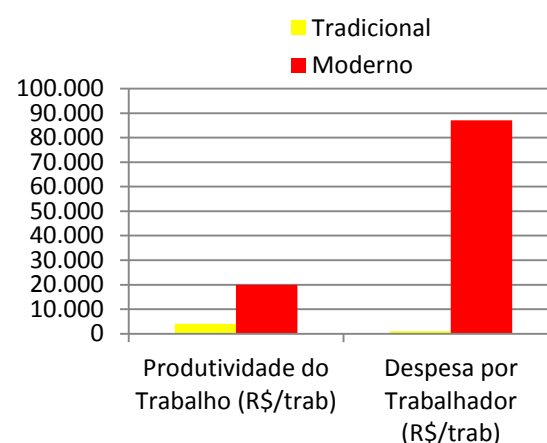


Gráfico 30 - Produtividade do trabalho e despesas por trabalhador (Região Norte, Brasil, 2006)



Fonte: Elaborado pela autora

As diferenças com relação às despesas por hectare e por mão de obra entre os paradigmas moderno e tradicional também foram significativas: R\$ 710 e R\$60 para despesas por hectare e R\$ 87.140 e R\$ 1.040 para as despesas com mão de obra, respectivamente. Nota-se, como nas demais regiões, que as diferenças em termos de despesas são proporcionalmente maiores se comparadas com as diferenças em termos de produtividade, indicando que as despesas aumentam numa proporção maior do que o valor da produção quando são adotadas técnicas associadas ao paradigma da revolução verde.

Em relação aos demais indicadores referentes à análise de desempenho econômico, a Região Norte apresentou o mesmo padrão de resultados obtidos nas regiões Nordeste e Centro-Oeste. O paradigma tradicional obteve melhores resultados quando comparados ao moderno, especialmente em relação à margem bruta no valor de R\$3,92 contra R\$0,23 do paradigma moderno. O valor da taxa de lucro desse último, por sua vez, foi de -R\$0,45 enquanto o tradicional obteve um resultado de R\$0,13 para esse indicador. As altas despesas resultantes de uma produção capital-intensiva resultaram em um padrão de resultados obtido

em todas as demais regiões refletindo nos indicadores de margem bruta e taxa de lucro que se mostraram deficitários enquanto o modelo tradicional obteve valores superavitários, já que valor de produção foi superior às despesas envolvidas no processo produtivo. A perda relativa pode ser vista também quanto ao grau de endividamento, uma vez que o tipo moderno se mostrou mais endividado perante o tipo tradicional com 19% do seu valor de produção comprometido com dívidas enquanto o grupo tradicional apresentou um grau de endividamento de 11%.

Gráfico 31 - Margem Bruta e Taxa de Lucro (Região Norte, Brasil, 2006)

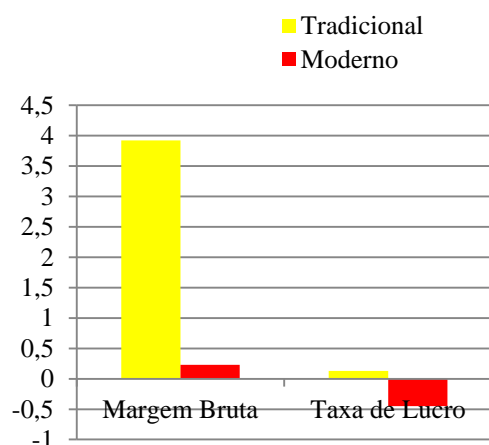
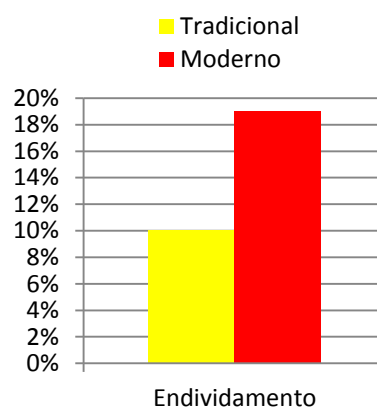


Gráfico 32 - Endividamento (Região Norte, Brasil, 2006)



Fonte: Elaborado pela autora

Percebe-se uma perda de margem e de lucros decorrentes do uso de tecnologias associadas ao paradigma da Revolução Verde. Esse mesmo resultado foi obtido em todas as demais regiões, confirmando haver um padrão nos resultados dos indicadores conforme o paradigma considerado.

Assim como nas Regiões Nordeste e Centro-Oeste, na Região Norte o paradigma moderno apresentou maior grau de endividamento, o que somado aos resultados deficitários de margem bruta e taxa de lucro, conferem maior grau de vulnerabilidade a esse paradigma.

5 CONCLUSÃO

Desde a década de 70 que a questão tecnológica na agricultura brasileira se coloca de maneira complexa ao dividir opiniões a respeito dos benefícios da prática agrícola moderna, cuja difusão no mundo ficou conhecida como a Revolução Verde. Em termos mais precisos, essa revolução representou a difusão de um paradigma tecnológico caracterizado pela aplicação de um conjunto integrado de conhecimentos nas áreas químicas, mecânica e biológicas, formando um pacote tecnológico para agricultura cuja eficiência depende do uso indissociável de seus componentes.

A chegada deste paradigma no Brasil suscitou um debate profundo desde os seus primórdios, nos anos 60 e 70. De um lado, a Revolução Verde no Brasil prometia resolução dos problemas sociais no campo com o aumento da produção agrícola em geral, especialmente alimentos, e a redução dos custos de produção e dos preços. De outro, havia aqueles que defendiam a necessidade de mudanças na estrutura fundiária brasileira e nas relações de trabalho, e que através de uma reforma agrária se alcançaria o aumento da produção. A preocupação com que a agricultura tradicional se tornasse um empecilho ao desenvolvimento econômico do país levou à adoção, por parte do governo, de políticas de incentivo voltadas à modernização do setor rural como solução para o aumento da produção. Tais políticas voltaram-se à indução e difusão da adoção de insumos modernos como adubos, corretivos, agrotóxicos, sementes melhoradas, maquinário, dentre outros, visando aumento da produtividade.

A produtividade é comumente a medida mais utilizada na mensuração do progresso técnico e eficiência produtiva. Ela depende em grande parte da demanda por tecnologia que por sua vez está relacionada às políticas setoriais as quais, no caso do processo de modernização da agricultura no Brasil, destacam-se as de crédito. Outro fator importante na melhora desse indicador refere-se aos gastos com pesquisa¹⁵ já que o Estado, através de empresas públicas, pode incentivar a adoção e difusão de determinada tecnologia ao direcionar o foco das pesquisas. Assim, quanto maiores os esforços do governo na indução e difusão de tecnologia por parte dos agricultores (seja por políticas setoriais ou fomento à pesquisa), maiores os ganhos de produtividade.

¹⁵ Nesse sentido, Gasques, Bastos e Bachi (2008) verificaram que o aumento de 1% nos gastos da Embrapa com pesquisas eleva em 0,2% o índice de produtividade total dos fatores.

A modernização da agricultura permitiu aumentar a produtividades da terra e do trabalho e os resultados do presente estudo corroboram essa análise visto que, com exceção da Região Norte, todas as regiões do país apresentaram maior produtividade tanto da terra como do trabalho para aqueles grupos de municípios representantes do paradigma moderno. O paradigma tradicional se mostrou mais eficiente somente quando do cálculo da produtividade da terra na Região Norte. A produtividade do trabalho foi predominantemente superior para os grupos modernos, o que já era esperado dado o padrão de produção capital-intensivo advindo da Revolução Verde, cujo emprego de máquinas e insumos dispensa parte do emprego de mão de obra, ao permitir que um número menor de pessoas produza uma mesma quantidade.

Em contrapartida, intensificar o emprego dos componentes do pacote tecnológico significa arcar com despesas significativamente altas no processo produtivo, o que pode comprometer os resultados financeiros decorrentes de sua aplicação. Os resultados auferidos nessa pesquisa apontaram para uma dificuldade do paradigma moderno em alcançar um valor de produção que compense o total de despesas despendidas no processo produtivo. Em todas as cinco regiões o tipo moderno apresentou valor de produção inferior ao valor de despesas totais resultando em valores precários de margem bruta. O mesmo não ocorreu para o paradigma tradicional cujo valor de produção superou as despesas em todas as regiões consideradas. A mesma conclusão aplica-se ao cálculo da taxa de lucro que para os grupos representantes do paradigma moderno se mostrou negativa em todas as regiões, contra valores positivos daqueles representantes do paradigma tradicional.

Cabe ressaltar que os valores das despesas consideradas pelo Censo Agropecuário excluem despesas indiretas, as quais não estão contabilizadas nos resultados dos municípios, mas abrangem não somente os envolvidos no processo produtivo. Trata-se das despesas geradas pelas externalidades ambientais relacionadas à contaminação das águas, do ar e dos alimentos, as quais geram efeitos nocivos à saúde humana e desequilíbrios no ecossistema. Apesar de decorrentes de decisões privadas, tais despesas são socializadas e sua exclusão acaba por superestimar os resultados de margem bruta e taxa de lucro do paradigma moderno por não entrarem no cálculo desses indicadores.

Em relação ao grau de endividamento, esse estudo não indicou haver uma relação entre esse indicador e o padrão tecnológico empregado, uma vez que não houve um padrão nos resultados encontrados. As regiões Sul e Sudeste apresentaram graus de endividamento

relativamente superiores para o paradigma tradicional enquanto nas outras três regiões brasileiras o paradigma moderno se mostrou mais endividado. Trata-se do único indicador com o qual não se pôde estabelecer uma relação com o padrão de produção empregado.

Dentre os demais indicadores abordados, a análise por região indicou haver um padrão de resultados relacionado ao grau de tecnologia empregado, sinalizando que as escolhas tecnológicas afetam positivamente a produtividade e negativamente a margem bruta e a taxa de lucro quando da adoção de tecnologias modernas.

Pode-se concluir, com base na metodologia desenvolvida nesse estudo, que o alto grau de modernização da atividade agrícola não favorece os resultados econômicos, especialmente quando os indicadores envolvem a capacidade do valor de produção cobrir as despesas envolvidas no processo produtivo. Em termos de produtividade dos fatores de produção, a agricultura moderna apresenta resultados superiores quando comparados à agricultura tradicional, o que a torna claramente mais competitiva quando da análise exclusiva desse indicador. Não se sabe, porém, quanto desses avanços se deu condicionado ao amparo do Estado, visto que a adoção e difusão do padrão moderno foram e são amparados por um arcabouço institucional que barateou o custo do capital, via juros subsidiados, e fomentou a geração de conhecimento público através de investimentos em pesquisas voltadas para geração e adaptação de tecnologias modernas. Ainda que esse amparo tenha reflexos sobre a produtividade, a metodologia aqui empregada não permite afirmar ter sido essa a razão da superioridade desse indicador.

Entretanto, os resultados dos demais indicadores financeiros sinalizam para a direção de que a agricultura moderna demonstra maior vulnerabilidade econômica, dados os resultados inferiores de margem bruta e taxa de lucro quando comparados ao paradigma tradicional. O paradigma moderno, mais beneficiado quanto às políticas de fomento do Estado, se mostrou incapaz de gerar um valor de produção suficiente para superar as elevadas despesas decorrentes da ampla modernização das técnicas de produção, o que reflete negativamente na rentabilidade desse padrão produtivo.

Vale ressaltar que esse estudo contribuiu para o debate entre as duas correntes de pensamento que dialogam quanto ao paradigma tecnológico que deve ser fomentado na agricultura, especialmente no que tange à perspectiva econômica, a qual a literatura acadêmica é ainda carente de comparativos. Uma análise com focos nas despesas envolvidas

no processo produtivo sinaliza para a necessidade de cautela quando do uso do pacote tecnológico uma vez que as altas despesas podem comprometer os resultados econômicos da agricultura moderna, o que pode estar relacionado às intervenções do Estado via subvenções e perdões de dívidas como medidas de apoio. Parte destes recursos poderia ser direcionada ao paradigma tradicional, o qual é relativamente mais carente de crédito subsidiado e investimentos em pesquisas que poderiam se voltar ao incremento dos índices de produtividade dessas técnicas pouco intensivas em capital. O estímulo à expansão de técnicas tradicionais de cultivo favoreceria a absorção da ampla mão de obra disponível no Brasil e a práticas agrícolas relativamente mais responsáveis no que tange à saúde pública e preservação do meio-ambiente.

Por fim, é sabido que a adoção de determinado paradigma, seja ele moderno ou tradicional, envolve questões de clima, solo, relevo, dentre outros fatores, os quais podem ser melhor captados através de uma análise regional com foco no produto. A utilização do município como unidade de análise pode representar uma limitação da metodologia aplicada no presente estudo, uma vez que ele representa o paradigma predominante no município, onde pode coexistir estabelecimentos modernos e tradicionais. Ficam como próximos passos uma análise comparativa com foco no estabelecimento rural e considerando produtos agrícolas específicos, de modo a pontuar com maior especificidade os indicadores de produtividade e as consequências da intensificação do capital nos demais indicadores aqui considerados. Assim, é possível fazer uma associação entre o paradigma tecnológico mais rentável quanto ao cultivo de produtos específicos, o que, em termos de políticas públicas, pode facilitar um direcionamento mais eficiente dos recursos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Ronaldo Conde. **Abrindo o pacote tecnológico: Estado e pesquisa agropecuária no Brasil**. Polis em co-edição com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1986.

ALBERGONI, Leide; PELAEZ, Victor. Da Revolução Verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas. **Revista de Economia**, v. 33, n. 1, p. 31-53, 2007.

ALMEIDA, Jalcione. A problemática do desenvolvimento sustentável. **Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade**, v. 4, p. 21-29, 1999.

_____. Da ideologia do progresso à idéia de desenvolvimento (rural) sustentável. 1995.

ALVES, Eliseu. **Desafios da pesquisa agrícola no Brasil**. EMBRAPA-DID, 1981

_____. Tecnologia e emprego. **Revista de Política Agrícola**, v. 6, n. 1, p. 17-24, 1997.

ALVES, Eliseu; ROCHA, Daniela de Paula. Ganhar tempo é possível? In: GASQUES, José Garcia; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; NAVARRO, Zander (Org.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010. p. 275-290.

ANJOS, Natanael Miranda dos; YAMAGUISHI, Caio; CARVALHO, Flavio Condé de. **Análise do setor agrícola brasileiro**. São Paulo, IEA, 1988. 164p.

ARAÚJO, Paulo Fernando Cidade de. O crédito rural e sua distribuição no Brasil. **Estudos Econômicos, São Paulo**, v.13, n.2, p. 323-48, maio/ago. 1983.

ARAÚJO, Paulo Fernando Cidade de; ALMEIDA, Alivineo de. Financiamento da agricultura no Brasil: da crise do crédito barato à perspectiva de um novo modelo. In: **International Seminar on Agricultural Policy, UFV, Viçosa, Minas Gerais**. 1996.

ASSIS, Renato Linhares de; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 6, p. 67-80, 2002.

BACEN. Evolução dos recursos. Disponível em:
<<http://www.bcb.gov.br/htms/creditorural/2012/evolucao.pdf>> Acesso em: abr/2017

BACHA, Carlos José Caetano; SILVA, Gilberto Silvério da. Os novos instrumentos de financiamento do agronegócio. **Agroanalysis, Rio de Janeiro**, v 25, p.36-38, 2005.

BADGLEY, Catherine et al. Organic agriculture and the global food supply. **Renewable agriculture and food systems**, v. 22, n. 2, p. 86-108, 2007.

BAGOLIN, Izete Pengo; STULP, Valter Jose. Produtividade da terra na agropecuária do Rio Grande do Sul e sua evolução de 1975 a 2006. **Redes**, v. 17, n. 3, p. 122-141, 2012.

BALSAN, Rosane. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Campo-território: revista de geografia agrária**, v.1, n.2, 2006.

BEAUD, Michel. (1994). História do capitalismo: de 1500 até nossos dias. **São Paulo: Brasiliense**, 1987.

BEL FILHO, Egmar Del; BACHA, Carlos José Caetano. **Avaliação das mudanças na política de garantia de preços mínimos: período de 1997 a 2004**. Revista de Economia e Agronegócio, vol.3, n.1, p. 51-76, 2005.

BIONDI, Leonardo; GALLI, Riccardo. Technological trajectories. **Futures**, v. 24, n. 6, p. 580-592, 1992.

BITTENCOURT, Gilson. **Abrindo a caixa preta: o financiamento da agricultura familiar no Brasil**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <http://goo.gl/f3lwjF>. Acesso: dez. 2016.

BRITTO, WALDENIR SIDNEY FAGUNDES. Análise da viabilidade financeira da agricultura orgânica versus agricultura convencional: o caso da manga no submédio do vale do São Francisco. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/12/01O045.pdf> Acesso: jun. 2017.

BRUM, Argemiro J. **Modernização da agricultura: trigo e soja**. FIDENE, INIJUI, 1985.

BÚRIGO, Fábio Luiz. Sistema Nacional de Crédito Rural: uma trajetória de privilégios, crises e oportunidades. **CB–C. Solidária, Ensaios sobre Cooperativismo Solidário**, p. 426-458, 2010.

BUTTEL, Frederick H.; YOUNGBERG, I. Garth. Energy policy and agriculture. **Proceedings of the Academy of Political Science**, v.34, n.3, p. 122-133, 1982.

CAFFAGNI, Luiz C. Financiamentos formais, alternativos e potenciais para a agropecuária. In: **5º Curso de Comercialização de Commodities Agropecuárias**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1995. p.23-47.

CAMARA, Maria Clara Coelho; NODARI, Rubens Onofre; GUILAM, Maria Cristina Rodrigues. Regulamentação sobre bio (in) segurança no Brasil: a questão dos alimentos transgênicos. **INTERthesis: Revista Internacional Interdisciplinar**, v. 10, n. 1, p. 261-286, 2013.

CAMPOS NETO, Carlos Alvares da Silva et al. **Gargalos e demandas da infraestrutura rodoviária e os investimentos do PAC: mapeamento IPEA de obras rodoviárias**. Brasília, DF: IPEA. Texto para discussão, n.1592, 2011. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/tds/TD_1592_web.pdf Acesso: set. 2016

CARNEIRO, Fernando Ferreira et al. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. 2015.

CELESTINO, João Garibaldi Almeida Viana Vicente; SILVEIRA, Pires. Análise econômica da ovinocultura: estudo de caso na Metade Sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, 2009.

COELHO, Carlos Nayro. 70 anos de política agrícola no Brasil (1931-2001). **Revista de Política Agrícola**, v.10, n.3, 2001.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CONTINI, Elisio et al. Dinamismo da agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, edição especial, p. 42-64, 2010.

DELFIM NETTO, Antônio. Problemas econômicos da agricultura brasileira. **São Paulo: FCEA-USP**, 1965.

DELGADO, Guilherme Costa. **Capital financeiro e agricultura no Brasil, 1965-1985**. Icone Editora, 1985.

_____. Expansão e modernização do setor agropecuário no pós-guerra: um estudo da reflexão agrária. **Estudos avançados**, v. 15, n. 43, p. 157-172, 2001.

DIAS, Guilherme Leite da Silva; AMARAL, Cicely Moitinho. **Mudanças estruturais na agricultura brasileira, 1980-1998**. Cepal, 2001.

DOSI, Giovanni. **Technical change and industrial transformation: the theory and an application to the semiconductor industry**. Springer, 1984.

DOSI, Giovanni et al. The nature of the innovative process. **Technical change and economic theory**, v. 2, p. 590-607, 1988.

DUDA, Richard O.; HART, Peter E. **Pattern classification and scene analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1973.

EHLERS, Eduardo M. **O que se entende por agricultura sustentável?** São Paulo, 1994. 161p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Databases**. Agriculture. 2005. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat>. Acesso: dez/2016.

FELEMA, João; RAIHER, Augusta Pelinski; FERREIRA, Carlos Roberto. Agropecuária Brasileira: desempenho regional e determinantes de produtividade. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 3, p. 555-573, 2013.

FIGUEIREDO, Nelly Maria Sansígolo de; CORRÊA, Angela Maria Cassavia Jorge. **Tecnologia na agricultura brasileira: indicadores de modernização no início dos anos 2000**. Rio de Janeiro: IPEA. Texto para discussão, n. 1163, 2006.

FREEMAN, Christopher; PAREDES, Henrique. **La teoría económica de la innovación industrial**. Madrid: Alianza, 1975.

FREITAS, Rogério Edivaldo; MENDONÇA, Marco Aurélio Alves de; LOPES, Geovane de Oliveira. Expansão de área agrícola nas mesorregiões brasileiras. **Revista de Política Agrícola**, v. 20, n. 1, p. 100-116, 2011.

FÜRSTENAU, Vívian. A política de crédito rural na economia brasileira pós 1960. **ENSAIOS FEE**, Porto Alegre, v.8, n.1, p. 139-54, 1987.

GASQUES, José Garcia *at al.* Financiamento da agricultura: experiências e propostas. **Transformações da agricultura e políticas públicas. Brasília: IPEA**, p. 95-155, 2001.

_____. **Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil.** Brasília: IPEA. Texto para discussão, n.1.009, 2003.

_____. Produtividade e fontes de crescimento da agricultura brasileira. **Políticas de incentivo à inovação tecnológica**, 2008.

_____. Produtividade total dos fatores e transformações da agricultura brasileira: análise dos dados dos censos agropecuários. **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: Ipea**, p. 19-44, 2010.

GONZALEZ, Bernardo Celso de Rezende; COSTA, Silvia Maria Almeida Lima. Agricultura brasileira: modernização e desempenho. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, v. 5, n. 10, 1998.

HAIR, Joseph F. et al. **Análise multivariada de dados.** Bookman Editora, 2009.

HARMAN, Chris. The rate of profit and the world today. **International Socialism**, v. 115, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>> Acesso: Out/15

ILBERY, Brian et al. **From agricultural productivism to post-productivism.** Addison Wesley Longman Ltd, 1998.

INCA. Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos. Disponível em: http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agrotoxicos_06_abr_15.pdf> Acesso: Out/15

IPEA DATA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Contas Nacionais.** Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>> Acesso: Out/15

JOHNSON, Richard Arnold et al. **Applied multivariate statistical analysis**. Upper Saddle River, NJ: Prentice hall, 2002.

LACEY, Hugh. Há alternativas ao uso dos transgênicos? **Novos Estudos-CEBRAP**, n. 78, p. 31-39, 2007.

LOURENÇO, Alexandre; MATIAS, Rui P. **Estatística Multivariada**. Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2001.

LUZ, José Magno Queiroz; SHINZATO, André Vinícius; DA SILVA, Monalisa Alves Diniz. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, 2007

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas> Acesso em Nov/2015.

MATARAZZO, Dante Carmine. **Análise financeira de balanços**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MELO, Fernando Homem de. A questão da política de preços para produtos agrícolas domésticos. **Revista Brasileira de Economia**, 1991a, 45.3: 385-396.

MELO, Marcelo Miranda; MARINHO, Émerson Lemos; SILVA, Almir Bittencourt. O impulso do crédito rural no produto do setor primário brasileiro. **Revista Nexos Econômicos**, v. 7, n. 1, p. 9-36, 2015.

_____. Agricultura brasileira: um novo horizonte de crescimento. **Estudos Econômicos**, 1991b, 21.3.

MELLO, João Manuel Cardoso. **O capitalismo tardio**. São Paulo: Braziliense, 1982.

MENEZES, Francisco Antonio da Fonseca. Antes tarde do que nunca. **São Paulo: Ciência Hoje**, v. 4, n. 22, p. 57, 1986.

MINGOTI, Sueli Aparecida. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Editora UFMG, 2013.

NELSON, Richard; WINTER, Sidney. An evolutionary theory of the firm. **Belknap**, Harvard, 1982.

NETO, Wenceslau Gonçalves. **Estado e agricultura no Brasil: política agrícola e modernização econômica brasileira, 1960-1980**. Editora Hucitec, 1997

NIOSI, Jorge et al. National systems of innovation: in search of a workable concept. **Technology in Society**. v.15, n.2, p.207-227, 1993.

OCDE. **Fostering productivity and competitiveness in agriculture**. OECD, 2011.

OLIVEIRA, João do C. **O Papel dos Preços Mínimos na Agricultura**. Estudos Econômicos. Vol.4, n.2, p. 77-95, 1974.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Relatório do Relator Especial sobre o Direito à Alimentação**. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G17/017/85/PDF/G1701785.pdf?OpenElement>. Acesso: mar/2017.

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

PANIAGO, Euter; SCHUH, G. Edward. Avaliação de Política de Preços para Determinados Produtos Agrícolas no Brasil. **Revista de Economia Rural**, 1971, 3.3

PARENTE, Pedro et al. Porque securitizar a dívida agrícola. **Revista de Política Agrícola**, v. 5, n. 3, p. 3-5, 2012.

PASCHOAL, Adilson D. O ônus do modelo da agricultura industrial. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v.14, n.1, p.17, 1983.

PASTORE, Affonso Celso; ALVES, Eliseu Roberto de Andrade. A reforma brasileira de pesquisa agrícola. **Tecnologia e desenvolvimento agrícola**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, p. 115, 1975.

PAYDAR, Leila; FIROUZI, Saeed; AMINPANAH, Hashem. Indicadores económicos de dos sistemas de producción de huertos de olivo en Irán. **Idesia (Arica)**, v. 33, n. 3, p. 109-113, 2015.

PELAEZ, Victor. O Estado de exceção no marco regulatório dos organismos geneticamente modificados no Brasil. In: **Trabalho apresentado no XLV Congresso da Sociedade**

Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Londrina, SOBER.[Links].
2007

PEREZ, Carlota. Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems. **Futures**, v. 15, n. 5, p. 357-375, 1983.

_____. Cambio técnico, restructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo. **El trimestre económico**, v. 59, n. 233, p. 23-64, 1992.

PIRES, Murilo José de Souza. **Contradições em processo: Um estudo da estrutura e evolução do Pronaf de 2000 à 2010**. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2013.

POHLMANN, Marcelo Coletto. Análise de Conglomerados. In: Luiz J. Corrar; Edilson Paulo; José maria Dias Filho. (Org.). **Análise Multivariada**. 1ª Ed. São Paulo: Atlas, v. 1, p. 324-388, 2009.

RASK, Norman; MEYER, Richard L.; PÉRES, Fernando C. Crédito agrícola e subsídios à produção como instrumentos para o desenvolvimento da agricultura brasileira. **Revista Brasileira de Economia**, v. 28, n. 1, p. 151-172, 1974.

REZENDE, Gervásio Castro de. Crescimento econômico e oferta de alimentos no Brasil. **Revista de Economia Política**, V. 3, n. 1, pp. 64-81, janeiro/março, 1986.

_____. **Política de preços mínimos na década de 90: dos velhos aos novos instrumentos**. Rio de Janeiro: IPEA, Texto para discussão, n. 740, 2000.

_____. **Estado, macroeconomia e agricultura no Brasil**. Porto Alegre e Rio de Janeiro: Editora da UFRGS/IPEA, 2003.

_____. Políticas trabalhista, fundiária e de crédito agrícola no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, n. 1, p. 47-78, 2006

_____. **Políticas trabalhista, fundiária e de crédito agrícola e seus efeitos adversos sobre a pobreza no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, Texto para Discussão n. 1180, 2006.

REZENDE, Gervásio Castro. **A Evolução da Política de Preços Mínimos na Década de 1990** In GASQUES, José Garcia; CONCEIÇÃO, Júnia Cristina PR. Transformações da Agricultura e Políticas Públicas. Brasília: IPEA, 2001, p.303-314.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Ciência e tecnologia na agricultura: algumas lições da história. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 59-95, 1987.

_____. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 1998.

RYFF, Tito Bruno Bandeira. O sistema financeiro nacional e o crédito rural. **SEMINÁRIO DO CRÉDITO RURAL E A NOVA REPÚBLICA**, p. 122-124, 1986.

SANTOS, Gesmar Rosa; VIEIRA FILHO, José Eustáquio. **Heterogeneidade produtiva na agricultura brasileira**: elementos estruturais e dinâmicos da trajetória produtiva recente. Brasília: Ipea, Texto para discussão, n. 1.740, 2012.

SAYAD, João. **Crédito rural no Brasil: avaliação das críticas e das propostas de reforma**. Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 1984.

SCHNEIDER, Sérgio. Reflexões sobre diversidade e diversificação agricultura, formas familiares e desenvolvimento rural. **RURIS-Revista do Estudos Rurais-UNICAMP**, v. 4, n. 1, 2010.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle**. Transaction publishers, 1934.

SILVA BEZERRA, Francisco Dietima et al. Análise Econômica da Agricultura Familiar na Amazônia Ocidental: Discussões a partir da Produção de Macaxeira no Projeto de Assentamento São Pedro/Acre. **Revista de Estudos Sociais**, v. 16, n. 32, p. 3-22, 2014.

SILVA, José Graziano da. Os desafios das agriculturas brasileiras. **GASQUES, JG; VIEIRA-FILHO, JER; NAVARRO, Z. A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: IPEA, p. 157-183, 2010.

_____. **A modernização dolorosa**. Rio de Janeiro: Zahar, 1981.

SIMON, Herbert Alexander. **Administrative behavior**: a study of decision-making processes in administrative organizations. 4. ed. New York: The Free, 1997.

SIQUEIRA, Halloysio Miguel de; SOUZA, Paulo Marcelo de; PONCIANO, Niraldo José. Café convencional versus café orgânico: perspectivas de sustentabilidade socioeconômica dos agricultores familiares do Espírito Santo. **Revista Ceres**, v. 58, n. 2, p. 155-160, 2011.

SMITH, Gordon. A política agrícola brasileira: 1950-1967. In: ARAÚJO, Paulo Fernando Cidade de.; SCHUH, G. Edward. **Desenvolvimento da agricultura: estudos de caso**. São Paulo: Pioneira, 1983. V.4, p.213-256.

SORJ, Bernardo. **Estado e classes sociais na agricultura brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1980.

SZMRECSÁNYI, Tamás; RAMOS, Pedro. O papel das políticas governamentais na modernização da agricultura brasileira. In: SZMRECSÁNYI, Tamás.; SUZIGAN, Wilson. **História econômica do Brasil contemporâneo**. São Paulo: EDUSP, 2002.

TEIXEIRA, Erly et al. Reforma da política agrícola e abertura econômica. In: **Seminário Internacional de Política Agrícola 1996: Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa**). UFV, 1996.

TEIXEIRA, Gerson. Agronegócio e realidade agrária no Brasil. **Revista Reforma Agrária**, Edição Especial, julho de 2013.

TEIXEIRA, Jodenir Calixto. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica AGB-TL**, v. 1, n. 2, p. 21-42, 2005.

TORRES, Marcelo; MARQUES, Sandro. Inovação, crescimento e sustentabilidade. **Sumários Revista da ESPM**, v. 13, n. 3, p. 36-43, 2012.

VALLI, Márcio. Análise de cluster. **Augusto Guzzo Revista Acadêmica**, n. 4, p. 77-87, 2002.

VICENTE, José Roberto. Determinantes da adoção de tecnologia na agricultura paulista. **Estudos Econômicos, São Paulo**, v. 28, n. 3, p. 421-451, 1998.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. Heterogeneidade structural de la agricultura familiar en el Brasil. **Revista Cepal**, 2013.

APÊNDICE A: Valores médios das variáveis utilizadas como critério de agrupamento por região brasileira

Tabela 1A¹⁶: Valores médios das variáveis dos 4 grupos da Região Sul

Grupos	Adubo/ estab	Corretivo/ estab	Agrot/ estab	AlMáq/ estab	VTMI/ estab	Salários/ estab	Energia/ estab
Grupo 1	3,68	2,04	2,31	1,04	31,27	8,30	1,00
Grupo 2	13,96	8,80	10,92	1,58	104,28	32,14	1,90
Grupo 3	32,66	39,43	50,28	2,15	281,83	64,52	5,11
Grupo 4	70,56	1825,53	7,56	168,67	95,39	840,05	20,38

Fonte: Elaboração própria
Valores em R\$ mil

Tabela 2A: Valores médios das variáveis dos 5 grupos da Região Sudeste

Grupos	Adubo/ estab	Corretivo/ estab	Agrot/e stab	AlMáq/ estab	VTMI/ estab	Salários/ estab	Energia/ estab
Grupo 1	3,48	1,95	2,39	0,83	17,97	11,42	1,08
Grupo 2	16,13	5,20	17,44	3,09	60,72	36,98	3,17
Grupo 3	45,58	24,73	32,96	24,67	133,84	202,55	4,13
Grupo 4	817,08	352,68	1126,99	87,31	229,31	601,08	370,53
Grupo 5	57,93	13,46	60,34	32,39	897,65	313,26	3,80

Fonte: Elaboração própria
Valores em R\$ mil

Tabela 3A: Valores médios das variáveis dos 6 grupos da Região Centro-Oeste

Grupos	Adubo/ estab	Corretivo/ estab	Agrot/e stab	AlMáq/ estab	VTMI/ estab	Salários/ estab	Energia/ estab
Grupo 1	458,46	113,51	332,38	5,63	550,46	66,57	24,39
Grupo 2	59,71	25,92	67,88	92,43	112,13	20,59	2,78
Grupo 3	168,03	46,92	72,03	0,00	465,72	1146,27	3,83
Grupo 4	2274,54	779,22	2445,75	0,00	972,91	82,72	123,66
Grupo 5	79,49	26,76	68,79	3,04	143,95	44,68	5,53
Grupo 6	10,82	6,78	10,66	1,22	41,05	14,50	1,68

Fonte: Elaboração própria
Valores em R\$ mil

¹⁶ A cor amarela refere-se aos menores valores médios relativos e a cor vermelha refere-se aos maiores. A linha com valores majoritariamente em amarelos refere-se ao grupo representante do paradigma tradicional e aquela com valores majoritariamente em vermelho refere-se ao grupo representante do paradigma moderno.

Tabela 4A: Valores médios das variáveis dos 4 grupos da Região Nordeste

Grupos	Adubo/ estab	Corretivo/ estab	Agrot/est ab	AlMáq/ estab	VTMI/ estab	Salários/ estab	Energia/ estab
Grupo 1	136,00	64,09	50,97	9,96	152,14	68,22	1,64
Grupo 2	1,86	2,45	0,56	0,32	7,70	4,44	0,47
Grupo 3	359,48	274,30	696,69	25,04	615,00	106,16	66,65
Outlier	3766,44	0,00	28567,99	0,00	70,90	6614,25	684,64

Fonte: Elaboração própria
Valores em R\$ mil

Tabela 5A: Valores médios das variáveis dos 6 grupos da Região Norte

Grupos	Adubo/ estab	Corretivo/ estab	Agrot/e stab	AlMáq/ estab	VTMI/ estab	Salários/ estab	Energia/ estab
Grupo 1	1,68	2,47	0,71	0,71	86,84	3,91	0,57
Grupo 2	6,41	7,50	2,24	4,04	287,74	11,31	1,42
Grupo 3	22,69	16,25	11,40	1,23	995,18	18,74	2,03
Grupo 4	16,42	19,52	21,19	1,19	330,45	16,98	8,91
Grupo 5	1959,54	534,61	46,06	40,19	451,40	11,86	27,08
Grupo 6	11,83	12,43	6,47	4,40	421,38	455,41	2,51

Fonte: Elaboração própria
Valores em R\$ mil

APÊNDICE B: Valores médios das variáveis utilizadas na composição dos indicadores econômicos

Tabela 1B- Valores médios do valor de produção, despesas, área, número de trabalhadores, imobilizado e dívidas dos 4 grupos da Região Sul

Grupos	Valor de Produção*/ município	Despesas*/ município	Área/ município	Trabalhador /município	Valor dos bens*/ município	Dívidas*/ município
Grupo 1	30.249	14.224	26.638	2.476	218.826	5.543
Grupo 2	54.520	35.715	58.070	2.478	458.675	13.426
Grupo 3	74.453	65.168	85.019	2.175	559.445	15.950
Grupo 4	52.797	197.024	31.966	1.762	244.553	4.598

Fonte: Elaboração própria
* Valores em R\$ mil

Tabela 2B- Valores médios do valor de produção, despesas, área, número de trabalhadores, imobilizado e dívidas dos 5 grupos da Região Sudeste

Grupos	Valor de Produção*/município	Despesas*/município	Área/município	Trabalhador/município	Valor dos bens*/município	Dívidas*/município
Grupo 1	14.906	8.036	26.128	1.995	132.079	1.507
Grupo 2	46.859	27.173	39.218	1.851	327.785	4.536
Grupo 3	82.673	76.669	54.727	2.171	451.024	9.745
Grupo 4	68.650	379.908	51.395	2.236	356.940	4.564
Grupo 5	65.775	71.760	35.956	2.836	408.944	14.379

Fonte: Elaboração própria

* Valores em R\$ mil

Tabela 3B- Valores médios do valor de produção, despesas, área, número de trabalhadores, imobilizado e dívidas dos 6 grupos da Região Centro-Oeste

Grupos	Valor de Produção*/município	Despesas*/município	Área/município	Trabalhador/município	Valor dos bens*/município	Dívidas*/município
Grupo 1	192.732	178.065	356.914	2.225	1.160.186	54.208
Grupo 2	108.662	74.654	516.472	3.453	1.379.035	38.873
Grupo 3	188.116	185.470	432.309	3.049	956.876	10.758
Grupo 4	272.379	631.193	601.829	2.658	1.392.615	55.749
Grupo 5	82.984	65.511	294.356	2.271	822.592	21.134
Grupo 6	31.297	23.347	163.010	2.062	472.863	5.325

Fonte: Elaboração própria

* Valores em R\$ mil

Tabela 4B- Valores médios do valor de produção, despesas, área, número de trabalhadores, imobilizado e dívidas dos 3 grupos da Região Nordeste

Grupos	Valor de Produção*/município	Despesas*/município	Área/município	Trabalhador/município	Valor dos bens*/município	Dívidas*/município
Grupo 1	54.637	49.991	107.068	3.566	228.088	12.512
Grupo 2	13.395	4.976	38.830	4.302	66.556	1.708
Grupo 3	168.320	251.780	194.163	5.232	578.617	52.826

Fonte: Elaboração própria

* Valores em R\$ mil

Tabela 5B- Valores médios do valor de produção, despesas, área, número de trabalhadores, imobilizado e dívidas dos 6 grupos da Região Norte

Grupos	Valor de Produção*/município	Despesas*/município	Área/município	Trabalhador/município	Valor dos bens*/município	Dívidas*/município
Grupo 1	19.727	5.030	86.841	4.836	113.040	1.904
Grupo 2	19.465	9.754	144.905	2.982	250.678	3.260
Grupo 3	18.851	13.373	198.162	1.491	412.551	4.388
Grupo 4	35.084	11.509	147.161	2.622	215.124	7.040
Grupo 5	22.374	97.898	138.092	1.124	166.679	4.247
Grupo 6	45.904	123.162	280.565	4.513	509.303	11.543

Fonte: Elaboração própria

* Valores em R\$ mil