



Planejamento de um sistema de monitoramento de plantações para aplicação na agricultura familiar

Fábio Von Zuben Moreira^a, Marcos Almeida do Amaral^b e Mariana Zuliani Theodoro de Lima^c

Resumo: As transformações advindas da indústria 4.0 também impactaram a agricultura, sendo designada como Agricultura 4.0, responsável por empregar tecnologias de monitoramento nas plantações. Entretanto, a agricultura familiar ainda não exhibe aplicação das tecnologias existentes, dessa forma, o presente trabalho se propôs a estudar o campo da agricultura 4.0 no Brasil e a circunstância dos agricultores familiares, com propósito de desenvolver um dispositivo capaz de introduzir princípios da agricultura 4.0 em tais propriedades. O trabalho contemplou a elaboração de um levantamento literário,

-
- a Estudante de Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. fabiovzm@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6264-4184>.
- b Mestre em Engenharia Elétrica. Professor na Universidade Presbiteriana Mackenzie. marcos.amaral@mackenzie.br. <https://orcid.org/0000-0003-3239-8888>.
- c Mestre em Física Biomolecular. Professora na Universidade Presbiteriana Mackenzie. mariana.lima@mackenzie.br. <https://orcid.org/0000-0002-6592-5149>.

centrado em startups, indústria e agricultura, junto com um questionário direcionado a agricultores familiares, responsável por coletar 10 respostas e apontar o pequeno contato que os participantes têm com agricultura 4.0, e, por fim, o desenvolvimento de um protótipo, capaz de mensurar temperatura e umidade do ar e umidade do solo nas proximidades de um vegetal, o dispositivo ainda não foi submetido a testes de campo, mas demonstra-se promissor em seu desempenho em condições reais.

Palavras-chave: Agricultura 4.0. Agricultura Familiar. Arduino.

Planning a plantation monitoring system for application in family farming

Fábio Von Zuben Moreira^a, Marcos Almeida do Amaral^b & Mariana Zuliani Theodoro de Lima^c

Abstract: The transformations resulting from industry 4.0 also impacted agriculture, being designated as Agriculture 4.0, responsible for using monitoring technologies in plantations. However, family farming still does not exhibit the usage of existing technologies, therefore, the present work proposed to study the field of agriculture 4.0 in Brazil and the circumstances of family farmers, with the purpose of developing a device capable of introducing principles of agriculture 4.0 in such properties. The project included the elaboration of a literary survey, centered on startups, industry and agriculture, together with a questionnaire directed to family farmers, responsible for collecting 10 responses and pointing out the small contact that the participants have with agriculture 4.0, and finally the development of a prototype, capable of measuring air temperature and humidity and soil moisture near a plant, the

a Bachelor's student in Production Engineering at Mackenzie Presbyterian University. fabiovzm@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6264-4184>.

b Master in Electrical Engineering. Professor at Mackenzie Presbyterian University. marcos.amaral@mackenzie.br. <https://orcid.org/0000-0003-3239-8888>.

c Master in Bio-molecular Physics. Professor at Mackenzie Presbyterian University. mariana.lima@mackenzie.br. <https://orcid.org/0000-0002-6592-5149>.

device has not yet been subjected to field tests, but it shows promise in its performance under real conditions.

Keywords: Agriculture 4.0. Family Farming. Arduino.

Planificación de un sistema de monitoreo de plantaciones para aplicación en agricultura familiar

Fábio Von Zuben Moreira^a, Marcos Almeida do Amaral^b y Mariana Zuliani Theodoro de Lima^c

Resumen: Las transformaciones resultantes de la industria 4.0 también impactaron a la agricultura, siendo designada como agricultura 4.0, responsable por utilizar tecnologías de monitoreo en las plantaciones. Sin embargo, la agricultura familiar no exhibe la aplicación de tecnologías existentes, por lo que el presente trabajo propuso estudiar el campo de la agricultura 4.0 en Brasil y las circunstancias de los agricultores familiares, con el propósito de desarrollar un dispositivo capaz de introducir principios de la Agricultura 4.0 en las propiedades. El trabajo incluyó la elaboración de una encuesta, centrada en startups, industria y agricultura, junto con un cuestionario dirigido a agricultores familiares, responsable de juntar 10 respuestas y señalar el pequeño contacto que tienen los participantes con la agricultura 4.0, y finalmente el desarrollo de un prototipo, capaz de medir la temperatura y la

a Estudiante de pregrado en Ingeniería de Producción en la Universidad Presbiteriana de Mackenzie. fabiovzm@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6264-4184>.

b Maestría en Ingeniería Eléctrica. Profesor de la Universidad Presbiteriana de Mackenzie. marcos.amaral@mackenzie.br. <https://orcid.org/0000-0003-3239-8888>.

c Máster en Física Biomolecular. Profesor de la Universidad Presbiteriana de Mackenzie. mariana.lima@mackenzie.br. <https://orcid.org/0000-0002-6592-5149>.

humedad del aire y la humedad del suelo cerca de una planta, el dispositivo aún no ha sido sometido a pruebas de campo, pero se muestra prometedor en su desempeño en condiciones reales.

Palabras clave: Agricultura 4.0. Agricultura Familiar. Arduino.

1. Introdução

A indústria 4.0 em conjunto com a revolução verde, originaram o conceito da Agricultura 4.0, segundo a qual, métodos computacionais, atrelados à análise de dados e *Internet of Things* (IOT) são empregados, propiciando um aumento de produtividade, somada com diminuição da degradação ambiental e elevação da efetividade do uso de insumos (MASSRUHÁ; LEITE, 2017). Ademais, o desenvolvimento da eletrônica possibilitou a disseminação do emprego de sensores e controladores, que passaram a ser financeiramente viáveis, proporcionando a mensuração de diversas grandezas como temperatura e umidade (LOPES, 2018). O estudo da temperatura se faz de extrema importância, uma vez que a temperatura do solo é uma variável importante para o êxito de uma safra (SENA et al., 2013).

Neste sentido, se faz relevante examinar o cenário da Agricultura 4.0 no Brasil, focando na situação de agricultores familiares, responsáveis pela grande parcela do abastecimento e consumo interno brasileiro, com intuito de elaborar um dispositivo capaz de introduzir princípios da Agricultura 4.0 nessas propriedades. Dessa forma, foi desenvolvido um levantamento literário aplicado em estudos e pesquisas, somado a um questionário voltado a agricultores familiares, além da confecção do dispositivo de mensuração.

Os resultados do questionário apontam para quase inexistência de conhecimento, dos agricultores familiares, a respeito dos princípios da Agricultura 4.0, o que possibilita adoção do protótipo elaborado, como forma de inovação nessas propriedades, uma vez que este proporciona a mensuração e transmissão, via *bluetooth*, da temperatura e umidade nas proximidades do vegetal, fazendo uso da plataforma arduino, configurando um baixo custo e simplicidade, além de um monitoramento introdutório do cultivo.

Ademais concerne especificar que o protótipo foi desenvolvido e submetido a um teste funcional, que consistiu em comprovar seu funcionamento por meio do acionamento de botões chaves e da transmissão de dados advindos dos sensores, entretanto essa abordagem possibilitará estudos futuros visando mensurar qual sua real eficácia e operabilidade em uma colheita.

2. Referencial teórico

2.1 Agricultura 4.0

Os esforços para o desenvolvimento de tecnologias industriais promoveram a quarta revolução industrial ou indústria 4.0, originária da Alemanha, que aplica as principais tecnologias vinculadas a automação e manejo de informações, sendo assim, relevante também para o aumento da produtividade do agronegócio no contexto da revolução verde (MILAGRE. et al., 2018). A partir deste conceito, surge a conceituação de Agricultura 4.0, também denominada de agricultura digital (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

As tecnologias modernas, como robotização e sensores óticos, são incumbidas de gerar uma quantidade abundante de dados e assegurar um aumento de precisão na produção agrícola, abrandando o desperdício de insumos e administrando a aplicação de defensivos. Ademais, essa precisão e controle ocasionarão uma previsibilidade de colheita maior, que é passível de ser agregado a conectividade fazendo uso da IOT, tão difundida na Agricultura 4.0 (PARRONCHI, 2018).

O grande volume de dados e informações que a tecnologia proporciona podem trazer vantagens para o bem-estar social (MILAGRE et al., 2018), tendo em vista que recursos naturais finitos, mudanças climáticas, aliados com expectativa de expansão populacional, acarretam uma forte urgência para a elaboração de modos de produção sustentáveis, que empregam tecnologia de forma acentuada, sendo assim, aptos a certificar

segurança alimentar para futuras gerações (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

O plantio de morango no Brasil, por exemplo, é uma atividade intensiva de mão de obra, capaz de exibir uma redução de gastos com insumos, por meio da aplicação tecnológica, como sensoriamento ou de maneira instintiva (MACHADO, 2018).

2.2 Startups: inovação de métodos e aplicação tecnológica

O comércio estrangeiro pode ser alcançado de forma mais veloz e efetiva, com a utilização das tecnologias de informação e comunicação. Entretanto, é preciso que a empresa detentora dessa tecnologia qualifique seus funcionários de forma assertiva (WILKINSON; RAMA, 2018).

O Brasil apresenta inúmeras regiões em que as startups agrícolas têm crescido exponencialmente, com amparo de ações públicas e privadas, destacando os ecossistemas dessas empresas em Piracicaba e Mato Grosso. Com atividades digitais, essas empresas evidenciam um novo modelo de ecossistema de inovação do sistema agroalimentar, que deve ser foco de agências estaduais de inovação e universidades para a elaboração de projetos (WILKINSON; RAMA, 2018).

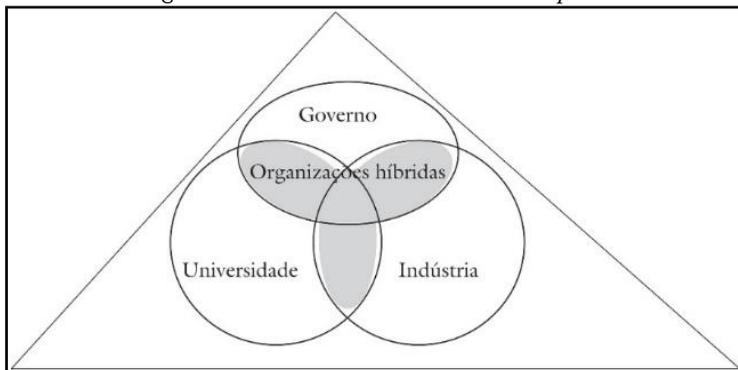
2.3 Fatores que podem impulsionar a inovação

O desempenho de uma empresa é determinado por vários fatores, sendo que um dos mais significativos é o conhecimento, considerado um aspecto fundamental para conquista de vantagem competitiva sustentável, dessa forma, sua administração é de acentuada importância, impactando diretamente a capacidade de inovação. (CORREIA; MENDES; MARQUES, 2018)

O modelo do Triângulo de Sabato, associado com a Trílice Hélice, estabelece que as ações entre universidades, governo e empresa, são vinculadas com a concepção de inovação. Assim, o governo prove apoio a execução de pesquisas, a universidade

qualifica os trabalhadores, e as empresa promovem a demandas. Sua aplicação, de forma ideal, abrange um padrão dinâmico, segundo o qual, a convergência dos integrantes proporciona invocação científica e tecnológica (COUTINHO, 2018).

Figura 1 - Estrutura social da Hélice Tríplice



Fonte: Etzkowitz e Zhou (2017, p.41).

3. Metodologia

A parte conceitual deste projeto foi estabelecida por uma pesquisa exploratória e bibliográfica, junto com análise de tendências científicas e de mercado, examinando projetos de startups e empresas já consolidadas no agronegócio.

A parte prática foi decomposta em duas vertentes. A primeira, destinada a enviar um questionário para os interessados sobre tecnologia e investigar potenciais de aplicação, além de conhecimentos, ferramentas, inovações e restrições que se fazem presentes em suas realidades.

A segunda vertente, voltou-se à elaboração de um protótipo para monitoramento de amostras na plantação, que ocorreu em três etapas: construção de uma estrutura portátil, elaboração do circuito elétrico e ajustes de um recipiente para conter o circuito.

A primeira etapa da elaboração fez uso de quatro tábuas de

madeira, com aproximadamente 50 centímetros de comprimento, que após serem adornadas com verniz foram unidas fazendo uso de duas mãos francesas. As tábuas são sustentadas por quatro hastes, fixadas nas extremidades de cada tábua, sendo que uma das tábuas apresenta uma dobradiça, para colocar a estrutura ao redor de vegetais de grande porte.

O segundo estágio se destinou a montar o circuito, fazendo uso da plataforma arduino, com os seguintes componentes: 4 baterias, modulo arduino uno, *protoboard*, sensor de umidade do solo, sensor dht-22, modulo hc-06, *cooler*, *jumpers*, 3 botões chave, modulo cartão MicroSD. E a terceira parte se voltou a realizar alguns ajustes no recipiente que contém o circuito, como adorar com verniz, acrescentar aberturas, para circulação de ar e adicionar dois parafusos em “L”, com intuito de possibilitar que o recipiente fique sustentado pela estrutura, oferecendo assim ao agricultor, informações para qualidade do seu plantio, visando baixo custo.

4. Resultados e discussão

4.1 Levantamento literário

Vinicius et al. (2019) consideram a Indústria 4.0 como um agrupamento de tecnologias respaldadas nos princípios e vínculos entre sistemas cyber-físicos, IOT e Big Data, com escopo de auxiliar interpretação e considerações feitas por seres humanos.

Rocha e Costa (2019) apontam que tecnologias de IOT amparam a agricultura inteligente, operando com dispositivos avançados, como aplicativos de controle e drones, aptos a estimular a agricultura familiar ou biológica, além de propiciar uma elevação de produtividade acompanhada pela redução do desperdício

Massruhá, Leite (2017) conceituam a Agricultura 4.0 como uma compatibilidade a Indústria 4.0, empregando a conectividade entre aparelhos, sensores, apuramentos analíticos para processar

grande volume de dados e constituir sistemas de suporte para tomada de decisão

Rieger e Trennepohl (2019) apontam que a implantação de equipamentos e máquinas agrícolas na área rural constituem condutas que impulsionaram o processo de industrialização, aproximando o agronegócio da indústria, acarretando o desenvolvimento do Brasil e impactando regiões produtoras, como Rio Grande do Sul. Ademais, as políticas de crédito rural compõem outro fator que dirigiu investimentos tecnológicos no setor, o que compreendeu de tratores a veículos aéreos não tripulados (LUCHETTI, 2019).

Lima et al. (2017) contempla que empresas estruturadas em tecnologia, intituladas Startups, têm grande factibilidade operacional, sobretudo no que se refere a proposta de valor alinhada com as insuficiências do agronegócio no Brasil. Alves, Conejero e César (2019) executaram um estudo de caso com uma incubadora, dotada de grande competência para transferir conhecimento em razão do suporte da universidade e empresas, e constatam que incubadoras auxiliam o desenvolvimento de empresas tecnológicas

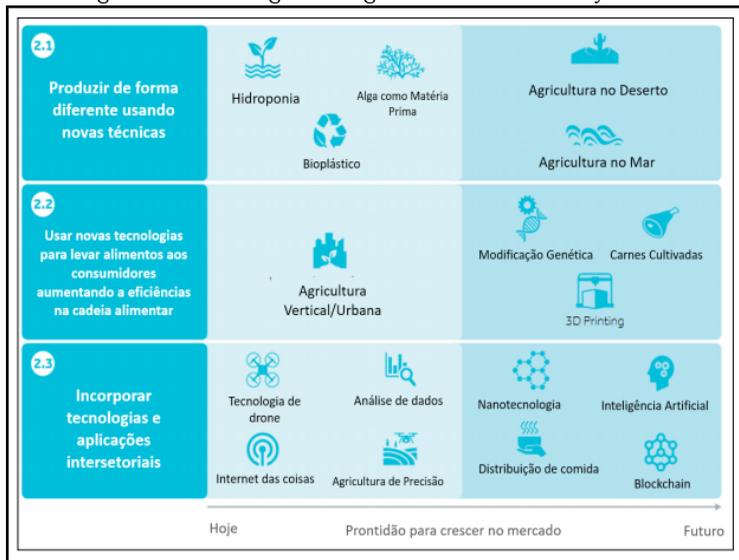
Lemos (2017) compreende em seu trabalho dados pertencentes ao 1º Censo AgTech Startups Brasil (2016), que contemplou um questionário encaminhado a 75 startups agrodigitais, utilizado para efetuar uma disposição do setor técnico do agronegócio brasileiro. O censo evidencia que as Startups de destaque operam nas seguintes áreas: drones e robótica; agricultura *indoor*; consultoria; proteção de cultivos; comercialização de produtos; irrigação e tecnologias ligadas ao consumo de água; segurança alimentar e rastreabilidade; comercialização de produtos; comercialização de insumos

França et al. (2019) considera que os pilares fundamentais da transição digital na agricultura moderna são: Pilar Sistemas (soluções tecnológicas que apoiam a tomada de decisão); Pilares

Banco de Dados e Padrão Metadados; Pilar Especialistas e Colaboração (parcerias, comunicação e colaboração com peritos); Pilares Objetivos; Pilar planejamento estratégico e modelos de competição (definição e criação de modelos de estratégia); Pilar Identificação e desenvolvimento de recursos e habilidades humanas (identificação de habilidades e capacitação); Pilar Cliente (cliente tido como usuário final); Pilar Inovação (experimentação voltada ao aprendizado); e Pilar Criação de Valor (valor que a atividade transfere ao cliente).

A Figura 2 ilustra alguns exemplos de tecnologias contemporâneas, associadas pela usabilidade, que compõem a Agricultura 4.0, junto com possíveis tendências futuras. Dessa forma, pode-se analisar quais tecnologias englobam o agronegócio atual e refletir no que ainda está por vir.

Figura 2 – Tecnologias da Agricultura 4.0 atuais e futuras



Fonte: Neumann (2019, p.27).

O levantamento bibliográfico, compreendeu materiais

acadêmicos e pesquisas, referentes a Agricultura 4.0, no entanto, para expandir a análise e investigar a realidade dos agricultores, com destaque aos grupos familiares, foi feito um questionário.

4.2 Análise do questionário

Concerne identificar que agricultores familiares, se adentram aos seguintes aspectos: não possuir área maior do que quatro módulos fiscais, empregar predominantemente mão de obra familiar nas atividades econômicas do seu empreendimento, dirigir o empreendimento com seus familiares, presentes Lei 11.326, de 24 de julho de 2006 (VALENT et al., 2019).

O questionário utilizado contempla seis questões (Quadro 1), de aspecto quantitativo e qualitativo, que foram enviados via e-mail, usando a plataforma Google Formulário. Os endereços de e-mails foram selecionados da Associação de Agricultura Natural de Campinas e Região (ANC) e do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, no qual foram coletados e-mails de produtores familiares e orgânicos, especificamente com prática de produção primária. Ao todo, foram enviados aproximadamente 184 e-mails, e é relevante ressaltar que houve tentativas de enviar o questionário por outras redes sócias, manifestando grande dificuldade para obter respostas, no total há 10 respostas.

Quadro 1 – Síntese do questionário e respostas

Número	Enunciado	Qtd. respostas	Conclusões
1	Você conhece a Internet das Coisas (IOT)?	10	Nenhum dos participantes possui conhecimentos sobre IOT.
2	Atualmente tudo está mais moderno. Existem máquinas computadorizadas, telefones, celulares, que recebem e enviam mensagens e caixas eletrônicos	10	50%: Não tenho problema com as tecnologias, pelo contrário, até gosto de usá-las; 50% quando não sei alguma coisa busco ajuda com outras

	onde é possível pagar contas, fazer transferências, e até tirar talão de cheques. Como você avalia a sua relação com as novas tecnologias?		peças. Os participantes não apresentam dificuldades para utilizar tecnologias ou possuem acesso à suporte técnico (ou de alguém com conhecimento).
3	Fez alguma inovação na propriedade nos últimos 2 anos?	10	70%: sim; 30%: Não. A maioria dos participantes realizou inovações nos últimos anos.
4	Caso sua resposta na questão anterior tenha sido 'Sim', qual foi a inovação?	7	Nenhuma das inovações apresentadas faz uso claro de tecnologias associadas às tecnologias da Agricultura 4.0.
5	Caso não tenha feito nenhuma inovação, quais as razões que lhe impedem de usar tecnologias na sua propriedade?	6	Pode se considerar que o motivo majoritário seja a falta de recursos.
6	Quanto a escolaridade, gostaria de saber quanto tempo de estudo você teve e até qual série?	10	Os participantes possuem variados graus de escolaridade, sendo detalhado na análise desta questão que encontra-se a seguir.

Fonte: Autores.

Questão 1

A primeira pergunta foi destinada a averiguar se os participantes possuem conhecimento sobre IOT, contempla os sete modelos de argumentações apresentadas como resposta, que por mais que possuam diferentes escritas, podem ser agrupados, concluindo de que nenhum participante conhecia a IOT. A ausência dessa compreensão pode estar associada a terminologia da expressão, entretanto, ela foi utilizada por conta de seu grande aparecimento em trabalhos acadêmicos.

A IOT se destina a estabelecer uma rede entre aparelhos, sendo largamente empregada na indústria, de maneira análoga, a

Agricultura 4.0 similarmente utiliza sensores e conexão entre dispositivos, com intuito de auxiliar a tomada de decisões, englobando assim, a internet das coisas (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

Desse modo, é notório que a pergunta almejava analisar se o conceito da IOT já está presente no cenário da agricultura familiar atual. Mesmo que essa tecnologia tenha uma alta aplicabilidade, pode-se pressupor a existência de um entrave para adoção de tecnologias avançadas e para a ampliação da Agricultura 4.0, cuja uma das bases é a IOT. Castilho (2018) considera que a implementação é a maior dificuldade, no que se refere a utilização de IOT.

Questão 2

A segunda pergunta foi destinada a analisar a relação entre os usuários e as tecnologias, e indica duas concepções. Levando em conta a primeira, a integração de tecnologias nas práticas agrícolas acarreta a facilitação do uso de interfaces homem-máquina, assim, a inexistência de problemas com a tecnologias, pode estar vinculado a praticidade das mesmas, que se destinam a simplificar sua relação com utilizador (STEINKE, 2019).

Entretanto, são reconhecidos alguns obstáculos para a agricultura familiar se adaptar ao modelo tecnológico atual, como: falta de assistência técnica, insuficiência de recursos financeiros, acesso a políticas de crédito, entre outros suficientes para limitando o emprego tecnológico (SOUZA et al., 2019). Ademais, é possível constatar que a agricultura familiar tem a heterogeneidade como uma de suas características, ou seja, existem muitas realidades com singularidades próprias que as distinguem, como exemplo, as formas e meios de produção, área, tecnologia, conhecimento e disponibilidade de recursos. (BREITENBACH, 2018)

A segunda concepção, relativa à busca de auxílio para

utilizar tecnologias, faz alusão a troca de conhecimentos nas áreas rurais. Assim, entende-se que os conjuntos sociais do campo, por mais distintos que sejam, tem desenvolvido processos, estabelecidos nas redondezas locais, de elaboração de conhecimento (DA SILVA; DE DIOS-HERNANDEZ; MADERA-PACHECO, 2020), assim, pode-se inferir que a ajuda buscada, pelo usuário, encontra-se nas proximidades, isto é, o agricultor se instrui com seus pares nos arredores.

Questões 3 e 4

A questão 3 foi relativa à ocorrência de inovações, e evidenciou que a maioria dos participantes efetuou inovações em um período de dois anos. Em assentimento com a Lei 10.973, de 21/12/2004, a inovação é qualificada como introdução de novidade ou aprimoramento no meio social ou produtivo, desse modo, dentro da agricultura, as inovações são incluídas no desenvolvimento rural, colaborando para o aumento da produtividade, junto com a condição de vida do produtor rural (FARIA, 2012). As conclusões a respeito das inovações podem ser consultadas na tabela da “Questão 4”, retirada de Abreu (2010).

Questão 5

A quinta questão foi responsável por investigar as causas que impedem a inovação, e abrangeu todos os participantes que não puderam implementar algum tipo de inovação, compreendendo também os membros que responderam a terceira questão. Assim, considera-se provável que um indivíduo tenha realizado uma inovação, mas não foi capaz de realizar outra, ou ainda, é plausível que a inovação efetuada não esteja vinculada com aplicação de tecnologia, o que fez os participantes apontarem seus motivos.

Após analisar as respostas é notório que houve dois

conjuntos de explicações, o preponderante, alusivo a “Falta de recursos”, e o minoritário, referente ao preenchimento da opção “outro”, relativo a uma circunstância singular. Mesmo que essa resposta detalhe uma particularidade no questionário, a sua explanação para inexistência de inovação, se fundamenta na falta de recursos, o que configura a mesma resposta apontada pelo conjunto majoritário, assim, os dois grupos foram analisados como um só, devido a justificativa ser a mesma.

A disseminação e emprego de tecnologias são complexos, tendo diversos aspectos relacionados, como: peculiaridades da produção, particularidades da propriedade, conjuntura do agricultor e características socioeconômicas; que condicionam as deliberações a respeito do uso de tecnologias (SOUZA et al., 2019). Grande parte dos participantes adotaram inovações, entretanto verifica-se que a ausência de recursos, nestes casos foi restritiva e não impeditiva.

Questão 6

A questão 6 foi relativa ao grau de escolaridade dos participantes, e tornou possível segmentá-los em 4 grupos, sendo eles: Superior (compreende as respostas “superior” e “superior completo”); “Superior incompleto”; Médio (abrange “2 graus completo” e “ensino médio”); Pós-graduado (adentra “Pós graduado” e “Superior com especialização”).

4.3. Análise do dispositivo

O dispositivo desenvolvido neste trabalho consiste em um circuito coletor de três dados fundamentais de um vegetal próximo ao solo, sendo estes: temperatura, umidade do solo e umidade do ar. A elaboração do dispositivo se procedeu em três etapas, sendo a primeira designada para montar a estrutura portátil incumbida de sustentar o circuito e sensores, a segunda etapa se destinou a elaborar o arranjo dos componentes

eletrônicos, preparado para efetuar mensurações da temperatura e umidade do ar e do solo. A última etapa foi reservada para confecção de um pequeno recipiente para acomodar o circuito.

A estrutura ilustrada na Figura 4 tem o objetivo de auxiliar o usuário na colocação do equipamento ao redor do vegetal, uma vez que o dispositivo pode ficar sustentado em uma das tábuas, propiciando o monitoramento da umidade e temperatura em suas proximidades do vegetal.

Figura 4 – Estrutura



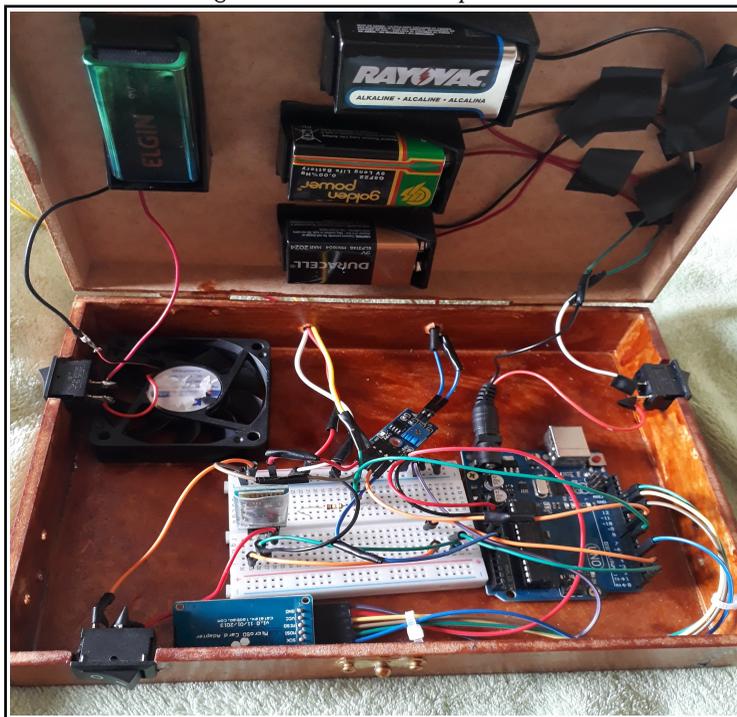
Fonte: Autores.

O circuito elaborado no presente trabalho (Figura 5) é composto pelos seguintes componentes: *Protoboard*, sensor de umidade do solo, sensor de umidade e temperatura (DHT-22), modulo *MicroSD card*, modulo HC-06 de comunicação *bluetooth*, placa Arduino Uno, resistor, *jumpers*, *cooler*, botão chave, suporte de baterias.

É importante salientar que o modulo HC-06 funciona somente no modo “*slave*”, ou seja, este não se conecta a outros dispositivos, apenas proporciona que instrumentos se conectem a ele (MENEZES, 2018). Assim, o usuário do equipamento permanece apto a analisar a temperatura e umidade do solo e do

ar de forma fácil e ágil, compreendendo as faixas de operação de -40°C a 80°C , relativa a temperatura do ar, e 0 a 100% para umidade do ar, referentes ao sensor DTH22, cuja precisão para a temperatura e umidade são $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ e $\pm 2\%$ respectivamente (MACHADO, 2017).

Figura 5 – Circuito e componentes



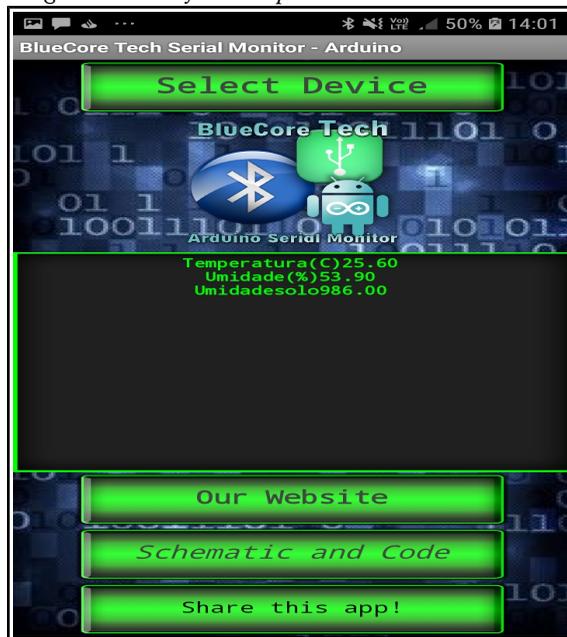
Fonte: Autores.

O Arduino é uma plataforma *open source*, projetada sobre um microcontrolador, com possibilidade de ser programado fazendo uso de uma linguagem similar a C/C++, o que proporciona o desenvolvimento de projetos simples e interativos, que unem software e hardware (OLIVEIRA; ZANETTI, 2015). Desse modo ele é baseado em uma placa microcontroladora, de

baixo dispêndio elétrico e financeiro, capaz de se comportar de acordo com as instruções do usuário, dispostas por compilações em sua interface.

Por consequência de adversidades vinculadas à pandemia presente no ano de 2020, não foi possível efetuar testes concretos em campo, assim, o trabalho se restringiu apenas a ligar e confirmar o funcionamento do protótipo. Com intuito de ler os dados provenientes do Arduino, por meio da conexão *bluetooth*, foi empregado um aplicativo chamado *BlueCore Tech Serial Monitor*, responsável por revelar os dados monitorados na tela de um smartphone (Figura 6).

Figura 6 - Interface do aplicativo na tela do celular



Fonte: Autores.

A principal finalidade do protótipo desenvolvido é atuar na inserção de tecnologia na agricultura familiar, desse modo,

levando em conta o levantamento literário e o questionário, que foram destinados a analisar o cenário brasileiro e a situação dos agricultores familiares respectivamente, é possível depreender a ausência de um alinhamento entre os avanços e tendências da Agricultura 4.0 com a realidade das propriedades familiares.

O questionário trouxe dados mais próximos dos agricultores e abrangeu informações importantes para elaboração do protótipo, como: restrições dos participantes, sua relação com tecnologia, realização de inovações e tecnologias utilizadas. Tendo em vista, que nenhum dos participantes exibiu conhecimento de princípios básicos ou mesmo indícios da aplicação de tecnologias da Agricultura 4.0, incluindo os indivíduos com pós-graduação, a inovação foi o único aspecto que se fez próximo a Agricultura 4.0, sendo que mais da metade deles realizou inovações. Assim, o desenvolvimento do dispositivo teve enfoque na facilidade de manuseio e inserção tecnológica.

Desse modo, o dispositivo se apresenta como uma possível inovação para os agricultores familiares, uma vez que este perpassa a “ausência de recursos”, considerada principal empecilho para realização de inovação, e tem capacidade de inserir conceitos básicos da Agricultura 4.0 em propriedades familiares. Ademais, concerne ressaltar que os participantes indicaram não possuir dificuldades para utilizar tecnologias e se mostram interessados em buscar inovações, o que sugere a ausência de problemas para emprego do dispositivo.

5. Considerações finais

Os principais objetivos do presente trabalho foram indicar as principais tecnologias da Agricultura 4.0, evidenciada nos estudos explorados, e examinar o contexto de agricultores familiares, com foco na utilização e acessibilidade de tais tecnologias. Ademais, foi proposto a elaboração de um protótipo, destinado a introduzir

os princípios da Agricultura 4.0 na realidade dos agricultores familiares.

O aparelho elaborado ainda não foi sujeito a testes em campo, entretanto seu funcionamento foi comprovado pelas imagens apresentadas, e seu desenvolvimento levou em conta diferentes perspectivas de agricultores familiares, como custo e nível de maturidade que a Agricultura 4.0 possui nessas propriedades, conseqüentemente a aplicação do questionário se mostrou essencial para ajustar o aparelho as realidades dos agricultores familiares.

Assim, pode-se afirmar que é factível empregar tecnologias da Agricultura 4.0 no campo, empregando dispositivos de baixo custo passíveis de adequação. Em síntese, o presente trabalho congregou uma abordagem teórica e prática para acrescentar informações sobre o cenário agrícola atual, colaborando tanto para estudo que tem enfoque na convergência da Indústria 4.0 com Agricultura 4.0 quanto para trabalhos voltados ao desenvolvimento tecnológico. Concerne ressaltar que os resultados ainda se mostram preliminares por causa da adesão ao preenchimento, sendo que estudos mais amplos podem trazer novos resultados.

Referências

AGRICULTURA FAMILIAR: Organização da produção.

Chapecó: FETRAF-Sul/Cut, 2007. (Terra Solidária: 4). 193 p.

ABREU, M. M. Inovações Tecnológicas na agricultura familiar sob a ótica dos agricultores familiares de Chapecó e região oeste de Santa Catarina. (região da AMOSC). 2010. Monografia (Pós-Graduação em Gestão Social de Políticas Públicas) – UNOCHAPECÓ, Chapecó, 2010.

ALVES, M. D. A. R; CONEJERO, M. A.; CÉSAR, A. D. S. Desafios

e inovações em incubadoras de base tecnológica do agronegócio: um estudo de caso da Ineagro. **RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT**, Vargem Grande Paulista, v. 5, n. 5, p. 1-21, mar. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i5.935>. Acesso em: 27 fev. 2020.

BREITENBACH, R. Participação econômica das atividades de subsistência na agricultura familiar. **Redes (St. Cruz Sul, Online)**, Santa Cruz do Sul, v. 23, n. 1, p. 53-68, jan. 2018. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/6780>. Acesso em: 29 mar. 2020.

CASTILHO, L. B. F. D. **Co-simulação de rede para internet das coisas**. 2018. Dissertação (Mestrado em dupla diplomação em Sistemas de Informação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Bragança, 2018.

CORREIA, P. M. A. R.; MENDES, I. O.; MARQUES, N. S. L. Gestão do conhecimento e da inovação. Determinantes da competitividade organizacional: um estudo de caso de uma empresa de consultoria tecnológica. **Revista estudo & Debate**, Lajeado, v. 25, n. 1, p. 192-215, 2018.

COUTINHO, E. **Interações entre universidade, indústria e governo para inovação no Brasil, sob a ótica teórica da tríplice hélice**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

DA SILVA, L. X.; DE DIOS HERNÁNDEZ, D.; MADERA PACHECO, J. A. A geração de conhecimento e as inovações sócio-organizativas da agricultura familiar: o caso de Dom Feliciano, RS.

Redes (St. Cruz Sul, Online), Santa Cruz do Sul, v. 25, n. 1, p. 164-188, jan. 2020. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/14100>. Acesso em: 1 abr. 2020.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 31, n. 90, p. 23-48, maio 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000200023&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 3 fev. 2019.

FARIA, S. S. **Adoption of innovation by family farms: the case of grape cultivation in Goiás state**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

FRANÇA, R. *et al.* Transformação digital na agricultura moderna: pilares e proposta de molde para o futuro da inovação agrícola. CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO (CIKI), 9., 2019, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, UFSC, v. 1, n. 1, nov. 2019. Disponível em: <http://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/646>. Acesso em: 28 fev. 2020.

GONÇALVES, C. F. B. *et al.* Um estudo sobre a influência da Iot no gronegócio. **Gestão, Inovação e Empreendedorismo**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 24-35, ago. 2018. Disponível em: <http://ojs.faculademetropolitana.edu.br/index.php/revista-gestao-inovacao/article/view/9>. Acesso em: 18 out. 2019.

LEMOS, G. S. **Ecosistema de startups agtech no Brasil: inovação, competitividade e upgrading no agronegócio.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão de Agronegócios) - Universidade de Brasília, Planaltina-DF, 2017.

LIMA, J. G. D. *et al.* Startups no agronegócio brasileiro: uma revisão sobre as potencialidades do setor. **Brazilian Journal of Production Engineering**, Espírito Santo, v. 3, n. 1, p. 107-121, jun./2017.

Disponível em:

http://teste.periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/v3n1_10. Acesso em: 6 fev. 2020.

LOPES, N. F. **Desenvolvimento de sensores sem fio para o monitoramento do transporte de frutas e legumes.**

2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

LUCHETTI, A. **Utilização de drones na agricultura: impactos no setor sucroalcooleiro.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019.

MACHADO, B. F. **Sistema de monitoramento da qualidade do ar por meio de microssores aplicado ao conceito de cidade inteligente.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica do Paraná, Londrina, 2017.

MACHADO, J. Agricultura de precisão em cultivo de morango. **Revista GEAMA**, Recife, v. 4, n. 1, p. 54-56, jan./mar. 2018.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. Agro 4.0-rumo à agricultura digital. *In*: MAGNONI JÚNIOR, L. *et al.* (org.). **JC na**

Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. Disponível em:
<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1073150>.

Acesso em: 18 jan. 2019

MENEZES, S. T. **Instrumentação para coleta telemétrica em tempo real de forças aplicadas em pedais.** 2018. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas Eletrônicos e Automação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

MILAGRE, A. P. A. *et al.* Mapeamento do uso de tecnologias no agronegócio na microrregião de Frutal. **Revista Gestão, Inovação e Empreendedorismo**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 9-23, ago. 2018.

NEUMANN, M. C. **Agricultura 4.0:** protótipo de um internet of things (IoT) na cultura da Lactuca Sativa. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

OLIVEIRA, C. L. V; ZANETTI, H. A. P. **Arduino Descomplicado:** como elaborar projetos de eletrônica. São Paulo: Érica S.A., 2015.

PARRONCHI, P. Os pioneiros do desenvolvimento e a Nova Agricultura 4.0: desenvolvimento econômico a partir do campo? The development pioneers and the New Agriculture 4.0: economic development from the countryside?. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA POLÍTICA, 23., 2018., Niterói. **Anais [...].** Niterói: Sociedade Brasileira de Economia Política, 2018. Disponível em: <https://sep.org.br/anais/>. Acesso em: 18 jan. 2019.

RIEGER, F. C.; TRENNEPOHL, D. A relação agronegócio-

indústria no processo de desenvolvimento territorial: a relevância da indústria de maquinários agrícolas no Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 1702-1722, jan. 2019. Disponível em:

<http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/1166/113>
2. Acesso em: 20 out. 2019.

ROCHA, A. S.; COSTA, H. T. V. **Integração entre o mundo real e o virtual no contexto da IoT: Internet das Coisas e Blynk operacionalidade e viabilidade**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

SANTOS, R. A. **O processo de modernização da agricultura no sudoeste do Paraná**. 2008. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008.

SCHWARTZ, C. **The reception of the information and communication technologies among familiar farmers in Santa Maria, Rio Grande do Sul**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SENA, J. *et al.* Simulação do comportamento da temperatura do solo através da temperatura do ar. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, p. 291-294, dez. 2013. Edição Especial.

SOUZA, P. M. *et al.* Diferenças regionais de tecnologia na agricultura familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 57, n. 4, p. 594-617, dez. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?>

[script=sci_arttext&pid=S0103-20032019000400594&lng=en&nrm=iso](#). Acesso em: 29 mar. 2020.

STEINKE, R. G. **Projeto de uma interface homem-máquina de uma colhedora de grãos com foco em usabilidade**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2019.

VALENT, J. Z. *et al.* Heterogeneidade estrutural: configurações organizacionais da agricultura familiar. **Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional**, Santa Cruz do Sul, RS, v. 23, n. 23, p. 1-14, set. 2019. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/view/19059>. Acesso em: 21 mar. 2020.

VINICIUS, M.; GERIBELLO, R.; PINTO, S.; PAULETTI INOUE, J.; AMARANTE, M. Indústria 4.0 impactos da tecnologia da informação na nova indústria. **Revista Pesquisa e Ação**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 127-147, jun. 2019. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/651>. Acesso em: 13 out. 2019.

WILKINSON, J.; RAMA, R. Indústria 2027: estudo de sistema produtivo – Agroindústrias. **Portal da Indústria**, Brasília, DF, maio 2018. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/5/industria-2027-estudo-de-sistema-produtivo/#industria-2027-estudo-de-sistema-produtivo-agroindustrias%20>. Acesso em: 22 jan. 2019.