

## AGRICULTURA DIGITAL E FLUXO DE DADOS NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO AGRONEGÓCIO

### DIGITAL AGRICULTURE AND DATA FLOW IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRI-BUSINESS

Daniilo Carvalho do Nascimento<sup>1</sup>, Rayane Bálamo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Agronomia

<sup>2</sup> Professora Doutora do Curso de Agronomia

#### Resumo

O presente artigo de revisão bibliográfica trata sobre a importância da democratização de tecnologias da informação e comunicação em fazendas inteligentes, sistematiza em etapas o fluxo de dados com o objetivo de aprimorar a produção agrícola em um mundo em constante transformação. Propõe uma reflexão sobre a agricultura 4.0 como meio de transformação dos meios de produção e como solução para atender à crescente demanda por alimentos de modo economicamente viável, socialmente justo e ecologicamente correto. Por outro lado, destaca os desafios a serem superados como a falta de infraestrutura, custos elevados, desigualdades sociais, mudanças climáticas e a necessidade de melhor educação e treinamento dos produtores. Além disso, propõe uma reflexão sobre a agricultura 4.0 como meio de transformação dos meios de produção e como solução para atender à crescente demanda por alimentos, ao garantir maior segurança alimentar. Por fim, descreve como espaços físicos abertos munidos de um conjunto de sensores, dispositivos conectados, programas computacionais e sistemas de monitoramento de clima, solo, culturas e animais trabalhando de forma colaborativa que implicam na tomada de decisão informada, automação e robotização.

**Palavras-Chave:** fazendas inteligentes; tecnologias; agricultura; desenvolvimento sustentável.

#### Abstract

The present literature review article discusses the importance of democratizing information and communication technologies in smart farming, systematizing data flow in stages with the aim of improving agricultural production in a constantly evolving world. It proposes a reflection on Agriculture 4.0 as a means of transforming means of production and as a solution to meet the growing demand for food in an economically viable, socially just, and environmentally correct manner. On the other hand, it highlights challenges to be overcome, such as the lack of infrastructure, high costs, social inequalities, climate change, and the need for better education and training for producers. Additionally, it suggests a reflection on Agriculture 4.0 as a means of transforming means of production and as a solution to meet the growing demand for food, ensuring greater food security. Finally, it describes how open physical spaces equipped with a set of sensors, connected devices, computer programs, and monitoring systems for climate, soil, crops, and animals working collaboratively entail informed decision-making, automation, and robotization.

**Keywords:** smart farms; technologies; agriculture; sustainable development.

**Contato:** daniilo.nascimento@souicesp.com.br; rayane.balamo@icesp.edu.br

#### Introdução

Fazendas inteligentes são propriedades agrícolas, geralmente espaços físicos abertos, que incorporam um conjunto de tecnologias para trabalhar de forma colaborativa com o intuito de otimizar e aprimorar as operações de produção. Tem como objetivo melhorar a eficiência e aumentar a produtividade de modo sustentável, ao permitir a tomada de decisões informadas, gestão eficiente dos recursos, automação e robotização, de modo a maximizar os resultados (GOMES *et al.* 2021).

Porém as propriedades rurais não nasceram assim, Massruhá *et al.* 2020, descreve que no início do século 20, a agricultura 1.0 era caracterizada pelo trabalho manual e baixa produtividade. Com a Revolução Industrial, surgiu a agricultura 2.0, impulsionada por tecnologias e métodos científicos, dita como Revolução Verde. Nesse período a Embrapa desempenhou um papel importante no Brasil, principalmente por ter desenvolvido cultivares adaptadas ao clima tropical. Com a agricultura de precisão, surgiu a

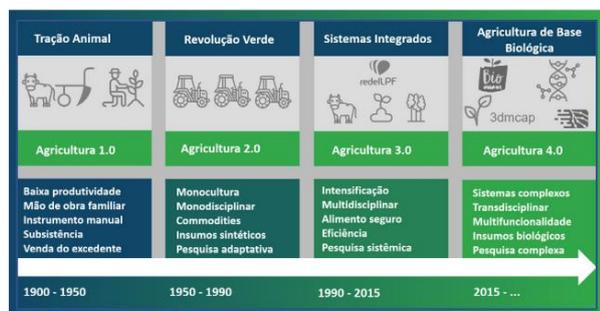
agricultura 3.0, apoiada pelas tecnologias de dados. Atualmente, a agricultura vive a revolução 4.0, caracterizada pela transformação digital, integrando tecnologias disruptivas e uso de biotecnologia, como pode ser visto na figura 01.

Mesmo impactada por tantos avanços, a agricultura brasileira precisa superar muitos desafios de implementação das tecnologias da informação e comunicação, como pode-se observar no artigo de Sordi e Vaz (2021). Os autores chamam a atenção aos problemas produzidos por ela, em destaque a falta de infraestrutura de acesso, custo elevado de aquisição, desigualdade social, segurança de dados, necessidade de melhor escolaridade e treinamento de produtores e *stakeholders*<sup>1</sup>.

Além disso, segundo a teoria de Malthus (1789), o crescimento populacional possui uma tendência inata a ser exponencial, de forma mais

<sup>1</sup> *Stakeholders:* são partes interessadas em uma iniciativa, abrangendo clientes, funcionários, acionistas e outros grupos afetados ou que afetam uma empresa ou projeto.

acelerada do que a capacidade de aumentar a produção de alimentos e recursos essenciais. Em decorrência disso, o crescimento desproporcional entre população e recursos, eventualmente produz diversas crises de subsistência e inúmeros conflitos. Como exemplo, o autor retrata quatro províncias inglesas, que duplicaram sua população a cada 25 anos, a partir de 1643.



**Figura 1.** Fases da evolução da agricultura (MASSRUHÁ, et al. 2020).

Logo, o aumento populacional exige crescente demanda mundial por alimentos e bioenergia, além da necessidade de justa distribuição da produção. Somado a isso, acontecimentos recentes como a COVID-19, a guerra da Ucrânia e eventos climáticos extremos deixam a situação ainda mais complexa e desafiadora. Pesquisas revelaram que os fatores mencionados estimularam o aumento de 112 milhões, chegando a quase 3,1 bilhões, de pessoas incapazes de comprar uma dieta saudável em todo o mundo. Por outro lado, as famílias aumentaram o consumo, principalmente na Ásia e África-Asiática, em decorrência da mudança de hábitos alimentares (FAO, 2022).

Quanto aos acontecimentos climáticos extremos, Assad e Pinto (2007) contribuem com estudo do risco de insegurança alimentar do planeta em decorrência das mudanças climáticas. Os autores expõem a evolução do clima com base em longas séries de dados de temperaturas e evidências de mudanças climáticas e utilizam modelos agrometeorológicos para analisar os efeitos negativos do aumento da temperatura na agricultura.

Em razão disso, Massruhá et al. (2020) chamam a atenção para o fato de que os desafios apresentados precisam ser superados sem necessariamente ampliar de igual modo novas áreas, além de considerar o uso racional dos recursos naturais e de insumos. Para os autores, os recursos geográficos e naturais disponíveis no planeta não são infinitos e já foram exageradamente explorados pelo homem.

Logo, a solução é produzir mais alimentos e biocombustíveis, sob condições climáticas cada

vez mais adversas, de modo a consumir o mínimo de recursos naturais e de insumos, sem necessariamente abrir novas áreas de produção. E isso, somente será possível por meio da moderna e sustentável agricultura digital, orientada pela informação, automação e robotização (SCHLEGEL e POLETTO, 2019).

Nesse sentido, Neves (2012) argumenta que a agricultura digital surge como uma solução promissora para enfrentar esses desafios. Especialmente pelo estudo de fluxo de dados em fazendas inteligentes, fundamental para garantir eficiência. Por meio dela é possível coletar, analisar e usar mais efetivamente os muitos dados gerados pela produção agrícola, otimizar os processos, economizar recursos e proteger o meio ambiente.

Diante da importância do tema, a Organização das Nações Unidas (ONU), em declaração universal feita em 2015, sugeriu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) às instituições e sociedade na superação dos desafios ambientais, políticos e econômicos de modo sustentável e inclusivo. Dentre os objetivos, destacou a importância da instituição da agricultura digital como uma solução para garantir o desenvolvimento sustentável da produção agrícola e segurança alimentar do planeta (PROJECT BREAKTHROUGH, 2017).

Do seu início até o presente momento, a agricultura passou por revoluções que marcaram sua história. A atual revolução da agricultura 4.0, caracteriza-se pela transformação digital e uso de tecnologias avançadas, busca uma produção agrícola mais eficiente e sustentável, fundamentais para atender a crescente necessidade por maior produção num contexto mais desafiador. Em razão do fluxo de dados, fazendas inteligentes desempenham um papel fundamental no contexto moderno de produção, ao fornecer informações relevantes, além de sua produção efetiva. O resultado é a maior produtividade, segurança alimentar e desenvolvimento sustentável, sem a necessidade de abrir de igual modo novas áreas de produção (MASSRUHÁ, et al. 2020).

Nesse sentido, os dados desempenham um papel crucial nas fazendas inteligentes, o que revolucionou a forma como a agricultura é gerenciada. Por meio de algoritmos avançados e técnicas de análise das informações, é possível otimizar o uso de recursos naturais e de insumos, sem necessariamente diminuir a produtividade. A utilização de sensores, dispositivos conectados e sistemas de monitoramento produzem uma enorme quantidade detalhada de dados que são coletados em tempo real sobre o clima, solo, culturas, animais e outros aspectos-chave da

produção agrícola. Nesse sentido, é possível detectar precocemente problemas de saúde nas plantas e animais, prever safras e identificar áreas de melhoria na produção. Logo, o monitoramento remoto em tempo real das operações agrícolas propõe uma gestão mais eficiente e proativa das atividades do campo (BASSOI, *et al.* 2019).

Sendo assim, na primeira etapa do fluxo de dados, Souza *et al.* (2020) apresentam algumas formas de como as informações são produzidas. A mais comum é por meio do sensoriamento, que pode ser realizado por satélites, máquinas agrícolas, Veículos Aéreos não Tripulados (VANTs) e, até mesmo, por sensores implantados diretamente no solo. Eles são capazes de produzir dados sobre condições de solo, clima, uso da terra como mapeamento, detecção de pragas e doenças, monitoramento de umidade e desempenho da lavoura, quase tudo em tempo real.

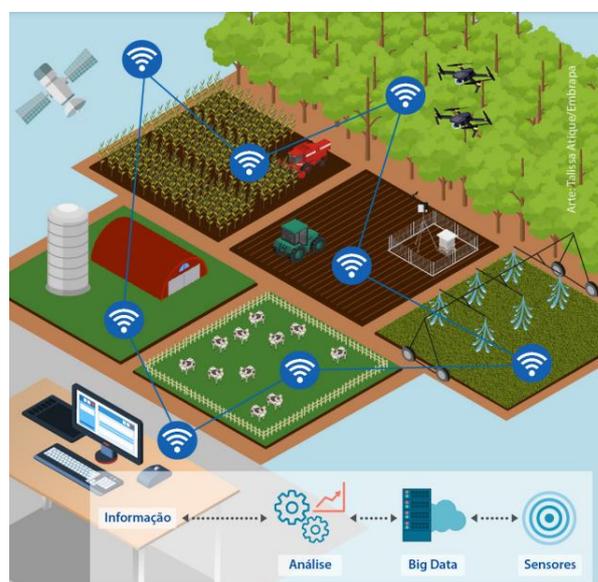
Enquanto que na segunda etapa do fluxo, os dados são processados, Farias *et al.* (2019) explicam que nesse ambiente as informações produzidas são estruturadas e transformadas em conhecimento útil. Tecnologias como reconhecimento de padrões nos dados, processamento de imagens e fusão de dados são exemplos de técnicas do processamento de informações para realizar previsões, monitorar o desenvolvimento da lavoura, identificar doenças e áreas secas, por exemplo. De modo que nessa fase, transforma grande volume de dados brutos produzidos por sensores em informações úteis, por meio dessas tecnologias de processamento.

E na terceira e última etapa do fluxo de dados, Schlegel e Poletto (2019) expõem as possibilidades de seu uso, exemplificam os autores a importância deles na tomada de decisões, automação e robotização. Logo, os dados produzidos e processados são transformados em inteligência que apoiam a gestão agrícola e o planejamento da lavoura. Além disso, fornecem comandos precisos que viabilizam a automação e a robotização, sendo possível executar tarefas específicas e repetitivas sem a necessidade da intervenção humana. Tudo isso melhora significativamente a eficiência, reduz custos e aumenta a produção de alimentos de forma sustentável.

Oportunamente, Bassoi *et al.* (2019) expõem as vantagens da agricultura inteligente praticada por fazendas modernas. Explicam os autores as vantagens na tomada de decisão que passa a ser informada, a automatização e a robotização de tarefas, como mencionado. Em destaque, os autores chamam a atenção para a possibilidade de inclusão socioeconômica de

pequenos produtores, principalmente quando há a democratização do acesso às tecnologias, e para proteção ambiental.

Acrescenta Neves (2012) que o pensamento de que as tecnologias da informação e comunicação desempenham um papel crucial no fluxo de dados em fazendas inteligentes. Pois elas realizam a coleta precisa e em tempo real de informações agrícolas, processam e analisam os muitos dados e fornecem informações úteis capazes de revolucionar o modelo de gestão e produção da fazenda. Ao fornecer dados precisos sobre o clima, solo, nutrientes e doenças, as TICs auxiliam os agricultores na otimização dos trabalhos, de modo a melhorar o manejo da lavoura, aumentar a eficiência, reduzir custos e, principalmente, produzir de modo sustentável, como bem demonstrado na figura 02.



**Figura 02.** Modelo de fazenda inteligente orientada por dados (EMBRAPA, 2018).

Em resumo, o estudo do fluxo de dados e a adesão de novas tecnologias em fazendas inteligentes são fundamentais para garantir o aumento e a eficiência da produção agrícola em um mundo em constante transformação. A agricultura digital pode ajudar na segurança alimentar do planeta em um contexto de desenvolvimento socioeconômico sustentável e inclusivo, de modo a assegurar a perpetuação da produção no longo prazo.

Portanto, esta obra pretende analisar a significância do fluxo de dados nas Tecnologias da Informação e Comunicação, identificar os principais desafios e propor um caminho para modernização das práticas agrícolas, sem causar danos significativos ao meio ambiente.

## Revisão de Literatura

## 1. Desafios na implementação da agricultura digital na realidade brasileira

O Brasil é um dos maiores países do mundo, sua extensão territorial é de 8.515.759 km<sup>2</sup>, menor apenas que a Rússia, Canadá, Estados Unidos e China. Em razão do seu tamanho, é possível encontrar uma diversidade enorme de níveis de acesso às Tecnologias da Informação e Comunicação entre os produtores rurais. A discrepância é de tal modo, que é possível constatar desde produtores rurais com nenhum acesso tecnológico, praticante de uma agricultura arcaica e rudimentar, até produtores altamente tecnificados, com modelos de produção similares ao de uma indústria (ALVES, 2001).

Segundo preceitua Corrêa e Figueiredo (2000), a desigualdade tecnológica entre produtores pode ser constatada em variados níveis e por diversos motivos. A falta de infraestrutura básica de energia e conectividade em muitas regiões, custo elevado das tecnologias, baixa escolaridade dos produtores e colaboradores da fazenda são alguns dos principais motivos. De modo geral, os problemas apontados podem ser facilmente observados, de amplo espectro, podendo ser entre regiões, ou até mesmo entre vizinhos de cerca.

Diante disso, Vieiro e Silveira (2011) revelam a face de um país cujas realidades de acesso tecnológico dos produtores rurais são bastante desiguais, em variadas cadeias produtivas. Em virtude disso, não é razoável recomendações padrão de tecnologias para todos os produtores. Antes, há de se avaliar as necessidades da atividade exercida e o nível atual de acesso às tecnologias da informação e comunicação de cada produtor.

Sendo assim, produtores cuja atividade econômica exercida não exige o uso de altos níveis de TICs, não necessitam adquirir e fazer uso de ferramentas tecnológicas que excedam suas necessidades. Logo, é razoável conhecer os reais desafios a serem superados pela atividade agrícola praticada por cada um e fazer uso das tecnologias disponíveis na mesma proporção, integrando-as de forma personalizada (SILVA e GAMBARATO, 2020).

Em outros casos, Do Observatório (2015) expõe como produtores exercem atividades rurais que dispõem e exigem altos níveis de tecnificação, mas que no presente momento estão muito ultrapassados, também não é razoável a adesão repentina de todas as tecnologias disponíveis. Pois, além de gerar custo elevado nas aquisições de equipamentos e *softwares*, o retorno do investimento pode não ser equivalente de igual modo, por diversos motivos.

Por isso, Araújo e Schwamborn (2014) sugerem que o processo de tecnificação ocorra de forma gradual e orgânica. Desse modo, evita-se confusão e mau uso das tecnologias adquiridas pelos proprietários e colaboradores da fazenda. Pois cada aquisição e implementação de uma nova tecnologia deve ser planejada e bem utilizada. Além disso, é fundamental que as novas implementações sejam capazes de ser integradas ao ecossistema de TICs já existente na propriedade, deixando-o mais robusto e confiável.

Por outro lado, Savoldi (2021) apresenta produtores que exercem atividades rurais de alta tecnologia e, proporcionalmente, são altamente tecnificados. A evolução de suas propriedades é na mesma intensidade que surgem novas tendências no mercado. Tanto o produtor, quanto os colaboradores dessas fazendas estão familiarizados com o uso de tecnologias de ponta e se adaptam muito rápido a cada nova implementação. Quase por vocação, essas propriedades promovem saltos tecnológicos e mudanças de paradigmas no uso de TICs sem grandes problemas. Estão constantemente a alterar os processos e a melhorar o manejo da lavoura, de modo a se manterem em alto nível de competitividade.

Logo, para facilitar o acesso às tecnologias da informação e comunicação aos produtores excluídos ou defasados digitalmente, é fundamental uma abordagem de múltiplas frentes. Em alguns casos, é necessária a intervenção do estado com programas de infraestrutura mínima, como fornecimento de energia elétrica e conectividade de telecomunicação. Em outros casos, programas de financiamento subsidiados de projetos que visam modernizar a produção, o objetivo é dirimir a desigualdade tecnológica e competitiva entre produtores.

## 2. Implicações das Tecnologias da Informação e Comunicação no ambiente rural

### 2.1. Vantagens

Como principal vantagem, as tecnologias da informação e comunicação podem ser poderosas ferramentas de desenvolvimento agrícola firmadas no tripé da sustentabilidade, usadas para promoção da inclusão social, do desenvolvimento econômico e da proteção do meio ambiente (MASSRUHÁ *et al.* 2020).

Nesse sentido, Alves (2001) chama a atenção aos resultados das políticas públicas de inclusão digital, principalmente aquelas que visam produtores rurais no limite da sobrevivência, cujas as tecnologias não fazem parte de sua realidade. Pois, a inclusão digital pode garantir um modelo de produção claro, próspero e digno, capaz de

mudar a condição socioeconômica desses produtores.

Além disso, iniciativas privadas como cooperativas de produtores de pequeno e médio porte são exemplos de desenvolvimento e inclusão social. Elas prestam consultoria e apoio técnico aos seus cooperados e integra-os a um grande ecossistema moderno e tecnológico de produção e abastecimento. Essa estrutura organizacional possui grande relevância socioeconômica, de modo a transformar os pequenos produtores unidos em grandes *players* do mercado (FAJARDO, 2016).

Por isso, a migração para um modelo moderno de produção agrícola, seja por políticas públicas ou por iniciativas privadas como o cooperativismo, dá ao produtor praticante de uma agricultura de subsistência e excluído do grandioso agronegócio, uma oportunidade de competir em igualdade de condições com os mais tecnificados grupos rurais da cadeia, ainda que ele seja pequeno e pertença ao modelo familiar (BALSAN, 2006).

Logo, uma vez democratizado o acesso às tecnologias da agricultura moderna, conseqüentemente haverá a inclusão de muitos empreendedores rurais atualmente inexistentes no cenário econômico integrado. Essas ações podem ser a chave para a promoção da igualdade socioeconômica da maior parte dos produtores excluídos digitalmente, principalmente os pequenos e familiares (ALVES, 2001).

Tão importante quanto às transformações socioeconômicas, segundo Cara (2011) não é mais aceitável modelos de produção agrícola cujos impactos ambientais negativos sejam consideráveis, ainda que praticado por pequenos produtores. Ao contrário disso, é imprescindível que as TICs ajudem o produtor a ser mais eficiente no uso de insumos e recursos naturais, além de torná-lo protagonistas de uma atividade econômica cujos impactos ambientais sejam mínimos, ou até mesmo benéficos ao meio ambiente.

Nesse sentido, a FAO (2023) chama a atenção para a imprescindibilidade de um modelo de produção agrícola de menor impacto ambiental possível. Logo, os processos produtivos necessitam ser otimizados, a um custo de matérias primas, insumos agrícolas e econômicos reduzidos. A produtividade por área plantada necessariamente deve ser satisfatória para justificar a atividade exploratória. E o manejo da lavoura deve ser realizado de modo a proteger o meio ambiente a sua volta.

Nesse sentido, a agricultura digital

praticada em fazendas inteligentes busca constantemente, por meio dos muitos dados levantados de forma contínua, atender todos os objetivos da sustentabilidade. Por meio dela é possível dimensionar cada parâmetro econômico da produção e os impactos ambientais produzidos pela atividade (SCHLEGEL e POLETTO, 2019).

Fernandes, Nunes e Drescher (2011) acrescentam o quanto as TICs desempenham um papel crucial na otimização dos processos produtivos de uma fazenda inteligente. Por meio de dispositivos conectados, os agricultores monitoram em tempo real as condições da lavoura sob todos os aspectos e, em virtude disso, consegue automatizar processos, coletar e analisar dados em tempo real, acessar *insights* valiosos para a tomada de decisões e realizar ajustes proativos nas operações da fazenda.

Por isso Massruhá *et al.* (2020) sustentam que o uso racional e sem desperdícios de insumos agrícolas e matéria prima desempenham um papel fundamental na preservação do meio ambiente. Pois, objetiva reduzir o excesso de resíduos e a contaminação da água, além de contribuir para a manutenção da saúde do solo, proteger os ecossistemas naturais, preservar a biodiversidade e mitigar as mudanças climáticas, de modo a garantir um ambiente mais saudável e equilibrado.

Por fim, é importante destacar que as tecnologias disponíveis aos produtores desempenham um papel crucial na proteção do meio ambiente ao ajudar na implementação de práticas agrícolas mais sustentáveis. A comunicação eficiente e o acesso a informações sobre técnicas de cultivo sustentável também ajudam os produtores a tomar decisões informadas que contribuem para a preservação do meio ambiente, tornando-o praticante de uma agricultura mais responsável e ecológica.

## 2.2. Desvantagens

O uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC) em fazendas inteligentes tem crescido significativamente nos últimos anos. Em razão disso, surgiram novos desafios e problemas a serem enfrentados tais como, falta de infraestrutura, desigualdade, integração e customização de sistemas e dados, segurança de dados, baixa escolaridade dos produtores, falta de qualificação dos colaboradores, por exemplo (SORDI e VAZ, 2021).

Dentre os problemas apresentados, Souza e Bidarra (2022) destacam que um dos principais desafios é a falta de infraestrutura de telecomunicação e de rede de internet em áreas rurais. Muitas fazendas ainda não possuem

acesso confiável à internet de alta velocidade, o que inviabiliza o uso de tecnologias da informação e comunicação de forma efetiva. Destacaram ainda quanto a necessidade de políticas públicas de apoio à agricultura digital, principalmente no que se refere ao acesso.

Outro problema apontado por Souza *et al.* (2018) é as desigualdades regionais de acesso aos segmentos familiar e não familiar às TICs. Essa diferença tecnológica muitas vezes estabelece uma barreira de difícil transposição para muitas fazendas, principalmente familiares. A consequência disso é o aumento da desigualdade tecnológica e, conseqüentemente, social no contexto agrícola, principalmente entre os pequenos e grandes produtores rurais.

Em publicação similar já citada, Vaz e Sordi (2020) chamam a atenção para o desafio da integração e customização de sistemas e dados. Fazendas inteligentes utilizam variadas tecnologias para a produção de dados, como sensores e softwares, dificultando a interpretação. Essas múltiplas tecnologias produzem grande quantidade de dados de forma não padronizada, em formatos diversos, problematizando a interoperabilidade entre sistemas. Além disso, os produtores possuem realidades singulares, necessitando de um conjunto tecnológico customizado, condizente com sua atividade individual.

Acrescentam Lisboa *et al.* (2022) que a segurança de dados é outro desafio importante. Fazendas inteligentes geram grandes quantidades de dados, incluindo informações sensíveis sobre cultivos, operações da fazenda e até mesmo dados pessoais de colaboradores, fornecedores e clientes. Esses dados precisam ser protegidos contra acessos não autorizados e ataques cibernéticos, o que exige investimentos em tecnologias de segurança, políticas claras de proteção de dados e adesão de boas práticas, atendendo inclusive à Lei Geral de Proteção de Dados.

Outro problema latente é a baixa escolaridade dos agricultores, motivo pelo qual grande parte deixa de adotar tecnologias avançadas, sendo esse um grande obstáculo a ser superado. O Censo Agro (2017) constatou que 73% do total de produtores possuem, no máximo, o ensino fundamental por nível de escolaridade, tendo 23% declarado não saber ler e escrever. Desse modo, muitos produtores podem não ter acesso a informações técnicas suficientes para tomar decisões informadas sobre o uso de tecnologias, ou podem ter dificuldades em compreender as complexidades dos sistemas de informação e comunicação.

Em decorrência desse panorama, Zanuzzi *et al.* (2023) propõem competências e habilidades que os produtores rurais precisam adotar para integrar o universo da agricultura inteligente. Além de melhorar o baixo nível de escolaridade, os autores destacam a necessidade de desenvolver habilidades cognitivas e físicas, bem como competências técnicas e sistêmicas. Nesse sentido, é importante que tais competências e habilidades sejam pensadas e acessíveis a todos, inclusive ao pequeno e médio produtor.

Agravando esse cenário, Oliveira *et al.* (2022) chamam a atenção a outro problema similar, a falta de qualificação dos colaboradores da cadeia produtiva. Muitos trabalhadores rurais não possuem as habilidades necessárias para utilizar as tecnologias disponíveis de forma eficiente, necessitando altos investimentos em capacitação e treinamento. Essa realidade força as empresas de tecnologia a desenvolverem sistemas mais acessíveis e fáceis de usar.

Pesquisa realizada por Alejandro *et al.* (2021) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em parceria com o SENAI e *Deutsche Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit*, apontou grande déficit de profissionais capacitados para ocupar as principais áreas da agricultura digital nos próximos dois anos. Estimou a pesquisa que haverá carência de profissionais na ordem de 63% para técnico agrícola digital, de 72% para técnico em agronegócio digital e de 70% para engenheiro agrônomo digital.

### **3. Processo de modernização da produção rural**

O primeiro passo para os consultores é apresentar-se e estabelecer uma relação de confiança com o produtor rural. Nessa oportunidade, é importante mostrar o objetivo da consultoria, de modo a deixar claro como o processo de modernização da produção agrícola ajudará no propósito de aumentar a eficiência e a rentabilidade, bem como preservar o meio ambiente (CORRALES, 2006).

Ao conseguir a carteira, Fernandes (2015) entende que deve-se iniciar pela análise e produção de um diagnóstico detalhado dos processos, da produtividade, dos resultados e dos impactos ambientais gerados. Para isso, é preciso considerar o tamanho da área, topografia e condições do solo. Além disso, conhecer a infraestrutura existente, tais como instalações, máquinas e nível tecnológico da produção. Identificar os recursos hídricos disponíveis e levantar o histórico de cultivos anteriores, de modo a conhecer os problemas enfrentados pelo produtor e o tipo de manejo adotado por ele.

Além disso, pela ótica de Oliveira *et al.* (2022), é fundamental conversar com o produtor, procurar saber seu nível cultural, identificar até onde se familiariza com as tecnologias, bem como tomar conhecimento de suas metas, valores e expectativas em relação à modernização. Além disso, considerar o contexto cultural e social que o consultado está inserido, pois influenciam suas decisões.

Nesse momento já é possível identificar os principais problemas e oportunidades do processo produtivo. Por isso, Leite (2018) recomenda iniciar pelos pontos fracos da propriedade, pois eles tendem a ser um fator limitador de desenvolvimento. Além disso, os resultados positivos em decorrência da tecnificação da propriedade, justamente onde é mais necessário, surgem logo no início do processo.

Logo após, é oportuno considerar as oportunidades que surgem do processo de modernização da fazenda. Massruhá, *et al.* (2020) indagam quanto a importância de avaliar o uso eficiente de recursos naturais e de insumos da produção. Além disso, indicam avaliar se há oportunidade de diversificação de cultivos, com objetivo de buscar maior estabilidade à atividade econômica. Também recomendam a integração de tecnologias, tanto as já existentes, quanto às novas que serão adquiridas. Alertam quanto a novos mercados e canais de distribuição alternativos, onde muitas oportunidades podem estar escondidas.

Muitas vezes o produtor desconhece os incentivos governamentais e privados que podem ajudá-lo em seu projeto de modernização. Nesse sentido, Tófoli (2022) preceitua a importância do consultor informar os programas e órgãos que oferecem apoio financeiro e técnico ao produtor alinhados aos objetivos da consultoria. Destacam, ainda, entidades privadas com fins similares, como cooperativas e associações, que fornecem assistência e *networking*.

Ao considerar todos os aspectos mencionados, Araújo e Schwamborn (2014) sugerem o desenvolvimento de um plano estratégico de modernização personalizado, de modo a observar os seguintes aspectos: escolha de cultivos adequados às condições da propriedade; implementação de tecnologias integradas; treinamento para o produtor e colaboradores; e estabelecimento de prazos, tanto de implementação de tecnologias, como de metas de produtividade.

Segundo Mariano e Albino (2017), durante o processo de modernização, é imprescindível o rigoroso controle financeiro de cada etapa. Pois o

sucesso do *upgrade* tecnológico, em boa medida, depende de um acerto financeiro preciso. Nesse sentido, realizar um estudo de viabilidade financeira, incluindo custos e benefícios esperados da modernização, é imprescindível. Além disso, planejar como os recursos governamentais e privados podem ser acessados e melhor aproveitados no projeto.

À medida que os processos produtivos sofrem mudanças em decorrência da modernização, sustenta Menezes (2013) a importância do acompanhamento rigoroso de cada etapa e a avaliação dos resultados entregues. Nesse sentido, é importante estabelecer um plano detalhado de controle de todos os processos e comparar os resultados alcançados com os anteriores. Com isso, será possível avaliar se as metas estabelecidas estão sendo atingidas. Considerar indicadores-chave de desempenho para medir a evolução ao longo do tempo pode ser uma excelente alternativa.

Ao iniciar as últimas etapas da consultoria, Colauto, *et al.* (2009) destacam a necessidade de manutenção constante dos mecanismos de comunicação. Tão importante quanto às etapas anteriores, o ideal é usar essa oportunidade para abrir e manter novos canais de comunicação com o produtor, onde ele possa sentir-se à vontade para tirar dúvidas adicionais. Na ocasião, agradecer o cliente pela colaboração e confiança no trabalho prestes a terminar.

Após isso, Natal (2013) recomenda a preparação e entrega de um relatório detalhado de toda a consultoria. No documento é fundamental constar o diagnóstico inicial, o plano de ação executado e os resultados alcançados. Na oportunidade, pode-se acrescentar ao final do relatório, sugestões de novos projetos, com indicação de possíveis recursos disponíveis para sua execução.

Por fim, Inglis (2002) argumenta que um cronograma de acompanhamento pós-consultoria é uma vantagem competitiva de muito valor ao consultor. Ela serve para avaliar o comportamento dos produtores e resultados alcançados com o processo de modernização. Essas informações servem como base para o constante melhoramento do serviço de tecnificação prestado.

Observa-se que a adesão de novas tecnologias implica em mudanças nos processos e gestão. Por isso segue tabela 01 demonstrando as fases de implementação de um projeto, independente de seu tamanho.

ETAPAS DE MODERNIZAÇÃO	
Etapas	Considerações
Diagnóstico	- Levantar um diagnóstico detalhado dos processos, recursos e metas do produtor.
Projeto	- Propor mudanças dos pontos fracos e adesão às oportunidades do mercado. - Informar sobre incentivos governamentais e privados.
Execução	- Executar estrategicamente o projeto em etapas, de forma personalizada.
Controle	- Manter rigoroso controle financeiro e acompanhar cada etapa da modernização
Conclusão	- Produzir um relatório detalhado de cada etapa do processo e dos resultados alcançados.

**Tabela 01.** Tabela sobre as etapas de um projeto de modernização de fazendas.

Ante o exposto, observa-se que todo projeto respeita etapas sequenciais até sua devida conclusão. Logo, a realização bem sucedida de cada fase é o que garante o sucesso integral de todo o projeto.

#### 4. A relação entre tecnologia e sustentabilidade

As fazendas inteligentes representam um novo modelo de produção agrícola revolucionário, pois oferecem uma abordagem inovadora dos processos produtivos capazes de impactar positivamente no desenvolvimento sustentável da agricultura. Por essa perspectiva, a atividade econômica exploratória agrícola necessariamente deve ser economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente correta (GOMES *et al.* 2021).

Logo, do ponto de vista econômico, a implementação e uso de tecnologias avançadas, como sensores, análise de dados, automação e robotização fatalmente resultam em maior eficiência operacional e, conseqüentemente, maiores ganhos econômicos para os produtores rurais, como se depreende das alegações de Balsan (2006). Se por um lado a adesão às TICs exigem grandes investimentos, por outro os resultados demonstram serem extremamente vantajosos.

Tão importante quanto os resultados

econômicos, as fazendas inteligentes têm o potencial significativo de promover justiça social. Fajardo (2016) alega que ao oferecer acesso a informações e tecnologias avançadas a pequenos agricultores, principalmente familiares, podem aumentar sua eficiência e viabilizar sua produção. Desse modo, as TICs contribuem para a redução das desigualdades socioeconômicas do agronegócio, ao criar oportunidades mais equitativas para os mais diversos produtores.

Por fim, no que diz respeito aos impactos ambientais, Schlegel e Poletto (2019) defendem que a agricultura inteligente tem a capacidade de otimizar o uso de recursos naturais, como água e solo, reduzir o desperdício de insumos e minimizar as emissões de poluentes. Pois a implementação de práticas agrícolas mais precisas e sustentáveis fatalmente resulta em benefícios ambientais significativos, de modo a contribuir para a conservação dos ecossistemas e mitigação das mudanças climáticas.

Em resumo, as fazendas inteligentes não apenas oferecem benefícios econômicos, mas também desempenham um papel crucial ao fomentar justiça social e promover práticas agrícolas ambientalmente responsáveis. Desse modo, observa-se que a integração de tecnologias na agricultura não só impulsiona o setor, como também promove a sustentabilidade no cerne do desenvolvimento agrícola.

#### 5. Fluxo de Dados

##### 5.1. Métodos de produção de dados brutos em fazendas inteligentes

O atual momento da agricultura está intimamente ligado ao uso de dados como fonte de informação e inteligência. A capacidade de filtrar, processar e analisar a grande quantidade de dados produzidos constantemente é fundamental para adoção de um novo modelo de gestão da propriedade. Nesse sentido, é fundamental que as fazendas inteligentes aproveitem os potenciais benefícios dos recursos tecnológicos para melhorar os processos de produção, economizar recursos e desenvolver-se de modo sustentável (NEVES, 2012).

Coletar, processar e devolver informações é a base da construção do conhecimento inerente à agricultura digital. A construção de uma inteligência informada e confiável depende desses três processos, realizados de forma criteriosa. Ressalte-se que há múltiplas formas e formatos para a produção de informações, desde plataformas compartilhadas até dispositivos integrados (BASSOI, *et al.* 2019).

Como destacam Souza *et al.* (2020) quando afirmam que a agricultura digital, cada dia mais conectada e remota, utiliza sensores embarcados em plataformas orbitais, suborbitais, aerotransportados ou sistemas autônomos, como drones e máquinas agrícolas, ou instalados diretamente no campo, além de tecnologias de posicionamento global, *software* de controle, gestão e análise, dentre outros para a produção de dados. Além disso, contam também com plataformas colaborativas e mídias sociais para enriquecer seu acervo de inteligência.

Farias *et al.* (2019), refletindo sobre o assunto, chamam a atenção para a internet das coisas (IoT), argumentam os autores que essa tecnologia compreende um universo de dispositivos inteligentes e heterogêneos interligados. Capazes de interagirem e comunicarem entre si, com o meio, com os outros recursos da web, com os sistemas de informação e comunicação e com os humanos, por meio de técnicas de computação pervasiva e de borda<sup>2</sup>, causam uma verdadeira revolução no ambiente rural. Esses dispositivos conectados compõem ambientes inteligentes orientados por dados.

### 5.1.1. Sensoriamento Orbital

O sensoriamento orbital (SO) é a técnica de coleta de dados a distância na agricultura inteligente, pois permite aos agricultores obterem informações valiosas sobre suas terras e cultivos. O uso de imagens de satélites associado a outras fontes de informações podem ajudar os agricultores a interpretar melhor sua propriedade, de modo a influenciar o manejo dos recursos de maneira mais eficiente (SHIRATSUCHI, *et al.* 2014).

Um dos principais benefícios SO na agricultura inteligente é a capacidade de monitorar as condições do solo, clima e tempo. A custos relativamente baixos, os agricultores podem obter informações sobre a umidade do solo, temperatura, condições climáticas, saúde das plantas e outras variáveis ambientais, que podem afetar diretamente a produtividade, melhorando a qualidade da intervenção (ROSA, 2021).

Outra aplicação importante apontada por Silva (2015) em relação ao SO, é a possibilidade de mapeamento da terra por meio da agricultura inteligente. Ou seja, é possível usar imagens de

satélites para monitorar o uso da terra em propriedades, planejando áreas produtivas e áreas florestais, a fim de atender a legislação e obter o Cadastro Ambiental Rural (CAR). Isso pode ajudar os agricultores a gerenciar seus recursos de maneira mais eficiente, de modo a aumentar a produtividade e reduzir o impacto ambiental.

Por exemplo, Fernandes, Nunes e Drescher (2011) apresentaram um trabalho de monitoramento de uma propriedade rural no Mato Grosso, cujo objetivo era realizar análise temporal da fazenda durante 6 anos. Durante o estudo, foi possível acompanhar o comportamento da vegetação, bem como a mudança das atividades agrícolas da fazenda. A partir desses dados temporais levantados, é possível planejar a produção com base no histórico das imagens.

Silva, Manzione e Albuquerque Filho (2019) acrescentam que por meio do sensoriamento orbital é possível realizar o manejo da irrigação de forma sustentável, de modo a otimizar e racionalizar o uso da água. Afirmam os autores que no cenário de novas exigências do uso desse recurso natural no plantio, bem como as mudanças climáticas dos últimos anos, exigem melhores técnicas a fim de economizar esse recurso natural cada vez mais escasso.

Outro aspecto relevante levantado por Silva, Magnoni e Manzione (2021) é o fato de uma porcentagem muito grande do volume de água usado pela agricultura retorna à atmosfera. Por meio de sensores orbitais é possível medir o nível de evapotranspiração no ambiente objeto de medição. Sendo assim, destacam os autores que os dados do SO podem ser analisados em conjunto com previsões agrometeorológicas para a obtenção de dados mais completos.

No entanto, Santos *et al.* (2022) argumenta que a utilização do sensoriamento remoto orbital na agricultura inteligente também apresenta desvantagens. Além de conhecimento especializado para lidar com os dados, as informações coletadas podem não ser tão precisas quanto às obtidas por sensores mais próximos da superfície. Justificando-se o uso da tecnologia somente pelo fato da acessibilidade.

Logo, o sensoriamento orbital é uma técnica de coleta de dados na agricultura inteligente, de modo a permitir que os produtores monitorem as condições ambientais, a saúde das plantas e o uso da terra. No entanto, é importante estar ciente dos desafios envolvidos na interpretação e processamento dos dados, além de consorciá-los com outras fontes de informação para melhorar os resultados da inteligência produzida. E, com isso, melhorar a eficiência e a

---

<sup>2</sup> Tecnologia pervasiva refere-se a sistemas integrados no ambiente ao nosso redor, de modo a criar uma experiência transparente e contínua. Tecnologia de borda é uma abordagem descentralizada de processamento de dados, em que o processamento ocorre próximo das fontes, proporcionando maior velocidade, menor latência e melhor segurança.

produtividade de suas operações, contribuindo para a sustentabilidade da agricultura.

### 5.1.2. Sensoriamento por máquinas agrícolas

Com o avanço da tecnologia, o sensoriamento remoto embarcado em máquinas agrícolas tornou-se uma realidade cada vez mais presente nas fazendas inteligentes. Além do trabalho mecânico realizado pelos tratores em campo, ao mesmo tempo é possível coletar informações em tempo real, por meio de sensores embarcados nas máquinas, que alimentarão o banco de dados da fazenda (SCHLEGEL e POLETTO, 2019).

Corassa *et al.* (2016) argumentam que os sensores podem ser utilizados para medir diversos parâmetros agronômicos, tais como umidade do solo, temperatura, umidade relativa do ar, entre outros. Destacam os autores o uso de sensores de Condutividade Elétrica (CE) para medir tais parâmetros. As informações são coletadas e armazenadas em sistemas de gerenciamento de dados, que podem ser acessados pelos produtores através de dispositivos móveis ou computadores.

Uma das principais vantagens do sensoriamento remoto em máquinas agrícolas é a possibilidade de monitorar o desempenho da lavoura em tempo real. Com base nos dados coletados, é possível identificar áreas com problemas e tomar medidas corretivas imediatamente. Além disso, o uso de sensores pode reduzir o uso de defensivos agrícolas, identificando onde e quando aplicá-los, de modo a minimizar os impactos ambientais da operação (INAMASU, *et al.* 2003).

Além disso, o sensoriamento remoto embarcado em máquinas agrícolas pode ser integrado com outros sistemas, como sistemas de posicionamento global (GPS) e sistema de informação geográfico (SIG). Isso permite que os dados coletados sejam georreferenciados, o que é fundamental para o planejamento da produção agrícola (TANGERINO, 2009).

Em resumo, o sensoriamento remoto embarcado em máquinas agrícolas é uma excelente ferramenta para a produção de dados na agricultura inteligente. Através do uso de sensores, é possível coletar dados em tempo real, monitorar o desempenho da lavoura, complementar o mapeamento de georreferenciamento oriundos de imagens orbitais e, com isso, tomar decisões mais precisas.

### 5.1.3. Veículos Aéreos não Tripulados (VANTs)

Os Veículos Aéreos não Tripulados (VANTs), como o próprio nome sugere, são definidos basicamente como equipamentos capazes de voar sem necessariamente ter tripulação embarcada para executar os comandos da aeronave. Logo, as atividades ou missões executadas por esses objetos são realizadas por softwares ajustados previamente e o controle da aeronave por uma pessoa à distância de forma remota (SILVA *et al.* 2015).

Jorge e Inamasu (2014) observam que os VANTs são equipamentos modernos e recentes em todo o mundo. Destacando-se no domínio dessa tecnologia os Estados Unidos e Israel, que iniciaram seu uso para fins militares, mas logo introduziram em outras funções, como a agricultura. Destacam ainda que os projetos de domínio dessa tecnologia são ainda mais recentes no Brasil, a Embrapa participou com o seu primeiro projeto criando uma plataforma e uma aeronave capazes de operar nas condições adversas do campo.

Cabe destacar que os VANTs podem ser classificados de diversas formas segundo Genilhu (2021), sendo os de asas rotativas os mais utilizados pela agricultura, devido a sua acessibilidade e fácil utilização. Para os autores, eles podem ser utilizados para o controle de pragas, pulverização, irrigação, mapeamento e topografia, identificação de falhas no plantio e de estresse hídrico.

Como essa obra limita-se a trabalhar somente com o estudo de informações, aqui o VANT será analisado como uma ferramenta TIC de produção de dados da agricultura inteligente. Nesse sentido, trabalharemos o mapeamento e topografia, identificação de falhas no plantio e de estresse hídrico, sem desmerecer a importância dessa ferramenta no uso das outras atividades mencionadas pelos autores acima citados.

Nesse sentido, Viana, *et al.* (2018) destacam que a máxima produtividade nas fazendas depende de perfeitas condições de cultivo. Logo, o monitoramento de possíveis ataques de pragas e doenças, bem como estresse hídrico e deficiência nutricional de forma precoce é de fundamental importância na gestão da propriedade. No estudo, os autores levantaram dados a partir de sensores embarcados em VANT para monitorar o estresse hídrico em culturas, detecção de patógenos, identificação, avaliação de amadurecimento e injúrias nas frutas.

Ainda quanto à importância de constante monitoramento, Rodrigues e Barros (2019) acrescentam quanto a relevância da detecção de

pragas e doenças o mais breve possível. Por isso, chamam a atenção das vantagens do uso constante do VANT, em contraponto com as imagens orbitais. Segundo os autores, o custo elevado de imagens em alta resolução e o fato de não ser possível o monitoramento constante prejudicam o modelo orbital de monitoramento.

No que diz respeito ao mapeamento e planejamento das atividades da propriedade, Chiacchio, Teixeira e Tech (2016) destacam a importância do uso de VANT para produção de imagens da fazenda. Sendo possível determinar os locais mais adequados para o plantio, avaliar e monitorar os riscos de erosão do solo, determinar os níveis de recuo às margens dos cursos d'água, de modo a respeitar a legislação.

Somado a todas as possibilidades mencionadas, Genilhu (2021) acrescenta ainda que o custo de voo do veículo aéreo não tripulado é relativamente baixo, se comparado ao custo de voo das aeronaves tradicionalmente tripuladas. Além disso, os preços de aquisição dessa tecnologia têm baixado significativamente. Por esse motivo, tem se popularizado nas fazendas mais tecnificadas.

De forma bastante simples, o uso de VANTs é muito importante como ferramenta de levantamento de dados. Pois trata-se de uma tecnologia bastante versátil, capaz de produzir grandes quantidades de informações de diversas naturezas e a qualquer tempo, a um custo desproporcional a sua relevância. Contudo, não o vejo como concorrente melhor do que o sensoriamento orbital, mas como uma importante tecnologia capaz de fornecer informações mais detalhadas da lavoura.

#### 5.1.4. Sensoriamento direto

O uso de sensores introduzidos diretamente na terra é uma das tecnologias mais avançadas para a produção de dados na agricultura inteligente. Esses sensores são implantados no solo e permitem a coleta de informações importantes, dentre elas de nutrientes presentes como fósforo, nitrato e amônio. Como as informações são entregues em tempo real, permite o produtor tomar decisões mais rápidas (MENDES, 2006).

Cruz *et al.* (2010) destacam que uma das tecnologias mais utilizadas é o sistema de irrigação inteligente, ele utiliza sensores para monitorar a umidade do solo e ajusta a quantidade de água fornecida às plantas de acordo com as suas necessidades. Com essa tecnologia, é possível economizar e garantir que as plantas recebam somente a quantidade ideal

de água para o seu desenvolvimento, sem prejudicar a produtividade.

Em resumo, o uso de sensores introduzidos diretamente na terra é uma das tecnologias mais avançadas para a produção de dados na agricultura inteligente. Estes sensores permitem monitorar as condições do solo em tempo real, o que permite ao produtor tomar decisões mais precisas e eficientes. Com essas tecnologias, é possível economizar água e insumos e garantir uma produção agrícola mais sustentável.

## 5.2. Processamento de dados

O processamento de dados, segunda etapa do fluxo de dados, é uma fase fundamental na produção de inteligência, pois é nesse momento que as informações coletadas são transformadas em conhecimento útil para a tomada de decisões. O objetivo é extrair informações relevantes a partir dos muitos dados brutos produzidos, para que os gestores da fazenda possam tomar decisões informadas e regular a automação e robotização dos processos (FARIAS, *et al.* 2019).

As tecnologias de informação e comunicação disponibilizam múltiplos modelos de estruturação e análise de informações em bancos de dados. O uso de algoritmos de aprendizado de máquinas por meio de inteligência artificial é fundamental para a produção de informações refinadas. Eles são capazes de identificar padrões e tendências nos dados coletados, realizam previsões baseadas em análises estatísticas avançadas e sugerem as melhores soluções (SOUZA, *et al.* 2020).

Outra importante técnica bastante difundida no contexto agrícola destacada por Lima (2019), é o processamento por meio de sobreposição de imagens. Pode ser utilizado para acompanhar o crescimento das plantas, detectar doenças, pragas e animais, identificar áreas com necessidade de irrigação, entre outras aplicações. As imagens podem ser produzidas por drones, satélite, por sensores embarcados em máquinas agrícolas, como colheitadeiras e tratores, ou até por pessoas.

Na obra de Farias, *et al.* (2019), eles apresentam a técnica de processamento de informações por meio da fusão de dados. Oriundos de diferentes fontes e formatos, como sensores de temperatura, umidade do solo, velocidade do vento e imagens de satélite, por exemplo, essa técnica pode fornecer uma visão completa e precisa das condições da fazenda. De posse de dados otimizados, tratados, os gestores são capazes de tomar decisões mais assertivas.

É importante ressaltar que o processamento de dados em uma fazenda inteligente requer uma infraestrutura de tecnologia robusta e adequada, capaz de armazenar e processar grandes volumes de dados em tempo real. Essa infraestrutura pode incluir servidores dedicados, armazenamento em nuvem e sistemas de processamento distribuído, como o *Hadoop* e *Big Data*<sup>3</sup>, por exemplo (HUANG e ZHANG, 2017).

Em resumo, o processamento de dados é uma etapa crucial em uma fazenda inteligente, pois é a partir dele que os dados coletados são transformados em informações úteis e relevantes para a tomada de decisões. Com o uso de tecnologias avançadas, como algoritmos de aprendizado de máquina e processamento de imagem, é possível extrair *insights* valiosos para a prática de uma agricultura sustentável.

### 5.3. Saída de dados refinados

A terceira e última fase do fluxo de dados em uma fazenda inteligente, é a devolução de forma interpretada. Nesta fase, os dados processados são transformados em informações úteis que sustentam a tomada de decisão, a automação e a robotização (GOMES, *et al.* 2021).

Dentre as possibilidades apresentadas, Bassoi, *et al* (2019) chamam a atenção para a tomada de decisão, destacam os autores que é uma parte fundamental da gestão agrícola. Os agricultores precisam tomar decisões rápidas e sustentadas em informações precisas sobre as condições da plantação, como clima, umidade do solo, níveis de nutrientes e doenças. Com a ajuda das tecnologias da informação e comunicação, é possível coletar, processar e analisar os dados em tempo real, melhorar o planejamento e manejo da lavoura.

Silva e Muxito (2018) acrescentam ao argumentar que a automação é outra área onde a saída de dados é crucial, pois otimiza tarefas repetitivas e demoradas, como a irrigação. As informações tratadas fornecidas na fase de saída são utilizadas por algoritmos inteligentes para tomar decisões e executar tarefas automatizadas. Por meio de padrões detectados, são capazes de prever com precisão quando, quanto e onde as culturas precisam de água, por exemplo.

No que se refere a robotização,

---

<sup>3</sup> *Hadoop* é um framework de código aberto que permite o armazenamento, processamento e análise distribuída de grandes volumes de dados, conhecidos como *Big Data*. Ele usa o modelo Google (MapReduce) para dividir tarefas em várias máquinas e inclui o sistema de arquivos distribuídos (HDFS). É uma ferramenta escalável e confiável para lidar com o processamento de dados em larga escala.

Hackenhaar, Hackenhaar e Abreu (2015) demonstram que é a parte “mágica” da agricultura inteligente, ela é capaz de realizar tarefas específicas na agricultura, como o plantio, a colheita e a aplicação de defensivos agrícolas sem a intervenção humana. Essa técnica depende de dados precisos para operar corretamente e produzir resultados extraordinários. Além disso, os robôs podem trabalhar a qualquer momento, ininterruptamente se necessário.

Em resumo, a fase de saída de dados tratados e precisos é essencial para apoiar a tomada de decisões, automação dos processos e robotização das atividades na agricultura inteligente. Com a ajuda de TICs os agricultores podem usar as informações refinadas para aumentar a eficiência, reduzir custos e produzir mais alimentos de forma sustentável.

### Metodologia

Este estudo é uma pesquisa bibliográfica, de natureza qualitativa e descritiva, elaborada por meio de coleta de informações e dados secundários publicados em artigos de revisão, artigos de pesquisa, relatórios de pesquisa (dissertações e teses) e documentos extraídos de revistas científicas, jornais, *web-sites* da internet, livros e outros, em dois idiomas diferentes (português e inglês) publicados entre 2003 e 2023. Ele será realizado em três etapas: a primeira constituirá no estudo exploratório sobre os conceitos de fluxo de dados em três etapas na agricultura inteligente, produção ou coleta de dados brutos, tratamento de dados coletados, saídas de dados refinados e, por fim, implicações do uso de tecnologias da informação e comunicação em fazendas inteligentes que serão discutidos na fundamentação teórica. Na segunda etapa será desenvolvida a redação das partes constitutivas do trabalho, onde constarão os elementos que fundamentam o estudo proposto. A terceira etapa se constituirá na formatação, organização e sistematização gráfica e estética do Artigo de Conclusão de Curso, objeto deste projeto e por último, a Pesquisa será apresentada oralmente em forma de seminário.

### Conclusão:

A democratização de TICs em propriedades rurais demonstrou-se importante ferramenta para o desenvolvimento sustentável e multifacetado da agricultura, ao observar a viabilidade econômica, promover a justiça social e mitigar os impactos ambientais. Porém, ao olhar para o futuro, sugere-se estudos mais aprofundados sobre a integração orgânica das tecnologias mencionadas e as que ainda estão por vir com inteligência artificial, principalmente

para solucionar problemas cada vez mais complexos e individualizados.

#### Agradecimentos:

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos neste artigo científico à minha amada esposa, pelo constante apoio,

compreensão e incentivo ao longo desta jornada, à minha filha, por ser uma fonte inesgotável de inspiração e motivação, aos meus respeitados professores, cujo conhecimento e orientação moldaram meu percurso acadêmico e me proporcionaram as bases para a produção deste trabalho.

#### Referências:

ALEJANDRO, F. G.; NÉSTOR, A. F.; BENITEZ, G. B.; MARCON, E.; LERMAN, L. V. **PROFISSÕES EMERGENTES NA ERA DIGITAL: Oportunidades e desafios na qualificação profissional para uma recuperação verde**. Núcleo de Engenharia Organizacional, Departamento de Engenharia de Produção e Transportes - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. fev. 2021. Disponível em: <[https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/b7/5a/b75af326-9c36-49e7-b298-1b9f0a3d4938/estudo\\_profissoes\\_emergentes\\_-\\_giz\\_ufrgs\\_e\\_senai.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/b7/5a/b75af326-9c36-49e7-b298-1b9f0a3d4938/estudo_profissoes_emergentes_-_giz_ufrgs_e_senai.pdf)>. Acesso em: 04 maio 2023.

ALVES, E. Quem ganhou e quem perdeu com a modernização da agricultura brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 39, n. 3, p. 9-40. 2001. Disponível em: <<https://www.revistasober.org/journal/resr/article/5d8ba5200e8825074ff2a2f5>>. Acesso em: 28 set. 2023.

ARAÚJO, M. G. de; SCHWAMBORN, S. H. L. A Educação Ambiental em Análise SWOT. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 183–208, 2014. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/4055>. Acesso em: 31 out. 2023.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.. Mudanças climáticas e agricultura: Uma abordagem agroclimatológica 1. **Mudanças Climáticas Globais e a Produção de Hortaliças**, p. 13, 2007. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Italo-Guedes-2/publication/235219654\\_Mudancas\\_Climaticas\\_Globais\\_e\\_a\\_Producao\\_de\\_Hortalicas/links/5c0146d692851c63cab10cc5/Mudancas-Climaticas-Globais-e-a-Producao-de-Hortalicas.pdf#page=13](https://www.researchgate.net/profile/Italo-Guedes-2/publication/235219654_Mudancas_Climaticas_Globais_e_a_Producao_de_Hortalicas/links/5c0146d692851c63cab10cc5/Mudancas-Climaticas-Globais-e-a-Producao-de-Hortalicas.pdf#page=13)>. Acesso em: 9 maio 2023.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Revista Campo-Território**, Uberlândia, v. 1, n. 2 Ago., p. 123–151, 2006. DOI: 10.14393/RCT1211787. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/11787>. Acesso em: 28 set. 2023.

BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. de C.; VAZ, C. M. P.; SPERANZA, E. A.; CRUVINEL, P. E. Agricultura de precisão e agricultura digital. **Revista Digital de Tecnologias Cognitivas - TECCOGS**. n. 20, jul./dez. 2019, p. 17-36. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1121544>>. Acesso em: 04 abr. 2023.

BRASIL. IBGE. **Censo Agro 2017**. 2017. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro\\_2017\\_resultados\\_definitivos.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf)>. Acesso em: 4 maio 2023.

CARA, C. A. MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA BRASILEIRA E IMPACTOS AMBIENTAIS. **Perspectiva Geográfica**, [S. l.], v. 4, n. 5, p. 126–135, 2011. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/pgeografica/article/view/4530>. Acesso em: 26 out. 2023.

CHIACCHIO, S. S. R.; TEIXEIRA, B. E.; TECH, A. R. B. Vant: Um Estudo Sobre a Utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado na Agricultura de Precisão. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 01, Ed. 01, Vol. 12, p. 79-89, dezembro de 2016. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/agricultura-de-precisao>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

CORASSA, G. M.; AMADO, T. J. C.; TABALDI, F. M.; SCHWALBERT, R. A.; REIMICHE, G. B.; NORA, D. D.; ALBA, P. J.; HORBE, T. de A. N. Espacialização em alta resolução de atributos da acidez de Latossolo por meio de sensoriamento em tempo real. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1306–1316, set. 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/rpNRCVm5H5nFPtgzzRzgRCF/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 14 abr. 2023.

CORRALES, F. M. Significados da educação ambiental na Embrapa: **cultura institucional e abordagens de comunicação**. 2006. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1025752/1/2006PL048.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2023.

CORRÊA, A. M. C. J.; FIGUEIREDO, N. M. S. de. Modernização da agricultura brasileira no início dos anos 2000: uma aplicação da análise fatorial. **Informe GÉPEC**, [S. l.], v. 10, n. 2, 2000. DOI: 10.48075/igepec.v10i2.394. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/394>. Acesso em: 28 set. 2023.

CRUZ; T. M. L; TEIXEIRA, A. dos S; CANAFÍSTULA, F. J. F; SANTOS, C. C. dos; OLIVEIRA, A. D. S. de; DAHER, S. Avaliação de sensor capacitivo para o monitoramento do teor de água do solo. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 30. n. 1, p. 33-45, fev. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-69162010000100004>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

DO OBSERVATÓRIO, Cadernos Temáticos. TIC no agronegócio. **Available at< Available at file:///C:/Users/vidat/Downloads/TICnoagronegocio2016PORTUGUS\_VERSOFINAL1. pdf>, access**, v. 12, p. 2020, 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Jose-Roselino/publication/307956340\\_Dinamicas\\_tecnologicas\\_e\\_de\\_mercado\\_da\\_cadeia\\_de\\_software\\_e\\_servicos\\_de\\_TIC\\_voltadas\\_ao\\_agronegocio/links/57d3162a08ae6399a38d9f47/Dinamicas-tecnologicas-e-de-mercado-da-cadeia-de-software-e-servicos-de-TIC-voltadas-ao-agronegocio.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Roselino/publication/307956340_Dinamicas_tecnologicas_e_de_mercado_da_cadeia_de_software_e_servicos_de_TIC_voltadas_ao_agronegocio/links/57d3162a08ae6399a38d9f47/Dinamicas-tecnologicas-e-de-mercado-da-cadeia-de-software-e-servicos-de-TIC-voltadas-ao-agronegocio.pdf)>. Acesso em: 31 out. 2023.

EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. **Relatório de gestão 2015-2018**: pesquisa e inovação em tecnologia da informação e comunicação para a agricultura. Campinas, 2018. 67 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/198785/1/relatoriodegestao-trienio-2015-2018.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2023.

FAJARDO, S. *A ação das cooperativas agropecuárias na modernização da agricultura no estado do Paraná, Brasil*. **GeoTextos**, [S. l.], v. 12, n. 1, 2016. DOI: 10.9771/1984-5537geo.v12i1.14355. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/14355>. Acesso em: 26 out. 2023.

FAO. **The State Of Food Security and Nutrition in the World. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable**. Roma: FAO, 2022. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/cc0639en/cc0639en.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2023.

FARIAS, C. M. de; CALDAS, G; COSTA, G; KOPP, L. F; CAMPOS, B. A. Fusão de dados para Ambientes Inteligentes. In: Minicursos da ERSI-RJ 2019 - 6 Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro. **Sociedade Brasileira de Computação**. Rio de Janeiro, 09 nov. 2019. Cap.5, p.133-157. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/download/39/165/335-1?inline=1>>. Acesso em: 26 mar. 2023.

FERNANDES, D. R. Uma Visão Sobre a Análise da Matriz SWOT como Ferramenta para Elaboração da Estratégia. **Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais**, [S. l.], v. 13, n. 2, 2015. DOI: 10.17921/2448-2129.2012v13n2p%p. Disponível em: <<https://revistajuridicas.pgsscogna.com.br/juridicas/article/view/720>>. Acesso em: 31 out. 2023.

FERNANDES, R. R; NUNES, G. M; DRESCHER, R. Monitoramento de propriedades rurais através de dados multissensoriais em nível orbital. **Revista Ambiência**. v. 7. n. 1. p. 75-87. jan/abr. 2011. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/948/1192>>. Acesso em: 29 abr. 2023.

GENILHU, M. R. de J. **Uso de Veículo Aéreo não Tripulado (VANT) na Agricultura: Revisão de Literatura**. 2021 44p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA), Ariquemes, Rondônia 2021. Disponível em: <<https://repositorio.faema.edu.br/handle/123456789/3113>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

GOMES, J. S; DAVID, J. M. N; BRAGA, R; ARBEX, W; BARBOSA, R; GOMES, W. L; FONSECA, L. M. G. Sistemas de suporte à decisão nas fazendas inteligentes: um mapeamento sistemático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA (SBIAGRO), 13., 2021, Evento Online. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 301-310. ISSN 2177-9724. DOI: <<https://doi.org/10.5753/sbiagro.2021.18402>>. Acesso em: 26 de mar. 2023.

HACKENHAAR, N. M; HACKENHAAR, C; ABREU, Y. V. DE. Robótica na agricultura. **Interações (Campo Grande)**, v. 16, n. 1, p. 119-129, jan. 2015. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/inter/a/Pbb7RB3wzTypx6GH4fYKMFQ/?lang=pt#>>. Acesso em: 03 maio 2023.

HUANG, J; ZHANG, L. *The big data processing platform for intelligent agriculture*. In: **AIP conference proceedings**. AIP Publishing LLC, 2017. p. 020033. Disponível em: <<https://pubs.aip.org/aip/acp/article/1864/1/020033/628922/The-big-data-processing-platform-for-intelligent>>. Acesso em: 02 maio 2023.

INAMASU, R. Y; FRANCIS, D; SHANAHAN, J; LUCHIARI, A; SCHEPERS, J. **Controlador de aplicação de fertilizante à taxa variada para sensoriamento de alta resolução**. 2003 4p. Embrapa Instrumentação Agropecuária, Circular Técnica, 21. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/28860>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

INGLIS, P. F. O lucro está no pós-venda. **HSM Management**, v. 32, n. 6, p. 1-6, 2002. Disponível em: <[https://brisot.com.br/uploads/573/cadastro/4/mkt\\_lucro\\_pos\\_venda.pdf](https://brisot.com.br/uploads/573/cadastro/4/mkt_lucro_pos_venda.pdf)> . Acesso em: 31 out. 2023.

JORGE, L. A. de C; INAMASU, R. Y. Uso de Veículos Aéreos não Tripulados (VANT) em agricultura de precisão. In: **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 109-134. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1003485>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

LEITE, M. S. R.; GASPAROTTO, A. M. S. ANÁLISE SWOT E SUAS FUNCIONALIDADES: o autoconhecimento da empresa e sua importância. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 184–195, 2018. DOI: 10.31510/infra.v15i2.450. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/450>. Acesso em: 31 out. 2023.

LIMA, J. C. de. **Processamento de imagem usando composições de serviços para aplicações de smart farming**. 2019 14p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Sistema da Informação). Núcleo de Informática do Instituto Federal Goiano - Goiás, Campus Urutaí, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/769>>. Acesso em: 01 maio 2023.

LISBOA, A. P. A; LOGUERCIO, A. B; LAMPERT, do N; AMARAL, E. M. H. do. Verificação de conformidade à proteção de dados no agronegócio. **Memórias de las JAIIO**, v. 8, n. 11, p. 71-84, 14 dez. 2022. Disponível em: <<https://ojs.sadio.org.ar/index.php/JAIIO/article/view/289>>. Acesso em: 04 maio 2023.

MALTHUS, T. R.; **O Economista**. Princípios de Economia Política. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda, 1996. cap. 6. p. 277-280. ISBN: 85-351-0828-9 Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7516337/mod\\_resource/content/1/malthus%20%281996%29%20principios%20de%20economia%20politica.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7516337/mod_resource/content/1/malthus%20%281996%29%20principios%20de%20economia%20politica.pdf)>. Acesso em: 19 maio 2023.

MARIANO, T. H.; ALBINO, P. M. B.. Controle de planejamento e financeiro para a agricultura familiar. Viçosa, MG: UFV, **Divisão de extensão n. 66**. p. 2017. Disponível em: <<https://bibliotecasemiaridos.ufv.br/jspui/handle/123456789/464>> Acesso em: 31 out. 2023.

MASSRUHÁ, S. M. F. S; LEITE, M. A. de A; LUCHIARI JUNIOR, A; EVANGELISTA, S. R. M. A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. In: **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF. Embrapa, 2020. cap. 1, p. 20-45. ISBN: 978-65-86056-37-2. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1126214/1/LV-Agricultura-digital-2020-cap1.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

MENDES, E. de A; **Determinação in situ de fósforo, nitrato e amônio em solo**. 2006 102p. Dissertação (Mestrado em Química) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/47851/1/1227.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

MENEZES, P. de V. N. de S. **Ferramentas gerenciais e de qualidade e controle de processos de produção vegetal orgânica na Fazenda Malunga**. p. 2013. 48 f., il. Monografia (Bacharelado em Gestão do Agronegócio) — Universidade de Brasília, Planaltina, 2013. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/5762>>. Acesso em: 31 out. 2023.

NATAL, C. M.. **Gestão da qualidade e modelagem de processos em uma empresa prestadora de serviços de consultoria**. 2013. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) –

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <<https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/19344>>. Acesso em: 31 out. 2023.

NEVES, M. F. A nova revolução do agronegócio: Informação. In: **Doutor Agro**. São Paulo: Editora Gente, 2012, Cap. 91, p. 501-506. ISBN 978-85-7312-804-8. Disponível em: <<https://doutoragro.com/livros/>>. Acesso em: 10 maio 2023.

OLIVEIRA, V. L. C. de .; MARINHO, M. R.; OLIVEIRA, D. C. de .; PESTANA, M. S.; SILVA FILHO, S. S.; SPEROTTO, L. .; OBANA, F. . Estudo dos Agronegócios 4.0 – Tecnologias, desafios e benefícios nos Agronegócios . **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 13, p. e363111335379, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.35379. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35379>. Acesso em: 4 maio 2023.

*PROJECT BREAKTHROUGH. Digital agriculture: feeding the future. 2017.* Disponível em: <<http://breakthrough.unglobalcompact.org/disruptive-technologies/digital-agriculture/>>. Acesso em: 10 maio 2023.

RODRIGUES, S. S; BARROS, M. M. de, O Uso do VANT e do Sensoriamento Remoto como ferramenta de melhoria das Técnicas de Agricultura de Precisão, In: **Revista Digital Simonsen**, nº10, maio, 2019. Disponível em <<https://cbm-unicbe.edu.br/1.0/pdf/revista/revista-digital-edicao-10.pdf#page=63>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

ROSA, H. A. **Sensoriamento remoto orbital e não orbital no delineamento de zonas de manejo para agricultura de precisão**. 2021. 111 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR 2021. Disponível em: <<https://tede.unioeste.br/handle/tede/5510>>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SANTOS, A. J; JORGE, A. G; SOUZA, I; MOREIRA, A. COMPARAÇÃO ENTRE PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO OBTIDOS POR SENSORES ORBITAIS E RPAS APLICADOS À CONSERVAÇÃO DE PRECISÃO. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, [S. l.], v. 19, n. 41, 2022. Disponível em: <<https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/5513>>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SAVOLDI, A.. **Adoção de tecnologias 4.0 por produtores rurais: um estudo na Cooperativa Lar**. 2021. 169 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2021. Disponível em: <<https://tede.unioeste.br/handle/tede/6573>>. Acesso em: 31 out. 2023.

SCHLEGEL, G. A; POLETTO, A. S. R. de S. *Smart Agriculture: Estudo Exploratório Sobre a Agricultura Orientada Pela Tecnologia da Informação e Comunicação*. **Revista Intelecto**. Fema. Assis. V.2. Dez. 2019. Disponível em: <[https://fema.edu.br/images/fema/pesquisa/Intelecto/Intelecto2019/SMART\\_AGRICULTURE.pdf](https://fema.edu.br/images/fema/pesquisa/Intelecto/Intelecto2019/SMART_AGRICULTURE.pdf)>. Acesso em: 03 abr. 2023.

SHIRATSUCHI, L. S; BRANDÃO, Z. N; VICENTE, L. E; VITÓRIA, D. de C; DUCATI, J. R; OLIVEIRA, R. P. de; VILELA, M. de F. Sensoriamento Remoto: conceitos básicos e aplicações na Agricultura de Precisão. In: **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. cap. 4, p. 58-73. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1004018>> Acesso em: 14 abr. 2023.

SILVA, A. M; MUXITO, E. M. AGRICULTURA INTELIGENTE–PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DE PIVÔS E CANAIS DE IRRIGAÇÃO COM PROTOTIPAÇÃO POR ARDUINO E WEBSERVICE. In: **CIMATech. Anais...** São José dos Campos, SP. v.1, n. 5, p. [...] 2018. Disponível em: <<https://publicacao.cimatech.com.br/index.php/cimatech/article/view/124>>. Acesso em: 03 maio 2023.

SILVA, B. L. T.; GAMBARATO, V. T. S.. Uso da Tecnologia da Informação e Comunicação na "Reinvenção" dos pequenos produtores rurais em tempos de Coronavírus. In: **JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica**. 9. 2020. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/IXJTC/IXJTC/paper/view/2347>>. Acesso em: 31 out. 2020.

SILVA, C de O. F; MAGNON, P. H. J; MANZIONE, R. L. M. ORBITAL REMOTE SENSING FOR EVAPOTRANSPIRATION MODELING: THEORETICAL OVERVIEW AND APPLICATIONS IN CLOUD COMPUTING. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tup, v. 15, n. 3, p. 425–468, 2021.

DOI: 10.18011/bioeng2021v15n3p425-468. Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/1022>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SILVA, C. de O. F.; MANZIONE, R. L.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L. SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL PARA MANEJO DA IRRIGAÇÃO: UMA REVISÃO SISTÊMICA. **Revista ResearchGate**. 2019. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/335924719>>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SILVA, G. G. da; SOUZA, K. P. de; GONÇALVES, A. B; PISTORI, H; & GONZAGA, J. F. VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS COM VISÃO COMPUTACIONAL NA AGRICULTURA: APLICAÇÕES, DESAFIOS E PERSPECTIVAS. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DE ADMINISTRAÇÃO, ECONOMIA E CONTABILIDADE, 7, 2015. **ANAIS...** v. 1. n 1. Disponível em: <<https://anaisonline.uems.br/index.php/ecaeco/article/view/2832>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

SILVA, G. O. da. **O papel do sensoriamento remoto no cadastro ambiental rural: estudo de caso nos assentamentos do Mato Grosso**. 2015. 40 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão do Agronegócio) — Universidade de Brasília, Planaltina, 2015. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/13816>> Acesso em: 29 abr. 2023.

SORDI, V. F.; VAZ, S. C. M. Os Principais Desafios para a Popularização de Práticas Inovadoras de Agricultura Inteligente. **Desenvolvimento em Questão**, [S. l.], v. 19, n. 54, p. 204–217, 2021. DOI: 10.21527/2237-6453.2021.54.204-217. Disponível em: <<https://revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/10891>>. Acesso em: 26 mar. 2023.

SOUZA, K. X. S. de; OLIVEIRA, S. R. de M; MACÁRIO, C. G. do N; ESQUERDO, J. C. D. M; MOURA, M. F; LEITE, M. A. de A; LIMA, H. P. de; CASTRO, A. de; TERNES, S; YANO, I. H; SANTOS, E, H. dos. Agricultura digital: definições e tecnologias. In: **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 2, p. 46-66. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1126215>>. Acesso em: 24 abr. 2023.

SOUZA, M.; BIDARRA, Z.. Política pública de apoio à agricultura digital. **Revista de Política Agrícola**, v. 31, n. 2, p. 18-32, abr./jul. 2022. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1705>>. Acesso em: 05 maio 2023.

SOUZA, P. M. de; FORNAZIER, A.; SILVA, A. M. da; PONCIANO, N. J.; Tecnologia na agricultura brasileira: uma análise das desigualdades regionais para os segmentos familiar e não familiar. **Revista Economia do Nordeste**, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 147-169, jul./set. 2018. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/812>>. Acesso em: 5 maio 2023.

TANGERINO, G. R. **Sistema de Sensoriamento Embarcado para Uso em Controle de Aplicações de Insumos Agrícolas à Taxa Variável**. 2009 125p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18145/tde-02032010-153816/en.php>. Acesso em: 30 abr. 2023.

TÓFOLI, A. C. **CRÉDITO RURAL E AS FINTECHS NO AGRONEGÓCIO**. P. 2022. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agrônômica – CCA – UFSCar para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/17283/TFGAnaClara2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 21 out. 2023.

VAZ, S. C. M.; SORDI, V. F. O QUE ESTÁ IMPEDINDO A POPULARIZAÇÃO DAS PRÁTICAS DE AGRICULTURA INTELIGENTE?. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 4, n. 1, 2020. Disponível em: <<https://desafioonline.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/view/11631/8234>>. Acesso em: 5 maio 2023.

VIANA, L. A; ZAMBOLIM, L; SOUSA, T. V; TOMAZ, D. C. **POTENTIAL USE OF THERMAL CAMERA COUPLED IN UAV FOR CULTURE MONITORING**. **Revista Brasileira De Engenharia De Biosistemas**, v. 12, n. 3, p. 286–298. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.18011/bioeng2018v12n3p286-298>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

VIERO, V. C.; SILVEIRA, A. C. M. da. Apropriação de tecnologias de informação e comunicação no meio rural brasileiro. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 257-277, 2011. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/12042>>. Acesso em: 31 out. 2023

ZANUZZI, C. M. da S.; TONIAL, G.; SELIG, P. M. .; PEGORARO, A.; PEGORARO, G. . COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE PRODUTORES RURAIS PARA ADOÇÃO DA AGRICULTURA INTELIGENTE. In: Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação – ciki. 2023. **Anais...** [S. l.], v. 1, n. 1, 2023. DOI: 10.48090/ciki.v1i1.1300. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/1300>. Acesso em: 4 maio 2023.