

# Análise multivariada da heterogeneidade produtiva da agropecuária brasileira

*Pedro Gilberto Cavalcante Filho*

*Antônio Márcio Buainain*

*Marcelo Pereira Cunha*

## Resumo

Este trabalho tem o objetivo de avaliar a heterogeneidade produtiva na agropecuária brasileira, explorando as características dos estabelecimentos agropecuários em três eixos de análise: Estrutura Agrária e Econômica, Modernidade e Tecnológico. Especificamente, busca-se mapear as diferenças regionais dos produtores rurais brasileiros e identificar se existe um padrão de distribuição pelo território nacional. A metodologia utilizada foi uma análise exploratória e multivariada de clusters, que considerou um conjunto de variáveis atribuídas aos estabelecimentos agropecuários em nível microrregional e disponibilizadas pelo Censo Agropecuário 2017. As variáveis utilizadas foram relacionadas aos eixos determinados e construídas a partir da revisão de pesquisas que avaliaram o contexto das diferenças produtivas e de perfil dos produtores no setor agropecuário. Os resultados reforçam a ideia de um setor agropecuário heterogêneo, mesmo nos diferentes eixos. Ademais, a distribuição geográfica dos estabelecimentos agropecuários em agrupamentos pelo território nacional demonstra diferentes padrões e configurações de acordo com o perfil agrário e econômico, o acesso a estruturas de modernidade e a tecnologias. A pesquisa fornece elementos para conhecer a configuração recente da agropecuária brasileira.

**Palavras-chave** | Análise multivariada; Brasil; clusters; desenvolvimento rural; estrutura agrícola; heterogeneidade produtiva.

**Classificação JEL** | C38 O13 Q13

## Multivariate analysis of productive heterogeneity in Brazilian agriculture and cattle raising

### Abstract

This study aims to evaluate the productive heterogeneity of Brazilian agriculture, exploring the characteristics of agricultural establishments along three lines of analysis: Agrarian and Economic Structure, Modernity and Technology. Specifically, the intention is to map the regional differences between Brazilian rural producers and identify whether there is a distribution pattern across the country. The methodology used was an exploratory and

multivariate cluster analysis, which considered a set of variables attributed to agricultural establishments at the micro-regional level and made available by the 2017 Agricultural Census. The variables used were related to the axes determined and constructed based on a review of research that assessed the context of differences in production and profile of producers in the agricultural sector. The results reinforce the idea of a heterogeneous agricultural sector, even across the different axes. In addition, the geographical distribution of agricultural establishments in clusters across the country demonstrates different patterns and configurations according to their agrarian and economic profile, access to modern structures and technologies. The research provides insights to understand the recent configuration of Brazilian agriculture.

**Keywords** | Agricultural structure; Brazil; clusters; multivariate analysis; productive heterogeneity; rural development.

**JEL Classification** | C38 O13 Q13

## **Análisis multivariable de la heterogeneidad productiva en la agropecuaria brasileña**

### **Resumen**

Este trabajo tiene el objetivo de evaluar la heterogeneidad productiva de la agropecuaria brasileña, explorando las características de los establecimientos agropecuarios en tres ejes de análisis: Estructura Agraria y Económica, Modernidad y Tecnológico. Específicamente, se busca mapear las diferencias regionales de los productores rurales brasileños e identificar si existe un patrón de distribución en todo el territorio nacional. La metodología utilizada fue un análisis exploratorio y multivariado de conglomerados, que consideró un conjunto de variables atribuidas a establecimientos agropecuarios a nivel microrregional y puestas a disposición por el Censo Agropecuario 2017. Las variables utilizadas se relacionaron con los ejes determinados y se construyeron a partir de la revisión de investigaciones que evaluaron el contexto de diferencias en la producción y el perfil de los productores del sector agropecuario. Los resultados refuerzan la idea de un sector agropecuario heterogéneo, incluso en los diferentes ejes. Además, la distribución geográfica de los establecimientos agropecuarios en conglomerados a lo largo del territorio nacional muestra diferentes patrones y configuraciones de acuerdo con el perfil agrario y económico, el acceso a estructuras modernas y a tecnologías. La investigación proporciona elementos para conocer la configuración reciente de la agropecuaria brasileña.

**Palabras clave** | Análisis multivariable; Brasil; conglomerados; desarrollo rural; estructura agrícola; heterogeneidad productiva.

**Clasificación JEL** | C38 O13 Q13

### **Introdução**

A partir dos anos 2010, a literatura acadêmica sobre Desenvolvimento Rural e mudanças tecnológicas na agricultura incluiu o debate sobre a heterogeneidade,

considerando a dimensão produtiva, cujo conceito remete à concepção de heterogeneidade estrutural da economia, formulada originalmente pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal). Conforme alguns autores cepalinos (PINTO, 2000; SUNKEL, 1978) e outros que adotaram a abordagem da heterogeneidade estrutural em trabalhos recentes (CATELA; PORCILE, 2013; SQUEFF; NOGUEIRA, 2013; VIEIRA FILHO; SANTOS; FORNAZIER, 2013), esse conceito expressa o reconhecimento da considerável diferença que existe entre as estruturas econômicas de países do centro e da periferia, e, ainda, que essa disparidade se prolonga no tempo.

A heterogeneidade produtiva, por sua vez, é definida como a persistência de profundas diferenças dos resultados da atividade econômica dos estabelecimentos comparados. Ademais, é identificada por meio de indicadores associados tanto a atividades e fatores específicos da produção quanto aos fatores estruturais ou estáticos (CIMOLI, 2005; SANTOS; VIEIRA FILHO, 2012). O progresso técnico se concentra em poucos setores e, dentro deles, em poucas firmas, aumentando a desigualdade, uma característica marcante dos países da América Latina em geral e do Brasil em particular (CATELA; PORCILE, 2013).

Nesse sentido, em um país que experimentou diversos modelos políticos-institucionais e programas de desenvolvimento, não é difícil apoiar as análises da economia brasileira na abordagem da heterogeneidade estrutural. Certamente, a adoção desse pano de fundo enriquece as avaliações e estudos realizados, independentemente do instrumental metodológico de análise. E, considerando a dimensão continental do Brasil, além das diferenças produtivas entre setores e firmas dentro de um mesmo setor, tem sido fundamental considerar a questão regional (MATTEO, 2013). Isso permite inferir a coexistência da heterogeneidade no Brasil em pelo menos duas dimensões: produtiva e regional.

A abordagem da heterogeneidade produtiva e diversidade regional é particularmente útil para a análise da dinâmica da agricultura brasileira. A inclusão da heterogeneidade produtiva esbarra na definição do perfil dos estabelecimentos agropecuários, que, em analogia à teoria microeconômica, são as firmas dentro do setor agropecuário. Alguns estudos têm procurado demonstrar a heterogeneidade por meio das diferenças de desempenho – econômicos e produtivos – entre as categorias de estabelecimentos.

A definição destas categorias não é trivial. Os agricultores familiares, que corresponderiam a 84,7% dos estabelecimentos, formam um universo profundamente diferenciado. Os estudos que se propõem a realizar algum tipo de avaliação para demonstrar a diversidade de tipologia de produtores rurais no Brasil têm adotado critérios específicos. Tratando a agricultura de forma geral, os trabalhos de Gasques et al. (2020) e Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013) utilizaram métodos distintos e demonstraram resultados no contexto da heterogeneidade da agricultura no Brasil. Enquanto o primeiro buscou avaliar

evolução da Produtividade Total dos Fatores (PTF) da agricultura, o segundo considerou o dinamismo tecnológico e criaram um índice de desigualdade produtiva. O estudo de Souza *et al.* (2018) buscou fazer uma distinção do nível tecnológico entre familiares e não familiares, relacionando-o com o contexto regional.

Restritos à agricultura familiar, Schneider e Cassol (2014) adotaram como métrica o nível de receitas auferidas pela produção agropecuária. A força de trabalho e a área dos estabelecimentos foram consideradas para a avaliação de Kageyama, Bergamasco e Oliveira (2013). Vieira Filho e Santos (2011) também avaliaram os estabelecimentos agropecuários por grupos tecnológicos e o nível da PTF em 2006. O estudo de Souza *et al.* (2019) buscou quantificar as diferenças de uso de tecnologia para cada mesorregião do Brasil. Vale destacar que o foco, aqui, não é entrar no mérito e elaborar críticas de qual critério de recorte é o mais adequado. Pretende-se apenas demonstrar que, independentemente do recorte estabelecido pelos diversos estudos, as diferenças entre produtores são constatadas empiricamente e confirmam a ideia da heterogeneidade na agricultura brasileira.

Para se ter uma noção da abrangência da heterogeneidade na agricultura, levando em conta apenas a agricultura familiar, existem 36 definições oficiais para esse segmento que são adotadas no mundo todo. A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) estima que, a partir das definições estabelecidas, existem aproximadamente 500 milhões de unidades que se enquadram como estabelecimentos familiares e são responsáveis pela utilização de 70% da terra na agropecuária e pela produção de 80% dos alimentos (FAO, 2014). Assim, Belik (2015) afirma que para a utilização da abordagem da heterogeneidade é necessário o reconhecimento da agricultura como um universo, e não como uma categoria em transição.

Mesmo com a complexidade da agropecuária, não há dúvidas de que as cadeias do agronegócio assumiram marcado dinamismo e têm contribuído positivamente para o desempenho da economia brasileira. Especialmente devido às políticas e investimentos públicos voltados para a atividade a partir da década de 1960, que promoveram a modernização do setor. Além da capacidade de absorver o progresso tecnológico nas ondas de inovação que ocorreram em diferentes períodos (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017).

A atual onda de inovação que a agropecuária vem passando é resultado de um processo mais generalizado, que não está restrito ao setor, como ocorreu em momentos anteriores, e diz respeito à digitalização. Esse processo tem demandado uma maior capacidade adaptativa dos setores da economia e algumas terminologias ou conceitos têm sido adotados. No caso do setor agropecuário, os termos que têm se difundido são Agricultura 4.0, Agricultura Digital ou até resgatando – ainda que passível de críticas – o conceito Agricultura de Precisão, alcunhado nos anos 1990, conforme Bernardi *et al.* (2014). A despeito do termo mais adequado para definir

esse processo, o fato é que, de modo geral, segundo Buainain *et al.* (2020), aponta-se a necessidade de maior adaptação local e social às tecnologias adotadas.

Não se questiona que as tecnologias digitais se expandirão ainda mais pelo setor agropecuário, especialmente por ser uma tendência que se intensificou no contexto da pandemia (ZIEGLER *et al.*, 2020). No entanto, frente às condições de heterogeneidade da agricultura no Brasil, é certo que existe um potencial de concentração e exclusão, principalmente de agricultores familiares e pequenos produtores, pois o pacote tecnológico da revolução em curso demanda justamente os fatores que o perfil deles mais carece: capital e conhecimento (BUAINAIN *et al.*, 2020).

Considerando o contexto da heterogeneidade que resulta em entraves estruturais diferenciados no território nacional, o problema central colocado é de conhecer quais as características recentes do perfil produtivo dos estabelecimentos da agricultura brasileira com base no Censo Agropecuário de 2017. O objetivo geral do presente trabalho é caracterizar a heterogeneidade produtiva do setor agropecuário brasileiro tendo em vista o processo de inovação em curso. Especificamente, busca-se mapear as diferenças regionais que marcam os produtores rurais brasileiros, e identificar se existe um padrão de distribuição pelo território nacional.

Sabe-se que, em um ambiente de expansão da agricultura digital, superar o entrave de conectividade será fundamental, pois o uso das tecnologias de informação (TICs) tem como base fundamental a disponibilidade de conexão adequada (MILANEZ *et al.*, 2020). O recente trabalho desenvolvido por Ziegler *et al.* (2020) avaliou a expansão da conectividade no meio rural em países da América Latina. Os autores identificaram, como um dos problemas centrais, a ausência de dados para caracterizar a situação da conectividade rural.

Em específico, analisando o caso do Brasil, o trabalho de Mendes, Buainain e Fasiaben (2014) utilizou os dados do Censo Agropecuário 2006 e trouxe como principal resultado o baixo uso de TICs nos estabelecimentos agropecuários, além de concluir que existem diferentes níveis de acesso à conectividade pelo território brasileiro. Mais de 10 anos depois, é válido avaliar a atual configuração agrária e econômica do setor e, especialmente, o cenário de acesso às estruturas de modernidade que são subsídios para a inovação no contexto da agricultura 4.0, bem como o perfil tecnológico desse tipo de estabelecimento no Brasil.

## Metodologia

Análise multivariada de *clusters*

O método de cluster *Ward's method* consiste em uma análise de agrupamentos, que objetiva dividir os elementos da amostra, ou população, em grupos. Os elementos pertencentes a um mesmo grupo devem ser similares entre si com relação às variáveis (características) que neles foram medidas, e os mesmos elementos em grupos diferentes devem ser heterogêneos em relação a estas mesmas características (MINGOTI, 2005). Nesse aspecto, o objetivo central do método é potencializar a homogeneidade dentro dos grupos ao mesmo tempo em que se potencializa a heterogeneidade entre eles e consiste nas seguintes fases:

- Escolha de um critério de semelhança: critério para decidir sobre o grau de semelhança entre dois elementos tendo como base várias características (variáveis);
- Formação dos grupos (escolher o algoritmo de agrupamentos);
- Definição do número de grupos, podendo ser a *posteriori*, como resultado da análise ou a *priori*, dado o conhecimento e objetivos da análise;
- Validação do agrupamento: consiste em definir o número de grupos, quando esta definição é feita a *posteriori*. São usados procedimentos formais e avaliações subjetivas a critério do pesquisador;
- Interpretação e análise: caracterização dos grupos por meio de estatísticas descritivas, testes de hipóteses ou outros instrumentos.

No caso específico do presente trabalho, adotou-se o nível territorial de microrregião. O território brasileiro constitui-se em 558 microrregiões. Foram definidas as seguintes fases para a realização do estudo:

1. Definição dos indicadores relevantes;
2. Montagem de um banco de dados para as microrregiões do país com os indicadores definidos;
3. Realização da caracterização e análise dos *clusters*;

#### Fonte de dados e eixos de avaliação

A base de dados construída no presente trabalho teve como fonte as tabulações especiais do Censo Agropecuário 2017, disponibilizadas no Sistema de Recuperação Automática (Sidra), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2017). A base cartográfica utilizada foi obtida através do *software* livre *Philcarto*, que também foi utilizado para a realização das análises multivariadas. As planilhas eletrônicas do *Microsoft Excel* também foram utilizadas para apoiar as análises.

É válido destacar que o Censo Agropecuário 2017 foi ameaçado de não ser realizado devido à limitação orçamentária do Governo Federal. Depois de algumas negociações com entidades representativas do setor agropecuário brasileiro e esclarecimentos da importância de se ter um retrato atual do setor, o orçamento federal foi liberado para a realização do Censo. No entanto, em comparação com o Censo Agropecuário 2006, ocorreram modificações que impossibilitam determinadas comparações e, até mesmo, a realização de trabalhos com a mesma aplicação daqueles feitos considerando o Censo anterior.

Diante disso, cumpre-se dizer que a construção das variáveis utilizadas no presente trabalho foi inspirada em artigos que, em sua maioria, consideraram o Censo Agropecuário 2006. No entanto, nem sempre foi possível adotar integralmente as variáveis originais devido à limitação do novo Censo não ter captado determinadas informações no levantamento, o que exigiu a elaboração de algumas *proxies*, ainda que bastante empobrecidas em relação a algumas variáveis construídas nos trabalhos que tiveram como base o ano de 2006.

A título de exemplo, o trabalho de Kageyama, Bergamasco e Oliveira (2013) trouxe uma riqueza metodológica em considerar diferentes tipologias de estabelecimentos a partir da mão de obra utilizada nas atividades. Porém, dada a limitação do Censo Agropecuário 2017 em não divulgar as classes de diárias trabalhadas na produção – dentre outras informações necessárias –, não foi possível calcular a força de trabalho. Assim, considerou-se apenas a distinção de pessoal ocupado em estabelecimentos familiares e não familiares.

O Quadro 1 apresenta uma síntese dos trabalhos que indicaram, em certa medida, as variáveis que deveriam ser adotadas no presente trabalho. A maioria destes trabalhos realizou algum tipo de avaliação que demonstrou a grande diversidade do perfil de produtores que existe na agricultura brasileira e fatores que condicionam a inovação tecnológica nesse setor, como demonstrado por Buainain *et al.* (2007) e Souza Filho *et al.* (2011). Os elementos e variáveis considerados nos respectivos trabalhos foram vinculados aqui em três diferentes eixos: Estrutura Agrária e Econômica, Tecnológico e Modernidade, que, por sua vez, resultaram na construção de variáveis relacionadas a tais eixos.

Quadro 1 – Construção dos eixos de avaliação

Artigo	Avaliação	Recorte	Elementos considerados	Eixo
Buainain <i>et al.</i> (2007) e Guanziroli, Buainain e Sabbato (2012)	Aspectos econômicos, produtivos e agrários da agricultura familiar	Agricultura familiar e não familiar	Estabelecimento familiar e não familiar	Estrutura Agrária e Econômica

Schneider e Cassol (2014)	Diversificação de receita		Tipo de receita dos estabelecimentos	
Kageyama, Bergamasco e Oliveira (2013)	Força de trabalho e classe de área		Pessoal ocupado e área de estabelecimentos	
Gasques <i>et al.</i> , (2020)	Produtividade Total de Fatores (PTF)	Agricultura em geral	Produtividade e fatores de produção	Tecnológico
Souza et al. (2018)	Nível tecnológico dos estabelecimentos agropecuários	Agricultura familiar e não familiar	Tecnologia por área explorada	
Souza et al. (2019) e Vieira Filho e Santos (2011)		Agricultura familiar	Tecnologia por área explorada; Produtividade e fatores de produção	
Mendes, Buainain e Fasiaben (2014)	Uso de tecnologias da informação	Agricultura familiar	Acesso à internet, computador, celular	Modernidade
Buainain et al. (2007) e Souza Filho <i>et al.</i> (2011)	Condicionantes de inovação tecnológica na agricultura	Agricultura em geral	Capital humano; Condição fundiária do produtor; Grau de organização dos agricultores; Disponibilidade e acesso à informação	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

### Variáveis construídas

Devido ao caráter heterogêneo presente na agricultura brasileira, foi necessário a construção de um conjunto de variáveis relacionadas aos eixos de avaliação. Como o interesse da avaliação do presente trabalho é caracterizar a heterogeneidade em diferentes eixos, a escolha das variáveis seguiu alguns critérios:

1. Construção de variáveis em relações proporcionais: adotado de forma geral em todos os eixos de avaliação, pois, além de ser mais adequado o uso de variáveis relativas em análises multivariadas e não absolutas, contorna o problema de informações não levantadas pelo Censo Agro 2017;

2. Específico ao eixo de Estrutura Agrária e Econômica, adotou-se o critério de recorte entre estabelecimentos familiares e não familiares e o tipo de renda/receita auferida por esses estabelecimentos (Quadro 2);
3. Específico aos eixos de Modernidade (Quadro 3) e Tecnológico (Quadro 4), adotou-se o critério de recorte entre o total de estabelecimentos com acesso ou não a determinado atributo.

Quadro 2 – Variáveis adotadas no eixo Estrutura Agrária e Econômica

Variável	Fórmula	Descrição
Proporção de estabelecimentos da agricultura familiar ( $p_{estab.AF}$ )	$p_{estab.AF} = \frac{estab.AF}{estab.total}$	$estab.AF$ = nº de estabelecimentos da agricultura familiar; $estab.total$ = nº de estabelecimentos agropecuários totais
Proporção da área ocupada pelos estabelecimentos da agricultura familiar ( $p_{area.AF}$ )	$p_{area.AF} = \frac{area.AF}{area.total}$	$area.AF$ = área dos estabelecimentos da agricultura familiar em hectares; $area.total$ = área dos estabelecimentos agropecuários em hectares
Proporção de pessoal ocupado nos estabelecimentos da agricultura familiar ( $p_{pes-ocup.AF}$ )	$p_{pes-ocup.AF} = \frac{pes-ocup.AF}{pes-ocup.total}$	$pes-ocup.AF$ = nº de pessoal ocupado nos estabelecimentos da agricultura familiar; $pes-ocup.total$ = nº de pessoal ocupado nos estabelecimentos agropecuários
Proporção de receitas da produção auferida pela agricultura familiar ( $p_{vl\_reprod\_AF}$ )	$p_{vl\_reprod\_AF} = \frac{vl.reprod.AF}{vl.rec.total}$	$vl.rec.AF$ = valor da receita da produção (vegetal, animal e agroindústria) em mil reais auferida pela agricultura familiar; $vl.rec.total$ = valor total das receitas em mil reais auferida pelo total dos estabelecimentos
Proporção de outras receitas auferida pela agricultura familiar ( $p_{vl\_outr\_AF}$ )	$p_{vl\_outr\_AF} = \frac{vl.outr.AF}{vl.rec.total}$	$vl.outr.AF$ = valor de outras receitas <sup>1</sup> em mil reais auferida pela agricultura familiar
Proporção de receitas obtidas fora do estabelecimento auferida pela agricultura familiar ( $p_{vl\_fora\_AF}$ )	$p_{vl\_fora\_AF} = \frac{vl.fora.AF}{vl.rec.total}$	$vl.fora.AF$ = valor de receitas obtidas fora do estabelecimento em mil reais auferida pela agricultura familiar

Proporção de receitas de programas e políticas auferida pela agricultura familiar ( $p\_vl\_progpol\_AF$ )	$p\_vl\_progpol\_AF = vl\_progpol\_AF / vl\_rec\_total$	$vl\_progpol\_AF$ = valor de receitas de programas e políticas em mil reais auferida pela agricultura familiar
--	---	--

<sup>1</sup> Outras receitas do estabelecimento inclui: desinvestimentos, serviço de turismo rural, exploração mineral, atividade de artesanato, tecelagem etc.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

### Quadro 3 – Variáveis adotadas no eixo Modernidade

Variável	Fórmula	Descrição
Proporção de estabelecimentos com energia elétrica ( $p\_energ\_total^*$ )	$p\_energ\_total^* = energ\_total / estab\_total$	$energ\_total$ = total de estabelecimentos com energia elétrica
Proporção de estabelecimentos que recebem orientação técnica ( $p\_oritec\_total^*$ )	$p\_oritec\_total^* = oritec\_total / estab\_total$	$oritec\_total$ = total de estabelecimentos que recebem orientação técnica
Proporção de estabelecimentos com produtor de nível de escolaridade de ensino médio e superior ( $p\_escol\_total^*$ )	$p\_escol\_total^* = escol\_total / estab\_total$	$escol\_total$ = total de estabelecimentos com produtores de nível escolar acima de ensino médio
Proporção de estabelecimentos com acesso à informação ( $p\_acesinf\_total^*$ )	$p\_acesinf\_total^* = acesinf\_total / estab\_total$	$acesinf\_total$ = total de estabelecimentos com acesso à informação <sup>1</sup>
Proporção de estabelecimentos associados a cooperativas ( $p\_coop\_total^*$ )	$p\_coop\_total^* = coop\_total / estab\_total$	$coop\_total$ = total de estabelecimentos associados a cooperativas
Proporção de estabelecimentos com internet ( $p\_est\_int\_total^*$ )	$p\_est\_int\_total^* = inter\_total / estab\_total$	$inter\_total$ = estabelecimentos com internet
Proporção de área dos estabelecimentos com internet ( $p\_area\_int\_total^*$ )	$p\_area\_int\_total^* = area\_int\_total / area\_total$	$area\_int\_total$ = área dos estabelecimentos com internet

<sup>1</sup> Inclui as diversas formas de acesso à informação (TV, jornal, internet, reuniões etc.).

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Quadro 4 – Variáveis adotadas no eixo Tecnológico

Variável	Fórmula	Descrição
Proporção de estabelecimentos que utilizam adubo ( $p.adub.total^*$ )	$p.adub.total^* = \frac{adub.total}{estab.total}$	$adub.total$ = total de estabelecimentos que utilizam adubo <sup>1</sup>
Proporção de estabelecimentos que utilizam agrotóxicos ( $p.tox.total^*$ )	$p.tox.total^* = \frac{tox.total}{estab.total}$	$tox.total$ = total de estabelecimentos que utilizam agrotóxico <sup>1</sup>
Proporção de estabelecimentos que possuem sistema de irrigação ( $p.est.irrig.total^*$ )	$p.est.irrig.total^* = \frac{est.irrig.total}{estab.total}$	$est.irrig.total$ = total de estabelecimentos que possuem sistema de irrigação <sup>2</sup>
Proporção de estabelecimentos que possuem trator ( $p.trat.total^*$ )	$p.trat.total^* = \frac{trat.total}{estab.total}$	$trat.total$ = total de estabelecimentos que possuem trator
Proporção de estabelecimentos que possuem semeadeira ( $p.seme.total^*$ )	$p.seme.total^* = \frac{seme.total}{estab.total}$	$seme.total$ = total de estabelecimentos que possuem semeadeira
Proporção de estabelecimentos que possuem colheitadeira ( $p.col.total^*$ )	$p.col.total^* = \frac{col.total}{estab.total}$	$col.total$ = total de estabelecimentos que possuem colheitadeira
Proporção de estabelecimentos que possuem adubadeira ( $p.maqadub.total^*$ )	$p.maqadub.total^* = \frac{maqadub.total}{estab.total}$	$maqadub.total$ = total de estabelecimentos que possuem adubadeira

<sup>1</sup> Inclui estabelecimentos que utilizam, porém não fizeram uso no ano da pesquisa pois não precisaram.

<sup>2</sup> O IBGE disponibiliza dados sobre a área irrigada em hectares. Porém, a variável não foi colocada na análise, pois identificou-se a inconsistência da área irrigada ser maior que a área total dos estabelecimentos em pelo menos três microrregiões: Fortaleza (CE), Piedade (SP) e Caraguatatuba (SP).

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

#### Ajustes na base de dados

Em consonância com os Princípios Fundamentais das Estatísticas Oficiais da Organização das Nações Unidas (ONU), o IBGE estabeleceu o princípio de *confidencialidade estatística* para assegurar a confidencialidade das informações

individualizadas que resultam em estatísticas oficiais. A *desidentificação* é um dos mecanismos adotados pelo Instituto para manter confidencialidade dos informantes e consiste em substituir algum dado numérico pelo caractere “X”. Esse critério é aplicado quando não há a participação mínima – que varia dependendo da pesquisa – de informantes em uma localidade. No caso do Censo Agropecuário, para dados em nível municipal, são desidentificadas as células com menos de três informantes.

Durante a construção da base de dados do presente trabalho, identificou-se que 27 microrregiões tiveram dados inibidos para algumas variáveis, especialmente de *receitas fora dos estabelecimentos agropecuários*. Mesmo sendo um pequeno número de microrregiões (apenas 4,8% do total), a ausência desses dados comprometeria a análise – ainda que minimamente – do eixo Estrutura Agrária e Econômica, pois essas microrregiões não seriam alocadas em nenhum *cluster*. É válido destacar que valor inibido não significa que não há informação ou que seja 0. Portanto, optou-se em estimar tais valores inibidos da microrregião, considerando a participação proporcional da variável, que foi inibida em nível estadual. Ou seja, admitiu-se que a estrutura proporcional da variável com valor inibido dos estabelecimentos agropecuários nas microrregiões é a mesma do estado correspondente.

## **A heterogeneidade na agricultura brasileira: análise dos três eixos**

A partir da sistematização dos resultados absolutos das variáveis selecionadas, o Censo Agropecuário 2017 traz um retrato pontual sobre configuração da agricultura brasileira (Tabela 1). O recorte entre estabelecimentos agropecuários familiares e não familiares pode remeter ao antigo argumento de que a fonte da heterogeneidade estrutural da agricultura brasileira ocorre da má distribuição das terras, visto que 23,2% dos estabelecimentos não familiares ocupam 76,9% das áreas. No entanto, Buainain et al. (2007) ressalva que nas décadas recentes a dinâmica produtiva e a reprodução das desigualdades são determinadas pela capacidade de absorção tecnológica, que é constatado empiricamente ao observar a baixa proporção de estabelecimentos que fazem uso de alguma tecnologia, acompanhando do pouco acesso a estruturas como energia elétrica e internet.

Tabela 1 – Resultados absolutos das variáveis adotadas nos respectivos eixos – 2017

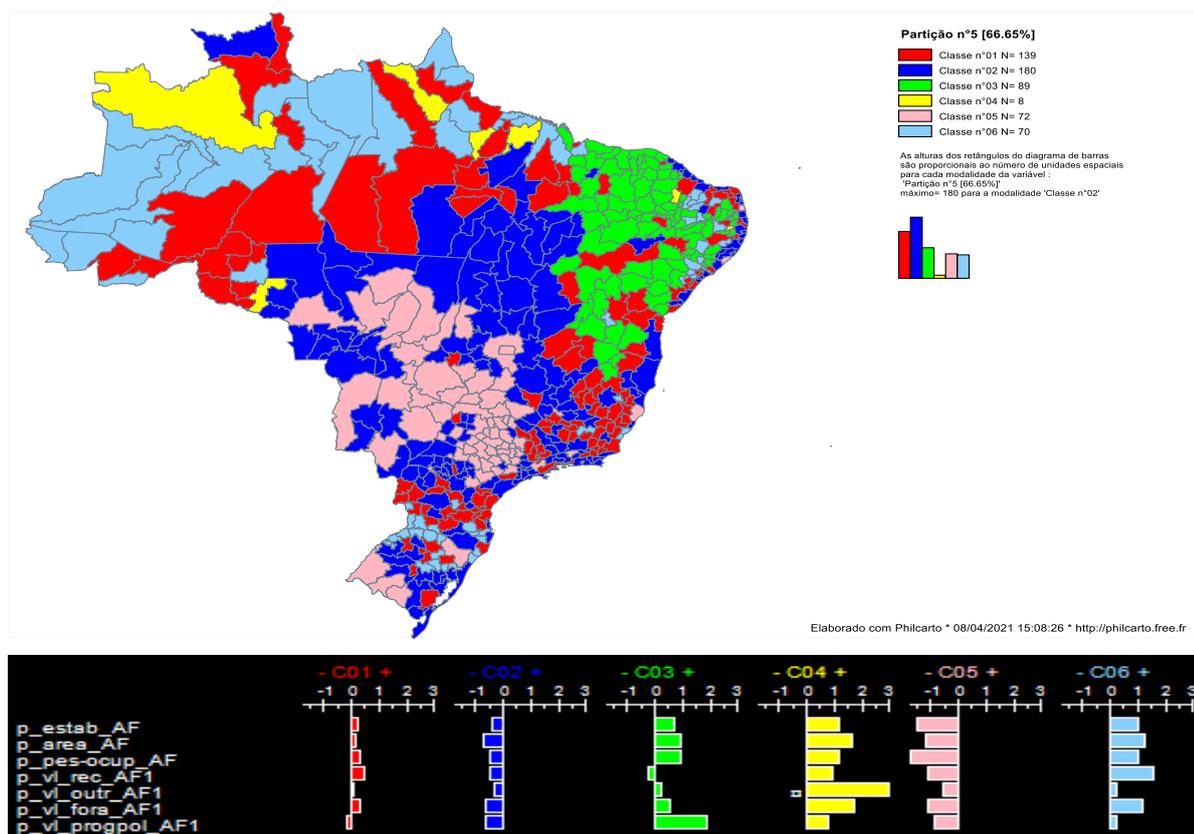
Eixo	Variável	Valor
Estrutura Agrária e Econômica	Estabelecimentos agropecuários (Unidades)	5.073.324
	- Não familiares (%)	23,18
	- Familiares (%)	76,82
	Área (hectares)	351.289.812
	- Não familiares (%)	76,97
	- Familiares (%)	23,03
	Pessoal ocupado (Unidades)	15.105.125
	- Não familiares (%)	33,03
	- Familiares (%)	66,97
	Receita dos estabelecimentos (mil reais)	493.160.501
	- Não familiares (%)	73,93
	- Familiares (%)	26,07
	• Produção (%)	17,98
	• Outras receitas (%)	0,74
• Fora dos estabelecimentos (%)	0,82	
• Programas e Políticas (%)	6,52	
Modernidade	Energia elétrica (% estabelecimentos)	83,13
	Orientação técnica (% estabelecimentos)	20,21
	Escolaridade (% estabelecimentos)	20,82
	Acesso à informação (% estabelecimentos)	73,86
	Associado a cooperativas (% estabelecimentos)	11,42
	Acesso à internet (% estabelecimentos)	28,19
	Área dos estabelecimentos com internet (% área)	44,29
Tecnológico	Adubação (% estabelecimentos)	42,27
	Agrotóxico (% estabelecimentos)	36,80
	Irrigação (% estabelecimentos)	9,90
	Área irrigada (% área)	1,91
	Tratores (% estabelecimentos)	14,47
	Semeadeiras/plantadeiras (% estabelecimentos)	5,01
	Colheitadeira (% estabelecimentos)	2,36
	Máquina adubadeira (% estabelecimentos)	4,07

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Censo Agropecuário/IBGE (2017).

## Estrutura agrária e econômica

A partir da *clusterização* do eixo Estrutura Agrária e Econômica, foram criados seis grupos de microrregiões (Figura 1). O *Cluster 1* é espalhado pelo Brasil inteiro e não tem uma predominância regional como os demais, porque as variáveis não têm diferenças expressivas da média. O *Cluster 2* agregou microrregiões do Centro-Oeste, do Sul e de novas fronteiras agrícolas. O *Cluster 3* agrupou majoritariamente microrregiões do semiárido Nordestino e mineiro. No *Cluster 4* foram alocadas microrregiões da região Norte. O *Cluster 5* concentrou o agrupamento de microrregiões do Centro-Oeste e Sudeste. E o *Cluster 6* alocou principalmente microrregiões das regiões Norte e Sul.

Figura 1 – Resultados da análise multivariada a partir das variáveis do eixo Estrutura Agrária e Econômica – 2017<sup>1</sup>



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa, 2021.

<sup>1</sup> O gráfico abaixo do mapa de *clusters* foi gerado pelo *software* Philcarto e refere-se ao desvio padrão das variáveis selecionadas na análise, indicando o quão distante está da média geral das respectivas variáveis. A inclinação para a esquerda indica menor proporção de determinada característica, enquanto a inclinação para a direita indica maior proporção.

De forma geral, os *clusters* são formados por microrregiões com características bem heterogêneas, demonstrando estrutura agrária com prevalência de tipologias de estabelecimentos (familiares e não familiares) e perfil econômico distinto (ver quadro 5, a seguir). O *Cluster 1* contrasta dos demais agrupamentos no sentido da prevalência da categoria de produtores e apresenta a característica de alocar microrregiões com indiferença das proporções entre estabelecimentos familiares e não familiares. A variável que mais se distancia da média é a *p.vl.rec.AF*, indicando que a maior parte da renda auferida pelos agricultores familiares dessas microrregiões vem da produção agropecuária.

As características agrária e econômica dos *Clusters 2* e *5* são similares em termos de microrregiões com predominância da agricultura não familiar. No entanto, enquanto o *Cluster 5* concentrou microrregiões com tradição na produção agropecuária, especialmente no Cerrado, e que se consolidaram como importantes polos agrícolas no Brasil – a exemplo de Sinop no Mato Grosso –, o *Cluster 2* agrupou microrregiões que iniciaram os avanços de novas fronteiras agrícolas na década anterior, como o Matopiba.

Em termos de estrutura agrária, os *Clusters 3, 4* e *6* possuem semelhanças com a proporção de área ocupada e estabelecimentos familiares acima da média. Entretanto, as características econômicas são distintas. O *Cluster 3* reuniu microrregiões que historicamente apresentavam os mais baixos índices de desenvolvimento socioeconômico do país e tinham maior dependência dos programas de transferências de renda. Essa condição refletiu-se no âmbito agropecuário, uma vez que maior parte da renda auferida pelos estabelecimentos familiares ocorreu via programas e políticas públicas, além de ter um baixo dinamismo produtivo.

O *Cluster 4* se destaca pela característica de maior proporção de receita auferida pelos agricultores familiares por meio das fontes não agrícolas, as receitas fora do estabelecimento e, principalmente, das outras receitas. O *Cluster 6*, por outro lado, apresenta um perfil econômico de agricultores familiares voltados à dinâmica produtiva agropecuária. Vale lembrar que as receitas correspondem à proporção auferida pela categoria dos estabelecimentos de acordo com a microrregião. Essa colocação é válida para destacar que este eixo capta o perfil agrário e econômico das microrregiões e, por isso, aquelas localizadas no Norte e no Sul encontram-se alocadas no mesmo *cluster*. Porém, reconhece-se que a região Sul tem uma dinâmica produtiva maior, especialmente em relação à agricultura familiar.

Quadro 5 – Resumo dos resultados encontrados pelo eixo Estrutura Agrária e Econômica – 2017

Cluster	Característica	Resultados gerais
1	Indiferença de estrutura agrária e econômica entre familiares e não familiares	- Quantidade de microrregiões: 139
		- Quantidade de produtores: 1.416.515
		- Predominância de produtores nas regiões: Sudeste (34,1%) e Nordeste (31,5%)
2	Agricultura não familiar das novas fronteiras agrícolas	- Quantidade de microrregiões: 180
		- Quantidade de produtores: 1.142.409
		- Predominância de produtores nas regiões: Sul (24,2%) e Sudeste (24,1%)
3	Agricultura familiar de baixa dinâmica produtiva e dependente de programas e políticas públicas	- Quantidade de microrregiões: 89
		- Quantidade de produtores: 1.439.737
		- Predominância de produtores nas regiões: Nordeste (97,3%) e Sudeste (2,6%)
4	Agricultura familiar de dinâmica agrícola e não agrícola	- Quantidade de microrregiões: 8
		- Quantidade de produtores: 104.056
		- Predominância de produtores na região: Norte (87,1%) e Nordeste (12,9%)
5	Agricultura não familiar das áreas agrícolas consolidadas e com predominância agrária e econômica	- Quantidade de microrregiões: 72
		- Quantidade de produtores: 311.553
		- Predominância de produtores nas regiões: Sudeste (46,1%) e Centro-Oeste (41,2%)
6	Agricultura familiar de dinâmica agrícola e de assalariamento fora dos estabelecimentos	- Quantidade de microrregiões: 70
		- Quantidade de produtores: 659.054
		- Predominância de produtores nas regiões: Sul (38,1%) e Norte (29,1%)

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa, 2021.

A partir da formação dos *clusters*, a Tabela 2 traz alguns resultados em valores absolutos das variáveis adotadas na análise e de outras pertinentes para conhecer características ainda mais específicas, como a receita por tipo de produção agropecuária e quantidade de estabelecimentos por tamanho de área. Esses resultados indicam, também, a heterogeneidade produtiva endógena aos *clusters* entre os produtores familiares e não familiares.

Pela extensão territorial das microrregiões da região Norte do país, visualmente, o *Cluster 1* parece agregar a quantidade majoritária de estabelecimentos, porém, a concentração de produtores está nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul, o que demonstra também maior densidade de produtores com estabelecimentos menores de 50 hectares. Ademais, chama-se a atenção para a diferença de perfil produtivo agropecuário entre familiares e não familiares. Enquanto mais da metade das receitas da produção dos produtores não familiares são de origem vegetal, a maior parte das receitas de produção dos familiares são de origem animal.

O *Cluster 3* reúne o maior contingente de produtores com 1,4 milhão, dos quais 73% são agricultores familiares com estabelecimentos menores que 50 hectares. Mesmo agrupando a maior quantidade de produtores, a representatividade em termos de receitas da produção agropecuária corresponde a apenas 3% e tem a mais baixa média de receita de produção agropecuária por hectare: R\$ 328,59. Chama a atenção, em termos de produtividade, que os entraves produtivos não se restringem a uma categoria específica de produtores, pois entre os não familiares essa relação corresponde a R\$ 315,10 e aos familiares é de R\$ 343,2.

Embora os *Clusters 2* e *5* tenham características e a representatividade econômica similares, os níveis de produtividade são maiores para o *Cluster 5*. O *Cluster 2* reúne 180 microrregiões, mais de 1 milhão de estabelecimentos agropecuários e é responsável por 37,8% das receitas da produção agropecuária com média de receita por hectare de R\$ 1.059,81. O *Cluster 5*, por sua vez, representa 35,5% das receitas da produção agropecuária, porém, agregou apenas 72 microrregiões, cerca de 311 mil estabelecimentos e tem a maior média de receita por hectare, que corresponde a R\$ 1.752,69.

O *Cluster 6* é o único que a área ocupada por estabelecimentos familiares é maior que a de não familiares. Esse *cluster* agrupou microrregiões que possuem Unidades de Conservação, especificamente Reservas Extrativistas na Amazônia brasileira, que foram implementadas a partir da concessão de terras a produtores familiares para o uso sustentável, permitindo a exploração da área por meio da agricultura de forma limitada pela legislação e com a obrigatoriedade de manter parte considerável das florestas nativas. Em geral, a área concedida por produtor chega até 1.000 hectares.

Tabela 2 – Resultados agrários e econômicos dos *clusters* formados – 2017

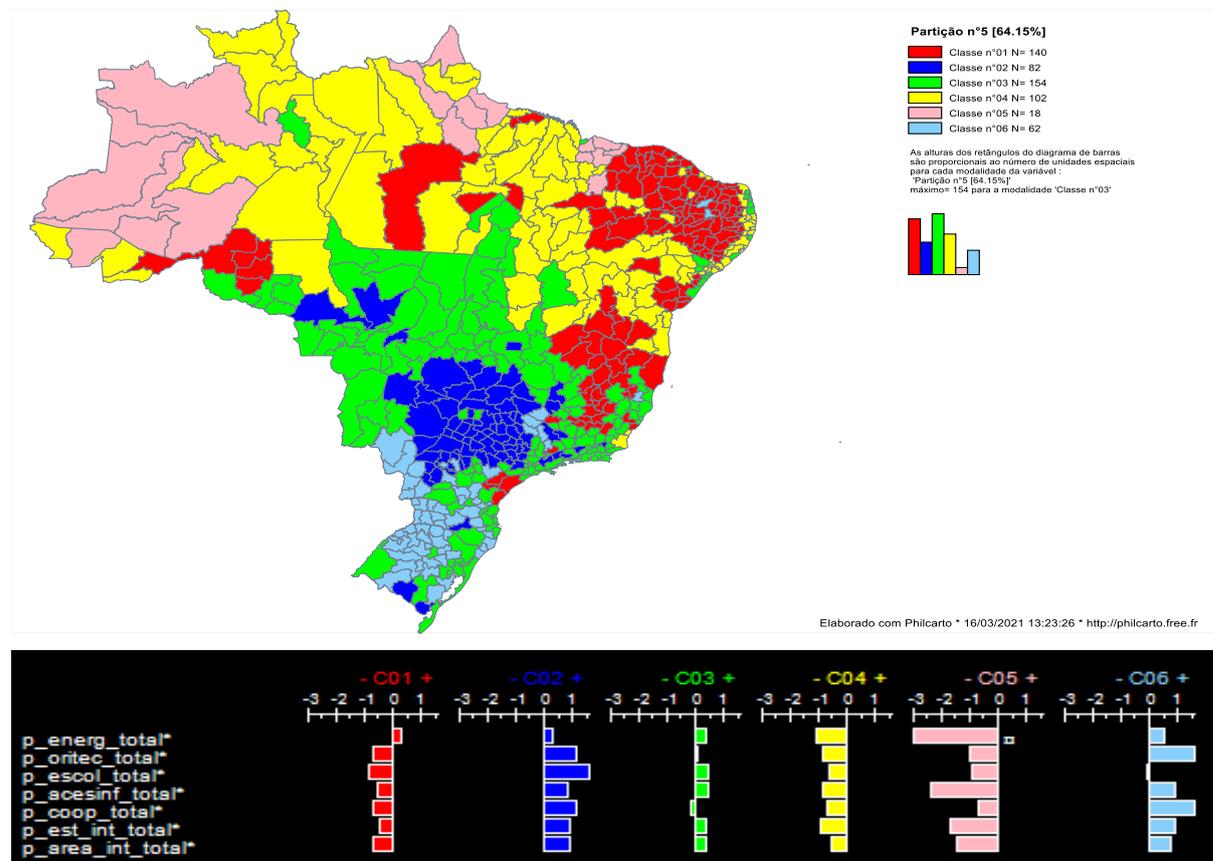
Indicador	Classe n°01	Classe n°02	Classe n°03	Classe n°04	Classe n°05	Classe n°06	
<b>Agricultura não familiar</b>							
Receitas da Produção (milhão R\$)	43.689	124.223	5.354	940	132.281	9.386	
- <i>Vegetal</i> (milhão R\$)	22.188	80.013	1.471	180	99.029	3.868	
- <i>Animal</i> (milhão R\$)	20.165	41.451	3.577	723	31.169	5.286	
- <i>Agroindústria</i> (milhão R\$)	1.335	2.759	306	37	2.083	233	
Outras receitas (milhão R\$)	1.096	2.542	187	18	1.400	224	
Receitas fora do estabelecimento (milhão R\$)	6.977	15.397	3.363	173	9.377	1.963	
Receitas de Programas e Políticas (milhão R\$)	1.644	1.923	975	46	955	480	
Área (mil hectares)	45.434	120.822	16.989	1.869	76.169	9.117	
Pessoal ocupado (mil un.)	1.265	1.592	799	47	941	345	
Estabelecimento	< 50 ha (mil un.)	214	166	231	9	43	71
	> 50 ha (mil un.)	75	130	28	2	73	17
	Produtor sem área (mil un.)	5	2	13	0	0	1
	Com receitas (mil un.)	238	252	170	10	104	73
<b>Agricultura familiar</b>							
Receitas da Produção (milhão R\$)	25.718	28.670	5.380	784	11.053	16.649	
- <i>Vegetal</i> (milhão R\$)	11.712	14.004	1.798	284	5.091	7.163	
- <i>Animal</i> (milhão R\$)	12.830	13.428	3.169	371	5.640	8.701	
- <i>Agroindústria</i> (milhão R\$)	1.176	1.238	412	129	321	785	
Outras receitas (milhão R\$)	1.056	1.079	356	25	446	669	
Receitas fora do estabelecimento (milhão R\$)	1.267	1.181	465	66	416	668	
Receitas de Programas e Políticas (milhão R\$)	8.781	6.563	10.222	500	1.621	4.474	
Área (mil hectares)	23.280	23.443	15.676	1.675	5.611	11.206	
Pessoal ocupado (mil un.)	2.875	1.997	2.939	290	440	1.575	
Estabelecimento	< 50 ha (mil un.)	953	669	1.050	80	149	496
	> 50 ha (mil un.)	127	137	81	11	33	58
	Produtor sem área (mil un.)	13	5	26	1	1	8
	Com receitas (mil un.)	879	651	719	78	150	475

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa, 2021.

## Modernidade

No eixo Modernidade também foram formadas seis classes de *clusters* (Figura 2). No *Cluster 1* foram alocadas microrregiões, principalmente das regiões Nordeste, Sudeste e Norte do país. O *Cluster 2* concentrou microrregiões das regiões Centro-Oeste e Sudeste. No *Cluster 3* foram agrupadas microrregiões do Centro-Oeste e Norte do país. O *Cluster 4* alocou microrregiões do Nordeste e Norte. O *Cluster 5* agregou microrregiões especialmente das regiões Norte e Nordeste. E o *Cluster 6* é formado principalmente por microrregiões do Sul do país.

Figura 2 – Resultados da análise multivariada a partir das variáveis do eixo Modernidade – 2017



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa, 2021.

A formação dos *clusters* pelo eixo de Modernidade demonstra as distintas realidades agropecuárias em termos de acesso a estruturas e/ou serviços que podem subsidiar melhores desempenhos econômicos. Em geral, o acesso a essas estruturas e serviços é fundamental para as condições de inovação local, porém, a oferta depende de arranjos institucionais e investimentos – em sua maioria, públicos. Enquanto

algumas microrregiões têm uma realidade de atraso sem acesso sequer a energia elétrica, outras têm acesso a todas as condições de modernidade. O quantitativo total de produtores por *clusters* são apresentados no Quadro 6 e de produtores com acesso às bases de Modernidade constam na Tabela 3.

O *Cluster 1* tem maior proporção de estabelecimentos com acesso apenas à energia elétrica, que, ao comparar com os *Clusters 4* e *5*, tem uma condição bem melhor visto que nesses *clusters* todas as variáveis estão abaixo da média. Esses agrupamentos têm em comum a concentração, basicamente, nas regiões Norte e Nordeste, que apresentam com baixos índices de desenvolvimento. Em específico a região Norte, é válido destacar outros problemas de infraestrutura, que não foi possível captar com essas variáveis, no que diz respeito ao isolamento. Existem municípios nessa região que o transporte rodoviário ainda não é possível.

Os *Clusters 2, 3* e *6* já apresentam algum nível de modernidade e agruparam justamente microrregiões com maior tradição agrícola. Todas as variáveis estão acima da média apenas no *Cluster 2*, formado na parte central do país e agrupa boa parte das microrregiões do estado de São Paulo. O *Cluster 3* apresentou indiferença na média da variável de orientação técnica e abaixo da média na variável de associação à cooperativa, o que é natural de se imaginar ao observar que as microrregiões agrupadas possuem grandes estabelecimentos agropecuários, que, geralmente, não são associados a cooperativas. O *Cluster 6*, por sua vez, agregou microrregiões onde os produtores em geral têm tradição de se organizarem de forma cooperativa.

Quadro 6 – Resumo dos resultados encontrados pelo eixo Modernidade – 2017

<i>Cluster</i>	Característica	Resultados gerais
1	Agropecuária pouco moderna	- Quantidade de microrregiões: 140
		- Quantidade de estabelecimentos: 1.821.018
		- Predominância de estabelecimentos nas regiões: Nordeste (74,8%) e Sudeste (17,4%)
2	Agropecuária moderna	- Quantidade de microrregiões: 82
		- Quantidade de estabelecimentos: 355.776
		- Predominância de estabelecimentos nas regiões: Sudeste (58,8%) e Centro-Oeste (21,0%)
3	Agropecuária moderna de baixa organização cooperativa	- Quantidade de microrregiões: 154
		- Quantidade de estabelecimentos: 952.664
		- Predominância de estabelecimentos nas regiões: Sudeste (37,8%) e Centro-Oeste (23,9%)
4		- Quantidade de microrregiões: 102
		- Quantidade de estabelecimentos: 1.145.323

	Agropecuária atrasada com baixo acesso à infraestrutura	- Predominância de estabelecimentos na região: Nordeste (71,6%) e Norte (25,2%)
5	Agropecuária atrasada	- Quantidade de microrregiões: 18
		- Quantidade de estabelecimentos: 137.248
		- Predominância de estabelecimentos nas regiões: Norte (54,2%) e Nordeste (45,8%)
6	Agropecuária moderna com indiferença de nível de escolaridade	- Quantidade de microrregiões: 62
		- Quantidade de estabelecimentos: 661.295
		- Predominância de estabelecimentos nas regiões: Sul (85,1%) e Sudeste (10,0%)

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa, 2021.

As principais debilidades nos *clusters* são identificadas a partir da relação entre a quantidade de estabelecimentos agropecuários com acesso a condições de Modernidade (Tabela 3) em relação ao total de estabelecimentos (Tabela 4). Os indicadores de acesso à informação e à internet revelam que o meio rural, em geral, ainda não entrou no século XXI, visto que apenas 28,2% dos estabelecimentos contam com internet. Os resultados por *clusters* confirmam a expressiva heterogeneidade. Enquanto as classes 2 e 6 têm mais de 40% dos estabelecimentos com internet, o *Cluster 5* tem apenas 5,6%.

O perfil educacional do agricultor brasileiro reflete a desigualdade que caracteriza a educação do país. Em apenas 20,6% do total de estabelecimentos o produtor tem ensino médio e/ou superior. Os resultados são ainda mais heterogêneos ao observar os resultados dos *clusters*. O *Cluster 2* tem 42,6% de produtores que possuem ensino médio e superior, enquanto o *Cluster 6* tem apenas 12,4%. Não se pode ignorar que a gestão das novas tecnologias é mais complexa e exige tanto o acesso a serviços de treinamento continuados como autonomia para aprender operando. Educação é cada vez mais importante para a inovação, especialmente no contexto da economia digital.

A prestação de assistência técnica e extensão rural é uma dentre as diferentes funções exercidas pelas cooperativas agropecuárias. O resultado encontrado aqui fornece um indicativo da relação entre orientação técnica e associação a cooperativa, pois os *clusters 2, 3 e 6* apresentam maior proporção de estabelecimentos que recebem orientação técnica e também tem a maior proporção de estabelecimentos associados a cooperativas. Os demais *clusters* apresentam as menores proporções de recebimento de orientação técnica e de associação a cooperativa.

Tabela 3 – Estabelecimentos da agricultura não familiar (ANF) e da agricultura familiar (AF) com acesso à Modernidade por *clusters* – 2017

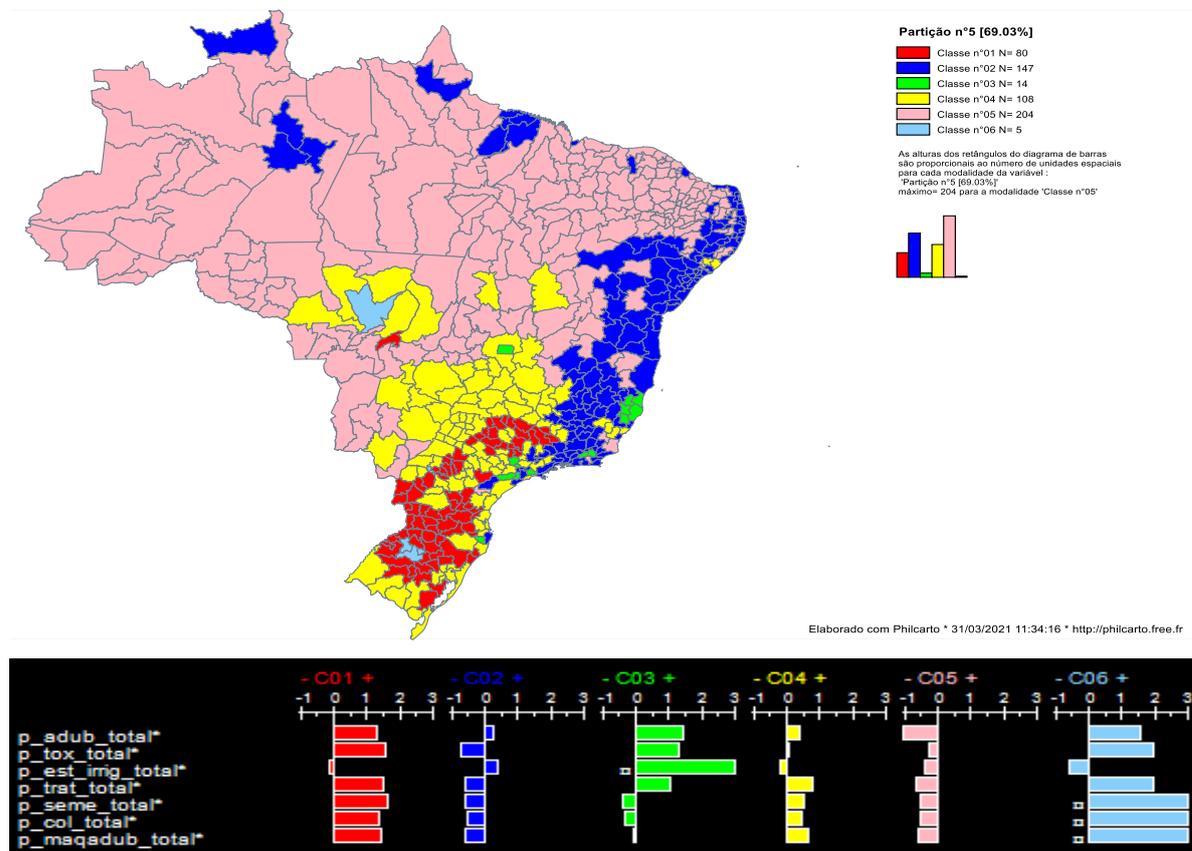
Variável	Categoria	Classe n°01	Classe n°02	Classe n°03	Classe n°04	Classe n°05	Classe n°06
Energia elétrica	ANF	335.513	120.730	249.448	158.904	6.708	114.210
	AF	1.254.327	195.113	615.112	626.192	50.471	490.634
Orientação técnica	ANF	52.595	75.543	89.462	30.048	1.695	67.782
	AF	127.541	85.839	143.924	62.113	5.265	283.636
Escolaridade	ANF	113.605	79.379	132.061	78.553	4.047	56.391
	AF	154.586	72.292	138.388	116.463	12.971	97.580
Acesso à informação	ANF	279.962	122.593	239.648	162.193	6.965	115.900
	AF	961.224	195.386	564.601	571.948	51.438	475.419
Cooperativa	ANF	12.400	54.349	41.393	6.869	285	51.837
	AF	28.983	63.935	81.756	17.526	2.074	218.031
Internet	ANF	205.192	99.233	207.321	122.271	6.124	137.952
	AF	223.451	54.497	119.968	89.454	1.584	163.109
Área internet (mil hectares)	ANF	8.785	20.239	38.542	13.398	546	10.462
	AF	8.832	13.194	22.522	11.370	392	7.301

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa, 2021.

## Tecnológico

A *clusterização* do eixo Tecnológico formou seis agrupamentos de microrregiões (Figura 3). A formação do *Cluster 1* concentrou especialmente as microrregiões da Região Sul. O *Cluster 2* concentrou microrregiões litorâneas e, principalmente, localizadas no bioma Mata Atlântica. O *Cluster 3* foi formado de forma dispersa e agrupou microrregiões do Centro-Oeste e Sudeste. O *Cluster 4* agregou microrregiões das regiões Centro-Oeste e Sul. O *Cluster 5* agrupou majoritariamente as microrregiões do Norte, Nordeste e Centro-Oeste. O *Cluster 6* concentrou microrregiões do Sul e apenas uma do Centro-Oeste.

Figura 3 – Resultados da análise multivariada a partir das variáveis do eixo Tecnológico – 2017



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa, 2021.

O caráter heterogêneo dos *clusters* formados pelo eixo Tecnológico evidencia o tipo de tecnologia utilizada no processo produtivo pelos estabelecimentos. Vale destacar que o Censo Agropecuário 2017 não contém informações a respeito da tração animal, como continha no ano de 2006, o que possibilitaria identificar as microrregiões que ainda utilizam esse tipo de tecnologia.

Ademais, interessante notar que, visualmente, o agrupamento das microrregiões pelo eixo Tecnológico assemelha-se à configuração dos biomas brasileiros. O *Cluster 5*, por exemplo, agrupa quase todas as microrregiões da Amazônia brasileira e da Caatinga. O *Cluster 2* agrega parcela significativa de microrregiões do bioma Mata Atlântica. E o *Cluster 3* se concentram em microrregiões que prevalece o bioma Cerrado.

Os perfis tecnológicos encontrados nessa análise também são bastantes distintos (ver Quadro 7, a seguir). Os *Clusters 1, 4 e 6* apresentam um perfil de uso de adubação e de mecanização agrícola. O *Cluster 6* se destaca em relação à maior proporção de estabelecimentos que utilizam algum tipo de tecnologia de mecanização. Os *Cluster 2 e 3* têm a característica de utilizar irrigação e adubação no

processo produtivo. O *Cluster 5* é o único que apresenta proporção abaixo da média em todas as variáveis.

Quadro 7 – Resumo dos resultados encontrados pelo eixo Tecnológico – 2017

Cluster	Característica	Resultados gerais
1	Agropecuária de alto uso de tecnologias e sem irrigação	- Quantidade de microrregiões: 80
		- Quantidade de produtores: 672.130
		- Predominância de produtores nas regiões: Sul (84,2%) e Sudeste (15,6%)
2	Agropecuária de uso de tecnologias de adubação e irrigação	- Quantidade de microrregiões: 147
		- Quantidade de produtores: 1.510.367
		- Predominância de produtores nas regiões: Nordeste (66,7%) e Sudeste (26,0%)
3	Agropecuária de tecnologia irrigada	- Quantidade de microrregiões: 14
		- Quantidade de produtores: 80.401
		- Predominância de produtores nas regiões: Sudeste (88,7%) e Centro-Oeste (6,5%)
4	Agropecuária de uso de tecnologia mecânica	- Quantidade de microrregiões: 108
		- Quantidade de produtores: 732.124
		- Predominância de produtores na região: Sudeste (42,2%) e Sul (34,8%)
5	Agropecuária de baixo uso de tecnologias	- Quantidade de microrregiões: 204
		- Quantidade de produtores: 2.050.738
		- Predominância de produtores nas regiões: Nordeste (62,3%) e Norte (22,7%)
6	Agropecuária de alto uso de tecnologias mecânicas e sem irrigação	- Quantidade de microrregiões: 5
		- Quantidade de produtores: 27.564
		- Predominância de produtores nas regiões: Sul (82,0%) e Centro-Oeste (18,0%)

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa, 2021.

A Tabela 4 traz o quantitativo de estabelecimentos que utilizam alguma tecnologia no processo produtivo por *clusters*, o que permite inferir qual o tipo tecnologia mais difundido. A entrada das tecnologias digitais no setor agropecuário vem, de forma geral, para complementar o uso de tecnologias já existentes no setor, especialmente através de sensores que podem contribuir com o uso mais eficiente de insumos agrícolas, avaliação de desempenho de máquinas etc. Assim, o indicativo das

tecnologias mecânicas e biológicas mais utilizadas nas microrregiões poderão apontar o tipo de tecnologia digital que terá maior adesão.

Embora careça de mais elementos para indicar com maior precisão, esses resultados também podem indicar estudos mais específicos sobre o uso de tecnologias compatíveis com a sustentabilidade local e redução de impactos ambientais. No caso dos agrotóxicos, de forma geral, 18,2% do total dos estabelecimentos utiliza, porém, os estabelecimentos das microrregiões alocadas no *Cluster 3* correspondem a 83,3% que fazem uso, sendo a maior parte estabelecimentos da agricultura familiar. Ademais, é o mesmo *cluster* que tem a maior proporção de estabelecimentos que utilizam irrigação. O uso racional da água também é fundamental para o desenvolvimento sustentável na agricultura.

É natural que o uso de tecnologias mecânicas tenha maior adesão entre produtores não familiares, visto que a aquisição dessas tecnologias depende de maiores níveis de capitalização. No entanto, a quantidade de estabelecimentos que possuem algum tipo de tecnologia mecânica no *Cluster 1* é maior entre os familiares. Esse *cluster* agrupou majoritariamente microrregiões do Sul do país, onde a agricultura familiar é bem mais fortalecida comparada a outras regiões.

Tabela 4 – Estabelecimentos da agricultura não familiar (ANF) e da agricultura familiar (AF) com acesso a tecnologias por *clusters* – 2017

Variável	Categoria	Classe n°01	Classe n°02	Classe n°03	Classe n°04	Classe n°05	Classe n°06
Adubação	ANF	102.206	170.112	16.283	127.152	84.881	5.715
	AF	46.740	206.188	53.644	58.026	136.404	1.377
Agrotóxico	ANF	92.960	74.172	13.335	95.267	137.822	5.476
	AF	46.740	206.188	53.644	58.026	136.404	1.377
Irrigação	ANF	10.887	50.095	12.230	19.096	32.953	551
	AF	35.853	156.093	41.414	38.930	103.451	826
Área irrigada (Hectares)	ANF	906.118	709.051	206.040	2.615.275	769.002	99.601
	AF	178.431	457.667	251.678	174.760	323.943	2.270
Trator	ANF	71.176	37.685	8.085	104.583	61.342	4.798
	AF	229.640	37.601	17.596	111.426	39.581	10.767
Semeadeira	ANF	39.787	8.201	1.090	44.226	18.676	4.094
	AF	91.117	5.627	583	26.879	6.180	7.526
Colheitadeira	ANF	26.889	4.285	623	24.656	6.182	3.630
	AF	31.323	2.976	197	13.175	1.819	4.111
Máquina de adubação	ANF	35.025	7.533	1.916	44.894	15.386	3.267
	AF	63.397	2.891	1.447	22.510	3.323	4.825

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa, 2021.

## Considerações finais

A heterogeneidade estrutural presente no Brasil se repercute em diversas camadas, o que reflete em diferentes estruturas setoriais na economia e na agropecuária não é diferente. A importância econômica do setor agropecuário para o país tem sido acompanhada de uma complexidade cada vez maior para entender a sua dinâmica produtiva, especialmente em novos cenários de produção que estão emergindo, como a Agricultura 4.0. Ter o pano de fundo da heterogeneidade é fundamental nas avaliações, pois reconhece a existência de diferentes padrões produtivos e perfis de produtores no território nacional.

O presente trabalho buscou reconhecer a heterogeneidade na agropecuária brasileira em diferentes níveis por meio da construção de variáveis associadas aos eixos estabelecidos. Embora o Censo Agropecuário 2017 tenha limitações de disponibilidade de informações em comparação ao Censo Agropecuário 2006 e o levantamento não tenha abordado questões específicas ao uso de tecnologias digitais. A exploração dos dados disponíveis pode indicar a avaliação e planejamento de políticas públicas, considerando a heterogeneidade presente em suas distintas dimensões no setor agropecuário e explorando os diferentes perfis das microrregiões: tecnológico, agrário e econômico e acesso a estruturas de modernidade.

De forma geral, a heterogeneidade está presente nos diferentes eixos de avaliação. Especificamente, os principais resultados encontrados com as variáveis construídas para a análise multivariada e a definição da quantidade de *clusters* foram:

- No eixo Estrutura Agrária e Econômica, existem perfis distintos mesmo nas microrregiões que têm prevalência de alguma categoria de produtores:
  - Um perfil diz respeito à indiferença em termos proporcionais entre estabelecimentos familiares e não familiares;
  - Entre os *clusters* que demonstram maior prevalência de estabelecimentos não familiares, ambos contribuem significativamente nas receitas agropecuárias, porém, se distinguem em duas características geográficas: uma se remete aos avanços de novas fronteiras agrícolas e a outra está relacionada às áreas tradicionais e consolidadas da agricultura que possuem grande representatividade na produção agropecuária;
  - Os *clusters* que apresentam maior prevalência de agricultores familiares, pelo menos três perfis foram identificados: um está relacionado aos produtores familiares mais dependentes das transferências de renda por meio de programas e políticas e que possuem baixa dinâmica produtiva; o outro perfil diz respeito aos agricultores familiares que absorvem a maior proporção de rendas e receitas não agrícolas; e, por fim, o perfil de agricultores familiares de alta dinâmica produtiva.

- No eixo Modernidade, as realidades de acesso às estruturas são bastante distintas, e existem diferentes níveis de atraso e de modernidade das microrregiões:
  - Os *clusters* que demonstram características de atraso agruparam microrregiões das regiões que, historicamente, apresentam baixos níveis de desenvolvimento, especificamente Norte e Nordeste;
  - Os *clusters* que apresentaram características de modernidade agregaram microrregiões que têm certa tradição na produção agropecuária, como Centro-Oeste e Sul, e apresentam níveis de desenvolvimento mais elevados.
- No eixo Tecnológico, a heterogeneidade que se constata é em relação ao tipo de tecnologia utilizada nas microrregiões:
  - Apenas o *cluster* que agrupou a maioria das microrregiões do Norte e Nordeste do país apresenta proporção abaixo da média em todas as variáveis;
  - Os demais *clusters* apresentam perfis tecnológicos distintos de acordo com o uso de tecnologias. As microrregiões com áreas agrícolas consolidadas têm a característica de utilizarem tecnologias mecanizadas. As microrregiões litorâneas têm o perfil de adubação e irrigação.

## Referências

BELIK, W. A Heterogeneidade e suas Implicações para as Políticas Públicas no Rural Brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s. l.], v. 53, n. 1, p. 9-30, 2015.

BERNARDI, A. C. de C. et al. **Agricultura de Precisão: Resultados de um Novo Olhar**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2014. v. 1

BUAINAIN, A. M. et al. **Agricultura familiar e inovação tecnológica no Brasil: características, desafios e obstáculos**. 1. ed. Campinas: UNICAMP, 2007.

BUAINAIN, A. M. et al. **Desafios para a Agricultura nos Biomas Brasileiros**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2020. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218319/1/DESAFIOS-PARA-AGRICULTURA-NOS-BIOMAS-BRASILEIROS-ed01-2020.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2020.

CATELA, E. Y. da S.; PORCILE, G. **Heterogeneidade Estrutural na Produtividade das Firms Brasileiras**. Brasília: CEPAL. Escritório de Brasília/IPEA, 2013. Disponível em: <<https://www.cepal.org/pt->

br/publicaciones/36849-heterogeneidade-estrutural-productividade-firmas-brasileiras>. Acesso em: 2 mar. 2021.

CIMOLI, M. **Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina**. Santiago de Chile: CEPAL/BID, 2005. v. 1 Disponível em: <<https://www.cepal.org/es/publicaciones/2799-heterogeneidad-estructural-asimetrias-tecnologicas-crecimiento-america-latina>>. Acesso em: 5 mar. 2021.

FAO. **The State of Food and Agriculture - Innovation in Family Farming**. 1. ed. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014. v. 1 Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4040e.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2021.

GASQUES, J. G. et al. Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira: Uma Análise do Censo Agropecuário. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Eds.). **Uma Jornada pelos Contrastes do Brasil: 100 Anos de Censo Agropecuário**. 1. ed. Brasília: IPEA, IBGE, 2020. v. 1p. 107–119.

GUANZIROLI, C. E.; BUAINAIN, A. M.; SABBATO, A. Di. Dez Anos de Evolução da Agricultura Familiar no Brasil: (1996 e 2006). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s. l.], v. 50, n. 2, p. 351–370, 2012. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032012000200009](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032012000200009)>. Acesso em: 3 mar. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 11 set. 2019.

KAGEYAMA, A. A.; BERGAMASCO, S. M. P. P.; OLIVEIRA, J. T. A. De. Uma Tipologia dos Estabelecimentos Agropecuários do Brasil a partir do Censo de 2006. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s. l.], v. 51, n. 1, p. 105-121, 2013.

MATTEO, M. **Heterogeneidade regional**. Brasília: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2013. Disponível em: <<https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/36850-heterogeneidade-regional>>. Acesso em: 2 mar. 2021.

MENDES, C. I. C.; BUAINAIN, A. M.; FASIABEN, M. do C. R. Heterogeneidade da agricultura brasileira no acesso às tecnologias da informação. **Revista Espacios**, [s. l.], v. 35, n. 11, 2014. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a14v35n11/14...>>

MILANEZ, A. Y. et al. **Conectividade rural: situação atual e alternativas para superação da principal barreira à agricultura 4.0 no Brasil**. Rio de Janeiro.

MINGOTI, A. S. **Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada**: uma abordagem aplicada. 1. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

PINTO, A. Natureza e implicações da “heterogeneidade estrutural” da América Latina. In: BIELSTHOWSKY, R. (Ed.). **Cinquenta anos de pensamento na Cepal**. 1. ed. Rio de Janeiro, São Paulo: CEPAL/COFECON, 2000. v. 2p. 567–587.

SANTOS, G. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Heterogeneidade Produtiva na Agricultura Brasileira Elementos Estruturais e Dinâmicos da Trajetória Produtiva Recente** IPEA. Brasília. Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15035](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=15035)>. Acesso em: 9 dez. 2020.

SCHNEIDER, S.; CASSOL, A. Diversidade e Heterogeneidade da Agricultura Familiar no Brasil e Algumas Implicações para Políticas Públicas. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 227-263, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/127344/1/Diversidade-e-heterogeneidade.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2021.

SOUZA, P. M. De et al. Diferenças regionais de tecnologia na agricultura familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s. l.], v. 57, n. 4, p. 594–617, 2019. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032019000400594&lng=pt&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032019000400594&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 4 mar. 2021.

SOUZA FILHO, H. M. De et al. Condicionantes da Adoção de Inovações Tecnológicas na Agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 223-255, 2011.

SOUZA, P. M. et al. Tecnologia na Agricultura Brasileira: Uma Análise das Desigualdades Regionais para os Segmentos Não Familiar e Familiar. **Revista Econômica do Nordeste**, [s. l.], v. 49, n. 3, p. 147-169, 2018. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/812>>. Acesso em: 4 mar. 2021.

SQUEFF, G. C.; NOGUEIRA, M. O. **A Heterogeneidade Estrutural no Brasil de 1950 a 2009**. Brasília: CEPAL. Escritório de Brasília/IPEA, 2013. Disponível em: <<https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/36845-heterogeneidade-estrutural-brasil-1950-2009>>. Acesso em: 2 mar. 2021.

SUNKEL, O. **La dependencia y la heterogeneidad estructural**, 1978.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e Indústria no Brasil: Inovação e Competitividade**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2017. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29768](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29768)>

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SANTOS, G. R. Dos. Heterogeneidade no setor agropecuário brasileiro: contraste tecnológico. *In: Radar: tecnologia, produção e comércio exterior*. 14. ed. Brasília: IPEA, 2011. p. 15-20.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SANTOS, G. R. Dos; FORNAZIER, A. **Distribuição produtiva e tecnológica da agricultura brasileira e sua heterogeneidade estrutural**. Brasília: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2013. v. 1 Disponível em: <<https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/36848-distribuciao-produtiva-tecnologica-agricultura-brasileira-sua-heterogeneidade>>. Acesso em: 2 mar. 2021.

ZIEGLER, S. et al. **Conectividade Rural na América Latina e no Caribe: uma Ponte para o Desenvolvimento Sustentável em Tempos de Pandemia**. Santiago. Disponível em: <<https://iica.int/sites/default/files/2020-10/BVE20108887p.pdf>>. Acesso em: 1 maio. 2021.

Data de submissão: 02/05/2021

Data de aprovação: 05/09/2023

Revisão: Daniela Matthes (português), Emily Camila Batschauer e Mateus Artur Pereira Nuss (inglês) e Yanet María Reimondo Barrios (espanhol).

---

*Pedro Gilberto Cavalcante Filho*

Doutorando no Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas

Rua Pitágoras – Cidade Universitária

13083-857 Campinas/SP, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1776-0295>

E-mail: [pedro.gilberto@hotmail.com](mailto:pedro.gilberto@hotmail.com)

*Antônio Márcio Buainain*

Centro de Estudos em Economia Aplicada, Agrícola e do Meio Ambiente (CEA+)

do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas

Rua Pitágoras – Cidade Universitária

13083-857 Campinas/SP, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1779-5589>

E-mail: [buainain@gmail.com](mailto:buainain@gmail.com)

*Marcelo Pereira Cunha*

Centro de Estudos em Economia Aplicada, Agrícola e do Meio Ambiente (CEA+)

do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas

Rua Pitágoras – Cidade Universitária

13083-857 Campinas/SP, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1027-1694>

E-mail: [mpcunha@unicamp.br](mailto:mpcunha@unicamp.br)