

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/378732191>

O impacto da modernização agrícola no mercado de trabalho formal brasileiro

Article · January 2024

CITATIONS
0

READS
111

5 authors, including:



Luan Bernardelli

Universidade Federal de Goiás

56 PUBLICATIONS 133 CITATIONS

SEE PROFILE



Gustavo Henrique Leite de Castro

University of São Paulo

34 PUBLICATIONS 87 CITATIONS

SEE PROFILE




José Rodrigo Gobi

Universidade Estadual de Maringá

20 PUBLICATIONS 14 CITATIONS

SEE PROFILE



Ednaldo Michellon

Universidade Estadual de Maringá

60 PUBLICATIONS 139 CITATIONS

SEE PROFILE

O impacto da modernização agrícola no mercado de trabalho formal brasileiro


Luan Vinicius Bernardelli¹

 <https://orcid.org/0000-0003-1410-2318>

Gustavo Henrique Leite de Castro²

 <https://orcid.org/0000-0003-4604-7640>

Jose Rodrigo Gobi³

 <https://orcid.org/0000-0003-3902-6526>

Ednaldo Michellon⁴

 <https://orcid.org/0000-0003-3376-9003>

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho⁵

 <https://orcid.org/0000-0002-2682-1240>

Recebido em: 1/10/2023

Aprovado em: 19/11/2023

Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar o impacto da modernização agrícola no mercado de trabalho formal. Os dados utilizados foram coletados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017) e da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). O método empregado foi o dos mínimos quadrados ordinários (MQO) e o modelo de variáveis instrumentais (VI). Os resultados revelam que o aumento do número de máquinas e equipamentos e o acesso à internet estão positivamente associados ao número de empregos formais e ao rendimento na

¹ Professor da Universidade Federal de Goiás (UFG). Doutor em Economia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). E-mail: luanviniciusbernardelli@gmail.com

² Doutorando em Economia pela Universidade Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA-USP). E-mail : castro.guh@gmail.com

³ Professor da Universidade Cesumar. Doutor em Economia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM).. E-mail : joserodrigogobi@gmail.com

⁴ Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia (PCE) na Universidade Estadual de Maringá (UEM). Doutor em Economia pela Universidade Estadual de Campinas. E-mail : emichellon@uem.br

⁵ Pesquisador do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Doutor em Economia pela Universidade Estadual de Campinas. E-mail : jose.vieira@ipea.gov.br

agricultura, assim como identificam uma associação positiva entre escolaridade e o rendimento médio dos trabalhadores formais. O estudo do trabalho formal agrícola é tema pouco tratado na literatura e cada vez mais importante na dinâmica da moderna agricultura. As informações aqui disponibilizadas contribuem para repensar políticas públicas que estimulem o aumento da renda e do emprego no setor agropecuário.

Palavras-chave: Trabalho rural. Mecanização, Rendimentos no campo. Trabalho na agricultura.

Código JEL: Q12, O33, E24.

The impact of agricultural modernization on the Brazilian formal labour market

Abstract

The aim of this paper is to analyse the impact of agricultural modernization on the formal labour market. The data used were collected from the 2017 Agricultural Census (IBGE, 2017) and the Annual List of Social Information (RAIS). The method was that of ordinary regular criteria (OLS) and the instrumental variable model (VI). The results reveal that the increase in the number of machines and equipment and internet access are positively associated with the number of formal jobs and income in agriculture, as well as identifying a positive association between schooling and the average income of formal workers. The study of formal agricultural work is a subject that is rarely addressed in the literature and increasingly important in the dynamics of modern agriculture. The information provided here contributes to rethinking public policies that encourage increased income and employment in the agricultural sector.

Keywords: Rural work. Mechanization. Income in the countryside. Work in agriculture.

JEL CODE: Q12, O33, E24.

Introdução

A partir da década de 1970, a agricultura brasileira entrou em um processo de transformação, chamado de modernização agrícola. Houve passagem de uma agricultura tradicional, intensiva em mão de obra, para a agricultura moderna, mecanizada, intensiva em capital e baseada em conhecimento (Vieira; Fishlow, 2017). A modernização no campo elevou substancialmente a produção agrícola e, consequentemente, gerou benefícios à economia brasileira, como o aumento nas exportações. Ademais, o crescimento da produtividade do trabalho ampliou o êxodo rural. O acesso diferenciado da tecnologia pelos produtores aumentou a desigualdade de renda, bem como concentrou a pobreza nas regiões que não se modernizaram, o que constituiu em uma heterogeneidade estrutural da agricultura brasileira (Vieira Filho; Fornazier, 2016).

Em relação ao mercado de trabalho, embora alguns autores pontuem questões negativas sobre a modernização agrícola, como maior desigualdade salarial e aumento de desemprego (Teixeira, 2005; Rodrigues; Santos, 2013; Mattei, 2015),

existem evidências de efeito positivo para o aprimoramento do mercado de trabalho no campo, gerando maior número de contratação formal, trabalhadores com maiores níveis educacionais e maiores níveis salariais (Pereira; Braga; Mendonça, 2013; Bernardelli *et al.*, 2018; Gandolfi; Jesus; Gandolfi, 2019).

De fato, o Censo Agropecuário de 2006 já havia constatado que o mercado de trabalho agrícola atravessava período de forte transformação, sendo a grande parte dos estabelecimentos produtivamente insustentável, e havia tendência à mecanização, a qual reduziria a demanda por mão de obra. Vieira Filho, Santos e Fornazier (2013) mostraram que cerca de 60% dos estabelecimentos produtivos apresentaram produtividade total dos fatores abaixo de 1, ou seja, o custo de produção era superior à renda bruta. De um lado, a estrutura ocupacional se baseou no crescimento das relações formais e, de outro, na manutenção de um contingente ocupado em atividades de baixa qualificação e remuneração (Buainain; Dedecca, 2010).

É importante ressaltar que a maior parte dos trabalhadores que atuam no setor agrícola ainda não são formalmente registrados. Contudo, nos últimos anos, foi possível observar uma grande redução dos trabalhadores informais juntamente com uma elevação dos trabalhadores formais no país (FGV, 2023). Nesse sentido, em 2023, constatou-se a maior participação de trabalhadores formais no agronegócio, sendo responsáveis por 41,50% de todas as ocupações, enquanto dos demais setores está em 57,70%. Contudo, visualiza-se um crescimento da proporção de trabalhadores formais em relação ao total, diferentemente dos demais setores, mostrando a crescente importância do mercado de trabalho formal do agronegócio no Brasil (FGV, 2023).

Desse modo, justifica-se a necessidade de compreender o funcionamento do mercado de trabalho formal na agricultura e a sua relação com a modernização no campo é muito importante. Trata-se de um problema de pesquisa importante pois, embora haja trabalhos sobre esta temática (Rodrigues; Santos, 2013; Bernardelli *et al.*, 2018; Bernardelli; Michellon, 2019), a quantidade de investigações empíricas sobre o tema é limitada diante do fenômeno que atinge aproximadamente 90% dos trabalhadores do setor agropecuário no Brasil que não possuem vínculo formal de trabalho. Assim, a principal contribuição foi apresentar evidências de como a mecanização e o acesso à internet afeta o rendimento e o trabalho formal na agricultura. Ou seja, a internet tem a ver com a informática na agricultura, que propiciou também o desenvolvimento da chamada agricultura de precisão, exigindo-se cada vez mais trabalhadores capacitados para as tarefas também no rural.

Diante do exposto, o objetivo deste texto é analisar o mercado de trabalho formal na agricultura no Brasil de forma multidimensional, verificando o impacto da modernização agrícola nos i) rendimentos dos trabalhadores e ii) no número de vínculos formais. A hipótese central é que a introdução de máquinas e equipamentos na agricultura e do acesso à internet impactam positivamente as duas dimensões analisadas. Diferentemente de outras pesquisas com temáticas similares que abordam o trabalho na agricultura com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio, como o objetivo deste trabalho é analisar o mercado de trabalho formal a nível municipal, utilizou-se os dados dos censos agropecuários e da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) mostraram que o número de vínculos formais se elevou de 1,4 milhão para 1,5 milhão entre 2006 e 2017, no mesmo período em que o número de máquinas e equipamentos e o acesso à internet cresceu substancialmente (BRASIL, 2020; IBGE, 2023).

Este texto está organizado em mais quatro seções, além desta introdução. A segunda seção faz uma revisão da literatura sobre a modernização agrícola e seus impactos no mercado de trabalho brasileiro. A terceira apresenta a metodologia a ser utilizada. A quarta seção analisa os resultados encontrados. Por fim, seguem as considerações finais.

Fundamentação teórica

O conceito de modernização agrícola se apresenta de duas maneiras distintas. Parte da literatura aborda esse processo por meio da base técnica, ou seja, pelo uso intensivo de equipamentos, máquinas, insumos modernos e técnicas de cultivo, que elevaram o rendimento do processo produtivo. Já outros autores, tratam a modernização em todo o processo produtivo, não se restringindo apenas aos equipamentos utilizados, mas levando em conta todas as transformações ocorridas nas relações sociais da produção (Rodrigues; Santos, 2013). Conforme Vieira Filho e Fishlow (2017), a interação entre pesquisa, tecnologia e produtividade tem sido relevante para explicar o crescimento do setor agropecuário brasileiro.

Na visão de Brum (1988), os principais objetivos que levaram à modernização da agricultura foram: i) o aumento da produtividade do trabalho, no intuito de elevar os lucros; ii) a redução dos custos de produção; iii) a necessidade de solucionar as divergências entre o capital e o latifúndio, pois a modernização despertou questões relacionadas à renda da terra; e iv) a oportunidade de implementar complexos agroindustriais (CAIs) no país.

No Brasil, o processo de modernização da agricultura teve início nas décadas de 1950 e 1960. No entanto, apenas na década de 1970 essas modificações ocorreram concretamente e se consolidaram a ponto de serem sentidas em todo o país, devido aos incentivos do Estado para elevar e melhorar as áreas de produção e à implantação de um setor industrial direcionado à fabricação de insumos e equipamentos para a agricultura (Ferreira *et al.*, 2012).

Na segunda metade da década de 1960 as modificações que ocorreram no setor agrícola ocasionaram diversas transformações sociais no campo. O aumento da mecanização, a substituição de culturas intensivas em mão de obra pela pecuária, a aplicabilidade da legislação trabalhista no campo e outros fatores acentuaram o êxodo rural. Além disso, ocorreram reformulações da mão de obra restante no interior das propriedades rurais, principalmente das grandes propriedades. Por fim, a forte transferência da população rural para o setor urbano aumentou os problemas com moradia e nível de desemprego e, em consequência, a desigualdade de renda e a violência nas cidades (Gonçalves Neto, 1997).

A partir da década de 1970 o Brasil passou a desenvolver um dos sistemas produtivos mais eficientes do mundo (Barros; Barros, 2005). Já nessa década a economia brasileira obteve forte desenvolvimento do setor agropecuário, crescendo a taxas de 4% a 7% ao ano (a.a.), aproximadamente (Silva; Monarin; Afonso, 2017). Assim, o setor agrícola foi capaz de responder aos anseios da sociedade urbana e industrial, gerando *superávit* na balança comercial, cooperando com o crescimento da economia e abastecendo o mercado nacional (Teixeira, 2005).

Várias razões podem ser levantadas a fim de explicar o referido crescimento do setor agrícola. É importante destacar os baixos níveis de proteção, os quais estimularam as exportações nos períodos em que o mercado internacional estava em expansão. Nessa época, por exemplo, ocorreu forte crescimento nas exportações de

soja, laranja e carne de frango (Barros; Barros, 2005). Houve maior intervenção por parte do Estado na produção agrícola, na fiscalização, na determinação de preços, estocagem e comercialização. Ademais, o governo facilitou o crédito rural, incentivou o uso de técnicas, equipamentos e insumos modernos com a criação de institutos de pesquisa, apoio às empresas de assistência técnica e extensão rural (Ater) - Emater e afins - e projetos que buscavam modernizar e viabilizar o CAI (Teixeira, 2005).

Como apontado na obra clássica de Schumpeter (1982), a inovação, seja ela em forma de introdução de novos bens ou técnicas de produção, ou até mesmo pelo surgimento de novos mercados, fontes de oferta de insumos ou da própria composição de industriais, só é possível por meio da oferta de crédito para o empresário. De fato, a ampliação e a facilitação do crédito rural no início dos anos 1970 fizeram com que o setor recebesse recursos do restante da economia, facilitando o forte aumento na utilização de novas tecnologias mecânicas, agrotóxicos, adubos (Barros; Barros, 2005) e a presença da Ater direcionada, retratando substancial alteração no campo (Gonçalves Neto, 1997). Em outras palavras, esse processo marcou o acirramento do modelo químico, mecânico e biológico. Uma de suas marcas é a monocultura, ou seja, a produção em massa passa a ser o padrão, com a explosão da soja, por exemplo. Assim, a agricultura tornou-se profundamente dependente de insumos industrializados para sua operacionalização (Michellon, 2011).

Com a forte crise fiscal que se instalou no Brasil ao final da década de 1970 e a partir dos anos 1980, o governo brasileiro não foi capaz de manter os subsídios ao movimento de modernização da agricultura, o que gerou esgotamento desse processo (Castro; Fonseca, 1994). A inflação, considerando o IGP-DI (Índice Geral de Preços-Disponibilidade Interna) da Fundação Getúlio Vargas, alcançou patamares de 100,2% a.a. no início da década de 1980 e uma taxa anual de 1.782,9% no final deste período. No entanto, apesar do ritmo mais lento, a agricultura brasileira continuou crescendo, atingindo taxas médias anuais de aproximadamente 4% entre 1965 e 1980 e 3,2% na década de 1980 (Rezende; Goldin, 1993).

A década de 1990 foi marcada pela abertura da economia ao mercado internacional, pela implantação do Plano Real com o intuito de combater a alta inflação e pelo grande desequilíbrio fiscal. O quadro que se evidenciou para o setor agrícola foi de redução dos incentivos rurais via crédito e de uma modernização cada vez mais concentrada e excludente (Teixeira, 2005; Silva; Monarin; Afonso, 2017). Mesmo com todos os problemas enfrentados pela economia brasileira na década de 1990, a produtividade do setor agrícola continuou aumentando. A abertura comercial implicou a diminuição no custo de insumos e equipamentos importados, o que estimulou sua utilização. Além disso, com os mercados livres para responder aos estímulos e às oportunidades, houve incrementos significativos de produção e produtividade (Barros; Barros, 2005).

De acordo com os dados da Conab (2023), a produção de grãos, que atingiu mais de 46 milhões de toneladas em 1977, aumentou mais de cinco vezes, alcançando quase 253 milhões em 2020, enquanto a área plantada cresceu pouco mais de 1,7 vez no mesmo período (saltando de 37 para 65 milhões de hectares). Segundo Silva, Monarin e Afonso (2017), esse crescimento da produtividade era explicado pela utilização de técnicas mais eficientes, pela evolução na qualidade dos equipamentos e maquinário, fertilizantes e adubos, sementes, mão de obra mais especializada, entre outros.

Conforme Gasques, Bastos e Bacchi (2008), o crescimento da agricultura está ocorrendo especialmente pela elevação da produtividade, mas também pelo maior

uso de insumos. Entre as fontes desse crescimento, no período de 1975 a 2016, 80,6% se devem à expansão da produtividade total de fatores (PTF). Quanto aos anos mais recentes, 2000 a 2016, a PTF contribuiu com 76,4%, enquanto o aumento do uso de insumos, especialmente terra e capital, foi responsável por 19,4% do crescimento do produto.

Os fatores que estão relacionados ao crescimento do produto agrícola e às variações da PTF são: i) mudanças na composição do produto agropecuário, em que tem sido crescente o acréscimo da contribuição em termos de valor dos produtos de origem animal e da pecuária – destaca-se nesse comportamento o acentuado aumento da produtividade do trabalho, motivado pela maior qualificação da mão de obra e pela maior disponibilidade de capital; ii) a expansão acentuada do crédito rural nos anos recentes e seus impactos no acesso a novas tecnologias e na ampliação da escala de produção; e iii) a pesquisa agropecuária – outro fator determinante dos ganhos de produtividade na agricultura (Gasques; Bastos; Bacchi, 2008).

As transformações ocorridas no processo de modernização da agricultura brasileira deram novo direcionamento às atividades produtivas, principalmente com a constituição dos CAls. A agricultura passou a crescer não apenas em função do mercado externo, mas também para atender a demanda interna, mais especificamente desses complexos. A implementação dos CAls representou a arrancada do processo de industrialização do campo, exigindo mudanças na forma de produção. O setor se tornou cada vez mais subordinado à indústria e, como resultado, ao capital. O quadro que passou a se formar foi de uma estrutura fundiária marcada pela concentração de terras para uma parcela menor da população, criação de insumos para os diversos setores da indústria de transformação e a marginalização dos agricultores familiares (Teixeira, 2005). Enquanto os grandes produtores possuíam renda suficiente para investir em suas propriedades, elevando o nível tecnológico, contratando mão de obra mais qualificada, equipamentos e técnicas mais modernas, os pequenos produtores nem sempre apresentavam condições para acompanhar o progresso tecnológico que estava ocorrendo, prejudicando fortemente suas produções. Assim, os grandes proprietários de terras conseguiam ampliar a área cultivada, aumentar a produtividade, a concentração do valor de produção e, conseqüentemente, elevar seus níveis de rentabilidade (Teixeira, 2005; Silva; Monarin; Afonso, 2017).

Diante da forte redução da participação do emprego agrícola no país, é importante destacar, também, as alterações no aprimoramento do emprego no campo. Nos anos 1970, mesmo com o avanço da modernização da agricultura, ainda se exigia pouca qualificação para a mão de obra no campo, o que representava maiores chances de emprego para pessoas recém-chegadas às lavouras. No entanto, a partir da década de 1980, as oportunidades de empregos para imigrantes se tornaram mais escassas e, com as transformações que vinham acontecendo, esse processo se tornou ainda mais difícil. Isso ocorreu porque cada vez mais se passou a exigir maior nível de qualificação dos trabalhadores, que operavam novos maquinários e conheciam informática e outras novidades tecnológicas (Rodrigues; Santos, 2013).

O fato é que a modernização impactou diretamente o emprego no campo e de maneira indireta ocasionou reflexos sobre as principais características da distribuição pessoal da renda do setor agrícola. Segundo Hoffmann e Kageyama (1985), os dados do Censo Agropecuário de 1975 e do censo demográfico de 1980 evidenciaram a existência de associações positivas entre o grau de modernização, o nível de renda *per capita* e a desigualdade da distribuição de renda no setor agropecuário. Os

resultados sugeriram que a modernização favoreceu o aumento da participação relativa das camadas mais ricas na apropriação da renda total do campo. Como essa renda inclui todos os tipos de rendimentos, como os lucros e a renda da terra, concluiu-se que o processo de modernização se associou à melhoria geral dos níveis de renda (aumento da renda média e redução da pobreza absoluta) e ampliou a participação relativa das classes que vivem da apropriação do produto excedente, tornando-se cada vez maior pelo aumento da produtividade decorrente da modernização.

Para entender a disseminação da modernização agrícola e seus reflexos no mercado de trabalho, deve-se saber como este mercado está estruturado e quais as suas composições. A estrutura laboral agrícola no Brasil é composta por trabalhadores que fazem parte da População Economicamente Ativa Rural (PEA rural) e da População Economicamente Ativa Urbana (PEA urbana). A primeira é composta por trabalhadores ocupados em atividades agrícolas, não agrícolas e por aqueles desocupados. Já a segunda é composta por ocupações agrícolas (nesse caso, são trabalhadores que moram em áreas urbanas e que estão ocupados em atividades agrícolas), não agrícolas e desocupados. Logo, o total de ocupações do campo é a soma da PEA rural ocupada em atividade agrícola e da PEA urbana ocupada em atividade agrícola (Neder, 2008).

Mesmo com dificuldades metodológicas, o setor agrícola ainda emprega bastante trabalho independente da origem de moradia das pessoas. Logo, Ferreira *et al.*, (2006) analisaram a evolução das pessoas ocupadas na agropecuária no período de 1993 a 2004. Observaram que nestes anos houve redução no número de pessoas da PEA rural ocupadas tanto nas atividades agrícolas como não agrícolas. Esse fenômeno pode estar relacionado, entre outros fatores, com a mecanização da produção e a introdução de tecnologias poupadoras de mão de obra, e o crescimento do uso do fator terra com a maior utilização de técnicas de produção e manejo intensivos em capital. Destaca-se que a região Nordeste apresentou a maior parcela de ocupação agrícola no período em questão. Para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, observaram o acréscimo da proporção de pessoas remuneradas em ocupações não agrícolas. Além disso, verificaram que as maiores remunerações médias eram encontradas em categorias de ocupação não agrícola, e as melhores remunerações eram exibidas pelos empregadores, empregados com carteira e trabalhadores por conta própria. Esses resultados mostram que as maiores remunerações acabam ficando com os detentores dos meios de produção.

Entre os anos de 1995 e 2006, a PEA rural se manteve constante em termos absolutos, enquanto a População Não Economicamente Ativa (PNEA) rural cresceu a uma taxa de 1,36 % ao ano. Observou-se um decréscimo médio de 0,98 % ao ano no período para os ocupados rurais em atividades da agropecuária e de 0,50% ao ano para os ocupados urbanos nestas mesmas atividades. Destaca-se, também, o elevado crescimento dos desocupados residentes em áreas rurais (5,91 % ao ano) (Neder, 2008).

É importante ressaltar que a dinâmica populacional teve como consequência uma redução da população rural entre os censos de 2000 e 2010, impactando, de alguma forma, o comportamento dos indicadores de emprego agrícola. A participação do emprego agrícola em relação ao conjunto de empregos no país foi de 3,25% em 2002, passando para apenas 7,69% em 2013. As regiões Nordeste, Sudeste e Sul foram mais afetadas, em virtude das secas prolongadas na região Nordeste e a modernização agrícola nas regiões Sul e Sudeste (Mattei, 2015).

Já Maia e Sakamoto (2014) discutiram a distribuição de rendimentos no mercado de trabalho, identificando as diferenças regionais na oferta e na ocupação total agrícola. Dois aspectos merecem destaque. Primeiro, observou-se forte redução da população ocupada agrícola a partir da segunda metade dos anos 2000. Segundo, mostrou-se a necessidade de se examinar com mais cuidado a região Nordeste, onde se observaram as menores taxas de produtividade, os menores rendimentos médios e o mercado de trabalho com forte presença do trabalho não remunerado, que auxiliava em grande parte a pequena produção familiar para o autoconsumo. Embora a formalização tenha crescido, ampliou-se a produção para o autoconsumo, permanecendo elevados os índices de desigualdade na distribuição dos rendimentos e na inserção dos trabalhadores no mercado. Ademais, verificou-se acentuada diferença entre o Nordeste rural e as demais regiões produtivas do país.

Contudo, mesmo com uma quantidade de postos de trabalho menor, o agronegócio tem a capacidade de dinamizar o mercado de trabalho, aumentando o rendimento médio da população ocupada e aquecendo o setor de serviços local. Este resultado foi apontado pelo estudo de Serigati *et al.* (2017), aplicado para a região Matopiba, de 2013 a 2016. Os autores apontaram que a renda do agronegócio pode aquecer o setor de serviços e, conseqüentemente, dinamizar o mercado de trabalho local, possibilitando a contratação de mão de obra em outras áreas.

De acordo com Alves e Rocha (2010), conforme análises do Censo Agropecuário de 2006, buscou-se discutir o tema da pobreza rural brasileira. Dimensionou-se a concentração da produção, na qual 8% dos estabelecimentos foram responsáveis por 85% do valor da produção. O grupo de estabelecimentos mais pobres deveria ser assistido por políticas de combate à pobreza rural. A solução do problema se mostrou complexa e desafiadora. A maior parcela da pobreza rural se encontrava no Nordeste, região com maior probabilidade de o trabalhador rural se deslocar para os grandes centros urbanos. Com a modernização agrícola e a falta de estrutura das cidades em absorver a força de trabalho, as políticas assistencialistas seriam instrumentos necessários de combate à pobreza e de planejamento da integração do espaço rural e urbano.

O avanço na modernização agrícola também gerou alterações na evolução e na qualidade do emprego. O estado de Minas Gerais demonstrou queda no volume total do emprego rural. As mesorregiões mais modernizadas passaram a possuir maior qualidade do emprego, assim como a presença maior de empregados qualificados, em contraste com as mesorregiões menos modernizadas, em que a significativa maioria dos empregados é constituída por não qualificados. Nesse sentido, a modernização pode estar acentuando as desigualdades ao ser mais aplicada nas regiões mais desenvolvidas (Gandolfi; Jesus; Gandolfi, 2019).

A falta da qualificação fica mais evidente quando se compara a diferença entre os retornos salariais. Conforme Pereira *et al.* (2013), existe uma lacuna entre o ensino no meio rural e urbano. Indivíduos com as mesmas características de idade, cor, região e escolaridade possuem retornos salariais diferentes com um ano adicional de estudo, pelo fato de morarem no meio urbano ou rural. Isso mostra que as produtividades dos dois são distintas e, como a produtividade reflete os conhecimentos e a qualificação, constata-se uma diferença entre a qualidade do ensino. Os autores ainda destacam que aumentos na remuneração do trabalhador rural, gerados por melhores condições do ensino, ajudariam a reduzir a desigualdade de renda entre o meio urbano e o rural e, conseqüentemente, fortaleceria o processo de queda da desigualdade da distribuição de renda no Brasil.

É importante destacar que o nível educacional dos empregados na agricultura brasileira melhorou. Por meio da modernização na agricultura, houve aumento da participação dos empregados alfabetizados com mais de um ano de estudo em todas as categorias (em 2004, a menor participação dos empregados alfabetizados foi observada entre os temporários rurais, com 73,0%, contra 58,8%, em 1992). Além disso, verificou-se o aumento da participação dos empregados com oito anos ou mais de estudo em todas as categorias, também, com destaque para os permanentes urbanos (em 2004, 13,3% tinham este nível de escolaridade, contra apenas 4,1%, em 1992), o que certamente gerou impactos positivos na renda e na produtividade agrícola (Balsadi, 2008).

Com base no levantamento teórico apresentado, fica evidente que o Brasil passou por intenso processo de alteração na forma de produção agrícola nas últimas décadas, com diversos reflexos econômicos e sociais. Essas modificações impactam significativamente toda a cadeia de produção agrícola. Nesse sentido, é fundamental compreender como a mecanização na agricultura vem modificando os rendimentos dos trabalhadores, o número de contratações formais e o número de ocupações totais na agricultura.

Embora haja densa discussão na literatura sobre a associação entre a modernização agrícola (utilização de máquinas, equipamentos e outras tecnologias) e o mercado de trabalho (Bernardelli *et al.*, 2018; Mattei, 2015; Rodrigues; Santos, 2013; Teixeira, 2005), não existe consenso empírico robusto, já que muitos resultados mostram relações positivas, principalmente no que se refere aos ganhos de produtividade advindos da mecanização (Corrêa; Figueiredo, 2006), e impactos negativos, pautados pelo aspecto da redução da demanda de mão de obra no meio rural (Mattei, 2015; Rodrigues; Santos, 2013; Teixeira, 2005).

No entanto, esse debate também é mais amplo. A discussão sobre a mecanização da agricultura tem se tornado cada vez mais extensa (Young, 2013), principalmente em países africanos (Houssou *et al.*, 2013), asiáticos (Mehta *et al.*, 2014) e da América em geral (Reveles, 2012). A justificativa se deve ao fato da importância da produção agrícola no desenvolvimento econômico e social, pois, além de garantir segurança alimentar e nutricional (Michellon; Rocha; Martins, 2018), tem impacto direto nas transformações sociais dentro e fora do campo, tais como a concentração fundiária e o êxodo rural (Alves; Rocha, 2010; Telles *et al.*, 2019). Diante desses fatos, emerge a preocupação de aprofundar essa temática de forma a avaliar as possíveis transformações, ou não, do avanço tecnológico ao redor do mundo.

A próxima seção apresenta a estratégia empírica utilizada neste trabalho para investigar como a mecanização na agricultura afeta o mercado de trabalho do setor, no que diz respeito aos salários, número de vínculos formais.

Metodologia

Base de Dados

O objetivo deste texto é avaliar a relação da modernização na agricultura sobre o mercado de trabalho formal deste setor. Para isso, foram utilizados os microdados da RAIS de 2017 e do Censo Agropecuário de 2017. A amostra total da RAIS de 2017 corresponde a 46,2 milhões de observações. Considerando o enfoque deste estudo, foram selecionados os trabalhadores formais com vínculo ativo na agricultura, alcançando uma amostra final de 1,5 milhão de indivíduos. No Apêndice 1 está

apresentada a caracterização utilizada para classificar os trabalhadores com vínculos ativos em agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura. Para representar uma análise regional, os dados foram agregados por município, contudo, em alguns não há nenhum vínculo formal de trabalho, sendo, portanto, excluídos da amostra, o que perfaz um final de 4.860 municípios (dos 5.570 existentes) brasileiros. Por fim, além do mercado formal na agricultura, foram utilizados dados do Censo Agropecuário de 2017, coletados por meio do Sidra (IBGE, 2023).

Com a finalidade de esclarecer as variáveis utilizadas, no Quadro 1 estão apresentadas as descrições e as fontes das variáveis extraídas da base de dados da RAIS e do Censo Agropecuário de 2017.

Quadro 1 – Descrição das variáveis utilizadas

| Tipo | Variável | Descrição |
|--------------|-----------------------------------|---|
| Dependentes | <i>Renda</i> | Logaritmo do rendimento médio por hora dos trabalhadores selecionados. |
| | <i>Emp_formal</i> | Logaritmo do número de registros formais de emprego a cada 10 mil habitantes [(empregos totais/(pop/10.000))]. |
| Explicativas | <i>Equip¹</i> | Número de tratores, implementos e máquinas existentes no estabelecimento agropecuário (tratores, semeadeiras, plantadeiras) a cada cem habitantes (equipamentos/(pop/100)). |
| | <i>Internet</i> | Logaritmo da proporção de estabelecimentos agrícolas com acesso à internet. |
| | <i>Escolaridade²</i> | Número de anos de estudo médio. |
| | <i>Escolaridade (H1)</i> | Proporção de pessoas empregadas sem escolaridade ou com ensino fundamental incompleto |
| | <i>Escolaridade (H2)</i> | Proporção de pessoas empregadas com o ensino fundamental completo ou ensino médio incompleto. |
| | <i>Escolaridade (H3)</i> | Proporção de pessoas empregadas com ensino médio completo ou ensino superior incompleto. |
| | <i>Escolaridade (H4)</i> | Proporção de pessoas empregadas com ensino superior completo ou mestrado e doutorado. (referência). |
| Instrumentos | <i>Escolaridade_{t-1}</i> | Número de anos de estudo médios do período anterior (2016). |
| | <i>Exp</i> | Experiência em anos (experiência=idade-anos de estudo-6). |
| Controle | <i>Pop</i> | Logaritmo da população residente estimada do município por cada 10 mil pessoas. |
| | <i>Área</i> | Logaritmo da área total das unidades territoriais da agricultura por cada 100 mil m ² (10 ha). |
| | <i>Idade</i> | Idade média do trabalhador formal. |
| | <i>Norte</i> | 1=Se o município pertence à região Norte; 0=outra. |
| | <i>Nordeste</i> | 1=Se o município pertence à região Nordeste; 0=outra. (referência). |
| | <i>Sudeste</i> | 1=Se o município pertence à região Sudeste; 0=outra. |
| | <i>Sul</i> | 1=Se o município pertence à região Sul; 0=outra. |
| | <i>CentroOeste</i> | 1=Se o município pertence à região Centro-Oeste; 0=outra. |

Fonte: Elaboração dos autores.

Notas: ¹As informações sobre o número de equipamentos em alguns municípios foram omitidas para não identificar o informante. Nesses casos, excluiu-se o município da análise.

³Variável construída a partir das definições apresentadas no Apêndice 2.

Com o objetivo de facilitar a interpretação dos resultados, as variáveis estão em logaritmo natural, podendo ser analisadas por suas elasticidades (Gujarati; Porter, 2011). Os coeficientes das variáveis que não estão logaritmizadas podem ser

interpretados tomando o antilogaritmo dos coeficientes: $[(\exp(\beta) - 1) * 100]$ (Halvorsen; Palmquist, 1980).

Estratégia Empírica

Inicialmente, o método MQO foi empregado para a obtenção das estimativas dos parâmetros dos modelos econométricos. No entanto, devido ao problema de endogeneidade existente entre rendimentos, educação e o termo de erro, novas estimativas são necessárias para analisar o impacto da modernização nos rendimentos. A hipótese fundamental para a consistência dos estimadores de MQO é que o termo de erro do modelo não pode ser correlacionado com os regressores, caso contrário, os estimadores de MQO serão inconsistentes. Assim, utilizou-se o método VI, reconhecido para tratar regressores endógenos.

Para a estimação do método VI é necessário que os instrumentos escolhidos sejam válidos e relevantes. Para isso, os instrumentos devem ser correlacionados com os regressores endógenos e ao mesmo tempo ortogonais ao distúrbio da regressão (Greene, 2012; Teixeira; Menezes-Filho, 2012).

De acordo com Ueda e Hoffmann (2002), para encontrar um instrumento forte devem-se utilizar estimadores de VI para obter os retornos da educação. Neste estudo foi considerada a existência de uma covariável observável que afeta a decisão da escolaridade, mas não correlacionada com outros fatores do termo de erro.

Este texto, portanto, utiliza instrumentos que atendem ao problema da endogeneidade da variável educação na equação de salários. Adotaram-se as seguintes variáveis como instrumento.

- i) Nível de escolaridade defasado em um período, de 2016. Estimou-se o modelo utilizando a defasagem de um ano para nível de escolaridade (variável independente no primeiro estágio). Essa estratégia pode reduzir o efeito do *feedback* reverso do rendimento médio por hora dos trabalhadores selecionados nas variáveis do lado direito da equação (Wooldridge, 2010).
- ii) *Proxy* de tempo de experiência profissional em anos baseada em Mincer (1974), com o propósito de mostrar a relação inversa entre trabalho e educação.

Para empregar o método VI deve-se considerar a questão dos instrumentos fracos (Stock; Wright; Yogo, 2002). Com a utilização de instrumentos fracos, dois problemas importantes ocorrem na estimação por dois estágios (*Two-Stage Least Squares* – 2SLS): viés de seleção e erro-padrão mínimo. Para testar os instrumentos, a literatura sugere os testes de subidentificação *Anderson Canonical Correlations*, o teste de sobreidentificação de Sargan-Hansen e o teste de John Cragg e Stephen Donald.

Para evitar problemas econométricos, como omissão de variáveis importantes e fatores explicativos nos resíduos, incluíram-se algumas variáveis de controle, que permitem controlar a heterogeneidade dos agentes. As especificações das regressões foram expressas, respectivamente, por:

$$\ln Renda_i = \beta_0 + \beta_1 Equip_i + \beta_2 \ln Internet_i + \beta_3 \ln Escolaridade_i + \beta_4 \ln Pop_i + \beta_5 \ln Área_i + \beta_6 Idade_i + \beta_7 Norte_i + \beta_8 Sudeste_i + \beta_9 Sul_i + \beta_{10} CentroOeste_i + \mu_i \quad (1)$$

$$\ln Emp_{formi} = \beta_0 + \beta_1 Equip_i + \beta_2 \ln Internet_i + \beta_3 H1_i + \beta_4 H2_i + \beta_5 H3_i + \beta_6 \ln Pop_i + \beta_7 \ln Área_i + \beta_8 Idade_i + \beta_9 Norte_i + \beta_{10} Sudeste_i + \beta_{11} Sul_i + \beta_{12} CentroOeste_i + \mu_i \quad (2)$$

$$\ln Escolaridade_i = \beta_0 + \beta_1 \ln Educ_{i(t-1)} + \beta_2 \ln Exp_i + \mu_i \quad (3)$$

Em que $i = 1, 2, \dots, 4.860$, que representa o número de municípios, β_0 é a constante do modelo, β_s são os coeficientes estimados, μ_i o termo de erro e \ln retrata que a variável foi logaritmizada. As variáveis dependentes são representadas por $Renda$, Emp_{form} , e $\ln Escolaridade_i$. As demais variáveis apresentadas pelas equações de (1) a (3) são explicativas, instrumentos e controles. A variável de escolaridade em anos foi construída com base no Apêndice 2.

Para a obtenção das estimativas dos parâmetros dos modelos econométricos especificados pela equação (1) utilizaram-se os métodos MQO e VI. Para as equações (2) foi usado apenas o método MQO e para a equação (3) apenas o método VI.

Resultados e discussões

Na Tabela 1 estão apresentadas as estatísticas descritivas sobre as variáveis utilizadas nos modelos econométricos. Observa-se que o rendimento médio dos trabalhadores formais é de R\$ 8,42 por hora, relativamente alto quando comparado com o valor do salário-mínimo por hora de R\$ 4,26 em 2017 (salário-mínimo mensal de R\$ 937). De acordo com os dados da RAIS (Brasil, 2020), o salário médio nominal na agropecuária se elevou de R\$ 396 para R\$1.747 de 2002 a 2017, representando uma elevação de aproximadamente 340%⁶. Esse aumento na renda teve reflexo na diminuição da desigualdade entre os rendimentos do trabalho urbano e rural, conforme Laurenti, Pellini e Telles (2015).

É importante ressaltar que muitos trabalhos que objetivam analisar o mercado de trabalho como um todo (formal e informal) na agricultura não utilizam a base de dados de trabalhadores formais (como a RAIS), justamente pelo fato de não abordar adequadamente o real mercado de trabalho, em que maior parte dos indivíduos não possui vínculo formal. A análise completa do mercado de trabalho extrapola os objetivos e os limites desta pesquisa, que se limita, especificamente, a investigar o impacto da modernização agrícola sobre o rendimento e o emprego formal na agricultura.

Tabela 1 – Estatística descritiva sobre as variáveis utilizadas no modelo (n=4.860)

| Variável | Média | Desvio-Padrão | Mínimo | Máximo |
|--|--------|---------------|--------|--------|
| Renda por hora | 8,42 | 2,88 | 2 | 78 |
| Empregos formais por 10 mil habitantes | 182,55 | 311,70 | 0,03 | 7.600 |
| Equipamentos | 3,99 | 6,00 | 0,003 | 58,90 |
| Internet | 35,68 | 19,91 | 0 | 100 |
| Escolaridade (H1) | 42,29 | 19,83 | 0 | 100 |
| Escolaridade (H2) | 25,15 | 13,99 | 0 | 100 |
| Escolaridade (H3) | 30,36 | 17,82 | 0 | 100 |
| Escolaridade (H4) | 2,20 | 3,72 | 0 | 100 |
| Escolaridade | 6,95 | 1,57 | 1 | 14 |
| Escolaridade _{t-1} | 6,80 | 1,63 | 1 | 14 |
| Experiência | 26,33 | 4,44 | 2 | 58 |
| População unidade | 3,75 | 22,43 | 0,08 | 1.211 |
| Área | 0,693 | 1,47 | 0,0002 | 160 |
| Idade | 39,29 | 3,77 | 19 | 72 |
| Norte | 0,08 | 0,27 | 0 | 1 |
| Nordeste | 0,26 | 0,44 | 0 | 1 |
| Sul | 0,33 | 0,47 | 0 | 1 |

⁶ Corrigindo para valores reais, com base no IPCA, representa um aumento de 177%.

| | | | | |
|--------------|------|------|---|---|
| Sudeste | 0,23 | 0,42 | 0 | 1 |
| Centro-Oeste | 0,09 | 0,29 | 0 | 1 |

Fonte: Brasil (2020) e Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Obs.: As variáveis apresentadas nesta tabela não estão logaritmizadas.

No que concerne ao número de equipamentos, percebe-se que é relativamente alto, mostrando forte presença de equipamentos de produção nos estabelecimentos agrícolas do Brasil. Essa constatação corrobora com extensa literatura que retrata os reflexos da mecanização da agricultura brasileira, como Guanziroli, Buainain e Sabbato (2012), Vasconcelos, Silva e Melo (2013), entre outros autores.

Segundo Garcia (2014), com a modernização agrícola e as mudanças que afetam a dinâmica do mercado de trabalho, na última década, houve redução da população rural e queda da demanda por mão de obra permanente e temporária, ao menos nos segmentos mais dinâmicos do agronegócio. Além disso, a intervenção regulatória no mercado foi praticamente ausente, inclusive por se pensar na oferta ilimitada de trabalho, o que os fatos demonstraram não ser mais verdadeiro no período recente.

A maior parte dos agentes contratados no setor agrícola brasileiro não possui escolaridade formal ou possui ensino fundamental incompleto. Os dados da Tabela 2 mostram que a escolaridade média dos agentes é de apenas 6,95 anos (a qual é inferior ao ensino fundamental completo). Além disso, é possível constatar que 42,29% dos empregados na agricultura apresentam o menor nível de escolaridade, 25,15% possuem o ensino fundamental completo, 30,26% têm o ensino médio completo e apenas 2,20% possuem o ensino superior completo. Essas características também foram encontradas nas pesquisas de Kassouf (2005) e Souza, Ney e Souza (2015), reforçando a baixa escolaridade no meio rural brasileiro.

Ainda na Tabela 1, nota-se que a média da população residente por município a cada 10 mil pessoas é de aproximadamente 3,75 mil pessoas, e a dispersão entre os valores máximos e mínimos é elevada, em virtude da distribuição espacial heterogênea do Brasil. Além disso, percebe-se que a idade média do trabalhador rural é de 39 anos, bem similar ao identificado no estudo de Hoffmann (2011).

Para explorar mais detalhadamente o tema em questão, a Tabela 2 apresenta o resultado das regressões para as duas dimensões estudadas: *i)* rendimento por hora; *ii)* empregos formais. Na primeira coluna, apresenta-se o resultado da estimação da equação (1) utilizando-se o método MQO. Para verificar a existência de relação endógena entre escolaridade e rendimentos, tal como apontado por Ueda e Hoffmann (2002) e Teixeira e Menezes-Filho (2012), foi realizado um teste de endogeneidade da variável dependente. A hipótese nula desse teste revela que um estimador de MQO da mesma equação produziria estimativas consistentes. A partir do resultado encontrado, rejeita-se a hipótese nula com 10% de significância, o que mostra que os efeitos dos regressores endógenos nas estimativas são significativos. Dessa forma, a equação (1) deve ser estimada por meio de VI.

Tabela 2 - Regressões para renda por hora e empregos formais

| | Renda (MQO) | | Renda (VI) | | Empregos Formais (MQO) | |
|--------------------|---------------|---------|------------|---------|------------------------|----------|
| | β | t | B | t | β | t |
| Equipamentos | 0,0071*** | (9,85) | 0,0071*** | (9,81) | 0,0285*** | (7,27) |
| Internet | 0,0283*** | (4,90) | 0,0280*** | (4,83) | 0,3346*** | (10,62) |
| Escolaridade | 0,2162*** | (13,67) | 0,2273*** | (12,37) | | |
| Escolaridade (H1) | | | | | -0,0293* | (-1,92) |
| Escolaridade (H2) | | | | | -0,0375** | (-2,44) |
| Escolaridade (H3) | | | | | -0,0388** | (-2,49) |
| População | 0,0433*** | (11,32) | 0,0431*** | (11,27) | -0,4363*** | (-19,99) |
| Área | 0,0270*** | (7,79) | 0,0272*** | (7,84) | 0,5134*** | (26,75) |
| Idade | 0,0022* | (1,95) | 0,0024** | (2,14) | -0,0633*** | (-8,22) |
| Norte | 0,1448*** | (10,29) | 0,1432*** | (10,08) | 0,4763*** | (5,63) |
| Sudeste | 0,1760*** | (19,06) | 0,1752*** | (18,85) | 1,5993*** | (25,96) |
| Sul | 0,2485*** | (21,51) | 0,2466*** | (21,05) | 0,6897*** | (9,82) |
| Centro-Oeste | 0,3304*** | (23,71) | 0,3284*** | (23,28) | 1,3916*** | (19,22) |
| Constante | 0,0071*** | (9,85) | 0,0071*** | (9,81) | 0,0285*** | (7,27) |
| R-squared | 0,3760 | | 0,3759 | | 0,4756 | |
| Observações | 4,860 | | 4,860 | | 4,860 | |
| Endogeneidade | 0,0964 | | | | 0,50 | |
| Sub-identificação | Não se aplica | | 0,00 | | Não se aplica | |
| Identif, Fraca | Não se aplica | | 1,281 | | Não se aplica | |
| Superidentificação | Não se aplica | | 0,1722 | | Não se aplica | |

Fonte: elaborado pelos autores a partir da RAIS (Brasil, 2020) e Sidra (IBGE, 2023).

Nota: nível de significância (***) 1%; (**) 5%; e (*) 10%.

Os resultados da estimação da equação (1), utilizando o método VI, são apresentados na segunda coluna da Tabela 2. Os instrumentos selecionados foram: *i*) nível de escolaridade defasada em um período de 2016; e *ii*) tempo de experiência profissional em anos. De acordo com os testes aplicados, os instrumentos utilizados são altamente correlacionados com a variável instrumentalizada e não correlacionados com os resíduos e, portanto, adequados ao problema em questão.

É importante destacar, contudo, que não houve diferença expressiva entre os resultados das estimativas que utilizaram o método MQO e o VI (primeira e segunda colunas da Tabela 2). Os resultados revelam que existe relação positiva entre o capital físico (número de equipamentos) e o rendimento médio dos trabalhadores. Verifica-se que com o aumento de um equipamento a cada cem pessoas, espera-se uma elevação de aproximadamente 0,7125% no rendimento médio dos trabalhadores formais na agricultura. Esse resultado encontra-se de acordo com Bernardelli *et al.* (2018), em que o mecanismo de transmissão da mecanização da agricultura para renda se dá *pari passu* via aumento da produtividade. No entanto, conforme apontado por Alves e Paulo (2012), existem diversas barreiras na expansão da renda agrícola via mecanização da produção, uma vez que as condições de aquisição dos equipamentos (crédito e juros) ainda são um fator que inibe as condições de competição.

Com base na Tabela 2, observa-se que o nível de escolaridade apresentou o mesmo resultado, em que o aumento de 1% na escolaridade média tende a elevar aproximadamente em 0,22% o rendimento médio dos trabalhadores formais. O resultado está de acordo com os fundamentos sobre o efeito limiar da educação, para o qual, de acordo com Hoffmann e Simão (2005), a taxa de retorno da escolaridade no Brasil é significativamente maior a partir dos dez anos de estudo. Segundo Barros, Castro e Menezes-Filho (2022), do ponto de vista econométrico é importante controlar a tecnologia e o capital humano, como feito nesta pesquisa, quando se avalia produtividade (efeito de primeira ordem), com consequência em segunda ordem sobre

a renda e emprego. Como ambas são variáveis complementares, os efeitos podem ser confundidos o que comprometeria a hipótese de restrição de exclusão, enviesando os resultados.

Esse resultado colabora com as discussões sobre o impacto da escolaridade na renda e na desigualdade do campo. De acordo com Ney e Hoffmann (2009), o aumento do nível de escolaridade e o consequente crescimento da renda no campo são fortes instrumentos para o combate da desigualdade rural. Por sua vez, a idade impacta os rendimentos positivamente, por meio do efeito experiência, relação que também é observada na pesquisa de Cunha (2009).

Os principais gargalos identificados prendem-se à formação de mão de obra em ciências agrárias, ao papel das cooperativas agrícolas, às dificuldades práticas e operacionais do funcionamento da extensão rural, às deficiências no processo de gestão das organizações que executam atividades de extensão rural e às limitações de infraestrutura, não só de transportes, mas também de comunicação. Portanto, é necessário um conjunto de iniciativas para o aprimoramento da extensão rural no país que aprimore a qualificação no campo e, especificamente, aprimore a oferta de serviços de assistência técnica de qualidade, particularmente voltados ao agricultor familiar (Freitas; Maciente, 2016).

A partir dos resultados mostrados na Tabela 2, observa-se que a população residente no município também é fator que está positivamente associado aos rendimentos. Com o aumento de 1% no número de pessoas do município, espera-se rendimento médio maior de 0,04%. Embora a magnitude do parâmetro seja próxima de zero, o sinal representa a dinâmica do mercado de trabalho, em que regiões onde há uma concentração populacional há de se esperar uma oferta de trabalho mais qualificada, treinada e com experiência, impactando na produtividade e, no limite, no rendimento dos trabalhos (Telles *et al.*, 2017).

Ainda com base na Tabela 2, nota-se que a área dos estabelecimentos apresenta relação positiva. Assim, com o aumento de 1% da área dos estabelecimentos, estima-se rendimento maior de 0,03%. Esse resultado não é algo novo e está relacionado com a estrutura agrária do país. A formação de estabelecimentos agrícolas com maior número de área tem como uma de suas justificativas o ganho de produtividade advindo de cada unidade a mais de área, o que ocasiona o aumento da renda, a queda no número da população no meio rural e a formação de latifúndios (Laurenti; Pellini; Telles, 2015).

Conforme mostrado na Tabela 2, em relação às variáveis que representam as regiões, percebe-se que o Nordeste apresenta o menor salário médio do país. Essa relação está associada ao fato de o Nordeste apresentar baixa produtividade em função de reduzida mecanização, excesso de oferta de trabalhadores no meio rural, baixa qualificação na mão de obra, além de apresentar condições edafoclimáticas desfavoráveis. Contudo, essa região está convergindo para as características das regiões sulistas, no que se refere a mecanização, produtividade e renda (Balsadi; Delgrossi, 2018). A região que se destaca com o maior salário médio é a Centro-Oeste, com rendimento médio maior estimado de 39% em relação ao Nordeste. Segundo Alves, Lopes e Contini (1999), um dos fatores que contribuem para esse rendimento maior é a escassez de mão de obra, dado ao vazio demográfico e à expansão da fronteira agrícola naquela região.

Em relação ao segundo modelo proposto, apresentado na Tabela 2, em que se coloca em evidência os empregos formais na agricultura, nota-se, novamente, relação positiva com o número de equipamentos e com a disponibilidade de internet (*proxies*

utilizadas para modernização). Em outras palavras, para elevação de um equipamento a cada cem pessoas, estima-se um aumento de 2,89% no número de trabalhadores formais do município. Da mesma maneira, para elevação de 1% na proporção de estabelecimentos agrícolas com internet, estima-se um aumento de 0,33% no número de trabalhadores formais.

Outro ponto importante mostrado na Tabela 2 é que a área também apresentou associação positiva com os empregos formais na agricultura. Observa-se que com o aumento de 1% na área dos estabelecimentos agropecuários, espera-se uma elevação de 0,53% no número de trabalhadores. Além disso, verificou-se uma relação negativa entre baixa escolaridade e número de vínculos formais, em que para uma elevação de 1% na proporção de trabalhadores sem escolaridade, espera-se uma redução de 2,93% na quantidade de vínculo formal. Como a variável referência é a proporção de trabalhadores com nível superior, os resultados mostram uma associação negativa também para os trabalhadores com ensino fundamental (H2) e ensino médio (H3). Com relação às demais variáveis, podem ser interpretadas da mesma maneira.

Esses resultados evidenciam a preocupação existente em melhorar o desempenho e a eficiência agrícola das economias, por meio do avanço tecnológico que, no limite, traduz-se em ganhos de produtividade (Vieira Filho; Fishlow, 2017). É importante mencionar que o Brasil é um dos grandes produtores mundiais de bens e serviços de base agropecuária no mundo e obteve nos últimos anos grandes avanços de produtividade. As melhorias alcançadas pelo país derivam de uma série de fatores, mas é importante destacar o desenvolvimento contínuo de pesquisas e tecnologias, disponibilidade de crédito, aumento de investimentos, adoção de novos sistemas de produção e aberturas de novos mercados internacionais (Telles; Righetto, 2019). Os resultados encontrados ainda reforçam a importância do acesso ao crédito (custeio e investimento) e a maior oferta de serviços de educação e saúde para os produtores e trabalhadores no campo, de modo que toda a cadeia de produção tenha condição de produzir de modo eficiente, provendo uma vida mais digna a todos os agentes envolvidos (Castro, 2019). Outro ponto importante é que a podem induzir

Embora a escolaridade e a tecnologia tenham impactos positivos sobre a renda e emprego, por meio do aumento da produtividade agrícola, esses benefícios podem induzir danos ambientais significativos, evidenciando o *rebound effect*. Ou seja, uma agricultura mais produtiva provavelmente será mais lucrativa e poderá levar a uma expansão das áreas cultivadas, aumentando o desmatamento, como achado na pesquisa de Barros, Castro e Menezes-Filho (2022). A magnitude do *rebound effect* depende da elasticidade-preço da demanda no curto prazo. Embora a demanda por culturas básicas para consumo humano seja relativamente inelástica, a demanda global por certas commodities comerciais é elástica (Lambin; Meyfroidt, 2011).

Existem, no entanto, preocupações remanescentes em relação à realocação da mão de obra excedente, aumento do desmatamento, à concentração de terras e às desigualdades salariais no campo ocorridas pós-modernização, as quais se revelam um campo de estudo pertinente. Além disso, observa-se que existe grande disparidade entre as Grandes Regiões brasileiras, sobretudo na região Nordeste. Dessa forma, faz-se necessário investir em capital físico e humano no campo (por exemplo, educação e assistência técnica), para que haja elevação nos rendimentos e no nível de emprego formal no campo. Esses pontos são possíveis alvos de políticas públicas para diminuir as disparidades entre as rendas/empregos rurais e urbanos e sobre as grandes regiões brasileiras.

Conclusões

A modernização agrícola gera inúmeros benefícios a todos os agentes envolvidos na cadeia de produção, elevando rendimentos, mecanizando a produção e aumentando a produtividade dos indivíduos. Contudo, como todo processo de mudança tecnológica, se não incorporado pelo produtor, pode ampliar o distanciamento entre os agentes inovadores e retardatários. Essa lacuna tecnológica pode gerar problemas de desigualdade produtiva.

Ao avaliar o mercado formal, os resultados apontam forte associação positiva da introdução de máquinas e equipamentos no campo com o número de empregos formais e na renda média no campo, criando evidências de que a mecanização e o acesso à internet beneficiam o mercado de trabalho formal no meio rural. Além disso, é importante fornecer meios para que as comunidades rurais tenham acesso a maiores níveis de escolaridade, para contribuir no combate à desigualdade salarial no meio rural, haja vista que trabalhadores com mais escolaridade tendem a receber maiores salários. Essa constatação é evidente na associação positiva entre nível de escolaridade, níveis de rendimento e número de indivíduos com vínculo formal de trabalho.

Embora os resultados encontrados sejam relevantes e contribuam para a literatura, é importante mencionar que o estudo apresenta limitações. Inicialmente, faz-se necessário frisar que os resultados não apontam nexo de causalidade, ou seja, embora exista associação positiva entre modernização na agricultura, salário médio e o número de trabalhadores formais, não é possível afirmar que, necessariamente, o aumento de máquinas e equipamentos, bem como, o acesso à internet no campo, levaram a essas melhorias nas condições de trabalho. Além disso, o modelo que visa analisar os rendimentos médios do trabalhador na agricultura é estimado apenas com base nos trabalhadores que estão empregados e, portanto, desconsidera os que estão fora do mercado de trabalho formal, gerando um viés de seleção causado pela seletividade amostral na base de dados utilizada.

Dessa forma, procurou-se estimular o debate sobre o tema para o Brasil. Diversas vertentes devem ser estudadas no âmbito econômico, social e rural, oferecendo soluções reais ao mercado de trabalho no campo. Embora importantes resultados tenham sido encontrados, um aprofundamento para este estudo se daria pela formulação de um modelo de dados em painel contemplando os dados dos censos agropecuários de 1995-1996, 2006 e 2017 com os dados das RAIS dos respectivos períodos, os quais poderiam identificar novas questões de modo a repensar políticas que proporcionem aumento do emprego. Uma sugestão adicional é estudar setores desagregados (como a produção de bovinos) para extrair informações e sugerir estímulos em setores estratégicos. Outra possibilidade é verificar de maneira exclusiva o impacto da modernização agrícola sobre o mercado de trabalho informal.

Referências

ALVES, Christiane Luci Bezerra; PAULO, Evanio Mascarenhas. Mercado de trabalho rural cearense: evolução recente a partir dos dados da PNAD. **Revista da ABET**, João Pessoa, v. 11, n. 2, p. 47-61, jul./dez., 2012.

ALVES, Eliseu; LOPES, Mauro; CONTINI, Elísio. O empobrecimento da agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, ano 8, n. 3, p. 5-19, 1999.

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, DF: IPEA, 2010. p. 275-289.

BALSADI, Otavio Valentim. **O mercado de trabalho assalariado na agricultura brasileira e suas diferenciações regionais no período 1992-2004**. São Paulo: Editora Hucitec, 2008.

BALSADI, Otavio Valentim; DEL GROSSI, Mauro Eduardo. Labor and Employment in Brazilian Northeastern Agriculture: a look at the 2004-2014 period. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 56, n. 1, p. 19-34, 2018.

BARROS, José Roberto Mendonça de; BARROS, Alexandre Lahóz Mendonça de. A geração de conhecimento e o sucesso do agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 14, n. 4, p. 5-14, 2005.

BARROS, Pedro Henrique Batista de; CASTRO, Gustavo Henrique Leite de; MENEZES-FILHO, Naercio. The human capital effect on productivity and agricultural frontier expansion in Brazil. São Paulo: Nereus, 2022. Disponível em: <http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/TD-NEREUS-06-2022.pdf>. Acesso em: 1 out. 2023.

BERNARDELLI, Luan Vinicius; MICHELLON, Ednaldo. Trabalho formal na cadeia de produção de carne bovina. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 28, n. 1, p. 18-29, 2019. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1340/pdf>. Acesso em: 30 set. 2023.

BERNARDELLI, Luan Vinicius; PASCHOALINO, Pietro André Telatin; GOBI, José Rodrigo; MICHELLON, Ednaldo. A Formalização do Trabalho na Agricultura: uma análise das microrregiões do Estado do Paraná. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 39, n. 135, p. 47-67, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho. **Microdados RAIS e CAGED**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho, 2020. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/microdados-rais-e-caged>. Acesso em: 2 out. 2023.

BRUM, Argemiro Jacob. **Modernização da agricultura: trigo e soja**. Petrópolis: Vozes, 1988.

BUAINAIN, Aantonio Márcio; DEDECCA, Claudio Salvadori. Mudanças e reiteração da heterogeneidade do mercado de trabalho agrícola. *In*: GASQUES, José Garcia; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; NAVARRO, Zander (org.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: IPEA, 2010.

CASTRO, Ana Célia; FONSECA, Maria da Graça D. O potencial do agribusiness na fronteira. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 68-91, Jan./mar.1994.

CASTRO, César Nunes. Sobre a agricultura irrigada no semiárido: uma análise, histórica e atual, de diferentes opções de política. *In.*: MATA, Daniel da; FREITAS, Rogério Edivaldo; RESENDE, Guilherme Mendes (org.). **Avaliação de Políticas Públicas no Brasil: uma análise do semiárido**. Brasília, DF: IPEA, 2019.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim da Safra de Grãos**. Brasília, DF: CONAB, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 30 set. 2023.

CORRÊA, Angela Maria Cassavia Jorge; FIGUEIREDO, Nelly Maria Sansígolo de. Modernização da agricultura brasileira no início dos anos 2000: uma aplicação da análise fatorial. **Informe GEPEC**, Toledo, v. 10, n. 2, p. 85-106, jul./dez. 2006.

CUNHA, Marina Silva da. Evolução do emprego e dos salários no setor agrícola brasileiro: trabalho temporário e permanente. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 56, n. 1, p. 89-101, jan./jun. 2009.

FERREIRA, Brancolina; BALSADI, Otavio Valentim; FREITAS, Rogério Edivaldo; ALMEIDA, Alexandre Nunes de. Ocupações agrícolas e não agrícolas: trajetória e rendimentos no meio rural brasileiro. *In.*: DE NEGRI, João Alberto; DE NEGRI, Fernanda; COELHO, Danilo (org.). **Tecnologia, Exportação e Emprego**. Brasília, DF: IPEA, 2006.

FERREIRA, Daíse de Jesus; DIAS, Ramon dos Santos; SANTOS, Sande Oliveira; SANTOS, Rosângela Leal. Uma análise sobre a mão de obra e modernização agrícola da Região do Oeste Baiano entre os anos de 1970 a 2006. *In.*: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 21., 2012, Uberlândia. Anais [...]. Uberlândia: UFU, 2012. p. 1-12.

FGV - CENTRO DE ESTUDOS DO AGRONEGÓCIO. **Mercado de trabalho do agro está menor, porém mais formal e pagando uma maior remuneração média mensal**. São Paulo: FGV, 2023. Disponível em: <https://agro.fgv.br/publicacao/mercado-de-trabalho-do-agro-esta-menor-porem-mais-formal-e-pagando-uma-maior-remuneracao>. Acesso em: 19 nov. 2023.

FREITAS, Rogério Edivaldo; MACIENTE, Aguinaldo N. **Requerimentos típicos de mão de obra agrícola**. Brasília, DF: IPEA, 2016.

GANDOLFI, Maria Raquel Caixeta; JESUS, Clesio Marcelino; GANDOLFI, Peterson Elizandro. Qualidade do Emprego nas Culturas de Café, Cana-de-açúcar e Milho: estudo comparativo 2000/2010 entre mesorregiões de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 57, n. 1, p. 63-80, 2019.

GARCIA, Junior Ruiz. Trabalho rural: tendências em face das transformações em curso. In: BUAINAIN, Antonio Márcio; ALVES, Eliseu; SILVEIRA, José Maria da; NAVARRO, Zander (ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 560-589.

GASQUES, José Garcia; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade; BASTOS, Eliana Teles. Crescimento e produtividade da agricultura brasileira de 1975 a 2016. **Carta de Conjuntura**, [Brasília, DF], n. 38, p. 1-9, 2018.

GASQUES, José Garcia; BASTOS, Eliana Teles; BACCHI, Mirian R. Crescimento da agricultura e produtividade da mão-de-obra no Brasil. In.: MIRANDA, Carlos; TIBÚRCIO, GONÇALVES NETO, Wenceslau. **Estado e Agricultura no Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1997.

GREENE, William H. **Econometric Analysis**. 7th ed. New York: Pearson, 2012.

GUANZIROLI, Carlos Enrique; BUAINAIN, Antônio Márcio; SABBATO, Alberto Di. Dez anos de evolução da agricultura familiar no Brasil: (1996 e 2006). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 50, n. 2, p. 351-370, 2012.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria Básica**. 5. ed. São Paulo: Amgh, 2011.

HALVORSEN, Robert; PALMQUIST, Raymond. The interpretation of dummy variables in semilogarithmic equations. **American Economic Review**, Nashville, v. 70, n. 3, p. 474-475, 1980.

HOFFMANN, Rodolfo. Distribuição da renda agrícola e sua contribuição para a desigualdade de renda no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 5-22, 2011.

HOFFMANN, Rodolfo; KAGEYAMA, Angela A. Modernização da agricultura e distribuição de renda no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 171-208, abr. 1985.

HOFFMANN, Rodolfo; SIMÃO, Rosycler Cristina Santos. Determinantes do rendimento das pessoas ocupadas em Minas Gerais em 2000: o limiar no efeito da escolaridade e as diferenças entre mesorregiões. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 35-62, maio/ago. 2005.

HOUSSOU, Nazaire; DIAO, Xinshen; COSSAR, Frances; KOLAVALLI, Shashidhara; JIMAH, Kipo; ABOAGYE, Patrick. O. Agricultural mechanization in Ghana: is specialized agricultural mechanization service provision a viable business model? **American Journal of Agricultural Economics**, Cary, v. 95, n. 5, p. 1237-1244, 2013.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/>. Acesso em: 14 dez. 2023.

IBGE. **SIDRA**: banco de tabelas e estatísticas. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 2 out. 2023.

KASSOUF, Ana Lúcia. Acesso aos serviços de saúde nas áreas urbana e rural do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 43, n. 1, p. 29-44, 2005.

LAMBIN, Eric F.; MEYFROIDT, Patrick. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. **PNAS**, [s. l.], v. 108, p. 3465-3472, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>. Acesso em: 14 dez. 2023.

LAURENTI, Antonio Carlos; PELLINI, Tiago; TELLES, Tiago Santos. Evolução da ocupação e do rendimento das pessoas no espaço rural brasileiro no período de 2001 a 2009. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 53, n. 2, p. 321-342, 2015.

MAIA, Alexandre Gori; SAKAMOTO, Camila Strobl. A nova configuração do mercado de trabalho agrícola brasileiro. *In*: BUAINAIN, Antônio Márcio; ALVES, Eliseu; SILVEIRA, José Maria; NAVARRO, Zander. **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. cap. 3, p. 591-620.

MATTEI, Lauro. Emprego agrícola: cenários e tendências. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 85, p. 35-52, 2015.

MEHTA, C. N.; CHANDEL, N. S.; SENTHILKUMAR, T.; SINGH, Kanchan H. **Trends of agricultural mechanization in India**. Beijing: Centre for Sustainable Agricultural Mechanization, 2014.

MICHELLON, Ednaldo. **Agricultura familiar e o agronegócio**. Maringá: EaD/Cesumar, 2011.

MICHELLON, Ednaldo; ROCHA, Carlos H.; MARTINS, Fábio Ricardo Corrales. **Paraná mais orgânico: relatos de experiências de certificação pública de produtos orgânicos**. Curitiba: CRV, 2018.

MINCER, Jacob A. **Schooling, experience, and earnings**. Cambridge: NBER, 1974.

NEDER, Henrique Dantas. Estrutura do mercado de trabalho agrícola no Brasil: uma análise descritiva da evolução de suas categorias entre 1995 e 2006. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRACAO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 46., 2008, Rio Branco. **Anais** [...]. Rio Branco: SOBER, 2008. p. 1-23.

NEY, Marlon Gomes; HOFFMANN, Rodolfo. Educação, concentração fundiária e desigualdade de rendimentos no meio rural brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 47, n. 1, p. 147-181, 2009.

PEREIRA, Vanessa da Fonseca; LIMA, João Eustáquio de; LIMA, João Ricardo Ferreira de; BRAGA, Marcelo José; MENDONÇA, Talles Girardi de.

Avaliação dos retornos à escolaridade para trabalhadores do sexo masculino no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 153-176, jan./abr. 2013.

REVELES, Irma Lorena Acosta. The limits and contradictions of agricultural technology in Latin America: Lessons from Mexico and Argentina. **Perspectives on Global Development and Technology**, [s. l.], v.11, n. 3, p. 386-400, Jan. 2012.

REZENDE, Gervásio Castro; GOLDIN, Ian. **A Agricultura Brasileira na Década de 80: crescimento numa economia em crise**. Rio de Janeiro: IPEA. 1993.

RODRIGUES, Camila Pereira Brígido; SANTOS, José Márcio dos. A evolução da qualidade do emprego na agropecuária brasileira: uma avaliação do período 1990-2010. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 11, n. 3, p. 1-22, 2015.

SCHUMPETER, Joseph A. **Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril cultural, 1982.

SERIGATI, Felipe; RODRIGUES, Raquel Magossi; POSSAMAI, Roberta; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **O mercado de trabalho na fronteira do agronegócio**: quanto a dinâmica no Matopiba difere das regiões mais tradicionais?. Rio de Janeiro: IPEA, 2017.

SILVA, Leandro Nunes Soares da; MONARIN, William; AFONSO, Juliana Franco. Indicadores de produtividade da agropecuária paranaense e transformações estruturais no período de 1990 a 2014. *In*: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, 20., 2017, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Anpec, 2017.

SOUZA, Hadma Milaneze de; NEY, Marlon Gomes; SOUZA, Paulo Marcelo de; NEY, Vanuza da Silva Pereira. Escolaridade, carteira de trabalho e renda dos empregados no meio rural brasileiro. **Campo-Território**: Revista de Geografia Agrária, Uberlândia, v. 10, n. 20, p. 468-492, 2015.

STOCK, James H.; WRIGHT Jonathan H.; YOGO, Motohiro. A survey of weak instruments and weak identification in generalized method of moments. **Journal of Business & Economic Statistics**, Washington, v. 20, n. 4, p. 518-529, 2002.

TEIXEIRA, Jodenir Calixto. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas-MS, v. 2, n. 2, p. 21-42, set. 2005.

TEIXEIRA, Wladimir Machado; MENEZES-FILHO, Naércio Aquino. Estimando o retorno à educação do Brasil considerando a legislação educacional brasileira como um instrumento. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 479-496, 2012.

TELLES, Tiago Santos; COSTA, Gustavo Vaz da; BACCHI, Matheus Demambre; LAURENTI, Antonio Carlos. Evolução da população rural ocupada nas Grandes Regiões do Brasil entre 2001 e 2009. **Interações**, Campo Grande, v. 18, n. 1, p. 17-26, jan./mar. 2017.

TELLES, Tiago Santos; COSTA, Gustavo Vaz da; CASTRO, Gustavo Henrique Leite de; BACHI, Matheus Demambre; LAURENTI, Antonio Carlos. Decrease in the number of agricultural farms in the state of Paraná, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 1, p. 127-138, jan./fev. 2019.

TELLES, Tiago Santos; RIGHETTO, Ana Julia. Crescimento da agropecuária sustentabilidade ambiental. *In*: VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro (org.). **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA, 2019.

UEDA, E. M.; HOFFMANN, Rodolfo. Estimando o retorno da educação no Brasil. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 209-238, 2002.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; FISHLOW, Albert. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília, DF: IPEA, 2017.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; FORNAZIER, Armando. Productividad agropecuaria: reducción de la brecha productiva entre el Brasil y los Estados Unidos de América. **Revista Cepal**, Santiago de Chile, v. 118, p. 215-233, 2016.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; SANTOS, Gesmar Rosa dos; FORNAZIER, Armando. Distribuição produtiva e tecnológica da agricultura brasileira e sua heterogeneidade estrutural. *In*: INFANTE, Ricardo; MUSSI, Carlos; ODDO, Mauro. **Por um desenvolvimento inclusivo: o caso do Brasil**. Brasília, DF: Cepal: Ipea, 2013.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. London: MIT press. 2010.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introductory econometrics: a modern approach**. 5th ed. New York: Nelson Education, 2012.

YOUNG, Alwyn. Inequality, the urban-rural gap, and migration. **The Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, v. 128, n. 4, p. 1727-1785, 2013.

APÊNDICE

Apêndice 1 – CNAES utilizados para seleção de trabalhadores formais na agricultura

| CNAE 2.0 | DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE |
|-----------------|--|
| 01.11-3 | Cultivo de cereais |
| 01.12-1 | Cultivo de algodão herbáceo e de outras fibras de lavoura temporária |
| 01.13-0 | Cultivo de cana-de-açúcar |
| 01.14-8 | Cultivo de fumo |
| 01.15-6 | Cultivo de soja |
| 01.16-4 | Cultivo de oleaginosas de lavoura temporária, exceto soja |
| 01.19-9 | Cultivo de plantas de lavoura temporária não especificadas anteriormente |
| 01.21-1 | Horticultura |
| 01.22-9 | Cultivo de flores e plantas ornamentais |
| 01.31-8 | Cultivo de laranja |
| 01.32-6 | Cultivo de uva |
| 01.33-4 | Cultivo de frutas de lavoura permanente, exceto laranja e uva |
| 01.34-2 | Cultivo de café |
| 01.35-1 | Cultivo de cacau |
| 01.39-3 | Cultivo de plantas de lavoura permanente não especificadas anteriormente |
| 01.41-5 | Produção de sementes certificadas |
| 01.42-3 | Produção de mudas e outras formas de propagação vegetal, certificadas |
| 01.51-2 | Criação de bovinos |
| 01.52-1 | Criação de outros animais de grande porte |
| 01.53-9 | Criação de caprinos e ovinos |
| 01.54-7 | Criação de suínos |
| 01.55-5 | Criação de aves |
| 01.59-8 | Criação de animais não especificados anteriormente |
| 01.61-0 | Atividades de apoio à agricultura |
| 01.62-8 | Atividades de apoio à pecuária |
| 01.63-6 | Atividades de pós-colheita |
| 01.70-9 | Caça e serviços relacionados |
| 02.10-1 | Produção florestal - florestas plantadas |
| 02.20-9 | Produção florestal - florestas nativas |
| 02.30-6 | Atividades de apoio à produção florestal |
| 03.11-6 | Pesca em água salgada |
| 03.12-4 | Pesca em água doce |
| 03.21-3 | Aquicultura em água salgada e salobra |
| 03.22-1 | Aquicultura em água doce |

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados da RAIS (2023).

Obs.: CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas.

Apêndice 2 – Definição utilizada para construção da escolaridade em anos

| Escolaridade | Anos de estudo |
|-------------------------------|----------------|
| Analfabeto | 0 |
| Até 5º ano incompleto | 2 |
| 5º ano completo (fundamental) | 4 |
| 6º ano a 9º ano (fundamental) | 4 |
| Fundamental completo | 8 |
| Médio incompleto | 8 |
| Médio completo | 11 |
| Superior incompleto | 11 |
| Superior completo | 14 |
| Mestrado | 16 |
| Doutorado | 16 |

Fonte: elaborado pelos autores (2023).