

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

SABRINA APARECIDA PEREIRA

**IMPACTOS DA AGRICULTURA 4.0 NOS PEQUENOS PRODUTORES RURAIS DE
UMA COOPERATIVA DO AGRONEGÓCIO NO PARANÁ**

PONTA GROSSA

2023

SABRINA APARECIDA PEREIRA

**IMPACTOS DA AGRICULTURA 4.0 NOS PEQUENOS PRODUTORES RURAIS DE
UMA COOPERATIVA DO AGRONEGÓCIO NO PARANÁ**

**Impacts of agriculture 4.0 on small rural producers in an agribusiness
cooperative in Paraná**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Engenharia de
Produção da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Regina Negri Pagani

PONTA GROSSA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

08/10/23, 20:48



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Ponta Grossa



SABRINA APARECIDA PEREIRA

**IMPACTOS DA AGRICULTURA 4.0 NOS PEQUENOS PRODUTORES RURAIS
DE UMA COOPERATIVA DO AGRONEGÓCIO NO PARANÁ**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Engenharia De Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Gestão Industrial.

Data de aprovação: 29 de Agosto de 2023

Dra. Regina Negri Pagani, Doutorado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Andrea Antunes Da Luz, Doutorado – Unicesumar

Dra. Juliana Vitoria Messias Bittercourt, Doutorado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Marilisa Do Rocio Oliveira, Doutorado – Universidade Estadual de Ponta Grossa (uepg)

Dr. Myller Augusto Santos Gomes, Doutorado – Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 29/08/2023.

Dedico esta dissertação aos meus filhos Lucas e Elisa, pela força que eles me deram para continuar nesse meu projeto para a realização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e aos meus pais Paulo (*in memoriam*) e Zulméia, pela vida que eles me deram e por todo apoio durante o período escolar, durante a infância e adolescência, todos os sacrifícios que eles fizeram para que eu conseguisse chegar até aqui, sou eternamente grata por todo o incentivo e pelos ensinamentos.

A minha querida irmã, Saihonara Pereira, que além de ser um exemplo, sempre me incentivou para que eu concluísse meu mestrado.

Agradeço aos meus filhos Lucas e Elisa, que me dão forças todos os dias e motivos para sonhar e ser uma pessoa melhor e mais dedicada na vida.

Agradecimento especial à minha orientadora Profa. Dra. Regina Negri Pagani, por toda compreensão e condução nos ensinamentos que me passou, por ter se dedicado assiduamente para me auxiliar e, principalmente por não ter me deixado desistir no momento mais difícil, por ter olhado nos meus olhos e falado que eu iria conseguir. Se não fosse a sua empatia e compreensão, jamais teria conseguido.

As minhas colegas do mestrado que me ajudaram em vários momentos, tiraram dúvidas e estiveram acompanhando meu projeto, Tatiane Pasquin e Fabiane Souza.

À banca pelas orientações, correções e principalmente pelo apoio.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por prover os recursos e a estrutura com excelência em ensino, para que essa dissertação fosse construída.

Agradeço a Cooperativa, por ter me recebido de braços abertos para a realização da pesquisa, por ter proporcionado todo suporte de informações e parte técnica para que a pesquisa fosse realizada.

E a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

Agradeço também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), código de financiamento 001, pela bolsa de estudos recebida durante meu mestrado.

RESUMO

A inovação tecnológica tem sido implementada de forma mais intensiva na agricultura brasileira nas últimas décadas. Essas tecnologias, podem ser percebidas nas máquinas, defensivos agrícolas, aplicativos, e até mesmo no solo e nas sementes utilizadas. Essa onda de inovação tecnológica na agricultura, conhecida como Agricultura 4.0, afeta a todos os produtores rurais, inclusive os produtores rurais de pequeno porte, que podem possuir menos recursos para se adaptarem às mudanças. Assim, esse estudo tem como objetivo analisar quais são os impactos que a Agricultura 4.0 gera para os produtores rurais de pequeno porte que participam de uma cooperativa agroindustrial na região dos Campos Gerais, no estado do Paraná. Para alcançar este objetivo, será realizada uma Revisão Sistemática de Literatura, por meio da metodologia Methodi Ordinatio. Adicionalmente, será realizada uma pesquisa de campo amostral junto a 200 cooperados de pequeno porte, integrantes da cooperativa objetivo de estudo, visando investigar como esses cooperados têm aderido, se adaptado e reagido às tecnologias da Agricultura 4.0.

Palavras-chave: agricultura 4.0; transferência de tecnologia; cooperativas; agronegócio; pequenos produtores rurais; inovação tecnológica.

ABSTRACT

Technological innovation has been implemented more intensively in Brazilian agriculture in recent decades. These technologies can be seen in machines, pesticides, applications, and even in the soil and seeds used. This wave of technological innovation in agriculture, known as Agriculture 4.0, affects all rural producers, including small producers, who may have fewer resources to adapt to changes. Thus, this study aims to analyze the impacts that Agriculture 4.0 generates for small rural producers who participate in an agroindustrial cooperative in the Campos Gerais region, in the state of Paraná. To achieve this objective, a Systematic Literature Review will be carried out, using the Methodi Ordinatio methodology. Additionally, a census field survey will be carried out with 200 small cooperative members, members of the cooperative objective of study, aiming to investigate how these small cooperative members have adhered, adapted and reacted to the technologies of Agriculture 4.0.

Keywords: agriculture 4.0; cooperatives; agribusiness; small rural producers; technologic innovation; technology transfer.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|--------------|
| Figura 1 - Conceitos da Engenharia de Produção relacionados a este trabalho | 19 |
| | |
| Figura 2 - Evolução da agricultura..... | 22 |
| Figura 3 - Casos utilizados na Agricultura 4.0..... | 27 |
| Figura 4 - Benefícios das tecnologias | 31 |
| Figura 5 - Aplicações da Agricultura 4.0 | 32 |
| Figura 6 - Barreiras da implementação de novas tecnologias | 34 |
| Figura 7 - Processo de transferência de tecnologia | 41 |
| Figura 8 - Fluxo metodológico | 43 |
| Figura 9 - Resumo dos procedimentos da pesquisa | 45 |
| Figura 10 - Síntese da aplicação da Methodi Ordinatio | 50 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 - Publicações por ano..... | 55 |
| Gráfico 2 - Quantidade de publicações por país | 56 |
| Gráfico 3 - Mapa das regiões com publicações..... | 57 |
| Gráfico 4 - Periódicos e suas publicações..... | 57 |
| Gráfico 5 - Metodologia dos artigos publicados | 58 |
| Gráfico 6 - Nuvem de palavras mais utilizadas no portfólio de artigos..... | 58 |
| Gráfico 7 - Representatividade das palavras mais utilizadas nos artigos | 59 |
| Gráfico 8 - Respostas da Questão 1 | 60 |
| Gráfico 9 - Respostas da Questão 2 | 61 |
| Gráfico 10 - Respostas da Questão 3 | 61 |
| Gráfico 11 - Respostas da Questão 4 | 62 |
| Gráfico 12 - Respostas da Questão 5 | 63 |
| Gráfico 13 - Respostas da Questão 6 | 63 |
| Gráfico 14 - Respostas da Questão 7 | 64 |
| Gráfico 15 - Respostas da Questão 8 | 65 |
| Gráfico 16 - Respostas da Questão 9 | 66 |
| Gráfico 17 - Respostas da Questão 10 | 66 |
| Gráfico 18 - Respostas da Questão 11 | 67 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----------|
| Quadro 1 - Resoluções de problemas | 22 |
| Quadro 2 - Tecnologias da Agricultura 4.0 | 24 |
| Quadro 3 - Barreiras para adesão da Agricultura 4.0..... | 33 |
| Quadro 4 - Fatores desfavoráveis para a agricultura..... | 38 |
| Quadro 5 - Etapas dos procedimentos metodológicos | 42 |
| Quadro 6 - Blocos Temáticos Questionário..... | 51 |
| Quadro 7 - Respostas abertas..... | 68 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Resultados das palavras-chave..... | 47 |
| Tabela 2 - Portfólio de artigos ordenados..... | 87 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| ABREPRO | Associação Brasileira de Engenharia de Produção |
| AI | <i>Artificial Intelligence</i> |
| FI | Fator de Impacto |
| GEE | Gases Efeito Estufa |
| GIS | <i>Geographic Information System</i> |
| GTT | Gestão de Transferência de Tecnologia |
| IoT | <i>Internet of Things</i> |
| JCR | <i>Journal Citation Reports</i> |
| ML | Machine Learning |
| NC | Número de Citação |
| PA | Precision Agriculture |
| PH | Potencial Hidrogeniônico |
| RRI | <i>Responsible Research and Innovation</i> |
| RS | <i>Remote Sensing</i> |
| SD | <i>Secutiry Digital Card</i> |
| TIC | Tecnologias da Informação e Comunicação |
| TT | Transferência de Tecnologia |
| UAV | <i>Unmaned Aerial Vehicle</i> |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 | Problema de pesquisa | 15 |
| 1.2 | Objetivos | 16 |
| 1.2.1 | Objetivo geral | 16 |
| 1.2.2 | Objetivos específicos..... | 16 |
| 1.3 | Justificativa | 16 |
| 1.4 | Inserção na engenharia de produção | 18 |
| 1.5 | Delimitação da pesquisa | 19 |
| 1.6 | Estrutura do trabalho | 19 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 21 |
| 2.1 | Agricultura 4.0 | 21 |
| 2.1.1 | Tecnologias da agricultura 4.0 | 24 |
| 2.1.2 | Contribuições da agricultura 4.0 | 28 |
| 2.1.3 | Barreiras para adoção da agricultura 4.0 | 32 |
| 2.2 | Cooperativas | 35 |
| 2.2.1 | Produtores rurais de pequeno porte | 37 |
| 2.3 | Transferência de tecnologia na agricultura | 39 |
| 3 | METODOLOGIA | 42 |
| 3.1 | Caracterização da pesquisa | 43 |
| 3.2 | Revisão de literatura | 44 |
| 3.3 | Pesquisa bibliográfica exploratória | 45 |
| 3.4 | Revisão sistemática de literatura | 46 |
| 3.5 | Pesquisa de campo | 50 |
| 3.5.1 | Instrumento de coleta de dados | 51 |
| 3.5.2 | Coleta de dados | 52 |
| 3.5.3 | Análise e tabulação dos dados da pesquisa de campo..... | 52 |
| 4 | RESULTADOS | 54 |
| 4.1 | Revisão de literatura | 54 |
| 4.1.1 | Bibliometria..... | 55 |
| 4.2 | Pesquisa de campo | 59 |
| 4.2.1 | Resultados do questionário | 59 |
| 4.3 | Discussão | 70 |
| 5 | CONCLUSÃO | 73 |
| 5.1 | Sugestões para trabalhos futuros | 73 |
| | REFERÊNCIAS | 74 |

| | |
|--|-----------|
| APÊNDICE A - Portfólio de artigos ordenados | 86 |
| APÊNDICE B - Questionário | 89 |

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a humanidade tem experimentado diversas transformações, sejam elas sociais, culturais, tecnológicas e/ou políticas, tornando o gerenciamento nas organizações muito complexo, uma vez que torna imperativo a adaptação ao contexto de forma rápida (BAPTISTA, 2010). Devido a essa intensa mudança e alta competição no ambiente de negócios, as organizações que desejam se destacar em seus respectivos setores precisam desenvolver as capacidades adequadas para obter e manter uma vantagem competitiva (APPIAH-ADU; OKPATTAH; DJOKOTO, 2016).

Para conseguir maior competitividade para os agricultores, torna-se necessário o uso de tecnologias emergentes, como: Inteligência Artificial (IA), robótica, bases de dados, Internet of Things (IoT), edição de genes e drones, que são destacados como ferramentas úteis nas soluções dos desafios relacionados à produção de alimentos (BENKE; TOMKINS, 2017). Portanto, a Agricultura 4.0 manifesta-se para fornecer tecnologia avançada aos agricultores, com o propósito de enfrentar os desafios que existem na cadeia agrícola (LEZOCHÉ *et al.*, 2020).

A agricultura compõe 68% do agronegócio brasileiro, sendo este um dos mais importantes setores econômicos do Brasil, conforme dados da OCEPAR (2021), corresponde a 26,6% do PIB nacional, por 44% das exportações brasileiras, e por 20,1% dos empregos do país. Além disso, as cooperativas têm uma parcela significativa de participação no agronegócio, no Paraná, são registradas pelo sistema da OCEPAR cerca de 217 cooperativas, que em conjunto somam R\$115,7 bilhões de faturamento, com 117,9 mil empregos diretos e 2,5 milhões de cooperados (OCEPAR, 2021).

Portanto, devido à importância e complexibilidade do ecossistema agrícola é necessário compreender os conceitos, os benefícios e os desafios que são enfrentados para que o setor agrícola atinja plenamente os potenciais benefícios da Agricultura 4.0 (SILVEIRA *et al.*, 2021). Dessa forma, visando contribuir com o estudo da inovação tecnológica na agricultura, seus benefícios e barreiras enfrentadas pelos agricultores, esta pesquisa tem como foco a Agricultura 4.0 e os impactos que têm sido gerados nos produtores rurais de pequeno porte.

1.1 Problema de pesquisa

O aumento da produção agrícola para alimentar a crescente população mundial está sob pressão, assim, a Agricultura 4.0 apresenta características que podem auxiliar os produtores rurais a enfrentar esse desafio (OZDOGAN; GACAR; AKTAS, 2017).

Esse aumento da produtividade se torna necessário, visto que de acordo com a FAO (2018), a população mundial pode crescer em 2,3 bilhões de pessoas, chegando ao número de 9,8 bilhões de pessoas até 2050, aumentando em 70% a produção agrícola e o consumo de alimentos. Essa situação é intensificada com a disponibilidade limitada de terras aráveis, necessidade de grandes quantidades de água doce e a necessidade de reduzir os impactos das mudanças climáticas.

Diante desse cenário, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) e tecnologias inovadoras são necessárias em todo setor agrícola para aumentar a produtividade, conservar os recursos naturais e usar insumos de forma sustentável e eficiente (FAO, 2018).

Entretanto, a implementação de tecnologias no meio rural enfrenta algumas barreiras, como a falta de aceitação e adaptação ao uso de tecnologias agrícolas são comuns, resultando na dificuldade de adesão ao uso de sistemas de apoio à decisão, juntamente com a resistência a mudanças nas práticas de trabalho, que podem desafiar alguns dos princípios fundamentais das culturas e identidades agrícolas (ROSE *et al.*, 2016).

Para Rose *et al.* (2016, p. 1) “uma falta de atenção tem sido dada aos impactos sociais de novas tecnologias em debates em torno da quarta revolução agrícola, ou Agricultura 4.0”. Outras dificuldades são enfrentadas, como o custo elevado em investimentos, a conectividade disponível no campo, a cultura de realização de atividades sem tecnologia, falta de informação, etc. (UDIAS *et al.*, 2018)

Com base nisso, essa pesquisa tem como pergunta de partida, a seguinte:

Quais os impactos que a Agricultura 4.0 vem gerando para os produtores rurais de pequeno porte de uma Cooperativa brasileira do agronegócio?

Para responder a esta pergunta de partida, erige-se os objetivos desta pesquisa, listados na sequência.

1.2 Objetivos

Nesta subseção serão apresentados o objetivo geral da dissertação, bem como os objetivos específicos.

1.2.1 Objetivo geral

Identificar os impactos que a agricultura 4.0 tem gerado aos produtores rurais de pequeno porte integrantes de uma cooperativa do agronegócio no Paraná.

1.2.2 Objetivos específicos

Os seguintes Objetivos Específicos (OE) foram definidos:

- OE1: Descrever conceitos e as principais tecnologias provenientes da Agricultura 4.0;
- OE2: Levantar quais são as tecnologias utilizadas pelos produtores rurais de pequeno porte cooperados;
- OE3: Identificar as principais dificuldades enfrentadas pelos agricultores rurais de pequeno porte no processo de transferência de tecnologia da Agricultura 4.0;
- OE4: Sugerir ações estratégicas para a transferência de tecnologia nas pequenas propriedades rurais.

1.3 Justificativa

O contingente populacional tende a crescer em dois bilhões de pessoas nos próximos 30 anos, segundo relatório da Organização das Nações Unidas (ONU, 2019). Conforme o estudo, poderá ser atingido o auge do aumento populacional ainda neste século, alcançando cerca de 11 bilhões de pessoas (SHEPARD; HARRIGAN, 2018). Conforme a Food and Agriculture Organization (FAO), para atender a demanda alimentar do crescimento populacional, a produção de alimentos terá que aumentar em 70% (FAO, 2019).

Neste sentido, grãos de cereais como trigo, milho e arroz são as culturas de alimentos básicos em todo o mundo, em 2050, um aumento de 70-100% no suprimento de cereais é projetado para a população mundial (GODFRAY; CHARLES, 2010).

Questões como o aumento da população, urbanização, diminuição do abastecimento da água e contínuas mudanças climáticas, contribuem diretamente para o declínio de terras aráveis, assim, à medida que os recursos naturais da agricultura diminuem, os formuladores de políticas enfrentam desafios sobre a sustentabilidade e alimentação da população mundial (BENKE; TOMPIKS, 2017).

Assim, os autores Mbuli, Fonjog e Fletcher (2021, p. 2) afirmam sobre a necessidade do crescimento da produção agrícola “aumenta a pressão sobre os pequenos agricultores nos países em desenvolvimento, presos no ciclo vicioso da pobreza, baixa produtividade e vulnerabilidade” (MBULI; FONJOG; FLETCHER, 2021, p.2). No setor agroalimentar existe um consenso sobre ser necessário fortalecer a pesquisa e a inovação, tanto em questões de serviços como em tecnologias, criando novos produtos e melhorando esses produtos, processos ou a integração de possibilidades digitais (LEZOCHÉ *et al.*, 2020).

As justificativas para a tecnologia agrícola são predominantemente baseadas na ideia de que é preciso produzir mais alimentos para alimentar uma população em rápido crescimento (HICKEY *et al.*, 2019). Dessa forma a Agricultura 4.0 é considerada a próxima fase para sustentar o crescimento contínuo da população mundial (RAJ *et al.*, 2020).

Em meio ao clamor para investir na Agricultura 4.0, questões importantes como os impactos em relação à inclusão e exclusão das tecnologias e como os sistemas de inovação agrícola podem lidar com Agricultura 4.0, estão tendo pouca atenção (ROSE; CHILVERS, 2018).

Portanto, esta pesquisa se justifica pelas seguintes contribuições:

- *Contribuição teórica científica:* Através de uma revisão sistemática da literatura, ficou evidente a falta de estudos referentes às tecnologias e os impactos que elas geram nos produtores rurais de pequeno porte, assim este trabalho traz uma contribuição teórica científica pois visa preencher essa lacuna;
- *Contribuição com a sociedade:* Os impactos que as tecnologias geram na agricultura, expandem-se não apenas aos agricultores, mas também para toda a sociedade, na economia das cidades, geração de empregos, geração de conhecimentos, além de evitar desperdícios, uma maior

produtividade e auxiliar na amenização dos impactos ambientais os quais afetam toda a sociedade;

- *Contribuição com a inovação tecnológica na indústria:* Essa pesquisa irá nortear estrategicamente a indústria, pois esta poderá ter uma visão ampliada dos impactos que a tecnologia está gerando aos produtores rurais de pequeno porte, assim, ela saberá se os investimentos que ela tem feito em tecnologias, está de fato tendo retorno.

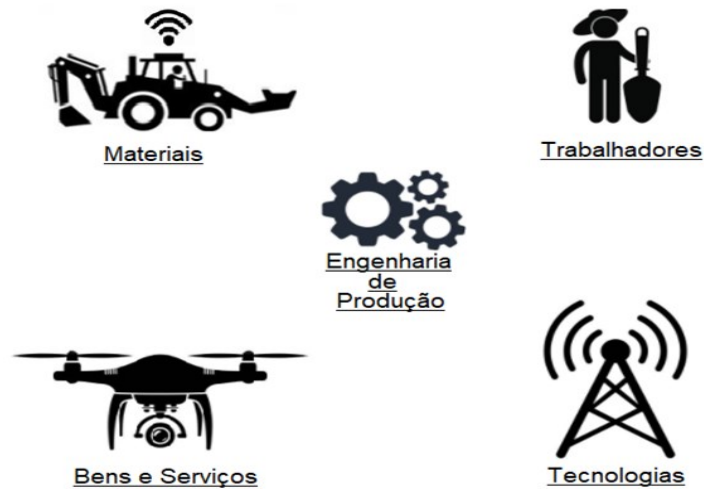
1.4 Inserção na engenharia de produção

A caracterização da Engenharia de Produção se dá através de métodos e procedimentos, os quais têm por objetivo o estudo, o projeto e a gerência de sistemas integrados de pessoas, materiais e equipamentos, focando na melhora de produtividade do trabalho, a qualidade de vida do produto e as pessoas (SILVA; MENEZES, 2005).

Conforme ABREPO (2020), a Engenharia de produção tem seu foco voltado para dimensões do produto e do sistema produtivo, ligando-se fortemente com ideias de projetar produtos, viabilizar produtos, projetar sistemas produtivos, planejar a produção, produzir e distribuir produtos que a sociedade valoriza. Essas atividades são tratadas de forma integrada e com profundidade, tornando-as fundamentais para a competitividade no país. Assim, cabe ao Engenheiro de Produção o projeto, a implantação, a operação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, materiais, tecnologia, informação e energia (ABEPRO, 2022).

Assim, este trabalho busca relacionar conceitos da Engenharia de Produção que estão ligados, como bens e serviços, homens, materiais, tecnologia e informação, conforme Figura 1.

Figura 1 - Conceitos da Engenharia de Produção relacionados a este trabalho



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O foco deste estudo é demonstrar os impactos que as tecnologias trazem ao meio da agricultura, voltada para os produtores rurais de pequeno porte, assim, a pesquisa tem a finalidade de auxiliar tanto os produtores rurais, indústria e também a sociedade, trazendo um panorama real com relação às tecnologias utilizadas e seus impactos.

1.5 Delimitação da pesquisa

A pesquisa foi realizada na Cooperativa Estado do Paraná. Os produtores rurais cooperados foram avaliados com relação aos impactos que a Agricultura 4.0 vem gerando em suas propriedades e negócios.

1.6 Estrutura do trabalho

Este estudo é composto de sete seções. A Seção 1 traz a contextualização do tema, o problema da pesquisa, objetivo geral e específicos, justificativa e a inserção da pesquisa na Engenharia de Produção.

A Seção 2 apresenta o referencial teórico, tratando dos temas de transformação digital, conceitos e história da Agricultura 4.0, bem como, contribuições, barreiras e tecnologias relacionadas a esse conceito. Nessa seção, também é abordada a literatura referente às Cooperativas, Produtores Rurais de pequeno porte e a Transferência de Tecnologia voltada para a Agricultura 4.0.

Na Seção 3 é apresentada a metodologia da pesquisa, descrevendo a construção do trabalho a partir da metodologia *Methodi Ordinatio* para o referencial teórico, e o detalhamento da pesquisa de campo.

A Seção 4 apresenta os resultados, compostos de duas partes: a revisão sistemática da literatura, e análise de dados da pesquisa de campo.

A Seção 5 irá apresentar as considerações finais e sugestões para futuros trabalhos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico desta pesquisa tem por objetivo abordar a temática Transformação Digital e Agricultura 4.0, seus conceitos e sua importância para o cenário atual do mundo.

A Agricultura 4.0 é o tema central da pesquisa, portanto, essa temática deixa explícito o quanto as tecnologias são importantes ferramentas para auxílio na agricultura, mesmo enfrentando diversas barreiras.

No referencial teórico também é descrito a respeito das Cooperativas agrícolas, sobre os produtores rurais de pequeno porte e os desafios que eles possuem com a adoção e implementação de tecnologias.

Posteriormente também é tratado a respeito de Transferência de Tecnologia e sua importância para a agricultura.

2.1 Agricultura 4.0

A transformação digital na agricultura e nas áreas rurais é uma política de prioridade a nível global (TRENDONOV *et al.*, 2019; RIJSWIJK, K. *et al.*, 2021). Assim, a transformação dos sistemas agrícolas e, mais amplamente, da alimentação, tem sido o assunto de debate já há alguns anos por pesquisadores como Jansen (2011), Lamine (2011), Elzen *et al.* (2012), Dentoni, Waddell e Waddock (2017), El Bilali *et al.* (2019), Weber, Trierweiler e Trierweiler (2020) e Klerkx (2020).

Compreende transformação digital, fenômenos e tecnologias como Big Data, Internet das Coisas (IoT), realidade aumentada, robótica, sensores, impressão 3D, integração de sistema, inteligência artificial, aprendizado de máquina, digitais, blockchain, entre outros (KLERKS *et al.*, 2019).

Alguns autores consideram que a transformação digital é a solução para os desafios que a agricultura e as áreas rurais enfrentam (TRENDONOV *et al.*, 2019). Espera-se que a digitalização na agricultura forneça dados técnicos de otimização de sistemas de produção agrícola, cadeias de valor e sistemas alimentares (KLERKS *et al.* 2019).

A transformação digital é parte de uma transição para 'Agricultura 4.0' e contribui para a transformação dos sistemas agroalimentares (KLERKX; ROSE, 2020). O Quadro 1 apresenta resolução de problemas na agricultura cujo alguns autores propõem que a Agricultura 4.0 irá solucionar.

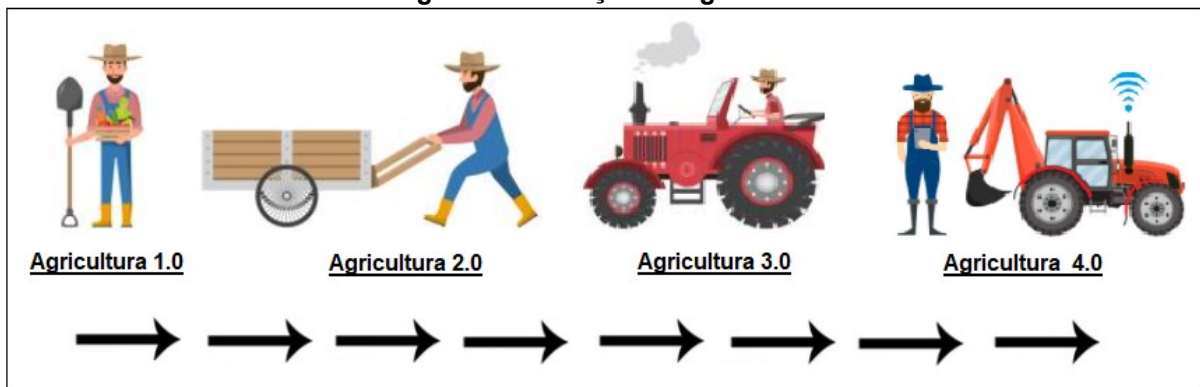
Quadro 1 - Resoluções de problemas

| Autor | Resolução |
|---|---|
| Busse <i>et al.</i> (2015); Balafoutis <i>et al.</i> (2017) | Impactos ambientais de práticas agrícolas |
| Stevens <i>et al.</i> (2016) | Monitorar crises na Agricultura |
| Dawkins (2017) | Proveniência e Rastreabilidade de alimentos |
| Yeates (2017) | Bem estar animal nas indústrias e pecuárias |
| Baumüller (2017); Daum <i>et al.</i> (2018); Eichler; Dale (2019) | Melhorar troca de conhecimento e Aprendizagem |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Há uma crescente reflexão científica sobre como moldar os futuros sistemas alimentares e as tecnologias, conceitos que sustentarão os sistemas alimentares futuros (TITTONELL, 2014; MIER *et al.*, 2018; KIROV *et al.*, 2019; KLERKS; ROSE, 2020; PAUL *et al.*, 2020). Assim, a respeito dos sistemas alimentares, muitos estudiosos do futuro vislumbram novas formas de agricultura (por exemplo, agricultura urbana, agricultura vertical, agricultura celular), que se desviam substancialmente dos sistemas atuais (KLERKX; BEGEMAN, 2020).

A prática da agricultura, onde os seres humanos cultivam terras e criam animais para obtenção de alimentos para sua sobrevivência, data desde os tempos antigos, e tem evoluído em seu processo progressivo e de longo prazo (TEKINERDOGAN, 2018). Para Zhai *et al.* (2020, p. 1) esse progresso vai “da Agricultura 1.0 para a Agricultura 4.0, conforme Figura 2.

Figura 2 - Evolução da agricultura

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A Era agrícola tradicional, conhecida também como Agricultura 1.0, gerava uma baixa produtividade, pois inclusive o trabalho pesado, era realizado de forma

manual, apesar de envolver forças de animais, mas ainda assim, eram utilizadas ferramentas simples como foices e pás (ZHAI *et al.*, 2020).

A Agricultura 2.0 nasceu a partir do século 19, onde máquinas a vapor foram evoluindo e sendo usufruídas para auxiliar as pessoas em suas necessidades tanto na indústria quanto no setor agrícola, assim os maquinários agrícolas eram manipulados por agricultores e muitos produtos químicos foram utilizados (ZHAI *et al.*, 2020).

Zhai *et al.* (2020, p. 2) afirma que a “Agricultura 2.0 aumentou significativamente a eficiência e produtividade de trabalhos agrícolas”. No entanto, essa melhora na produtividade agrícola trouxe várias consequências prejudiciais, como contaminações químicas de campo, destruição do ambiente ecológico, consumo excessivo de energia e desperdício de recursos naturais (ZHAI *et al.*, 2020).

Ao longo dos anos, com o progresso do desenvolvimento da computação e da eletrônica, surgiu então a Agricultura 3.0, já no século 20. Assim com diversas estratégias os problemas provindos da Agricultura 2.0 foram sendo ajustados e amenizados, as técnicas robóticas e os programas de computação deixaram a agricultura mais inteligente, eficiente e de precisão, além de uma melhor distribuição do trabalho agrícola e a redução do uso de produtos químicos (ZHAI *et al.*, 2020)

Com os avanços das tecnologias atuais como Internet das Coisas (IoT), Big Data, Inteligência Artificial (IA), Computação em nuvem, Sensoriamento Remoto, etc, nasceu então a Agricultura 4.0 (ZHAI *et al.*, 2020). O termo “Agricultura 4.0” surgiu da evolução do conceito de Indústria 4.0, para analisar mais especificamente os comportamentos e desempenho neste domínio da agricultura (LEZOCHÉ *et al.*, 2020).

O governo alemão propôs pela primeira vez o termo Indústria 4.0 em 2013, conhecida como a quarta revolução industrial, em 2015, dois anos após essa definição, surgiu o termo Agricultura 4.0, o futuro da tecnologia agrícola (ZHAI *et al.*, 2020). As tecnologias 4.0, como a Internet das Coisas (IoT), manufatura aditiva, big data, nuvem e inteligência artificial, estão sendo usados e fazem parte da Agricultura 4.0 (MATULOVIC *et al.*, 2020).

A Agricultura 4.0 faz uso de muitas tecnologias modernas, como Sensoriamento Remoto (RS), Machine Learning (ML), Big Data, Aprendizado Profundo, Imagens Térmicas e UAVs (RAJ *et al.*, 2020). A Agricultura 4.0 inclui tecnologias atuais como edição de genes, produção de alimentos sintéticos (por exemplo, proteína sintética), drones, internet das coisas (IoT), robótica e sensores

conectados à tecnologia de agricultura de precisão, impressão 3D de alimentos, inteligência artificial, aprendizado de máquina e blockchain (KLERKX; ROSE, 2020).

Para Lezoche *et al.* (2020, p. 5) “não há dúvida de que essas novas tecnologias estão transformando a forma como o setor agrícola se organiza e produz decisões”.

2.1.1 Tecnologias da agricultura 4.0

Vários produtos e serviços visando auxiliar e aumentar a produtividade nas propriedades rurais têm sido desenvolvidas (FERRÁNDEZ *et al.*, 2016). Devido ao rápido aumento da utilização de tecnologias como: IoT, UAVs, loUT, Big Data Analytics, Deep Learning Techniques, a Agricultura 4.0 está revolucionando o setor agrícola com o intuito de aumentar a produção (RAJ *et al.*, 2021).

No Quadro 2 são apresentadas as tecnologias, a definição de cada uma, suas aplicações.

Quadro 2 - Tecnologias da Agricultura 4.0

| Tecnologia | Definição | Aplicação |
|-----------------------|---|---|
| Robôs autônomos | São máquinas com recursos para lidar com tarefas complexas e repetitivas, são autônomas, flexíveis e cooperativas (RÜßMANN <i>et al.</i> , 2015). | Pulverização aérea – <i>Drones</i> ; removedoras de ervas daninhas; colheita com mais eficiência. |
| Simulação | Trata-se da virtualização de ambientes e processos, aproveitar os dados em tempo real para espelhar o mundo físico em um modelo virtual (RÜßMANN <i>et al.</i> , 2015). | Fábrica de plantas; impressão de alimentos 3D; agricultura biodiversa. |
| Realidade Aumentada | Representação da realidade física em virtual através de imagens, permite o fornecimento de informações em tempo real (RÜßMANN <i>et al.</i> , 2015). | Identificação de pragas e recomendação de pesticidas; |
| Segurança Cibernética | Necessidade de protocolos de comunicações seguras e confiáveis, bem como gerenciamento sofisticado para proteção dos dados (RÜßMANN <i>et al.</i> , 2015). | Monitoramento para prevenção de ataques durante a comunicação entre equipamentos; |

| | | |
|-------------------------|--|--|
| Computação em nuvem | É uma plataforma de software remota, que pode fornecer monitoramento e gerenciamento de controle (ZAMORA-IZQUIERDO <i>et al.</i> , 2019). | Armazenamento de dados e recursos de rede. |
| Inteligência Artificial | Trata-se de programas baseados em regras, através de algoritmos para lidar com problemas do mundo real (PATHAN <i>et al.</i> , 2020). | Gestão de dados de safra; gestão de recursos hídricos; adaptação às mudanças climáticas. |
| Internet das Coisas | É a interconexão de “coisas” que permite interações conectando várias coisas com a capacidade de computar, executar, e se comunicar com a Internet (RAJ <i>et al.</i> , 2020). | Estufa inteligente, gerenciamento, monitoramento do clima. |
| Big Data | Trata-se da gestão do volume e variedade de dados gerados pelas mais diversas fontes, realizando a avaliação abrangente desses dados (CORSI <i>et al.</i> , 2021). | <i>Benchmarking</i> ; implantação e análise de sensores; modelagem preditiva. |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A Internet das Coisas - Internet of Things (IoT), auxilia os produtores rurais na otimização da produção agrícola, melhorando a qualidade da produção e minimizando impactos ambientais, com a redução de recursos de energia e água (ZHAI *et al.*, 2020). A IoT é capaz, por meio da prática da agricultura inteligente, de desenvolver soluções para vários problemas agrícolas convencionais, como resposta à seca, aumento da produtividade, irrigação e regulação de pesticidas (RAJ *et al.*, 2020).

Roy e De (2020) abordam a pulverização de água através de drone baseada em algoritmo genético para a agricultura 4.0 e IoT Segundo os autores, o sistema é baseado em sensor que identifica a necessidade de pulverização ou não, através de um algoritmo genético fazendo a detecção do nível de umidade do solo (ROY; DE, 2020).

Os robôs compõem parte da agricultura 4.0, conseguem percorrer grandes distâncias, navegam por terrenos difíceis, podem transportar sementes, pesticidas, produtos colhidos, podem ser pequenos e versáteis, como drones, cuja a maioria são utilizados para monitoramento (estresse hídrico, nitrogênio, pragas, doenças e difusão de agroquímicos), além disso os robôs também podem ser utilizados na agricultura de grande escala, como tratores e maquinários mais autônomos. Dentre as vantagens

da utilização de robôs na agricultura, permitir o cultivo ideal das plantas, quantidade ideal de herbicidas eliminando riscos, utilização de menos agroquímicos beneficiando águas subterrâneas, rios, insetos, biotipos de solo, entre outros. Além de que robôs leves diminuem a compactação do solo, preservando a degradação e perda do solo (DAUM, 2021).

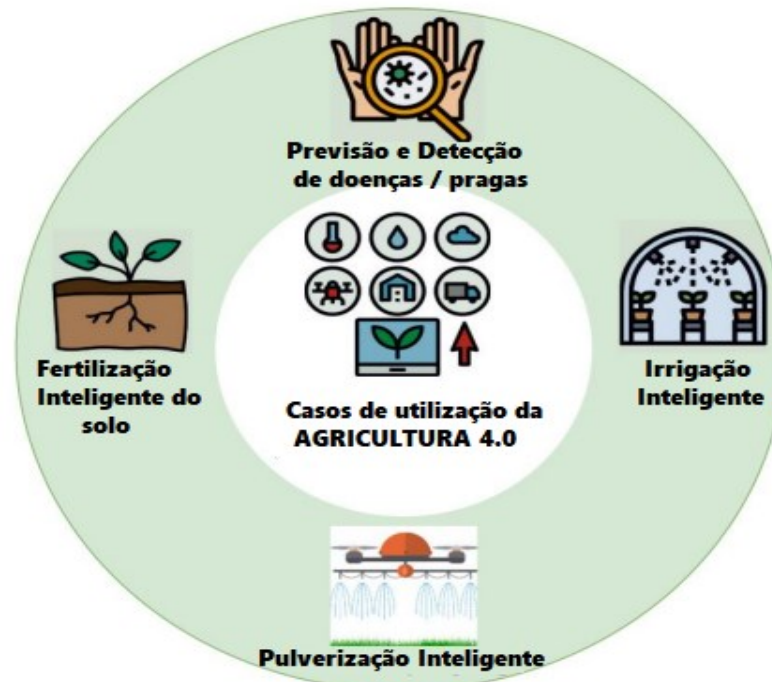
Os equipamentos agrícolas modernos são equipados com tecnologias que permitem coletar dados enquanto atuam. Por exemplo, tratores de determinadas marcas coletam dados como pH e umidade do solo. Em seguida, os dados são consolidados por uma empresa parceira que, através de algoritmos, tratam os dados e geram informações relevantes para os agricultores. Esses dados se referem a quando plantar, semear e pulverizar aquela região (POPPE *et al.*, 2015). Informações geográficas (GIS), sensores, outras ferramentas concedem a automação e decisões orientadas por meio de coleta de dados, síntese, análise e disseminação de insights de big data (LAJOIE-O'MALEYA *et al.*, 2020).

Montoya *et al.* (2020) pesquisaram sobre um sistema de monitoramento para agricultura de baixo custo para medir a temperatura do ar, umidade relativa, temperatura da folha da planta, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura. As informações obtidas ficam salvas em um micro SD e é possível acessá-las via Bluetooth em tempo real e serem utilizadas para o monitoramento agrícola (MONTROYA *et al.*, 2020).

Francky *et al.* (2020) pesquisaram como o Deep Learning pode melhorar a inteligência artificial de sensores de reconhecimento, para colheita de uvas. Os autores afirmam que sensores de reconhecimento, instalados em dispositivos móveis comuns, são efetivos para função de colheita (FRANCZYK *et al.*, 2020).

A Figura 3, a seguir, mostra alguns casos que são mais utilizados na adoção da Agricultura 4.0.

Figura 3 - Casos utilizados na Agricultura 4.0



Fonte: Raj *et al.* (2020)

Além de pesquisas para o desenvolvimento das tecnologias na agricultura e sua utilização, a pesquisa e inovação responsável (RRI), vem crescendo gradualmente com uma abordagem de transformação digital na agricultura e nas áreas rurais; (ROSE *et al.*, 2016; ROSE; CHIVLERS, 2016; BRONSON, 2019; VAN *et al.*, 2020; EASTWOOD; RENWICK, 2020; BARRET; ROSE, 2020; KLERKX; BEGEMANN, 2020 e LAJOIE-O'MALLEY *et al.*, 2020). A transformação RRI vem com uma gama de preocupações éticas (RIJSWIJK *et al.*, 2021).

Alguns autores afirmam que a abordagem RRI é, em partes, falha, pois ela não coloca pessoas, cidadãos, consumidores e outros titulares de direitos no sistema agroalimentar para o processo de inovação. Assim, as inovações da agricultura inteligente se concentram apenas no desenvolvimento tecnológico, mas seu uso não leva em consideração as implicações sócio éticas (BRONSON, 2015; EASTWOOD, EDWARDS; TURNER, 2021).

Contudo, apesar de alguns autores concordarem com a falha dessa abordagem, a pesquisa e inovação responsável (RRI) auxilia na visualização de potenciais problemas da transformação digital (RIJSWIJK *et al.*, 2021).

2.1.2 Contribuições da agricultura 4.0

A agricultura 4.0 apresenta quatro contribuições essenciais: aumentar a produtividade, alocar recursos de forma razoável, adaptação às mudanças climáticas e evitar o desperdício de alimentos (ZHAI *et al.*, 2020).

- *Primeira contribuição* (aumentar a produtividade): Há uma preocupação sobre aumento populacional e pela escassez de alimentos, conseqüentemente, a demanda dos produtos agrícolas irá aumentar, ademais, a forma como as pessoas estão se alimentando está se tornando diferente, principalmente pelo alto valor da proteína animal (YUAN *et al.*, 2018). Outrossim, em países em desenvolvimento, projeta-se que as terras aráveis diminuam em 110 milhões de hectares até 2080 (AGATHOKLEOUS; CALABRES, 2019). Assim, é quase impossível atender à demanda global de alimentos através das práticas agrícolas no cenário atual (CHADALAVADA; KUMARI; KUMAR, 2021);
- *Segunda contribuição* (alocar recursos de forma razoável): Devido ao desmatamento de terras, corte excessivo de vegetação, recursos hídricos com problemas de poluição e outros problemas ambientais, tornam os recursos naturais cada vez mais escassos (UDIAS *et al.*, 2018). Assim, para garantir que as sociedades agrícolas se tornem sustentáveis, há necessidade urgente de adoção de práticas agrícolas inteligentes para o clima, que podem melhorar a produtividade e a segurança alimentar (MBULI; FONJOG; FLETCHER, 2021).
- *Terceira contribuição* (adaptar-se às mudanças climáticas): Os efeitos que as mudanças climáticas podem afetar diretamente o setor agrícola, podendo gerar deterioração de recursos hídricos e terrestres, doenças nas colheitas, pragas e quebras nas safras, além disso, as mudanças climáticas afetam de forma séria a comida / alimentação segura no mundo todo influencia diretamente de forma global e negativa, no rendimento das safras, as temperaturas extremas e variáveis e também as chuvas extremas, o aumento de períodos de

seca, falta de água, degradação da terra e o aumento do mar, tudo isso, influencia na agricultura e pode impedir completamente o crescimento das safras (CHADALAVADA; KUMARI; KUMAR, 2021);

- *Quarta contribuição* (evitar o desperdício de alimentos): O desperdício de alimentos prejudica o meio ambiente (POURMOAYED; NIELSEN; KRISTENSEN, 2016). Os alimentos podem ficar contaminados e não qualificados pelo excesso de produtos químicos, falta de controle de pragas, mudanças climáticas, etc., gerando danos às terras agrícolas e sendo desperdiçados (EVERT *et al.*, 2017). O desperdício de alimentos vem de cada estágio do ciclo de vida agrícola, incluindo produção, entrega, marketing, etc. (ZHAI *et al.*, 2020).

As perdas durante a colheita estão associadas a diversos fatores, tais como a má regulação da colhedora, tempo de uso da máquina, altura da plataforma de corte, umidade dos grãos e velocidade de deslocamento (AMADEU, 2016). É necessário que o operador da máquina conheça a capacidade de trabalho da máquina, o estado de conservação e saiba operar com as velocidades adequadas na lavoura, realize ajustes durante o dia conforme as condições de temperatura e umidade, além de manutenções necessárias para que se tenha qualidade na colheita (AMADEU, 2016).

As perdas de grãos relacionadas à armazenagem, podem chegar a cerca de 15%, insetos, fungos, micotoxinas somados a roedores estão relacionados a essas perdas (EMBRAPA, 2015). As perdas mundiais no pós-colheita podem atingir cerca de 30% da produção agrícola, no Brasil, as perdas entre colheita e armazenamento chegam a 20%, assim, fatores que influenciam diretamente a essas perdas é a descarga inadequada do produto no armazém, o que gera danos mecânicos (grãos quebrados e trincados), massa de grãos com impurezas, massa de grãos com diferentes teores de água, secagem incorreta de grãos e circulação de ar deficiente no local de armazenagem (SENAR, 2018).

Com relação às perdas durante o transporte de grãos, cerca de 13,3% dos desperdícios de grãos nas safras ocorrem através do transporte rodoviário. Seguido pelo terminal portuário com 9,0% de perdas, o transporte multimodal ferroviário com 8,8% e o transporte multimodal hidroviário com 1,7% (PERA, 2017). No ano de 2020

no Brasil, foram desperdiçadas nas estradas e esteiras cerca de 1,8 milhão de toneladas de soja e 1,34 milhão de toneladas de milho. Isso equivale a 1,17% da produção de soja, ou seja, R \$3,19 bilhões de reais e, 1,27% de milho, R \$1,31 bilhão de reais (CONAB, 2020).

A adesão de tecnologias da agricultura 4.0 nas fases de pós colheita, pode proporcionar mais transparência na rastreabilidade dos produtos (CORALLO *et al.*, 2018). Pois, as perdas de safra levam a insegurança alimentar e a pobreza, questionam os meios de subsistência sustentáveis das comunidades de pequenos agricultores, particularmente nos países em desenvolvimento (CHADALAVADA; KUMARI; KUMAR, 2021).

Com a adoção da Agricultura 4.0, muitos dados utilizados no setor agrícola, como informações meteorológicas, condições do solo, demandas de marketing e usos de terras, podem ser coletados, analisados e processados com a utilização de sistemas de informação avançados e da Internet das Coisas (IoT), ajudando os agricultores em tomadas de decisões adequadas e para obtenção de lucros mais elevados (ZHAI *et al.*, 2020).

A Agricultura 4.0 auxilia na tomada de decisão, pois é uma das formas de ganhar tempo para conseguir produzir decisões mais eficazes conforme seus objetivos (LEZOCHÉ, 2020). Os autores Lajoie-O'Maleya *et al.* (2020), citaram os principais benefícios os quais essas tecnologias 4.0 trazem para a Agricultura, exposto na Figura 4.

Figura 4 - Benefícios das tecnologias



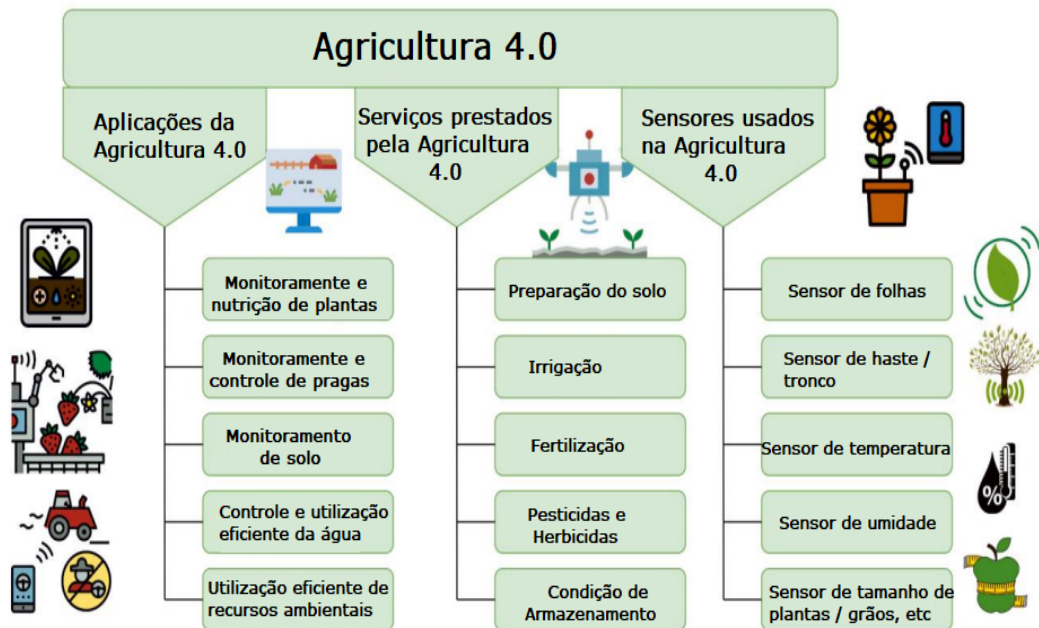
Fonte: Adaptada de Lajoie-O'Maleya et al. (2021)

Tecnologias inteligentes na agricultura tendem a aumentar receitas e reduzir os insumos nos processos agrícolas, assim, uma alternativa para aumentar a produtividade é a utilização de Inteligência Artificial (IA), Big Data, Internet das Coisas (IoT), drones e edição genética (ROSE *et al.*, 2016). O investimento em novas tecnologias permite melhorar a produtividade e proporcionar melhores condições de trabalho necessárias para a atração e retenção da força de trabalho, além de promover automação de operações, gestão de dados e acesso a uma nova gama de ferramentas de gestão (LEZOCHÉ *et al.*, 2020).

Além de que “as novas tecnologias têm grande impacto na redução de incerteza, uma vez que permite a obtenção de dados precisos em tempo real e informações em tempo real” (LEZOCHÉ *et al.*, 2020, p. 11). Outros benefícios da adoção da agricultura 4.0 é que ela pode ser gerenciada, monitorada e controlada à distância, fornece também informações coletadas para a comunidade online de agricultores (SILVEIRA *et al.*, 2021).

A Agricultura 4.0 rastreia a qualidade da terra, maximiza lucros e minimiza efeitos sobre o meio ambiente, automatizando todos os processos da agricultura (RAJ *et al.*, 2021). A Figura 5 apresenta aplicações da Agricultura 4.0, os serviços que podem ser prestados e os sensores que podem ser utilizados em fazendas.

Figura 5 - Aplicações da Agricultura 4.0



Fonte: Raj *et al.* (2021)

A aplicabilidade da Agricultura 4.0 se dá através de monitoramento e nutrição de plantas, monitoramento e controle de pragas, monitoramento de solo, controle e utilização eficiente de água, utilização eficiente de recursos ambientais. A respeito dos serviços prestados pela Agricultura 4.0, encontram-se a preparação do solo, irrigação, fertilização, pesticidas e herbicidas e condições de armazenamento.

Sobre os sensores usados na Agricultura 4.0, encontra-se o sensor de folhas, sensor de haste ou tronco, sensor de temperatura, sensor de umidade e sensor cuja função verifica o tamanho das plantas, grãos, frutas, etc. (RAJ *et al.*, 2021).

2.1.3 Barreiras para adoção da agricultura 4.0

Atualmente, grandes desafios são enfrentados pelo setor agrícola, para alimentar a população mundial de forma sustentável, simultaneamente, trabalhando com grandes crises, como as mudanças climáticas e esgotamento de recursos (FIRBANK *et al.*, 2018). O cenário global do sistema agrícola pode ser impactado negativamente por causa de todos esses efeitos, levando o mundo à insegurança alimentar em todas as suas dimensões, sejam elas a disponibilidade, a estabilidade, o acesso e a utilização (PENG; PIVATO, 2019). A alta demanda por alimentos da crescente população mundial está impactando o meio ambiente e colocando muitas pressões sobre a produtividade agrícola (ZHAI *et al.*, 2020).

Rose *et al.* (2016) e Silveira *et al.* (2021), identificam quais as principais dificuldades enfrentadas na cadeia agrícola para adoção de novas tecnologias em fazendas, como como hábitos arraigados, falta de habilidades operacionais que pode haver mais dificuldades com inovações de alta tecnologia, além dos agricultores indicarem sobre os custos altos em investimentos em tecnologias (ROSE *et al.*, 2016; 2018).

Assim, Klerks e Rose (2020), levantam uma questão sobre a capacidade dos agricultores em investir e usar inovações de alta tecnologia (KLERKS; ROSE, 2020). Os autores Silveira *et al.* (2021), fizeram um estudo a respeito das barreiras enfrentadas pelos produtores rurais, segue Quadro 3 abaixo.

Quadro 3 - Barreiras para adesão da Agricultura 4.0

| Barreiras da Agricultura 4.0 | |
|------------------------------|--|
| 1 | Complexidade Tecnológica |
| 2 | Problemas de Gestão e Energia |
| 3 | Falta de Infraestrutura |
| 4 | Preocupações com questões de confiabilidade (<i>cyber security</i>) |
| 5 | Alto custo de instalação e manutenção |
| 6 | Alto custo de mão de obra qualificada |
| 7 | Alto custo de componentes operacionais |
| 8 | Falta de soluções acessíveis aos agricultores |
| 9 | Falta de abordagens centradas nas fazendas |
| 10 | Falta de plano de ação para a implementação de novas tecnologias |
| 11 | Desafios políticos |
| 12 | Carência de fomentação de modelos inovadores |
| 13 | Problemas na educação (treinamentos, qualificação, transferência de dados) |
| 14 | Falta de mão de obra qualificada |
| 15 | Desafios com a influência do clima |
| 16 | Falta de eficiência de dados no meio rural |

Fonte: Adaptada de Silveira *et al.* (2021)

A agricultura 4.0 exigirá um nível intelectual superior, pois uma parte significativa do trabalho agrícola será realizado por máquinas (WOLPERT *et al.*, 2017). Uma das barreiras encontradas atualmente na literatura, são os problemas de complexidade tecnológica na educação e a falta de mão de obra qualificada (SILVEIRA *et al.*, 2021).

Existe uma dificuldade de entender a funcionalidade de aplicativos e softwares que analisam os dados agrícolas (GRIEVE *et al.*, 2019) Outra questão, é a interpretação de dados, o que torna ainda mais desafiador implementar tecnologias da agricultura 4.0 (SILVEIRA *et al.*, 2021).

Conectividade no campo é outro aspecto importante que se torna uma barreira de infraestrutura, pois a infraestrutura deve permitir a conectividade nas fazendas

(CORELLO *et al.*, 2018). É desafiador para os agricultores conseguirem colocar todos os dados recebidos através da tecnologia em prática (ZHAI *et al.*, 2020).

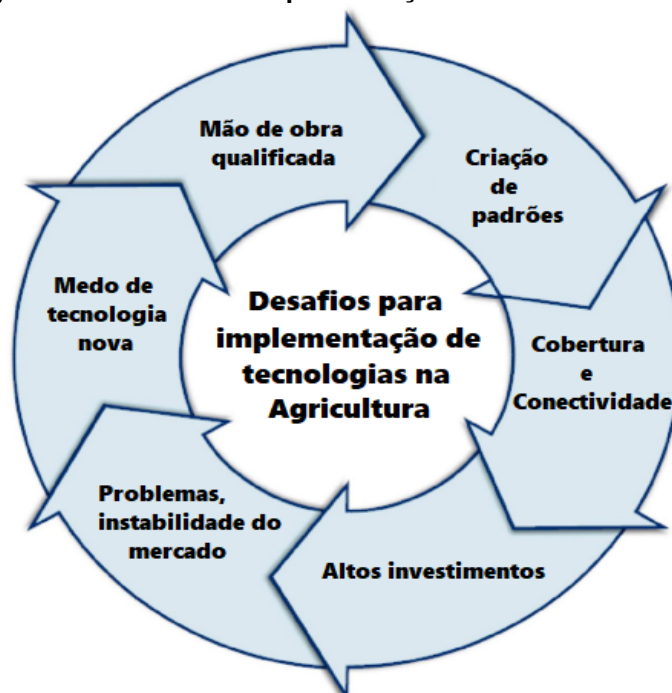
Jawad *et al.* (2017) afirmam que, para que a agricultura 4.0 esteja funcionando em sua plenitude, é necessário ampliar a disponibilidade e acessibilidade de tecnologias para os agricultores. Além de que, implementar uma tecnologia 4.0 em locais agrícolas remotos não é tipicamente uma realidade para pequenos agricultores (MATULOVIC *et al.*, 2020).

Existe uma necessidade de avançar com mudanças na mentalidade das comunidades culturais para que as tecnologias tenham mais impactos significativos no setor agrícola (GRIEVE *et al.*, 2019). Assim, os autores Zambon *et al.* (2019), concluem que aumentar convites por parte de formuladores de política, na agricultura 4.0, para promover startups voltadas às necessidades específicas dos agricultores é uma solução política (ZAMBON *et al.*, 2019).

Zhai *et al.* (2020) também assegura que outra barreira encontrada para adesão da agricultura 4.0, é a transferência de dados para conhecimento prático. Há consenso de que existe uma capacidade limitada de análise de dados pelos agricultores na adoção e utilização de tecnologias da agricultura 4.0 (MUSAT *et al.*, 2018; BRAUNET *et al.*, 2019; LIOUTAS *et al.*, 2019).

A Figura 6 mostra os principais desafios para a implementação de novas tecnologias na Agricultura.

Figura 6 - Barreiras da implementação de novas tecnologias



Fonte: Adaptado de Raj *et al.* (2020)

2.2 Cooperativas

No século XIX surgiu o cooperativismo no Brasil, com o primeiro registro em 1891, em Limeira, interior de São Paulo, cujo nome era “Associação Cooperativa dos Empregados da Companhia Telefônica” (SCHMIDT, 2016).

As primeiras cooperativas agropecuárias, começaram a surgir a partir no ano de 1906, os produtores rurais locais e imigrantes, principalmente italianos e alemães foram os primeiros idealizadores de cooperativas, trazendo uma cultura de trabalho de associações e experiência com trabalhos em família (OCB, 2021).

Em 16 de dezembro de 1971 foi aprovada a lei do Cooperativismo, nº 5.764/1971, com a classificação, constituição e o funcionamento das sociedades cooperativas, estabelecendo para a Organização de Cooperativas Brasileiras (OCB), a representação de todo o movimento cooperativista (SCHMIDT, 2016).

No Brasil as cooperativas participam de 41,53% da receita total gerada no agronegócio (MOREIRA *et al.*, 2012). No Estado do Paraná, as Cooperativas representam cerca de 58% do PIB agrícola, em mais de 120 municípios (OCEPAR, 2018). Conforme dados da IOCDF (2021), o cooperativismo no mundo conta com cerca de 250 milhões de empregados, existem 2,6 bilhões de cooperativas em 100 países e congrega 1 bilhão de pessoas. Uma a cada sete pessoas no mundo estão associadas a uma cooperativa (IOCDF, 2021).

As cooperativas do Estado do Paraná acompanharam o movimento nacional em seu nascimento e desenvolvimento, as primeiras cooperativas se instalaram no século XX por imigrantes principalmente de origem italiana, alemã e holandesa, trazendo as experiências de cooperativas europeias. Assim, instalaram suas próprias estruturas de compra e venda comum, diminuindo externos e elevando o preço dos produtos (CASAGRANDE, 2014). Atualmente, o cooperativismo paranaense conta com cerca de 1500 cooperados, 221 de cooperativas registradas pela OCEPAR, e esses números ainda tendem a crescer mais nos próximos anos (OCEPAR, 2019).

Com relação a produção de safras envolvendo as cooperativas, em entrevista para a OCEPAR, em julho de 2019, Gasques (especialista da Secretaria de Política Agrícola), afirmou que as safras que aconteceram de 2018/19 até 2028/29, tem uma projeção de 300 milhões de toneladas. Atualmente são cerca de 240 milhões de toneladas (OCEPAR, 2019).

O Paraná deverá avançar de uma produção média de soja das atuais 23,3 milhões de toneladas, para 28,9 milhões de toneladas na safra 2028/29. Considerando as duas safras de milho, o Estado avança de uma média de 17,6 milhões de toneladas de milho, na safra 2018/19, para cerca de 27,4 milhões de toneladas na safra 2028/29. As cooperativas possuem um papel fundamental para auxiliar nesta questão (OCEPAR, 2019).

As cooperativas têm o potencial de gerar melhorias na produção, comercialização, eficiência e técnica de pequenos agricultores (BERNARD; TAFFESSE, 2012). Além de servirem como uma plataforma de capacitação, inovações e troca de informações nas áreas rurais (RAO; QAIM, 2011). Apesar de algumas barreiras de inovação que são enfrentadas pelas cooperativas (custos altos envolvidos em todo o processo), as receitas geradas posteriormente muitas vezes superam os custos envolvidos na sua implementação (RUBERA; KIRKA, 2012).

Os pesquisadores Hansen *et al.* (2002), Österberg e Nilsson (2009), Bareille, Bonnet-beaugrand e Duvaleix-Tréguer (2017) descobriram em seus estudos, que as cooperativas são essenciais para a construção e manutenção do capital social, pois através de seus membros, além de gerar confiança e reciprocidade. Outros estudos dos autores Wollni e Zeller (2007), Fischer e Qaim (2012) e Mojo, Ficher e Degefa (2017) revelou que a participação de pequenos agricultores em cooperativas, levou eles a uma melhoria no desempenho econômico, na renda familiar, preços, ativos e adoção de inovações.

A cooperativa é a mais importante empresa econômica, maior empregadora e maior geradora de receita (OCEPAR, 2018). Os autores Getnet e Anullo (2012), Ito, Bao e Su (2012), Fischer e Qaim (2014), Mojo, Fischer e Degefa (2017) e Getnet, Kefyalew e Berhanu (2018) mostram em suas pesquisas que a participação de agricultores em cooperativas do agronegócio oferece benefícios econômicos aos participantes.

Como uma forma geral de negócios, as cooperativas agrícolas são consideradas pelos governos e profissionais, como um potencial solução para reduzir pobreza nas áreas rurais através da criação de empregos, melhoria dos padrões de vida, segurança alimentar e melhoria da nutrição (WANYAMA; DEVELTERE; POLLET, 2009). Controlada democraticamente por seus membros, a Cooperativa em seu conceito é uma empresa de propriedade conjunta, uma associação autônoma de

pessoas unidas voluntariamente para atender interesses comuns (LOPULISA *et al.*, 2018).

As cooperativas capacitam seus membros e permitem que os pequenos agricultores tenham uma voz forte na cadeia, isso devido ao caráter democrático do funcionamento de cooperativas, que são apenas um veículo para alcançar objetivos diversos (AJATES, 2020).

Nenhum pequeno agricultor conseguirá se adaptar às mudanças sozinho, já que o desenvolvimento sempre avançará e mudará o mercado de tecnologias e o comportamento do consumidor. Assim, a cooperação dos pequenos agricultores é necessária, pois otimiza os recursos de que dispõem, cria possibilidades, valor agregado, encurtamento da cadeia de abastecimento tornando um produto mais efetivo para competir em um mercado regional ou global (LOPULISA *et al.*, 2018). A Cooperativa serve como via através da qual os governos e organizações não governamentais conseguem participar e criar projetos nas áreas rurais, melhorando o bem-estar e os meios de subsistência rurais (DONKOR; HEJKRLIK, 2021).

2.2.1 Produtores rurais de pequeno porte

Devido a rápida intensificação da globalização no setor agrícola, estudos sobre a exclusão de pequenos agricultores em países em desenvolvimento, tem sido uma área de foco para pesquisas (REARDON *et al.*, 2009). Além disso, estudos sobre a inclusão de pequenos agricultores têm sido relatados na literatura, por autores como: Abebe *et al.* (2013) e Barrett *et al.* (2015). Em grande parte, o futuro dos alimentos depende da agricultura de pequena escala, pois estes são fundamentais para a inovação agrícola, embora sejam lentos em adotar novas tecnologias, pois possuem pouco acesso à tecnologia, têm conhecimento limitado e poucos recursos financeiros (BANCO MUNDIAL, 2017).

Compreende pequenos agricultores, os produtores que cultivam terras com menos hectares, geralmente trabalham com a família e poucos funcionários contratados para mão de obra, durante períodos de pico de cultivo, como plantio e colheita (MBULI; FONJOG; FLETCHER, 2021). A cláusula 3º da Lei 11.428, de 2006, conceitua o pequeno produtor rural como aquele que, residindo na zona rural, detenha a posse de gleba rural não superior a 50 (cinquenta) hectares. O Conselho Monetário Nacional (CMN), aprovou em 2022 os limites da Receita Bruta Agropecuária Anual (RBA), para a classificação do produtor rural, assim o pequeno produtor rural

classifica-se até R\$500.000,00 reais. Desse modo, o pequeno agricultor se depara com alguns riscos, devido a fatores desfavoráveis, conforme Quadro 4.

Quadro 4 - Fatores desfavoráveis para a agricultura

| Fatores Desfavoráveis para Agricultura | |
|---|---|
| Clima | Flutuações periódicas nas chuvas e ventos fortes |
| Desastres naturais | Inundações, secas, terremotos, erupções vulcânicas |
| Biológicas e Ambientais | Pragas, doenças, contaminações, degradação de recursos |
| Mercado | Mudanças de oferta e demanda, falhas na cadeia de abastecimento |
| Logística e Custos | Confiabilidade, conflitos e disputas trabalhistas |
| Gestão e Operação | Gestão inadequada, resistência a mudanças |
| Trabalho Institucional | Monetário e Tributário |
| Política | Questões de segurança interna, disputas, confisco |

Fonte: Adaptado de Lopulisa *et al.* (2018)

Trazendo uma variedade de tecnologias digitais, a agricultura 4.0 vem transformando, inclusive nas fazendas pequenas, equipamentos automatizados e até aplicação de smartphones e conjunto de dados, auxiliando pequenos produtores rurais no seu trabalho, hoje em dia, as fazendas estão se transformando em empresas de alta tecnologia (LAJOIE-O'MALEYA *et al.*, 2020).

Entretanto, em países em desenvolvimento, milhões de pequenos agricultores permanecem sem uma visão efetiva no que diz respeito às tecnologias modernas, as quais estão relacionadas com a utilização correta de insumos (fertilizantes químicos e pesticidas) e práticas melhores e estratégicas (DHEHIBI *et al.*, 2020). Nos países em desenvolvimento, os pequenos agricultores possuem uma tendência de serem excluídos de contratos da agricultura com empresas do agronegócio, ou, mesmo quando não são excluídos, muitas vezes possuem uma qualidade inferior em termos de poder de barganha sobre preços e cumprimento de contratos em comparação com empresas do agronegócio (SINGH *et al.*, 2020).

Assim, a FAO possui um estudo de caso chamado Digital Green, o qual é um meio de comunicação de mudança de comportamento habilitado pela tecnologia e eles têm se esforçado para que haja engajamento na participação da comunidade

agrícola (FAO, 2020). As ferramentas digitais são citadas frequentemente em mídias e textos como forma de envolver os produtores rurais e esclarecer suas necessidades (LAJOIEI-O'MALLEY *et al.*, 2020).

No Brasil, existe alguns programas para auxílio de pequenos produtores rurais, como o Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), existente desde 1995, este programa tem por objetivo integrar o agricultor familiar ao ecossistema do agronegócio, a incorporação de inovações tecnológicas e a capacitação contínua dos pequenos produtores (BNDES, 2020).

Existem outros projetos espalhados pelo mundo para auxiliar de alguma forma os pequenos agricultores a estarem conectados e aderirem cada vez mais às tecnologias da agricultura 4.0. Por exemplo, o apoio fornecido pelo *Grameem*, que é uma cooperativa de microcrédito existente desde 1976, nascida em Bangladesh a qual visa erradicar a pobreza do mundo (GRAMEEN, 2022). O *Grameen* trabalha com projetos como o *Farmers Friend*, que existe com o objetivo de desenvolver ferramentas para auxiliar pequenas fazendas a se tornarem mais eficientes e lucrativas através da tecnologia (FARMERS FRIEND, 2020).

A agricultura continua o elemento central da economia e da inovação nos países em desenvolvimento, pois é a chave central para o crescimento agrícola (DHEHIBI *et al.*, 2020). Portanto, investir em projetos e programas para amenizar os desafios que os pequenos agricultores enfrentam neste setor, é uma opção para solucionar problemas.

2.3 Transferência de tecnologia na agricultura

A Transferência de Tecnologia (TT) é um componente do processo de inovação, dessa forma, diferentes estratégias de comunicação e interação são utilizadas, tendo por objetivo dinamizar arranjos produtivos, mercadológicos e institucionais, através de soluções tecnológicas (EMBRAPA, 2014). No Brasil, o processo de transferência de tecnologia é desenvolvido geralmente primeiro por instituições de pesquisa e posteriormente repassado ao agricultor familiar, por diferentes ações como outras instituições (PINTO, 2015).

A TT é um processo que dissemina ou retém tecnologias, conhecimento aplicável e/ou resultado a implementação de tecnologias, como consequência, gerando produtos ou outros elementos que podem ser indústria, indivíduos, instituições ou entidades (SILVA *et al.*, 2018). Os investimentos em pesquisa sobre

TT têm sido notáveis particularmente nos países mais desenvolvidos (PAGANI *et al.*, 2016). A adoção de inovações estão cada vez mais sendo utilizadas por governos como tratativas de questões como mudanças climáticas e a pobreza (SCHOT; STEINMUELLER, 2018).

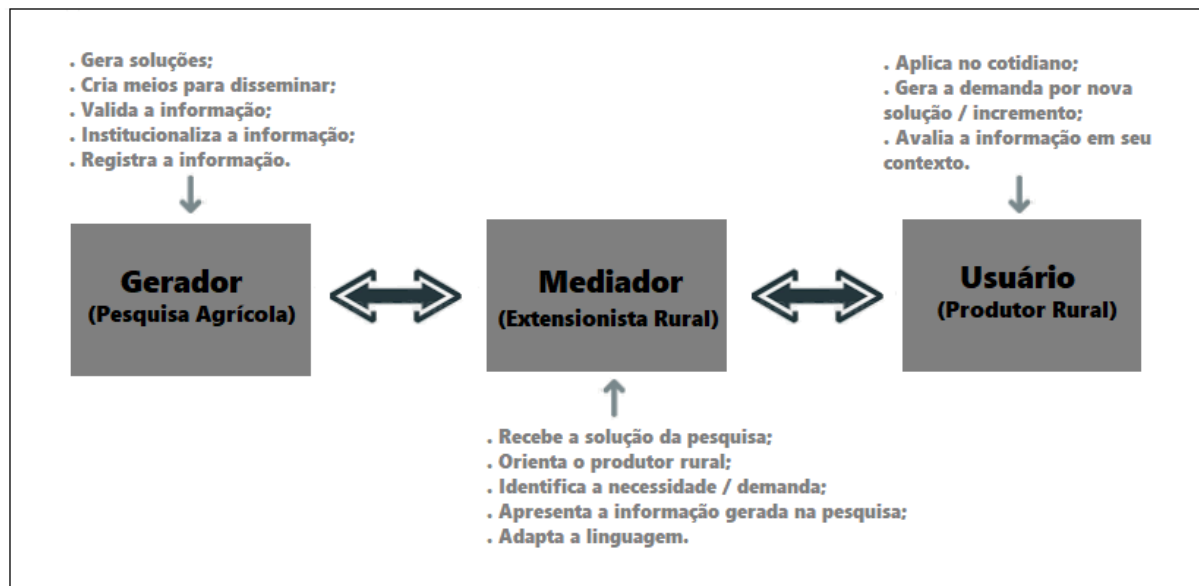
Berger (2001) e Santos *et al.* (2007) afirmam que existe uma oportunidade única com relação a transferências de conhecimentos agrícolas, por meio de sistemas de informações públicos e privados, devido à crescente propagação das TICs em países em desenvolvimento. A transferência de tecnologia no setor agroalimentar auxilia no aumento de inovações e empreendedorismo, subsequentemente gerando impacto na cadeia de abastecimento, pode envolver transações formais de produtos e processos inovadores ou troca informal de ideias entre as partes interessadas (AUA, 2015). O governo, as universidades e institutos de pesquisa (públicos ou privados), os consumidores e agricultores, referem-se ao conhecimento e a transferência de tecnologia no setor agrícola como algo tão importante que pode aumentar a competitividade da indústria e o bem-estar social (CARAYANNIS; ROZAKIS; GRIGOROUDIS, 2016).

Para melhorar os níveis de produção dos pequenos agricultores, estratégias de transferências de tecnologias são adotadas, porém, existe uma carência sobre avaliações de impacto dessas tecnologias, como impactos do conhecimento, adoção e bem-estar dos agricultores e a relação custo-benefício dessas tecnologias (NAKASONE; TORERO; MINTEN, 2014).

No contexto brasileiro, o desenvolvimento de tecnologias agrícolas tem se mostrado eficiente, entretanto, a transferência destas tecnologias e conhecimentos para o produtor rural está em déficit, isso ocorre porque a gestão de transferência de tecnologia não acontece de forma homogênea no país, assim, uma solução para amenizar este problema é promover mais acesso à informação tecnológica ao produtor rural (BACK, 2019). No caso de economias emergentes, como o Brasil, o investimento e o desenvolvimento de inovações podem significar melhores perspectivas de riqueza, competitividade e crescimento no longo prazo (VINCENZI; CUNHA, 2020).

Conforme Corsi *et al.* (2020), a TT é um processo que distribui tecnologias entre um fornecedor e um receptor, através de diferentes mecanismos, orientados por objetivos das partes. A Figura 7, mostra a respeito do processo de Transferência de Tecnologia no contexto da Agricultura.

Figura 7 - Processo de transferência de tecnologia na agricultura



Fonte: Adaptado de Pinto (2015)

A Figura 7 mostra que o gerador da pesquisa no setor agrícola, este gera solução, cria meios para disseminar soluções, valida informações, institucionaliza a informação e registra a informação. O mediador (extensionista rural), tem funções de receber as soluções da pesquisa, orientar o produtor rural a identificar a necessidade/demanda, apresentar informações geradas na pesquisa além de adaptar a linguagem. O usuário (produtor rural), aplica no cotidiano, gera demanda para nova solução e avalia a informação no seu contexto (PINTO, 2015). O processo de Transferência de Tecnologia pode apresentar variadas combinações de provedores, receptores, tecnologias e fatores que o afetam (PAGANI *et al.*, 2016).

Na pesquisa de Dhehibi *et al.* (2020) é sugerido que é preciso adotar estratégias mais flexíveis e adaptáveis quando se trata de transferência de tecnologias agrícolas para que seja atendida a necessidade dos pequenos agricultores, assim, essas transferências de tecnologias podem ser feitas através de programas de extensão, testes em fazendas e métodos simples que permitam aos agricultores identificarem o que é ideal para melhorarem sua produção.

3 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa tem por objetivo fornecer o detalhamento da pesquisa, esclarecendo os caminhos que foram trilhados para cumprir os objetivos propostos, demonstrando as técnicas e materiais utilizados, além de apontar os instrumentos da pesquisa como observação, questionário e entrevista (SILVA; MENEZES, 2005).

Assim, esse capítulo tem por objetivo apresentar os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento da pesquisa. Para isto, esta seção foi dividida em três subseções principais. A primeira apresenta a caracterização da pesquisa. A segunda traz a revisão de literatura. A terceira e última apresenta a pesquisa de campo. A seguir, O Quadro 5 mostra os procedimentos metodológicos.

Quadro 5 - Etapas dos procedimentos metodológicos

| ETAPA | ATIVIDADES | PROCEDIMENTOS | PRINCIPAIS AUTORES | OBJETIVOS A SEREM ATENDIDOS (GERAL E ESPECÍFICOS) |
|-------|-----------------------|---|--|---|
| 1º | Revisão da Literatura | -Pesquisa bibliográfica exploratória; -Revisão sistemática de literatura utilizando a Ferramenta Methodi Ordinatio | Pagani; Kovaleski; Resende (2015; 2017) | Definição do problema da pesquisa. OE1: Descrever conceitos e a principais tecnologias provenientes da Agricultura 4.0; |
| | | Tabulação e análise dos dados Utilização de planilhas eletrônicas e <i>software</i> Nvivo | Minayo (1994); Gil (1999); Carvalho; Vergara (2002); Teixeira (2003) | |
| 2º | Pesquisa de Campo | Relatório com as tecnologias ofertadas pela Cooperativa aos produtores rurais. Utilização do site da Cooperativa, Participação em feiras e eventos, contato com a Cooperativa | Silva; Menezes (2005); Gil (2008) | OE2: Levantar quais são as tecnologias utilizadas pelos produtores rurais de pequeno porte cooperados; |
| | | Aplicação do questionário para os produtores rurais de pequeno porte cooperados | | OE3: Identificar as principais dificuldades enfrentadas pelos pequenos agricultores rurais no processo de TT das tecnologias da Agricultura 4.0. |
| | | Análise dos Resultados Utilização de planilhas eletrônicas (<i>Excel</i> e <i>Dashboard</i>) para auxílio | Merfield <i>et al.</i> (2015); Tokola <i>et al.</i> (2016); Pera <i>et al.</i> (2017). | OE4: Sugerir ações estratégicas para Transferência de Tecnologia nas pequenas propriedades rurais. Objetivo geral: Identificar os impactos |

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | | | | que a agricultura 4.0 tem gerado aos pequenos produtores integrantes de uma cooperativa do agronegócio na região dos Campos Gerais – PR |
|--|--|--|--|---|

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Para facilitar o entendimento, a Figura 8 apresenta o fluxo metodológico com todas as etapas cumpridas neste trabalho.

Figura 8 - Fluxo metodológico



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

3.1 Caracterização da pesquisa

Pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos (SILVA; MENEZES, 2005). Há vários formatos de classificação de uma pesquisa científica, porém, este trabalho utilizará a classificação proposta por Silva e Menezes (2005). A natureza desta pesquisa caracteriza-se como aplicada. A pesquisa aplicada tem por

objetivo produzir conhecimentos e aplicá-los, para solucionar problemas específicos da pesquisa (SILVA; MENEZES, 2005). Assim, esta pesquisa é caracterizada como pesquisa aplicada, pois ela produz conhecimentos através de outros estudos, direcionando para soluções de problemas específicos (GIL, 1999).

Do ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa pode ser considerada como exploratória. Conforme Gil (2008), a pesquisa exploratória proporciona maior proximidade com o problema em estudo. Além disso, a pesquisa exploratória proporciona uma maior familiaridade com o problema, para torná-lo explícito ou construir hipóteses (GIL, 1991). A pesquisa exploratória auxilia também na compreensão do problema a ser enfrentado (MALHOTRA; GOSAIN; EL SAWY, 2005).

Ela também é uma pesquisa descritiva, uma vez visa demonstrar e descrever características de uma determinada população ou fenômeno, levantando dados de forma padronizada, utilizando técnicas como questionário ou observação sistemática, apresentando forma de levantamento (GIL, 1991).

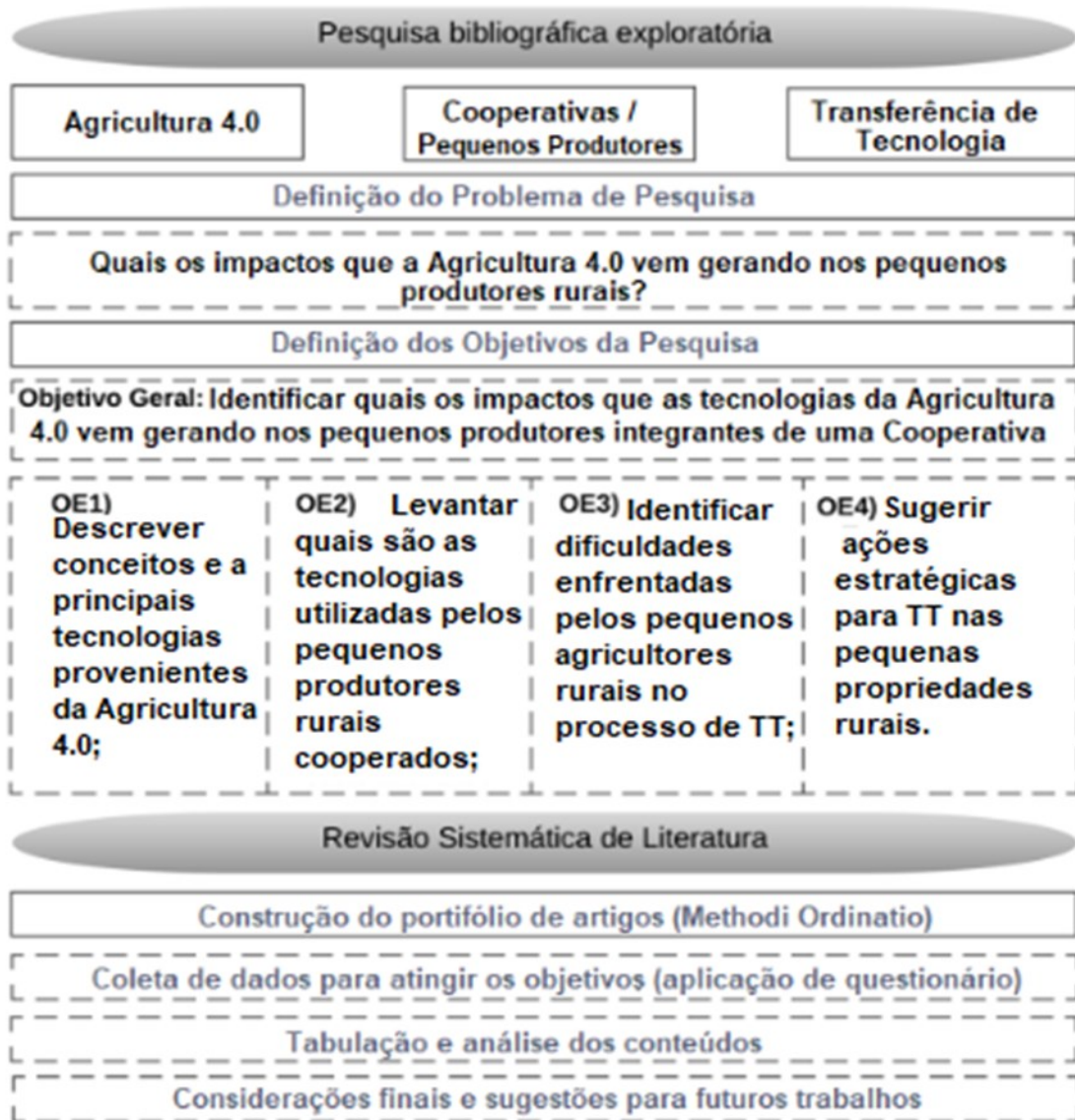
A pesquisa também é considerada como abordagem qualitativa, pois ela é uma pesquisa descritiva, onde os dados coletados são analisados indutivamente, interpretados e descritos (SILVA; MENEZES, 2005). Além disso, a pesquisa também é considerada quantitativa, pois ela traduz em números, opiniões e informações, os quais são classificados e organizados através de técnicas estatísticas (SILVA; MENEZES, 2005).

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa é caracterizada como estudo de caso, pois conforme Gil (1991), é o estudo profundo de um tópico que permite seu amplo e detalhado conhecimento.

3.2 Revisão de literatura

As etapas percorridas para a consecução da revisão de literatura estão descritas na Figura 9.

Figura 9 - Resumo dos procedimentos da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Assim o passo a passo da composição desta pesquisa foi descrito na Figura 9.

3.3 Pesquisa bibliográfica exploratória

A pesquisa bibliográfica exploratória é a primeira etapa para definição dos objetivos e construção da pergunta de partida (GIL, 2008). Assim, a pesquisa bibliográfica exploratória ocorreu, primeiramente, na base de dados *Google Scholar*, para visualização de pesquisas publicadas e para se obter maior entendimento do tema de forma geral.

Posteriormente, a pesquisa se deu nas principais bases de dados: *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* e *IEEE*. Assim, foram definidas as palavras chave.

Decorrente da definição das palavras chave, foi definido o problema da pesquisa, formulando assim o objetivo geral que visa “identificar quais os impactos que a Agricultura 4.0 vem gerando nos pequenos produtores rurais integrantes de uma Cooperativa do Agronegócio na região dos Campos Gerais no Paraná.

Após a definição do OG, foram definidos os objetivos específicos, seguindo a sequência, foi realizada a revisão sistemática da literatura.

3.4 Revisão sistemática de literatura

As palavras-chave definidas foram variações de agricultura 4.0 e agricultura inteligente. Estas palavras foram mescladas com os termos pequenos produtores rurais, pequenos agricultores, cooperativas e transferência de tecnologia. As palavras chave foram, então, pesquisadas em inglês: “*smart agriculture*”, “*agriculture 4.0*”, “*precision agriculture*”, “*small farmer*”, “*innovations*”, “*technology transfer*”, “*cooperative*”.

A segunda etapa trata de uma bibliometria em 654 artigos, visando identificar os principais temas das palavras chave, nas bases de dados *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* e *IEEE Explore*.

A terceira etapa foi a revisão sistemática de literatura, que também contou com uma bibliometria específica e análise de conteúdo no portfólio final do trabalho. Além disso, a terceira etapa objetivou responder o problema da pesquisa, e foi realizada uma revisão sistemática da literatura utilizando a metodologia *Methodi Ordinatio* (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2017).

A *Methodi Ordinatio* é uma ferramenta multicritério que auxilia na busca de artigos científicos com relevância no tema pesquisado (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2017). Assim, a partir da aplicação da metodologia *Methodi Ordinatio*, foi construído o portfólio de artigos relevantes para esta pesquisa, a partir do qual é realizada a coleta de dados.

A *Methodi Ordinatio* é baseada em três variáveis:

- (i) Fator de Impacto (Fi) da revista do artigo publicado;
- (ii) Ano de publicação da pesquisa e,
- (iii) Número de citações (Ci) que o artigo possui.

Assim, a *Methodi Ordinatio* classifica os artigos por ordem mais relevantes, através da aplicação da fórmula *InOrdinatio*, estabelecendo um ranking desses artigos

que são encontrados na pesquisa conforme temática estudada (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2017).

A seguir estão detalhadas as etapas da revisão sistemática de literatura.

Etapa 1 – Estabelecimento da intenção de pesquisa: nesta primeira etapa foi realizada a busca por informações a respeito da intenção, verificação de apoio da Cooperativa para a consolidação da pesquisa posteriormente.

Etapa 2 – Pesquisa exploratória preliminar de palavras-chave em bancos de dados: a busca sobre a temática foi realizada nos seguintes bancos de dados: Scopus, Web of Science, Science Direct e IEEE Xplore.

Etapa 3 – Definição da combinação de palavras-chave e bases de dados: as combinações de palavras-chave, bem como o eixo da pesquisa. Para maior abrangência, não foi realizado recorte temporal. Assim, encontra-se detalhado na Tabela 1.

- Scopus: Pesquisa por título, resumo e palavras-chave, selecionando somente artigos e revisões, utilizando o operador (*) ao fim das palavras e sem corte temporal;

- Web of Science: Pesquisa por palavras-chave, selecionando somente artigos e revisões, utilizando o operador (*) ao fim das palavras, e sem corte temporal;

- Science Direct: Pesquisa por palavras-chave, selecionando somente artigos e revisões e sem corte temporal.

- IEEE Xplore: Pesquisa por palavras-chave, selecionando publicações em Journals, utilizando o operador (*) ao fim das palavras e sem corte temporal.

Etapa 4 – Busca final nas bases de artigos: o resultado bruto da busca final para o portfólio oficial da pesquisa está detalhado na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das palavras-chave

| Combinação de Palavras-chave | Scopus | Web of Science | IEEE | Science Direct | Total |
|--|---------------|-----------------------|-------------|-----------------------|--------------|
| "small farmer" AND "innovations" AND "technology transfer" | 3 | 0 | 0 | 308 | 311 |
| "cooperative" AND "small farmer" AND "technology transfer" | 0 | 0 | 0 | 245 | 245 |
| "technology transfer" AND "cooperatives" AND "small farmer" AND "agriculture 4.0" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| "small farmer" AND "smart agriculture" AND "technology transfer" | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 |
| "smart agriculture" AND "technology transfer" | 11 | 6 | 0 | 75 | 92 |
| TOTAL | | | 654 | | |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Etapa 5 – Procedimentos de filtragem: nesta etapa foram realizados procedimentos de filtragem com o objetivo de selecionar apenas artigos relacionados ao tema pesquisado, assim, primeiramente foram eliminados artigos duplicados primeiramente através do gerenciador de referências chamado de Mendeley, assim, foram eliminados 183 artigos duplicados, posteriormente, através do programa JabRef foram eliminados mais 9 artigos em duplicata, totalizando a eliminação dessa primeira filtragem em 192 artigos. Também foi realizada a exclusão por tipo de documento (artigos de conferência e congresso), assim, foram excluídos mais 148 artigos. Após terem sido excluídos 340 artigos, foi aplicado mais um procedimento de filtragem, para deixar a pesquisa mais atual, eliminando assim todos os artigos encontrados antes do ano de 2016, excluindo 306 artigos. Com relação a exclusão por conteúdo, primeiramente, os artigos foram baixados, 8 artigos foram excluídos por falta de título e informações, então, ficaram 35 artigos relevantes a pesquisa, assim, foi realizada a leitura de título e palavras chave, e em caso de dúvida por meio da leitura do resumo ou artigo completo.

Etapa 6 – Identificando o fator de impacto, ano e número de citações: o JCR (*Journal Citation Reports*), foi o fator de impacto selecionado para utilização na pesquisa, pois ele atribui importância ao periódico, caso o periódico não apresente esta métrica JCR, o valor atribuído ao Fi do artigo foi zero. O ano de publicação foi coletado no próprio artigo e por fim, o número de citações (Ci), foi encontrado no Google Scholar.

Etapa 7 – Classificando os artigos: Essa fase busca classificar cada artigo de acordo com sua relevância científica, por meio da equação 1, denominada como *InOrdinatio*. Os resultados detalhados encontram-se no Apêndice A.

$$InOrdinatio = (IF/1000) + \alpha * [10 - (\text{AnoPesquisa} - \text{AnoPublicação})] + (Ci) \quad (1)$$

Em que:

- IF é o Fator de Impacto;
- α é um fator de ponderação variando de 1 a 10 atribuído pelo pesquisador e quando mais próximo do 10 maior importância da atualidade do tema;
- AnoPesquisa é o ano em que a pesquisa foi realizada;

- AnoPublicação é o ano em que o artigo foi publicado;
- ΣCi é a quantidade de citações do artigo.

Etapa 8 e 9 – Encontrando os artigos completos: Considerados relevantes a esta pesquisa, baixados, lidos e analisados, foram encontrados 35 artigos.

A seguir, a Figura 10 sintetiza a aplicação da Methodi Ordinatio (PAGANI; KOVALESKI, RESENDE, 2015).

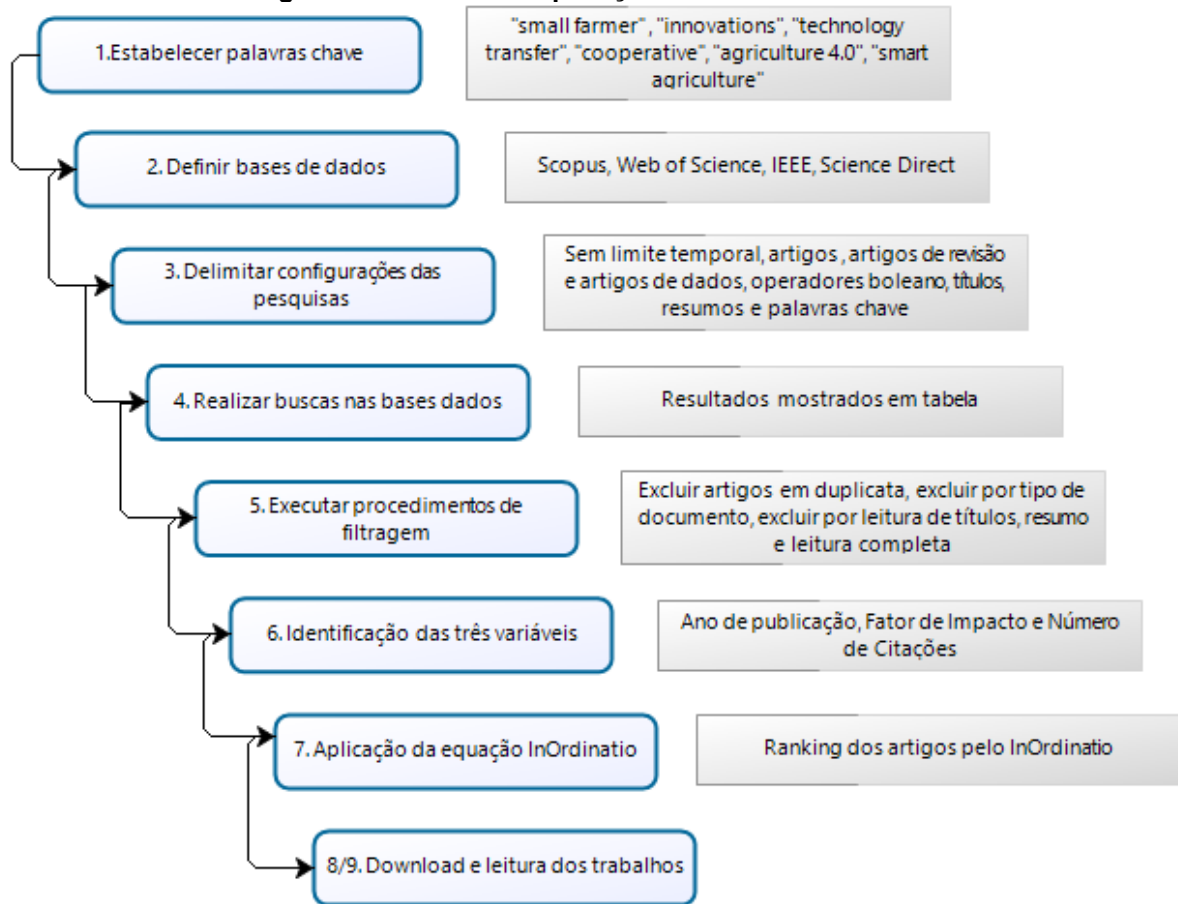
Dos artigos encontrados, foi realizada uma análise a bibliometria, que permite um olhar quantitativo sobre os trabalhos.

A análise de conteúdo compreendeu a leitura do portfólio de artigos relevantes à pesquisa, encontrados através da metodologia Methodi Ordinatio, com o intuito de buscar informações a respeito da Agricultura 4.0 juntamente com Cooperativas e os agricultores de pequeno porte.

As informações coletadas através da leitura do portfólio de artigos, foram apresentadas na seção 2, através do referencial teórico, em formato de texto, tabelas, quadros e figuras, além de percorrer por outras seções do trabalho.

Essa análise permitiu a construção do questionário que será realizada entre os agricultores de pequeno porte, fornecendo assim, a base teórica da pesquisa de campo.

Figura 10 - Síntese da aplicação da Methodi Ordinatio



Fonte: Pagani *et al.* (2015)

Os resultados da revisão de literatura serão apresentados em dois formatos:

- Bibliometria, de caráter mais quantitativo, com a apresentação de gráficos, de forma que o leitor possa facilmente inferir as informações relacionadas ao portfólio da pesquisa;
- Análise de conteúdo, de caráter mais qualitativo, onde a pesquisadora buscou informações mais aprofundadas contidas nos artigos do portfólio.

3.5 Pesquisa de campo

A pesquisa de campo foi realizada na Cooperativa do Agronegócio no Estado do Paraná. A população da Cooperativa é de 12.985 cooperados, isso no Brasil e no exterior, entretanto, a pesquisa delimitou-se no Paraná na sede de Medianeira, com uma amostra de 200 produtores rurais cooperados de pequeno porte, levando em consideração seu faturamento de até R\$ 500.000,00 reais anuais.

A amostra a ser utilizada na pesquisa, será por quotas (Silveira e Menezes,2005), pois neste tipo de amostra são diversos os elementos constantes da população / universo na mesma proporção.

3.5.1 Instrumento de coleta de dados

O instrumento utilizado para a coleta de dados trata-se de um questionário misto (Apêndice B), do tipo Escala de *Likert* 4 pontos, com questões estruturadas abertas, e com questões fechadas, de múltipla escolha. Conforme Silveira e Menezes (2005), o questionário é uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas pelo informante. Portanto, o questionário deve ser objetivo, limitado em extensão e acompanhado de instruções.

O questionário foi dividido em blocos temáticos. Segundo Silveira e Menezes (2005), os blocos devem obedecer a uma ordem lógica de perguntas. Assim, o questionário foi dividido em duas partes. A primeira parte contempla 17 perguntas estruturadas fechadas; a segunda contempla uma questão aberta, para que o cooperado possa apresentar suas sugestões, opiniões e reclamações a respeito das tecnologias 4.0.

Na primeira parte, as três primeiras perguntas do questionário estão relacionadas à importância que o pequeno produtor rural atribui às tecnologias do campo e sobre sua utilização. As perguntas 4 a 6 estão relacionadas aos custos envolvidos na adesão de tecnologias. A pergunta 7 questiona a respeito de programas de incentivo do governo. As perguntas 8 a 10 tratam do entendimento, instruções de utilização e assistência que as tecnologias oferecem. As perguntas 11 e 12 estão relacionadas à conectividade da internet no campo.

A Quadro 6 apresenta os blocos temáticos do questionário com o devido suporte teórico, abordado no referencial.

Quadro 6 - Blocos Temáticos Questionário

| Número das Questões | Blocos temáticos | Suporte teórico |
|---------------------|---------------------------|---|
| 1,2,3,4 e 5 | Utilização de Tecnologias | Há consenso de que existe uma capacidade limitada de análise de dados pelos agricultores na adoção e utilização de tecnologias da agricultura 4.0 (MUSAT <i>et al.</i> , 2018; BRAUNET <i>et al.</i> , 2019; LIOUTAS <i>et al.</i> 2019). |

| | | |
|------------|--|---|
| 6,7 e 9 | Necessidade de aprender a como utilizar tecnologias (manuais, treinamentos, palestras) | A agricultura 4.0 exigirá um nível intelectual superior, pois uma parte significativa do trabalho agrícola será realizado por máquinas (WOLPERT <i>et al.</i> , 2017) |
| 10,11 e 12 | Aquisição de equipamentos (custo) | Estudos que indicam que uma das principais barreiras para utilização de tecnologias são os custos altos em investimentos (ROSE <i>et al.</i> , 2016; 2018) |
| 13 | Programas de incentivo do Governo | Há uma necessidade de aumentar convites por parte de formuladores de política, na agricultura 4.0, para promover startups voltadas às necessidades específicas dos agricultores é uma solução política (ZAMBON <i>et al.</i> , 2019). |
| 14 | Conectividade no Campo | Conectividade no campo é outro aspecto importante que se torna uma barreira de infraestrutura, pois a infraestrutura deve permitir a conectividade nas fazendas (CORELLO <i>et al.</i> , 2018) |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na segunda parte do questionário, encontra-se uma questão aberta, conforme Silva e Menezes (2005), para se obter a opinião do informante de uma forma mais profunda. A questão ficou aberta para que o agricultor pudesse expressar sua opinião ou algum comentário adicional a respeito das tecnologias para sua propriedade rural, alguma reclamação, sugestão ou elogio à Cooperativa.

3.5.2 Coleta de dados

A aplicação do questionário foi realizada através do envio do link do *Google Forms* que continha o instrumento de coleta, no *e-mail* e no *WhatsApp* dos produtores rurais de pequeno porte de uma Cooperativa no Estado do Paraná. O questionário ficou aberto para respostas no mês de abril / 2023 e maio / 2023.

A mensagem com o link foi enviada duas vezes para que se pudesse obter o maior número de respondentes possíveis, visto que não era compulsória a participação dos cooperados. Entretanto, o número de respostas foi significativo, pois foram 99 os respondentes dos 200 cooperados que receberam o questionário.

3.5.3 Análise e tabulação dos dados da pesquisa de campo

Após a aplicação do questionário foi realizada a tabulação e análise dos dados. A tabulação dos dados é um procedimento onde os dados são organizados

em tabelas, para uma maior facilidade de visualização, verificação das informações e relações entre eles. Para a tabulação de dados muito numerosos, a opção de planilhas eletrônicas é o mais indicado (MANZATO; SANTOS, 2012). Assim, a tabulação dessa pesquisa será feita por *Dashboard* em *Microsoft Excel*, que permite um suporte adequado ao propósito do trabalho. Para isso, serão aplicados a Média, Moda e o Desvio Padrão nos dados coletados.

A Média é uma medida de tendência central, é a soma de valores dividida pelo número de valores (VIEIRA, 2004). Assim, nesta pesquisa será calculada a média das respostas, pois, conforme Triola (2008), é a mais importante medida numérica de centro. Contudo, quando é utilizado o instrumento com a escala *Likert*, como nesta pesquisa, a média não possui representatividade fiel aos resultados (TRIOLA, 2008). Dessa forma, será também calculada a Moda. A Moda, é a medida que ocorre com mais frequência numa amostra (VIEIRA, 2004).

Visando obter uma maior visualização de variações de valores da média, será aplicado o Desvio Padrão, pois é uma medida de dispersão, pois quanto maior for o desvio padrão, maior será a flutuação da variável em torno da média (VIEIRA, 2004). Além disso, o Desvio Padrão é uma medida de variação mais importante e mais útil (TRIOLA, 2008).

Para a análise dos dados coletados, que será realizada após a organização do *Dashboard*, será realizada a análise de conteúdos que é compreendida como um conjunto de instrumentos em constante aperfeiçoamento que ultrapassa incertezas e descobre o que é questionado (SILVA; FOSÁ, 2015). Os resultados da pesquisa de campo serão apresentados na próxima Seção.

Vale salientar que também será feito um relatório com os resultados obtidos, que será entregue à Cooperativa (objeto de estudo), visando cumprir o quarto objetivo específico, o qual refere-se a sugerir ações estratégicas para Transferência de Tecnologia nas pequenas propriedades rurais.

4 RESULTADOS

Esta seção está subdividida em duas subseções principais: 4.1 revisão de literatura, e 4.2 Pesquisa de campo. Estas subseções, compostas por outras subseções, serão apresentadas na sequência.

4.1 Revisão de literatura

A revisão de literatura permitiu a construção de um portfólio bibliográfico de artigos os quais foram utilizados em todas as demais etapas da pesquisa, atingindo assim, o primeiro objetivo específico. O portfólio permitiu a construção da bibliometria, de caráter mais quantitativo, e análise de conteúdo, com caráter mais qualitativo. Estas análises são apresentadas a seguir.

A literatura revela a de barreiras e benefícios aos produtores rurais na aquisição de novas tecnologias visando adentrar na nova era chamada Agricultura 4.0. Além das barreiras, a literatura expõe a importância que as tecnologias possuem para auxiliar na agricultura em geral, desde antes do plantio até o pós colheita, sendo essa uma questão que afeta não apenas os produtores rurais, mas toda a cadeia envolvida.

A principal contribuição da revisão de literatura é identificar descrições, tecnologias, barreiras, vantagens e desvantagens citados na literatura, através de estudos científicos, assim, disseminando informações a respeito da Agricultura 4.0 no contexto internacional, além de contribuir para futuras pesquisas acadêmicas na área da Agricultura 4.0, pois, o presente estudo pode ser dado continuidade no meio acadêmico.

Ademais, esse estudo visa contribuir para discussões a respeito do avanço tecnológico da agricultura no mundo, buscando apoiar pesquisadores e profissionais a adotarem o desenvolvimento de tecnologias para a agricultura, sem excluir os agricultores de pequeno porte que são impactados com essa revolução tecnológica chamada Agricultura 4.0.

Além disso, a revisão mostrou que ainda existem poucos estudos que exploram a Agricultura 4.0, sendo que estes se limitam aos aspectos técnicos das inovações e em seus avanços, existindo uma lacuna sobre os impactos que estas tecnologias trazem aos agricultores, principalmente os agricultores de pequeno porte.

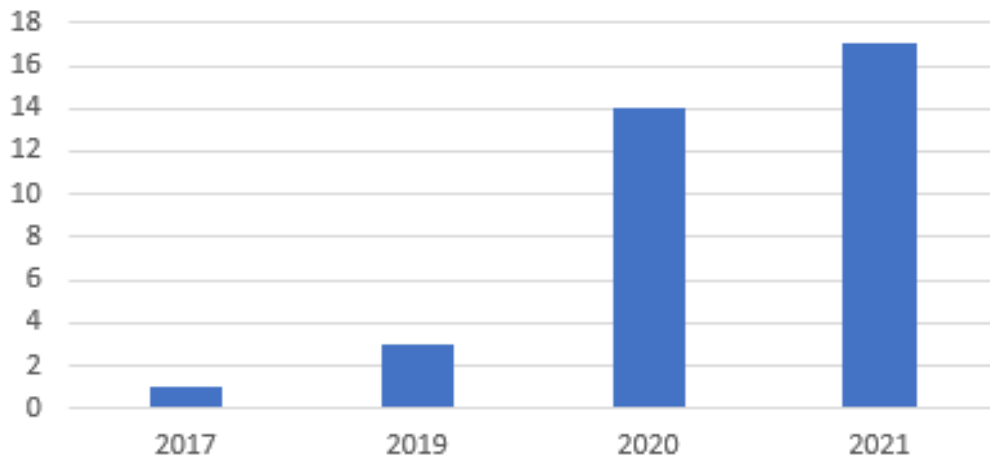
4.1.1 Bibliometria

Foram encontrados 35 artigos relevantes a esta pesquisa, através da ferramenta Methodi Ordinatio, dessa forma, todos esses artigos foram analisados com o objetivo de se obter uma visão geral a respeito das informações levantadas.

A primeira análise bibliométrica foi realizada através do número de publicações sobre o assunto nos últimos anos nas bases científicas.

Com a limitação temporal feita a partir do ano 2017, observa-se que houve um aumento de publicações, com a combinação dos termos: agricultura 4.0, pequenos produtores rurais, cooperativas, transferência de tecnologia e agricultura inteligente. Conforme Gráfico 1 apresenta a seguir.

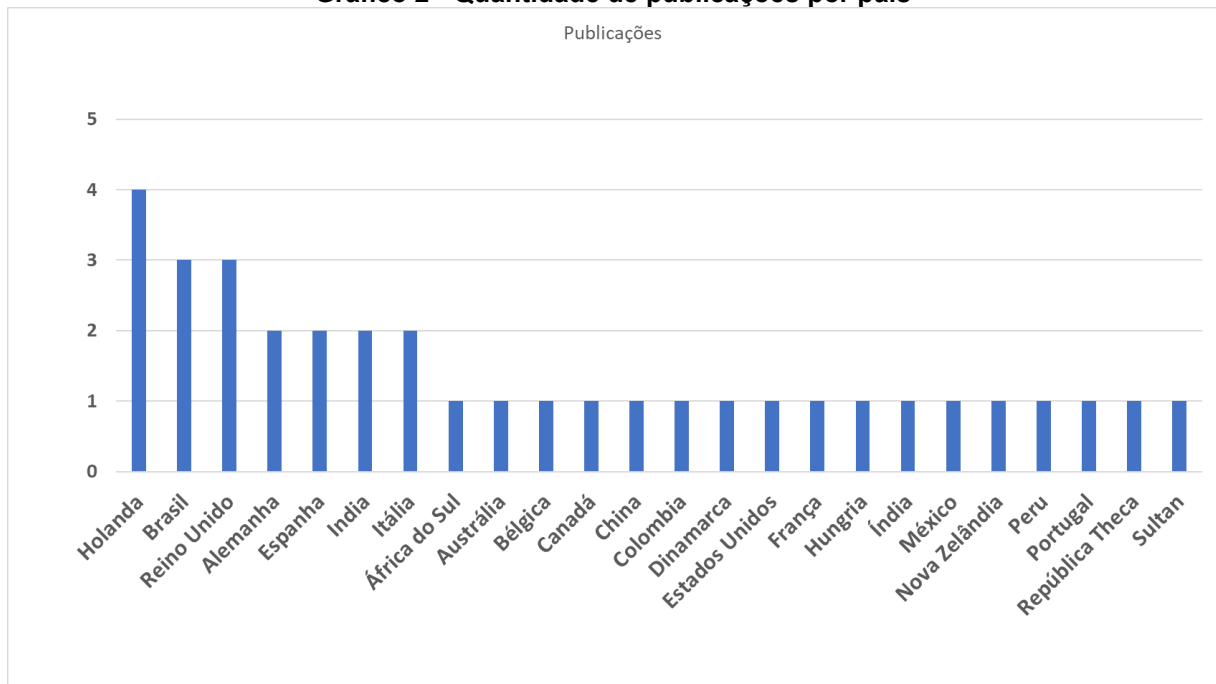
Gráfico 1 - Publicações por ano



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O tema central, focado na temática da agricultura, se mostra muito relevante ao se observar pelo número crescente das publicações estarem crescendo, em 2021 fechando com 17 publicações. A agricultura é um setor necessário a nível global, as tecnologias auxiliam com uma parte essencial para o aprimoramento de técnicas deste setor. Assim, há uma lacuna a ser explorada nesse sentido.

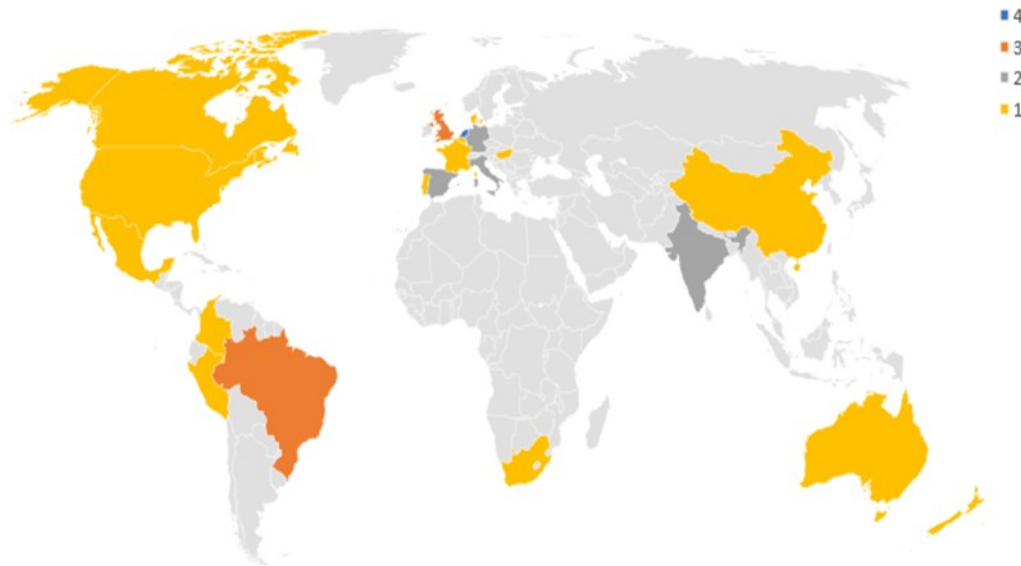
A Gráfico 2 apresenta a quantidade de publicações por países, sobre a temática.

Gráfico 2 - Quantidade de publicações por país

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A maior representatividade de publicações encontra-se na Holanda, seguindo do Brasil e Reino Unido com a mesma quantidade de publicações, depois Alemanha, Espanha, Índia e Itália com duas publicações em cada região. Posteriormente, ficaram com apenas uma publicação, até o momento, os países: África do Sul, Austrália, Bélgica, Canadá, China, Colômbia, Dinamarca, Estados Unidos, França, Hungria, Índia, México, Nova Zelândia, Peru, Portugal, República Tcheca, Sultan. O Gráfico 3 apresenta um mapa-múndi, destacando as regiões das publicações.

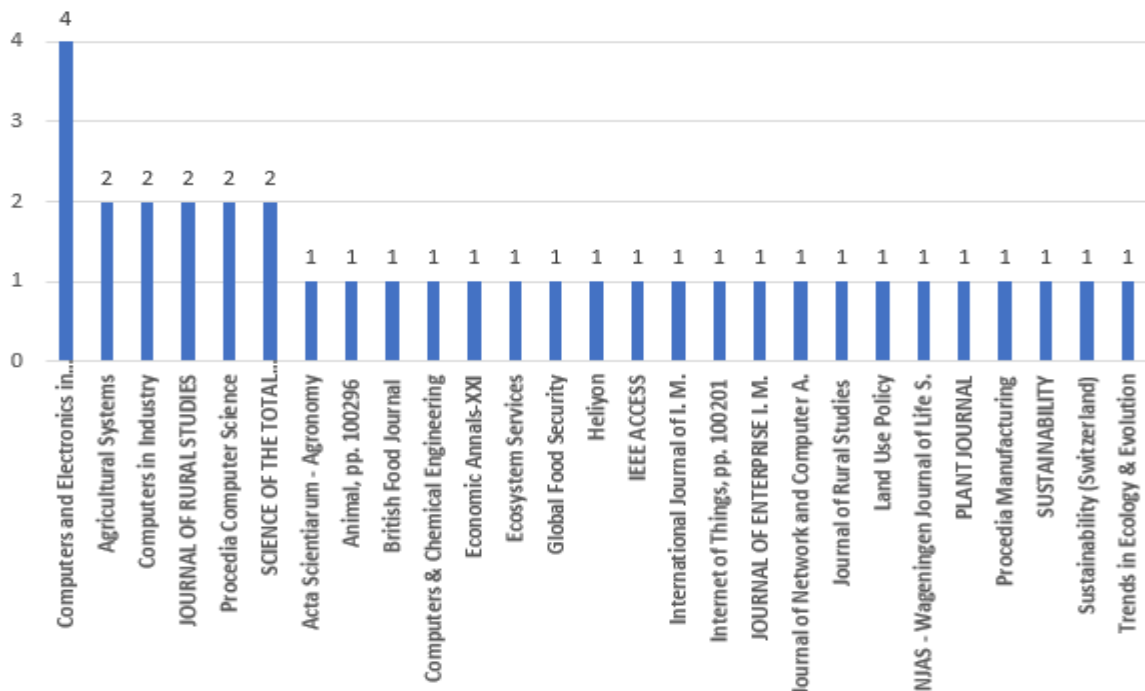
Gráfico 3 - Mapa das regiões com publicações



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A seguir são apresentados os periódicos que tiveram publicações a respeito da temática desta pesquisa, que foram encontrados nas bases de dados Scopus, Web of Science, Science Direct e IEEE, no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Periódicos e suas publicações



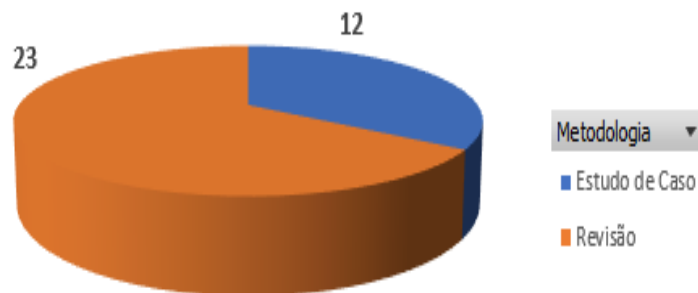
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A revista Computer and Electronics publicou quatro artigos com o tema da pesquisa com duas publicações até o presente momento, as revistas Agricultural Systems, Computers in industry, Journal of rural studies, Procedia Computer Science

e Science of the Total. Outras revistas encontram-se com uma publicação até o momento.

A respeito dos tipos de estudos publicados, 65% são estudos de caso e 35% são artigos de revisão. O Gráfico 5 apresenta a composição do portfólio, por tipo de artigo.

Gráfico 5 - Metodologia dos artigos publicados



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Os termos relacionados com agricultura que mais se destacam no portfólio foram: agricultura inteligente, práticas da agricultura e agricultura de precisão. Com relação aos termos mais citados nos artigos encontrados, segue a nuvem de palavras, no Gráfico 6, realizada através do programa Nvivo.

As palavras clima, desenvolvimento, agricultor, agricultura e tecnologia foram as palavras que mais apareceram no portfólio desta pesquisa.

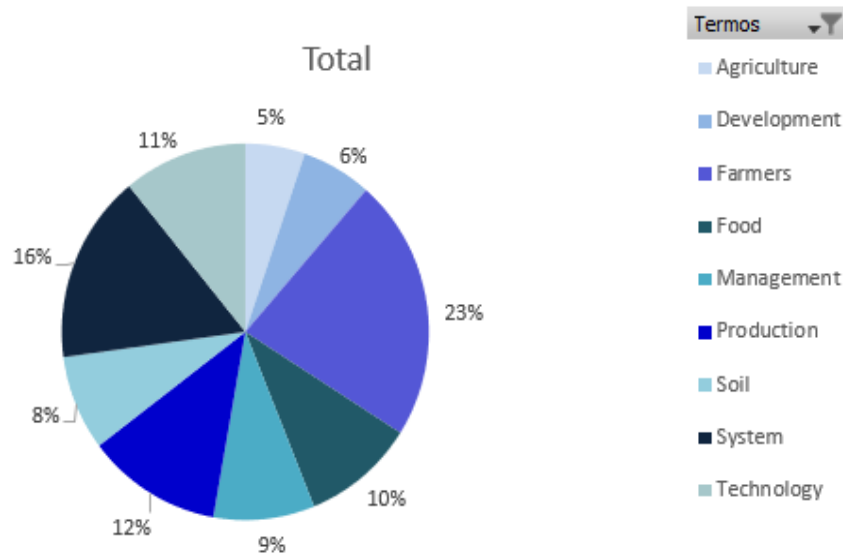
Gráfico 6 - Nuvem de palavras mais utilizadas no portfólio de artigos



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A representatividade das palavras mais utilizadas encontra-se no Gráfico 7.

Gráfico 7 - Representatividade das palavras mais utilizadas nos artigos



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

4.2 Pesquisa de campo

A pesquisa foi realizada em uma Cooperativa do Agronegócio, localizada no Paraná, na cidade de Medianeira. A instituição conta com mais de 12.985 associados no total, no Brasil e no exterior, e gera mais de 25.650 empregos (diretos e indiretos).

A pesquisa foi realizada entre os produtores rurais de pequeno porte que trabalham com grãos (soja, milho e trigo), sendo este um segmento de grande relevância tanto para a Cooperativa quanto para os produtores rurais da região e a sociedade ligada direta e indiretamente a esse segmento.

4.2.1 Resultados do questionário

As questões 1 a 6 tratam da importância de utilização de tecnologias 4.0 para benefício do pequeno agricultor, para que, assim, este produtor possa otimizar sua produção e gestão, produzindo mais, e expandindo também os benefícios para a sociedade pois, conforme a estudo da Organização Mundial das Nações Unidas de 2019, o contingente populacional tende a crescer em cerca de dois bilhões de pessoas nos próximos 30 anos. Assim, é necessário que se estude maneiras de atender este aumento na futura demanda de alimentos

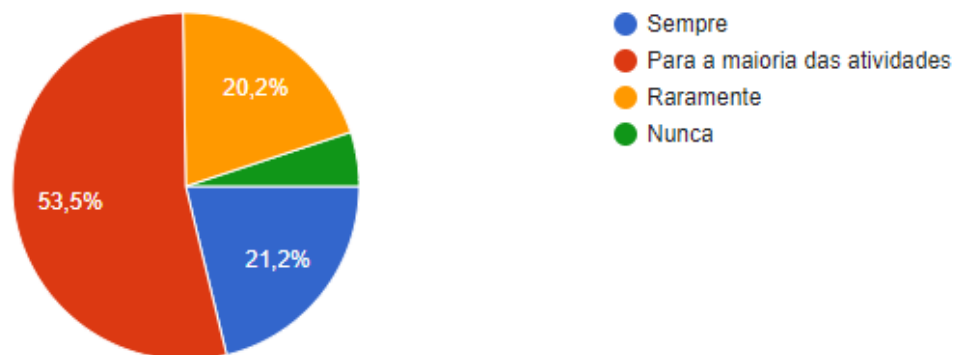
Desse modo, os pequenos produtores rurais também precisam entender e utilizar as tecnologias da agricultura 4.0, já que estes possuem uma parcela significativa, representando 84% de todas as propriedades rurais do país, totalizando cerca de 4,1 milhões de pequenos produtores rurais (ExpoAgro, 2020).

Para Lezoche (2020), a Agricultura 4.0 veio para facilitar a vida dos agricultores, auxiliando na tomada de decisão, conectando os agricultores com informações e facilidades que as tecnologias proporcionam, ajuda a alimentar a população mundial e melhora as condições de trabalho dos produtores rurais.

Dessa maneira é de suma importância que os pequenos produtores rurais compreendam que as tecnologias possuem benefícios imensuráveis para eles e para a sociedade, assim, as questões de 1 a 6 tratam disso e conforme os números mostram a seguir, a maioria dos pequenos agricultores entendem que sim, de fato as tecnologias são importantes para eles e para a sociedade.

A questão número 1 pergunta se o pequeno agricultor utiliza tecnologias em sua propriedade. 53,5% afirmam utilizar alguma tecnologia em sua propriedade. Esta tecnologia pode ser celulares (com aplicativos e informações), máquinas, computadores ou até mesmo insumos como sementes, pesticidas e ou fertilizantes com tecnologias mais desenvolvidas (sustentáveis). O Gráfico 8 apresenta o resultado das respostas para a Questão 1.

Gráfico 8 - Respostas da Questão 1



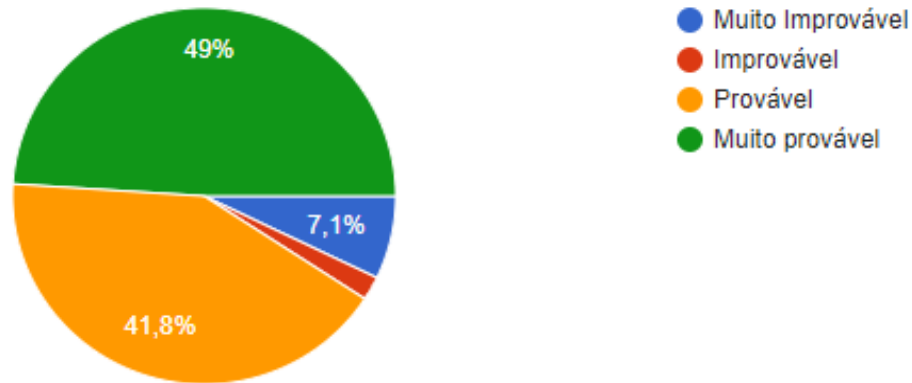
Fonte: Dados da pesquisa de campo (2023)

Observa-se que os pequenos agricultores pesquisados utilizam de alguma forma as tecnologias 4.0, sendo este um ponto positivo para eles e para a população, pois os benefícios são para todos.

A Questão 2 busca compreender se o cooperado considera que as tecnologias desenvolvidas na agricultura, tais como robôs (drones), maquinários avançados para preparação do solo, para colheita e plantio etc. podem auxiliar de forma efetiva nas suas propriedades.

Esta questão obteve 99 respostas, sendo 49% muito provável e 41,8% considera provável que sim, que as tecnologias auxiliam a produção de forma efetiva. O resultado das respostas está no Gráfico 9.

Gráfico 9 - Respostas da Questão 2

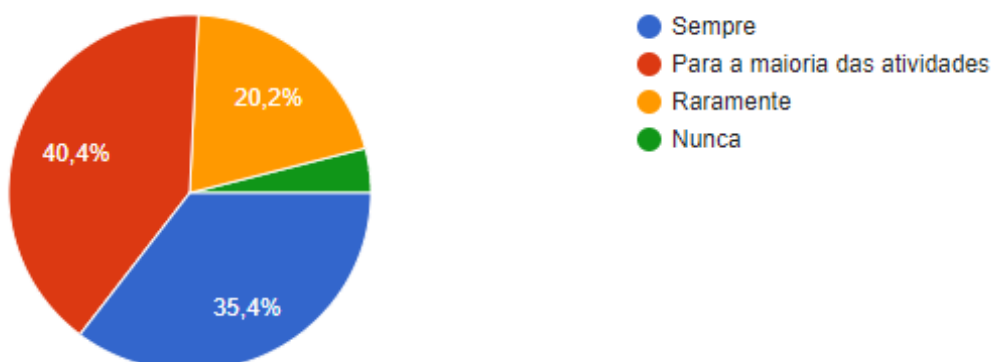


Fonte: Dados da pesquisa de campo (2023)

Desse modo, a questão 2 demonstra que os cooperados acreditam que de fato as tecnologias auxiliam positivamente e de forma efetiva suas produções, seja na preparação do solo para o plantio, para a colheita, em todo o processo inclusive na gestão da propriedade. Para Zhai *et al.* (2020), com a IoT muitas facilidades com a utilização de tecnologias 4.0 podem acontecer, como informações meteorológicas e condições do solo, auxiliando os produtores nas tomadas de decisões, fazendo com que estes obtenham lucros mais elevados.

Com relação à questão 3 sobre a utilização de algum meio tecnológico (celular ou computador), para auxílio exclusivo na gestão administrativa da propriedade rural do pequeno agricultor, 40,4% responderam que sim, utilizam alguns celulares ou computadores para amparo em sua gestão financeira, gestão de produção, gestão de recursos, etc. Apenas 4% nunca utilizaram nenhum meio tecnológico. Os resultados estão no Gráfico 10.

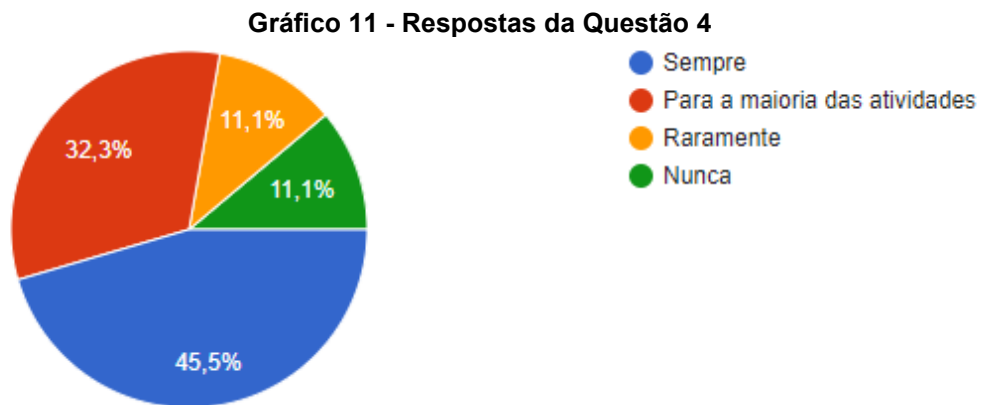
Gráfico 10 - Respostas da Questão 3



Fonte: Dados da pesquisa de campo (2023)

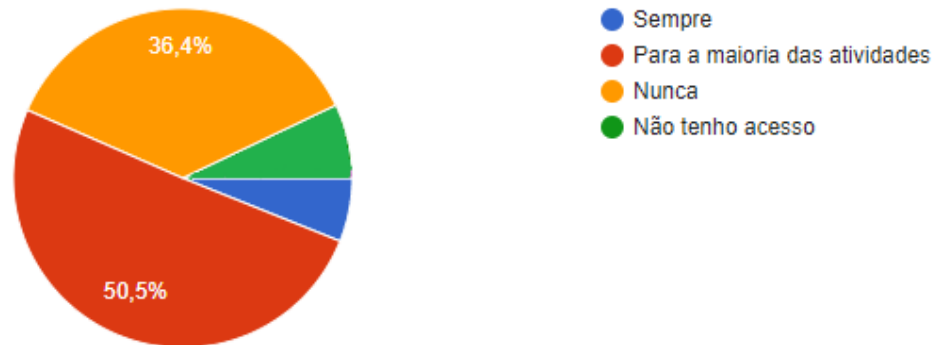
Lezoche *et al.* (2020), afirma que as tecnologias como celulares e computadores para a agricultura reduz a incerteza de uma tomada de decisão, uma vez que permite a obtenção de dados precisos em tempo real e informações em tempo real, além disso para Silveira *et al.* (2021), os celulares e computadores gerenciam, monitoram e controlam à distância, fornecem também informações coletadas para a comunidade online de agricultores. Como observou-se nessa questão, a maioria dos cooperados entende essa importância e utiliza de alguma forma positiva os celulares e computadores para sua gestão de propriedade.

A questão 4 pergunta se os cooperados utilizam o aplicativo que a Cooperativa oferece, para algum tipo de auxílio, seja para informações ou comunicação com a Cooperativa, 45% sempre utilizam e 40.4% utilizam para a maioria das atividades, apenas 11% nunca utilizaram o aplicativo. Os resultados estão no Gráfico 11.



Fonte: Dados da pesquisa de campo (2023)

A questão 5 pergunta se os cooperados fazem compras online para suas propriedades, seja compra de insumos, maquinários, equipamentos etc. Dos respondentes, 6% sempre utilizam a internet para compras online, 50% utilizam para a maioria das atividades, 36,4% nunca fazem compras online e 6% não possuem acesso a esse tipo de atividade. Os resultados estão no Gráfico 12.

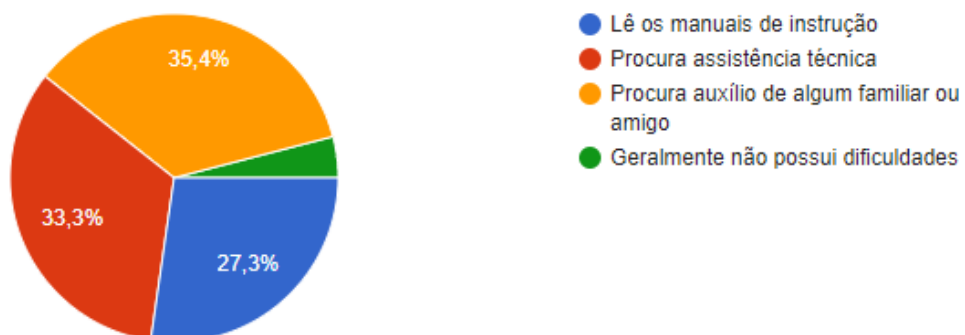
Gráfico 12 - Respostas da Questão 5

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2023)

Os benefícios de realizar compras online para a propriedade rural são opções diferentes na forma de pagamento, evitar deslocamento até alguma loja ou mesmo conseguir comprar equipamentos ou insumos de lojas bem distantes, até mesmo de outros países. Além de opções diversas de produtos e concorrência, pesquisa de satisfação de outros clientes e o funcionamento de tempo integral da loja online.

Essa vantagem ainda é uma barreira para certas pessoas que possuem hábitos mais antigos, Rose *et al.* (2016) e Silveira *et al.* (2021), provam em sua pesquisa que uma das principais barreiras para utilização deste tipo de hábito com a tecnologia são os hábitos arraigados e a falta de habilidades operacionais.

Com relação às habilidades operacionais e o entendimento da utilização de tecnologias, a questão 6 mostra que, cerca de 35%, procura auxílio de algum familiar ou amigo para entender o funcionamento da tecnologia quando sente dificuldades, 33% busca assistência técnica, 27% lê manuais de instrução e apenas 4% não possui dificuldades com entendimentos para utilização de tecnologias. Os resultados estão no Gráfico 13.

Gráfico 13 - Respostas da Questão 6

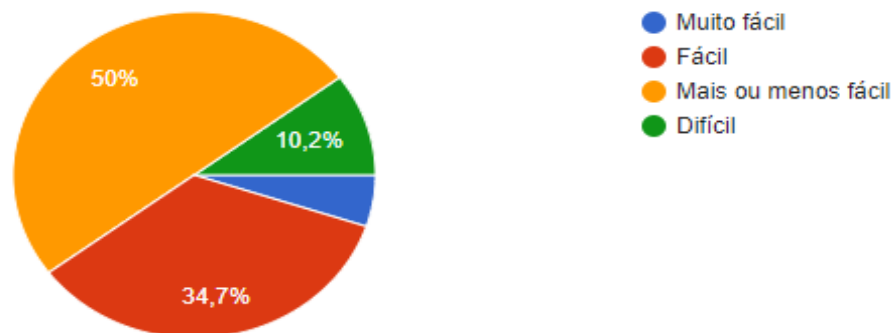
Fonte: Dados da pesquisa de campo (2023)

Para Silveira *et al.* (2020), a principal barreira para utilização de novas tecnologias na agricultura é justamente a complexibilidade tecnológica e a falta de mão de obra qualificada. Existe uma dificuldade de entender a funcionalidade de aplicativos e softwares que analisam os dados agrícolas (GRIEVE *et al.*, 2019). Outra questão é a interpretação de dados, o que torna ainda mais desafiador implementar tecnologias da agricultura 4.0 (SILVEIRA *et al.*, 2021).

Assim, observou-se na pesquisa que os cooperados quando sentem estas dificuldades, primeiramente buscam auxílio de familiares ou amigos, ao invés de irem diretamente aos manuais de instrução ou ao pós venda de uma loja ou equipamento tecnológico, sendo este um ponto a ser revisto pelos fabricantes e vendedores de tecnologias para a agricultura.

Ainda sobre esse tema de entendimento, a questão 7 questiona se os produtores rurais têm facilidade de entenderem e utilizarem tecnologias novas para suas propriedades, como tratores com GPS, pulverizadores automatizados, drones, entre outros. Assim, 50% dos produtores considera mais ou menos fácil e 34,7% considera fácil, apenas 10% considera essas tecnologias de difícil entendimento. Os resultados estão no Gráfico 14.

Gráfico 14 - Respostas da Questão 7



Fonte: Dados da pesquisa de campo (2023)

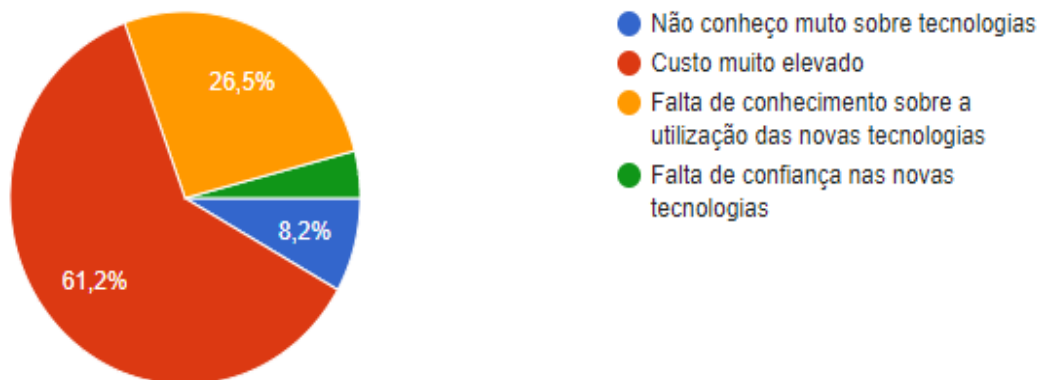
A questão 8 trata sobre a participação dos Produtores rurais em treinamentos e palestras voltadas para a inovação tecnológica na agricultura, 46,6% dos respondentes afirmaram que participam de palestras, 23% participam de treinamentos, 18,2% nunca participou e 12,1% não tem interesse em participar de treinamentos e palestras.

A participação de treinamentos e palestras voltadas às tecnologias da agricultura são fundamentais para que estes produtores obtenham mais conhecimento e informações sobre as diversas opções de tecnologias que existem no mercado e

como cada uma delas pode auxiliá-lo em sua propriedade. A Cooperativa frequentemente lança palestras, treinamentos e feiras para que os cooperados possam obter acesso a informações e estejam atualizados no mercado agrícola.

Ainda sobre as barreiras ou dificuldades na adesão de novas tecnologias 4.0, cujo os produtores rurais de pequeno porte enfrentam, segundo os respondentes, 61,2% considera que a maior barreira enfrentada é o custo elevado na aquisição de novas tecnologias, 26,5% afirma que a principal barreira é a falta de conhecimento sobre a utilização de novas tecnologias, 4% afirma que é a falta de confiança nos resultados efetivos das novas tecnologias e 8% não conhecem muito a respeito de novas tecnologias. Os resultados estão no Gráfico 15.

Gráfico 15 - Respostas da Questão 8

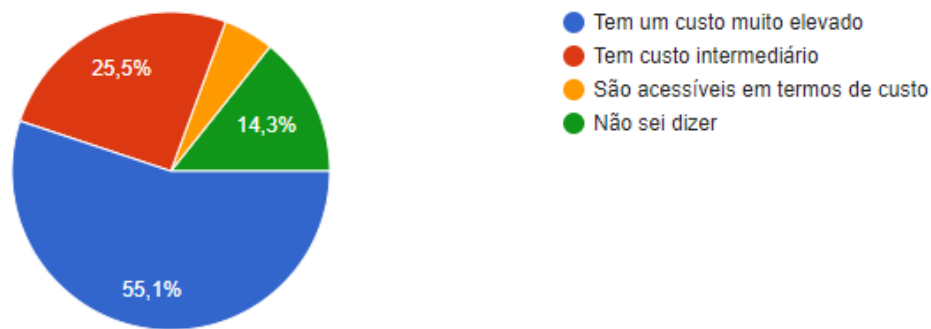


Fonte: Dados da pesquisa de campo (2023)

Silveira *et al.* (2020), mostra em sua pesquisa a barreira com os altos investimentos em tecnologias, ele afirma que é alto o custo de adesão, que é alto o custo de instalação e manutenção, que é alto o custo de mão de obra qualificada e que é alto o custo de componentes operacionais.

Desse modo, como os pequenos produtores rurais são a parcela de agricultores que menos possuem recursos financeiros, a principal barreira que eles enfrentam de fato é o alto custo para adquirir e manter tecnologias 4.0.

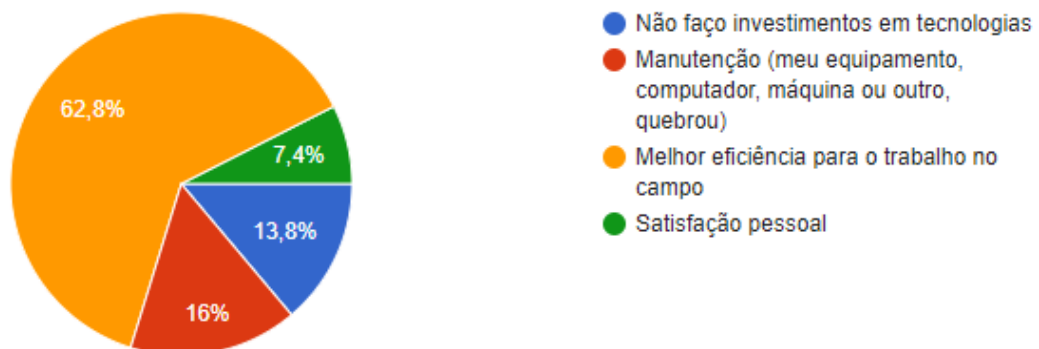
Quanto ao custo da aquisição de novas tecnologias para suas propriedades, 55% dos produtores rurais consideram que o custo para adquirir essas tecnologias é muito elevado. 25,5% considera que o custo é intermediário e 5% acredita que as tecnologias são acessíveis em termos de custos. Os resultados estão no Gráfico 16.

Gráfico 16 - Respostas da Questão 9

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2023)

Essa questão do custo elevado para compra e manutenção de tecnologias 4.0 é o principal gargalo encontrado na pesquisa, assim, mostra para a Cooperativa, para o governo e para as empresas fabricantes e vendedores de tecnologias, que possam olhar com mais atenção nesse quesito, pois muitas vezes os pequenos agricultores não conseguem adquirir um maquinário tecnológico por conta do custo elevado, deixado assim de produzir mais, deixado de otimizar seu tempo para gerenciar melhor seu negócio.

A questão 12 trata de qual foi o motivo da última compra de algum equipamento com tecnologia avançada para a propriedade dos cooperados, 62% dos respondentes afirmou que o motivo de sua última aquisição foi para melhor eficiência para o trabalho no campo, 16% por questões de manutenção, 13% não faz investimentos em equipamentos tecnologias e, 7,4% por aquisição pessoal. Os resultados estão no Gráfico 17.

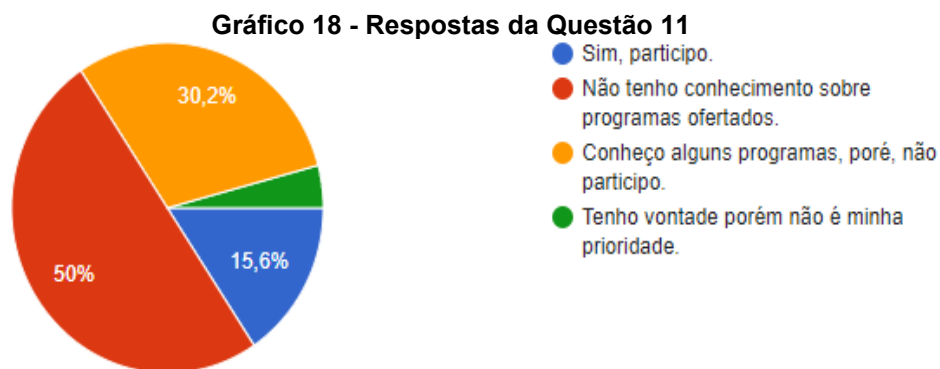
Gráfico 17 - Respostas da Questão 10

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2023)

A compra de uma nova tecnologia para a propriedade rural, para uma melhor efetividade na produção, demonstra que os cooperados entendem de fato a importância de se fazer esse tipo de investimento, pois as tecnologias existem com a finalidade de amparar o produtor rural, para Zhai *et al.* (2020), a agricultura 4.0 existe

para aumentar a produtividade, alocar recursos de forma razoável, auxiliar na adaptação às mudanças climáticas e evitar o desperdício de alimentos.

A questão 13 questiona se o produtor rural participa de algum programa de incentivo feito pelo governo, para auxílio destes na utilização de tecnologias para melhoramento de atividades no campo, 50% dos cooperados afirmam que não tem conhecimento sobre esse tipo de programa do governo, 30% afirma que conhecem alguns programas, porém não participam, 15% participa de algum programa do governo e 4% possui vontade de participar, porém não é prioridade no momento. Os resultados estão no Gráfico 18.



Fonte: Dados da pesquisa de campo (2023)

O governo federal criou um plano de ação 2021-2024 chamado “Plano de Ação da Câmara do Agro 4.0”. A Câmara Agro 4.0 foi criada por meio de uma parceria entre o Mapa e o MCTI, com o objetivo de congregar esforços entre instituições públicas, empresas privadas, financiadores, startups, produtores rurais e todo ecossistema de inovação (EMBRAPA, 2017). Assim, com a finalidade de expandir a conectividade no campo, além de difundir tecnologias e serviços no meio rural, esse plano engloba os pequenos produtores rurais que possuem um déficit em conectividade no campo, deixando que startups possam gerar soluções tecnológicas assegurando estabilidade e recursos a custos adequados, diretamente para estes pequenos produtores rurais.

Na questão 14, questiona se os cooperados possuem uma boa conectividade de internet no campo, 58% afirma que frequentemente funciona bem, 33,7% afirma que às vezes possuem problemas de conectividade o que atrapalha o trabalho, 8% afirma que nunca funciona bem a internet. Por conta dessa barreira de falta de conectividade no campo, muitos produtores rurais não buscam maneiras de investir mais em tecnologias, essa questão mostra que as empresas e governo ligados a conectividade no campo, poderiam dar uma ênfase maior nesse quesito, para que

assim os pequenos produtores não enfrentam com tanta frequência esse tipo de problema.

Os benefícios da conectividade no campo em áreas mais remotas auxiliarão esses pequenos produtores rurais terem mais acesso a informações e tecnologias 4.0 que hoje em dia alguns ainda não possuem, assim não apenas facilitando o trabalho destes, como também aumentando a produtividade, gerando impactos para a economia e a sociedade como um todo.

A última questão da pesquisa, a Questão 15, era aberta, a fim de que os produtores pudessem deixar algum comentário, sugestão ou reclamação. Assim, a maioria dos respondentes comentou que a maior barreira enfrentada para adoção de novas tecnologias para o campo são os custos elevados e falta de incentivo fiscal. Assim, o Quadro 7 mostra as respostas para essa questão que foi opcional.

Quadro 7 - Respostas abertas

| Nº | Respostas Abertas |
|-----------|---|
| 1 | Incentivar financeiramente o pequeno agricultor, com crédito, através da lar credi, para adquirir tecnologia na propriedade, com juros acessível ao pequeno agricultor |
| 2 | Um dos fatores mais limitantes para o uso das tecnologias, com certeza, é o alto custo, intermediar de alguma forma o acesso a elas, seria um passo importante para a evolução no campo. |
| 3 | A tecnologia veio para revolucionar e auxiliar a agricultura, mas muitos precisam de treinamentos para poder atuar na área |
| 4 | Acredito que a tecnologia só veio para ajudar, principalmente na falta de mão que temos campo |
| 5 | Ótima pesquisa |
| 6 | Desenvolver formas mais fáceis para o uso das tecnologias implantadas nos equipamentos que são utilizados geralmente a linguagem usada é um pouco difícil de entender, nem todos os manuais veem com versão em português. |
| 7 | Praticidade economia rapidez |
| 8 | É preciso entender que existem vários tamanhos de associados, desde os grandes até os bem pequenos e que nem sempre existe equidade. Nós pequenos não somos valorizados |
| 9 | Muito bom, temos problemas em entender os manuais, em inglês |
| 10 | Capacitação para utilizar os equipamentos |
| 11 | Temos problema com falta de mão de obra e a tecnologia ajuda, porém é um valor alto |
| 12 | Quando o equipamento quebra ou dá problema não tem quem arrume |
| 13 | Gastei muito dinheiro com equipamentos, até drone comprei e não consigo usar |

| | |
|----|--|
| 14 | Nosso maior problema é custo |
| 15 | O governo não faz nada para ajudar os pequenos produtores rurais de verdade |
| 16 | A internet não funciona bem e isso dificulta tudo |
| 17 | Queria aprender fazer compras online e controlar tudo pelo computador, mas não consigo |

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2023)

Conforme as respostas dos produtores rurais, em segundo lugar as barreiras enfrentadas são a falta de mão de obra qualificada e dificuldades no entendimento de instruções para a utilização de tecnologias, problemas com manuais em inglês ou outro idioma, falta de capacitação e falta de treinamentos. Aumentar a capacitação dos pequenos produtores rurais permite que as tecnologias de que dispõem sejam utilizadas de forma eficiente, além de promover a adesão de mais tecnologias, facilitando assim mais atividades no campo e otimização de tarefas e tempo.

A instrução facilitada e correta da utilização de tecnologias 4.0 voltadas à agricultura auxiliará para levar conhecimento de boas práticas de cultivo, a utilização adequada do maquinário, entre outras vantagens, sendo essa questão imensurável. Porém, é necessário um plano contínuo de capacitação dos pequenos produtores rurais, a partir do incremento de treinamentos, cursos, assistência por parte da cooperativa e governo, assim, o conhecimento será disseminado sobre a utilização das informações disponibilizadas tanto do maquinário agrícola quanto de outros dispositivos como celulares, computadores e drones.

A aplicação do questionário permitiu a visualização de como está sendo a aceitação, o entendimento e adesão de novas tecnologias 4.0 na agricultura, mostrando que o número de cooperados participantes da pesquisa é relevante e que estão interessados no tema, pois da amostra de 200 participantes, 99 responderam o questionário. Além disso, observou-se que os produtores rurais estão alinhados com as mesmas visões de barreiras e dificuldades na aquisição de novas tecnologias, na utilização e no entendimento e no geral possuem a mesma visão da importância que as tecnologias possuem para o meio agrícola.

Através desta pesquisa, foi possível compreender o quadro dos impactos que as tecnologias causam nos pequenos produtores rurais, os estudos mostram na literatura as principais barreiras que os pequenos produtores rurais enfrentam e da mesma forma, na pesquisa aplicada com o questionário, foi possível visualizar que as

mesmas barreiras citadas na literatura internacional, nos agricultores de pequeno porte integrantes da Cooperativa.

O questionário aplicado visa contribuir de forma conceitual e demonstrativa o que a maior fatia de agricultores brasileiros enxerga a respeito da agricultura 4.0, integrando universidade, governo, cooperativa e os agricultores de pequeno porte, embasando-se na literatura internacional a respeito da agricultura 4.0.

4.3 Discussão

A previsão que a produção de alimentos irá aumentar em 70% nos próximos anos (FAO, 2020), devido ao fato de que a população mundial irá aumentar em cerca de 2 milhões de pessoas nos próximos 30 anos (NAÇÕES UNIDAS, 2021), fará com que os agricultores precisem produzir mais e em menos tempo, portanto, a tecnologia como aliada na agricultura é fundamental para que esses objetivos sejam alcançados e a população mundial no futuro não tenha grandes problemas com falta de alimentos.

O Brasil é um país forte na agricultura, é o quarto maior produtor de grãos no mundo, ficando atrás apenas da China, Estados Unidos e Índia (EMBRAPA, 2020). Dentro do Brasil, 84% dos produtores rurais são considerados de pequeno porte (EMBRAPA, 2020), assim, levando em consideração que estes produtores possuem uma grande representatividade no país, estes também são o grupo que possui mais dificuldades para aderir a tecnologia.

Portanto, para que os produtores rurais de pequeno porte consigam aderir e utilizar efetivamente tecnologias 4.0 para alavancar seu negócio e contribuir com o país e com a população mundial no quesito de aumentar a produção de alimentos e também a exportação destes, essa pesquisa avaliou os impactos que a agricultura 4.0 tem gerado nos pequenos agricultores. Diante desse cenário, primeiramente foi feita uma pesquisa bibliométrica, utilizando a metodologia *Methodi Ordinatio* para encontrar os artigos científicos mais relevantes sobre o tema estudado, o qual foi utilizado como base para a pesquisa aplicada de um questionário fechado para uma amostra de 200 pequenos agricultores rurais associados a uma Cooperativa brasileira.

A pesquisa aplicada buscou avaliar como está o cenário de visão, entendimento e utilização dos produtores rurais com relação às tecnologias 4.0. O objetivo geral da pesquisa foi identificar os impactos que a agricultura 4.0 tem gerado aos pequenos produtores integrantes de uma cooperativa brasileira do agronegócio, a sede do estudo foi a cidade de Medianeira no Paraná e os cooperados respondentes

da pesquisa estão situados no Paraná. O objetivo geral da pesquisa foi alcançado pois através das respostas do questionário e através também do portfólio de artigos encontrados através da bibliometria, foi possível obter um panorama de identificação dos impactos da tecnologia nos pequenos produtores rurais.

Além disso, os objetivos específicos também foram alcançados, visto que o primeiro objetivo específico foi descrever os conceitos e as principais tecnologias provenientes da Agricultura 4.0, esse objetivo foi concluído através do referencial teórico. O objetivo específico 2 foi levantar quais são as tecnologias utilizadas pelos pequenos produtores rurais, este objetivo também foi concluído através da pesquisa bibliográfica no referencial teórico através do portfólio de artigos científicos relevantes encontrados na pesquisa pela *Methodi Ordinatio*.

O objetivo específico 3 da pesquisa que foi identificar as principais dificuldades enfrentadas pelos pequenos agricultores no processo de Transferência de Tecnologia da Agricultura 4.0 foi concluído através do referencial teórico e também com a pesquisa aplicada, mostrando as dificuldades que os pequenos agricultores enfrentam no processo de transferência de conhecimento. E por fim, o quarto objetivo específico sobre sugerir ações estratégicas para a transferência de tecnologia nas pequenas propriedades rurais foi concluído após a aplicação do questionário.

A combinação da pesquisa bibliométrica e da aplicação do questionário possibilitou obter um panorama de como está a adesão dos pequenos produtores rurais, mostrando que os artigos científicos encontrados na pesquisa estão alinhados com a pesquisa aplicada na Cooperativa. Como resultado, a pesquisa identificou uma lacuna a ser explorada na literatura, uma vez que existem poucos trabalhos sobre pequenos agricultores rurais relacionados com a tecnologia, para que assim possa-se melhorar as dificuldades que essa parcela de produtores rurais enfrenta.

Esta pesquisa foi construída para cooperar, através do levantamento teórico e de uma pesquisa aplicada, mostrando a importância que os pequenos produtores rurais possuem no país e as dificuldades que eles enfrentam no dia a dia, para que assim essas dificuldades 84% de produtores rurais no Brasil, como toda a sociedade que será afetada no futuro, com o número crescente da população. Se as barreiras como custo, conectividade e qualificação para utilização de tecnologias forem amenizadas, o aumento da produção de alimentos irá aumentar através do uso das tecnologias.

O estudo limita-se pela falta de aplicação prática e de cases de sucesso entre pequenos produtores rurais com a tecnologia 4.0, que resultem em conhecimentos para colaborar com os produtores rurais, com a indústria (cooperativas), sociedade e governo.

5 CONCLUSÃO

O estudo foi realizado na Cooperativa do Agronegócio localizada no Paraná, com uma amostra de 200 produtores rurais de pequeno porte cooperados da instituição. Foi aplicado um questionário dividido em seções, as três primeiras questões foram a respeito da importância que o pequeno produtor rural atribui às tecnologias do campo, assim, observou que na maioria dos casos, cerca de 73,5% entendem a importância das tecnologias.

As questões quatro a seis estão relacionadas aos custos da aquisição e manutenção de tecnologias no campo, cerca de 79,1% dos cooperados responderam que o custo é elevado, portanto uma barreira grande que muitas vezes os impede de fazer investimentos nesse segmento.

Sobre programas de incentivo do governo, 57,3% dos cooperados responderam que conhecem ou participam de algum programa do governo que os ajude em suas barreiras com relação a adesão, utilização de novas tecnologias.

Nas questões referentes ao entendimento, instruções de tecnologias que os pequenos produtores rurais podem enfrentar, 72,6% enfrentam dificuldades e buscam formas secundárias de solucioná-las, não indo até o vender ou fabricante da tecnologia, sendo isso um ponto negativo para as empresas que fazem e vendem tecnologias para os pequenos Produtores rurais, mostra que nesse sentido de pós venda, feedbacks e acompanhamento da utilização de tecnologias pode ser melhorado, assim como manuais de instrução, modificação do idioma, entre outros aspectos que podem auxiliar de forma mais efetiva os pequenos Produtores rurais, pois estes, sentem essa dificuldade.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Sugere-se para futuros trabalhos que o estudo sobre barreiras de utilização de tecnologias possam continuar, com sugestões de melhorias para o governo, cooperativas e indústrias fabricantes e vendedoras de tecnologias, para que estes possam conseguir amenizar as barreiras que os produtores rurais de pequeno porte enfrentam.

REFERÊNCIAS

- ABEBE, G. K.; BIJMAN, J.; PASCUCCI, S.; OMTA, O. Adoption of improved potato varieties in Ethiopia: The role of agricultural knowledge and innovation system and smallholder farmers' quality assessment. **Agricultural Systems**, [S. l.], v. 122, p. 22–32, 2013.
- ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção). **Educação em Engenharia de Produção – ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção**. [s.d.]. Disponível em: <http://portal.abepro.org.br/educacao-em-ep/>. Acesso em: 16 mar. 2022.
- AGATHOKLEOUS, E.; CALABRESE, E. J. Hormesis: The dose response for the 21st century: The future has arrived. **Toxicology**, [S. l.], v. 425, p. 152249, 2019.
- AJATES, R. An integrated conceptual framework for the study of agricultural cooperatives: from repolitisation to cooperative sustainability. **Journal of Rural Studies**, [S. l.], v. 78, p. 467–479, 2020.
- AMADEU, R. R. *et al.* AGHmatrix: R Package to Construct Relationship Matrices for Autotetraploid and Diploid Species: A Blueberry Example. **The Plant Genome**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 1–10, 2016.
- ANDERL, R. Industrie 4.0 -Technological approaches, use cases, and implementation. **At-Automatisierungstechnik**, [S. l.], v. 63, n. 10, p. 753–765, 2015.
- APPIAH-ADU, K.; OKPATTAH, B. K.; DJOKOTO, J. G. Technology transfer, outsourcing, capability and performance: A comparison of foreign and local firms in Ghana. **Technology in Society**, [S. l.], v. 47, p. 31–39, 2016.
- AUA (American Urological Association). **2015 Annual Meeting**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.medscape.com/viewcollection/33379>. Acesso em: 16 mar. 2022.
- BALAFOUTIS, A.; BECK, B.; FOUNTAS, S.; VANGEYTE, J.; VAN DER WAL, T.; SOTO, I.; GÓMEZ-BARBERO, M.; BARNES, A.; EORY, V. Precision Agriculture Technologies Positively Contributing to GHG Emissions Mitigation, Farm Productivity and Economics. **Sustainability**, [S. l.], v. 9, n. 8, p. 1339, 2017.
- BANCO MUNDIAL. **Erradicar a Pobreza Extrema: Promover a Prosperidade** Compartilhada. Washington: Banco Mundial, 2017. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9452/1/ODS_Erradicando_da_pobreza%20e%20promovendo%20a%20prosperidade.pdf. Acesso em: 16 mar. 2022.
- BAPTISTA, G. C. S. Importância da demarcação de saberes no ensino de Ciências para sociedades tradicionais - Dialnet. **Ciencia & Educação**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 679–694, 2010.
- BAREILLE, F.; BONNET-BEAUGRAND, F.; DUVALEIX-TRÉGUER, S. Objectives' alignment between members and agricultural cooperatives. **Review of Agricultural**,

Food and Environmental Studies 2017 98:1, [S. l.], v. 98, n. 1, p. 75–91, 2017.

BARRETT, M.; DAVIDSON, E.; PRABHU, J.; VARGO, L. S. Service Innovation in the Digital Age: Key Contributions and Future Directions. **Management Information Systems Research Center**, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 135–154, 2015.

BAUMÜLLER, H. The Little We Know: An Exploratory Literature Review on the Utility of Mobile Phone-Enabled Services for Smallholder Farmers. **Journal of International Development**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 134–154, 2018.

BENKE, K.; TOMKINS, B. Future food-production systems: vertical farming and controlled-environment agriculture. **Sustainability: Science, Practice and Policy**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 13–26, 2017.

BERGER, T. Agent-based spatial models applied to agriculture: a simulation tool for technology diffusion, resource use changes and policy analysis. **Agricultural Economics**, [S. l.], v. 25, n. 2–3, p. 245–260, 2001.

BERNARD, T.; TAFFESSE, A. S. Returns to Scope? Smallholders' Commercialisation through Multipurpose Cooperatives in Ethiopia. **Journal of African Economies**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 440–464, 2012.

BNDES (BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO). **Relatório Anual 2020**. [s.l: s.n.], 2020. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/20901/1/BNDES_RA2020.pdf. Acesso em: 16 mar. 2022.

BOZEMAN, B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. **Research Policy**, [S. l.], v. 29, n. 4–5, p. 627–655, 2000..

BRONSON, K. Responsible to whom? Seed innovations and the corporatization of agriculture. **Journal of Responsible Innovation**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 62–77, 2015.

BRONSON, K. Looking through a responsible innovation lens at uneven engagements with digital farming. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, [S. l.], v. 90–91, p. 100294, 2019.

BUSSE, M.; SCHWERDTNER, W.; SIEBERT, R.; DOERNBERG, A.; KUNTOSCH, A.; KÖNIG, B.; BOKELMANN, W. Analysis of animal monitoring technologies in Germany from an innovation system perspective. **Agricultural Systems**, [S. l.], v. 138, p. 55–65, 2015.

CARAYANNIS, E. G.; ROZAKIS, S; GRIGOROUDIS, E. Agri-science to agri-business: the technology transfer dimension. **The Journal of Technology Transfer**, [S. l.], v. 43, n. 4, p. 837–843, 2016.

CASAGRANDE, C. A. **G. H. Mead & a Educação**. 1. ed. [s.l.] : Autentica, 2014. E-book. Disponível em: <https://grupoautentica.com.br/autentica/livros/g.-h.-mead-a-educacao/1084>. Acesso em: 17 mar. 2021.

CHADALAVADA, K.; KUMARI, B. D. R.; KUMAR, T. S. Sorghum mitigates climate variability and change on crop yield and quality. **Planta**, [S. l.], v. 253, n. 5, p. 1–19, 2021.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Produção de grãos da safra 2020/21 segue como maior da história**: 268,9 milhões de toneladas. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3691-producao-de-graos-da-safra-2020-21-segue-como-maior-da-historia-268-9-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 16 mar. 2022.

CORSI, A.; PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; SILVA, V. L. Technology transfer for sustainable development: Social impacts depicted and some other answers to a few questions. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 245, p. 118522, 2020.

CORSI, A.; SOUZA, F. F.; PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L. Technology transfer oriented to sustainable development: proposal of a theoretical model based on barriers and opportunities. **Scientometrics**, [S. l.], v. 126, n. 6, p. 5081–5112, 2021.

CROOKSTON, R. K. A Top 10 List of Developments and Issues Impacting Crop Management and Ecology During the Past 50 Years. **Crop Science**, [S. l.], v. 46, n. 5, p. 2253–2262, 2006.

DAUM, T. Farm robots: ecological utopia or dystopia? **Trends in Ecology & Evolution**, [S. l.], v. 36, n. 9, p. 774–777, 2021.

DAUM, T.; BUCHWALD, H.; GERLICHER, A.; BIRNER, R. Smartphone apps as a new method to collect data on smallholder farming systems in the digital age: A case study from Zambia. **Computers and Electronics in Agriculture**, [S. l.], v. 153, p. 144–150, 2018.

DAWKINS, R.; DAVIS, N. **The selfish gene**. 1. ed. Londres: Taylor and Francis, 2017.

DENTONI, D.; WADDELL, S.; WADDOCK, S. Pathways of transformation in global food and agricultural systems: implications from a large systems change theory perspective. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, [S. l.], v. 29, p. 8–13, 2017.

DERETI, R. M. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Florestas Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 1. ed. Colombo, 2007. v. 1 Disponível em: www.cnpf.embrapa.br. Acesso em: 16 mar. 2022.

DHEHIBI, B.; RUDIGER, U.; MOYO, H. P.; DHRAIEF, M. Z. Agricultural Technology Transfer Preferences of Smallholder Farmers in Tunisia's Arid Regions. **Sustainability**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 421, 2020.

DONKOR, E.; HEJKRLIK, J. Does commitment to cooperatives affect the economic benefits of smallholder farmers? Evidence from rice cooperatives in the Western province of Zambia. **Agrekon**, [S. l.], v. 60, n. 4, p. 408–423, 2021.

EASTWOOD, C. R.; EDWARDS, J. P.; TURNER, J. A. Review: Anticipating alternative trajectories for responsible Agriculture 4.0 innovation in livestock systems. **Animal**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 100296, 2021.

EASTWOOD, C. R.; RENWICK, A. Innovation Uncertainty Impacts the Adoption of Smarter Farming Approaches. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, [S. l.], v. 4, p. 24, 2020.

EICHLERI, S. E.; DALE, V. H. State of apps targeting management for sustainability of agricultural landscapes. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 1–15, 2019.

EL BILALI, H.; CALLENIUS, C.; STRASSNER, C.; PROBST, L. Food and nutrition security and sustainability transitions in food systems. **Food and Energy Security**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 154, 2019.

ELZEN, B.; BARBIER, M.; CERF, M.; GRIN, J. Stimulating transitions towards sustainable farming systems. In: DARNHOFER I.; GIBBON D.; DEDIEU B. (org.). **Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic**. 1. ed. Dordrecht: Springer, Dordrecht, 2012. v. 1p. 431–455.

EMBRAPA. **Dia de Campo na TV Portal Embrapa**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/2015>. Acesso em: 16 mar. 2022.

EMBRAPA. **Prosa Rural**. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/prosa-rural/2014>. Acesso em: 16 mar. 2022.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **News archive 2017**. 2017. Disponível em: <https://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2017/en/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **News archive 2018**. 2018. Disponível em: <https://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2018/en/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **News archive 2019**. 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2019/en/?page=2&ipp=10>. Acesso em: 16 mar. 2022.

FARMERS FRIEND. **Well-designed, quality tools and equipment | Farmers Friend**. 2021. Disponível em: <https://www.farmersfriend.com/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

FERRÁNDEZ, P. F. J.; GARCÍA, C. J. M.; NIETO, H. M.; MORA, P. J.; MORA, M. J. Developing Ubiquitous Sensor Network Platform Using Internet of Things: Application in Precision Agriculture. **Sensors**, [S. l.], v. 16, n. 7, p. 1141, 2016.

FIRBANK, L. G.; ATTWOOD, S.; EORY, V.; GADANAKIS, Y.; LYNCH, J. M.; SONNINO, R.; TAKAHASHI, T. Grand Challenges in Sustainable Intensification and Ecosystem Services. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, [S. l.], v. 2, p. 7,

2018.

FISCHER, E.; QAIM, M. Linking Smallholders to Markets: Determinants and Impacts of Farmer Collective Action in Kenya. **World Development**, [S. l.], v. 40, n. 6, p. 1255–1268, 2012.

FISCHER, E.; QAIM, M. Smallholder Farmers and Collective Action: What Determines the Intensity of Participation? **Journal of Agricultural Economics**, [S. l.], v. 65, n. 3, p. 683–702, 2014.

FRANCZYK, B.; HERNES, M.; KOZIERKIEWICZ, A.; KOZINA, A.; PIETRANIK, Marcin; R., Ingolf; SCHIECK, M. Deep learning for grape variety recognition. **Procedia Computer Science**, [S. l.], v. 176, p. 1211–1220, 2020.

GEBBERS, R.; ADAMCHUK, V. I. Precision Agriculture and Food Security. **Science**, [S. l.], v. 327, n. 5967, p. 828–831, 2010.

GETNET, K.; ANULLO, T. Agricultural cooperatives and rural livelihoods: evidence from ethiopia. *In: Annals of Public and Cooperative Economics*, [S. l.], **Anais [...]**, v. 83, n. 2, 2012, p. 181–198.

GETNET, K; KEFYALEW, G.; BERHANU, W. On the power and influence of the cooperative institution: Does it secure competitive producer prices? **World Development Perspectives**, [S. l.], v. 9, p. 43–47, 2018.

GODFRAY, H. C. J. *et al.* Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. **Science**, [S. l.], v. 327, n. 5967, p. 812–818, 2010.

GRIEVE, B. D.; DUCKETT, T.; COLLISON, M.; BOYD, L.; WEST, J.; YIN, H.; ARVIN, F.; PEARSON, S. The challenges posed by global broadacre crops in delivering smart agri-robotic solutions: A fundamental rethink is required. **Global Food Security**, [S. l.], v. 23, p. 116–124, 2019.

HANSEN, J. *et al.* Climate forcings in Goddard Institute for Space Studies SI2000 simulations. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, [S. l.], v. 107, n. D18, p. ACL 2-1, 2002.

HARFOUCHE, A. L. *et al.* Accelerating Climate Resilient Plant Breeding by Applying Next-Generation Artificial Intelligence. **Trends in biotechnology**, [S. l.], v. 37, n. 11, p. 1217–1235, 2019.

HICKEY, L. T. *et al.* Breeding crops to feed 10 billion. **Nature Biotechnology**, [S. l.], v. 37, n. 7, p. 744–754, 2019.

IOCDF (International OCD Foundation). **International OCD Foundation | Home**.

2021. Disponível em:

https://iocdf.org/?gclid=CjwKCAjw8sCRBhA6EiwA6_IF4f4Nkmv8LRQcx8MQss0vEdFHWvjo2hxp7E0BaXda33X07gworusBlhoCci0QAvD_BwE. Acesso em: 16 mar. 2022.

- ITO, J.; BAO, Z.; SU, Q. Distributional effects of agricultural cooperatives in China: Exclusion of smallholders and potential gains on participation. **Food Policy**, [S. l.], v. 37, n. 6, p. 700–709, 2012.
- JAWAD, H. M.; NORDIN, R.; GHARGHAN, S. K.; JAWAD, A. M.; ISMAIL, M. Energy-Efficient Wireless Sensor Networks for Precision Agriculture: A Review. **Sensors**, [S. l.], v. 17, n. 8, p. 1781, 2017.
- KAMILARIS, A.; FONTS, A.; PRENAFETA-BOLDY, F. X. The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. **Trends in Food Science & Technology**, [S. l.], v. 91, p. 640–652, 2019.
- KLERKS, M.; BERNAL, M. J.; ROMAN, S.; BODENSTAB, S.; GIL, A.; SANCHEZ-SILES, L. M. Infant Cereals: Current Status, Challenges, and Future Opportunities for Whole Grains. **Nutrients**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 473, 2019.
- KLERKX, L. Advisory services and transformation, plurality and disruption of agriculture and food systems: towards a new research agenda for agricultural education and extension studies. **The Journal of Agricultural Education and Extension**, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 131–140, 2020.
- KLERKX, L.; BEGEMANN, S. Supporting food systems transformation: The what, why, who, where and how of mission-oriented agricultural innovation systems. **Agricultural Systems**, [S. l.], v. 184, p. 102901, 2020.
- KLERKX, L.; JANSEN, J. Building knowledge systems for sustainable agriculture: supporting private advisors to adequately address sustainable farm management in regular service contacts. <http://dx.doi.org/10.3763/ijas.2009.0457>, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 148–163, 2011.
- KLERKX, L.; ROSE, D. Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? **Global Food Security**, [S. l.], v. 24, p. 100347, 2020.
- LAJOIE-O'MALLEY, A.; BRONSON, K.; VAN, D. B. S.; KLERKX, L. The future(s) of digital agriculture and sustainable food systems: An analysis of high-level policy documents. **Ecosystem Services**, [S. l.], v. 45, p. 101183, 2020.
- LAMINE, C. Transition pathways towards a robust ecologization of agriculture and the need for system redesign. Cases from organic farming and IPM. **Journal of Rural Studies**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 209–219, 2011.
- LEZOUCHE, M.; HERNANDEZ, J.; DIAZ, M. M. A.; PANETTO, H.; KACPRZYK, J. Agri-food 4.0: a survey of the supply chains and technologies for the future agriculture. **Computers in Industry**, [S. l.], v. 117, p. 103187, 2020.
- LIAKOS, K. G.; BUSATO, P.; MOSHOU, D.; PEARSON, S.; BOCHTIS, D. Machine Learning in Agriculture: A Review. **Sensors**, [S. l.], v. 18, n. 8, p. 2674, 2018.
- LIOUTAS, E. D.; CHARATSARI, C.; LA ROCCA, G.; ROSA, M. Key questions on the

use of big data in farming: An activity theory approach. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, [S. l.], v. 90–91, p. 100297, 2019.

LÓPEZ, R. J. A.; PAVÓN, P. N.; NAVARRO, H. H.; SOTO, V. F.; TORRES, S. R. A software architecture based on FIWARE cloud for Precision Agriculture. **Agricultural Water Management**, [S. l.], v. 183, p. 123–135, 2017.

LOPULISA, C.; RISMANESWATI; RAMLAN, A.; SURYANI, I. The emerging roles of agricultural insurance and farmers cooperatives on sustainable rice productions in Indonesia. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, [S. l.], v. 157, n. 1, p. 012070, 2018.

MALHOTRA, A.; GOSAIN, S.; EL SAWY, O. A. Absorptive capacity configurations in supply chains: Gearing for partner-enabled market knowledge creation. **MIS Quarterly: Management Information Systems**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 145–187, 2005.

MANUAL DE OSLO. 1997. **The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities Oslo Manual 2018 GUIDELINES FOR COLLECTING, REPORTING AND USING DATA ON INNOVATION 4TH EDITION**. Paris. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>. Acesso em: 16 mar. 2022.

MATULOVIC, M.; NETO, M. M.; HIROMOTO, B.; EIVAZIAN, L.; RIBEIRO, M. L. DEVELOPMENT OF A SMART HOUSE IN THE BIOSYSTEM ENGINEERING COURSE. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 48–61, 2020.

MBULI, C. S.; FONJONG, L. N.; FLETCHER, A. J. Climate Change and Small Farmers' Vulnerability to Food Insecurity in Cameroon. **Sustainability**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 1523, 2021.

MIER, M. T. G. C.; GIRALDO, O. F.; ALDASORO, M.; MORALES, H.; FERGUSON, B. G.; ROSSET, P.; KHADSE, A.; CAMPOS, C. Bringing agroecology to scale: key drivers and emblematic cases. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, [S. l.], v. 42, n. 6, p. 637–665, 2018.

MOJO, D.; FISCHER, C.; DEGEFA, T. The determinants and economic impacts of membership in coffee farmer cooperatives: recent evidence from rural Ethiopia. **Journal of Rural Studies**, [S. l.], v. 50, p. 84–94, 2017.

MONTOYA, D.; GABA, S.; MAZANCOURT, C.; BRETAGNOLLE, V.; LOREAU, M. Reconciling biodiversity conservation, food production and farmers' demand in agricultural landscapes. **Ecological Modelling**, [S. l.], v. 416, p. 108889, 2020.

MOREIRA, V. R.; SILVA, C. L.; MORAES, E. A.; PROTIL, R. O Cooperativismo e a gestão dos riscos de mercado: Análise da fronteira de eficiência do agronegócio paranaense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [S. l.], v. 50, n. 1, p. 51–68, 2012.

MUSAT, G. A.; COLEZEA, M.; POP, F.; NEGRU, C.; MOCANU, M.; ESPOSITO, C.; CASTIGLIONE, A. Advanced services for efficient management of smart farms.

Journal of Parallel and Distributed Computing, [S. l.], v. 116, p. 3–17, 2018.

NAKASONE, E.; TORERO, M.; MINTEN, B. The Power of Information: The ICT Revolution in Agricultural Development. **Annual Review of Resource Economics**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 533–550, 2014.

NASTIS, S. A.; MICHAILEDIS, A.; CHATZITHEODORIDIS, F. Climate change and agricultural productivity. **African Journal of Agricultural Research**, [S. l.], v. 7, n. 35, p. 4885–4893, 2012.

OCB. **Somos Cooperativismo**. 2021. Disponível em: <https://www.ocb.org.br/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

OCEPAR. **Cenário do Cooperativismo Paranaense em 2018**. 2018. Disponível em: <https://www.paranacooperativo.coop.br/ppc/index.php/sistema-ocepar/2011-12-05-11-29-42/cenarios-cooperativismo-paranaense/123257-ano-2018>. Acesso em: 16 mar. 2022.

OCEPAR. **Cenário do Cooperativismo Paranaense em 2019**. 2019. Disponível em: <https://www.paranacooperativo.coop.br/ppc/index.php/sistema-ocepar/2011-12-05-11-29-42/cenarios-cooperativismo-paranaense/126750-ano-2019>. Acesso em: 16 mar. 2022.

ONU. **População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU | As Nações Unidas no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/83427-populacao-mundial-deve-chegar-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu>. Acesso em: 16 mar. 2022.

ÖSTERBERG, P.; NILSSON, J. Members' perception of their participation in the governance of cooperatives: the key to trust and commitment in agricultural cooperatives. **Agribusiness**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 181–197, 2009.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Ciência da Informação**, [S. l.], v. 46, n. 2, p. 161–187, 2017.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, [S. l.], v. 105, n. 3, p. 2109–2135, 2015.

PAGANI, R. N.; ZAMMAR, G.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Technology transfer models: typology and a generic model. **International Journal of Technology Transfer and Commercialisation**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 20, 2016.

PATHAN, M.; PATEL, N.; YAGNIK, H.; SHAH, M. Artificial cognition for applications in smart agriculture: A comprehensive review. **Artificial Intelligence in Agriculture**, [S. l.], v. 4, p. 81–95, 2020.

PAUL, B. K.; GROOT, J. C.; MAASS, B. L.; NOTENBAERT, A. M.; HERRERO, M.;

TITTONELL, P. A. Improved feeding and forages at a crossroads: Farming systems approaches for sustainable livestock development in East Africa. **Outlook on agriculture**, [S. l.], v. 49, n. 1, p. 13–20, 2020.

PENG, W.; PIVATO, A. Sustainable Management of Digestate from the Organic Fraction of Municipal Solid Waste and Food Waste Under the Concepts of Back to Earth Alternatives and Circular Economy. **Waste and Biomass Valorization**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 465–481, 2019.

PERA, J. Linear and Non-linear Relationships Between Shares of the Agrifood Industries of the Warsaw Stock Exchange. Risk Aspect. **Problems of World Agriculture**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 249–262, 2017.

PINTO, D. M. **Alice: Serviço de informação especializado como elemento de mediação**: um estudo a partir da transferência de tecnologias no contexto da agricultura familiar brasileira. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) 2015. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

POPPE, K.; WOLFERT, S.; VERDOUW, C.; RENWICK, A. A. European perspective on the economics of big data. **Farm Policy Journal**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 11–19, 2015.

POURMOAYED, R.; NIELSEN, L. R.; KRISTENSEN, A. R. A hierarchical Markov decision process modeling feeding and marketing decisions of growing pigs. **European Journal of Operational Research**, [S. l.], v. 250, n. 3, p. 925–938, 2016.

RAJ, M.; GUPTA, S.; CHAMOLA, V.; ELHENCE, A.; GARG, T.; ATIQUZZAMAN, M.; NIYATO, D. A survey on the role of Internet of Things for adopting and promoting Agriculture 4.0. **Journal of Network and Computer Applications**, [S. l.], v. 187, p. 103107, 2021.

RAJ, R.; KAR, S.; NANDAN, R.; JAGARLAPUDI, A. Precision Agriculture and Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). **Unmanned Aerial Vehicle: Applications in Agriculture and Environment**, [S. l.], p. 7–23, 2020.

RAO, E. J. O.; QAIM, M. Supermarkets, Farm Household Income, and Poverty: Insights from Kenya. **World Development**, [S. l.], v. 39, n. 5, p. 784–796, 2011.

REARDON, T.; BARRETT, C. B.; BERDEGUÉ, J. A.; SWINNEN, J. F. M. Agrifood Industry Transformation and Small Farmers in Developing Countries. **World Development**, [S. l.], v. 37, n. 11, p. 1717–1727, 2009.

RIJSWIJK, K.; KLERKX, L.; BACCO, M.; BARTOLINI, F.; BULTEN, E.; DEBRUYNE, L.; DESSEIN, J.; SCOTTI, I.; BRUNORI, G. Digital transformation of agriculture and rural areas: A socio-cyber-physical system framework to support responsabilisation. **Journal of Rural Studies**, [S. l.], v. 85, p. 79–90, 2021.

ROSE, D. C. *et al.* Decision support tools for agriculture: Towards effective design and delivery. **Agricultural Systems**, [S. l.], v. 149, p. 165–174, 2016.

ROSE, D. C.; CHILVERS, J. Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, [S. l.], v. 2, p. 87, 2018. D

ROSE, D. C.; MORRIS, C.; LOBLEY, M.; WINTER, M.; SUTHERLAND, W. J.; DICKS, L. V. Exploring the spatialities of technological and user re-scripting: The case of decision support tools in UK agriculture. **Geoforum**, [S. l.], v. 89, p. 11–18, 2018.

ROY, S. K.; DE, D. Genetic Algorithm based Internet of Precision Agricultural Things (IopaT) for Agriculture 4.0. **Internet of Things**, [S. l.], p. 100201, 2020.

RUBERA, G.; KIRCA, A. H. Firm Innovativeness and Its Performance Outcomes: A Meta-Analytic Review and Theoretical Integration: **Journal of Marketing**, [S. l.], v. 76, n. 3, p. 130–147, 2012.

RÜßMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. **Boston Consulting Group**, [S. l.], p. 1–14, 2015.

SANTOS, S. A. P.; PEREIRA, J. A.; TORRES, L. M.; NOGUEIRA, A. J. A. Evaluation of the effects, on canopy arthropods, of two agricultural management systems to control pests in olive groves from north-east of Portugal. **Chemosphere**, [S. l.], v. 67, n. 1, p. 131–139, 2007.

SCHOT, J.; STEINMUELLER, W. E. Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. **Research Policy**, [S. l.], v. 47, n. 9, p. 1554–1567, 2018.

SENAR. **Coleção SENAR | Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA)**. 2018. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/senar/colecao-senar>. Acesso em: 16 mar. 2022.

SHAMSHIRI, R.; KALANTARI, R.; TING, K. C. F.; THORP, K. R.; HAMEED, I. A.; WELTZIEN, C.; AHMAD, D.; MOJGAN, S. Z. Advances in greenhouse automation and controlled environment agriculture: A transition to plant factories and urban agriculture. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 1–22, 2018.

SILVA, V. L.; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N.; SILVA, J. M.; CORSI, A. Implementation of Industry 4.0 concept in companies: empirical evidences. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, [S. l.], v. 33, n. 4, p. 325–342, 2019.

SILVEIRA, F.; LERMEN, F. H.; AMARAL, F. G. An overview of agriculture 4.0 development: Systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantages. **Computers and Electronics in Agriculture**, [S. l.], v. 189, p. 106405, 2021.

SINGH, A.; DHIMAN, N.; KAR, A. K.; SINGH, D.; PUROHIT, M. P.; GHOSH, D.;

PATNAIK, S. Advances in controlled release pesticide formulations: Prospects to safer integrated pest management and sustainable agriculture. **Journal of Hazardous Materials**, [S. l.], v. 385, p. 121525, 2020.

STEVENS, C. J.; MURPHY, C.; ROBERTS, R.; LUCAS, L.; SILVA, F.; FULLER, D. Q. Between China and South Asia: A Middle Asian corridor of crop dispersal and agricultural innovation in the Bronze Age. **The Holocene**, [S. l.], v. 26, n. 10, p. 1541–1555, 2016.

TEKINERDOGAN, B. **Strategies for Technological Innovation in Agriculture 4.0**. 2018. Disponível em: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/549036>. Acesso em: 16 mar. 2022.

TITTONELL, P. Livelihood strategies, resilience and transformability in African agroecosystems. **Agricultural Systems**, [S. l.], v. 126, p. 3–14, 2014.

UDIAS, A.; PASTORI, M.; MALAGO, A.; VIGIAK, O.; NIKOLAIDIS, N. P.; BOURAOUI, F. Identifying efficient agricultural irrigation strategies in Crete. **Science of The Total Environment**, [S. l.], v. 633, p. 271–284, 2018.

VAN, E. F. K.; GAITÁN, C. D.; FOUNTAS, S.; KEMPENAAR, C. Can Precision Agriculture Increase the Profitability and Sustainability of the Production of Potatoes and Olives? **Sustainability**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. 1863, 2010.

VAN, L. J.; WOLTERING, L.; KRUPNIK, T. J.; BAUDRON, F.; BOA, M.; GOVAERTS, B. Scaling agricultural mechanization services in smallholder farming systems: Case studies from sub-Saharan Africa, South Asia, and Latin America. **Agricultural Systems**, [S. l.], v. 180, p. 102792, 2020.

VANLOQUEREN, G.; BARET, P. V. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. **Research Policy**, [S. l.], v. 38, n. 6, p. 971–983, 2009.

VINCENZI, T. B. D.; CUNHA, J. C. D. Characteristics of companies and innovations and their relations with barriers to innovation in the Brazilian services sector. **Cadernos EBAPE.BR**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 1062–1078, 2020.

WANYAMA, F. O.; DEVELTERE, P.; POLLET, I. Reinventing the wheel? African cooperatives in a liberalized economic environment Coop AFRICA Working Paper No.1. **Public and Cooperative Economics**, [S. l.], v. 80, n. 3, p. 1–36, 2009.

WEBER, C. T.; TRIERWEILER, L. F.; TRIERWEILER, J. O. Food waste biorefinery advocating circular economy: Bioethanol and distilled beverage from sweet potato. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 268, p. 121788, 2020.

WOLFERT, S.; GE, L.; VERDOUW, C.; BOGAARDT, M. J. Big Data in Smart Farming – A review. **Agricultural Systems**, [S. l.], v. 153, p. 69–80, 2017.

WOLLNI, M.; ZELLER, M. Do farmers benefit from participating in specialty markets and cooperatives? The case of coffee marketing in Costa Rica¹. **Agricultural**

Economics, [S. l.], v. 37, n. 2–3, p. 243–248, 2007.

YEATES, J. W. How Good? Ethical Criteria for a 'Good Life' for Farm Animals. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 23–35, 2017.

YUAN, Y.; LIU, S.; ZHANG, J.; ZHANG, Y.; DONG, C.; LIN, L. Unsupervised Image Super-Resolution Using Cycle-in-Cycle Generative Adversarial Networks. *In*: Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition 2018, **Anais** [...]. [s.l: s.n.], 2018, p. 701–710.

ZAMBON, I.; CECCHINI, M.; EGIDI, G.; SAPORITO, M. G.; COLANTONI, A. Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs. **Processes**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 36, 2019.

ZAMORA-IZQUIERDO, M. A.; SANTA, J.; MARTÍNEZ, J. A.; MARTÍNEZ, V.; SKARMETA, A. F. Smart farming IoT platform based on edge and cloud computing. **Biosystems Engineering**, [S. l.], v. 177, p. 4–17, 2019.

ZHAI, Z.; MARTÍNEZ, J. F.; BELTRAN, V.; MARTÍNEZ, N. L. Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. **Computers and Electronics in Agriculture**, [S. l.], v. 170, p. 105256, 2020.

APÊNDICE A - Portfólio de artigos ordenados

Tabela 2 - Portfólio de artigos ordenados

(Continua)

| Artigo | Ano | FI | NC | InOrdinatio |
|---|------|-----|-------|-------------|
| A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda | 2019 | 195 | 2,89 | 2070,003 |
| Agri-food 4.0: A survey of the Supply Chains and Technologies for the Future Agriculture | 2020 | 122 | 4,769 | 1330,005 |
| Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? | 2020 | 105 | 5,9 | 1160,006 |
| Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges | 2020 | 104 | 3,171 | 1150,003 |
| Supporting food systems transformation: The what, why, who, where and how of mission-oriented agricultural innovation systems | 2020 | 41 | 4,131 | 520,004 |
| Link Between Sustainability and Industry 4.0: Trends, Challenges and New Perspectives | 2020 | 36 | 4,098 | 470,004 |
| Enabling technologies, application areas and impact of industry 4.0: a bibliographic analysis | 2020 | 31 | 1,39 | 420,001 |
| Agriculture 4.0: Making it work for people, production, and the planet | 2021 | 31 | 3,573 | 410,004 |
| The future(s) of digital agriculture and sustainable food systems: An analysis of high-level policy documents | 2020 | 27 | 5,572 | 380,006 |
| Genetic Algorithm based Internet of Precision Agricultural Things (IopaT) for Agriculture 4.0 | 2020 | 18 | 0,000 | 290,000 |
| Designing future crops: challenges and strategies for sustainable agriculture | 2021 | 13 | 5,726 | 230,006 |
| Development of a responsive optimisation framework for decision-making in precision agriculture | 2019 | 10 | 3,334 | 220,003 |
| Performance, farmer perception, and the routinisation (RO) moderation on ERP post-implementation | 2019 | 10 | 1,66 | 220,002 |
| Comparative analysis of circular agriculture development in selected Western Balkan countries based on sustainable performance indicators | 2017 | 7 | 0,4 | 210,000 |
| Water-related challenges in nexus governance for sustainable development: Insights from the city of Arequipa, Peru | 2020 | 7 | 5,589 | 180,006 |
| Deep learning for grape variety recognition | 2020 | 5 | 1,48 | 160,001 |
| Digitization as politics: Smart farming through the lens of weak and strong data | 2020 | 5 | 0,000 | 160,000 |
| Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet | 2020 | 3 | 5,589 | 140,006 |
| Design and implementation of a low-cost sensor network to monitor environmental and agronomic variables in a plant factory | 2020 | 2 | 3,171 | 130,003 |

Tabela 3 - Portfólio de artigos ordenados

(Conclusão)

| Artigo | Ano | FI | NC | InOrdinatio |
|---|------|----|--------|-------------|
| Agrotutor: A mobile phone application supporting sustainable agricultural intensification | 2020 | 2 | 2,592 | 130,003 |
| Digital transformation of agriculture and rural areas: A socio-cyber-physical system framework to support responsabilisation | 2021 | 4 | 3,301 | 140,003 |
| Outlining the mission profile of agricultural tractors through CAN-BUS data analytics | 2021 | 3 | 3,171 | 130,003 |
| Technology 4.0 with 0.0 costs: Fuzzy model of lettuce productivity with magnetized water | 2021 | 3 | 0,99 | 130,001 |
| Foresighting Australian digital agricultural futures: Applying responsible innovation thinking to anticipate research and development impact under different scenarios | 2021 | 2 | 4,131 | 120,004 |
| Artificial Intelligence in the Industry 4.0, and Its Impact on Poverty, Innovation, Infrastructure Development, and the Sustainable Development Goals: Lessons from Emerging Economies? | 2021 | 2 | 2,592 | 120,003 |
| A survey on the role of Internet of Things for adopting and promoting Agriculture 4.0 | 2021 | 1 | 5,273 | 110,005 |
| Farm robots: ecological utopia or dystopia? | 2021 | 0 | 15,236 | 100,015 |
| Expanding the ontological horizons of rural resilience in the applied agricultural research policy: The case of the Czech Republic | 2021 | 0 | 3,301 | 100,003 |
| An overview of agriculture 4.0 development: Systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantages | 2021 | 0 | 3,171 | 100,003 |
| A new Kappa Architecture for IoT Data Management in Smart Farming | 2021 | 0 | 1,48 | 100,001 |
| Review: Anticipating alternative trajectories for responsible Agriculture 4.0 innovation in livestock systems | 2021 | 0 | 0,000 | 100,000 |
| AI applications of data sharing in agriculture 4.0: A framework for role-based data access control | 2021 | 0 | 5,063 | 100,005 |
| CARMEN: A framework for the verification and diagnosis of the specification of security requirements in cyber-physical systems | 2021 | 0 | 4,769 | 100,005 |
| Smart farming: towards a sustainable agri-food system | 2021 | 0 | 0,000 | 100,000 |
| Integrated technologies toward sustainable agriculture supply chains: missing links | 2021 | 0 | 0,000 | 100,000 |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

APÊNDICE B - Questionário



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**Pesquisa de Mestrado Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Questionário para avaliação de impactos da tecnologia nos pequenos
produtores rurais**

TERMO/REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o(a) Sr.(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa IMPACTOS DA AGRICULTURA 4.0 PARA PRODUTORES RURAIS DE PEQUENO PORTE UMA COOPERATIVA DO AGRONEGÓCIO. A pesquisa está sob a responsabilidade da Prof^a. Dr^a. Regina Negri Pagani do curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Ponta Grossa. Durante toda a pesquisa, você poderá tirar suas dúvidas entrando em contato com os pesquisadores responsáveis: Sabrina Aparecida Pereira (42-984043083 adm.sabrina_@hotmail.com); Regina Negri Pagani (42-999091891 reginapagani@utfpr.edu.br).

1. APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo visa verificar quais os impactos que as tecnologias trazem para o meio rural, em especial aos pequenos produtores integrantes de uma Cooperativa, identificando as principais dificuldades enfrentadas por esse grupo no processo de Transferência de Tecnologia da Agricultura 4.0.

O instrumento que será utilizado para a coleta de dados será um questionário misto com perguntas estruturadas abertas e com perguntas fechadas de múltiplas escolhas, para avaliar como estão sendo aderidas e utilizadas as tecnologias 4.0.

O tempo total previsto para preenchimento dos questionários é de aproximadamente 5 minutos. Não haverá nenhum registro de áudio, imagem, vídeo ou informações que identifiquem o participante. É importante ressaltar que em momento algum será exposto dados pessoais como nome, local de moradia ou números de documentos. Os dados serão armazenados em um dispositivo de armazenamento portátil, a qual somente os pesquisadores terão acesso.

1.1 Justificativa:

Esta pesquisa justifica-se devido a previsão de crescimento populacional, o qual tende a crescer em dois bilhões de pessoas nos próximos 30 anos, segundo relatório da

Organização das Nações Unidas (ONU, 2019). Assim, conforme a FAO (*Food and Agriculture Organization*), para atender a demanda alimentar do crescimento populacional, a produção de alimentos terá que aumentar em 70% (FAO, 2019).

Dessa forma, esse estudo visa mostrar os impactos que as tecnologias vêm trazendo aos pequenos produtores rurais, para que os produtores rurais, a indústria de tecnologias, a comunidade científica e a sociedade possam obter um panorama real quanto a adesão, utilização e efetividade das tecnologias desenvolvidas para o meio rural.

2. PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA

Para avaliar as hipóteses de pesquisa, serão coletados dados por meio de questionário eletrônico, de indivíduos, com mais de 18 anos de idade, com vínculo de cooperado nesta cooperativa. O número da amostra será definido sobre o total de pequenos produtores rurais participantes de uma Cooperativa do Agronegócio.

Os dados serão organizados e analisados de forma quantitativa, com o auxílio de softwares e de estatística descritiva. Para identificar os impactos que as tecnologias da agricultura 4.0 vem gerando nesses cooperados.

3. QUESTIONÁRIO

1. Você utiliza tecnologias (como aplicativos para celular, maquinários com tecnologias mais avançadas, insumos mais sustentáveis) em sua propriedade?
 Sempre
 Para a maioria das atividades
 Raramente
 Nunca

2. Você considera que as tecnologias desenvolvidas na agricultura, como robôs (drones), maquinários avançados para preparação do solo, para colheita e plantio, etc, possam auxiliar de forma efetiva em sua produção?
 Muito Improvável
 Improvável
 Provável
 Muito Provável

3. Você utiliza algum meio tecnológico (celular ou computador), para auxílio na gestão da sua propriedade?
 Sempre
 Para a maioria das atividades
 Raramente
 Nunca

4. Você utiliza o aplicativo que a Cooperativa oferece para a sua propriedade?
 Sempre
 Para a maioria das atividades

- Raramente
 - Nunca
5. Você faz compras online para sua propriedade, como insumos, máquinas, equipamentos?
- Sempre
 - Para a maioria das atividades
 - Raramente
 - Nunca
6. Caso você sinta dificuldades para utilizar ou entender as tecnologias, você:
- Lê os manuais
 - Procura a assistência
 - Pede ajuda à alguém da família ou algum amigo
 - Geralmente não possui dificuldades.
7. Você considera fácil entender e utilizar tecnologias novas para sua fazenda, como aplicativos para celular e /ou maquinários com mais tecnologias, como tratores com GPS, pulverizadores automatizados que diminuem, entre outros?
- Muito fácil
 - Fácil
 - Mais ou menos fácil
 - Difícil
8. Você já participou de treinamentos e palestras voltadas para a área de inovação tecnológica na agricultura?
- Sim, de treinamentos
 - Sim, de palestras
 - Nunca participei
9. Quanto à adoção de novas tecnologias quais as principais barreiras ou dificuldades que você considera (enumere de 1 a 4, começando com 1 para a barreira mais grave):
- Não conheço as novas tecnologias
 - Custo muito elevado
 - Falta de conhecimento sobre a utilização das novas tecnologias
 - Falta de confiança nas novas tecnologias
10. Você acredita que quando adquire tecnologias para sua propriedade, poderá obter um retorno positivo pelo custo-benefício?
- Muito Improvável
 - Improvável
 - Provável
 - Muito Provável
11. Quanto ao custo das tecnologias para adoção em sua propriedade, você considera que:
- Tem um custo muito elevado
 - Tem custo intermediário
 - São muito acessíveis em termos de preços

- Não sei dizer
12. Qual foi o motivo da sua última compra de algum equipamento com tecnologia para sua propriedade?
- Não faço investimentos em tecnologias
 - Meu equipamento / máquina quebrou / estragou
 - Melhor eficiência para o trabalho no campo
 - Satisfação pessoal
13. Você participa de algum programa de incentivo feito pelo governo para auxílio na utilização de tecnologias no campo?
- Sim, participo do programa _____
 - Não tenho conhecimento sobre os programas ofertados
 - Conheço os programas, mas não participo.
14. Você considera que a conectividade da internet no campo é:
- Para mim, é uma barreira para adoção de tecnologias que precisam de internet
 - Para mim não é uma barreira, pois tenho conexão que atende minhas necessidades
 - Não sei dizer.
15. Em sua propriedade, o sinal da internet funciona bem?
- Frequentemente
 - Às vezes
 - Nunca
 - Não sei dizer.
16. Se desejar, deixe algum comentário ou sugestão para a Cooperativa, a respeito das tecnologias: