

GEOGRAFIAS DIGITAIS E AGRICULTURA 4.0 NA REGIÃO GEOGRÁFICA INTERMEDIÁRIA DE VARGINHA-MG: O FOSSE DIGITAL NO CAMPO

Estevan Coca¹

Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL)
Alfenas, MG, Brasil



Adriano Pereira Santos²

Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL)
Alfenas, MG, Brasil



Rodrigo Giacomini³

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Campinas, SP, Brasil



Enviado em 16 jan. 2025 | Aceito em 9 set. 2025

Resumo: Em face da emergência da 4ª Revolução Industrial, o campo tem integrado a chamada Agricultura 4.0. Um amplo pacote de inovações que envolve plataformas digitais, a Inteligência Artificial, a Internet das Coisas, o uso de drones, sensores e outros, parece se colocar como capaz de modificar definitivamente o jeito de fazer agricultura. Em diálogo com a literatura sobre as Geografias Digitais que aborda como a digitalização é parte dos processos socioespaciais de exclusão, incorporações adversas, enriquecimento e empobrecimento, neste trabalho levantamos a seguinte questão: Esse fenômeno da digitalização tem sido desenvolvido de forma homogênea pelos modelos de produção do agronegócio e da agricultura familiar camponesa? Por meio de pesquisa qualitativa direta, com realização de 32 entrevistas semiestruturadas com agricultores familiares camponeses, vendedores de tecnologias digitais e técnicos agrícolas e trabalho de campo, com observação direta em eventos de promoção de tecnologias digitais para o campo, buscamos responder a essa questão, tendo como recorte a Região Geográfica Intermediária de Varginha, em Minas Gerais. Abordaremos três elementos constitutivos desse processo: 1) tipos de tecnologias acessadas pelos agricultores; 2) impactos sobre as relações de trabalho; 3) controle sobre a tecnologia. Os resultados indicam que a Agricultura 4.0 tem sido acessada e implementada com muito maior intensidade pelo agronegócio, aumentando o fosso digital na agricultura. Isso traz implicações sobre os limites e contradições das inovações trazidas pela 4ª Revolução Industrial no campo do Sul Global.

Palavras-chave: Geografias Digitais; Agricultura 4.0; agricultura familiar camponesa; agronegócio; fosso digital.

1. Professor Adjunto do Instituto de Ciências da Natureza (ICN) (curso de Geografia), da Universidade Federal de Alfenas (Unifal-MG), onde coordena o Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO). E-mail: estevan.coca@unifal-mg.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9424-9699>.
2. Professor associado do Instituto de Ciências Humanas e Letras (ICHL) da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), atuando no curso de Ciências Sociais (Bacharelado e Licenciatura) e como docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da mesma instituição. E-mail: adriano.santos@unifal-mg.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3102-0496>.
3. Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), atualmente é Doutorando em Política Científica e Tecnológica no Instituto de Geociências na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) Campinas, SP, Brasil rodrigogiacomini@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-4311-8343>.



Este artigo está licenciado com uma licença Creative Commons – Atribuição 4.0 Internacional.

DIGITAL GEOGRAPHIES AND AGRICULTURE 4.0 IN THE VARGINHA-MG INTERMEDIATE GEOGRAPHIC REGION: THE DIGITAL DIVIDE IN RURAL AREAS

Abstract: With the advent of the 4th Industrial Revolution, the countryside faces the so-called Agriculture 4.0. A broad set of innovations such as artificial intelligence, the Internet of Things, drones, sensors, and so on have been seen as drivers for changes in the way of farming. In dialogue with the literature on digital geographies, which addresses how digitalization is part of socio-spatial processes of exclusion, negative inclusion, enrichment, and impoverishment, this paper raises the question: has this been experienced homogeneously by agribusiness and peasant family farming production models? Based on 32 semi-structured interviews with farmers, digital technology providers, agricultural technicians, and participation in events promoting digital technologies for the countryside, we seek to answer this question by focusing on the Intermediate Geographic Region of Varginha. We address three elements of this process: the types of technologies accessed by farmers, the impact on labor relations, and control over technology. The results indicate that Agriculture 4.0 has been accessed and experienced with much greater intensity by agribusiness, widening the digital divide in agriculture. This has implications for the limits and contradictions of the innovations brought about by the Fourth Industrial Revolution in the Global South.

Keywords: Digital geographies, Agriculture 4.0, peasant Family farming, agribusiness, digital divide.

GEOGRAFÍAS DIGITALES Y AGRICULTURA 4.0 EN LA REGIÓN GEOGRÁFICA INTERMEDIA DE VARGINHA (MINAS GERAIS): LA BRECHA DIGITAL EN EL CAMPO

Resumen: Ante la llegada de la Cuarta Revolución Industrial, el sector agrícola ha adoptado la denominada Agricultura 4.0. Un amplio conjunto de innovaciones que abarca plataformas digitales, inteligencia artificial, el Internet de las cosas, el uso de drones, sensores y otros dispositivos parece estar en condiciones de transformar de forma definitiva la forma de practicar la agricultura. En diálogo con la literatura sobre las Geografías Digitales, que aborda cómo la digitalización forma parte de los procesos socioespaciales de exclusión, incorporaciones adversas, enriquecimiento y empobrecimiento, en este trabajo planteamos la siguiente pregunta: ¿Se ha desarrollado este fenómeno de la digitalización de manera homogénea en los modelos de producción del agronegocio y de la agricultura familiar campesina? Mediante una investigación cualitativa directa, con la realización de 32 entrevistas semiestructuradas a agricultores familiares campesinos, vendedores de tecnologías digitales y técnicos agrícolas, y trabajo de campo con observación directa en eventos de promoción de tecnologías digitales para el campo, buscamos responder a esta pregunta, tomando como marco la Región Geográfica Intermedia de Varginha, en Minas Gerais. Abordaremos tres elementos constitutivos de este proceso: 1) tipos de tecnologías a las que acceden los agricultores; 2) impactos sobre las relaciones laborales; 3) control sobre la tecnología. Los resultados indican que la Agricultura 4.0 ha sido adoptada e implementada con mucha mayor intensidad por el sector agroindustrial, lo que ha agravado la brecha digital en la agricultura. Esto tiene implicaciones sobre los límites y las contradicciones de las innovaciones que ha traído consigo la Cuarta Revolución Industrial en el ámbito del Sur Global.

Palabras clave: Geografías digitales; Agricultura 4.0; agricultura familiar campesina; agroindustria; brecha digital.



Introdução

Assim como em outras dimensões da vida, o capitalismo – muitas vezes impregnado por valores neomalthusianos e por uma perspectiva ecomoderna falha – tem sido responsável por causar algumas das mudanças mais rápidas e decisivas na história da agricultura (BERNSTEIN, 2005; MAZOYER; ROUDART, 2006). Gradativamente isso tem levado à emergência de uma agricultura cada vez menos dependente do trabalho humano e mais conectada à capacidade produtiva das máquinas. Nas últimas duas décadas isso tem se intensificado na medida em que a 4ª Revolução Industrial, caracterizada pela confluência entre os mundos físico, digital e biológico por meio de avanços tecnológicos (SCHWAB, 2016), adentra o campo, gerando a chamada Agricultura 4.0 (BERNHARDT *et al.*, 2021). A adoção de tecnologias como Inteligência Artificial, Internet das Coisas, drones, tratores inteligentes, armazenamento de dados em nuvens, plataformas digitais de comercialização direta, rastreamento, sensores de diversos tipos, dentre outros, parecem ser decisivos na modificação das relações espaço-tempo que historicamente caracterizam o espaço agrário.

Nesse trabalho dialogamos com a literatura em Geografias Digitais (ASH; KITCHIN; LESZCZYNSKI, 2018; BURNS, 2021; ELWOOD; LESZCZYNSKI, 2018) buscando responder ao seguinte questionamento: Esse fenômeno da digitalização tem sido desenvolvido de forma homogênea pelos modelos de produção do agronegócio e da agricultura familiar camponesa? Caracterizada pelos conflitos e complementaridades entre esses dois modelos de produção agrários, especialmente na produção do café, a Região Geográfica Intermediária de Varginha (RGIV) é um caso exemplar na busca pela compreensão sobre como a Agricultura 4.0 se relaciona com as já existentes desigualdades que caracterizam o espaço agrário brasileiro, podendo até mesmo gerar novas formas de exclusão e subordinação.

Sendo resultado de pesquisa qualitativa direta, com 32 entrevistas semiestruturadas desenvolvidas junto aos agricultores familiares camponeses, técnicos agrícolas e vendedores de tecnologias digitais, assim como a realização de trabalho de campo com observação direta em eventos de promoção dessas inovações, apontamos para a existência de um fosso digital no campo da RGIV. É demonstrado como o agronegócio tem solidificado sua hegemonia ao acessar e experienciar de modo amplamente mais efetivo quantitativamente e qualitativamente a Agricultura 4.0, fato que aumenta suas vantagens competitivas, dentre outros, por meio de um maior controle sobre o trabalho, a produção de dados e o acesso aos mercados. Enquanto representantes do agronegócio veem a Agricultura 4.0 como um fato que criará janelas de oportunidades para a acumulação de capital, agricultores familiares camponeses apontam esse momento disruptivo como responsável por um maior esvaziamento do campo, temendo até mesmo pela completa desestruturação de suas unidades produtivas.

Após essa introdução, debatemos o emergente subcampo das Geografias Digitais, enfatizando como essa abordagem nos permite ler de modo crítico como a digitalização se articula com as diversas formas de produção de riqueza e fomento de desigualdades estruturais no campo. Na sequência é detalhada a metodologia adotada para a construção do artigo. Isso é seguido pela exposição de três elementos da implementação da Agricultura 4.0 na RGIV: 1) tipos de tecnologias; 2) impactos nas relações de trabalho; e 3) controle sobre as tecnologias. Na seção final, demonstramos como a comparação sobre como agricultores familiares camponeses e o agronegócio acessam e experienciam as tecnologias digitais na RGIV complexifica a leitura sobre o fosso digital, evidenciando que ele vai além do acesso físico ou do conhecimento sobre como as tecnologias podem ou devem ser usadas, na medida em que envolvem também a criação de oportunidades.

Geografias Digitais e fosso digital no campo

Apesar de ainda pouco abordado pela Geografia brasileira, o tema da Agricultura 4.0 e, especialmente o fosso digital, têm sido trabalhados internacionalmente e nacionalmente por diversas áreas do conhecimento, com destaque para as Ciências Sociais (VAN DIJK, 2020), a Administração (LYTHREATIS; SINGH; EL-KASSAR, 2022), a Ciência Política (NORIS, 2001), a Economia (BUAINAIN; CAVALCANTE; CONSOLINE, 2021) e outros. Frente à grande diversidade de abordagens trazidas por essas áreas e ciências – nem sempre críticas – nesta seção propomos os primeiros passos para a construção de uma leitura geográfica que articule fosso digital e Agricultura 4.0.

Geografias Digitais

Se a digitalização das diversas esferas da vida é uma realidade que parece inevitável (ANTUNES, 2020; ETC GROUP, 2022; SCHWAB, 2016), faz-se importante questionarmos como isso se dá em meio a um aumento dos processos de exclusão, monitoramento e despossessão (ELWOOD, 2021). Assim, nos apoiamos nas recentes discussões sobre as Geografias Digitais para problematizar a emergência da Agricultura 4.0 e seus impactos sobre o agronegócio e a agricultura familiar camponesa. Por mais que a grande maioria dos trabalhos sobre as Geografias Digitais aborde realidades urbanas (YOUNG, 2019), entendemos que elas também contribuem para a problematização dos processos agrários, especialmente em razão do papel do campo nas dinâmicas atuais de acumulação capitalista como parte da 4ª Revolução Industrial.

Apesar de grande parte dos geógrafos digitais também integrarem os subcampos dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), especialmente em sua versão crítica ou 'terceira geração' do SIG (e.g. BURNS, 2021; ELWOOD, 2008) e da Geografia Humana (e.g. ALVAREZ LEON, 2024; NOST; COLVEN, 2022), as Geografias Digitais emergem na tentativa de prover novas 'transgressões intelectuais' aos estudos desenvolvidos desde a Geografia no contexto de digitalização dos processos socioespaciais hodiernos (BURNS, 2021). Ou seja, ela parte da contribuição desses campos para propor novas formas de entender a relação espaço x tecnologia na 4ª Revolução Industrial. Enquanto os estudos tradicionais de SIG se dedicam especialmente às práticas, instituições e componentes do mapeamento – muitas vezes por meio da própria digitalização –, as Geografias Digitais propõem a ampliação do debate para os modos em que o espaço é produzido 'através', 'por meio de' e 'com' a digitalização (ASH; KITCHIN; LESZCZYNSKI, 2015). Assim, os SIGs são um componente, mas não a abordagem em si nas Geografias Digitais (BURNS, 2021). Ao mesmo tempo, busca-se enfatizar como a Geografia Humana produz e é produzida pela digitalização por meio de temas como as emergentes economias urbanas no contexto de plataformação e precarização do trabalho (GREGORY; MALDONADO, 2020); as interseccionalidades, especialmente de gênero e raça (ELWOOD, 2021) e a construção de novas paisagens por meio da resiliência no campo (YOUNG, 2019).

Um dos aspectos comuns a grande parte dos trabalhos recentes que se articulam sob o guarda-chuva das Geografias Digitais é a contestação às diversas formas de 'dominação digital' (ELWOOD, 2021), que consistem no uso dessas inovações para a construção de novas ou a manutenção das já existentes relações de poder entre e dentro das classes sociais. Isso pode ganhar formas diversas como a representação dos lugares nos mecanismos de busca, favorecendo determinadas topologias em detrimento de outras (ZOOK; GRAHAM, 2007); a construção de infraestruturas digitais (SWANLUND; SCHUURMAN, 2019); o uso de algoritmos para a perpetuação do racismo institucionalizado (SAFRANSKY, 2020), dentre outros. Isso indica que as Geografias Digitais abrem a possibilidade de ler os processos de desigualdade socioespacial por meio de uma perspectiva crítica, sendo de grande importância sua articulação aos estudos sobre o fosso digital.

Fosso digital

Mesmo instituições que em grande parte atendem aos interesses capitalistas, como a Organização das Nações Unidas (ONU), reconhecem que a digitalização é uma realidade incontornável no mundo contemporâneo e que, embora possua potencial para contribuir com o

desenvolvimento sustentável, vem sendo aplicada de maneira desigual (UNITED NATIONS, 2023). Diversos autores têm recorrido ao conceito de fosso digital para descrever e problematizar as formas como a digitalização tem se concretizado (e.g., LYTHREATHIS; SINGH; EL-KASSAR, 2022; NORIS, 2001; VAN DIJK, 2020). Compreendemos que esse conceito possui um potencial analítico de natureza geográfica, ao possibilitar a articulação das múltiplas formas de dominação e desigualdade que se expressam no espaço no contexto da digitalização. As primeiras abordagens sobre o fosso digital datam da década de 1990, especialmente baseadas no que ocorria nos Estados Unidos em relação ao acesso da população a computadores. Tais abordagens apontavam para os *'have and have nots'* (tem ou não tem) (GANESH; BARBER, 2009).

Na década de 2000, essa abordagem é ampliada, dando origem ao *'segundo nível'* do fosso digital, quando além dos *'have and have nots'* também se enfatiza a capacidade de utilização das tecnologias, destacando-se aqui as discussões sobre a *'digital literacy'* (alfabetização ou educação digital) (MOSSBERGER; TOLBERT; STANSBURY, 2003). O *'terceiro nível'* das leituras sobre o fosso digital emergem na década de 2010, afirmando que apesar do acesso físico (primeiro nível) e saber usar (segundo nível) serem importantes, a discussão deve envolver também a capacidade de se beneficiar das tecnologias (MORALES; ALBERO; MOLINA, 2010; VAN DIJK, 2020). De tal modo, evidencia-se como grande parte da população não se apropria de oportunidades econômicas, sociais, afetivas, de lazer etc., trazidas pela digitalização. Em suma, o *'terceiro nível'* do fosso digital problematiza a constituição de novas ou a manutenção de algumas já existentes relações de poder na sociedade por meio da digitalização. Ao trabalhar também com os *outcomes* (resultados) (VAN DEURSEN *et al.*, 2017), ele deixa ainda mais evidente como as tecnologias digitais são parte das construções de *'tecno dominações'* (ELWOOD, 2021).

Em linha com esse *'terceiro nível'* das abordagens sobre o fosso digital, as Geografias Digitais emergem como uma possibilidade de se destacar como esse conceito possui uma dimensão espacial que impacta as possibilidades de desenvolvimento das agriculturas familiar camponesa e do agronegócio de modos distintos. Ou seja, ela permite trabalhar a Agricultura 4.0 como mais uma etapa do desenvolvimento contraditório e desigual da agricultura no capitalismo, em que a produção de commodities se sobrepõe à produção de *'comida de verdade'* (AUTOR, 2016; AUTOR, 2021). Ao invés de criar pontes, diminuindo a exclusão social e econômica, ela incrementa o fosso digital entre os diferentes modos de fazer agricultura.

Agricultura 4.0

No que se refere à sua emergência, o conceito de Agricultura 4.0 tem como uma de suas principais referências o relatório *'Agriculture 4.0: the future of farming technology'* (Agricultura 4.0: o futuro da tecnologia de produção agrícola), organizado por De Clerc, Vats e Biel (2018) em favor da plataforma *World Government Summit* (Cúpula Mundial de Governo) e da empresa de consultoria Oliver Wiman. Neste documento, as narrativas épicas do modo capitalista de fazer agricultura, já apresentadas, dentre outros, na Revolução Verde (CABRAL; PANDEY; XU, 2022), são retomadas para apresentar a Agricultura 4.0 como capaz de contribuir decisivamente para a superação de problemas e desafios dos sistemas alimentares. Partindo de referências como essa, a Agricultura 4.0 tem sido incorporada em documentos oficiais que visam embasar políticas públicas (e.g. FAO, 2017, 2019) e por acadêmicos que a veem favoravelmente (e.g. MASSRUHÁ; LEITE, 2016) ou com ceticismo (e.g. FRASER, 2019; HACKFORT, 2021).

Compõem a Agricultura 4.0 tecnologias que vão desde ‘antes’ até ‘depois’ da porteira. Isso envolve conhecimentos vindos de áreas como a Biotecnologia, Nanotecnologia, Robótica, Agronomia, Zootecnia e outros, além dos serviços de instituições públicas e privadas de pesquisa, *startups* e órgãos de classe e governamentais. Pat Mooney (2018), do ETC Group, sistematiza a Agricultura 4.0 em 3 eixos: i) o *hardware*, composto pelas plataformas de máquinas agrícolas como tratores e roçadeiras inteligentes, drones de diversos tipos, serviços de irrigação etc.; ii) o *software*, expresso no controle genômico de dados, impactando, dentre outros, a produção e disponibilização de sementes e a emergência de ‘novos’ tipos de alimentos e; iii) *fintechs*, que são novas formas de gerenciamento agrícola, a exemplo da utilização de tecnologias de rastreamento vinculadas a cadeias globais de valor. Essa diversidade demonstra que a Agricultura 4.0 é multidimensional, atuando no espaço geográfico por meio de uma multitude de possibilidades, sempre tendo como objetivo mais evidente otimizar a acumulação de capital por meio do aumento da produção em menos espaço e com supostos menores impactos ambientais.

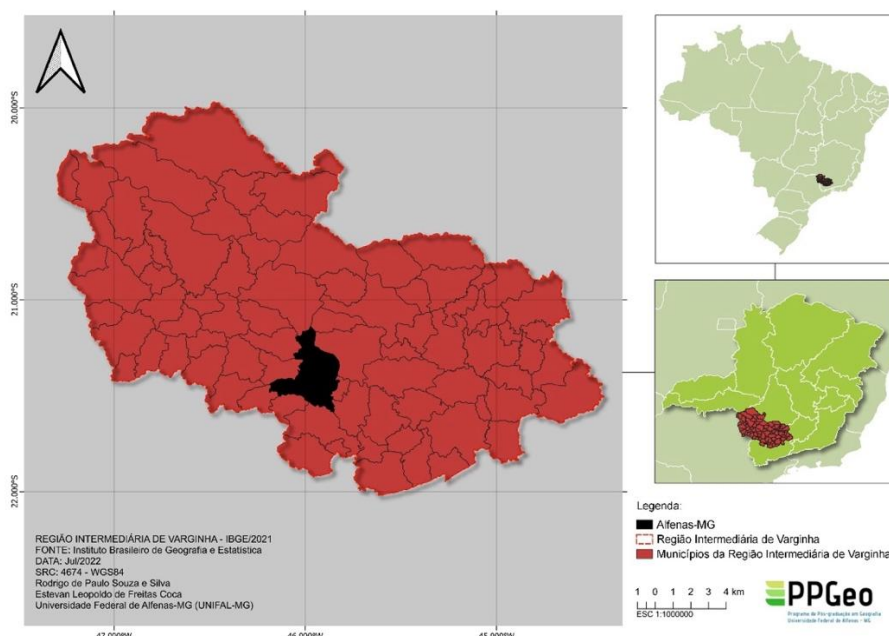
A Agricultura 4.0 tem sido promovida por e para corporações que há décadas se dedicam à agricultura, a exemplo da Syngenta, Archer Daniels, Cargill e John Deere. Todavia, ao mesmo tempo corporações que não se interessavam pela agricultura passam a tê-la em sua carteira de serviços, como é o caso da Alibaba, da Microsoft e da Google (BRONSON, 2022; ETC GROUP, 2022). O principal motivo para essas empresas integrarem a Agricultura 4.0 é que elas veem na produção e controle de dados uma poderosa ferramenta para a construção de estratégias de poder não apenas econômico como também político (BRONSON; KNEZEVIC, 2016). Ao acessarem serviços oferecidos por essas corporações como a previsão do tempo, leitura sobre a saúde do solo, dinâmicas de mercado e outros, os agricultores familiares camponeses acabam fomentando bancos de dados que são controlados integralmente por essas empresas, pois elas são detentoras das infraestruturas tecnológicas, ao passo que os agricultores familiares camponeses, mesmo capitalizados, se qualificam apenas como usuários. Isso coloca em evidência a emergência de uma nova epistemologia no campo, onde os dados são elemento central da atividade agrícola e dos modos de vida (BRONSON, 2022) ou uma nova forma de produção de valor (FRASER, 2020).

Portanto, a forma como se estrutura a Agricultura 4.0 não aponta para a construção de um novo modelo de sociedade, baseada em valores que visam superar a centralidade da acumulação de capital. Pelo contrário, ela emerge como uma nova etapa da reprodução capitalista, consolidando o regime alimentar corporativo (AUTOR, 2016; MCMICHAEL, 2023). Ela reproduz problemas que têm acompanhado o capitalismo na agricultura, assim como traz novos desafios, a exemplo dos altos custos para a aquisição de tecnologias, os limites da segurança de dados, problemas ambientais e diminuição dos postos de trabalho.

Metodologia

A pesquisa se desenvolveu entre março de 2021 e janeiro de 2024 na RGIV, que é composta por 10 Regiões Geográficas Imediatas localizadas no Sul de Minas Gerais (Figura 01).

Figura 1 – Localização da Região Geográfica Intermediária de Varginha



Amplamente conectada às cadeias globais de valor do café, especialmente o do tipo arábica, nos últimos anos a RGIV também tem visto o crescimento da produção de outras *commodities* como a soja e a cana-de-açúcar (IBGE, 2017). Ao mesmo tempo, a agricultura familiar camponesa continua sendo parte da produção do espaço agrário regional, contribuindo para o abastecimento alimentar dos centros urbanos (AUTORES, 2023). Isso se dá por meio de um conjunto de conflitos e contradições que caracterizam as disputas e complementaridades entre o agronegócio e a agricultura familiar camponesa na RGIV. São parte disso, fatores como a luta pela terra (BERTACHI, 2023; AUTOR., 2019), o combate ao patriarcado (XAVIER, 2022) e o trabalho escravo contemporâneo (RAIMUNDO; VALE, 2023) no campo. Esses fatores indicam que a RGIV é um interessante recorte para se compreender como a nova etapa do desenvolvimento capitalista no campo, caracterizado como Agricultura 4.0, impacta os modelos produtivos do agronegócio e da agricultura familiar camponesa.

Assim, a pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alfenas (Unifal-MG) (CAAE: 44696721.0.0000.5142). A primeira etapa consistiu na realização de um questionário virtual em caráter exploratório que foi respondido por 49 pessoas, todas vinculadas à agricultura na RGIV. O questionário foi composto por 24 questões, divididas em 4 sessões: 1) perfil dos respondentes; 2) organização da propriedade; 3) conectividade e acesso a internet; 4) uso de tecnologias na produção e comercialização. Os respondentes foram acessados por meio da rede de e-mails ou grupos de *WhatsApp* do Polo Agroecológico e de Produção Orgânica do Sul e Sudoeste de Minas e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais

(EMATER-MG), além de contatos de representantes do agronegócio conhecidos pelos pesquisadores. O perfil dos participantes que responderam ao questionário é de jovens adultos, em sua maioria, em torno de 60% na faixa entre os 20 e 40 anos e 40% acima dos 40 anos de idade. Como critério de inclusão, esta parte da pesquisa contou com respondentes que estiveram envolvidos com atividades agrícolas de produção, gestão ou comercialização na RGIV. Foram excluídos respondentes que não atuavam diretamente com atividades agrícolas na RGIV, assim como aqueles que não completaram o questionário em sua totalidade ou cujas respostas estavam incoerentes ou incompletas em mais de 30% das questões.

Cumprido ressaltar que esses dados levantados inicialmente por meio da pesquisa exploratória com o questionário online tiveram a intenção de localizar casos que poderiam ser do interesse da equipe para a sequência da pesquisa. Ou seja, a ideia foi permitir um panorama das tecnologias adotadas pelo agronegócio e a agricultura familiar camponesa na RGIV, considerando os sujeitos, instituições e suas localizações para, num segundo momento, procedermos com as análises qualitativas que são o centro da pesquisa. Assim, num segundo momento realizamos 32 entrevistas semiestruturadas com vendedores de tecnologias digitais para o campo (n=11), técnicos agrícolas (n=3), produtores do agronegócio (n=6) e agricultores familiares camponeses (n=12). Todos os técnicos agrícolas e produtores do agronegócio são do sexo masculino e entre os camponeses, duas respondentes são mulheres. Também nessa etapa, como critério de inclusão, entrevistamos sujeitos que estiveram envolvidos com atividades agrícolas de produção, gestão ou comercialização na RGIV. Foram excluídos respondentes que não atuavam diretamente com atividades agrícolas na RGIV.

Os vendedores de tecnologias digitais e os técnicos agrícolas contribuíram para uma melhor compreensão das informações obtidas por meio do formulário exploratório, além de possibilitarem o conhecimento de algumas das principais tendências no desenvolvimento da Agricultura 4.0 na RGIV. Os vendedores entrevistados atuam com a comercialização de tratores, máquinas agrícolas equipadas com tecnologias digitais, softwares e serviços de monitoramento ambiental. Já os técnicos agrícolas estão vinculados à EMATER-MG. Dentre os agricultores familiares camponeses, o número de entrevistados foi maior entre os pertencentes à agricultura familiar camponesa em razão de estarem vinculados a uma maior diversidade produtiva e formas de articulação coletiva. As unidades de produção do agronegócio visitadas se dedicam às produções como café, cana-de-açúcar e soja. Por sua vez, as unidades de produção familiares camponesas possuem produções de café, frutas, verduras, legumes e vegetais, quase sempre possuindo mais de um tipo de produção até mesmo agroecológicas ou orgânicas. Os produtores do agronegócio se caracterizam como empresas regionais vinculadas às cadeias globais de valor ou até mesmo corporações globalizadas. Os agricultores familiares camponeses são em sua grande maioria proprietários ou assentados da reforma agrária, estando vinculados às cooperativas, associações ou então, possuindo dinâmica individual de atuação.

Destaca-se também que durante a realização da pesquisa participamos de diferentes eventos de promoção de tecnologias digitais da Agricultura 4.0 como a edição de 2022 da Agrishow, em Ribeirão Preto, São Paulo, e o I Fórum de Inovação e Tecnologia de Alfenas, em 2022. Nessas oportunidades de observação direta sobre as apresentações e inovações tecnológicas para a agricultura, foi possível conhecer melhor a atuação de empresas já consolidadas e *startups* que têm produzido tecnologias digitais como parte da Agricultura 4.0.

Aspectos do fosso digital na Agricultura 4.0 da RGIV

A forma como a Agricultura 4.0 tem sido implementada na RGIV reforça a preocupação já destacada anteriormente de que essa nova etapa no desenvolvimento do capitalismo no campo tem reproduzido desigualdades históricas entre os modelos de produção do agronegócio e da agricultura familiar camponesa. Destacamos isso com base nos tipos de tecnologias acessadas, impactos nas relações de trabalho e controle sobre as tecnologias.

Tipos de tecnologias

Os resultados da pesquisa vêm ao encontro das teses de Rotz et al (2019), indicando a tendência de as tecnologias digitais intensificarem a exploração e a marginalização da agricultura de base familiar. O quadro 01 exemplifica que o agronegócio acessa uma quantidade muito maior de tecnologias digitais do que a agricultura familiar camponesa. Enquanto o agronegócio possui sistemas que articulam a produção 'antes e depois da porteira', as tecnologias utilizadas pela agricultura familiar camponesa são em sua grande maioria plataformas digitais ou aplicativos disponibilizados gratuitamente na internet e acessadas basicamente por meio de *smartphones*, exemplo disso são os apps utilizados para previsão do tempo.

No agronegócio, a conectividade é robusta, viabilizada por tecnologias avançadas como fibra ótica e satélites, que garantem acesso às redes de alta velocidade mesmo em áreas remotas. Por outro lado, a agricultura familiar camponesa enfrenta limitações severas, dependendo de soluções como internet via rádio ou 4G através da rede de dados do celular, com alcance restrito e qualidade escassa, diferenças que refletem o alto custo e a complexidade da infraestrutura necessária para acessar tecnologias mais avançadas e que restringe a inclusão digital dos agricultores familiares camponeses.

Enquanto o agronegócio incorpora tecnologias avançadas — como drones, tratores autônomos e sensores — que aperfeiçoam processos e alavancam a produtividade, os agricultores familiares camponeses recorrem a artefatos mais simples e acessíveis, muitas vezes gratuitos, como termômetros para a secagem do café ou anotações manuais para fins de georreferenciamento. Esse contraste evidencia que, embora as tecnologias estejam disponíveis, seu alto custo e a necessidade de qualificação técnica constituem barreiras significativas à sua adoção pelos agricultores familiares camponeses. Tal cenário corrobora a análise de Hackfort (2021), para quem as tecnologias digitais representam mais uma etapa na concentração de poder no campo.

Quadro 1 – Tipos de tecnologias acessadas pelo agronegócio e a agricultura familiar camponesa

Tipo de Tecnologia	Agronegócio	Campesinato
Conectividade	Fibra ótica, redes privadas de alta velocidade, conectividade por satélite.	Internet via rádio, 4G limitado, conexão instável e alto custo de implementação.
Equipamentos Inteligentes	Drones para monitoramento e pulverização, tratores autônomos, sensores IoT para agricultura de precisão.	Ferramentas simples como termômetros para secagem do café; pouca utilização de drones devido ao custo elevado.
Aplicativos de Gestão Agrícola	Softwares especializados para gestão de plantio, análise de solo, logística e rastreabilidade.	Aplicativos básicos como Izagro (doenças e defensivos agrícolas) e sistemas simples para controle de rebanhos.
Redes Sociais e Comunicação	Plataformas corporativas para comunicação e marketing global.	WhatsApp para organização e comunicação com clientes, Instagram para comercialização de produtos locais.
Previsão do Tempo	Sistemas avançados integrados a sensores e estações meteorológicas.	Consultas online em sites e aplicativos básicos para planejamento de pulverizações e adubações.
Comercialização	Plataformas de e-commerce, marketplaces agrícolas, e sistemas automatizados de distribuição.	Canais digitais simples como sites, WhatsApp, e redes sociais para venda direta ao consumidor.
Automação e Monitoramento	Máquinas com inteligência artificial e sensores automatizados para coleta de dados em tempo real.	Controle manual adaptado, como georreferenciamento de apiários anotado em papel.
Pagamentos Digitais	Sistemas integrados de pagamento digital vinculados a ERPs e bancos.	Uso de aplicativos como PIX para transações e pagamentos aos associados.
Capacitação e Conhecimento	Plataformas e-learning, webinars, e consultorias técnicas com suporte tecnológico avançado.	Uso de YouTube e sites como Agrobook para aprender práticas agrícolas e buscar soluções técnicas.
Sustentabilidade e Certificação	Sistemas para monitoramento de impacto ambiental e certificação digital de sustentabilidade.	QR codes em embalagens para rastreabilidade básica e fortalecimento da identidade local.

Fonte: Trabalhos de campo. Organização: autores, 2025.

O agronegócio utiliza *softwares* sofisticados de gestão agrícola e plataformas integradas de *e-commerce* para rastrear e distribuir produtos em escala global. No campesinato, prevalecem soluções básicas, como planilhas no Excel, *WhatsApp* e redes sociais como *Instagram*, que permitem a comercialização direta com os consumidores. Esse contraste demonstra como as tecnologias são adaptadas às diferentes escalas de produção e estratégias de mercado. Tal contexto indica como na atualidade, o fosso digital se caracteriza especialmente pelo acesso a oportunidades advindas da digitalização (VAN DIJK 2020).

No agronegócio, a previsão do tempo é realizada com base em sistemas integrados a estações meteorológicas e sensores localizados no campo, enquanto os agricultores familiares camponeses recorrem a aplicativos ou sites *online*. Similarmente, o acesso a conhecimento técnico no agronegócio é mediado por plataformas especializadas e consultorias, inclusive com acesso e atendimento remoto, enquanto o campesinato utiliza ferramentas abertas, como o *YouTube* e o *Agrobook*, demonstrando criatividade na busca por capacitação com recursos limitados. Se por um lado o acesso a essas ferramentas pode ser visto como uma possibilidade de a agricultura familiar camponesa tomar parte da Agricultura 4.0, por outro, isso não elimina o controle corporativo que direta ou indiretamente determina a disponibilidade delas (CAROLAN, 2017).

Ambos os sistemas utilizam pagamentos digitais, mas com diferenças no grau de integração tecnológica. No agronegócio, há sistemas avançados vinculados a *Enterprise Resource Planning* (Plano de Gestão de Recursos - ERP) e bancos, enquanto a agricultura familiar camponesa recorre ao PIX, que, embora eficiente, é mais limitado em funcionalidades. No campo da 'sustentabilidade', o agronegócio adota sistemas de monitoramento ambiental e certificação digital, enquanto o campesinato investe em rastreabilidade básica por QR codes, visando fortalecer sua identidade local e atender nichos de mercado. Sobre isso, como lembrado por Clapp e Ruder (2020), um dos argumentos dos defensores da digitalização da agricultura é a sua suposta capacidade de garantir a sustentabilidade ao agronegócio. Assim, nesse caso vê-se que a Agricultura 4.0 emerge como uma forma ampliar no imaginário público a ideia de que o agronegócio se preocupa com as questões ambientais.

Tudo isso indica que o agronegócio tem se beneficiado de um modo amplamente mais efetivo da digitalização da agricultura do que a agricultura familiar camponesa. Apesar de o acesso às tecnologias representar apenas o primeiro nível do fosso digital, ele é um indicativo de como o poder financeiro e o envolvimento com pesquisa e inovação são indicativos das desigualdades socioespaciais no campo.

Relações de trabalho

Fatores como a substituição do trabalho humano pela automação das máquinas e o aumento do controle e vigilância sobre os trabalhadores são destacados pela literatura como parte da 4ª Revolução Industrial (e.g. ASH; KITCHIN; LESZCZYNSKI, 2015, FOSTER; McCHESNEY, 2014, GREGORY; MALDONADO, 2020). Indo ao encontro desses fatos, a pesquisa indicou que as tecnologias digitais da Agricultura 4.0 impactam de modo diferenciado as relações de trabalho do agronegócio e das unidades de produção familiares camponesas na RGIV. Enquanto no agronegócio tais impactos são mais acentuados, repetindo o que ocorreu em outros momentos disruptivos da agricultura no capitalismo, com transformações profundas no processo de trabalho, decorrentes de uma maior substituição do trabalho vivo pelo trabalho morto (MARX, 1985) e de uma nova morfologia do trabalho (ANTUNES, 2020); nas unidades de produção familiares, as tecnologias trazem mais possibilidades de controle sobre o processo produtivo e uma menor dependência de trabalhadores contratados temporariamente. Entretanto, pelas dificuldades e falta de condições materiais para acessá-las, seus impactos são menos expressivos em relação aos observados no agronegócio, seja pelo volume de capitais investidos, seja pela capacidade produtiva empregada.

Dentre os produtores do agronegócio destacou-se como um traço comum aos relatos dos entrevistados que as novas tecnologias digitais permitem um conjunto de ações cuja centralidade passa pelas palavras 'controle' e 'monitoramento', o que demonstra como elas compõem o atual 'capitalismo de vigilância', ou seja, são parte das contemporâneas lógicas de monopólio do capitalismo (FOSTER; McCHESNEY, 2014). É o que podemos observar a partir do relato de um dos entrevistados, representante de uma empresa do agronegócio na região, quando afirma que:

[...] hoje, a indústria está passando por um processo de automação recente, então é possível fazer a gestão dos dados, de todos os indicadores em tempo real (...) tem um painel de retorno onde o operador de sistema, o supervisor, gerencia, pode ter acesso a informação do equipamento e intervir nessas mudanças em tempo real. (...) hoje o sistema já traz a informação que algo de errado está acontecendo, para poder fazer a tomada de decisão o mais rápido possível, então é que tem mais de moderno hoje na parte industrial (Entrevistado 1 – Adecoagro, 2022).

Nas empresas Ipanema Coffees (café) e Adecoagro (cana-de-açúcar) isso tem se dado por meio da adoção do *software* Solinftec, comercializado por empresa homônima, localizada em Araçatuba, São Paulo. Trata-se de uma tecnologia de Internet das Coisas que possui como finalidade contribuir com a tomada de decisões em todas as etapas do processo produtivo, o que redundará num controle centralizado de dados sobre o trabalho desenvolvido, em tempo real, nas unidades de produção do agronegócio. Nesse sentido, o entrevistado 1, informa ainda, que

[...] temos uma ferramenta chamada Solinftec, onde acompanhamos todas as operações de campo, conseguimos identificar onde cada aparelho está trabalhando, identificar o operador naquele momento, a rotação do trabalho, a velocidade do trabalho, a faixa de trabalho, consegue fazer um retroativo de X horas, entender como o operador está trabalhando (Entrevistado 1 – Adecoagro, 2022).

Tendo em vista este relato, foi possível constatar, inclusive, durante trabalho de campo e em conversas com os agentes de monitoramento da produção da empresa, que existem sistemas de controle (como o Solinftec) sobre o processo produtivo e de trabalho que monitoram até mesmo o sono dos motoristas de caminhões que fazem o transbordo da matéria-prima em campo; isto é, ao menor movimento que expresse fadiga ou sono do trabalhador, seus movimentos são captados por sensores instalados na cabine dos veículos. Assim, eles são monitorados e recebem uma notificação por meio de um sinal sonoro disparado pelo sistema de vigilância do caminhão, indicando que não pode haver diminuição da rentabilidade do trabalho. Ou seja, além do trabalho ser prescrito pelas máquinas e algoritmos, algo típico do que tem sido denominado “capitalismo de plataforma” (Srnicsek, 2018), o trabalhador é constantemente vigiado pelos sistemas de controle da empresa, configurando o que Soshana Zuboff denominou de “capitalismo de vigilância”, isto é, “uma nova forma de capitalismo de informação que procura prever e modificar o comportamento humano como meio de produzir receitas e controle de mercado” (2018, p.18). Semelhante a isso, também constatamos o uso da *Radio Frequency Identification* (Rádio de Frequência e Identificação - RFID) nos armazéns de COFCO, uma empresa público-privada chinesa, atravessadora da comercialização de café, possibilitando o controle do trabalho e o rastreamento da produção a fim de atender exigências do mercado internacional, fato que facilita sua inserção no mercado internacional.

Se por um lado a utilização de tecnologias desse tipo traz benefícios para as empresas do agronegócio, pois elas permitem maior controle sobre a produção, maior capacidade de decisão, integração de sistemas vigilantes a partir de plataformas, redução do tempo e de falhas, maior produtividade, rastreabilidade etc.; por outro, os entrevistados destacaram alguns impactos que afetam diretamente os trabalhadores. Isso porque, além de sofrer com a concorrência das máquinas e os processos de automatização das atividades em campo, gerando ‘economia de recursos humanos’, ou seja, desemprego; elas também ampliam a capacidade de controle e vigilância do capital sobre o trabalho, na medida, em que as plataformas digitais permitem uma prescrição do trabalho definido, em sua maioria, pela lógica dos algoritmos e da “datificação” (Sadowski, 2019). Isso remete ao que é apontado por Stone (2022) para quem, na agricultura, o capitalismo de vigilância se manifesta como uma forma de controle do comportamento profissional, afetando de modo amplo a autonomia de agricultores familiares camponeses.

Por sua vez, nas unidades de produção familiares camponesas os impactos do uso de tecnologias digitais nas relações de trabalho são bem menos visíveis, pois quase não há mecanização em virtude do alto custo/valor desses processos. Pode-se dizer que a presença de propriedades com processos produtivos mecanizados é a exceção, casos raros diante da realidade

da agricultura familiar camponesa na RGIV. Foi possível constatar a predominância do trabalho manual e familiar no interior das propriedades e quando há a necessidade de contratação de força de trabalho, isto se dá por pouco tempo e, principalmente, durante a colheita, onde a demanda de trabalho é maior, além de casos de mutirões entre vizinhos. As poucas máquinas e equipamentos agrícolas identificados pelos agricultores familiares camponeses entrevistados são de operação humana, ou seja, exigem a presença de alguém para operá-la. O uso de tecnologias mais sofisticadas como drones, por exemplo, só foi identificado em casos pontuais, quando universidades desenvolveram experimentos em algumas das unidades de produção visitadas, não fazendo parte do dia a dia dos agricultores familiares camponeses.

Apesar de se situar num diapasão oposto ao que ocorre no agronegócio, no que se refere ao uso e aplicação das tecnologias digitais, foi possível perceber ao longo das narrativas de alguns agricultores familiares camponeses a lógica e cultura de uma visão associada ao agronegócio, marcada pelo empreendedorismo. Neste caso, alguns destacaram ver com positividade o uso de tecnologias digitais, pois elas facilitam os processos de gestão e planejamento da produção visando o atendimento do mercado.

Controle sobre as tecnologias

A forma como produtores do agronegócio e agricultores familiares camponeses buscam exercer o controle sobre as tecnologias da Agricultura 4.0 também são distintas. Em ambos os casos não existe um controle completo, pois as corporações que produzem essas tecnologias criam 'cadeados digitais' (CAROLAN, 2017) que impedem o domínio completo sobre elas, a exemplo da sua reprodução e modificação ou conserto. Contudo, o agronegócio consegue obter benefícios que ainda são distantes da agricultura familiar camponesa.

A respeito dos produtores do agronegócio, constatamos que as tecnologias e plataformas da agricultura digital permitem, segundo a maioria dos entrevistados, uma maior produtividade do campo, o que pode proporcionar maior lucratividade para a empresa. Isso porque, eles também indicaram que o uso dessas tecnologias proporciona um melhor planejamento da produção e uma maior capacidade de resolução de problemas em campo visto que monitoram o desenvolvimento das atividades em tempo real. É o caso, por exemplo, da já referida plataforma Solinftec. Além de garantir controle e monitoramento, por meio da ALICE AI, plataforma de inteligência artificial que utiliza *machine learning* para analisar dados de campo, ela possui assistência remota e uma conexão com outros sistemas das empresas que as utilizam. Com banco de dados próprio, todas as operações e informações produzidas com a operação do sistema são armazenados pela própria empresa Solinftec, certamente, em parceria com outras empresas Big Techs como *Microsoft*, *Google* e *Amazon*. Essa dependência de grandes corporações para o armazenamento de dados foi comprovada também por todos os vendedores de tecnologias digitais entrevistados. Assim, reforça-se o fato de que grandes empresas de tecnologias agora são também parte dos "barões do agronegócio" (ETC Group, 2022).

Uma vez que são implementadas para maior monitoramento das ações em campo, tais plataformas e tecnologias são, em síntese, sinônimo de maior controle e redução do tempo de respostas do produtor em relação aos problemas identificados. Isso foi um dos elementos mais destacados pelos entrevistados, como podemos verificar no relato do entrevistado 2, um dos representantes da AGITECH:

[...] com essa explosão de plataformas para atender a agricultura, hoje (...) o que estamos fazendo é popular a central da usina com muitas plataformas, mas é justamente por não ter confiança nos dados coletados e pela velocidade de reposta, hoje quando o operador está plantando e ocorre alguma falha, de dois metros de distribuição de cana o meu sistema para a plantadora e aparece na tela a falha, ele obriga o operador a voltar em dois metros, iniciar o processo e plantar de novo, se eu não tivesse essa plataformização, não saberia o que está acontecendo, porque ele pode desabilitar essa operação e seguir a vida plantando com falha (...) então com a plataformas, é essa diminuição do tempo de ação, maior controle, dados de qualidade, porque você tem dados obtidos não de um apontamento humano, mas sim de um sensoriamento que são dados de qualidade (Entrevistado 2 – Agitech).

O entrevistado ressalta a capacidade da plataforma controlar e corrigir a falha no processo de trabalho em detrimento do trabalhador, indicando que o sistema não só permite corrigir tais falhas, mas na medida em que controla o processo de trabalho, pode impedir que elas ocorram. Ademais, alguns deles afirmaram também que a qualidade dos dados produzidos pelos sistemas permite uma melhor análise dos resultados da produção, pois são dados produzidos a partir do mapeamento das áreas e talhões, bem como de imagens de satélites que acompanham tanto as tarefas que estão sendo executadas em campo (em tempo real), como volume produzido, situação da saúde das plantas ou mesmo a indicação de intervenções pontuais.

Em suma, as entrevistas com representantes do agronegócio indicaram que as tecnologias de sensoriamento remoto dos terrenos, monitoramento do clima a partir de estações posicionadas estrategicamente e conectadas a redes de internet, permitem o acesso em tempo real aos dados e informações das áreas. Esse controle sobre o espaço também é possível sobre as pessoas, ou seja, trabalhadores que operam máquinas em campo e que possuem seus trabalhos prescritos pelos sistemas e plataformas digitais. Em certo sentido, as entrevistas indicaram que os dados coletados pelos equipamentos e processados pelos sistemas e plataformas permitem uma maior capacidade de decisão e intervenção, o que caracteriza a tal chamada 'agricultura de precisão' (CLAPP; RUDER, 2020).

Por sua vez, os relatos dos camponeses entrevistados acerca do controle sobre as tecnologias são basicamente os mesmos encontrados em relação aos tipos e usos de tecnologias digitais no campo, ou seja, se comparado ao agronegócio trata-se de uma representação muito aquém daquela encontrada nas empresas. Se nestas, a presença e controle das tecnologias digitais são uma regra, para os camponeses ela é uma exceção e extremamente limitada. O principal tipo de equipamento eletrônico que permite o acesso às plataformas e apps digitais é o *smartphone* – presente em 100% das propriedades visitadas. Todos os camponeses entrevistados relataram que ele é o principal meio de comunicação e acesso à internet que possuem. Embora tenha havido a indicação de computadores para o uso de planilhas de Excel, o *smartphone*, sem dúvidas, é o mais utilizado. Dentre as principais funcionalidades que os agricultores familiares camponeses desenvolvem com o celular estão a comunicação através de redes sociais (*Facebook* e *WhatsApp* principalmente). Elas são utilizadas como estratégias de comercialização de seus produtos, mas também de comunicação e organização das comunidades, notadamente os camponeses acampados/assentados vinculados ao Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra (MST) que usam os grupos de *WhatsApp* para sua auto-organização e comunicação, visto que os lotes ficam distantes uns dos outros. Uma das mulheres camponesas entrevistadas destaca que, na questão da comunicação, por exemplo:

[...] aqui no Quilombo, a gente tem um grupo geral, que o povo usa e a gente também usa, pra vender, pra trocar o que é produzido no lote, pra comunicar as atividades que a gente tem, as reuniões, é um grupo geral pra isso. Existe um grupo pra cada comunidade, pra cada mutirão, pra cesta agroecológica, dos orgânicos, executiva da produção, do polo, setores, tem muitos grupos, hoje eu estou com 60 grupos (Agricultora Familiar Camponesa, 2023).

Vale destacar ainda que o *smartphone* é usado na propriedade principalmente para a previsão do tempo, mas também para acessar informações e vídeos sobre possíveis problemas encontrados na produção. Para tanto, usam as plataformas do *Google* e *YouTube* para tirarem dúvidas e esclarecimentos sobre doenças na plantação ou resolução de problemas encontrados na produção. Por fim, o *smartphone* é usado para o contato com mercados e fornecedores, seja para a comercialização de produtos, seja para a compra e ou cotação de preços e insumos para a agricultura.

O fosso digital como parte das Geografias Digitais

Os resultados apresentados na seção anterior nos permitem assegurar a existência de um fosso digital no campo da RGIV. Por meio das 'transgressões intelectuais' das Geografias Digitais (BURNS, 2021) interpretamos essa realidade como parte das conflitualidades e tensionamentos que caracterizam o espaço agrário brasileiro (FERNANDES, 2008).

O agronegócio acessa um maior número de tecnologias digitais e principalmente se beneficia mais do controle que elas exercem sobre o trabalho, além de conseguir criar oportunidades de obtenção de lucros por meio da digitalização. Por sua vez, agricultores familiares camponeses buscam se adaptar às rápidas mudanças pelas quais o campo tem passado no contexto da 4ª Revolução Industrial, contudo, esbarram em fatores materiais, (in)formativos e na ineficácia da assistência técnica. Uma análise crítica e transgressora não pode deixar de considerar como isso é parte da dialética entre a produção de pobreza e riqueza no campo.

Lendo essa realidade por meio das Geografias Digitais, o fosso digital na RGIV se manifesta por meio dos seguintes processos socioespaciais de exclusão abordados por Elwood (2021): **incorporações adversas, enriquecimento e empobrecimento**. As **incorporações adversas** aparecem por meio das possibilidades de aquisição e uso das tecnologias, articulando os três níveis do fosso digital não como sequências, mas como confluências (muitas vezes perversas). Devido ao capital acumulado e direcionamento de pesquisas com fundos públicos ou não, o agronegócio possui não apenas melhores condições materiais de incorporar as tecnologias digitais (1º nível), mas também de treinamento de pessoal para utilizá-las (2º nível) e de controle ou condições especiais no acesso a mercados (3º nível). Consequentemente, isso gera a confluência dialética entre o **enriquecimento** dos produtores do agronegócio e das corporações que lhes fornecessem tecnologias, assim como a o aumento da precarização e **empobrecimento** da agricultura familiar camponesa.

Contudo, os diferentes movimentos de produção espacial no contexto de digitalização (ASH; KITCHIN; LESZCZYNSKI, 2015) indicam que isso não se dá de modo homogêneo, haja vista que a agricultura familiar camponesa também se utiliza de tecnologias digitais para ampliar redes de solidariedade em diferentes escalas, indo do global ao local; articular novos mercados (grupos de consumo, por exemplo) e obter novos conhecimentos que muitas vezes são mobilizados para o escalonamento ou territorialização da agroecologia ou produção orgânica. Tais fatos demonstram

que o fosso digital entre esses modelos de produção agrícolas é mais parte da velocidade em que se dá o acesso e utilização das tecnologias do que a existência delas ou não.

Em suma, a leitura do fosso digital na RGIV por meio das Geografias Digitais aponta para um contexto de reprodução de desigualdades históricas entre os modelos de desenvolvimento agrários num momento em que a digitalização começa a se impor como uma condição para a reprodução produtiva no campo. Inegavelmente isso tem gerado maior controle sobre o trabalho, inclusive produzindo territorialidades que indicam como caminho uma agricultura sem agricultores familiares camponeses.

Considerações finais

O artigo problematizou a existência de um fosso digital na agricultura da RGIV. Em diálogo com a literatura em Geografias Digitais foi demonstrado como a relação entre espaço e tecnologias digitais no contexto da Agricultura 4.0 tem contribuído para a solidificação da hegemonia do agronegócio e a subalternização da agricultura familiar camponesa. Trabalhando os três níveis do fosso digital não como etapas consequentes, mas como justaposições, demonstramos que o agronegócio acessa maior número de tecnologias, cria condições de utilizá-las de modo mais eficaz e, evidentemente, se beneficia dessa condição, ampliando não apenas sua capacidade produtiva com maior controle sobre o trabalho, mas também, acessando mais mercados (inclusive internacionalmente), e criando uma falaciosa narrativa épica de que essa etapa, enfim, representa a articulação entre justiça social e sustentabilidade.

A análise comparativa entre os modelos do agronegócio e da agricultura familiar camponesa permitiu evidenciar o tamanho do fosso digital, seja em relação ao acesso que tais modelos possuem às tecnologias digitais, seja em relação ao uso e aplicação dessas tecnologias à produção. O estudo também identificou as possíveis vantagens competitivas do agronegócio com o uso das tecnologias digitais, na medida em que elas permitem ampliar sua capacidade de substituir o trabalho vivo pelo trabalho morto.

Com os resultados da pesquisa qualitativa obtidos por meio de entrevistas e trabalho de campo, demonstramos ainda como as empresas do agronegócio, ao acessarem as novas tecnologias digitais, baseadas na automação industrial, inteligência artificial, gestão algorítmica e extração de dados, vêm ampliando seu controle sobre os processos de trabalho, eliminando falhas nas etapas produtivas. Em consequência disso, observamos um crescimento intensificado de sua capacidade de controle e vigilância sobre os trabalhadores e sobre o território, realizados através de máquinas, sensores, câmeras e monitoramento constante dos ritmos, processos e movimentos da produção, operados cada vez mais por computadores, plataformas digitais e inteligência artificial. Isso nos permite concluir que a agricultura digitalizada representa, portanto, mais uma etapa do desenvolvimento do capitalismo no campo, ora denominado “capitalismo de plataforma” cujo objetivo principal é não só promover a ampliação das desigualdades sociais no campo, mas também reproduzir, de forma sustentada, a subordinação do trabalho ao capital.

Assim, o espaço agrário produz e é produzido pelas tecnologias digitais no presente por meio de processos como incorporações adversas, enriquecimento e empobrecimento. A suposta justiça social trazida pelo aumento da produção de alimentos possibilitado pela otimização trazida pelas tecnologias digitais não se sustenta quando constatamos que os agricultores familiares camponeses não veem nessa etapa do desenvolvimento tecnológico as condições para uma agricultura sem os mesmos. Ao contrário, o que se verifica é uma tendência ainda maior do êxodo rural. A

sustentabilidade também é questionável na medida em que apesar de poderem auxiliar na produção em menores espaços e com menos uso de agrotóxico (fatos que ainda não presenciamos na RGIV), elas demandam energia, minerais e outros.

Evidentemente, esses apontamentos não esgotam as possibilidades de análise desse fenômeno na RGIV. Como agenda futura de pesquisa destacamos a necessidade de focos mais específicos nos setores do agronegócio (*startups* e grandes corporações, por exemplo), os desafios para a implementação das cada vez mais acessadas tecnologias de Inteligência Artificial e tentativas desenvolvidas por grupos de agricultores familiares camponeses desenvolverem suas próprias tecnologias digitais.

Referências

- ALVAREZ LEON, Luis F. AI and Global Climate Change: The political economy of data and energy in geographic perspective. *Geo: Geography and Environment*, v. 11, n. 1, p. 1–3, 2024.
- ANTUNES, Ricardo (2020). *O privilégio da servidão. O novo proletariado de serviços na era digital*. São Paulo: Boitempo.
- ASH, James; KITCHIN, Rob; LESZCZYNSKI, Agnieszka. Digital turn, digital geography. *Social Science Research Network*, v. 2, p. 1–26, 2015.
- ASH, James; KITCHIN, Rob; LESZCZYNSKI, Agnieszka (2018). *Digital Geographies*. Thousand Oaks: Sage. p. 1–10.
- BERNHARDT, Heinz et al. Challenges for Agriculture through Industry 4.0. *Agronomy*, v. 11, n. 10, p. 1–10, 2021.
- BERNSTEIN, Henry. Agrarian political economy and modern world capitalism: the contributions of food regime analysis. *The Journal of Peasant Studies*, v. 43, n. 3, p. 611–647, 2016.
- BERTACHI, Marcos Vinícius (2023). *A Questão Agrária no Sul de Minas Gerais: a luta pela terra em Campo do Meio-MG*. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2023.
- BRONSON, Kelly (2022). *The immaculate conception of data: agribusiness, activists, and their Shared Politics of the future*. Montreal: McGill-Queen's Press-MQUP.
- BRONSON, Kelly; KNEZEVIC, Irena. Big Data in food and agriculture. *Big Data & Society*, v. 3, n. 1, p. 1–5, 2016.
- BUAINAIN, Antônio Márcio; CAVALCANTE, Pedro; CONSOLINE, Leticia (2021). *Estado atual da agricultura digital no Brasil. Inclusão dos agricultores familiares e pequenos produtores rurais*. Santiago: CEPAL.
- BURNS, Ryan. Transgressions: Reflecting on critical GIS and digital geographies. *Digital Geography and Society*, v. 2, p. 1–3, 2021.
- CABRAL, Lídia; PANDEY, Poonam; XU, Xiuli. Epic narratives of the Green Revolution in Brazil, China, and India. *Agriculture and Human Values*, v. 39, n. 1, p. 249–267, 2022.
- CAROLAN, Michael. Agro-digital governance and life itself: food politics at the intersection of code and affect. *Sociologia Ruralis*, v. 57, p. 816–835, 2017.
- CLAPP, Jennifer; RUDER, Sarah-Louise. Precision technologies for agriculture: Digital farming, gene-edited crops, and the politics of sustainability. *Global Environmental Politics*, v. 20, n. 3, p. 49–69, 2020.
- AUTOR (2016).
- AUTOR (2019).
- AUTORES (2023).
- AUTOR (2021).
- DE CLERCQ, Mattieu; VATS, Anshu; BIEL, Alvaro (2018). *Agriculture 4.0: the future of farming technology*. Dubai: World Government Summit and Oliver Wyman.
- ELWOOD, Sarah. Digital geographies, feminist relationality, Black and queer code studies: Thriving otherwise. *Progress in Human Geography*, v. 45, n. 2, p. 209–228, 2021.
- ELWOOD, Sarah. Volunteered geographic information: future research directions motivated by critical, participatory, and feminist GIS. *GeoJournal*, v. 72, n. 3, p. 173–183, 2008.
- ELWOOD, Sarah; LESZCZYNSKI, Agnieszka. Feminist digital geographies. *Gender, Place & Culture*, v. 25, n. 5, p. 629–644, 2018.
- ETC GROUP (2022). *Food Barons 2022. Crisis Profiteering, Digitalization and Shifting Power: Mapping the corporate power in big food*. Durham: ETC Group.
- FERNANDES, Bernardo Mançano (2008). Conflitualidade e desenvolvimento territorial. In: BUAINAIN, Antônio Márcio et al (Orgs.). *Luta pela terra, reforma agrária e gestão de conflitos no Brasil*. Campinas: Unicamp. p. 173–224.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) (2019). *Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas. Status Report*. Rome: FAO. Briefing Paper.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) (2017). *E-agriculture in Action*. Rome: FAO.
- FOSTER, John Bellamy; McCHESNEY, Robert. Surveillance capitalism. *Monthly Review*, v. 66, n. 3, p. 1–31, 2014.
- FRASER, Alistair. Land grab/data grab: precision agriculture and its new horizons. *The Journal of Peasant Studies*, v. 46, n. 5, p. 893–912, 2019.
- FRASER, Alistair. The digital revolution, data curation, and the new dynamics of food sovereignty construction. *The Journal of Peasant Studies*, v. 47, n. 1, p. 208–226, 2020.
- GANESH, Shiv; BARBER, Kirsty F. The silent community: Organizing zones in the digital divide. *Human Relations*, v. 62, n. 6, p. 851–874, 2009.
- GREGORY, Karen; MALDONADO, Miguel Paredes. Delivering Edinburgh: uncovering the digital geography of platform labour in the city. *Information, Communication & Society*, v. 23, n. 8, p. 1187–1202, 2020.
- HACKFORTH, Sarah. Patterns of Inequalities in Digital Agriculture: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, v. 13, n. 22, p. 1–18, 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (2017). *Censo Agropecuário*. Rio de Janeiro: IBGE.
- LYTHREATIS, Sophie; SINGH, Sanjay Kumar; EL-KASSAR, Abdul-Nasser. The digital divide: A review and future research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 175, p. 121359, 2022.
- MARX, Karl (1985). *O capital: crítica da economia política. Vol. I, Livro I, Tomo I e II*. São Paulo: Nova Cultural.
- MASSRUHÁ, Silvia Maria Fonseca Silveira; LEITE, Maria Angelica de Andrade. Agricultura digital. *Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, v. 2, n. 1, p. 72–88, 2016.
- MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence (2006). *A history of world agriculture: from the neolithic age to the current crisis*. New York: NYU Press.
- McMICHAEL, Philip. Critical agrarian studies and crises of the world-historical present. *The Journal of Peasant Studies*, p. 1–33, 2023.
- MOONEY, Pat (2018). *Blocking the Chain: Industrial food concentration, Big Data platforms and food sovereignty solutions*. Berlin and Val David: ETC Group.
- MORALES, José Manuel Torres; ALBERO, Cristóbal Torres; MOLINA, Oscar. La brecha digital. Un análisis de las desigualdades tecnológicas en España. *Sistema: revista de ciencias sociales*, n. 218, p. 3–22, 2010.
- MOSSBERGER, Karen; TOLBERT, Caroline J.; STANSBURY, Mary (2003). *Virtual inequality: Beyond the digital divide*. Washington: Georgetown University Press.
- NORRIS, Pippa (2001). *Digital Divide. Civic Engagement, Information Poverty, and the Internet Worldwide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- NOST, Eric; COLVEN, Emma. Earth for AI: A Political Ecology of Data-Driven Climate Initiatives. *Geoforum*, v. 130, p. 23–34, 2022.
- RAIMUNDO, Glaucione; VALE, Ana Rute. Precarização das condições de trabalho e escravidão contemporânea nos cafezais do Sul de Minas durante a pandemia da COVID-19. *REVISTA NERA*, v. 26, n. 65, p. 81–108, 2023.
- ROTZ, Sarah et al. The Politics of Digital Agricultural Technologies: A Preliminary Review. *Sociologia Ruralis*, v. 59, n. 2, p. 203–229.
- SADOWSKI, Jathan. When data is capital: datafication, accumulation, and extraction. *Big Data & Society*, jan-jun, 2019, p. 1–12.
- SAFRANSKY, Sara. Geographies of Algorithmic Violence: Redlining the Smart City. *International Journal of Urban and Regional Research*, v. 44, n. 2, p. 200–218, 2020.
- SCHWAB, Klaus (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Cologny/Geneva: World Economic Forum.
- SRNICEK, Nick (2018). *Capitalismo de Plataformas*. Buenos Aires: Caja Negra Editora.
- STONE, Glen Davis. Surveillance Agriculture and Peasant Autonomy. *Journal of Agrarian Change*, v. 22, n. 3, p. 608–631, 2022.

- SWANLUND, David; SCHUURMAN, Nadine. Resisting geosurveillance: A survey of tactics and strategies for spatial privacy. *Progress in Human Geography*, v. 43, n. 4, p. 596–610, 2019.
- UNITED NATIONS (2023). *Science, technology and innovation for sustainable development: Globalization and interdependence*. New York: UN.
- VAN DEURSEN, Alexander JAM et al. The compoundness and sequentiality of digital inequality. *International Journal of Communication*, v. 11, p. 452–473, 2017.
- VAN DIJK, Jan (2020). *The digital divide*. Cambridge: Polity Press.
- XAVIER, Gabriela Taise Poiati (2022). *Mulheres na questão agrária: um estudo sobre o coletivo "Raízes da Terra" do Acampamento Quilombo Campo Grande, Campo do Meio-MG*. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2022.
- YOUNG, Jason C. Rural digital geographies and new landscapes of social resilience. *Journal of Rural Studies*, v. 70, p. 66–74, 2019.
- ZOOK, Matthew A.; GRAHAM, Mark. The creative reconstruction of the Internet: Google and the privatization of cyberspace and DigiPlace. *Geoforum*, v. 38, n. 6, p. 1322–1343, 2007.
- ZUBOFF, Shoshana (2018). Big Other: capitalismo de vigilância e perspectivas para uma civilização de informação. In: BRUNO, Fernanda et al. (Orgs.). *Tecnopolíticas da vigilância – perspectivas da margem*. São Paulo: Boitempo.