ANAIS

MAPEAMENTO DA AGRICULTURA 4.0 NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR DE FORNECEDORES NA REGIÃO DE JABOTICABAL

EDUARDO TADEU BUENO DA ROCHA
bueno.rocha@unesp.br
UNESP/FCAV

ADRIANO DOS REIS LUCENTE
adriano.lucente@unesp.br
FCAV-UNESP

RAFAEL BORDONAL KALAKI
rbkalaki@gmail.com
USP

RESUMO: As inovações tecnológicas estão presente em todas esferas das atividades econômicas em busca de levar vantagem competitiva, reduzir custos e aumentar receita das organizações, e na agricultura não é diferente. Ao passar dos anos com a revolução verde, o surgimento da biotecnologia e ascensão da agricultura de precisão, hoje é vivida a era da Agricultura 4.0, que busca levar essa eficiência às propriedades rurais. Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo fazer o mapeamento da adoção da Agricultura 4.0 dos produtores rurais de cana-de-açúcar na região de Jaboticabal. Para a execução do trabalho foi utilizada abordagem quali-quantitativa e o uso de pesquisa survey com produtores rurais de uma associação de agricultores fornecedores de cana-de-açúcar. Os resultados mostraram que grande parte dos participantes conhecem a Agricultura 4.0, utilizam alguma ferramenta proveniente das inovações, acreditam ser benéficas para suas lavouras, porém encontram dificuldades para sua adoção plena.

PALAVRAS CHAVE: Agricultura 4.0, internet das coisas, big data, inteligência artificial, inovações tecnológicas

ABSTRACT: Technological innovations are present in all fields of economic activities in search of bringing competitive advantage, reducing costs and increasing organizations' revenues, and in agriculture it is no different. As years went by with the green revolution, the rise of biotechnology and the rise of precision agriculture, today the era of Agriculture 4.0 is experiencing, which seeks to bring this efficiency to rural properties. Thus, this article aims to map the adoption of Agriculture 4.0 for rural sugar cane producers in the Jaboticabal region. For the execution of the work, a qualitative and quantitative approach was used and the use of survey research with rural producers of an association of farmers supplying sugarcane. The results showed that most of the participants know Agriculture 4.0, use some tool from innovations, believe they are beneficial for their crops, but find it difficult to fully adopt them.

KEY WORDS: Agriculture 4.0, internet of things, big data, artificial intelligence, technological innovations

ANAIS

1. INTRODUÇÃO

O setor agropecuário é um campo aberto em inovações, sendo puxado pelas ondas de novidades tecnológicas em busca de competividade, de retornos financeiros para os produtores rurais e, principalmente, elevar a oferta de produtos de acordo com o aumento da demanda mundial de alimentos e de matérias-primas com o passar dos anos (FAO, 2009). A cana-de-açúcar participa desse contexto, sendo fonte de produção alimentícia com o refino de açúcar e a matriz energética oriunda do etanol e seu bagaço, na produção de biocombustíveis e energia elétrica. O Brasil é o maior produtor mundial, com a colheita da safra de 2018 em 615,98 milhões de toneladas, em 10,063 milhões de hectares. Assim, a cana-de-açúcar surge como uma cultura de grande destaque no agronegócio nacional e de relevante importância à economia (IBGE, 2020).

O estado de São Paulo é a unidade da federação com maior representação na cultura da cana-de-açúcar. Mesmo com redução de áreas cultivadas devido a expansão do plantio de soja, o estado paulista ainda é o maior personagem no setor sucroenergético do país com 5,55 milhões de hectares de colheita, representando pouco mais da metade da produção nacional (IBGE, 2020). Seguindo esse recorte, a microrregião de Jaboticabal é responsável por cerca 7% da área colhida no estado, em aproximadamente 288 mil hectares. Para mensurar a representatividade da cana-de-açúcar na região de Jaboticabal, a cultura representa 79,18% das áreas agricultáveis disponíveis nos municípios (IBGE, 2020).

Com toda essa representação, a cana-de-açúcar apresenta uma cadeia produtiva impactante na sociedade, seja ela como garantidora de matéria prima e alimentos, como ofertante de empregos e desenvolvimento das cidades e de sua população. E para ser uma atividade sustentável é necessário estar acompanhando as evoluções que o mercado traz em busca de vantagem competitiva. Nesse contexto, o setor agropecuário apresenta constante evolução nas adoções praticadas em suas lavouras. A atual novidade é o emprego da Agricultura 4.0 nas produções.

Proveniente da cadeia industrial, a Agricultura 4.0 (também conhecida como Agricultura Digital) é dissidente da Industria 4.0 e sua transformação na produção de automóveis na Alemanha no início da década de 2010 (ZAMBON et al, 2019). A Agricultura 4.0 está sendo desenvolvida para atuar nas cadeias agropecuárias por todo território nacional e busca aquisição de vantagem competitiva aos fazendeiros, com aumento dos índices de produtividades e eficiência, redução de custos operacionais, seja de uso racional de insumos ou na mão-de-obra, sendo capaz de levar ganhos de lucratividades das atividades desenvolvidas, além na redução dos impactos ambientais (MASSRUHÁ; LEITE, 2016).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo fazer o mapeamento da adoção da Agricultura 4.0 nas lavouras de produtores rurais de cana-de-açúcar na região de Jaboticabal, e através dos resultados levantados poder descrever os conceitos assimilados pelos agricultores sobre as inovações tecnológicas, indicar de que forma está sendo desenvolvida o emprego da Agricultura 4.0 nas propriedades rurais locais e as possíveis implicações da adoção, ou não, dos métodos.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1. Agricultura 4.0 e seu contexto histórico

As inovações tecnológicas estão presentes constantemente na evolução humana, e é fenômeno também observado nos campos no decorrer da história, algo que se fortalece desde a primeira revolução industrial até os dias de hoje. Atualmente, a humanidade encontra-se na era digital e da inteligência. A quarta revolução nas lavouras se dá com a integração de *Big Data*, Internet das Coisas (IoT) e inteligência artificial, que através da somatória dessas ferramentas, constitui uma grande cadeia de informações que irá alimentar o produtor rural para sua tomada de decisões de forma mais ágil, eficaz e eficiente conforme figura 1 (LYU, 2020).

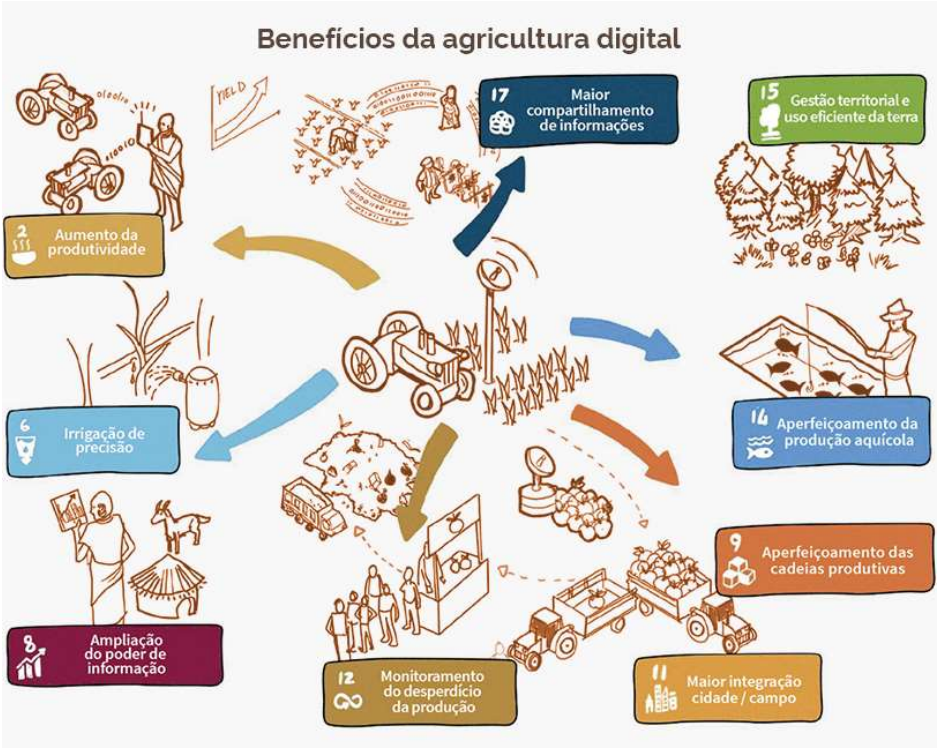


FIGURA 1. Digitalização da agricultura, caracterizada pela coleta e trocas de dados remotamente.
Fonte: EMBRAPA, 2018

De acordo com Lyu (2020), a agricultura passou por algumas transformações até chegar na quarta geração. A primeira grande revolução nos campos se deu com a mecanização das atividades agrícolas, oriunda do período da primeira revolução industrial. Tal adoção permitiu os produtores obter progressos consideráveis em seus resultados.

Já nos meados do século XX, entre as décadas de 30 e 50 no Estados Unidos, começou a adoção de novas concepções na agricultura com inovações de como produzir as culturas. Anos mais tarde essa metodologia foi levada para o México recebendo o nome de Revolução Verde, e a partir disso foi disseminada ao redor do mundo. Tais técnicas consistem no melhoramento genético, na utilização maximizada de insumos agrícolas, adoção máquinas e irrigação, visando

sobretudo aumento de produtividade nas lavouras e na produção de alimentos (GONZALEZ, 2006).

Através dos avanços provenientes da Revolução Verde mais inovações tecnológicas foram sendo adotadas na agricultura. A partir do melhoramento genético, foi desenvolvida um novo mercado em relação as sementes utilizadas nos campos, o setor de Biotecnologia. Grandes corporações fabricantes de defensivos agrícolas, em busca de adquirir vantagem competitiva perante suas concorrentes, começaram a investir recursos financeiros em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Através de estudos e testes foram produzidas sementes transgênicas, que possuem componentes genéticos alterados em laboratórios, que são resistentes a certos defensivos agrícolas e possíveis pragas (ALBERGONI; PELAEZ, 2007). Atualmente é muito comercializado nas safras do Brasil e trouxeram aumento de produtividade nas lavouras (ABRASSEM, 2014).

Lyu (2020) defende que a terceira revolução na agricultura é a adesão da Agricultura de Precisão (AP). Através da adoção dos insumos provenientes da Revolução Verde, a AP emergiu como um contraponto complementar. Seguindo a mesma premissa de aumento de produtividade e produção de alimentos, surge a preocupação com a segurança alimentar e a racionalização da utilização dos recursos naturais, trazendo a noção de sustentabilidade às lavouras. Dessa forma, a AP, conforme seu nome salienta, busca precisão e otimização do emprego dos recursos nas lavouras. Isso através de métodos e tecnologias que permitem as aplicações aproximarem ao máximo da exatidão. Tais práticas que buscam melhorar o gerenciamento das variabilidades das culturas com o aumento da eficiência de produtividade das produções. Isso através de aplicação de taxa variável dos recursos, sensoriamento e sensores, utilização do Sistema de Posicionamento Global (GPS) através de satélites, utilização de redes neurais artificiais e máquinas com o uso de piloto automático (MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2015).

Conforme Pivoto (2018), a AP pode ser considerada uma das inovações presente no pacote que a Agricultura 4.0 pode trazer ao agricultor. Junto com as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), podem levar ferramentas que agregam valor às propriedades rurais e suas lavouras, em diversas áreas como na produção e comercialização, no mercado e na preservação do meio ambiente. Com o advento dessas tecnologias, mais inovações foram sendo incorporada na agricultura, como *Big Data*, Internet das Coisas (IoT) e inteligência artificial, que serão mais discutidas na seção seguinte.

2.2. Agricultura 4.0

A Agricultura 4.0 é a introdução da nova era tecnológica aos campos, com a conectividade do ambiente físico com o mundo virtual, traduzindo em informações em tempo real para o produtor, apresentando cenários mais dinâmicos e instantaneidade para as tomadas de decisões. Proveniente da Indústria 4.0, emulada no setor agropecuário, as inovações surgem como facilitadores e ferramentas de grande importância para o produtor rural. Os cenários possíveis apresentam a possibilidade de aumento de produtividade, redução de custos através de uso eficiente de insumos e mão-de-obra, evitar danos ambientais e melhorar a qualidade e segurança dos trabalhadores. Equipamentos e máquinas como sensores, telemetria, *drones*,

tratores automatizados, entre outros, interligados com outras máquinas e conversando entre si, através da conectividade e *softwares* com capacidade de armazenar as informações e poderem transmiti-las aos produtores rurais são exemplos de como a Agricultura 4.0 pode gerar sinergia nos campos ((MASSRUHÁ; LEITE, 2016).

Dessa forma, é um conceito baseado em armazenamento de informações e dados, através do sistema conhecido por nuvem. São números coletados diretamente de tudo que está ligado a produção agropecuária, desde mensuração de dados das culturas, como do trabalho operacional (por exemplo, o rendimento de um trator ou de colheitadeiras), e que são armazenados em um ambiente digital ao qual o produtor tem acesso. Para construir essa funcionalidade, a estrutura se baseia em Internet das Coisas (Internet *of things* - IoT), *Big Data* e Inteligência Artificial, que através da somatória desses itens é possível construir o conceito de Agricultura 4.0 e assimilar informações e dados em tempo real, traduzindo em eficácia e eficiência nas decisões da fazenda (ZAMBOM et al, 2019).

A IoT é a integração de aparelhos e ferramentas. No cotidiano é presença constante na vida das pessoas. Por exemplo, ao saber qual o melhor caminho (mais rápido ou mais curto) para chegar a um destino, a IoT é responsável pela escolha, através da conectividade entre objetos e internet – assim como é possível realizar diversas ações com seu *smartphone*. No setor agropecuário, a IoT vem para levar as mesmas comodidades de informações ao usuário, seja ela com sensores de monitoramento no solo, na planta, em máquinas ou equipamentos, e interligando-os com um celular, tudo através de uma rede central de internet que garante a conexão entre os aparelhos (AL-FUQAHA et al, 2015).

A Inteligência Artificial (IA) é o complemento dos avanços que a IoT proporciona. É uma inovação existente desde a década de 60 que andam em constante evolução. São soluções que através da ciência da computação podem extrapolar a capacidade humana de raciocinar, de forma mais ágil e eficaz. Popularmente associada a robotização dos processos, a IA também chegou aos sistemas produtivos no campo. Desde a década de 90, com o advento da Agricultura de Precisão, está presente nos manejos das lavouras. E com a Agricultura 4.0 e todo seu pacote tecnológico, a IA é fundamental para o seu funcionamento. Com automação de máquinas, *Machine Learning*, algoritmos e dados, associado com a IoT, a IA aparece como catalisador de tomadas de decisões, aumento de eficiência, redução de custos e mitigador de riscos. Atualmente já existe no mercado tratores, plantadeiras, colhedoras e pulverizadores com a disponibilidade de piloto automático, Vants (veículo aéreo não tripulado) e *drones*, sistema de irrigação, e entre outros itens que dispõe de IA em seus equipamentos para o uso do produtor rural (ALRESHIDI, 2019) (WALEED et al, 2020).

A *Big Data* é o terceiro personagem que engloba a base da Agricultura 4.0. Assim como frisado no parágrafo anterior, a *Big Data* atua como complemento da IoT e IA. É o terceiro viés da conectividade no campo. A partir da utilização dos equipamentos e máquinas provenientes da IoT e IA, são gerados inúmeros dados e informações. A *Big Data* faz o trabalho de ser uma espécie de banco de dados dos números levantado pelas máquinas. Está ligado com o conceito de nuvem, relatado no segundo parágrafo da seção. No contexto atual, essas informações ganham cada vez mais valor e são tratados como o grande combustível para o sucesso de um empreendimento (KUMAR et al, 2018). Combinado com o uso da IA e seus algoritmos, os dados armazenados no *Big Data* podem ser traduzidos de forma rápida e apresentado diversos

cenários para a tomada de decisão do produtor rural. Na agricultura em si, essas ferramentas podem levar ao fazendeiro a possibilidade reduzir custos com insumos e fertilizantes, prever a produtividade de uma cultura e como maximiza-la, prever possíveis problemas nas lavoura, racionalizar sua produção, e entre outros ganhos (PIVOTO, 2018).

Para poder implementar com sucesso as novidades tecnológicas e que elas possam qualificar as lavouras é fundamental que as propriedades rurais estejam amparadas com conexões de internet, seja por rede *Wi-fi* ou por redes móveis 4G. Os equipamentos são dependentes da conectividade, e sem o acesso às redes acabam por não se comunicarem entre si e impossibilita às trocas de dados e informações. Além da infraestrutura necessária, também é essencial a qualificação e treinamentos dos funcionários das fazendas (ZAMBOM et al, 2019). A incapacidade técnica em relação aos conhecimentos sobre as inovações tecnológicas de fazendeiros, trabalhadores e de consultores externos é uma das principais dificuldades para adoção da Agricultura 4.0 nos campos (PIVOTO, 2018).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente artigo tem como objetivo principal o mapeamento das adoções da Agricultura 4.0 nas lavouras de cana-de-açúcar na região de Jaboticabal. Dessa forma, o estudo utiliza a abordagem quali-quantitativa devido ao uso pesquisa *survey* que trouxe resultados descritivos sobre a utilização da Agricultura 4.0 por parte dos produtores rurais, a fim de mensurar o uso ou não das medidas. A partir dos respostas apresentadas foi elaborado análise téorica do conteúdo apresentado baseado em levantamentos bibliográficos com a finalidade de enteder o que foi apresentado com o questionário realizado (LAKATOS; MARCONI, 2007).

A pesquisa *survey* é o uso através de questionário destinado a um público-alvo a fim de obter informações e opiniões a respeito de algum assunto. Ainda, é classificada como uma pesquisa descritiva, que tem por objetivo entender o desenvolvimento das medidas sobre a agricultura digital em suas propriedades rurais e suas concepções sobre ela (PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993).

O trabalho foi realizado em parceria com uma associação de produtores de cana-de-açúcar da região de Jaboticabal. A organização tem 1220 produtores rurais em seu quadro de associados, que de acordo com dados instituição representam aproximadamente 70 mil hectares de produção, cerca de 50% produtores canavieiros da região. Também é importante ressaltar que parcela considerável da área de produção pertence às usinas sucroenergéticas da localidade, e o presente artigo está usando como parâmetro os fornecedores dessa cadeia produtiva.

O questionário foi construído por perguntas relacionadas ao tema e o acesso se deu por uma plataforma digital dividido em duas partes: perfil do produtor e parcela empírica. O link foi divulgado para uma população de 316 pessoas, obtendo-se 34 respostas. O tratamento dos dados coletados foi realizado através do uso do *Microsoft Excel* e por meio de suas ferramentas foram construidos os gráficos apresentados no estudo.

4. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seção é destinada para exibir os resultados apresentados na pesquisa, e discutir sobre o que foi acolhido com o estudo. Foram 34 respostas através do formulário de perguntas a respeito da Agricultura 4.0 com os produtores rurais de cana-de-açúcar da região de Jaboticabal. Foi realizada uma separação em duas seções, uma com o perfil do entrevistado e outra com respostas empíricas a respeito do tema proposto, totalizando 15 perguntas.

4.1. Discussões dos resultados

Conforme apresentado nas seções anteriores, o estudo tem como objetivo apresentar mapeamento sobre a adoção e o entendimento a respeito da Agricultura 4.0 nas lavouras de cana-de-açúcar na região de Jaboticabal. Para tanto, a seção vai ser divida em duas partes para as análises dos perfis dos produtores que participaram do estudo, bem como as suas concepções e adoções sobre a Agricultura 4.0 em suas lavouras.

4.1.1 Análise do perfil dos produtores rurais

O presente estudo, como busca o seu objetivo, procura fazer o mapeamento sobre a Agricultura 4.0 nas produções dos fornecedores de cana-de-açúcar na região de Jaboticabal. Participaram 34 produtores rurais da pesquisa realizada. Conforme apresenta a figura 2, 65% são agricultores com mais de 15 anos de experiência nos campos. Outros 26% são produtores rurais que atuam entre 5 e 15 anos nas lavouras, e 9% são agricultores com menos de 5 anos de trabalhos agrícolas. Dessa forma, a amostra apresenta que em grande parte são produtores rurais com experiência e que estão inseridos nos processos de transições da forma de atuação nas lavouras.

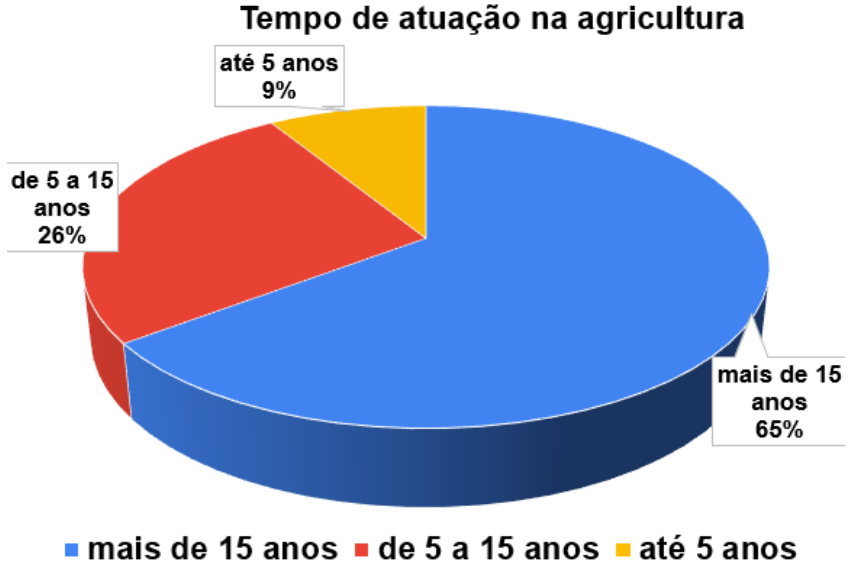


FIGURA 2. Tempo de atuação na agricultura
Fonte: Elaborado pelo autor

A maioria dos produtores rurais participante operam mais de 101 hectares. São 29% que trabalham entre 101 a 500 hectares, e 38% que são responsáveis por mais de 500 hectares de plantio de cana-de-açúcar – juntos, representam 67% dos participantes. Dos demais, 18% são produtores que operam entre 51 a 100 hectares, e 15% que possuem menos de 50 hectares de cultura, conforme apresenta a figura 3. Esse fato, evidenciam que grande parte dos produtores rurais disponham de áreas grande de cultivo.



FIGURA 3. Quantidade de hectares operados pelos produtores rurais da amostragem
Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação às propriedades e sua posse, a maior parte dos produtores rurais que participam do presente estudo operam predominantemente em áreas próprias, sendo representado por 62% da amostra, conforme evidencia a figura 4. Outros 32% operam com o misto entre terras próprias e arrendadas, enquanto 6% operam com áreas predominantemente arrendadas. Isso evidencia que os produtores podem investir em benfeitorias e tecnologias em suas produções, sem ter a necessidade de enfrentar barreiras de terceiros e alocar os recursos em ativos próprios.



FIGURA 4. Predominância sobre as áreas operadas pelos produtores
Fonte: Elaborado pelo autor

Esses três gráficos apresentam o perfil dos produtores rurais que fazem parte da amostra do estudo realizado. Em linhas gerais, as respostas demonstram que são produtores que, em sua

maioria, têm experiência de mais de 5 anos, operam em áreas com mais de 100 hectares de cultivo de cana-de-açúcar e predominante com terras próprias. Dessa forma, é visto um público que possuí conhecimento amplo de vivência na cultura, com grandes áreas para plantio e sem barreiras para atuação em longo prazo. A adoção da Agricultura 4,0 é importante para racionalização da gestão, buscando eficiência e eficácia nos processos, com redução de custos, aumento de produtividade e ganhos em escala de produção.

4.1.2 Análise empírica sobre produtores rurais e Agricultura 4.0

Essa seção apresenta uma visão empírica dos produtores rurais a respeito da Agricultura 4.0. Foram realizados questionamentos sobre o que entendem pelo assunto tratado, se já é adotado alguma ação de inovação, se pode trazer benefícios para as lavouras, se existe problemas e dificuldades em sua utilização, entre outros. Foram 11 questões respondidas por 34 agricultores.

Inicialmente foi questionado se já conhecem ou ao menos tem conhecimento sobre a Agricultura 4.0, de acordo com a figura 5. As respostas apresentam que a maior parte dos produtores tem o conhecimento do assunto tratado, 74%. Os 26% restantes replicam que não conhecem. A Agricultura 4.0 é um termo relativamente novo no agronegócio, conforme apresentado da revisão teórica do artigo. Entretanto, é constantemente conversado no meio agrícola, com discussões nas mídias especializadas e por parte das associações, cooperativas, revendas de insumos e empresas do ramo, levando as informações aos produtores (PIVOTO, 2018).

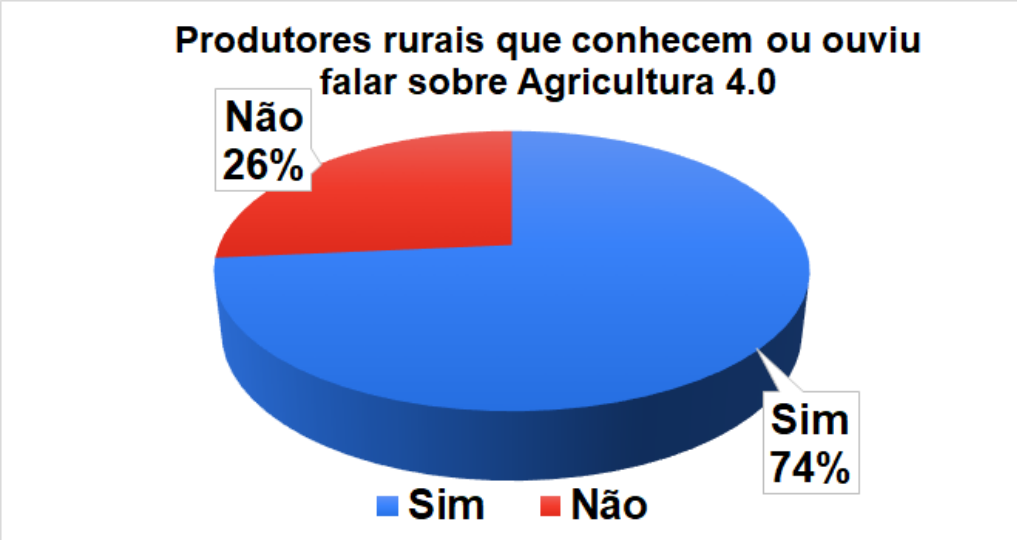


FIGURA 5. Produtores rurais que conhecem ou ouviu sobre Agricultura 4.0
Fonte: Elaborado pelo autor

Para os que conhecem a Agricultura 4.0, o pesquisador quis entender o que definem o assunto ao o que eles a associa. A figura 6 apresenta uma seleção de termos que correlacionam com Agro 4.0. A "Agricultura de Precisão" foi o termo mais optou, com 20 produtores que a selecionou, seguido 18 menções a "Inovações Tecnológicas", com 16 escolhas por "Conectividade de Informações", seguido por 11 adoções ao "Uso de Dados" e um produtor optando por "Gestão Remota".

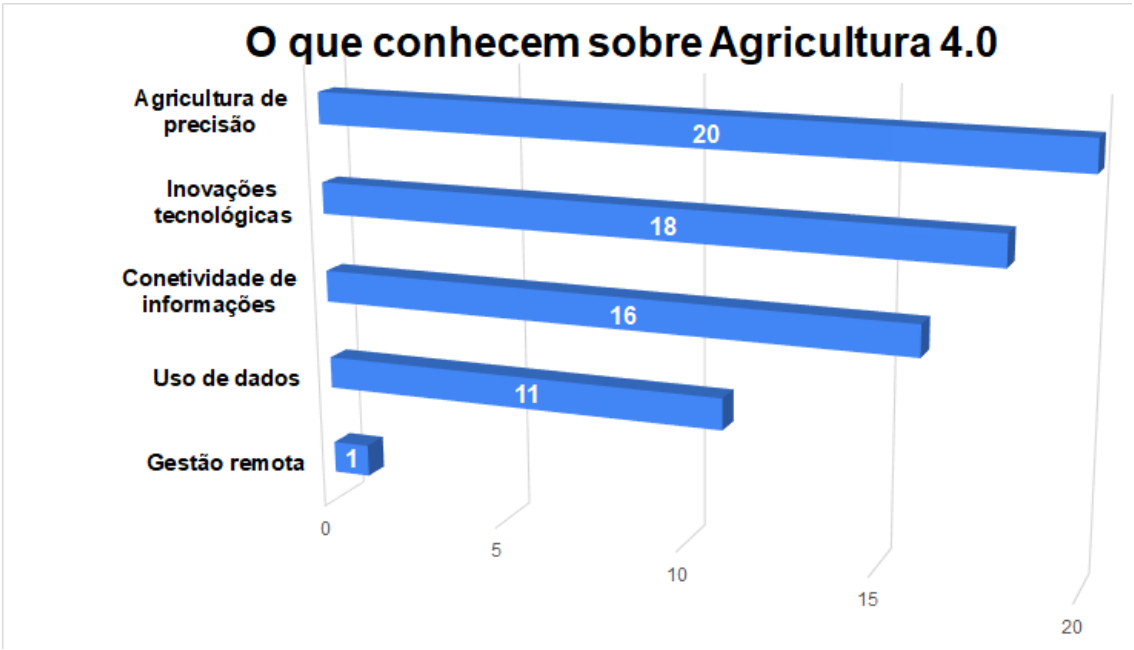


FIGURA 6. O que os produtores rurais conhecem sobre Agricultura 4.0
Fonte: Elaborado pelo autor

Como demonstrou a revisão teórica, a Agricultura de Precisão é precursora da Agricultura 4.0. Porém com os adventos de novas técnicas oriundas das inovações tecnológicas, conectividade de informações e uso de dados, os seus conceitos foram maximizados levando novas utilidades aos produtores, sendo um dos itens dentro do pacote da Agricultura 4.0, e sendo associada pelos agricultores ao seu termo, também por ser métodos já trabalhados antes do nascimento do assunto referido. Como já citado nesse parágrafo, os demais termos também questionados estão inseridos na concepção que a constrói. Dessa forma, vale notar o conhecimento dos produtores perante as demais opções apresentadas.

Para que a Agricultura 4.0 seja implementada de forma satisfatória nas propriedades rurais e possa trazer seus benefícios para os produtores é necessário que haja conexão com a internet em sua área. Conforme já estudado, os equipamentos e ferramentas precisam da conectividade para coletar os dados, conversar entre si e trazer resultados às operações. A figura 7 relata que 74% dos produtores rurais possuem cobertura da internet, seja via *Wifi* ou por redes móveis, em suas propriedades, enquanto 26% não obtém acesso à rede.

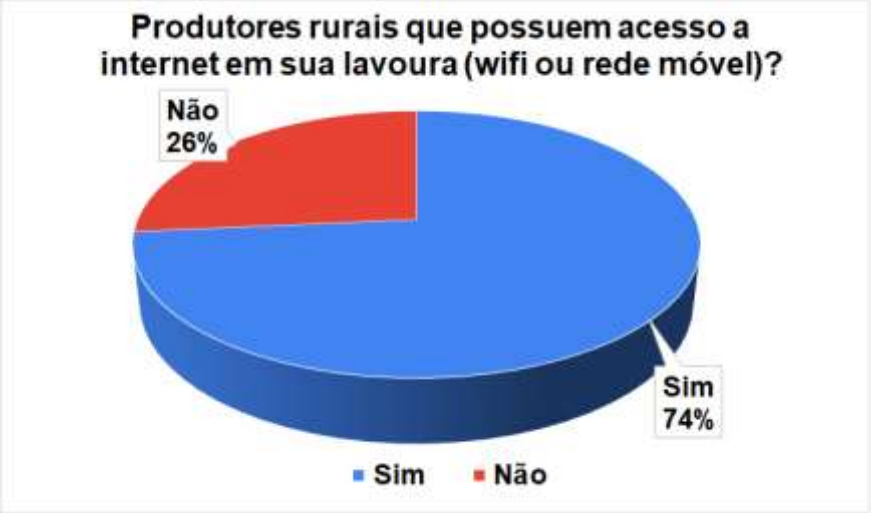


FIGURA 7. Produtores rurais que possuem acesso à internet em sua lavoura
Fonte: Elaborado pelo autor

Mesmo com acesso a internet nas propriedades, a qualidade do sinal da rede também é um fator que pode ser barreira para a adoção e o avanço com as inovações provenientes da Agricultura 4.0. As dificuldades com internet são muito comuns fora do eixo urbano nos municípios, sem a cobertura ideal das redes móveis de comunicação e exigindo investimentos por parte das pessoas que queiram contar com o acesso em áreas rurais. Dessa forma, foi levantado essa questão para os produtores, àqueles que responderam que têm acesso a internet em sua propriedade, visto que a aplicação da Agricultura 4.0 depende do acesso à internet e de sua qualidade.

A figura 8 apresenta os resultados, dando a opção através de uma escala de "Péssima, ruim, razoável, bom e muito boa". Os resultados acolhidos apresentam que 42% possuem uma rede que se considera como "razoável". Outros 23% consideram que possuem uma "boa" internet, enquanto 19% consideram que seja ruim. Nos extremos, 8% responderam que possuem rede "muito boa" e outros 8% optaram por escolher que sua internet é "péssima" na sua propriedade. Conforme já visto em outros trabalhos, o acesso e qualidade da rede pode ser um gargalho para adoção da Agricultura 4.0 nas lavouras, limitando a sua atuação. O presente mapeamento detalha que, em linhas gerais, 73% dos produtores participantes possui internet apta para a implantação (considerando Razoável, Bom e Muito Bom).



FIGURA 8. Qualidade do acesso à internet nas lavouras
Fonte: Elaborado pelo autor

A Agricultura 4.0 apresenta diversas opções de trabalhos para o produtor rural, e muitas delas desenvolvidas pelo uso de *softwares* ou aplicativos que atuam na orientação ao agricultor na tomada de suas decisões, seja na gestão financeira ou na previsão do tempo, por exemplo, podendo variar para mais diversas áreas. A figura 9 apresenta a proporção de produtores rurais que possuem essas inovações em suas lavouras. Deles, 59% utilizam alguma ferramenta, e 41% ainda não utiliza. Desses que já trabalham com algum desses mecanismos, a figura 10 apresenta as suas finalidades. Gestão de Operações Agrícolas é a mais utilizada, com 11 adoções. Gestão Financeira e Meteorologia, ambas com 8 adeptos. Acompanhamento de Mercado (cotação de commodities, insumos, etc) têm 4 produtores que utilizam ferramentas para essa finalidade,

enquanto um faz o uso para Controle de Safra.



FIGURA 9. Produtores que utilizam software ou aplicativo
Fonte: Elaborado pelo autor



FIGURA 10. Finalidade do uso de software ou aplicativo
Fonte: Elaborado pelo autor

Ambos gráficos detalham a utilização de alguns itens da Agricultura 4.0 e sua adoção por parte dos produtores rurais da região de Jaboticabal. É notável que a maior parte já utiliza ferramentas, dando consonância com a figura 4. Apesar de não estar presente em todas as lavouras, até por serem novidades, é possível constatar que as inovações tecnológicas estão sendo ferramentas de apoio de parcela considerável dos agricultores, e a Gestão mostrando ser

o fim mais usual, que de fato é extremamente importante para o melhor funcionamento das operações e mapear todos os processos. É um dos pontos iniciais para fazer a engrenagem rodar na Agricultura 4.0.

Diversas finalidades podem ser alcançadas com o uso das inovações tecnológicas no pacote que a Agricultura 4.0 é capaz de levar ao seu público. São equipamentos de ultima geração que tem o poder de suportar, orientar e solucionar a operação de um produtor rural. Conforme a figura 11 apresenta, essas benécias ainda não está acessível aos agricultores em sua grande parte. Dos 34 entrevistados, 16 não adotam nenhuma prática do conceito desenvolvida pela Agricultura 4.0 – que foram listadas com uso de drones, máquinas autônomas, uso de sensores e GPS, medição de áreas e integração de dados.

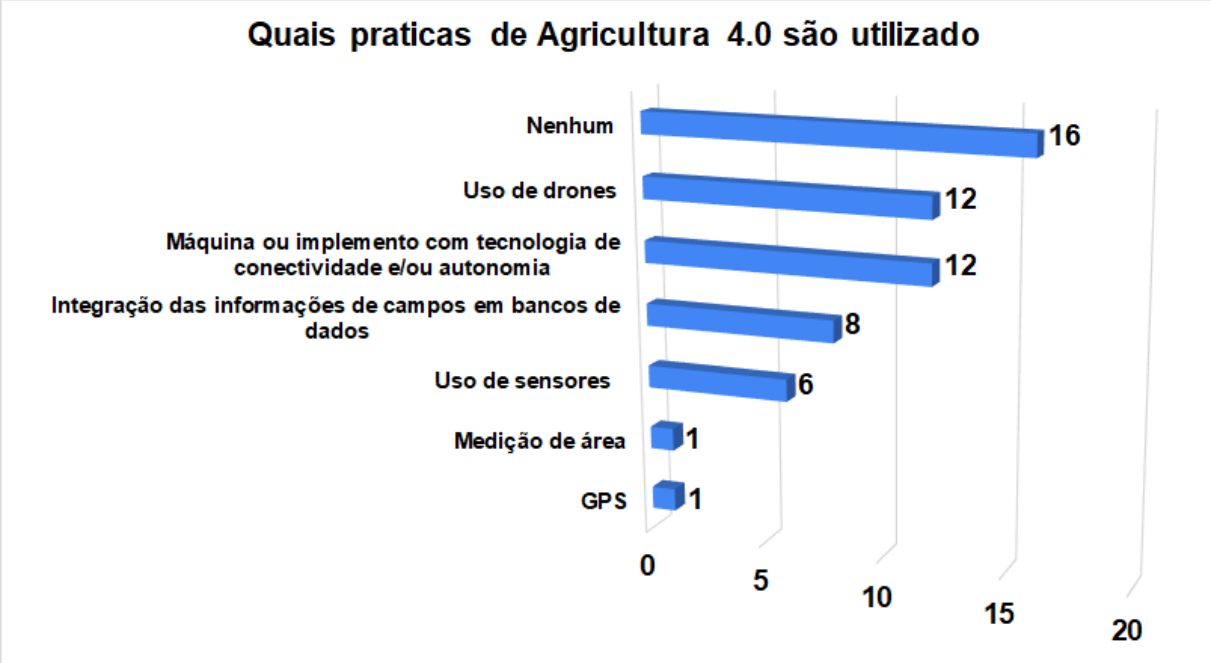


FIGURA 11. Quais práticas de Agricultura 4.0 são utilizadas
Fonte: Elaborado pelo autor

Os equipamentos mais populares e disponíveis no mercado, como *drones* e máquinas autônomas, como tratores por exemplo, são as práticas mais comuns utilizadas pelos produtores que tem acesso às tecnologias. O uso de sensores aparece como terceiro elemento usual. Essas, que são provenientes da Agricultura de Precisão, são ferramentas que podem trazer resultados consideráveis com o levantamento de informações e no auxílio de tomada de decisões do agricultor, e poderiam ser melhor trabalhada com a classe como um todo.

Os produtores rurais foram indagados o que consideram que a Agricultura 4.0 podem trazer de apoio nas atividades rotineiras para a sua lavoura, conforme apresenta a figura 12. É notável que quase a totalidade acreditam que há suportes no que podem ser introduzidos em suas operações. Em várias esferas houve respostas que as inovações tecnológicas serão aliadas do produtor em sua gestão rural, com respostas maciças nos processos do ciclo produtivo de

suas culturas, na sistematização e no controle de doenças e pragas. De fato, a Agricultura 4.0 promete todas essas melhorias às atividades nas fazendas e pode levar a resultados que levam a sustentabilidade econômica e ambiental, em busca de sinergia em todos os campos.

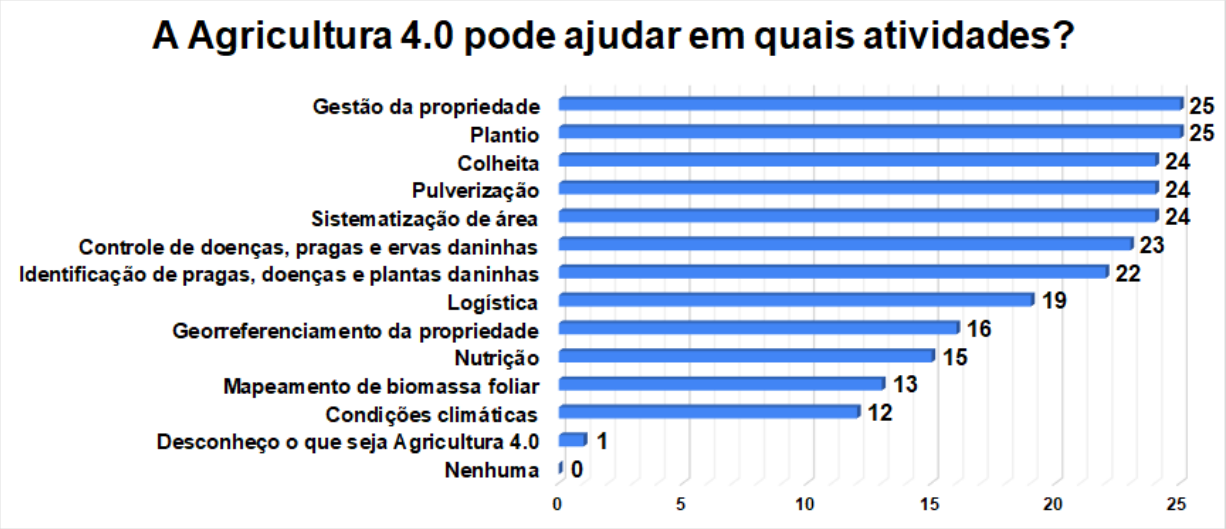


FIGURA 12. Atividades que a Agricultura 4.0 pode ajudar
Fonte: Elaborado pelo autor

Na esteira do questionamento anterior foi indagado, retratado na figura 13, se a Agricultura 4.0 levará benefícios de fato às propriedades rurais. Todos os entrevistados responderam que sim, acreditam que levará frutos positivos às suas lavouras. Tal comportamento é satisfatório porque é constatado que os produtores rurais acreditam que toda essas novidades serão de acréscimo de qualidade em suas atividades, visto que existe dificuldades na assimilação de novas práticas no meio rural. Como pesquisador, mostra-se valido o estudo realizado e incentiva mais as pesquisas no campo para levar os conceitos aos produtores.



FIGURA 13. A Agricultura 4.0 traz benefícios para as lavouras?
Fonte: Elaborado pelo autor

Ao saber em quais atividades a Agricultura 4.0 melhora a atuação dos produtores em suas operações e também se concordam se irá trazer benefícios à propriedade, foi indagado o que a Agricultura pode trazer, de fato, de benéfico para suas fazendas. A figura 14 levantou uma série de variáveis ligadas ao negócio como um todo e verificou a opinião dos agricultores.

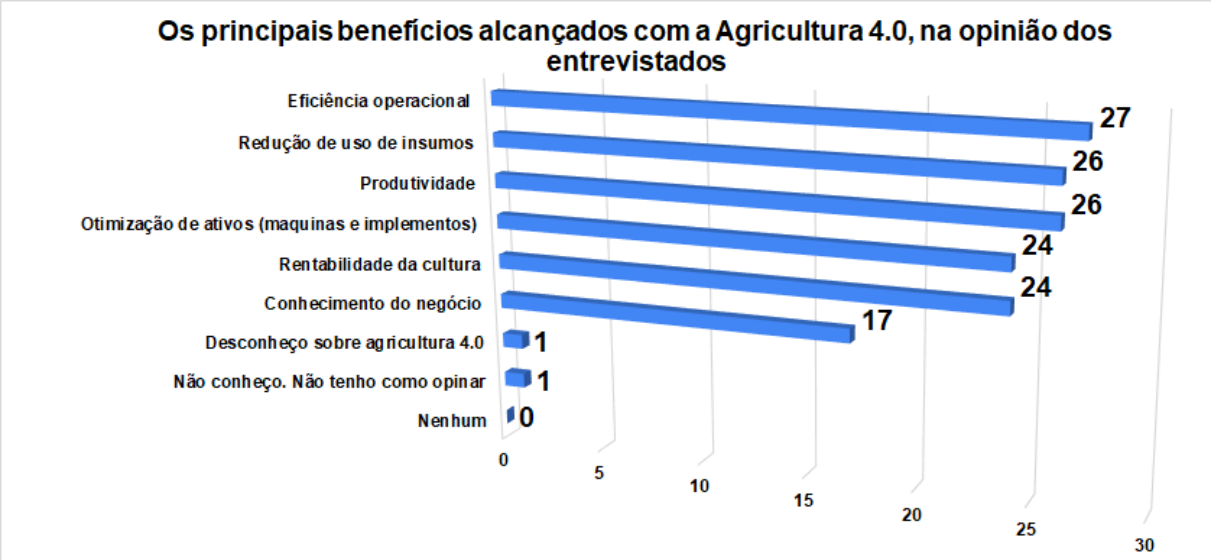


FIGURA 14. Os principais benefícios da Agricultura 4.0
Fonte: Elaborado pelo autor

Dos 34 entrevistados, 27 acreditam que a Eficiência Operacional será o maior benefício que será conquistado. Junto nessa variável vêm Redução do Uso de Insumos (26), Produtividade (26), Otimização dos Ativos (24) e Rentabilidade da Cultura (24). Em consonância, a eficiência operacional é fruto das melhores gestões dessas variáveis citadas acima. E de fato a Agricultura 4.0 aparece como catalisador dessa eficácia dos processos, dando as informações necessárias para os produtores usarem os recursos de forma racional e gerando o controle dos custos.

Com todo o material coletado sobre as opiniões e a concepção dos produtores rurais a respeito da Agricultura 4.0, a figura 15 apresenta o questionamento aos agricultores sobre as dificuldades que enxergam para a adoção das inovações tecnológicas. Foram listadas possíveis barreiras que os afastam delas, desde falta de infraestrutura e incapacidade técnica. A falta de mão-de-obra especializada junto com os altos custos fora encarada como as maiores barreiras para adoção das práticas. Como já citado, é uma nova concepção que está sendo desenvolvido no setor agropecuários e ainda há grande de dificuldades no conhecimento do conceito, o que inviabiliza a grande oferta de profissionais destinadas às técnicas, seja como funcionários das propriedades ou consultores especializados no tema. Da mesma forma entra o alto custo das tecnologias, por serem novidades o custo de sua produção ainda é alto e o acesso ao grande público pode ser inviabilizado com os preços altos dos equipamentos. Porém, é uma tendência natural de os preços caírem com o passar dos anos, assim como a aquisição de conhecimento por parte dos profissionais.

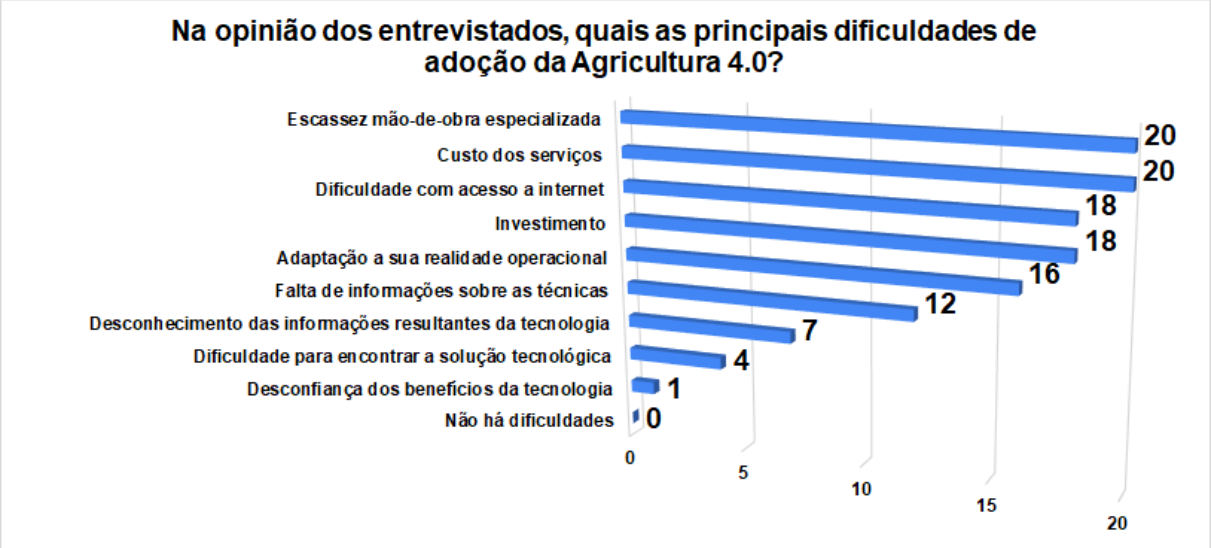


FIGURA 15. As principais dificuldades para adoção da Agricultura 4.0
Fonte: Elaborado pelo autor

Outro gargalo relatado, e citado no estudo, é a dificuldade com o acesso da internet. Mesmo com grande parcela dos produtores tendo acesso à rede, ainda de forma razoável em partes, os agricultores enxergam essa mais uma barreira para adoção da Agricultura 4.0. A falta da cobertura da rede inviabiliza a conectividade e o bom funcionamento dos equipamentos.

E para finalizar o questionário foi perguntado se pretendem adotar as ações desenvolvidas pelas novidades apresentadas pela Agricultura 4.0, e a figura 16 apresenta as respostas dos produtores rurais. A maioria absoluta pretende assumir os procedimentos levantados pelo assunto, como aquisição das tecnologias e as práticas de gerenciamento que são a concepção que origina a Agricultura 4.0. São 97% das respostas favoráveis à adoção das inovações apresentadas no presente artigo.

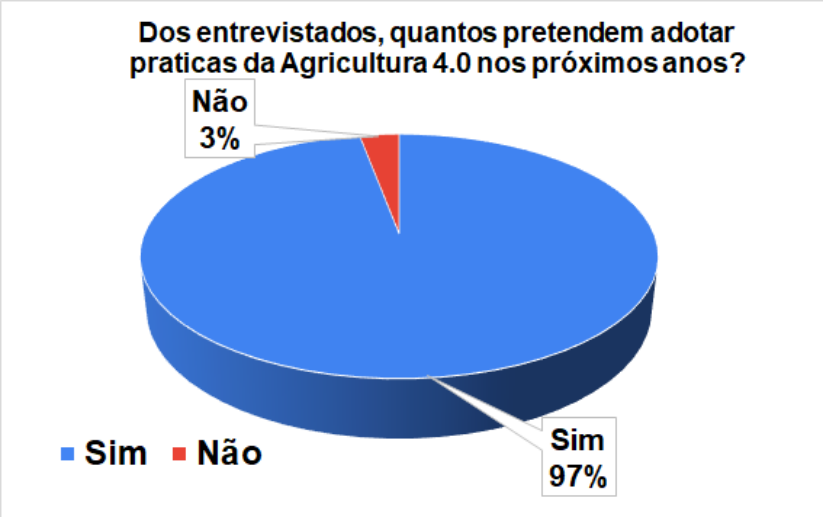


FIGURA 16. Você adotaria as práticas da Agricultura 4.0 nos próximos anos?
Fonte: Elaborado pelo autor

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente trabalho foi realizar o mapeamento da adoção da Agricultura 4.0 sobre os produtores rurais de cana-de-açúcar na região de Jaboticabal. Os resultados apresentaram números satisfatórios e a descrição sobre o cenário ao qual se encontra a implementação das inovações teconlógicas.

O perfil dos produtores rurais que participaram do estudo, em sua maior parte é com experiência prática na lavoura, com mais de 100 hectares disponíveis para o cultivo, sendo em majoritário em áreas próprias. O que indica que são produtores com grande conhecimento e com espaço que possibilita o emprego de economia de escala, isso que pode vir com a adoção da Agricultura 4.0.

Os produtores rurais em grande maioria têm o conhecimento sobre as inovações tecnológicas, ou ao menos já ouviram a respeito. Em suma, acreditam que é uma ferramenta que irá apresentar soluções e suporta-los em suas necessidades. A Agricultura 4.0 irá levar gestão e racionalização das operações aos produtores, e a implantação de sistemas e de máquinas autônomas levará essas soluções ao campo.

A pesquisa também trouxe resultados que norteiam a adoção da Agricultura 4.0 nas lavouras. O acesso da internet é possível em grande parte das propriedades, porém a instabilidade da conexão pode inviabilizar a utilização das ferramentas. Outro problema é o valor nos investimentos nas soluções oferecidas, que ainda é alto e que pode atrapalhar a princípio o desenvolvimento das ações. Porém o maior gargalo encontrado no estudo é a falta de capacitação dos produtores e profissionais da área a respeito do tema, o que não gera eficiência nas adoções e na disseminação da Agricultura Digital.

Por fim, o estudo traz informações positivas sobre a opinião da adoção da Agricultura 4.0. Os produtores rurais demonstraram interesse sobre o assunto e acreditam que ela pode ser benéfica para suas lavouras, e que pretendem adotá-las no futuro. De fato, a inovação tem que estar sempre presente em todos os setores da sociedade, e na agricultura não é diferente. Com o passar do tempo e o maior conhecimento sobre as tecnologias desenvolvidas, redução de custos e infraestrutura eficiente disponíveis para o produtor, por exemplo com a instalação da rede 5G de internet e a expansão da rede no país. Assim, a Agricultura 4.0 será a ferramenta que irá conduzir a gestão no campo, e possibilitará ganhos econômicos e ambiental.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS (ABRASEM)**. Estudo analisa benefícios dos transgênicos na agricultura.** Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/estudo-analisa-beneficios-dos-transgenicos-na-agricultura/>. Acesso em 11 de julho de 2020.

ALBERGONI, L; PELAEZ, V. Da Revolução Verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas?. **Revista de Economia,** v. 33, n. 1 (ano 31), p. 31-53, jan./jun. 2007. Editora UFPR

AL-FUQAHA, A; GUIZANI, M; MOHAMMADI, M; ALEDHARI, M; AYYASH. Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols and Applications. **IEEE Communications Surveys and Tutorials 17 2347 2376, 2015.**

ANAIS

ALRESHIDI, E. Smart Sustainable Agriculture (SSA) Solution Underpinned by Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI). **(IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 10, No. 5, 2019**.

FAO. How to feed the world in 2050. (Mendes, Buainain, & Fasiaben, 2014)Rome, 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/wsfs/forum2050/wsfsbackground-documents/issues-briefs/en/>. Acesso em 18 de junho 2020.

GONZALEZ, B. P. La revolución verde en méxico. **AGRÁRIA, São Paulo, Nº 4, pp. 40-68, 2006**.

EMBRABA. A transformação digital impulsiona o futuro sustentável da agricultura, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Acervo?nivel=6&unidade=3524303#/S/PA/A/25/T/5457>. Acesso em 17 de julho de 2020.

IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: < https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/37159329/artigo---a-transformacao-digital-impulsiona-o-futuro-sustentavel-da-agricultura.>. Acesso em 01 de setembro de 2020.

KUMAR, A. S; KUMAR, D. S; MANJUNATH, C.R; SOUMYA, K. N; Impacts of Big Data on Smart Farming. **International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD) ISSN: 2456-6470, Volume 2, Issue, 4.** May-Jun 2018.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A; **Fundamentos de Metodologia Científica.** São Paulo: Atlas, 2007.

LYU, J. **Agriculture 5.0 in China: new technological frontiers and the challenges to increase productivity.** In: China-brazil partnership on agriculture and food security, 2020.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. Agricultura Digital. RECoDAF – **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 72-88, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452.

MOLIN, J. P; AMARAL, L. R; COLAÇO, A. F. Agricultura de precisão. **1. ed. -- São Paulo : Oficina de Textos, 2015**.

PINSONNEAULT, A., & KRAEMER, K. Research Methodology in Management Information Systems. **Journal of Management Information Systems - Special Section: Strategic and Competitive Information Systems Archive, 10, 75-105, 1993.**

PIVOTO, D. Smart farming: concepts, applications, adoption and diffusion in southern brazil. **UFRGS, Porto Alegre, 2018**.

WALEED, M; UM, T; KAMAL, T; KHAN, A; IQBAL, A. Determining the PreciseWork Area of Agriculture Machinery Using Internet of Things and Artificial Intelligence. **Appl. Sci. 2020, 10, 3365; doi:10.3390/app10103365**

ZAMBON, I; CECCHINI, M; EGIDI, G; SAPORITO, M. G; COLANTONI, A. Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs. **Processes 2019, 7, 36, doi:10.3390/pr7010036**.