

# AGRICULTURA DE PRECISÃO E DIGITAL: PERSPECTIVAS E DESAFIOS DOS PRODUTORES RURAIS DO ESTADO DO PARANÁ

## PRECISION AND DIGITAL AGRICULTURE: PERSPECTIVES AND CHALLENGES FOR FARMERS IN THE STATE OF PARANÁ

Caio Ericles **Kolling**\* , Leandro **Rampim** 

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR, Brasil

\*caioolling@hotmail.com

### RESUMO

A “*Big data*”, internet das coisas, “Agro 4.0”, gêmeo digital, robótica e vários outros conceitos tendem a se concretizar no meio rural e serem ferramentas na gestão agrícola envolvendo Agricultura de Precisão e Digital. O objetivo de avaliar perspectivas e desafios da utilização de agricultura de precisão e digital nos manejos adotados em culturas comerciais no estado do Paraná, Brasil. Para tal, foram entrevistados sessenta produtores rurais nas regiões do estado, através de questionário para compreensão da realidade tecnológica. Muitos produtores rurais paranaenses já possuem smartphones e acesso à internet, porém com déficit de conhecimento em conceitos básicos sobre Agricultura Digital, e com número reduzido daqueles que já utilizam Agricultura de Precisão. Muitos acreditam ser possível melhorar a gestão da propriedade e os manejos agrícolas com a Agricultura Digital, sendo que apenas alguns já utilizam uma plataforma de agricultura digital. Porém, ainda há muitos desafios a serem superados pelo setor público e privado, como telefonia móvel de qualidade, máquinas compatíveis e assistência técnica especializada.

**Palavras-chave:** Agro 4.0. Gestão agrícola. Internet das coisas. Plataforma digital.

### ABSTRACT

“*Big data*”, Internet of things, “Agri 4.0”, digital twin, robotics and several other concepts tend to materialize in rural areas and become tools in agricultural management involving Precision and Digital Agriculture. The objective is evaluating perspectives and challenges of the use of precision and digital agriculture in the managements adopted in commercial crops in the state of Paraná, Brazil. To this end, sixty rural producers around the state were interviewed through a questionnaire to understand the technological reality. Many rural producers in Paraná already have smartphones and internet access, but with a lack of knowledge in basic concepts about Digital Agriculture, and with a reduced number of those who already use Precision Agriculture. Many believe that it is possible to improve property management and agricultural management with Digital Agriculture, and only a few already use a digital agriculture platform. However, there are still many challenges to be overcome by the public and private sector, such as quality mobile telephony, compatible machines and specialized technical assistance.

**Keywords:** Agri 4.0. Agricultural management. Digital platform. Internet of things.

## INTRODUÇÃO

O setor agrícola brasileiro, conhecido como agronegócio brasileiro, está em constante evolução, aos poucos os produtores rurais das mais isoladas localidades, antes, sem domínio do sistema de comunicações, agora, passam a utilizar meios de comunicação digital, com uso de internet e smartphones. Em ordem cronológica, a agricultura de subsistência passou para o cultivo intensivo com máquinas agrícolas, e posterior avanço para agricultura de precisão e digital (VILLAFUERTE *et al.*, 2018).

O manejo que considera a variabilidade espacial e permite a aplicação localizada de insumos, como fertilizantes e corretivos contempla a Agricultura de Precisão (AP) (BASSOI *et al.*, 2019). Com identificação de unidades de manejo baseado na topografia, terraços, tipo de solo, os quais permitem elevação na eficiência do manejo em AP (RAMPIM *et al.*, 2012). A AP incentivou indústrias de máquinas a unir o uso da eletrônica e informática, produzindo máquinas agrícolas com eletrônica embarcada, dando salto para o desenvolvimento da AP, com incorporação de equipamentos específicos a partir da década de 2000 no Brasil (VILLAFUERTE *et al.*, 2018).

Na sequência, a evolução proporcionou a chegada da Agricultura Digital (AD) ou Agro 4.0, caracterizada pelo uso de métodos e soluções analíticas para processar dados e construir sistemas de apoio à tomada de decisões no manejo das lavouras, sendo possível ao conciliar informática aplicada a agricultura (MASSRUHÁ; LEITE, 2018). Em complemento adota-se o conceito de Internet das Coisas, ou IoT, definida como a interconexão via internet de dispositivos ligados a máquinas, sensores, e implementos, que visam o compartilhamento de dados, com foco em reduzir custos operacionais, aumentar a produtividade e criar novas oportunidades de negócio e serviços (BORÉM, 2020).

O desenvolvimento dos Remotely Piloted Aircrafts (RPAs) ou Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's) também é uma tecnologia importante na AP e AD. A aplicação na área agrícola vem sendo favorecida e facilitada pelo atual estágio de desenvolvimento tecnológico (NICOCCELLI NETTO, 2020). Os VANT's ou drones, são equipamentos que realizam imagens de área agrícola atrelado a interpolação e transformação dos dados em softwares específicos, que geram mapas de índices, demonstrando a sanidade das culturas, condições do solo e manejos e até mesmo estimativa de produtividade das culturas.

Na gestão da propriedade é importante garantir a disponibilidade e acesso aos dados e informações processadas, de maneira que, o agricultor possa utilizar o celular para obter informações que oriente suas decisões, como a escolha da cultivar, momento da semeadura, previsão climática, manejos fitossanitários, além das perspectivas do mercado financeiro (MASSRUHÁ *et al.*, 2014). Para isso são utilizados vários modelos de softwares que realizam comunicação entre todos os agentes da cadeia produtiva, como a venda de insumos agrícolas, como para a captação das necessidades dos consumidores, rastreamento de mercadorias, além dos diversos processos que envolvem o sistema de produção agrícola (ASSAD; PANCETTI, 2009).

Em relação aos novos avanços da tecnologia, acelerado nos últimos anos, temos o conceito de gêmeo digital (Digital Twins), caracterizado por integrar e processar os dados físicos e virtuais ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, envolvendo elevado volume de dados que podem ser processados por análises avançadas em plataformas digitais (TAO *et al.*, 2019). Esses gêmeos digitais não representam apenas estados reais, mas também podem reproduzir dados históricos e simular o futuro (VERDOUW; KRUIZE, 2017).

Alguns estudos tem se concentrado em mostrar a realidade da agricultura de precisão em cada região, visto que existem diferenças culturais e sociais, e que podem restringir ou acelerar o processo de adoção de novas tecnologias. O estudo de Soares Filho e Cunha (2015), questionou grupo de produtores no Sudoeste de Goiás quanto a adoção da AP. Em complemento o estudo de Lavorato e Braga (2017) analisou os custos de produção de soja com o uso da AP no Mato Grosso do Sul.

No estado do Paraná, o estudo de Pires Junior *et al.* (2018), buscou apresentar a realidade da AP nas microrregiões de Pitanga e Cascavel, sendo limitado, pois o estado apresenta outras

importantes regiões produtoras. De maneira semelhante, estes estudos buscaram indagar o produtor quanto aos equipamentos, serviços e tecnologias adotadas, bem como os pontos positivos e negativos da utilização da AP, porém sem consideração sobre AD, sendo primordial para compreender a evolução tecnológica da agricultura.

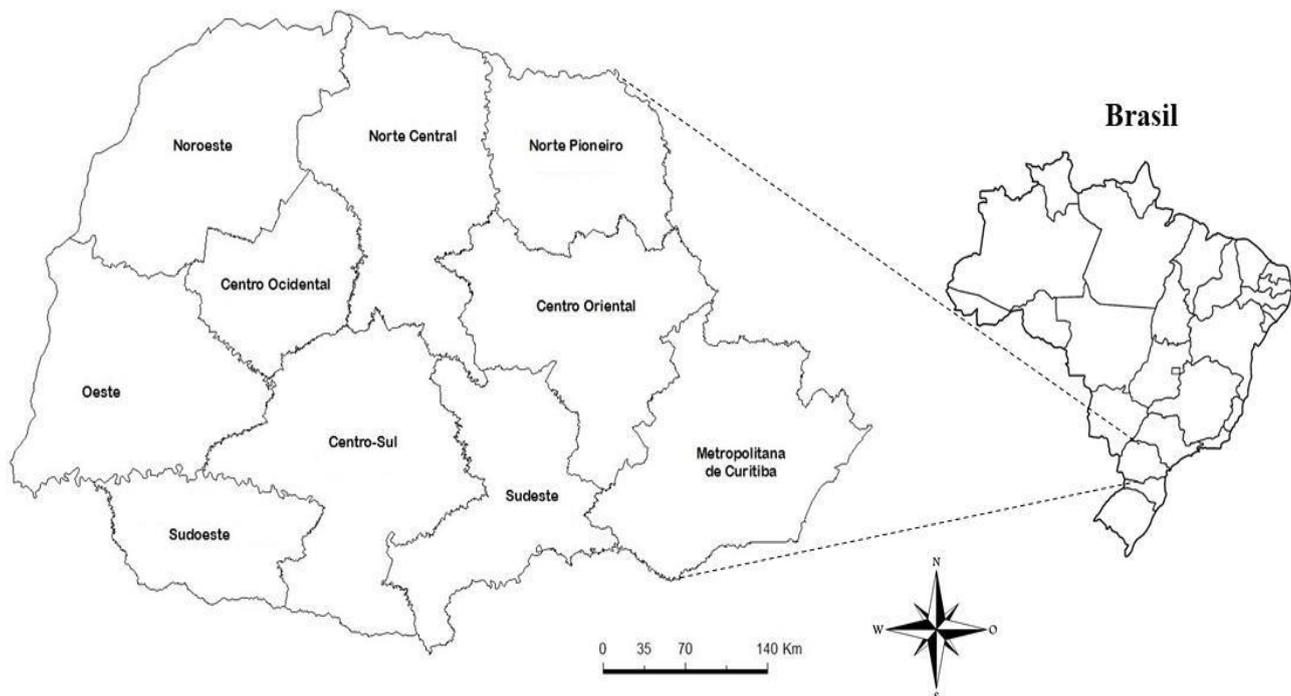
A produção agrícola deve integrar várias áreas do conhecimento, para usar as ferramentas disponíveis juntamente com dados agroclimáticos, além de conhecimento técnico adequado visando assertividade e eficiência nas recomendações geradas para na agricultura atual (BASSOI *et al.*, 2019).

Desta forma, este estudo foi desenvolvido com objetivo de avaliar perspectivas e desafios da utilização de agricultura de precisão e digital nos manejos adotados em culturas comerciais no estado do Paraná, Brasil.

## METODOLOGIA

O estudo foi executado no estado do Paraná, localizado na região Sul do Brasil, o qual possui dez mesorregiões divididas geograficamente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Figura 1), com 14,7 milhões de hectares utilizados na produção agropecuária em 305 mil estabelecimentos rurais (IBGE, 2017).

**Figura 1 - Mesorregiões do estado do Paraná, Sul do Brasil**  
**Mesorregiões do Paraná**



**Fonte:** os autores.

A avaliação direta da agricultura digital no estado ocorreu com entrevista digital a sessenta (60) agricultores, com auxílio de questionário direcionado aos mesmos. Foi utilizado a plataforma de questionários do Google para facilitar o preenchimento e aquisição dos dados, através do link: <https://forms.gle/23WkFyS9VfynvTEt8>. A entrevista foi realizada de julho de 2019 a fevereiro de 2020 pelo aplicativo de mensagens WhatsApp, e por intermédio de profissionais agrônomos que tem contato direto com produtores rurais, que foram selecionados de forma aleatória em diferentes regiões do Paraná.

As perguntas realizadas no questionário foram organizadas com base nos estudos já realizado com AP de Soares Filho e Cunha (2015) e Pires Junior *et al.* (2018) que levam em consideração os

pontos negativos e positivos dos serviços e equipamentos e aperfeiçoadas para a obter informações sobre AD (conhecimento e ferramentas) pelos produtores paranaenses, sendo definidas como:

- Região do Paraná
- Idade
- Escolaridade
- Área da propriedade
- Quais suas principais fontes de informação sobre novas tecnologias para agricultura?
- Você utiliza Agricultura de Precisão?
- Você já utilizou aplicação em taxa variada na sua lavoura?
- Quais itens tecnológicos possui?
- Possui acesso à internet na sede da propriedade?
- Como é a qualidade do acesso a telefonia móvel no perímetro da propriedade?
- Você sabe o que é "Agricultura Digital" ou "Agro 4.0"?
- Você utiliza imagens de satélite da sua lavoura?
- Você utiliza GPS e piloto automático?
- Você já utilizou drones em sua lavoura?
- Você sabe o significado de "zonas de manejo"?
- Você sabe o que é "Plataforma de Agricultura Digital"?
- Você utiliza alguma plataforma de Agricultura Digital? Qual?
- Você acredita que é possível melhorar os manejos da lavoura com a Agricultura Digital?
- Quais as limitações que lhe impedem de adquirir as tecnologias da Agricultura Digital?

A partir dos dados coletados pelo questionário foram classificados de acordo com as respostas obtidas. O primeiro diagnóstico realizado com os produtores entrevistados foi quanto as características pessoais e socioeconômicas, para compreender o perfil dos produtores rurais, e posteriormente, foram realizadas as investigações sobre as utilizações tecnológicas com foco no agronegócio.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

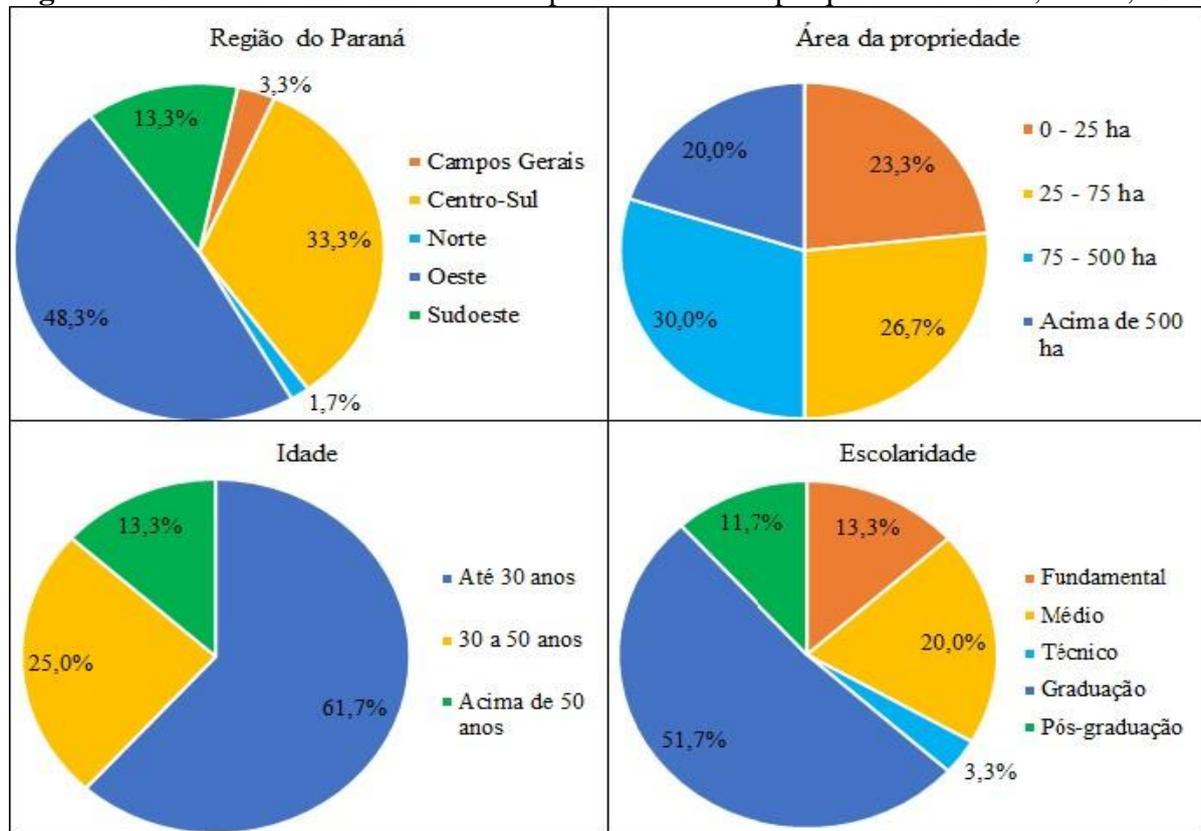
O primeiro diagnóstico realizado foi quanto a região geográfica do estado (Figura 2), sendo observado que 81,6% dos entrevistados estavam concentrados na região Oeste e Centro-Sul em função dos agrônomos que auxiliaram serem oriundos dessas regiões, os quais representam duas regiões com grande importância no setor agrícola do estado, por outro lado foram poucos os entrevistados na região Norte; Vale ressaltar que no total o estado deve produzir 20,38 milhões de toneladas de soja na safra 2020/21 (DERAL, 2020).

A diversidade das propriedades é confirmada pela avaliação do tamanho das propriedades, conforme a figura 2. Foi obtido uma representação adequada, com quatro classes bem distribuídas, desde pequenos produtores rurais (menos de 25 ha) até grandes fazendas (com mais de 500 ha).

Ao avaliar a faixa etária dos produtores rurais, foram divididos em três grupos (Figura 2), sendo possível notar que foram entrevistados produtores rurais de diferentes idades, com o mais jovem de 18 anos até o mais idoso com 72 anos. Foi observado que 60% dos entrevistados apresentavam até 30 anos, sendo interessante do ponto de vista da avaliação e discussão das perspectivas futuras quanto a agricultura digital. Na Figura 2 observa-se que mais de 50% dos produtores apresentam curso de graduação e 11% já com alguma especialização ou pós-graduação. Por outro lado, há número considerável que possui apenas ensino fundamental e médio (cerca de 33%), que é justificado principalmente pela falta de oportunidade e acesso à educação nas décadas finais do século XX, por parte dos atuais idosos. A escolaridade dos produtores rurais impacta

diretamente na adoção de novas tecnologias, verifica-se que há uma busca maior pelo estudo por parte de agricultores e seus filhos a partir do século XXI.

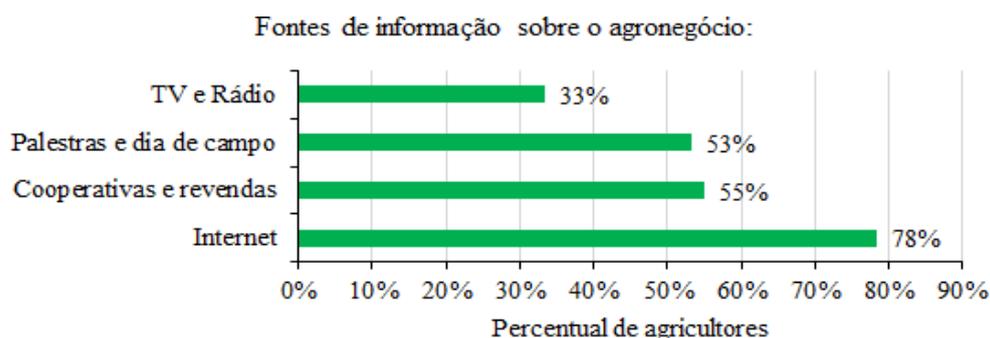
**Figura 2** - Características descritivas dos produtores rurais pesquisados. Paraná, Brasil, 2020



Fonte: os autores.

Os produtores rurais foram questionados quanto as suas fontes de informação sobre assuntos relacionadas ao agronegócio, destacando que 78% deles afirmam que a internet é utilizada para tal, ficando superior até em relação a presença física em palestras e nas empresas do setor, com 53 e 55% respectivamente (Figura 3). Resultado diferente ao Sudoeste de Goiás em estudo até 2015, em que para grupo de 43 agricultores, as principais fontes de informação sobre AP, são as empresas de consultoria agropecuária e as feiras e exposições (SOARES FILHO, CUNHA, 2015). A diferença de resultado, pode estar relacionada a velocidade com que o uso de smartphones, que, principalmente com a intensificação de aplicativos e acesso à internet nestes últimos anos da década de 2010 e início da década de 2020.

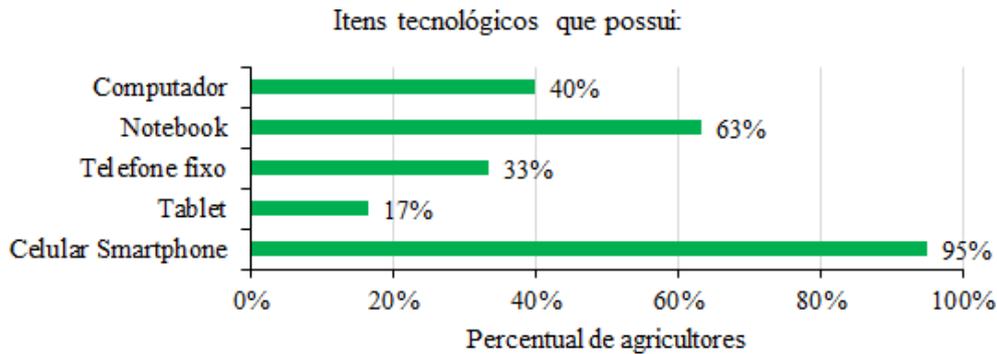
**Figura 3** - Fontes de informação dos produtores rurais. Paraná, Brasil, 2020



Fonte: os autores.

Ao serem perguntados sobre quais itens ou ferramentas tecnológicas que possuem, destaca-se o resultado encontrado sobre os celulares smartphone, em que 95% dos entrevistados afirma já possuir (Figura 4), indicando que várias ferramentas como plataformas digitais em sistema de aplicativos API já podem ser adquiridas pelos produtores rurais. Uma pesquisa semelhante de Silveira e Schwartz (2011), realizada com produtores rurais gaúchos em 2006 revelou que 88,5% dos produtores rurais familiares de Santa Maria, RS, possuíam telefone móvel e que essa tecnologia de comunicação já é a terceira mais utilizada, atrás apenas do rádio e da televisão, confirmando que os smartphones já haviam como potencial de utilização no início da década de 2010.

**Figura 4** - Itens tecnológicos que os produtores rurais afirmam ter posse. Paraná, Brasil, 2020

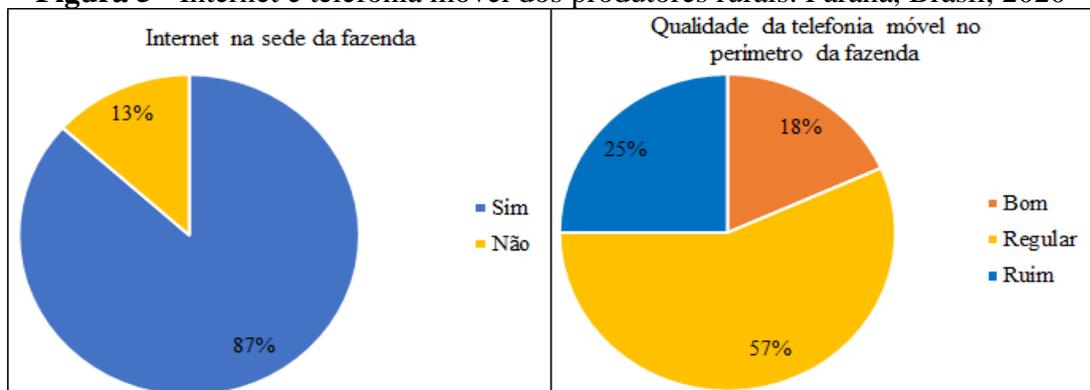


Fonte: os autores.

Com o diagnóstico positivo quanto aos smartphones, é necessário que tenham internet disponível para as atualizações e funcionamento de muitas ferramentas. Assim, foram questionados quanto a presença de internet na sede da fazenda, em que 87% já possui acesso. Por outro lado, a qualidade da telefonia móvel em todo o perímetro da propriedade parece ainda ser limitado, visto que 82% ainda julga esse serviço como Ruim ou Regular (Figura 5). Tal fato, evidencia aprimoramento do sistema de internet para uso nas propriedades rurais diante da agricultura digital.

Vale salientar que o avanço das telecomunicações na área rural e a inserção da internet fez com que houvesse rápida e crescente iniciativa por desenvolvedores e programadores em criar plataformas para uso no agronegócio, possibilitando novo mercado e com grande perspectiva de investimento e crescimento ao longo dos próximos anos. Mas, como destacado por Nicocelli Netto (2020), um dos grandes desafios para a expansão da AD ainda é a falta de conectividade no campo.

**Figura 5** - Internet e telefonia móvel dos produtores rurais. Paraná, Brasil, 2020



Fonte: os autores.

Em busca de melhorias na cobertura de internet no campo, várias empresas (AGCO, Climate, CNH Industrial, Jacto, Nokia, Solinftec, Tim e Trimble), se uniram e criaram a ConectarAGRO, uma

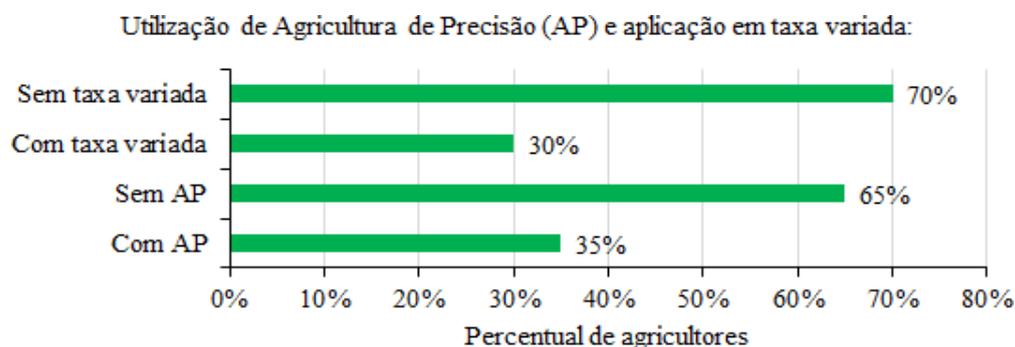
associação que facilita a expansão da internet móvel 4G, e que já atendeu mais de 5,1 milhões de hectares de áreas produtivas do Brasil (CONNECTARAGRO, 2020).

Na avaliação da utilização da AP, conforme a Figura 6, apenas 35% dos produtores rurais paranaenses fazem adoção de alguma técnica de AP, resultado próximo ao encontrado pela pesquisa de Kleffmann Group em três áreas produtoras do Brasil (Mapitoba, Centro-Oeste e Sul), que obtiveram 45% de entrevistados com tecnologia de AP em uso na propriedade (MOLIN, 2017).

Complementando, ao serem questionados se utilizam a aplicação de insumos em taxa variada, como corretivos e fertilizantes, que é uma das tecnologias mais utilizadas pela AP, o número de produtores rurais é menor ainda, representado por apenas 30% (Figura 6). Soares Filho e Cunha (2015) verificaram 91% dos produtores rurais do Sudoeste de Goiás utilizando a tecnologia AP com taxa variável de insumos, provavelmente devido a presença de áreas maiores e com uso de alta tecnologia nesta região brasileira. A nível internacional, a exemplo da Austrália, o uso de taxa variável em 2009 já era de 20% entre produtores rurais e que pode ter aumentado após a última década (ROBERTSON *et al.*, 2012).

Vários são os desafios da AP, a maioria está na compreensão das principais causas da variabilidade das características dos solos e das plantas que interferem nas recomendações agronômicas adequadas e específicas para aplicação à taxa variável (BASSOI *et al.* 2019). Dentro deste contexto, no Paraná, com presença de elevado número de propriedades e com tamanhos diferentes, tem-se diversidade de sistemas de produção, sendo necessária avaliação criteriosa para correta recomendação. No Paraná, tamanho reduzido de propriedades é um fator considerável que reduz a aderência pelos produtores rurais devido ao alto custo para realizar investimentos em tecnologias de AP.

**Figura 6** - Uso de Agricultura de Precisão (AP). Paraná, Brasil, 2020

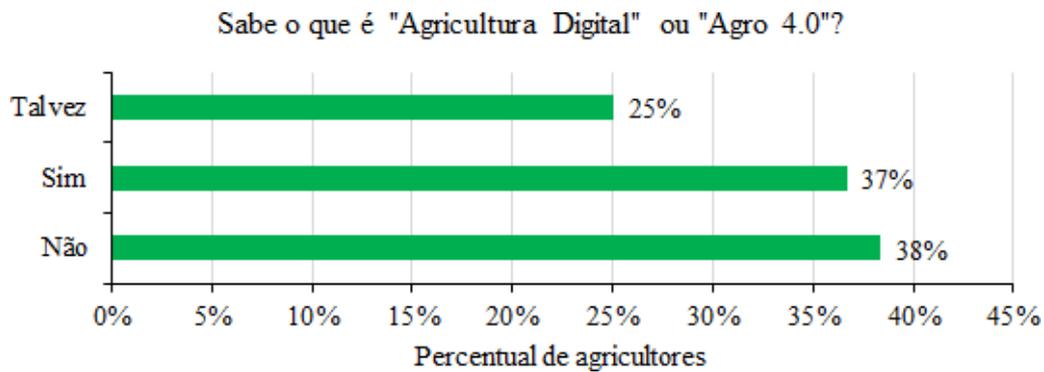


Fonte: os autores.

Apenas 37% dos produtores rurais entrevistados sabem e compreendem a definição do termo Agricultura Digital ou Agro 4.0, e alguns (25%) ainda possuem dúvidas quanto ao conceito (Figura 7). Segundo Borém (2020), a Agricultura Digital pode ser vista como a evolução da Agricultura de Precisão, que vai além da geração de dados, mas é colocada com o intuito de gestão agrícola, com aquisição, processamento e análise de dados espaciais e temporais, servindo como ferramenta fundamental para o produtor rural na tomada de decisão.

O uso de imagens de satélite tem aderência por apenas 40% dos produtores rurais (Figura 8). Esse resultado ficou semelhante ao encontrado em Goiás, onde 34% dos produtores rurais fazem uso de imagens de satélite na metade da década de 2010 (SOARES FILHO, CUNHA, 2015). Na Figura 8, é possível verificar que a utilização de imagens de satélite vai desde o simples delimitação da área de uma propriedade para projetos ambientais até a utilização em AP e AD, visto que podem ser gerados índices de vegetação e estabelecimento de zonas de manejo como relatado por Bernardi *et al.* (2014) e/ou unidade de manejo (RAMPIM *et al.*, 2012; SANTI *et al.*, 2016).

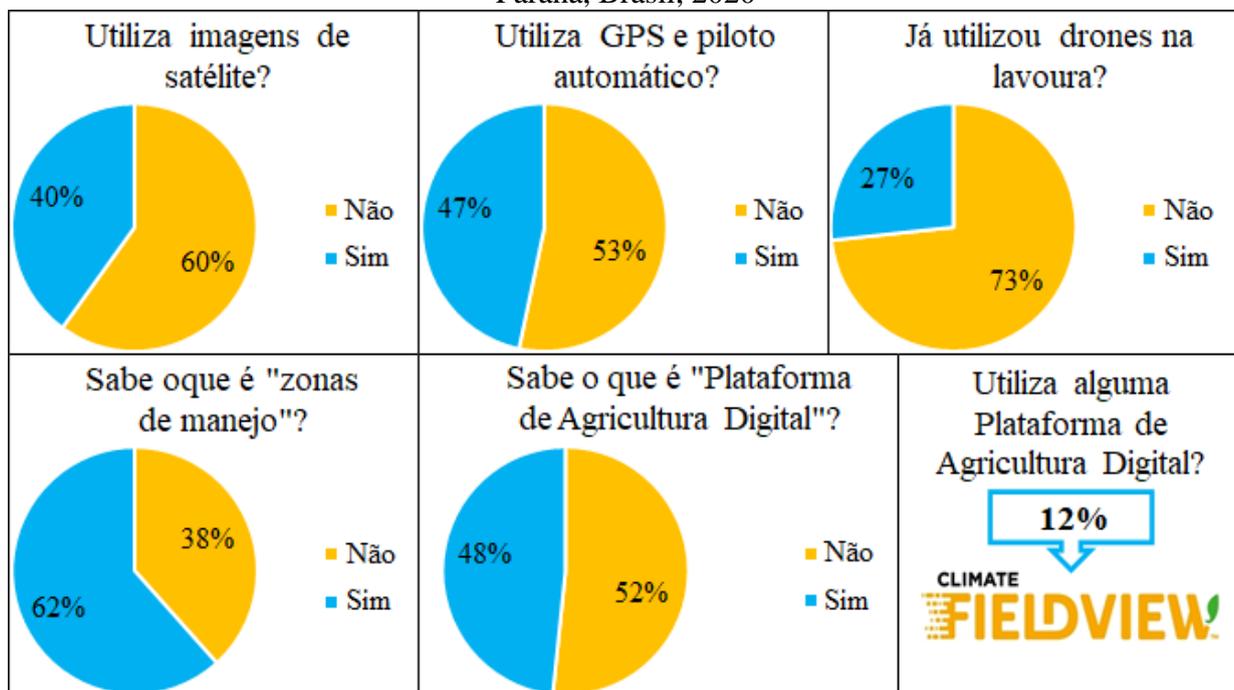
**Figura 7** - Conhecimento quanto a Agricultura Digital. Paraná, Brasil, 2020



O uso de drones, embora menos utilizados que satélites, são realidade em apenas 27% das lavouras do Paraná (Figura 8). Durante a última década, as tecnologias de drones evoluíram e expandiram a possibilidade de aplicações e utilidade. As imagens através de imagens aéreas na AP incluem não apenas o mapeamento de plantas daninhas, mas também mapeamento de vigor, detecção de deficiência de nutrientes, suscetibilidade a pragas, estimativa de biomassa e monitoramento de pastagens (SANTOS *et al.*, 2019).

A aplicação do uso de drone é semelhante ao uso de imagens de satélites, mas as imagens aéreas por drones obtidas são de maior precisão e maior qualidade e podem ser usadas para avaliação de variações espaciais na biomassa da cultura e da produtividade potencial da cultura utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (MULLA, 2013). Com estas informações, permite investigação mais detalhada e recomendação com maior eficiência para elevar a produtividade dos sistemas de produção.

**Figura 8** - Tecnologias de Agricultura de Precisão e Digital utilizadas pelos produtores rurais. Paraná, Brasil, 2020



No presente estudo, o resultado sobre uso do GPS e piloto automático, não atingiu metade dos produtores rurais (47%) (Figura 8), ficando abaixo da avaliação geral das áreas produtoras do Brasil

pesquisada pela Kleffman Group, em que 60% demonstram utilizar piloto automático (MOLIN, 2017). Bem como no trabalho de Soares Filho e Cunha (2015), em que 68% dos entrevistados no Sudoeste de Goiás utilizam piloto automático. Tais pesquisas envolveram áreas produtoras maiores, sendo possível a introdução de tecnologias de AP mais rapidamente. Com o avanço dos sistemas GPS (*Global Positioning System*), a AP ganhou mais espaço ao instalar em máquinas para colheita, inicialmente de grãos, viabilizando a leitura da variabilidade espacial da produtividade das culturas (BASSOI *et al.*, 2019).

O termo zonas de manejo é conhecido pela maior parte dos entrevistados paranaenses (62%). Uma das técnicas adotadas na AP e AD é a determinação de zonas de manejo, que pode ser definida como porções de área dentro de um mesmo talhão ou entre talhões que apresenta características do solo e plantas semelhantes, podendo ser tratado como uma área igual quanto as suas características ou níveis de produtividades podendo ser utilizado manejos semelhantes.

Quando questionados sobre a utilização de alguma plataforma de agricultura digital, 12% dos entrevistados tem utilizado a plataforma Climate FieldView (Figura 8). Essa plataforma da Climate Corporation, está entre as primeiras, pois foi lançada em 2017 no Brasil, com o intuito de revolucionar a forma com que os produtores rurais brasileiros gerenciam suas propriedades com ferramentas de ciência de dados. A coleta de dados é realizada a partir de um pequeno dispositivo conectado nos equipamentos agrícolas da lavoura que recebe informações do que ocorre nas máquinas em tempo real e consegue quantificar fatores como a velocidade de semeadura e produtividade. A conexão é feita por meio de Bluetooth para o tablet e otimiza o tempo de coleta dessas informações, assim, elas chegam em alta resolução e em tempo real (HORTA, PIMENTA, 2017).

Outras empresas que realizam esse tipo de monitoramento das operações das máquinas são a Operations Center da John Deere, o FarmCommand da Farmers Edge e o SGPA da Solinftec. Os mais diversos sensores nas máquinas passam as informações por meio da rede *Controller Area Network* (CAN), que transfere os dados e os processa em uma nuvem, para que então sejam acessados pelos usuários em computadores, tablets e smartphones (QUEIROZ *et al.*, 2020).

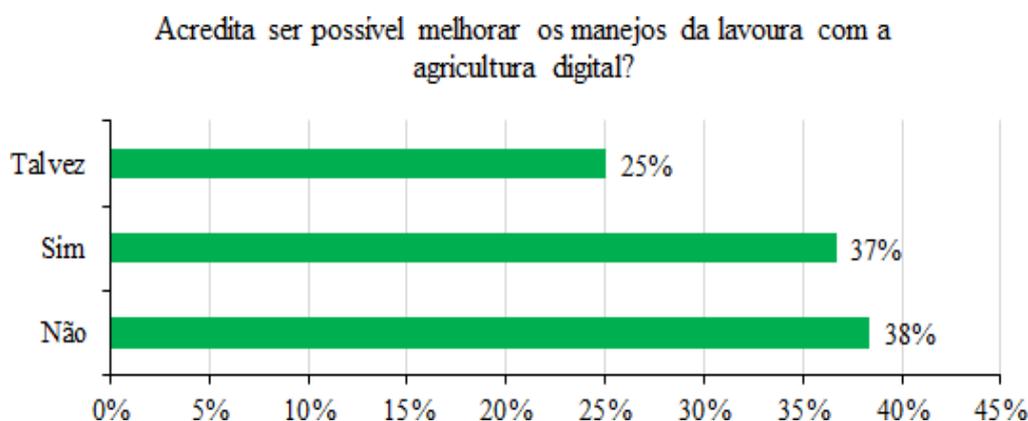
Uma vantagem interessante de algumas plataformas como o Climate FieldView, é a não necessidade de conectividade com a internet em tempo real para seu funcionamento, sendo que a máquina transfere os dados através do drive ligado a porta CAN para a memória interna do tablet temporariamente, que por sua vez armazena na nuvem para ser processado na sequência com uso de internet.

Inúmeras startups desenvolveram soluções em forma de plataformas digitais, como a Agrosmart, Strider, InCeres, Datafarm, FarmBox e Granular. Muitas delas são adquiridas por multinacionais do setor agrícola, o que beneficia melhorias no seu desenvolvimento (VILLAFUERTE *et al.*, 2018). A mais recente lançada em agosto de 2020 no Brasil, é a Xarvio Field Manager da Basf, com intuito em revolucionar o manejo e controle de plantas daninhas de forma eficiente, fazendo o planejamento e pulverização em taxa variável a partir de imagens de satélite e drones.

Existe o potencial de utilização da AD pelos produtores rurais paranaenses, visto que apenas 38% acreditam realmente não ser possível melhorar os manejos adotados na produção (Figura 9). Resultado semelhante a pesquisa de Kleffmann Group, que ao perguntar se pretendem continuar investindo em novas tecnologias, 58% dos entrevistados responderam afirmativamente (MOLIN, 2017).

O resultado também demonstra desconfiança do produtor com a AD, visto que ao somarmos as respostas “talvez” e “não”, 63% dos produtores ainda não encaram a AD como uma ferramenta promissora ou que vá resolver os seus problemas. Tal fato pode estar relacionado a pequenos produtores, que é uma realidade no estado do Paraná, sendo pertinente destacar que metade dos entrevistados nesse estudo possuem menos de 75 ha. Portanto, quanto menor a propriedade, existe a tendência de menor compatibilidade das máquinas com a tecnologia e conseqüentemente confiança por parte do produtor.

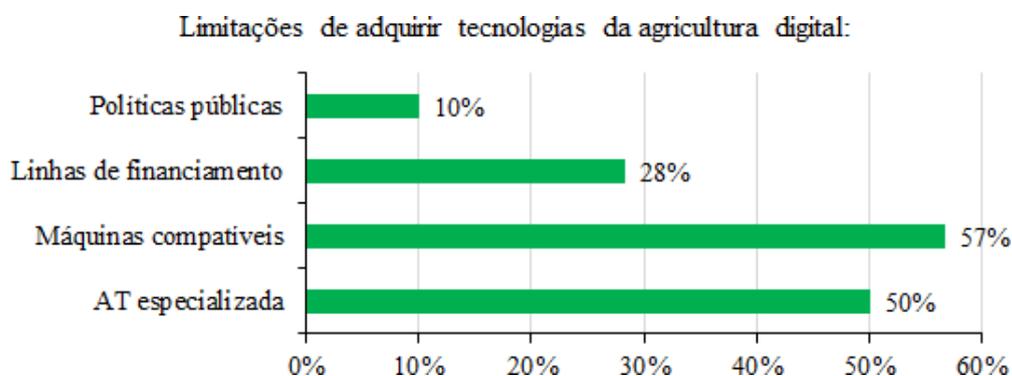
**Figura 9** - Confiança dos produtores rurais com a Agricultura Digital. Paraná, Brasil, 2020



Fonte: os autores.

Conforme a figura 10, os principais limitantes para o uso da AD, destacados pelos produtores rurais são a falta de máquinas compatíveis (57%) e assistência técnica especializada (50%). A dificuldade de compatibilidade de máquinas e softwares de utilização também foi tida como limitante na Austrália (ROBERTSON *et al.*, 2012). Como visto também no trabalho de Soares Filho e Cunha (2015), em que a falta de pessoal qualificado é um fator de maior limitação ao uso da AP, sendo observado por 80% dos produtores rurais. É necessário que as máquinas e equipamentos tornem-se mais adequadas aos produtores rurais, e que haja capacitação para que os técnicos, produtores e prestadores de serviços adotem as novas tecnologias disponíveis (BASSOI *et al.*, 2019).

**Figura 10** - Limitações sobre o uso da Agricultura Digital. Paraná, Brasil, 2020



Fonte: os autores.

Dentre os fatores que limitam a adoção da agricultura digital por pequenos produtores rurais destacam-se o alto custo de aquisição, grandes dimensões e a necessidade de profissionais capacitados para operação e manutenção desses equipamentos. Por isso são necessários esforços para atender os pequenos produtores rurais com essas tecnologias de AP e AD, visto que são responsáveis por alimentar cerca de um terço da população mundial, tanto por associações, auxílio de prefeituras quanto cooperativas, possibilitando compartilhar tecnologias de AP e sistemas de AD (QUEIROZ *et al.*, 2020).

Segundo Sarker *et al.* (2019) a AD também atende as questões ambientais, pois o desenvolvimento agrícola sustentável é agora uma questão prioritária para alimentar a crescente população no futuro em todo o mundo, com as necessidades globais de otimização dos recursos naturais. A eletrônica desempenha papel fundamental no desenvolvimento de ferramentas que possibilitem a redução de agentes nocivos ao meio ambiente, como fungicidas e inseticidas usados em quantidades abundantes para reduzir os efeitos de pragas e doenças (JIMENEZ *et al.*, 2010).

O fortalecimento das tecnologias de AP e avanço nas ferramentas de AD em maior quantidade de propriedades rurais estão relacionadas a redução do custo das tecnologias, mão-obra mais qualificada tanto nas propriedades quanto para utilização e aplicação de AP e AD, sobretudo, momentos em que ocorrem obtenção de elevada produtividade das culturas e preços elevados tem se firmado como momento de investimento em novas tecnologias pelos produtores rurais. Ainda, é necessário fortalecer a importância das cooperativas, prefeituras municipais, entidades de agricultores e associações para juntar forças para fazerem uso da AP e AD.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Grande parte dos produtores rurais paranaenses já possuem smartphones e acesso à internet, porém com déficit de conhecimento em conceitos básicos sobre Agricultura Digital, e com número reduzido daqueles que já utilizam Agricultura de Precisão.

Muitos acreditam ser possível melhorar a gestão da propriedade e os manejos agrícolas com a Agricultura Digital, sendo que apenas alguns já utilizam uma plataforma de agricultura digital.

Porém, ainda há muitos desafios a serem superados pelo setor público e privado, como telefonia móvel de qualidade, máquinas compatíveis e assistência técnica especializada.

Com o avanço cada vez mais rápido de tecnologia e já evoluindo ao Agro 5.0, trabalhos como esse são sugeridos para difundir a realidade e atualizar o produtor rural, o qual está envolvido diretamente nas atividades diárias no meio rural.

## AGRADECIMENTOS

Aos produtores rurais que participaram da pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Fundação Araucária (Fundação Araucária de Apoio Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná), pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ASSAD, L.; PANCETTI, A. A silenciosa revolução das TICs na agricultura. **ComCiência**, n. 110, p. 1-4, 2009.

BASSOI, L. H. *et al.* Agricultura de precisão e agricultura digital. **Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 20, p. 17-36, 2019.

BERNARDI, A. C. C. *et al.* **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. 1. ed. Brasília, DF, 2014.

BORÉM, A. Nova Revolução Verde. In: QUEIROZ, D. M. *et al.* **Agricultura Digital**. 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 9-26. 2020.

CONNECTARAGRO. **ConectarAGRO, Mais Conectividade Para a Agricultura**, 2020.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. **Boletim Semanal – 19/2020 – 11 de setembro de 2020**. DERAL, 2020.

HORTA, A.; PIMENTA, I. Plataforma de agricultura digital da Monsanto auxilia na rápida tomada de decisão e ajuda reduzir custo e aumentar produtividade. **Notícias Agrícolas**, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agro 2017**, 2017a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Imediatas**, 2017b.

JIMENEZ, A.; RAVELO, D.; GÓMEZ, J. Sistema de adquisición, almacenamiento y análisis de información fenológica para el manejo de plagas y enfermedades de un duraznero mediante tecnologías de agricultura de precisión. **Tecnura**, v. 14, n. 27, p. 41-51, 2010.

LAVORATO, M. P.; BRAGA, M. J. Custos de produção da soja no sistema convencional e no de precisão em Mato Grosso do Sul. **Política Agrícola**, ano XXVI, n. 3, p. 22-30, 2017.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agro 4.0 – Rumo à Agricultura Digital. **Controle & Instrumentação**, n. 235, p. 56-59, 2018.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. *et al.* **Tecnologias da informação e comunicação e suas relações com a agricultura**. 1. ed. Brasília, DF, Embrapa Informática Agropecuária, 2014. p. 411.

MOLIN, J. P. **Agricultura de precisão: números do mercado brasileiro**. Boletim Técnico 03, p. 7, 2017.

MULLA, D. J. Twenty-five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. **Biosystems Engineering**, v. 114, n. 4, p. 358-371, 2013.

NICOCELLI NETTO, M. Plataformas, Consoles e Softwares. In: QUEIROZ, D. M. *et al.* **Agricultura Digital**. 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2020. p. 286-307.

PIRES JUNIOR, J.; TROMBINI, V.; MARREIROS, E. **Utilização da agricultura de precisão (AP) por agricultores em diferentes regiões do Paraná**. 2018. 13f. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, 2018.

QUEIROZ, D. M.; VALENTE, D. S. M.; COELHO, A. L. F., Máquinas. In: QUEIROZ, D. M. *et al.* **Agricultura Digital**. 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2020. p. 160-176.

RAMPIM, L. *et al.* Unidades de Manejo em Sistema de Agricultura de Precisão na Cultura da Soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. Supl., p. 70-83, 2012.

ROBERTSON, M. J. *et al.* Adoption of variable rate fertiliser application in the Australian grains industry: Status, issues and prospects. **Precision Agriculture**, v. 13, n. 2, p. 181-199, 2012.

SANTI, A. L. *et al.* **Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 1. ed. Santa Maria: CESPOL, 2016.

SANTOS, L. M. *et al.* Use of remotely piloted aircraft in precision agriculture: a review. **Dyna**, v. 86, n. 210, p. 284-291, 2019.

SARKER, N. I. *et al.* Promoting digital agriculture through big data for sustainable farm management. **International Journal of Innovation and Applied Studies**, v. 25, n. 4, p. 1235-1240, 2019.

SILVEIRA, A. C. M.; SCHWARTZ, C. TICs e relações afetivo-produtivas na agricultura familiar: enfrentando o isolamento e a exclusão digital. **I Circuito de Debates Acadêmicos**. Anais. IPEA, n. 53, 2011.

SOARES FILHO, R.; CUNHA, J. P. A. R. Agricultura de precisão: Particularidades de sua adoção no sudoeste de goiás - Brasil. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 4, p. 689-698, 2015.

TAO, F. *et al.* Digital Twin in Industry: State-of-the-Art. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 15, n. 4, p. 2405-2415, 2019.

VERDOUW, C.; KRUIZE, J. W. Digital twins in farm management: illustrations from the FIWARE accelerators SmartAgriFood and Fractals. **7th Asian-Australasian Conference on Precision Agriculture**, p. 1-5, 2017.

VILLAFUERTE, A. *et al.* Agricultura 4.0 - estudo de inovação disruptiva no agronegócio brasileiro. **9th International Symposium on Technological Innovation: Conference**. Aracaju, SE, p. 150-162, 2018.