

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DIOGO BELLÉ

**ADOÇÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS EM
SISTEMA PLANTIO DIRETO NA AGRICULTURA FAMILIAR**

**PATO BRANCO
2021**

DIOGO BELLÉ

**ADOÇÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS EM
SISTEMA PLANTIO DIRETO NA AGRICULTURA FAMILIAR**

**Adoption of technological innovation in the growing of vegetables in no-tillage system in
family agriculture**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Fernando José Avancini Schenatto

Coorientador: Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira

**PATO BRANCO
2021**



[4.0 Internacional](#)

Esta licença permite apenas que outros façam download dos trabalhos licenciados e os compartilhem desde que atribuam crédito ao autor, mas sem que possam alterá-los de nenhuma forma ou utilizá-los para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



DIOGO BELLE

ADOÇÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA AGRICULTURA FAMILIAR

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

Data de aprovação: 20 de Setembro de 2021

Prof Fernando Jose Avancini Schenatto, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Lutecia Beatriz Dos Santos Canalli, Doutorado - Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (Iapar-Emater)

Prof Sandro Cesar Bortoluzzi, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 20/09/2021.

AGRADECIMENTOS

Neste momento em que mais uma importante etapa de minha formação se concretiza, agradeço especialmente a Deus, pelas oportunidades.

À minha esposa Talita, companheira e apoio sempre presente.

Ao meu filho Luigi, por me ensinar que o amor pode se manifestar de um modo indizível.

Aos demais familiares e amigos, pela presença especial em minha vida.

Ao Orientador, Prof. Dr. Fernando José Avancini Schenatto, por aceitar a nobre missão de dividir conhecimentos, para gerar novos saberes.

Ao Coorientador, Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira, pela parceria e dicas preciosas.

À UTFPR, de modo especial aos membros do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, por não medirem esforços para a disseminação do saber. Além do apoio com a “Bolsa de incentivo à defesa de dissertação e tese em tempo de pandemia - Edital PROPPG 13/2021”. Bolsa UTFPR – Recursos Próprios.

À Epagri, pela cooperação e apoio no desenvolvimento da pesquisa, em especial à Simone Bianchini, Sidinei Egon Simon, Paulo Francisco da Silva e Marcelo Zanella, que não mediram esforços para a realização da pesquisa.

RESUMO

Produtores de hortaliças do estado de Santa Catarina são incentivados a adotar o sistema de plantio direto para hortaliças (SPDH), por ter vantagens em diversos aspectos, como a preservação ambiental, conservação do solo, rotação de culturas e diminuição do esforço físico dos agricultores. Sendo assim, um incremento de novas tecnologias os beneficiaria em aumento da produtividade e lucratividade, especialmente em áreas mais carentes, caracterizadas como agricultura familiar. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi investigar práticas, demandas e fatores condicionantes para a adoção de inovação tecnológica na agricultura familiar para o cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH). Para tanto, foi realizada revisão sistemática da literatura, mediante busca de dados em artigos relacionados à caracterização da pesquisa. Adotou-se o método de análise *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), análise bibliométrica e análise de conteúdo. Na sequência, a pesquisa adota métodos quantitativos e qualitativos. No primeiro momento, como instrumentos de pesquisa, foram desenvolvidos dois questionários. O Questionário 1, estruturado no intuito de identificar práticas e tecnologias adotadas pelos agricultores de SC para cultivo em SPDH, utilizando análise dos dados com Estatística Descritiva. O Questionário 2 buscou obter dados para analisar a intenção na adoção de novas tecnologias, aplicando-se versão modificada do modelo UTAUT. O método Modelagem de Equações Estruturais PLS-SEM foi aplicado para desenvolver e avaliar as relações entre fatores do modelo estrutural proposto. Esses questionários foram aplicados a 50 agricultores, produtores de hortaliças em SPDH de SC. No segundo momento para a abordagem qualitativa, a técnica de Grupo Focal foi utilizada para levantar as demandas tecnológicas dos agricultores para utilizar no SPDH, sendo aplicada em duas etapas com 8 agricultores e um extensionista da EPAGRI. O método adotado foi análise de conteúdo. Os resultados no levantamento das práticas e tecnologias adotadas pelos agricultores apresentam os dados demográficos dos proprietários, da família, das propriedades, condições de produção, percepções de tecnologias, fatores ambientais e tecnologias para a produção de hortaliças, este com maior ênfase pois a maioria conhece o processo e a minoria as utiliza. Os resultados na modelagem de equações estruturais utilizando o modelo UTAUT, acentuaram e comprovaram que a Expectativa de Desempenho, Expectativa de Esforço, Influência Social, Condições Facilitadoras e Intenção comportamental são fatores com impacto significativo na intenção de adotar novas tecnologias para produção de hortaliças em SPDH. A relação entre condição facilitadora e a intenção de adotar, apresentou o maior valor de t-valor 5,068, sendo este o fator de maior influência. Com a realização do Grupo Focal, foi possível identificar as demandas de tecnologias com maior prioridade pelos agricultores, as principais barreiras e limitações além dos incentivos necessários para adotarem novas tecnologias. Os sistemas de irrigação automatizados e eficientes e o aplicativo para gestão da propriedade foram as principais prioridades encontradas; enquanto o apoio técnico especializado, estrutura adequada, recursos financeiros para estruturar a propriedade são as principais barreiras e limitações. Para a falta de incentivos, os agricultores destacam a necessidade de mais campos demonstrativos de novas tecnologias e seguro da estrutura e da produção. Diante da constatação de que existem lacunas na literatura referentes à adoção e inovação tecnológica específicas no cultivo de hortaliças em SPDH, esse estudo buscou contribuir com o levantamento de inovações tecnológicas, os critérios que influenciam a adoção e as demandas com maior prioridade, além de identificar as barreiras, limitações e falta de incentivos aos agricultores. Contribuiu ainda para incentivar os envolvidos a desenvolverem estratégias para minimizar as dificuldades e melhorar o processo de produção e a qualidade de vida.

Palavras-chave: inovação tecnológica, SPDH, hortaliças, plantio direto, adoção de tecnologias.

ABSTRACT

Vegetable producers in the state of Santa Catarina are encouraged to adopt the direct planting system for vegetables (SPDH), as it has advantages in several aspects, such as environmental preservation, soil conservation, crop rotation and reduced physical effort by farmers. Thus, an increase in new technologies benefits the beneficiaries in increased productivity and profitability, especially in poorer areas, characterized as family farming. Therefore, the aim of this study was to investigate practices, demands and conditioning factors for the adoption of technological innovation in family farming for the cultivation of vegetables in a no-tillage system (SPDH). Therefore, a systematic review of the literature was carried out, by searching for data in articles related to the characterization of the research. The Preferred Report Items analysis method for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA), bibliometric analysis and content analysis was adopted. Next, the research adopts quantitative and qualitative methods. At first, as research instruments, two questionnaires were developed. Questionnaire 1, structured in order to identify practices and technologies adopted by farmers in SC for cultivation in SPDH, using data analysis with Descriptive Statistics. Questionnaire 2 sought to obtain data to analyze the intention to adopt new technologies, applying the modified version of the UTAUT model. The PLS-SEM Structural Equation Modeling method was developed to develop and evaluate the relationships between the components of the structural structural model. These questionnaires were identified to 50 farmers, producers of vegetables in SPDH of SC. In the second moment, for a qualitative approach, a Focus Group technique was used to raise the technological demands of farmers to use in the SPDH, being applied in two stages with 8 farmers and an extensionist from EPAGRI. The method adopted was analyzed for content. The results of the survey of practices and adopted by farmers obtain the demographic data of owners, family, properties, production conditions, perceptions of technologies, environmental means and technologies for the production of vegetables, this with greater emphasis because the majority know the process and the minority how they use it. The results in equation modeling continue using the UTAUT model, accentuating and proving that Performance Expectation, Effort Expectation, Social Influence, Enabling Conditions and Behavioral Intention are factors with a significant impact on the intention to adopt new technologies for the production of vegetables in SPDH . The relationship between the facilitating condition and the intention to adopt, presented the highest value of t-value 5.068, which is the biggest influencing factor. With the realization of the Focus Group, it was possible to identify the demands of technologies with the highest priority by farmers, as the main barriers and limitations in addition to incentives based on adopting new technologies. Automated and efficient irrigation systems and the application for property management were the main priorities found; while specialized technical support, adequate structure, financial resources to structure the property are the main barriers and limitations. For the lack of incentives, farmers highlight the need for more demonstration fields of new technologies and insurance of the production structure. Given the finding that there are gaps in the literature regarding the adoption and specific technological innovation in the cultivation of vegetables in SPDH, this study sought to contribute to the survey of technological innovations, the criteria that influence adoption and the highest priority demands, in addition to identifying such as barriers, limitations and lack of incentives for farmers. It also contributed to encourage the person responsible for developing optimization to minimize difficulties and improve the production process and quality of life.

Keywords: technological innovation, SPDH, vegetables, no-till, technology adoption.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Quantidade de hortaliças comercializadas nas CEASAs (2018-2020)	22
Figura 2a - Diagramação e componentes do dispositivo inteligente de produção vegetal.....	31
Figura 2b – Imagem do equipamento do dispositivo inteligente de produção vegetal.....	31
Figura 3 - Sistema de irrigação com utilização de sensor de escassez de água.....	31
Figura 4 - Arquitetura do sistema de irrigação automática baseada em rede de sensores sem fio.....	32
Figura 5 - Equipamento para semeadura em bandejas.....	33
Figura 6 - Equipamento de semeadura com sistema de monitoramento fibra óptica.....	33
Figura 7 - Estrutura da máquina de transplante de mudas de milho com tubo de papel...	35
Figura 8 - Experimento de estação meteorológica baseada em Arduino.....	37
Figura 9 - Sistema Hydro Tech HT-DSS para irrigação.....	41
Figura 10 - Sistema de irrigação controlado por rede sem fio.....	41
Figura 11 – Estrutura da colheitadeira de repolho.....	45
Figura 12 - Protótipo colheitadeira de alface modelo SHQG-I.....	45
Figura 13 - Estrutura da colheitadeira de cenoura.....	46
Figura 14 – Estrutura da colheitadeira de tomates.....	47
Figura 15a - Plataformas robóticas de direção nas quatro rodas/trAÇÃO nas quatro rodas para a semeadura de precisão de trigo.....	48
Figura 15b - Plataforma robótica de direção nas quatro rodas/trAÇÃO nas quatro rodas para detecção de ervas daninhas.....	48
Figura 16 - Robô para colheita de tomate.....	49
Figura 17 - Visão geral das teorias e modelos mais populares de aceitação de tecnologia.....	50
Figura 18 - Modelo UTAUT.....	51
Figura 19 - Modelo Conceitual de tecnologia de irrigação para economia de água (WSIT).....	52
Figura 20 - Processo de desenvolvimento de pesquisa.....	56
Figura 21 - Modelo Conceitual e variáveis da pesquisa.....	66
Figura 22 - Modelo Conceitual e variáveis.....	68

Figura 23 - Colinearidade no Modelo Estrutural.....	71
Figura 24 - Estimativa do Modelo de Caminho.....	93
Figura 25 - Modelo após avaliação do modelo de mensuração.....	100
Figura 26 - Modelo de Pesquisa após Bootstrapping com t-valor.....	102
Figura 27 - Representação de variável moderadora.....	105
Figura 28 - Modelo Estrutural com variável moderadora.....	105
Figura 29 - Modelo mensuração com os escores fatoriais.....	107
Figura 30 - Modelo após avaliação do modelo de mensuração.....	108
Figura 31 - Modelo estrutural após Bootstrapping com t-valor.....	109
Figura 32 - Número de citações artigos do PB na base de dados Scopus.....	137
Figura 33 - Número de citações artigos do PB no Google Acadêmico.....	138
Figura 34 - Autores com duas ou mais ocorrências publicações no PB.....	138
Figura 35 - Número citações autores nas referências dos artigos no PB.....	139
Figura 36 - Número de publicações no periódico e o Fator de Impacto SJR utilizados no PB.....	140
Figura 37 - Número citação palavras-chave dos artigos do PB.....	140
Figura 38 - Número citação palavra-chave pesquisa nas palavras-chave dos artigos do PB.....	141

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais culturas de hortaliças produzidas no Brasil em 2018 (por ordem de maior produção)	22
Quadro 2 - Eixos e palavras-chave.....	59
Quadro 3 - Critérios inclusão e exclusão.....	60
Quadro 4 - Tecnologias existentes no cultivo de hortaliças, grãos e frutas.....	78
Quadro 5 - Critérios para adoção de inovação tecnológica.....	82
Quadro 6 - Indicadores para medir cada constructo.....	91
Quadro 7- Constructos e hipótese da pesquisa.....	101
Quadro 8 - Coeficiente de determinação R ²	104
Quadro 9 - Comunalidade (tamanho do efeito f ²)	104
Quadro 10 - Constructos e hipótese Modelo estrutural com escores fatoriais.....	109
Quadro 11 - Categoria inicial dos agricultores.....	111
Quadro 12 - Demandas tecnológicas agrupadas por semelhança.....	116
Quadro 13 - Lista de priorização das demandas tecnológicas.....	116
Quadro 14 - Categoria inicial dos agricultores segunda etapa.....	117
Quadro 15 - Artigos do PB separados por ano.....	137
Quadro 16 - Planejamento Grupo Focal Etapa 1.....	178
Quadro 17 - Etapa individual antes da segunda etapa para priorização das demandas tecnológicas.....	178
Quadro 18 - Planejamento Grupo Focal Etapa 1.....	178

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características demográficas do proprietário da propriedade.....	84
Tabela 2 - Características demográficas da família.....	85
Tabela 3 - Características (Demográficas) da propriedade.....	85
Tabela 4 - Condições de produção de hortaliças.....	85
Tabela 5 - Percepções de tecnologias.....	87
Tabela 6 - Fatores sócio-ambientais.....	87
Tabela 7 - Fatores ambientais.....	88
Tabela 8 - Dados demográficos.....	91
Tabela 9 - Confiabilidade e Validade de cada constructo.....	94
Tabela 10 - Cargas externas.....	95
Tabela 11 - Confiabilidade e Validade de cada constructos.....	96
Tabela 12 - Cargas Cruzadas.....	97
Tabela 13 - Critério de Fornell e Larcker.....	97
Tabela 14 - Cargas Cruzadas após exclusão de BI e EE1.....	98
Tabela 15 - Critério de Fornell e Larcker.....	99
Tabela 16 - Confiabilidade e validade de cada constructos.....	99
Tabela 17 - Colinearidade (VIF).....	100
Tabela 18 - Teste de significância.....	103
Tabela 19 - Teste de significância com variável moderadora.....	106
Tabela 20 - Matriz das correlações das variáveis latentes.....	107
Tabela 21 - Confiabilidade e validade de cada constructo.....	108
Tabela 22 - Cargas Cruzadas.....	108
Tabela 23 - Critério de Fornell e Larcker.....	108
Tabela 24 - Colinearidade (VIF).....	109
Tabela 25 - Teste de significância.....	110
Tabela 26 - Coeficiente de determinação R ²	110
Tabela 27 - Comunalidade (tamanho do efeito f ²)	110

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ansi	<i>American National Standards Institute</i> - Instituto Nacional Americano de Padrões
Asabe	<i>American Society of Agricultural and Biological Engineers</i> - Sociedade Americana de Agricultura e Engenheiros Biológicos
AVE	Variância Média Extraída
CAN	<i>Controller Area Network</i> - Rede de Área do Controlador
Ceasa	Centrais Estaduais de Abastecimento
Cidasc	Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina
CLP	Controlador Lógico Programável
Conab	Companhia Nacional de Abastecimento
DOI/IDT	<i>Diffusion of Innovations</i> ou <i>Innovation Diffusion Theory</i> – Teoria da Difusão de Inovações
Epagri	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
ETAM	Extensão do Modelo de Aceitação Tecnológica
GIS	<i>Geographic Information Systems</i> - Sistemas de Informação Geográfica
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i> - Sistemas de Posicionamento Global
HTMT	<i>Heterotrait-monotrait ratio</i>
MI	Modelo de Igbaria
MPCU	Modelo de Utilização de PC
Ns	Nanosegundo
PB	Portfólio Bibliográfico
PCIT	Características Percebidas da Teoria Inovadora
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analyzes</i> - Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises
PSPDH	Projeto Sistema de Plantio Direto de Hortaliças
SEM	<i>Structural Equation Modeling</i> - Modelagem de Equações Estruturais
SI	Sistemas da Informação
SOS	<i>Sensor Observation Service</i> - Serviço de Observação de Sensores
SPDH	Sistema de Plantio Direto de Hortaliças
TAM	Modelo de Aceitação Tecnológica
TC	Tecnologias de Colheita
TCED	Tecnologias de Controle de Ervas Daninhas

TCT	Tecnologias de Controle de Tráfego
TEPF	Tecnologias de Esterilização de Produtos Frescos
TR	Tecnologias Robóticas
TRAIF	Tecnologias de Reciclagem de Água; para Irrigação e Fertirrigação
TSMQFV	Tecnologias de Sensores para Medir a Qualidade de Frutas e Vegetais
TTL	Tecnologia de Transporte e Logística
TTM	Tecnologias de Transplantadores de Mudas
UTAUT	<i>Unified Theory of Acceptance and Use of Technology</i> – Unificada Teoria de Aceitação e Uso de Tecnologia
VIF	<i>Variance Inflation Factor</i>
WoS	<i>Web of Science</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos.....	17
1.1.1 Objetivo Geral.....	17
1.1.2 Objetivos Específicos.....	17
1.2 Justificativa	17
1.3 Estrutura da Pesquisa	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1 Processo de cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH)	21
2.2 Tecnologias aplicadas ao cultivo em sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH)	29
2.2.1 Tecnologias de agricultura de precisão com sistemas de informação.....	30
2.2.2 Tecnologias de transplantadores de mudas.....	34
2.2.3 Tecnologias de armazenamento, transporte e logística.....	35
2.2.4 Tecnologias de controle de tráfego no processo de cultivo de hortaliças.....	36
2.2.5 Tecnologias de sistema de monitoramento climático, temperatura e umidade.....	37
2.2.6 Tecnologias para controle de ervas daninhas.....	38
2.2.7 Tecnologias de reciclagem de água, irrigação e fertilização.....	38
2.2.8 Tecnologias de esterilização e segurança alimentar de produtos frescos.....	42
2.2.9 Tecnologias de colheita.....	44
2.2.10 Tecnologias robóticas.....	47
2.3 Adoção de tecnologias e critérios que influenciam o processo	49
3 METODOLOGIA.....	55
3.1 Caracterização metodológica da pesquisa.....	55
3.2 Etapas da pesquisa	56
3.2.1 Definição do modelo de pesquisa.....	56
3.2.2 Métodos e procedimentos de coleta e análise de dados quantitativos.....	62
3.2.3 Métodos e procedimentos de coleta e análise de dados qualitativos.....	72
4 RESULTADOS	75
4.1 Tecnologias existentes e critérios utilizados para adoção de inovação tecnológica no cultivo de hortaliças.....	75
4.2 Práticas e tecnologias adotadas por agricultores envolvidos no SPDH.....	84
4.2.1 Características demográficas do proprietário da propriedade.....	84
4.2.2 Características demográficas da família.....	85

4.2.3 Características demográficas da propriedade.....	85
4.2.4 Condições de produção de hortaliças.....	86
4.2.5 Percepções de tecnologias.....	86
4.2.6 Fatores sócio-ambientais.....	87
4.2.7 Tecnologias para produção de hortaliças.....	88
4.3 Fatores condicionantes para a adoção de novas tecnologias pelos agricultores que utilizam o SPDH	90
4.3.1 Estimação do modelo de caminho PLS.....	91
4.3.2 Análise do Modelo de Mensuração.....	94
4.3.3 Análise do Modelo Estrutural.....	100
4.3.4 Análise variáveis moderadoras.....	104
4.3.5 Análise dos escores fatoriais.....	106
4.4 Demandas tecnológicas dos agricultores	111
4.4.1 Primeira etapa do Grupo Focal.....	111
4.4.2 Segunda etapa do Grupo Focal.....	117
5 CONCLUSÃO.....	122
REFERÊNCIAS	124
APÊNDICE A - Diagrama de fluxo de seleção método PRISMA	134
APÊNDICE B - Análise Bibliométrica	136
APÊNDICE C - Questionário 1	142
APÊNDICE D – Questionário 2	148
APÊNDICE E – Questionário 1 com ajustes após validação pelos especialistas e exportado do Google Forms	155
APÊNDICE F – Questionário 2 com ajustes após validação pelos especialistas e exportado do Google Forms	167
APÊNDICE G - Roteiro para Grupo Focal	177
ANEXO A - Material Complementar: formas de plantio e equipamentos	179

1 INTRODUÇÃO

Com uma população mundial crescente, necessitando de alimentos para a sobrevivência e disponibilidade limitada de terra para cultivo, torna-se necessária uma maior eficiência na produção agrícola, especialmente para frutas e legumes (DEFTERLI *et al.*, 2016). Acrescenta-se a este quadro que o consumo de produtos frescos, como legumes, tornou-se mais frequente na última década e desempenha um papel vital para a existência das pessoas, com influência significativa na economia (VAN ASSELDONK *et al.*, 2018).

De modo geral, o mercado nacional está em crescente demanda e as centrais de abastecimento nos estados e regiões estratégicas, como o Sudeste, tendo a grande São Paulo como referência, permitem que as hortaliças estejam sempre à disposição e acessíveis aos consumidores (KIST *et al.*, 2019). Dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019) indicam que em janeiro de 2019 a quantidade de hortaliças comercializadas nas Centrais Estaduais de Abastecimento (CEASAs), atingiu aproximadamente 400.000 toneladas.

Ainda segundo Conab (2021), para o mesmo mês no ano de 2020, apresentou queda na comercialização para aproximadamente 395.000 toneladas e em 2021 390.00 toneladas. Essa queda tem influência das variações climáticas, como as altas quantidades de chuvas e a variação de temperatura fora do normal em determinadas regiões, afetando a produção e como consequência um aumento nos preços de venda.

Geralmente os produtos frescos são consumidos crus, não recebendo tratamentos específicos para minimizar possíveis riscos à saúde. No entanto, boas práticas no manuseio de alimentos agrícolas são essenciais para garantir a segurança alimentar (VAN ASSELDONK *et al.*, 2018; RAJKUMAR, 2010). Por este motivo, são criadas leis para garantir a qualidade dos produtos e determinar padrões de produção agrícola (ADALJA; LICHTENBERG, 2018).

Mesmo sendo registrado aumento na demanda e consumo de hortaliças, em muitas propriedades a produção permanece em sistema de cultivo convencional, com intensivo uso do solo e agroquímicos, ocasionando problemas de erosão hídrica, contaminação do solo, água, alimentos e pessoas, perda de produtividade, qualidade e renda (CHEN *et al.*, 2017; NORRIS; CONGREVES, 2018).

Nesta perspectiva, estudos de longo prazo comparando sistemas de manejo agrícola, descobriram que a produção em sistema plantio direto pode melhorar os indicadores de qualidade do solo em comparação com sistemas convencionais, diminuindo tempo e energia dispendidos na produção (CANALI *et al.*, 2013; ZHANG; NI, 2017; ADALJA; LICHTENBERG, 2018).

Importante destacar que a agricultura sustentável é praticada atualmente em uma ampla variedade de ambientes em todo o mundo, destacando-se os países em desenvolvimento como a Argentina, Brasil, China e Índia, os quais possuem grandes áreas orgânicas certificadas (OELOFSE *et al.*, 2010).

Durante os últimos trinta anos do século XX, uma série de alternativas de sistema de produção, incluindo plantio direto e em faixa, tornaram-se comuns e mais amplamente adotadas em todo o mundo. Tais sistemas são conhecidos como um componente-chave (componente principal ou mais importante), chamado agricultura de conservação, pois tem sido fundamental para a sustentabilidade agrícola de várias regiões, incluindo áreas de cultivo dos EUA, Canadá, grande parte do Brasil, Argentina e Paraguai (MITCHELL *et al.*, 2016; MITCHELL *et al.*, 2019). O manejo do plantio direto foi implementado com sucesso em mais de 100 milhões de hectares de terras agrícolas em todo o mundo, sendo cerca de 90% das áreas agrícolas no Brasil, Argentina, Paraguai (quase 90%), Uruguai, Austrália e Nova Zelândia (DERPSCH *et al.*, 2014).

No Brasil, o plantio direto foi introduzido no início da década de 1970, numa iniciativa pioneira de agricultores do Estado do Paraná, inicialmente como forma de controlar o escoamento de água e a erosão do solo e, mais adiante, para construir a saúde e a produtividade do solo. Foi uma resposta ao uso de sistemas de preparo intensivo nas áreas de produção de grãos, que causavam graves perdas por erosão e degradação do solo, afetando a capacidade produtiva e a produtividade das culturas, nas décadas de 1970 e 1980 (LANDERS, 2001; FUENTES-LLANILLO *et al.*, 2021).

A adoção desta tecnologia representa a porta de entrada para a sustentabilidade plena na agricultura brasileira moderna. Os mecanismos variados, ampla base agroecológica e extensão da experiência brasileira gera exemplos úteis para o desenvolvimento do plantio direto em condições semelhantes em todo o mundo (LANDERS, 2001).

Com este intuito, a implantação do cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH) na agricultura familiar, visa reduzir significativamente a perda de solo, água e nutrientes, aumentando gradualmente o uso de pesticidas e fertilizantes altamente solúveis e orgânicos, reduzindo os custos ambientais e de produção, mantendo ou até aumentando a produtividade dos cultivos e proporcionando conforto do trabalho humano (TEY *et al.*, 2013; TIAN *et al.*, 2016; REEVE *et al.*, 2016; BAVOROVA; IMAMVERDIYEV; PONKINA, 2018).

Esta modalidade de cultivo envolve várias etapas: preparação do solo, semeadura e plantio, fertilização, irrigação, controle de pragas e doenças, manejo de plantas daninhas, colheita e comercialização (CANALI *et al.*, 2013; CHEN *et al.*, 2017; ZHANG; NI, 2017).

De acordo com métodos apoiados por pesquisas recentes, a prática de plantio direto

depende muito mais de plantas de cobertura do que aquelas já praticadas na agricultura sustentável (BEACH *et al.*, 2018), e para se tornar uma prática comum em sistemas orgânicos, os desafios do plantio direto precisam ser vencidos pelos agricultores. Um ponto de partida é a adoção de novas tecnologias para auxiliar e facilitar a produção, aumentando a produtividade e lucratividade. Também as tecnologias de precisão agrícola (PA) são fundamentais neste processo, possibilitando alcançar os objetivos mencionados por meio de melhores práticas de gerenciamento.

Tais tecnologias possibilitam benefícios na administração do ecossistema, pela combinação e controle de informações como uso adequado da terra e manutenção da qualidade do ar e da água. Elas também evitam a aplicação excessiva de insumos, reduzem o uso de energia e a emissão de gases de efeito estufa, com a consequente melhoria na qualidade final do produto (SCHIMMELPFENNIG, 2018; LOWRY; BRAINARD, 2019).

Os benefícios econômicos decorrentes da adoção de novas tecnologias resultam na eficiência e melhoria em todas as etapas do sistema de produção, o que envolve colheita, custos operacionais e de capital, benefícios ambientais, melhoria da conservação do solo e das relações na qualidade de vida dos agricultores (MCPHEE; AIRD, 2013; PEDERSEN *et al.*, 2016).

Como parte do processo de adoção de novas tecnologias, os indivíduos passam por vários estágios de aprendizado e experimentação, desde a conscientização do problema e suas possíveis soluções, até finalmente decidirem se adotam ou rejeitam a tecnologia (AGHANENU; ONEMOLEASE, 2012; SCHIMMELPFENNIG, 2018; COFRÉ-BRAVO; KLERKX; ENGLER, 2019; FENNIMORE; CUTULLE, 2019). Deste modo, a principal preocupação dos economistas na agricultura é verificar questões que avaliam as implicações na tomada de decisões de forma cuidadosa (ADNAN *et al.*, 2019).

Para Nordey *et al.* (2017), a ruptura dos sistemas de cultivo existentes para adoção de novas tecnologias, como o SPDH, exige apoio técnico e econômico à agricultura familiar, que geralmente possui capacidade de investimento limitada, o que dificulta a adoção destas tecnologias. Portanto, as políticas governamentais têm papel importante em apoiar o desenvolvimento, organizar o mercado, disponibilizar suporte técnico e possibilitar o acesso a financiamentos.

Bietila *et al.* (2017) concluíram que, via de regra, na agricultura familiar, geralmente o trabalho é realizado com ênfase nas ferramentas e no trabalho manual, necessitando adaptar os métodos de cultivo mecânico para que se tornem adequados e eficazes em suas operações.

Diante do contexto apresentado, o presente trabalho buscou responder questionamentos acerca das percepções dos agricultores sobre novas tecnologias no cultivo de hortaliças.

Pretendeu-se investigar, sob o ponto de vista da difusão tecnológica, quais as práticas atuais, demandas existentes e quais fatores condicionam a adoção de inovação tecnológica por agricultores de micro e pequenas propriedades rurais (agricultura familiar), dedicadas ao cultivo em SPDH. O interesse da pesquisa vem ao encontro do Projeto Sistema Plantio Direto de Hortaliças (PSPDH), da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), tomado como unidade de análise.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Investigar práticas, demandas e fatores condicionantes para a adoção de inovação tecnológica na agricultura familiar para o cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH).

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar práticas e tecnologias adotadas por agricultores envolvidos no Projeto SPDH da Epagri, de Santa Catarina (SC);
- Analisar fatores condicionantes para a adoção de novas tecnologias pelos agricultores de SC para o cultivo em SPDH, a partir do modelo UTAUT;
- Identificar e priorizar demandas tecnológicas dos agricultores de SC para o cultivo em SPDH.

1.2 Justificativa

Nas últimas duas décadas tem se verificado um paradoxo que se reflete em nível mundial: de um lado a população mundial desenvolvendo-se em linha ascendente, necessitando de maiores quantidades de alimentos para suprir suas necessidades; e de outro, quantidades de terras limitadas para cultivo, principalmente de frutas e legumes frescos, cuja procura tem aumentado significativamente (DEFTERLI *et al.*, 2016).

Na mesma linha, Norris e Congreves (2018) assinalam que um dos maiores desafios enfrentados pela sociedade hodierna é a necessidade de fornecer quantidades de alimentos nutritivos e de qualidade para mais de nove bilhões de pessoas, conforme previsão para 2050.

Destacam ainda que é preciso expandir e intensificar a produção, sem, contudo, comprometer os serviços ecossistêmicos fundamentais à vida na terra.

Em muitas propriedades, a produção de legumes mantém o sistema de cultivo convencional, praticado com intensivo uso do solo e agroquímicos, ocasionando problemas de erosão hídrica, contaminação do solo, água, alimentos e pessoas, perda de produtividade, qualidade e renda, consequentemente, diminuindo a capacidade produtiva da área cultivada (CHEN *et al.*, 2017; NORRIS; CONGREVES, 2018). Já outras propriedades adotam práticas agrícolas de conservação como plantio direto, retenção de resíduos, cobertura e diversificação de culturas, pelos benefícios percebidos para conservação do solo, lucratividade, segurança alimentar e preservação do meio ambiente (BRAINARD *et al.*, 2016).

O cultivo em sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) apresenta-se como uma das formas mais ecológicas de produzir alimentos saudáveis para a sociedade e preservar o meio ambiente natural, a partir do equilíbrio nas relações de produção. Cabe ressaltar que este sistema é uma proposta de transição para toda a agricultura familiar que pratica o sistema convencional ou industrial, sendo capaz de dinamizar mudanças na produção e no consumo de alimentos, para que evoluam em direção à complexidade, promovendo a saúde das plantas e melhorando as condições sociais, políticas, econômicas e ambientais (FAYAD *et al.*, 2018).

As propriedades dos agricultores familiares que utilizam o SPDH no Estado de Santa Catarina (SC), normalmente apresentam alta variabilidade topográfica, tamanhos menores das áreas cultivadas, diversidade de cultivo e produção, necessitando equipamentos e técnicas de manejo apropriados à cada realidade e com custos acessíveis, dificultando a atual estrutura industrial em atender tal diversidade (FAYAD *et al.*, 2018).

O sucesso da produção agrícola no mercado depende de sua qualidade e custo, influenciados por fatores como mão de obra para a produção, colheita e pós-colheita, sendo as operações de colheita parte importante do custo total de produção (DEFTERLI *et al.*, 2016). Ao longo do tempo, diversas tecnologias de automação envolvendo robôs semiautônomos e autônomos foram utilizadas visando minimizar os custos de mão de obra e o tempo de operação e, assim, obter uma melhoria considerável na eficiência agrícola e desempenho econômico (PEKKERIET; VAN HENTEN, 2011; LIU, 2017; FENNIMORE; CUTULLE, 2019).

Ocorre que as atuais demandas da sociedade exigem da agricultura um incremento constante de produção, sendo um fator importante a tomada de decisão inteligente para cumpri-las (OJHA; MISRA; RAGHUWANSHI, 2015). Diante disso, com o intuito de fornecer alternativas ideais em reunir e processar informações capazes de aumentar a produtividade e lucros, novas tecnologias e soluções estão sendo aplicadas (AHMAD; MEHMOOD, 2015).

Ressalte-se que com o desenvolvimento da indústria agrícola, o papel das tecnologias, como as de informação, tem potencial para aumentar a produção agrícola e o desenvolvimento econômico rural, especialmente em áreas mais pobres, caracterizadas pela agricultura familiar (WU, 2012). Entretanto, para a adoção de tecnologias, o reconhecimento das necessidades e a aceitação dos indivíduos é o estágio inicial de qualquer negócio.

Para analisar os fatores que influenciam a aceitação ou rejeição dos usuários frente à adoção de novas tecnologias, vários modelos estruturais foram desenvolvidos e apesar da existência de modelos de avaliação de aceitação da tecnologia (TAM, UTAUT, TRA, TPB, PBC, TRA e TIB), há evidências na literatura de que a adoção de inovações tecnológicas aplicáveis ao contexto enfocado nesta pesquisa mereça ser avaliado de forma mais específica, considerando suas peculiaridades, entre elas, a influência das características do proprietário, dos familiares, da propriedade, condições de produção, percepções de tecnologias e fatores ambientais (ABDULAI; OWUSU; BAKANG, 2011; AGHANENU; ONEMOLEASE, 2012; MUTOKO; HEIN; SHISANYA, 2014; CHANDRA; BHATTACHARJEE; BHOWMICK, 2018; ZHANG *et al.*, 2019).

No escopo da presente pesquisa, buscou-se identificar metodologias para o estudo realizando o levantamento de modelos de referência, constructos, contexto abordado, variáveis moderadoras e ferramentas estatísticas, sendo contribuições teóricas relativas aos modelos de aceitação de tecnologias. Para tanto, observa-se a situação atual do tema abordado, a fim de determinar o modelo conceitual e os instrumentos de pesquisa adequados e validados para mensurar os respectivos constructos e objetivos propostos, o que permite verificar empiricamente sua validade e obter conclusões para auxiliar os envolvidos no cultivo de hortaliças, priorizando as tecnologias para o SPDH na agricultura familiar.

Como justificativa prática, a pesquisa visou contribuir com os agricultores do Projeto Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (PSPDH), da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), lhes oportunizando conhecimento sobre novas tecnologias aplicáveis ao processo de produção em SPDH e ampliar sua propensão a avaliar e aceitar novas tecnologias, dada a abordagem qualitativa, participativa e emancipatória da mesma (NOVAES; GIL, 2010).

Além disso, os resultados relacionados às percepções sobre novas tecnologias citadas no instrumento de pesquisa e os critérios que influenciam sua adoção, podem auxiliar a Epagri a promover novos direcionamentos com planos e estratégias na transmissão de conhecimento, na implantação, acompanhamento e melhorias no processo produtivo de hortaliças utilizando SPDH, facilitando a adoção de novas tecnologias.

1.3 Estrutura da Pesquisa

Este relato de pesquisa apresenta-se dividido em cinco capítulos. O primeiro consiste na introdução, contendo a contextualização da pesquisa, seus objetivos e justificativa.

O Capítulo 2 apresenta a revisão sistemática da literatura (RSL), com foco em inovação tecnológica no cultivo em SPDH e as condicionantes na adoção de tecnologia.

No Capítulo 3 é apresentada a abordagem metodológica da pesquisa e a descrição das suas etapas e procedimentos de execução.

O Capítulo 4 apresenta os resultados da pesquisa, demonstrando os dados demográficos, práticas e tecnologias adotadas, fatores condicionantes que influenciam a adoção de novas tecnologias, além das demandas tecnológicas, barreiras, limitações e a falta de incentivos aos agricultores.

O capítulo 5 apresenta as considerações finais, elencando os principais pontos da pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo apresenta a caracterização do agronegócio, com foco na produção de hortaliças e ilustração de aspectos socioeconômicos do setor. Na sequência, a partir de uma revisão sistemática da literatura (RSL), são apresentadas e discutidas as principais definições e características do processo de cultivo em SPDH, tecnologias existentes, modelos de adoção de tecnologias e as condicionantes na adoção de inovação tecnológica no cultivo de hortaliças.

2.1 Processo de cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH)

As hortaliças, mais popularmente conhecidas como legumes e verduras, são as folhas, as flores, os talos, os caules, as raízes ou outras partes comestíveis de certas plantas. De acordo com sua apresentação, classificam-se como tuberosas (ou subterrâneas), tubérculos, herbáceas (ou folhosas) e hortaliças-fruto (CAMARGO JUNIOR *et al.*, 2018).

O mercado de hortaliças é movimentado com transações diárias de produtos frescos e resultados de um estudo de revisão de produção e comercialização das principais hortaliças no Brasil e no mundo, realizado por Camargo Filho e Camargo (2017), tendo como base o período de 2001-2013, mostram que a produção de hortaliças aumentou 30,3% no mundo e 24,4% no Brasil. Aumento devido, em grande parte, ao avanço em pesquisa, o que resulta no uso de espécies melhoradas, especialmente as híbridas.

No Brasil, o cenário verificado no final de 2018 confirma a importância das culturas frutícolas e olerícolas para o país. Estudo de Kist *et al.* (2019) analisou 24 cultivos nestes segmentos e constatou a elevada produtividade destas atividades, realizadas geralmente em pequenas áreas, obtendo entre 30 e 80 toneladas por hectare (ha), uma produção superior, se comparada com a soja, por exemplo, que fica entre 2,5 e 3,5 toneladas por ha. Além disso, se comparadas com outras culturas, proporcionam alto valor agregado por área e grande número de empregos.

Entre as hortaliças de folhas mais consumidas no país está a alface, representando aproximadamente 40% do volume total comercializado pelas empresas fornecedoras de produtos frescos (CEUPPENS *et al.*, 2014). Em termos estatísticos, no ano de 2016 esta cultura atingiu uma produção de 575.529 toneladas (KIST *et al.*, 2019), como mostra o Quadro 1.

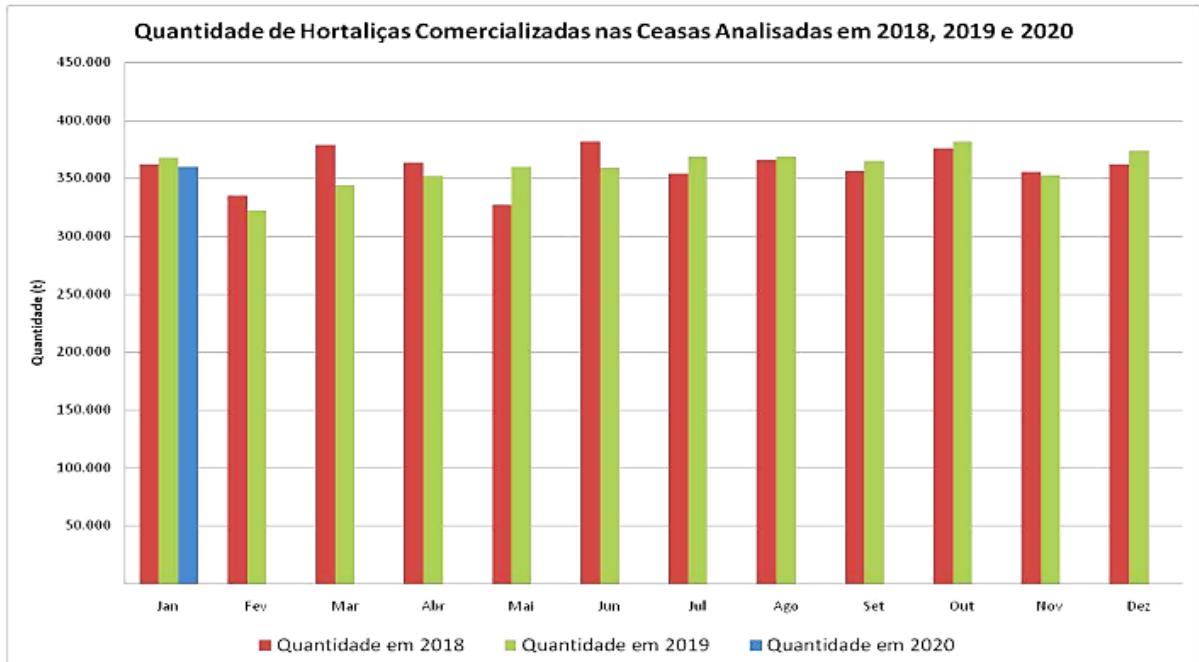
Quadro 1 - Principais culturas de hortaliças produzidas no Brasil em 2018

Produtos	Área (ha)	Agricultores	Produção (t)
Tomate	64.575	157.198	4.510.069
Batata	129.684	44.154	3.849.601
Alface	86.856	670.585	575.529
Repolho	26.684	500.920	417.489
Couve	10.618	280.939	119.847
Brócolis	4.534	15.521	64.610

Fonte: Adaptado de Kist *et al.* (2019, p. 16).

Em janeiro de 2019, as quantidades de hortaliças com maior comercialização nas Centrais Estaduais de Abastecimento (Ceasas), e que representam maior destaque no cálculo da inflação oficial, o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), foram alface, batata, cebola, cenoura e tomate. Estes produtos tiveram uma produção de aproximadamente 400.000 toneladas, com destaque para o mês de julho, cuja produção foi superior. Observa-se na Figura 1 que devido à pandemia de Covid-19¹, os meses de março, abril e maio de 2020 apresentaram produção inferior ao mesmo período de anos anteriores (CONAB, 2020a).

Figura 1 - Quantidade de hortaliças comercializadas nas CEASAs (2018-2020)



Fonte: Conab (2020, p. 12).

Estudos de longo prazo comparando sistemas de manejo agrícola, descobriram que a produção sustentável com adoção de plantio direto pode melhorar os indicadores de qualidade do solo em comparação aos sistemas convencionais, diminuindo dispêndios de tempo e energia

¹ Doença infecciosa, extremamente contagiosa, causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2) (CORTEZ *et al.*, 2020).

na produção (CANALI *et al.*, 2013; ZHANG; NI, 2017; ADALJA; LICHTENBERG, 2018). Tais estudos confirmam os achados de Oelofse *et al.* (2010), de que a agricultura sustentável vinha sendo praticada em ampla variedade de ambientes em todo o mundo e que os países em desenvolvimento Argentina, Brasil, China e Índia, disponibilizavam grandes áreas certificadas. Ainda, Especialistas recomendam sistemas de produção modificados como uma forma sustentável de cultivar terras ameaçadas pela degradação (BAVOROVA; IMAMVERDIYEV; PONKINA, 2018).

Em outro estudo, Chandra, Bhattacharjee e Bhowmick (2018) constataram que na agricultura familiar ainda se utiliza o processo convencional, com adoção insignificante de tecnologia moderna, tendo como resultado uma menor produtividade, tornando-se desafiador obter os meios de subsistência. Alguns agricultores apresentam baixa renda, baixo nível de educação e vivem com baixa segurança social.

A adoção de tecnologia seria particularmente importante no cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH), por envolver várias etapas, como preparação do solo, semeadura de sementes, ou plantio de mudas, fertilização, irrigação, controle de pragas e doenças, manejo de plantas daninhas, colheita armazenamento e comercialização, que serão abordadas a seguir.

No manejo do solo são utilizadas culturas de cobertura para formação da camada de palha que tem como objetivo proteger o solo e melhorar sua fertilidade. Dependendo do tipo do solo, as práticas de rotação de culturas ou preferências do agricultor relacionadas ao sistema de produção podem variar de uma propriedade para outra (CANALI *et al.*, 2013; CHEN *et al.*, 2017; ADALJA; LICHTENBERG, 2018), como mostrado no Anexo A1, com a plantação de uma variedade de hortaliça com cobertura morta no solo.

Nas culturas de cobertura do solo com plantação em linha (vide Anexo A2), o plantio e cultivo ocorrem entre os períodos das principais culturas comerciais, com objetivo de melhorar os atributos nas propriedades físicas, químicas, biológicas, minimizar a erosão e melhorar a fertilidade do solo (ANDERSON, 2015; NORRIS; CONGREVES, 2018). Entretanto, existem variáveis que determinam os efeitos resultantes, como as misturas de espécies, frequência de culturas, época de plantio, época de manejo, clima e diferentes formas de crescimento ou estratégias de ciclagem de nutrientes (NORRIS; CONGREVES, 2018).

No estudo de Zhang e Ni (2017), os resultados demonstram que o plantio direto é uma prática de manejo do solo mais sustentável do que a prática convencional no que diz respeito à estabilidade estrutural e à redução das emissões de CO₂ nas áreas de cultivo. A mesma fonte revela que a magnitude da perda de CO₂ devido às práticas de preparo está altamente relacionada à intensidade de perturbação causada por alguns equipamentos utilizados na

preparação do solo. Em sua pesquisa, Leskovar, Othman e Dong (2016) demonstram que com a utilização do equipamento *Bigham Super Duty Strip* na preparação, cerca de 65% do solo não é perturbado, mantendo os resíduos anteriores da colheita de milho (como raízes, caules, folhas decompostas) na superfície. Outros equipamentos como o arado de cinzel e cultivador de campo, são utilizados na preparação do solo (LEAVITT *et al.*, 2011).

No experimento de Pritchett; Kennedy e Cogger (2011), foi semeado ervilhaca utilizando a plantadeira de disco acoplada no trator e no estudo de Bietila *et al.* (2017) foi utilizado trator Kubota (Modelo BX2350; 23 CV), utilizando um leme acionado por tomada de força *Land Pride* (Modelo RTR1042) e posteriormente foram semeadas plantas de cobertura.

Geralmente, as propriedades que cultivam hortaliças são pequenas, com recursos econômicos restritos para investir em tratores de alta potência, além de a área ser dividida em pequenas parcelas, dificultando o uso de máquinas maiores. Para suprir a necessidade, a utilização de micro tratores, com potência na faixa de 6,75 a 10,58 kw, controlados manualmente (do tipo que o operador anda atrás), tornou-se comum para a preparação do solo na agricultura familiar (DIHINGIA *et al.*, 2018).

No intuito de alcançar maior produtividade, são utilizadas algumas práticas de cultivo com alta degradação do solo, diminuição na fertilidade e rendimento (BAVOROVA; IMAMVERDIYEV; PONKINA, 2018). Em contrapartida, o manejo de plantas de cobertura demonstrou ser um método eficaz para aumentar a matéria orgânica, reduzindo os riscos ambientais dos solos excessivamente fertilizados (TIAN *et al.*, 2016).

No manejo do solo para o cultivo de hortaliças em SPDH, a maturação das plantas de cobertura (vide Anexo A3) é fator importante na eficácia de seu manejo oportuno, influenciando no sucesso das próximas etapas do cultivo (WAYMAN *et al.*, 2015). Para Mirsky *et al.* (2009), uma das possibilidades de manejo é por meio de rolos crimpadores (vide Anexo A4), compostos por um cilindro com lâminas com a função de pressionar as plantas contra o solo, atingindo eficiência de 90 a 100% em passada única. Devido a estas características, o equipamento estabelece uma cobertura de maneira organizada e uniforme, esmagando os caules maduros sem cortá-los (LEAVITT *et al.*, 2011).

Além disso, utiliza 46% das horas de trabalho e 56% de energia a menos do que incorporações de adubo verde, sendo o sistema mais utilizado pelos agricultores no manejo das culturas de cobertura (CANALI *et al.*, 2013). Permite a supressão mais consistente de ervas daninhas e maiores rendimentos de culturas em todo o sistema (BIETILA *et al.*, 2017).

Pesquisas recentes têm utilizado cortadores de grama de barra de corte e cortador de martelo. O primeiro apresenta-se como uma opção viável de manejo, pois implica em metade

do custo do rolo crimpador e deixa os resíduos intactos e colocados de maneira mais uniforme do que outros cortadores (SAUNDERS BULAN *et al.*, 2015; BEACH *et al.*, 2018).

Outra ferramenta amplamente utilizada na América Latina é o alicate de crimpagem. Vários testes demonstraram que esse artefato é uma ferramenta com promissora eficácia (LEAVITT *et al.*, 2011). Quando não há disponibilidade de equipamentos modernos, o cortador de barra com foice com operação manual é utilizado (BIETILA *et al.*, 2017).

Na etapa da produção de mudas é necessária no cultivo de hortaliças transplantadas. A qualidade das mudas afeta diretamente a produção, influenciando na quantidade e qualidade do produto final. Para a produção de mudas, realiza-se previamente a semeadura, posteriormente ocorre o transplante das mudas para o solo (BAVOROVA; IMAMVERDIYEV; PONKINA, 2018). Liu *et al.* (2018) explicam que com o desenvolvimento das tecnologias, viveiros mecanizados tem sido criados, reduzindo a força de trabalho, custos de mão de obra e aumentando a produtividade.

Estudos indicam que a cultura de cobertura diminui efetivamente as ervas daninhas e melhora a qualidade do solo (DORN; JOSSI; VAN DER HEIJDEN, 2015; HOLMES; THOMPSON; WORTMAN, 2017), porém, Lowry e Brainard (2019) chamam atenção para o fato de que, dependendo do tipo e da quantidade de cobertura, pode afetar negativamente o posicionamento das sementes (quando colocadas diretamente no solo), ou as mudas (quando utilizados equipamentos de plantio).

Na operação de transplante das mudas, normalmente são adotados métodos manuais, com baixa eficiência de operação, alta intensidade de trabalho e baixa padronização no processo, além da diminuição e aumento da mão de obra nos últimos anos no meio rural (SHI, 2015). O Anexo A5 ilustra como exemplo o plantio de cebola realizado manualmente, demonstrando a postura ergonômica que a pessoa precisa ficar, prejudicial para a sua saúde.

Em experimento realizado com feijão, batata e pimentão, os mesmos foram plantados na cobertura com manejo com operação manual (BIETILA *et al.*, 2017). No experimento de Leskovar; Otthman e Dong (2016), foi realizado um estudo para avaliar a influência das práticas de cultivo em plantio direto e convencional, para tanto, as sementes de melancia foram semeadas em bandejas e transplantadas manualmente no campo.

A fim de superar as deficiências do transplante manual, como alta intensidade de trabalho, baixa eficiência operacional e baixa qualidade do transplante, em um estudo com utilização de transplantadores mecânicos semiautomáticos, as mudas de morango foram colocadas manualmente nos orifícios do equipamento e o restante das operações é realizado mecanicamente, diminuindo o tempo e esforço de trabalho (DEFTERLI *et al.*, 2016).

Em relação aos riscos de doenças no solo, os mesmos podem ser minimizados com a utilização de matéria orgânica e fertilizantes em outra etapa do cultivo em SPDH. Aliado a isso, os varejistas de insumos auxiliam os agricultores com informações referente às aplicações recomendadas, melhorando a qualidade e contribuindo para o aumento da produtividade (YANG *et al.*, 2018; DE PASCALE *et al.*, 2018; SCHIMMELPFENNIG, 2018).

Em alguns casos, o fertilizante composto de aves aumenta os níveis de nitrogênio no solo durante a estação de crescimento, o que se traduz em aumento no rendimento das culturas (NORRIS; CONGREVES, 2018). Pritchett; Kennedy e Cogger (2011) destacam que o composto normalmente é aplicado com um espalhador de esterco (vide Anexo A6). Sendo assim, para garantir a qualidade e aumento na produtividade, faz-se necessária a aplicação de fertilizantes várias vezes durante o ciclo de crescimento (CAHN; JOHNSON, 2017). Como características, De Pascale *et al.* (2018) descrevem que o cultivo de hortaliças utiliza maior quantidade de fertilizantes em relação a outros sistemas de cultivo.

Em outra etapa no cultivo de hortaliças, os sistemas de irrigação são utilizados e economizam água a partir da utilização de tecnologias de informação e monitoramento de dosagem, elementos fundamentais para que a prática de produção alcance melhores benefícios econômicos, sociais e ambientais (MANIMARAN; ARFATH, 2016; BJORN LUND; BJORN LUND, 2019; ZHANG *et al.*, 2019).

Leavitt *et al.* (2011) relatam que os sistemas de irrigação por gotejamento são utilizados na produção de hortaliças, sendo posicionados ao lado das plantas. Como exemplo, no estudo de Dursun e Ozden (2011), a irrigação utilizou bombas acionadas para alimentação de água e no estudo de Leskovar, Othman e Dong (2016), foi aplicado um sistema de pivô central, que utilizava chuveiros automáticos rotativos (*sprinklers*), com bicos de spray para irrigação.

No intuito de obter maior efetividade, as etapas de irrigação devem ser planejadas e programadas no sentido de permitir o acesso de tratores e outros equipamentos, capina, entre outras atividades necessárias para o cultivo, de modo que as atividades possam ser concluídas dentro do prazo (CAHN; JOHNSON, 2017).

As decisões sobre a frequência de irrigação dependem de algumas restrições físicas e de infraestrutura, tipo de sistema de irrigação utilizado (por exemplo, gotejamento ou spray), região e os tipos de cultura, entre outras, influenciando no crescimento das plantas, aumento no lucros e redução dos impactos ambientais (MAJSZTRIK; PRICE; KING, 2013).

Nas últimas décadas, para comunicações sem fio, o poder de computação, tecnologia de sensores, imagens aéreas e de satélite aumentaram o potencial de desenvolvimento preciso e abordagens intuitivas para agendar irrigações em vegetais, apresentando significativas

melhorias e custos mais baixos para aquisição (OJHA; MISRA; RAGHUWANSI, 2015; CAHN; JOHNSON, 2017). Deste modo, os sensores interagem com registradores de dados e sistemas de comunicação para fornecer *status* em tempo real da umidade do solo em várias profundidades localizados na área de campo. Os dados são enviados automaticamente por rádio ou telefone celular, comunicando com servidores de computador baseados na nuvem e acessíveis através de aplicativos em smartphone, computadores, *tablets*, etc. (OJHA; MISRA; RAGHUWANSI, 2015; CAHN; JOHNSON, 2017).

Na etapa de controle de pragas, os campos são pulverizados várias vezes em um ciclo de cultivo. Tal prática é utilizada visando proteger as culturas contra pragas de insetos, doenças e controlar as ervas daninhas (CAHN; JOHNSON, 2017). Em um estudo de Bietila *et al.* (2017), o fungicida/bactericida EF400 (USAgritech, Paso Robles, CA, USA) foi aplicado numa plantação de batatas com um pulverizador costal manual.

No cultivo de hortaliças em SPDH, o uso de plantas de cobertura como o centeio antecedendo a cultura de feijão-vagem, supriu a emergência de capim-colchão, reduzindo o peso seco das ervas daninhas anuais no inverno e os custos associados aos serviços no controle de plantas daninhas (BRAINARD *et al.*, 2016).

Na etapa de manejo das ervas daninhas, tradicionalmente o processo de capina destas plantas que nascem espontaneamente em local e momentos indesejados, é realizado de forma manual, utilizando enxadas, com um custo de aproximadamente US\$ 444 dólares por hectare (ha) (WESTWOOD *et al.*, 2018). Os herbicidas orgânicos são amplamente utilizados no controle de emergência dessas ervas após a colheita. Entretanto, em sua maioria, estes produtos são apenas moderadamente eficazes em condições ideais, gerando maior custo quando pulverizados sobre campos inteiros, com altas taxas de supressão exigidas de ervas daninhas (CHEN *et al.*, 2017).

Ainda segundo o autor, propõe-se, então, que os campos sejam lavrados duas a três semanas antes do plantio, para germinar as ervas daninhas, facilitando de serem mortas imediatamente antes do plantio. Caso persistam, herbicidas orgânicos são usados para controle das mesmas, havendo redução de custos, pois aplica-se apenas nas áreas que são mais cruciais.

Na linha oposta, Fennimore e Cutulle (2019) revelam que enquanto os agricultores convencionais e orgânicos de culturas especializadas enfrentam escassez de mão de obra e custos mais altos de capina manual, as tecnologias robóticas prometem novas ferramentas de controle de ervas daninhas para estes problemas. Além de serem mais baratas de desenvolver, com menos riscos ao meio ambiente e à saúde humana.

Na produção de vegetais, outra etapa a ser realizada é das operações de colheita, que

representam cerca de 40% da carga de trabalho total. Devido à sua complexidade, tais operações são basicamente realizadas manualmente. Porém, com o progresso da urbanização e redução da força de trabalho rural, como resultado tem-se a escassez de mão de obra e novas estratégias como o desenvolvimento de máquinas de colheita são necessárias (WANG *et al.*, 2014; SAUNDERS BULAN *et al.*, 2015; BECHAR; VIGNEAULT, 2016; DEFTERLI *et al.*, 2016).

Alguns setores da indústria de hortaliças operam com métodos simples de mecanização, normalmente processos manuais. Outros setores, como de bulbos e tubérculos, que fornecem hortaliças processadas em larga escala, geralmente são altamente mecanizados e utilizam colheitadeiras especializadas e específicas para cada cultura (PEDERSEN *et al.*, 2016).

Em horticultura de estufa, com a intenção de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos, sistemas altamente mecanizados são utilizados como ferramentas de apoio na produção. A utilização de colheitadeiras de legumes melhora a eficiência e diminui os custos com mão de obra (WANG *et al.*, 2013; GAO *et al.*, 2015).

A utilização de novas tecnologias nos sistemas agrícolas possibilita uma melhoria significativa no sentido de minimizar os torrões na colheita das raízes e redução nos custos de colheita (MCPHEE; AIRD, 2013).

Na etapa de armazenamento e transporte, as perdas pós-colheita contribuem para um desperdício significativo dos produtos agrícolas, especialmente nas categorias perecíveis, como frutas e legumes. Tal desperdício é causado pelo envelhecimento dos produtos, agentes microbiológicos, danos mecânicos devido ao manuseio e transporte inadequados, falta de instalações adequadas de armazenamento a frio, falta de armazéns modernos, falta de centros de embalagem, falta de laboratórios de teste e análise de alimentos e condições climáticas inadequadas, como umidade e temperatura (WAISNAWA *et al.*, 2018; RAUT *et al.*, 2019).

A distância percorrida pelos alimentos desde o local de cultivo até o consumidor final é conhecida como “milhas alimentares” ou “quilômetros alimentares”, refletindo desde o material de entrada, esforço, eficiência ou energia, até o rendimento da colheita. Estudar e avaliar as milhas é uma maneira de tentar medir o trajeto por onde os alimentos viajaram para alcançar o consumidor. Isso inclui a jornada da propriedade agrícola ao processador e, em seguida, do processador para o varejista e, finalmente, do varejista para consumidor. Isso, além de ser um indicador para avaliar o impacto sobre o sistema econômico, social e ecológico, associado à disponibilidade de alimentos de qualidade, desperdício e descarte, é um fator para entender a ineficiência da cadeia de mantimentos dos alimentos (RAJKUMAR, 2010; RAUT *et al.*, 2019).

Na Índia, 87% dos mercados rurais e a maioria dos mercados urbanos são servidos por varejistas tradicionais de hortaliças e mercearias. No entanto, varejistas corporativos

organizados têm ancorado nas cidades metropolitanas e mercados urbanos, para a seguir se concentrarem no mercado rural, não descoberto e inexplorado pelo marketing e distribuições organizadas. Para isso, agricultores estão adotando o modelo de cadeia de legumes frescos, com menor necessidade de modificações para se adequar ao seu marketing e logística, de acordo com suas estratégias. Como resultado, tem-se mais legumes frescos, viajando distâncias cada vez maiores da área de cultivo até o consumidor final (RAJKUMAR, 2010).

O modelo de logística organizado do varejo, constituído por agricultores, centros de compra, ponto central, atacadistas ou distribuidoras e clientes, possui menos indivíduos envolvidos em relação a modelos tradicionais, que ainda integram agentes e atacadistas.

Nos países em desenvolvimento, como a Indonésia, por exemplo, até 40% (contra 15% nos países desenvolvidos) do total de hortaliças e frutas se torna lixo por falta de refrigeração. Ao lado de outros fatores, como mudanças climáticas e tamanho da população, essas condições também contribuem para a crise alimentar (WAISNAWA *et al.*, 2018). Diante disso, o armazenamento pós-colheita da produção é muito importante, pois está associado à taxa de deterioração causada por alterações oriundas dos processos bioquímicos dos microrganismos, sendo o controle de temperatura essencial nestes casos (WAISNAWA *et al.*, 2018).

Vários métodos de armazenamento de produtos hortícolas frescos são usados comercialmente, sendo o mais comum as salas de armazenamento refrigeradas, sistema que consiste no controle contínuo e uniforme de temperatura e umidade, mantendo as condições do ambiente entre 0 e 15 °C de temperatura e 65 e 98% de umidade relativa. Geralmente, estas condições são controladas por termostato elétrico e umidostato ou sistema eletrônico automatizado, baseado em temperatura do ar ambiente (MALDONADO, 2010).

2.2 Tecnologias aplicadas ao cultivo em sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH)

A evolução tecnológica tem permitido o desenvolvimento e implementação de novas políticas capazes de produzir maiores quantidades de produtos agrícolas em áreas menores de cultivo, promovendo ajustes na estrutura do plantio de várias culturas, atingindo melhorias na qualidade e rendimento, redução nos custos de produção e maior eficiência (MA *et al.*, 2016).

Relativo à produção de vegetais, o grau de mecanização está em aprimoramento constante e os agricultores cada vez mais exigem precisão e exatidão no desempenho das máquinas (JIN *et al.*, 2018a), o que tem impulsionando o desenvolvimento de tecnologias de Agricultura de Precisão (AP). Nas próximas subseções, aborda-se as tecnologias aplicadas ou que podem ser utilizadas ou adaptados em SPDH.

2.2.1 Tecnologias de agricultura de precisão com sistemas de informação

Atualmente, a Agricultura de Precisão (AP) pode ser descrita como um método para estimar, avaliar e entender as mudanças que ocorrem nas lavouras, para posteriormente determinar os requisitos de irrigação e fertilização, fases de crescimento e amadurecimento do produto, pontos ótimos de semeadura e colheita, entre outros aspectos. Para isso, ela reúne o máximo de informações possíveis sobre água, solo, plantas e meio ambiente, mediante utilização de variadas tecnologias e infraestruturas: sistemas de instrumentação e coleta de dados, *Geographic Information Systems* (GIS), *Global Positioning System* (GPS), microeletrônica, tecnologias sem fio, entre outras (LÓPEZ RIQUELME *et al.*, 2009).

Bastante utilizada, a tecnologia sem fio tem como principais características de aplicação a comunicação e detecção. Baseada em tempo real, ela oferece melhor tempo de resposta e baixos requisitos de energia. As redes de sensores sem fio são consideradas como desenvolvimento de tecnologia para AP eficiente e econômica (MONISHA; DHANALAKSHMI, 2015).

Desenvolvida para auxiliar os agricultores a melhorar a gestão da produção agrícola e reduzir custos, a Agricultura de Precisão Apropriada (APA) representa o gerenciamento do sistema de cultivo com geoinformática e agroinformática, disponíveis para entradas e saídas de terra, solo, água, meteorologia, previsão de *marketing*, produção, proteção e outras informações essenciais, fornecidas por um sistema de suporte à decisão, através de redes de comunicação (MANDEL; GHOSH; DASGUPTA, 2012; MAHMOOD; MURDOCH, 2018).

Outras práticas usadas para atingir metas de produção e administração incluem o monitoramento do nível de nutrientes (auxiliando a reduzir os custos por hectare de nutrientes), exploração de plantas daninhas e aplicação personalizada de herbicidas por especialistas (SCHIMMELPFENNIG, 2018). Entretanto, práticas inadequadas podem ser bastante danosas: comida venenosa, mortalidade infantil, aumento do número de pacientes com arsênico, etc. (CHANDRA; BHATTACHARJEE; BHOWMICK, 2018), daí a relevância de se adotar tecnologias confiáveis e eficazes para mediar tais procedimentos.

No experimento de Ji *et al.* (2018), foi desenvolvido um dispositivo, Figuras 2a e 2b, com a finalidade de melhorar o nível inteligente de produção vegetal controlando as variáveis de campo no crescimento da cultura, visando corrigir problemas de baixa produção intensiva de vegetais, baixo nível de automação, agricultura demorada e trabalhosa, por meio de tecnologias de *design* mecânico, sensor de pressão, transmissão sem fio, comunicação na Internet e controle de terminal de telefone celular Android.

Figura 2a - Diagramação e componentes do dispositivo inteligente de produção vegetal

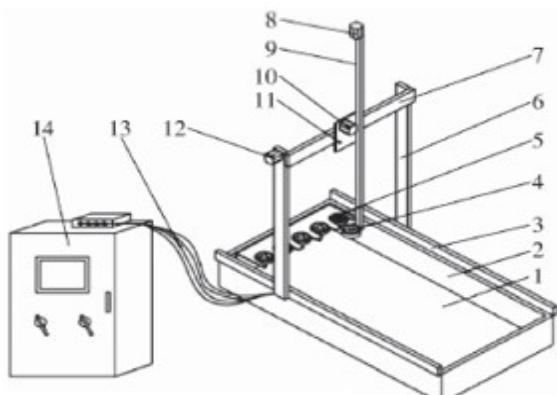


Figura 2b - Imagem do equipamento do dispositivo inteligente de produção vegetal

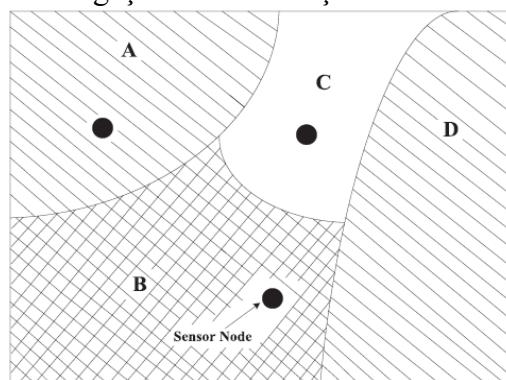


1. Reservatório de terra 2. Caixa 3. Trilho da base 4. Cabeçote da ferramenta 5. Bandeja do cabeçote da ferramenta 6. Poste do pórtico 7. Feixe do pórtico 8. Motor do eixo Z 9. Perfil do eixo Z 10. Motor do eixo X 11. Controle deslizante 12. Motor do eixo Y 13. Cabo de sinal 14. Gabinete de controle.

Fonte: Ji *et al.* (2018, p. 35).

Em outro exemplo, as informações do campo são alteradas com frequência devido às mudanças do clima, sendo necessário implantar alguns sensores em áreas de interesse para coletá-las, como por exemplo, monitorar a quantidade de água no solo para planejar a irrigação(LÓPEZ RIQUELME *et al.*, 2009), como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Sistema de irrigação com utilização de sensor de escassez de água



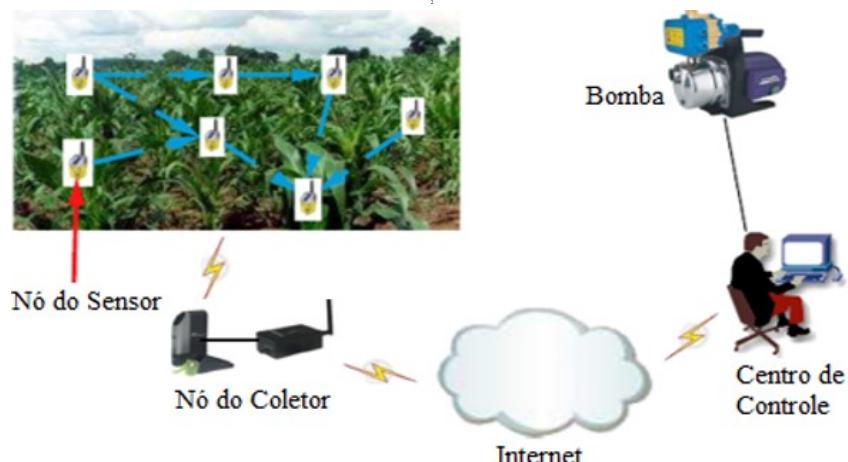
Fonte: An *et al.* (2015, p. 1607).

Considerando o exemplo apresentado, as áreas A e D compartilham as mesmas informações de campo, implicando no consumo de água na mesma velocidade, portanto, um único sensor implantado em A ou D é suficiente para coletar informações sobre o consumo nas duas áreas. Da mesma forma, a implantação de um sensor em cada área B e C, pode monitorar suficientemente a escassez de água em cada uma delas (AN *et al.*, 2015).

A Figura 4 apresenta a arquitetura geral do sistema de irrigação automática baseada em sensores sem fio. O sistema de identificação usado inclui os nós sensores de origem e de retransmissão, constituídos de forma sincronizada, que enviam os dados coletados para o nó do

coletor. O sensor do coletor agrupa a coleção dos dados selecionados e os transmite aos usuários através da Internet. Em seguida, o centro de controle remoto processa os dados selecionados e toma a decisão de enviar ou não um comando para o campo agrícola para iniciar o sistema de irrigação, ativando a bomba com a quantidade de água necessária.

Figura 4 - Arquitetura do sistema de irrigação automática baseada em rede de sensores sem fio



Fonte: An *et al.* (2015, p. 1613).

A área de cobertura deve considerar a interferência e o bloqueio da superfície do campo e as culturas. No estudo, foram testados os raios reais de comunicação dos nós sensores no campo (AN *et al.*, 2015). Ressalte-se que, devido à influência da densidade das safras, os nós selecionados necessitam ser testados para ajustar a distância de comunicação entre eles.

Ziegler *et al.* (2019) relatam que após a rápida adoção mundial de telefones celulares, com o objetivo de fornecer acesso conveniente a informações sobre os preços em diferentes mercados, muitas organizações começaram a oferecer ao mercado agrícola Tecnologias de Informação (TI) para a agricultura familiar. No entanto, algumas limitações nestas informações, como preços de mercado, incluindo tempo e conveniência, o desconhecimento de novos mercados, falta de conexões, relacionamentos pessoais, quedas de preços, volume de produção e atitudes em relação a riscos dificultam sua utilização.

A partir do entendimento de que no processo de cultivo de hortaliças transplantadas o primeiro passo é a produção de mudas, pois a qualidade destas afeta diretamente na quantidade e qualidade da produção, o estudo desenvolvido por Liu *et al.* (2018) demonstra o desenvolvimento de um equipamento, Figura 5, para realização do processo de semeadura em bandejas para a produção de mudas.

Figura 5 - Equipamento para semeadura em bandejas



Fonte: Liu *et al.* (2018, p. 88).

As sementes de hortaliças geralmente são pequenas, com diâmetros médios inferiores a 3 mm, com superfícies achadas e vilosas, dificultando o processo de semeadura. Portanto, a precisão na semeadura pode garantir a distribuição mais racional das sementes no campo, garantindo a uniformidade nos espaçamentos e profundidade, economia na quantidade de sementes, além de melhorias nas condições para o crescimento e rendimento das culturas (JIN *et al.*, 2018a; JIN *et al.*, 2019).

As tecnologias utilizando fibra óptica tem sido aplicadas em sistemas de monitoramento da qualidade da sementeira, com a função de contagem das sementes no vazamento da semeadura, adequados para monitorar a semeadura de pequenas sementes como coentro, repolho e rabanete. Os resultados do experimento demonstraram que para a cenoura, couve chinesa e rabanete, a precisão da semeadura é superior a 94% e a qualidade do trabalho atende aos requisitos agronômicos. (JIN *et al.*, 2019). O equipamento é mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Equipamento de semeadura com sistema de monitoramento fibra óptica



Fonte: Jin *et al.* (2019, p. 72).

Em outro sistema de semeadura com tecnologia de precisão apresentado por Jin *et al.* (2018a), o projeto utiliza o sistema CAN (*Controller Area Network* - Rede de Área do Controlador) para coletar sinais dos sensores, e um Controlador Lógico Programável (CLP)

para controlar a execução, sendo o monitoramento de semeadura e fertilização realizado por sistemas fotoelétricos. A estrutura do sistema é composta por uma máquina de semeadura e adubação, sistema de monitoramento de vazamento de sementes com alarme de bloqueio de fertilizantes, controle de fertilização de taxa variável e computador de bordo com sistema de posicionamento global (GPS) para obter as informações de localização da máquina.

Para o funcionamento dos mapas, as parcelas de aplicação são pré-carregadas com a prescrição do solo, determinando a quantidade de fertilização na posição atual do equipamento. O ajuste da taxa e fluxo de fertilização é realizado em tempo real de acordo com a velocidade da máquina (JIN *et al.*, 2018a).

As tecnologias de AP utilizando a robótica também estão presentes no controle das ervas daninhas, evitando o uso de recursos químicos para destruí-las. Os robôs, com algoritmos baseados na visão para detecção e classificação de plantas daninhas *on-line*, são essenciais para o tratamento especializado de espécies individuais de ervas daninhas, demonstrando ser a plataforma robótica eficaz no manejo de determinadas ervas (BAWDEN *et al.*, 2017).

Para garantir a qualidade, sabor, valor nutricional e a aparência dos alimentos, as empresas, organizações e agricultores que produzem, exibem, transportam ou os preparam para venda necessitam de sistemas para avaliar e verificar estes fatores. A pesquisa de Bandal e Thirugnam (2016) apresenta um método não destrutivo, com estrutura automatizada, utilizando tecnologia de AP com uma rede de multissensores para detectar a qualidade de frutas e legumes, analisando sua qualidade com base nos recursos externos, como peso, cor, aparência etc. Embora algumas técnicas, como visão por computador, processamento de imagem e imagem hiperespectral, sejam usadas para avaliar a qualidade dos alimentos, com base em recursos externos, é necessário ter certos cuidados e fornecer as informações com mais precisão na avaliação para garantir a qualidade dos itens alimentares.

2.2.2 Tecnologias de transplantadores de mudas

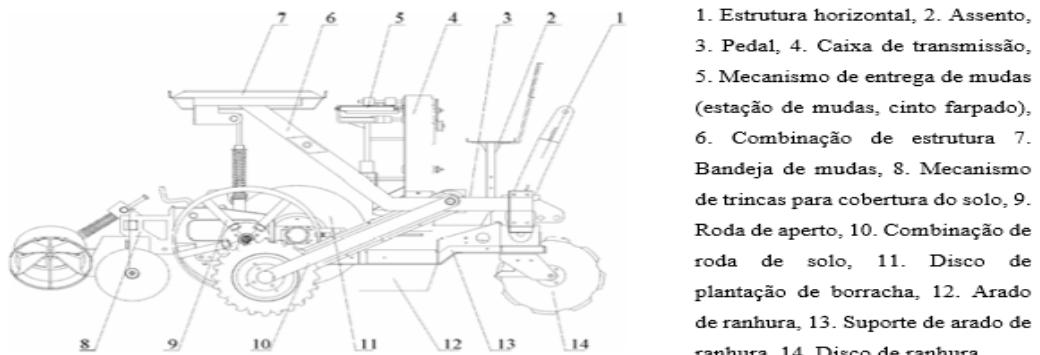
Em muitos casos, o transplante de mudas, por ser realizado de forma manual, torna-se trabalhoso e consome várias horas de trabalho. Porém, na agricultura familiar micro tratores controlados manualmente (do tipo que o operador anda atrás), são os principais equipamentos mecânicos de transplante de mudas, como ilustra o Anexo A7. Eles podem ser categorizados em três grupos: máquinas com dispositivos de captação de mudas (com as mudas extraídas das células da bandeja e colocadas diretamente no solo); máquinas com dispositivos de alimentação automática; e, máquinas com dispositivos de alimentação manual (DIHINGIA *et al.* 2018). No

transplante automático, as mudas são extraídas automaticamente da bandeja e o mecanismo de plantio as posiciona no campo (HAN *et al.*, 2018; HAN; CHEN, 2018).

Jin *et al.* (2018b) explicam que no processo semiautomático, o equipamento faz o plantio das mudas no campo, mas a retirada da bandeja e alimentação precisa ser completado manualmente, o que é limitador pela fadiga e cansaço humanos e baixa velocidade de transplante, de 30 a 40 plantas/min. No estudo, um dispositivo automático para transplante de hortaliças, composto por um mecanismo de linhas horizontais para a movimentação da bandeja, sistema de engrenagem fixa e eixo de cinco barras combinadas foi projetado para a extração de mudas, plantio rotativo e sistema de controle. Ele transmite as mudas automaticamente para o solo, retirando-as da bandeja com precisão e transplantando com alta eficiência.

Segundo Yang *et al.* (2014), no processo de transplante de mudas de milho na China, geralmente há alta intensidade de trabalho manual, baixa eficiência de transplante e alto custo. Para solucionar estes problemas, as mudas de milho começaram a ser cultivadas pelo método de viveiro em tubos de papel, e uma nova máquina de transplante foi desenvolvida de acordo com as características do cultivo específico. Sua estrutura básica é mostrada na Figura 7.

Figura 7 - Estrutura da máquina de transplante de mudas de milho com tubo de papel



Fonte: Yang *et al.* (2014, p. 36).

A seguir, abordam-se outras tecnologias para o armazenamento, transporte e logística.

2.2.3 Tecnologias de armazenamento, transporte e logística

Estudo realizado na China por Wang *et al.* (2013), se baseia na categoria mais ampla da tecnologia de engenharia de processamento e armazenamento de produtos agrícolas, seguindo o princípio da realidade, hierarquia, estabilidade e abertura. A função completa da cadeia industrial da área de produção agrícola é obter uso melhor e mais abrangente dos recursos, pela obtenção de produtos agrícolas de alta qualidade e alto rendimento com eficiência. A realização

da função depende da aplicação da tecnologia e da operação eficaz de todos os elos desta cadeia. Esta cadeia de tecnologia é classificada horizontalmente em quatro categorias profissionais: processamento primário, transporte na área de produção, armazenamento na área de produção e categoria abrangente e; cada uma destas categorias inclui seis sequências profissionais: tecnologia abrangente, processamento de produtos, gerenciamento, serviço, equipamento e utilização de recursos (WANG *et al.*, 2013).

Como o processo de dissipação de calor é muito rápido, antes que as hortaliças e frutas pós-colheita sejam enviadas/distribuídas, armazenadas ou processadas, recomenda-se o método de pré-resfriamento, que se realizado de modo imediato e preciso, pode inibir o desenvolvimento de apodrecimento causado por microrganismos, diminuindo a atividade enzimática e respiratória e a perda de conteúdo de água. No processo, utilizam-se vários métodos, entre eles hidro-resfriamento, vácuo e resfriamento a ar. Os tempos de resfriamento variam de alguns minutos a 24 horas, a depender do tipo de produto (WAISNAWA *et al.* 2018).

2.2.4 Tecnologias de controle de tráfego no processo de cultivo de hortaliças

As demandas por maiores taxas de trabalho e operações mais oportunas na produção de hortaliças levaram ao uso de máquinas mais potentes e pesadas nas duas últimas décadas (MCPHEE *et al.*, 2015). Caracterizadas por tráfego intenso, principalmente durante a colheita, estas operações requerem um aporte significativo de energia e impactam negativamente as propriedades físicas e biológicas do solo (PEDERSEN *et al.*, 2016; MCPHEE *et al.*, 2018). Para reduzir a compactação induzida pela colheita e outras atividades, em sistema convencional de manejo do solo, é necessário seu revolvimento e preparação com plantas de cobertura para o novo plantio, o que exige também a retirada do sistema de irrigação para a realização desta operação (CAHN; JOHNSON, 2017).

Os resultados na utilização de tráfego controlado, processo requer que todas as máquinas e implementos tenham uma extensão específica, ou múltiplas, permitindo que todas as rodas permaneçam nas mesmas faixas de tráfego específicas, demonstraram melhorias nas propriedades físicas do solo com redução nas operações de 20 a 60%, em comparação com os sistemas de produção convencionais (MCPHEE *et al.*, 2015). Mesmo assim, não foram prontamente adotados na produção hortaliças por várias razões: a influência topográfica das áreas de cultivo (MCPHEE; AIRD, 2013), falta de consciência acerca dos danos causados ao solo pelo tráfego intenso e a complexidade para alcançar a integração dimensional de máquinas, que possuem altos custos de aquisição, o que se torna um impeditivo (PEDERSEN *et al.*, 2016).

Muitos agricultores trabalham com diversas variedades de culturas, incluindo hortaliças e cereais, o que requer uma diversidade de máquinas na colheita e na indústria. McPhee *et al.* (2018) relataram uma ampla gama de bitolas, pneus e configurações de largura de trabalho para tratores e colheitadeiras (PEDERSEN *et al.*, 2016).

2.2.5 Tecnologias de sistema de monitoramento climático, temperatura e umidade

Para garantir a produtividade e lucratividade estáveis, é essencial o monitoramento e controle contínuo e intensivo do ambiente protegido de produção agrícola, o que consome mão de obra e tempo (DENG *et al.*, 2010). A falha em manter as condições ambientais adequadas, como por exemplo, luz, temperatura e umidade, causa danos significativos ao crescimento e à qualidade das culturas, exigindo que os agricultores visitem ou estejam presentes na área de produção com frequência, o que demanda tempo (CHUNG *et al.*, 2015).

Visando sanar os problemas, um experimento de estação meteorológica baseado em um Arduino, foi projetado para transmitir dados através do 2G Serviços Gerais de Pacote por Rádio (GPRS) ao Serviço de Observação do Sensor de Terra (istSOS), software para configurar um serviço da web para coletar, compartilhar e gerenciar observações de redes de sensores usando o padrão Serviço de Observação de Sensores (SOS) do Consórcio Geoespacial Aberto (OGC) (STRIGARO; CANNATA; ANTONOVIC, 2019). O sistema apresentado na Figura 8 demonstrou resultados satisfatórios, em parte por ser uma solução acessível que produz dados de qualidade e adequados para a gestão de recursos e riscos naturais.

Figura 8 - Experimento de estação meteorológica baseada em Arduino



Fonte: Strigaro, Cannata e Antonovic (2019, p. 8).

O experimento também apresenta boa qualidade dos dados e serviços para atender à aplicações como o gerenciamento de bacias ou inundações e risco de secas. Outras que merecem destaque incluem: solução modular para melhor atender a diferentes necessidades,

capacidade de suportar diferentes sensores, métodos alternativos de coleta de dados (automático ou manual), nível diferente de proteção da instalação e facilidade de uso e manutenção (STRIGARO; CANNATA; ANTONOVIC, 2019).

2.2.6 Tecnologias para controle de ervas daninhas

Para Westwood *et al.* (2018), as tendências em tecnologias para controle de ervas daninhas provavelmente persistirão no futuro, pois é improvável que os custos do desenvolvimento de herbicidas diminuam e os fabricantes de pesticidas estejam mais dispostos a aceitar possíveis responsabilidades sobre danos causados a culturas especializadas, ou ainda, que o trabalho agrícola diminua seus custos. Além disso, para atender aos requisitos mundiais para alimentos e fibras até 2050, os métodos atuais de controle em relação ao desenvolvimento de estratégias coordenadas para gerenciar e prevenir as ervas daninhas resistentes a herbicidas são bastante desafiadores.

Entre as inovações, robôs autônomos estão sendo projetados para executar operações de controle em campo, removendo-as do solo, com utilização de abordagens principalmente mecânicas. Portanto, as condições são favoráveis à realização de melhorias significativas em robótica, visão de máquina, detecção de culturas/ervas daninhas e energia solar para a aplicação, pois podem formar uma revolução tecnológica neste processo para os próximos 30 anos (DEFTERLI *et al.*, 2016; WESTWOOD *et al.*, 2018). Como exemplo, na produção de alface, máquinas inteligentes usam uma câmera para o monitoramento da posição e um atuador constituído com uma faca ou bico de pulverização ativado por solenoide. As informações são registradas em um processador com algoritmo para detectar a linha de corte (reconhecimento de padrões) e espaçamento entre as plantas na linha (WESTWOOD *et al.*, 2018).

As culturas de cobertura também são usadas para supressão de ervas daninhas, especialmente em sistemas agrícolas orgânicos e de baixo uso de insumos químicos (DORN; JOSSI; VAN DER HEIJDEN, 2015). Embora técnicas culturais como rotação de culturas de cobertura sejam consideradas estratégias essenciais para redução da densidade populacional destas ervas, na agricultura com plantio direto o manejo é limitado a aspectos culturais, mecânicos e controle biológico para supressão (HOLMES; THOMPSON; WORTMAN, 2017).

2.2.7 Tecnologias de reciclagem de água, irrigação e fertilização

Para Jewell (2016), duas frentes de tecnologias para reciclagem de água podem ser

utilizadas nas propriedades, sendo algumas de baixo custo, como por exemplo, os tanques de captação de água da chuva; outras com alto custo, como os sistemas de radiação ultravioleta (UV). Os principais parâmetros que determinam o sucesso ou falha desta última tecnologia na desinfecção de água são: intensidade de radiação (força do UV das lâmpadas); tempo de exposição, (vazão de água); dose final em mJ/cm^2 ; e transmissão (a penetração de radiação UV através da água que limita o efeito da luz sobre os patógenos visados).

A avaliação financeira de aplicação da tecnologia foi realizada no cultivo de tomate hidropônico para fornecer uma visão do potencial de retorno do investimento. Os resultados demonstraram que o uso da tecnologia não afeta a quantidade ou a qualidade da produção, além de diminuir os custos de insumos (fertilizantes) usados na água. No entanto, os resultados de retorno financeiro podem variar de acordo com o estado da água a ser tratada (JEWELL, 2016).

Para irrigação e fertilização, além do tamanho do campo, a diversidade de hortaliças e o número de rotações de culturas por estação aumentam a complexidade do gerenciamento destas atividades agrícolas. A maioria das operações diversificadas produzirá mais de 30 tipos de hortaliças, cada qual com necessidades únicas de nutrientes e água. Muitas são cultivadas em curto ciclo de cultivo, a exemplo da alface, que atinge a maturidade em intervalos de apenas 30 a 65 dias durante o verão (CAHN; JOHNSON, 2017).

Dependendo do tipo de cultura, densidade da planta, estágio de desenvolvimento, fonte de água e características do campo e do solo, os agricultores podem optar por irrigar usando aspersores aéreos, gotejamento, sulco ou uma combinação de métodos. A programação da irrigação, porém, ainda encontra alguns obstáculos (CAHN; JOHNSON, 2017). O fato é que embora tenha havido muito progresso na melhoria da precisão dos sensores de umidade do solo, vários fatores ainda limitam seu uso na programação de irrigação de hortaliças (OJHA; MISRA; RAGHUWANSI, 2015), como mostra estudo realizado por Chung *et al.*(2015). Eles constataram que apesar da diminuição dos custos para os sensores individuais, os custos para adição de registradores de dados para celular e as comunicações por rádio, que facilitam o monitoramento em tempo real, aumentaram. Também o trabalho de instalação e remoção de sensores, principalmente em hortaliças, continua tendo um custo significativo.

Cahn e Johnson (2017) explicam que os valores de evapotranspiração são comumente estimados a partir de medições de temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e energia solar. Porém, os agricultores julgam esta abordagem impraticável para a programação de irrigações em sistemas hortaliças, pois durante a fase de estabelecimento, quando a folhagem das culturas cobre uma pequena porcentagem da superfície do solo, a evapotranspiração é principalmente da evaporação do solo e não da transpiração das culturas.

Eles também sugerem que os aplicativos baseados na *Web* mais recentemente desenvolvidos, como o *Irrigation Scheduler Mobile* (Universidade Estadual de Washington), Gerenciamento de Irrigação On-line (Universidade Estadual do Oregon), *Wateright* (Universidade Estadual de Fresno) e *CropManage* (Universidade da Califórnia, Divisão de Agricultura e Recursos Naturais), foram desenvolvidos para recuperar automaticamente dados de evapotranspiração de redes de estações meteorológicas e apoiar o agendamento de irrigação de vários campos. Estes aplicativos são acessados através de navegadores *Web*, alguns dos quais redimensionam automaticamente a interface do usuário para telas de *smartphones*.

A maioria das ferramentas de agendamento de irrigação on-line possui bancos de dados baseados em nuvem, que retêm informações associadas a cada plantio: como tipo de solo, datas de plantio e colheita, nome da estação meteorológica e taxa de aplicação do sistema de irrigação, para que o usuário não precise inserir novamente informações críticas para cada evento de irrigação (OJHA; MISRA; RAGHUVANSHI, 2015; CAHN; JOHNSON, 2017).

Na pesquisa de Manimaran e Arfath (2016), um sistema de irrigação automatizado de baixo custo, utilizando uma rede de sensores sem fio e um módulo GPRS foi testado com o objetivo de reduzir o monitoramento manual da produção. Com este sistema, o uso da água pode ser reduzido para a quantidade mínima necessária para a planta, considerando ainda a utilização da energia solar como fonte de energia, diminuindo o investimento em fontes de energia elétrica.

Os sistemas de irrigação controlados demonstraram a redução no uso de água em 25% (MAJSZTRIK; PRICE; KING, 2013), podendo chegar a 50% (DE PASCALE *et al.*, 2018). A economia de custos, associada à reduções no uso de insumos, combinadas com melhorias observadas no rendimento da colheita e tempos de produção reduzidos, geraram lucros significativos para os agricultores, como mostram estudos realizados por Majsztrik, Price e King (2013) e Fourati *et al.* (2019).

Na pesquisa desenvolvida por Todorovic *et al.* (2016), o sistema Hydro Tech HT-DSS, ilustrado na Figura 9, foi projetado para executar simulações na escala de um único lote irrigado, definido como unidade de campo cultivada com a mesma cultura (também em termos de tipo de cultivo, data de plantio, densidade, etc.), com características relativamente homogêneas do solo (profundidade média, textura, capacidade de retenção de água no solo, etc.), clima (entrada de precipitação), práticas de gestão agronômica (por exemplo, entrada de fertilizantes, cobertura morta, etc.) e irrigados com um método/sistema de irrigação uniforme. O modelo estima a evapotranspiração das culturas, as necessidades de água para irrigação e o rendimento relativo.

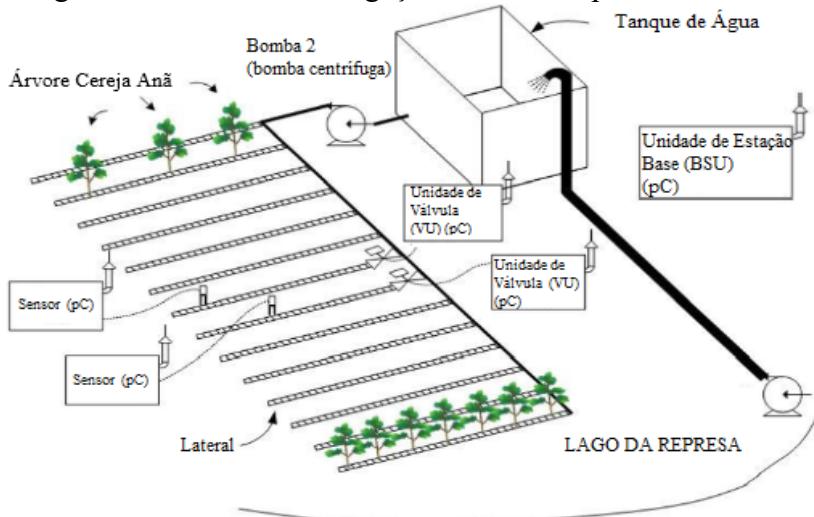
Figura 9 - Sistema Hydro Tech HT-DSS para irrigação



Fonte: Todorovic *et al.* (2016, p. 3).

Dursun e Ozden (2011) apresentam a aplicação de uma rede de sensores sem fio, que utilizam energia solar para coletar os dados de campo e controlar as válvulas para irrigação sendo um sistema de baixo custo. O sistema projetado possui três unidades: Unidade de Estação Base, Unidade de Válvula e Unidade de Sensor, conforme Figura 10.

Figura 10 - Sistema de irrigação controlado por rede sem fio



Fonte: Dursun e Ozden (2011, p. 1575).

No entanto, algumas barreiras limitam a adoção de sistemas automatizados de irrigação por agricultores de hortaliças, como o tempo necessário para os cálculos, dificuldades e práticas

relativas ao uso de software, procedimentos eficazes para treinamento, falta de suporte técnico contínuo e relutância em assumir o que consideram um risco com as culturas de valor, sensíveis ao estresse hídrico (LÓPEZ RIQUELME *et al.*, 2009; DE PASCALE *et al.*, 2018).

2.2.8 Tecnologias de esterilização e segurança alimentar de produtos frescos

Os fatores que interferem na qualidade da vida moderna têm ressaltado a preocupação com a alimentação nas últimas décadas e despertado a atenção da sociedade para estudos acerca da importância dos alimentos que auxiliam na promoção da saúde. Consequente, tem sido registrado um aumento no consumo de hortaliças, frutas e seus derivados em todo o mundo, o que se observa também no Brasil. Para atender à essas novas demandas, as organizações de alimentos despertaram para a importância do aspecto verde e sustentável das cadeias de suprimentos, alinhados à dimensão de responsabilidade social corporativa (RAUT *et al.*, 2019).

Ali *et al.* (2018) descrevem que operações mecânicas de corte e descamação induzem a liberação de conteúdo celular no local da lesão, o que pode promover o crescimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes, mas, é possível aprimorar as taxas de senescência tecidual, resultando em menor tempo de armazenamento de frutas e legumes frescos. Para eles, o cloro tem sido amplamente adotado nos procedimentos de desinfecção e lavagem de produtos frescos, devido ao seu baixo custo e eficácia contra um amplo espectro de microrganismos.

O contraponto é que o reabastecimento contínuo de cloro em lavagem altamente orgânica pode promover a formação de compostos cancerígenos, como os trihalometanos, que ameaçam a saúde humana e ambiental. Alguns métodos de tratamentos químicos e físicos pós-colheita, como a utilização de ozônio, água eletrolisada, peróxido de hidrogênio, radiação ultravioleta, alta pressão e ultrassom, são alternativas verdes e inovadoras que podem obter redução de microrganismos semelhante à provida pelo cloro, sem a produção de compostos nocivos ou comprometer a qualidade dos produtos frescos (ALI *et al.*, 2018).

Outro método eficaz de preservação de alimentos que tem sido amplamente utilizado em várias áreas de fabricação é a esterilização, processo que pode fornecer a inativação quase completa de microrganismos. Obtida pela aplicação de calor de alta intensidade (normalmente entre 121 °C e 140 °C), as limitações da esterilização térmica são as perdas de valor nutricional dos alimentos e as alterações que induzem na cor, sabor e textura dos produtos finais (LI; FARID, 2016).

Há também o processo de tratamento não térmico, conhecido como processamento de alta pressão ou processamento de alta pressão hidrostática. Nele, os produtos alimentares

contidos em bolsas flexíveis são colocados em um recipiente e sujeitos à uma pressão extremamente alta (geralmente acima de 600 MPa), que é transmitida por meio de pressão (normalmente água), com a capacidade de inativar a deterioração transmitida por alimentos e microrganismos patogênicos, sem causar perda significativa de valores sensoriais e nutricionais de produtos alimentícios. Outro tratamento não térmico é o de luz ultravioleta (UV), o qual utiliza luz com espectro eletromagnético de 100 a 400 nm. Entre estes, a luz UV-C (200-280nm) é considerada a mais eficaz na descontaminação microbiana de produtos alimentares. O custo do tratamento UV é baixo e não gera nenhum resíduo químico ou quantidade significativa de calor durante o processamento (LI; FARID, 2016).

A irradiação de alimentos é também um processo não térmico que atinge a inativação de microrganismos, expondo os alimentos à certa quantidade de radiação ionizante gerada por máquinas ou fonte natural. Existem três tipos principais de tecnologias de irradiação de alimentos: feixe de elétrons (feixe eletrônico), raios x e raios gama, com profundidade de penetração de aproximadamente 8, 20 e até 40 cm, respectivamente. Na radiação direta, a radiação ionizante danifica o DNA dos microrganismos alvo e subsequentemente impede a divisão celular, inibindo a síntese de DNA (LI; FARID, 2016).

O efeito indireto ocorre devido a interação da irradiação com as moléculas de água, o que levará à produção de moléculas ativas, como por exemplo, os radicais de hidroxila, que subsequentemente se combinam com agentes oxidantes produtores de oxigênio. No entanto, também existem algumas limitações: o feixe possui profundidade de penetração relativamente baixa, a inativação de esporos precisa de doses elevadas, que atualmente não são permitidas para aplicações comerciais. Também o amolecimento da textura das frutas e oxidação de laticínios, requer equipes altamente qualificadas e investimentos extras para instalações de proteção e por fim, o processamento seguro por irradiação de alimentos não é apreciado pelos consumidores (LI; FARID, 2016).

As doenças causadas por fungos durante o período de armazenamento de frutas e hortaliças resultam em muitas perdas econômicas, o que tem sido o foco de atenção dos cientistas. Atualmente, os métodos de preservação de frutas e hortaliças pós-colheita são principalmente químicos, como 1-metilciclopropeno (1-MCP), revestimento de quitosana e fungicidas sintetizados (que ainda são os melhores), mas a aplicação é limitada em virtude de fatores de segurança. Os métodos físicos são o armazenamento a frio, embalagem em atmosfera modificada, estímulo à altas temperaturas e métodos biológicos (ZHANG; JIANG, 2019).

Existem também métodos bactericidas físicos e biológicos, como inibição do mofo cinzento na maçã, no kiwi e no morango, com inibição de podridão-parda; em pêssego, com

imersão em água quente e inibição da deterioração do mofo causada por mofo azul; em cereja doce, com tratamento de ar quente (ZHANG; JIANG, 2019).

Tecnologia de processamento de alimentos desenvolvida nas últimas décadas, o tratamento ultrassônico inativa microrganismos com base no fenômeno de cavitação criado pelo ultrassom. Pouco eficaz na inativação de microrganismos quando usado sozinho, é capaz de acelerar a taxa de esterilização térmica de alimentos, reduzindo o tempo do processo e perdas nutricionais. A frequência do ultrassom para a inativação de microrganismos é de 20 a 100 kHz e a onda gerada pelo dispositivo causa a formação de bolhas no meio líquido, então o tamanho das bolhas continua aumentando até que a energia ultrassônica não seja suficiente para reter a fase de vapor nas bolhas, causando rápido colapso, que produz ondas de choque. Postulou-se que as ondas criam regiões de temperatura e pressões extremamente altas por um período curto de tempo, inferior a 100 ns (LI; FARID 2016).

O campo elétrico pulsado também é uma tecnologia de processamento de alimentos que utiliza curtos pulsos de eletricidade, causando uma eletroporação na parede celular do microrganismo para conseguir inativá-lo. Utiliza-se este procedimento para processar alimentos líquidos, semilíquidos e sólidos, aplicando um campo elétrico alto na faixa (20-80kV/cm) com durações muito curtas entre (1-100 μ s). Os alimentos processados pelo campo elétrico pulsado atendem à demanda dos consumidores por produtos frescos e perda mínima de qualidade, porém, ainda não foi amplamente empregado na indústria de alimentos pela dificuldade de aplicação e da necessidade de os produtos tratados serem degaseificados antes do processamento (LI; FARID, 2016).

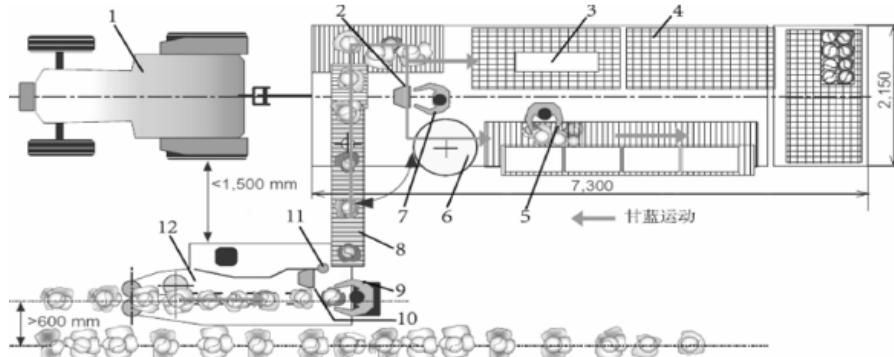
O plasma frio é uma tecnologia não térmica de processamento de alimentos que utiliza mistura de elétrons, íons, espécies atômicas, fôtons UV e partículas carregadas para matar microrganismos. O tratamento pode ser realizado através do método direto ou indireto de exposição a alimentos e apresenta muitas vantagens, como menor uso de água, temperaturas operacionais mais baixas e custos mais baixos quando comparado ao processamento térmico. Os parâmetros para o processo são: tensão, composição do gás de alimentação, tempo de tratamento e, principalmente, a umidade relativa. Muitos pesquisadores relataram o efeito letal do plasma frio em uma ampla gama de microrganismos e esporos (LI; FARID, 2016).

2.2.9 Tecnologias de colheita

Segundo Wang *et al.* (2014), a mecanização ajuda a melhorar a eficiência da produção da agricultura, incluindo as colheitadeiras de hortaliças folhosas como a couve, couve chinesa

e espinafre; raízes como as cenouras, rabanetes e bardana; frutos, como o tomate e o pepino, entre outras. Como exemplo, destaca-se a colheitadeira de repolho integrada, apresentada na Figura 11.

Figura 11 - Estrutura da colheitadeira de repolho



Legenda:

1. Trator
2. Dispositivo de processamento
3. Paleta
4. Reboque
5. Trabalhador
6. Plataforma giratória
7. Trabalhador
8. Transportador hidráulico
9. Trabalhador
10. Dispositivo de processamento
11. Controlador do trator.

Fonte: Wang *et al.* (2014, p. 82).

Visando superar a baixa eficiência e reduzir os custos na colheita, um protótipo de colhedor de alface com produção protegida foi desenvolvido na Universidade de Tecnologia de Pequim, na China. Conhecido como modelo SHQG-I e ilustrado na Figura 12, foi construído estruturalmente baseado em uma plataforma de teste para realizar a colheita com posicionamento, método, velocidade e ângulo de corte (ARAZURI; ARANA; JAREN, 2010; GAO *et al.*, 2015).

Figura 12 - Protótipo colheitadeira de alface modelo SHQG-I

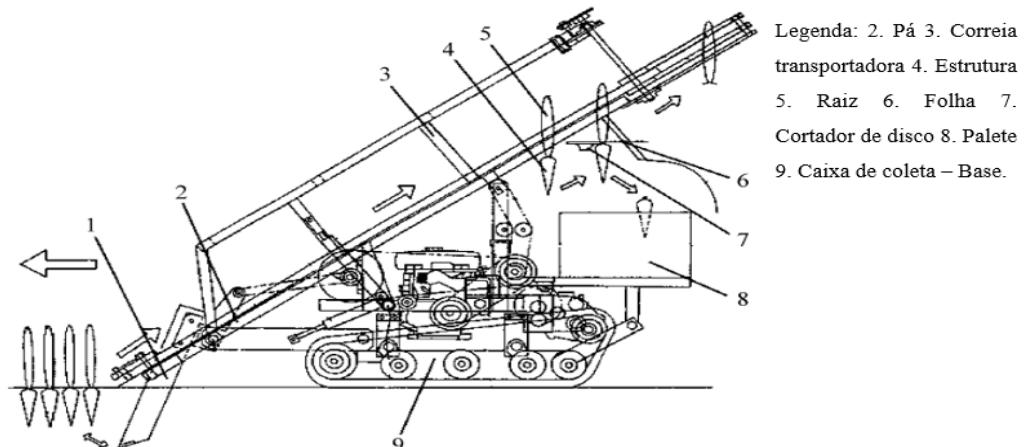


Fonte: Gao *et al.* (2015, p. 17).

Para a colheita de cenoura, máquinas foram desenvolvidas e difundidas há bastante tempo na Europa e nos Estados Unidos, porém é atividade ainda recente no Brasil. O atraso se deve à necessidade de adaptações, tendo em vista que nossos solos não permitem a mecanização

em função do excesso de chuva ou encharcamento. Também os altos custos e escassez de mão de obra são fatores limitantes à mecanização (CARVALHO, 2017). Os modelos utilizados são semelhantes ao representado na Figura 13.

Figura 13 - Estrutura da colheitadeira de cenoura



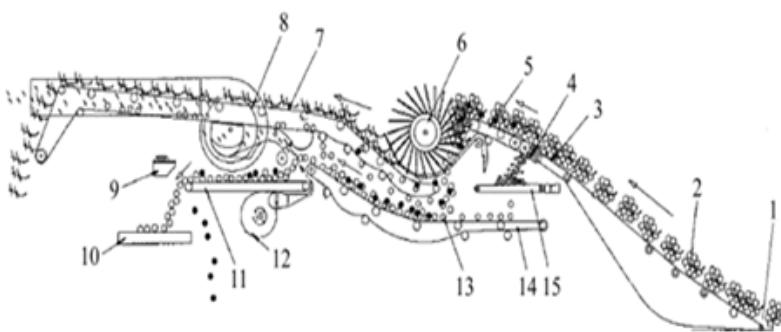
Fonte: Wang *et al.* (2014, p. 83).

Os principais componentes para realizar o trabalho são: pá para soltar as cenouras do solo, correia transportadora, que eleva até o disco de corte e dispositivo de classificação. Com a cenoura transportada na posição de corte, a raiz é bloqueada e as folhas são cortadas pelo disco com ótima qualidade. Posteriormente as cenouras caem na caixa (WANG *et al.*, 2014).

Outro modelo de colheitadeira de cenoura é a automotriz de duas linhas ao mesmo tempo. Ela realiza a escavação para soltá-las, aperto e transporte, separação de raízes e folhas. Para operações de remoção e coleta de solo, o rendimento líquido da máquina atingiu 98,2 %, a taxa de danos foi de 2,5 % e produtividade de 0,11 hm²/h. Com a evolução das máquinas, o problema da colheita mecanizada de cenouras foi basicamente resolvido, atingindo altos rendimentos e baixa taxa de danos (WANG *et al.*, 2014).

O mesmo estudo aponta que a máquina colheitadeira de tomate modelo 4FZ 30 de autopropulsão, ilustrada na Figura 14, faz a separação entre o fruto e as folhas. Os resultados dos testes de campo mostram que a produtividade média da máquina é de 0,26 hm²/h, taxa média de perda 4,36%, taxa média de danos 4,10 % e a taxa média de impurezas é de 3,09 %, atendendo aos requisitos propostos (WANG *et al.*, 2014). A colheitadeira de tomate pode basicamente ser utilizada para realizar a colheita mecanizada, porém, deve-se levar em consideração as variedades de tomate, escama do fruto, bem como o gerenciamento de campo para reduzir danos durante a colheita (ARAZURI; ARANA; JAREN, 2010).

Figura 14 - Estrutura da colheitadeira de tomates



Legenda: 1. Cortador alternativo
2. Frutas com mudas 3. Coleta da correia transportadora 4. Folga da correia transportadora 5. Correia transportadora receptora 6. Dispositivo separador de mudas de frutas 7. Correia transportadora de reciclagem 8. Dispositivo de sucção 9. Dispositivo de classificação 10. Correia transportadora de produto acabado 11. Correia transportadora de processamento II 12. Ventilador 13. Tomate 14. Correia transportadora de processamento I 15. Correia transportadora de fragmentos.

Fonte: Wang *et al.* (2014, p. 84).

A colheita mecanizada de hortaliças depende de altos requisitos em agronomia, pois como a produção não é padronizada, necessita que seja realizada a adaptabilidade das máquinas. Além disso, os agricultores acreditam que a produção de hortaliças é de trabalho intensivo, mais disposta a aceitar o trabalho manual, dificultando assim a introdução das novas tecnologias em máquinas (KHURA; MANI, 2011; WANG *et al.*, 2014).

Acrescente-se a isto o fato de que o design das máquinas de colheita de hortaliças é bastante complexo e o custo de fabricação é alto, dificultando sua aquisição pelos agricultores familiares, que são de pequeno porte e amplamente distribuídos, com escassez de recursos para arcar com os custos de investimento (WANG *et al.*, 2014).

2.2.10 Tecnologias robóticas

No tocante às hortaliças, a coordenação precisa de olho-mão faz-se necessária durante a colheita destes produtos de alto valor. Destaca-se a inteligência humana, que garante a eficácia e eficiência em um ambiente complexo, com decisões relativas à qualidade, maturidade, manuseio cuidadoso e proteção de produtos vulneráveis. Como passo intermediário, faz-se necessária a tecnologia para apoiar o trabalho humano, por exemplo, ao apontar os produtos maduros que precisam ser colhidos (PEKKERIET; VAN HENTEN, 2011).

Ao contrário dos produtos industriais, os hortícolas são variáveis em tamanho, forma, volume, densidade e orientação. Isso requer que a automação e a robótica sejam modificadas para se adaptar à estas variações, o que pode aumentar o custo de produção destes sistemas. Um ambiente não estruturado e complexo também desafia a operação e a segurança das máquinas (LI; VIGNEAULT; WANG, 2010).

O ambiente não estruturado da produção agrícola é caracterizado por mudanças frequentes no tempo e no espaço, gerando requisitos de tarefas estocásticas, características muito diferentes dos requisitos estáveis encontrados nas linhas robóticas industriais. A topografia, estrutura e composição do solo, paisagem da vegetação, visibilidade, iluminação e condições atmosféricas mudam as taxas que variam de segundos a meses e em escalas de milímetros a quilômetros (MALDONADO, 2010; DEFERLI *et al.*, 2016; BECHAR; VIGNEAULT, 2017).

Neste contexto, as tecnologias robóticas na agricultura devem operar em ambientes não estruturados sem prejudicar a qualidade do trabalho que está sendo realizado. Os robôs agrícolas tem o potencial de elevar a qualidade dos produtos frescos, reduzir os custos de produção e o trabalho manual e, em algumas partes do mundo, compensar a falta de trabalhadores em determinados setores agrícolas (QUAN *et al.*, 2016).

A automação aumentou consideravelmente a produtividade das máquinas agrícolas, aumentando sua eficiência, confiabilidade, precisão e reduzindo a necessidade de intervenção humana, sendo que, aproximadamente 80% de uma tarefa é fácil de adaptar à robótica ou automação. Apesar disso, a agricultura ainda sofre com a falta de trabalhadores minimamente treinados, especialmente no setor de horticultura (BECHAR; VIGNEAULT, 2016). Avançando na temática, as Figuras 15a e 15b apresentam dois modelos de robôs para operações de campo.

Figura 15a - Plataformas robóticas de direção nas quatro rodas/tração nas quatro rodas para a semeadura de precisão de trigo



Fonte: Bechar e Vigneault (2016, p. 102).

Figura 15b - Plataforma robótica de direção nas quatro rodas/tração nas quatro rodas para detecção de ervas daninhas



Fonte: Bechar e Vigneault (2016, p. 102).

Há pesquisas de vários robôs para colheita de tomate, sendo que a maioria concentrou-se na colheita do fruto individualmente (LIU, 2017), utilizando uma extremidade flexível de quatro dedos e equipado com uma câmera, conforme ilustra a Figura 16.

Figura 16 - Robô para colheita de tomate



Fonte: Liu (2017, p. 6).

O processo de colheita no campo necessita diferentes ações, como o posicionamento das frutas, transporte e descarregamento. As tarefas de triagem, limpeza e a embalagem serão completadas na produção da fábrica (LIU, 2017). Os sistemas de embalagem devem ser projetados para resfriamento rápido e eficiente, facilitando o manuseio, armazenamento e retardamento na deterioração dos produtos perecíveis devido ao envelhecimento, maturação, amaciamento e alterações tanto de cor quanto metabólicas aceitáveis e produção de calor respiratório; perda de umidade e murcha; deterioração por invasão de bactérias, fungos ou leveduras e processos fisiológicos indesejáveis, como brotação (MALDONADO, 2010).

O carregamento dos caminhões com produtos pode ser feito por robôs com câmeras e sensores integrados, capazes de detectar objetos ou pessoas obstruindo seu caminho e encontrar e seguir o caminho programado. Para os fins deste manuseio associado ao transporte, os robôs devem ser compactos o suficiente para realizar a tarefa em uma área de trabalho restrita e robusta, mas capaz de executar operações delicadas e muito precisas desde o posicionamento da carga no caminhão, observando a circulação de ar (MALDONADO, 2010).

2.3 Adoção de tecnologias e critérios que influenciam o processo

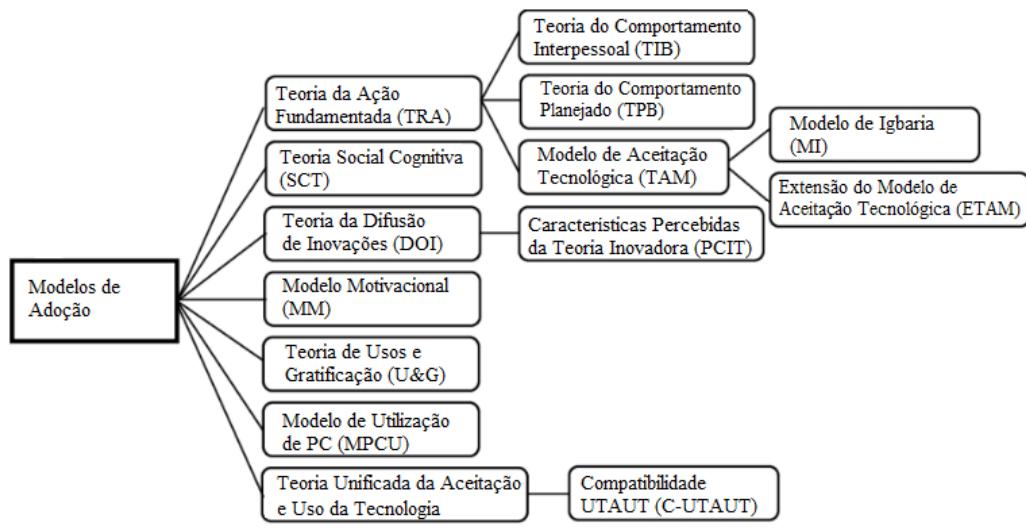
Para a adoção de tecnologias, o reconhecimento das necessidades e a aceitação dos indivíduos é o estágio inicial de qualquer negócio. Portanto, para analisar e explicar os fatores que influenciam a aceitação ou rejeição de novas tecnologias pelos possíveis usuários, vários modelos estruturais foram desenvolvidos (TAHERDOOST, 2018).

Na Teoria da Ação Fundamentada (TRA), qualquer comportamento humano é previsto e explicado mediante três componentes cognitivos principais, incluindo atitudes, normas sociais e intenções. Na Teoria do Comportamento Planejado (TPB), o Controle Comportamental Percebido (PBC) é adicionado como uma nova variável para estender o modelo TRA,

basicamente determinado pela disponibilidade de recursos, oportunidades e habilidades. Para complementar a TRA, a Teoria do Comportamento Interpessoal (TIB) esclarece os fatores sociais e emocionais do comportamento humano (TAHERDOOST, 2018).

Como pode ser visto, algumas teorias são derivadas de outras teorias e modelos e a Figura 17 apresenta uma visão geral das teorias e modelos de aceitação de tecnologia.

Figura 17 - Visão geral das teorias e modelos mais populares de aceitação de tecnologia



Fonte: Taherdoost (2018, p. 962).

Para verificar a motivação dos usuários, três fatores são analisados pelo Modelo de Aceitação Tecnológica (TAM): utilidade percebida, facilidade de uso percebida e atitude em relação ao uso (VAEZIPOUR *et al.*, 2017). Uma Extensão da TAM (ETAM), foi criada para adicionar alguns novos fatores com objetivo de melhorar a forma adaptativa, poder explicativo e especificidade da TAM. No Modelo de Igbaria (MI), colocou-se a diversão percebida como motivador intrínseco e a utilidade percebida como motivador extrínseco, o que influência no comportamento e atitude (TAHERDOOST, 2018).

Com o intuito de prever o comportamento do grupo e do indivíduo, a Teoria Social Cognitiva (SCT), inspirada na psicologia social, foi proposta no comportamento pessoal e no ambiente que interagem bidirecionalmente. Ainda, com o Modelo Motivacional (MM), basicamente, o uso do sistema é determinado por duas motivações intrínsecas e extrínsecas e a Teoria de Usos e Gratificação (U&G), busca analisar a razão do envolvimento de pessoas para determinados meios de comunicação (TAHERDOOST, 2018).

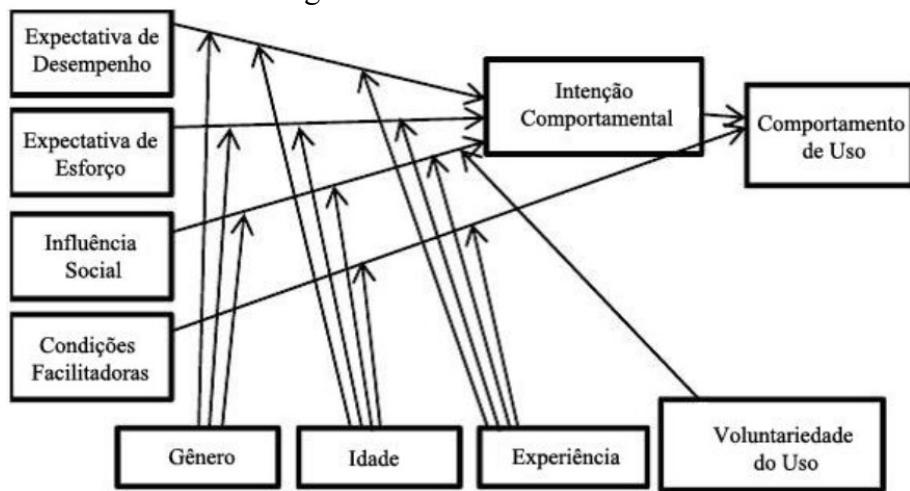
Na Teoria da Difusão de Inovações (DOI - Diffusion of Innovations ou IDT - Innovation Diffusion Theory), o modelo examina uma diversidade de inovações introduzindo quatro fatores: tempo, canais comunicação, inovação ou sistema social, que influenciam a

disseminação de uma nova ideia. Entretanto, para melhorar a DOI, as Características Percebidas da Teoria Inovadora (PCIT) utiliza três recursos como: imagem, voluntariedade e comportamento para verificar a difusão da inovação (TEY *et al.*, 2013; TAHERDOOST, 2018; ZHANG *et al.*, 2019).

Com a finalidade de avaliar o afeto, condição facilitadora, consequências do uso a longo prazo, consequências percebidas, influências sociais, complexidade e adequação do trabalho ao comportamento, o Modelo de Utilização de PC (MPCU) é utilizado (TAHERDOOST, 2018).

A Teoria Unificada da Aceitação e Uso da Tecnologia (UTAUT) de Venkatesh *et al.* (2003), avalia as expectativas de esforços, de desempenho, influência social e condições facilitadoras. Além disso, quatro importantes variáveis moderadoras foram identificadas como: sexo, experiência, idade e voluntariedade de uso, conforme Figura 18. Para complementar a Compatibilidade UTAUT (C-UTAUT) visa fornecer uma compreensão mais completa de como os fenômenos cognitivos do modelo UTAUT são formados por identificação e teste de novas condições de contorno (AGGELIDIS; CHATZOGLOU, 2009; MARTINS; OLIVEIRA; POPOVIĆ, 2014; TAHERDOOST, 2018).

Figura 18 - Modelo UTAUT



Fonte: Adaptado de Venkatesh *et al.* (2003).

A tomada de decisão adotiva da tecnologia agrícola de precisão decorre de sete aspectos de influência: fatores socioeconômicos, agroecológicos, institucionais, informacionais, percepção do agricultor, comportamentais e tecnológicos (CHANDRA; BHATTACHARJEE; BHOWMICK, 2018).

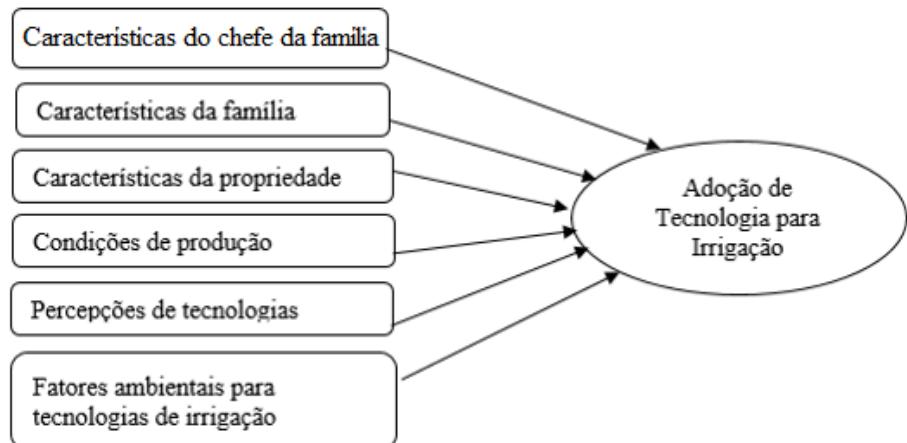
Outros estudos apontam que a inovação agrícola é influenciada pelas redes sociais nas quais os agricultores estão inseridos ou propositalmente criadas para apoiá-los e ajudá-los em sua inovação com esforços, fornecendo conhecimento relevante e outros recursos. Esta

inovação pode ocorrer de diferentes maneiras: pela adoção e implementação de tecnologias e práticas desenvolvidas externamente; em processo de cocriação e adaptação entre agricultores e desenvolvedores de tecnologia, ou totalmente impulsionada pela experimentação e implementação de agricultores (Mc FADDEN; GORMAN, 2016; HILKENS *et al.*, 2018; COFRÉ-BRAVO; KLERKX; ENGLER, 2019).

É consenso entre diversos estudos que a adoção de tecnologias pelos agricultores é resultado da influência entre características do proprietário, dos familiares, da propriedade, condições de produção, percepções de tecnologias e fatores ambientais (ABDULAI; OWUSU; BAKANG, 2011; AGHANENU; ONEMOLEASE, 2012; MUTOKO; HEIN; SHISANYA, 2014; CHANDRA; BHATTACHARJEE; BHOWMICK, 2018; ZHANG *et al.*, 2019).

O processo de decisão de inovação é uma atividade de busca e informação, com cinco etapas no processo de adoção dos agricultores, incluindo o conhecimento de uma adoção, persuasão para formar uma atitude, decisão, implementação e confirmação. O modelo conceitual de tecnologia de irrigação para economia de água (WSIT), de Zhang *et al.* (2019), mostrado na Figura 19, estrutura os critérios de adoção entre características do chefe da família, características familiares, características da propriedade, condições de produção, percepções de tecnologias e fatores ambientais para tecnologias de irrigação (ZHANG *et al.*, 2019).

Figura 19 - Modelo Conceitual de tecnologia de irrigação para economia de água (WSIT)



Fonte: Adaptado de Zhang *et al.* (2019, p. 351).

Segundo Tey *et al.* (2013), a inovação agrícola nas propriedades, ocorre através da incorporação de novas tecnologias e práticas, necessitando acesso a recursos como conhecimento, recursos financeiros, treinamento e até mesmo apoio emocional, e todos requerem o apoio de diferentes atores, como pares, conselheiros e pesquisadores. Os benefícios econômicos advindos da adoção de tecnologias agrícolas são verificados na melhoria das safras

agrícolas, menores custos operacionais e de capital (MCPHEE; AIRD, 2013). Deste modo, os agricultores individuais percebem subjetivamente os atributos das inovações e seus benefícios subsequentes. Os cinco atributos importantes destacados por Taherdoost (2018) são: vantagem relativa, compatibilidade, observabilidade, complexidade e capacidade de teste.

No estudo de Lowry e Brainard (2019), os agricultores com produção de hortaliças no sistema sustentável foram conduzidos para investigar suas práticas atuais de cultivo, bem como suas percepções das barreiras e benefícios à adoção da tecnologia do plantio direto. Os critérios estudados que influenciaram a adoção foram:

- Demografia dos entrevistados: anos de cultivo, anos de cultivo orgânico, porcentagem da semana gasta na agricultura, porcentagem da renda familiar da agricultura;
- Demografia da fazenda: culturas primárias, área cultivada, posse da terra, textura do solo, certificação orgânica;
- Práticas de cultivo em uma cultura específica: milho, feijão, soja, abóbora, brócolis;
- Adoção do plantio direto: interesse na adoção de práticas específicas, conhecimentos de práticas, percepções de benefícios, percepções de barreiras.

Cofré-Bravo, Klerkx e Engler (2019) analisaram as configurações da rede de apoio dos agricultores através das lentes do capital social disponível. Os critérios estudados que influenciam a adoção foram:

- Vínculo: capital social constituído por membros da família, amigos e trabalhadores agrícolas, fornecendo diferentes formas de apoio como: trabalho, recursos financeiros e apoio emocional como membros da família, amigos e colegas, trabalhadores agrícolas;
- Pontes: capital social constituído por pontes de apoio como: conselheiros transmitindo conhecimento e atualizando os agricultores das novas tendências tecnológicas como os consultores independentes, empresas exportadoras, empresas de serviços agrícolas;
- Vinculação: a vinculação do capital social são principalmente instituições financeiras e centros de pesquisa como os bancos, associações, centros de pesquisa, agências governamentais;
- Características socioeconômicas do proprietário: anos de idade, nível de educação, experiência de cultivo;
- Estrutura da fazenda: tamanho total da propriedade, tamanho do pomar, especialização de produção.

A pesquisa de Aghanenu e Onemolease (2012), examinou os sistemas de cultivo na Nigéria, com foco no aumento da produção agrícola, bem como fatores que podem promover o comportamento de adoção. Os critérios estudados que influenciam a adoção foram:

- Características socioeconômicas: anos de idade, nível de educação, gênero, experiência de cultivo, estado civil, tamanho da família, ocupação principal, renda;
- Status de crédito: não mutuários (não financiados), mutuários (financiados);
- Tecnologias adotadas pelos agricultores: fertilizantes, herbicidas, inseticidas, variedades melhoradas, controle de água, bomba motorizada, reservatórios de água e construção de canais para irrigação.

Diante do contexto, o modelo conceitual adotado para esta pesquisa foi o UTAUT, por ter sido utilizado em diferentes pesquisas, em diversas áreas tecnológicas e vários contextos agrícolas, ficando comprovado que pode ser uma ferramenta de contextualização adequada para medir o sucesso na adoção de tecnologias.

3 METODOLOGIA

O presente capítulo é destinado à explicitação das abordagens, métodos, técnicas e instrumentos aplicados à pesquisa. Após a caracterização metodológica, faz-se a descrição de cada etapa necessária à sua concretização, com a apresentação dos meios e métodos de coleta de dados, a descrição de população e amostra; os métodos adotados para análise dos dados; e, por fim, um cronograma das atividades.

3.1 Caracterização metodológica da pesquisa

Esta pesquisa está dividida em duas partes, exploratória e descritiva. É exploratória na medida em que explora o tema delineado, visando melhorar sua compreensão. Tem perspectiva confirmatória, pois testa empiricamente proposições teóricas anteriormente estudadas. Busca ainda, esclarecimentos a respeito da temática, aumentando a familiaridade do pesquisador e da comunidade científica, bem como a clarificação de conceitos (MARCONI; LAKATOS, 2003). Os elementos exploratórios verificam-se entre os proprietários envolvidos no Projeto Sistema Plantio Direto de Hortaliças (PSPDH), da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), considerando-se, de forma contextualizada, características específicas das tecnologias consideradas e suas aplicações.

Em relação ao enfoque descritivo, o interesse é na descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou ainda o estabelecimento de relações entre variáveis. Com este intuito, trata-se de um estudo teórico-empírico, quantitativo, com amostragem não-probabilística, utilizando dados primários, apoiados em dados secundários, tendo como população de estudo micro e pequenas propriedades que utilizam o cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH), em Santa Catarina.

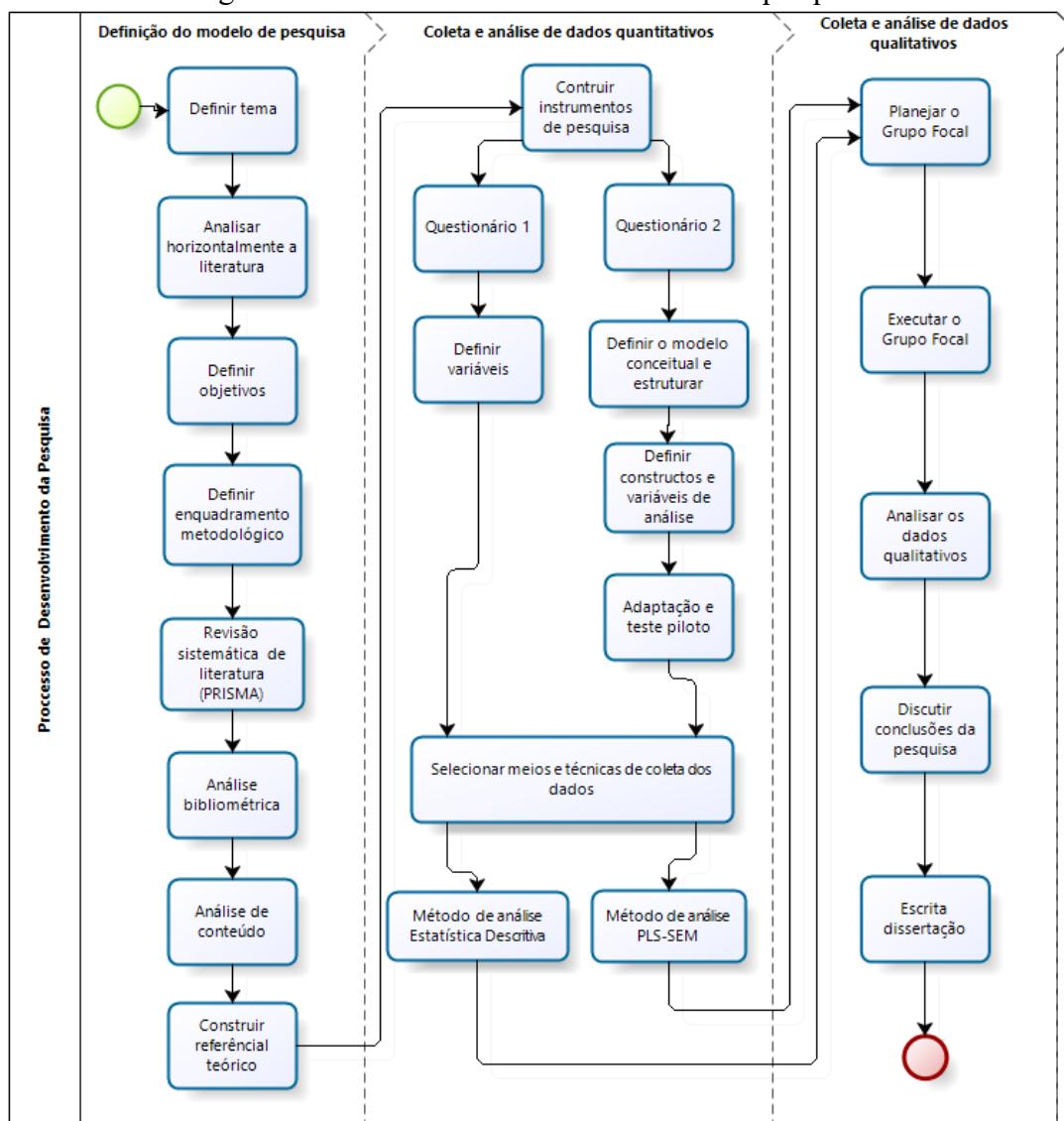
A pesquisa é classificada como quantitativa, na qual a coleta de dados é analisada quantitativamente usando frequências, porcentagens, médias ou outras análises estatísticas para determinar relacionamentos (ADNAN *et al.*, 2019).

É também qualitativa, para análises dos resultados obtidos com a realização do Grupo Focal, no levantamento de demandas e priorizações tecnológicas dos agricultores. A abordagem qualitativa corresponde a um procedimento mais intuitivo, maleável e adaptável a índices não previstos, ou à evolução das hipóteses, apresentando certas características particulares (BARDIN, 2016).

3.2 Etapas da pesquisa

O planejamento das etapas de execução desta pesquisa foi adaptado de Cauchik Miguel *et al.* (2010). As atividades sequenciadas e seu fluxo de desenvolvimento dividem-se em três fases: definição do modelo de pesquisa, coleta e análise dos dados quantitativos, coleta e análise de dados qualitativos, como indica a Figura 20.

Figura 20 - Processo de desenvolvimento de pesquisa



Fonte: Adaptado de Cauchik Miguel *et al.* (2010).

3.2.1 Definição do modelo de pesquisa

Detalha-se nesta sessão, as atividades, técnicas e métodos para a fase de definição do modelo de pesquisa.

a) Definição do tema

A definição do tema de pesquisa ocorreu a partir do interesse do pesquisador em entender a percepção e os critérios para adoção de novas tecnologias pelos agricultores no cultivo de hortaliças utilizando o SPDH, associado ao conhecimento de literatura científica que se ocupa tanto de estudar os processos de adoção de tecnologia quanto os processos de cultivo agrícola utilizando o SPDH.

b) Leitura horizontal de artigos

Após a definição do tema, realiza-se inicialmente a leitura horizontal de artigos para melhor conhecer e fundamentá-lo, com base em outros estudos científicos, buscando, agora, concatenar os dois temas de interesse. Sendo assim, foram observadas na busca e leitura os principais fatores da pesquisa como: palavras-chave da pesquisa (*Innovation, Acceptance, Adoption, Technology, Equipment, Automation, Vegetables e No-tillage*). Observou-se também as principais tecnologias existentes para produção de hortaliças, como agricultura de precisão, máquinas e sistema de plantio direto. Para a análise dos resultados, foi necessário conhecer os métodos, critérios e fatores que se enquadram para a pesquisa.

c) Definir objetivo

Determinou-se o objetivo geral da pesquisa enfocando a investigação de práticas, demandas e influências de fatores condicionantes sobre a adoção de inovação tecnológica no cultivo em sistema plantio direto de hortaliças (SPDH). A determinação se deu em função de que na leitura horizontal de artigos foram encontradas lacunas em relação à questão da difusão e adoção de novas tecnologias, o que se apresenta ainda como um gargalo para o avanço da agricultura, particularmente no segmento dos pequenos produtores de hortaliças em SPDH.

d) Enquadramento metodológico de pesquisa

Este estudo utilizou a metodologia revisão sistemática de literatura (RSL), a qual é definida como revisão das evidências sobre uma questão claramente formulada e usa métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas primárias relevantes e para extrair e analisar dados dos estudos anteriores. Ressalta-se ainda, que as

revisões sistemáticas devem tentar ser sensíveis, ou seja, buscar o maior número possível de estudos para minimizar vieses e serem eficientes (ORTIZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2019).

Para responder aos objetivos específicos, caracterização do processo de cultivo de hortaliças em SPDH, bem como as tecnologias existentes para o cultivo e possibilidade de utilização em SPDH, como parte da RSL, adotou-se análise bibliométrica e análise de conteúdo.

Posteriormente foram utilizados métodos e procedimentos de coleta e análise de dados com pesquisa descritiva/quantitativa, estruturados em dois Questionários. O Questionário 1 foi estruturado com o objetivo de identificar práticas e tecnologias adotadas pelos agricultores de SC para o cultivo de hortaliças em SPDH, utilizando análise de estatística descritiva; e o Questionário 2, buscou obter dados para analisar a intenção na adoção de novas tecnologias, bem como as condicionantes que influenciam o processo de adoção das novas tecnologias para o SPDH, por agricultores de SC pertencentes ao Projeto Plantio Direto de Hortaliças da Epagri, utilizando o modelo conceitual UTAUT.

A técnica estatística utilizada para desenvolver e avaliar o modelo de medição e analisar as relações entre os fatores do modelo estrutural proposto, foi a Modelagem de Equações Estruturais (*Structural Equation Modeling - SEM*).

Na parte exploratória, buscou-se identificar e priorizar demandas tecnológicas dos agricultores de SC para o cultivo em SPDH, além de aprofundar a compreensão dos resultados observados nas etapas quantitativas. Com este intuito, foi utilizada a técnica de Grupo Focal aplicada com entrevista semiestruturada para o levantamento de dados (Questionário 2).

e) Revisão sistemática de literatura

A pesquisa conduz uma revisão sistemática da literatura (RSL) mediante busca em artigos relacionados ao processo de cultivo de hortaliças em SPDH, tecnologias aplicadas e critérios que influenciam o processo de adoção de inovação tecnológica. Foi adotado o método de análise *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analyzes* (PRISMA), estruturado nas seguintes etapas: a) Identificação; b) Triagem; c) Elegibilidade e; d) Inclusão (MOHER *et al.*, 2009; DUONG *et al.*, 2019; NAHSHON *et al.*, 2019).

➤ Identificação

Na primeira etapa foram identificados os eixos temáticos e as palavras-chave para busca nos bancos de dados. O método PRISMA recomenda uma estratégia de busca eletrônica

completa, pois a utilização de apenas uma base de dados não garante que os estudos necessários serão encontrados, portanto, duas bases de dados foram utilizadas para pesquisar (ORTIZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2019).

Neste sentido, realizou-se pesquisa bibliográfica no banco de dados *Web of Science* (WoS) e no Scopus, Quadro 2. O WoS possui uma rica coleção de publicações, sendo conhecido por sua cobertura abrangente de periódicos de alto impacto, publicados no idioma Inglês (KAMBLE; GUNASEKARAN; GAWANKAR, 2020). O Scopus foi adotado por ser um dos maiores bancos de dados científicos do mundo (WOLFERT *et al.*, 2017).

Quadro 2 - Eixos e palavras-chave

Eixos	Adoção de inovação	Processos de cultivo	Tecnologias	Variedades de hortaliças
Palavras-chaves	Innovation Invention Improvement Acceptance Adoption	Soil preparation No-tillage Irrigation Fertilization Pest control Harvest Storage Packaging Transportation Seeding Soil conservation	Technology Equipment Machinery Automation Device	Vegetables Broccoli Lettuce Cauliflower

Fonte: Autoria própria (2020).

Após determinados os eixos e as palavras-chaves, foram estruturadas as combinações, num total de 550. As buscas no banco de dados WoS e Scopus foram: “título, resumo e palavras-chave”. Posteriormente, foi realizado *download* de cada uma das combinações no formato Bib Tex e importados no Software gratuito Mendeley Desktop. Os limites desta revisão sistemática foram definidos a partir de critérios de elegibilidade, quais sejam, inclusão e exclusão.

- Critérios de inclusão: 1) trabalhos que relacionam a adoção de tecnologias no cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH); 2) artigos publicados no período temporal compreendido entre 2009 e 2019; e; 3) artigos na língua inglesa.
- Critérios de exclusão: 1) revisões narrativas assistemáticas; 2) obras publicadas em idioma diferente do Inglês e do Chinês; 3) dissertações e conferências; 4) livros ou capítulos de livros.

Com os critérios estabelecidos e as combinações, a busca totalizou 268 publicações na base de dados WoS e 43.529 publicações na base de dados Scopus. As importações das combinações no Mendely Desktop ocorreram individualmente e com anotações dos registros

importados, totalizando 257 publicações na base de dados WoS e 39.326 publicações na base de dados Scopus. A diferença numérica entre as bases de dados deve-se aos critérios de inclusão e exclusão adotados no estudo.

➤ Triagem

Posteriormente à importação dos arquivos, na segunda etapa foi realizada uma triagem, a fim de eliminar os artigos duplicados, bem como aqueles com ano de publicação fora do período temporal estabelecido. Foi observado igualmente os tipos dos documentos, respeitando os critérios estabelecidos de inclusão e exclusão. Ao final do processo, restaram 15.554 artigos.

➤ Elegibilidade

A terceira etapa consistiu inicialmente na leitura dos títulos para selecionar os artigos, observando os termos de busca e os critérios de inclusão e exclusão, mostrados no Quadro 3. Após esta análise, 329 artigos foram selecionados para a leitura do resumo e consequente escolha final dos artigos do Portfólio Bibliográfico (PB) da revisão sistemática.

Quadro 3 – Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
<ul style="list-style-type: none"> • Sementes orgânicas • Saúde humana com produtos orgânicos • Sistema de monitoramento • Detecção de doenças por método de imagens 	<ul style="list-style-type: none"> • Resíduos de petróleo • Produção de biodiesel • Medicina • Indústria farmacêutica • Derivados de carne • Lixo eletrônico • Indústria aeronáutica • Produção de biogás

Fonte: Autoria própria (2019).

A seguir, excluíram-se as publicações em que o resumo explicitava tratar-se de processos ou tecnologias não direcionadas ao cultivo em SPDH ou que não havia possibilidade de utilização neste sistema de plantio. A análise detalhada dos resumos auxiliou na escolha dos artigos, formando as referências de acordo com cada tecnologia. Também foram observados os critérios para adoção de tecnologias na produção de hortaliças e com possibilidade de utilização no cultivo em SPDH, restando 94 artigos considerados elegíveis para a revisão sistemática.

➤ Inclusão

A análise das publicações foi realizada lendo-se a introdução, a metodologia e a conclusão, a fim de identificar se os artigos estavam alinhados com o objetivo de pesquisa. Dessa forma, foram mantidos os artigos que apresentavam as condicionantes de adoção da inovação tecnológica, tecnologias existentes e melhorias no processo de cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH) ou com possível utilização nesse cultivo. Assim, o PB final contou com 94 artigos para análises posteriores.

A análise bibliométrica foi realizada observando-se fatores como o ano de publicação, autores, periódicos, número de citações na base de dados Scopus e Google Acadêmico e as palavras-chave. Já a análise do conteúdo abordou os critérios na adoção de tecnologias e tecnologias existentes utilizadas no cultivo de hortaliças em SPDH ou com possibilidade de utilização neste cultivo. O Apêndice A apresenta, de forma resumida, todos os passos descritos.

f) Análise bibliométrica

O método de análise bibliométrica foi adotado com o objetivo de mensurar as contribuições do conhecimento científico derivados das publicações na área pesquisada. O método é uma análise estatística de publicações acadêmicas, incluindo citações, co-citações e assim por diante (LUO *et al.*, 2018). Foram analisados os seguintes dados: citações por artigo na base de dados Scopus e Google Acadêmico, número de publicações por autor, número de citações por autor nas referências do cruzamento do número de vezes em que o periódico é evidenciado no PB com o valor do Fator de Impacto, número de citações de cada palavra-chave dos artigos do PB e o número de citações das palavras-chave da pesquisa nas palavras-chave dos artigos do PB.

Os dados foram extraídos das bases de buscas e tabulados no Software Excel para geração de gráficos e interpretação dos resultados, que serão apresentados no Capítulo 4 e a análise bibliométrica encontra-se detalhadamente no Apêndice B.

g) Análise de conteúdo

A análise de conteúdo é eficaz para examinar uma amostra de documentos de forma sistemática, sendo uma das regras que as dimensões e categorias analíticas relacionadas permitam que o material revisado seja classificado dedutivamente, com base em teorias, ou

indutivamente, com base nos materiais revisados (LUO *et al.*, 2018). Bardin (2016) indica que a utilização da análise de conteúdo prevê três fases fundamentais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados - a inferência e a interpretação, sendo este o método utilizado no presente estudo para análise de conteúdo, respondendo ao objetivo específico caracterização do processo de cultivo de hortaliças em SPDH, bem como das tecnologias aplicadas e as condicionantes que influenciam no processo de adoção de novas tecnologias, o qual está detalhado nos Capítulos 2 e 4.

h) Construção do referencial teórico

O referencial teórico foi estruturado com base em 94 artigos resultantes da revisão sistemática de literatura (RSL), além de outras referências relacionadas ao tema em estudo, inseridas devido a sua relevância com o tema em estudo. A narrativa foi dividida em quatro seções: Agronegócio e produção de hortaliças, processo de cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH), tecnologias aplicadas no cultivo de hortaliças e adoção de tecnologias e critérios que influenciam este processo.

3.2.2 Métodos e procedimentos de coleta e análise de dados quantitativos

Nesta fase estão descritos os métodos e procedimentos de coleta e análise de dados quantitativos, os quais foram estruturados em dois Questionários. O Questionário 1 foi estruturado com o objetivo de identificar práticas e tecnologias adotadas pelos agricultores de SC para o cultivo de hortaliças em SPDH; e o Questionário 2 buscou obter dados para analisar a intenção na adoção de novas tecnologias para o SPDH, bem como as condicionantes que influenciam o processo de adoção das novas tecnologias por agricultores de SC, pertencentes ao Projeto Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (PSPDH), da Epagri.

a) Questionário 1

Para esta etapa, foi construído um Questionário próprio apresentado no Apêndice C, baseado nos dados obtidos com a revisão sistemática de literatura (RSL), análise bibliométrica e análise de conteúdo referente às práticas e tecnologias existentes, com possibilidade de utilização no cultivo em SPDH, bem como os dados demográficos dos entrevistados. O Questionário tem como principal objetivo apresentar as tecnologias existentes, de acordo com

a literatura, e avaliar qual a percepções e conhecimentos dos agricultores no que concerne à essas tecnologias.

Fatores como incentivo econômico, capital social, ambiente natural, características técnicas, características familiares e agrícolas, entre outros, foram estudados para entender o processo produtivo de hortaliças e uso de tecnologias (ABDULAI; OWUSU; BAKANG, 2011; ZHANG *et al.*, 2019; BJORN LUND; BJORN LUND, 2019).

Estudos de Abdulai, Owusu e Bakang (2011); Aghanenu e Onemolease (2012); Mutoko, Hein e Shisanya (2014); e Zhang *et al.* (2019) indicam que as características do proprietário influenciam diretamente na adoção de novas tecnologias e o aumento da idade diminui as chances de que as mesmas sejam adotadas. Entretanto, o nível de formação e as experiências com agricultura desempenham papel importante nas tomadas de decisões, pois possibilitam melhor compreender e apreciar as vantagens da adoção de tecnologias.

O tamanho da família e a especialidade de produção desempenham grande influência na adoção de novas tecnologias (ZHANG *et al.*, 2019; KUSWARDHANI; SONI; SHIVAKOTI, 2014). Deste modo, quanto maior o número de membros, mais aumentam as chances de adoção das mesmas.

O tamanho da fazenda é baseado em hectares cultivados, sendo eles da propriedade ou alugados, sendo assim, quanto maior, melhor indica riqueza e impacto no processo de adoção de novas tecnologias. Outro fator importante é a participação em cooperativas, pois auxiliam os agricultores a entrar nas redes sociais e acompanhar o fluxo de informações (ABDULAI; OWUSU; BAKANG, 2011; ZHANG *et al.*, 2019).

As condições de produção, como a participação em treinamentos, demonstra ser uma ferramenta eficaz para melhorar o conhecimento em tecnologias agrícolas e estimular sua adoção, uma vez que a exposição à informação reduz as incertezas subjetivas sobre a tecnologia e melhora o gerenciamento da produção agrícola (CHANDRA; BHATTACHARJEE; BHOWMICK, 2018; SCHIMMELPFENNIG, 2018; ZHANG *et al.*, 2019).

Os agricultores normalmente adotam novas tecnologias agrícolas baseados nas percepções, ou seja, se entenderem completamente as informações técnicas fornecidas. Quando elas envolvem práticas diferentes, as informações são críticas para sua adoção e existem associações claras entre o acesso à informação técnica e o nível de adoção da tecnologia agrícola (ABDULAI; OWUSU; BAKANG, 2011; ADNAN *et al.*, 2019; ZHANG *et al.*, 2019).

Fatores ambientais, como a qualidade do solo e a disponibilidade de água podem influenciar no agricultor o desejo de adequação em sua propriedade, no intuito de melhorar sua

produção, mediante aplicação de novas tecnologias (KUSWARDHANI; SONI; SHIVAKOTI, 2014; ZHANG *et al.*, 2019).

Para analisar os dados demográficos, práticas e tecnologias de cultivo, utilizou-se o método de Estatísticas Descritivas (médias, medianas e frequências) e as demais respostas com Escala Likert.

Os dados do Questionário foram exportados do Google Docs para o Microsoft Excel, para organizá-los e tratá-los, para então serem exportados para ferramenta de software, a fim de realizar as análises de estatística descritiva.

b) Questionário 2

A aplicação do segundo Questionário buscou obter dados para analisar a intenção de adoção das novas tecnologias e as condicionantes que influenciam sua adoção pelos agricultores que cultivam hortaliças em SPDH. Tal instrumento foi elaborado com base na teoria UTAUT, desenvolvida por Venkatesh *et al.* (2003), já aplicada em diversos estudos em ambientes agrícolas. O modelo não foi testado apenas em diferentes contextos geográficos, mas também foi contextualizado dentro de inúmeras aceitações de tecnologias e em contextos agrícolas variados (RONAGHI; FOROUHARFAR, 2020).

Com o propósito de garantir a mensuração do modelo e as especificações de forma correta com os resultados válidos, uma série de passos ou estágios sistemáticos devem ser seguidos. Hair *et al.* (2017) distinguem seis estágios que todo pesquisador deverá passar ao trabalhar com a Modelagem de Equações Estruturais (*Structural Equation Modeling - SEM*): 1) Especificação do modelo estrutural; 2) Especificação dos modelos de medida; 3) Coleta de dados e exame; 4) Estimação do modelo de caminhos PLS; 5) Avaliação dos resultados: a) modelo reflexivo e b) modelo formativo; 6) Avaliação dos resultados do modelo estrutural.

No primeiro estágio determinou-se o modelo teórico a ser utilizado, sendo escolhido o UTAUT, que deve guiar o pesquisador onde a premissa de que a modelagem de equações estruturais é baseada em relações causais, onde a mudança numa variável inevitavelmente acarretará mudança em outra variável.

Pesquisas sobre adoção de tecnologias mostram que o UTAUT tem um poder maior de explicar a intenção e comportamento de uso, sendo 70% mais eficaz do que o modelo TAM (WU, 2012). Assim, ao considerar o alto potencial deste modelo em predizer a intenção de uso de novas tecnologias, bem como sua frequência de aplicação em contextos agrícolas, no

presente estudo optou-se por seu uso.

A teoria de Venkatesh *et al.* (2003), o UTAUT postula que intenções comportamentais e comportamento são determinados por quatro constructos-chave: expectativa de desempenho (*Performance Expectancy* - PE), expectativa de esforço (*Effort Expectancy* - EE), influência social (*Social Influence* - SI) e condições facilitadoras (*Facilitating Conditions* - FC). As hipóteses do modelo de pesquisa são determinadas baseadas em estudos na área da agricultura que utilizaram o modelo UTAUT para verificar a intenção ou aceitação de novas tecnologias. Elas foram formuladas com base na expectativa de desempenho (H1), expectativa de esforço (H2), influência social (H3), condições facilitadoras (H4) e a intenção comportamental (H5).

A (PE) é o grau em que um indivíduo pensa que o uso da tecnologia pode beneficiá-lo para alcançar um melhor desempenho em suas tarefas, sendo, portanto, identificada como um dos fatores de influência na intenção comportamental (VENKATESH *et al.*, 2003). No contexto da pesquisa, é o grau em que um agricultor acredita que as novas tecnologias irão beneficiá-lo no dia a dia, auxiliando-o a obter resultados positivos com menos esforço (WU, 2012; BEZA *et al.*, 2018; RONAGHI; FOROUHARFAR, 2020; MATURANO *et al.*, 2021). Portanto, é possível propor a seguinte hipótese:

H1 - A expectativa de desempenho tem uma influência positiva na intenção de adotar novas tecnologias para o SPDH.

A (EE) é o grau de conveniência percebido no uso de um sistema ou tecnologia (VENKATESH *et al.*, 2003). Muitas pesquisas sugeriram que a EE afeta a intenção comportamental de usar a tecnologia (WU, 2012; BEZA *et al.*, 2018; RONAGHI; FOROUHARFAR, 2020; MATURANO *et al.*, 2021), sendo que, se os agricultores considerarem as tecnologias fáceis de usar, espera-se que eles estejam mais dispostos a adotá-las para realização de suas atividades. Assim, define-se a segunda hipótese como:

H2 - A expectativa de esforço tem uma influência positiva sobre a intenção de adotar novas tecnologias para o SPDH.

A (SI) indica o grau de percepção individual da ideia dos outros em relação a intenção de adotar novas tecnologias (VENKATESH *et al.*, 2003). O pressuposto subjacente é que os indivíduos tendem a consultar sua rede social, especialmente amigos e familiares, sobre novas tecnologias e podem ser influenciados pela pressão social percebida de pessoas tidas como importantes (WU, 2012; BEZA *et al.*, 2018; RONAGHI; FOROUHARFAR, 2020; MATURANO *et al.*, 2021). Assim, a terceira hipótese proposta é:

H3 - A influência social tem um impacto que pode ser positivo ou negativo na intenção

de adotar novas tecnologias para o SPDH. Depende de quem for consultado.

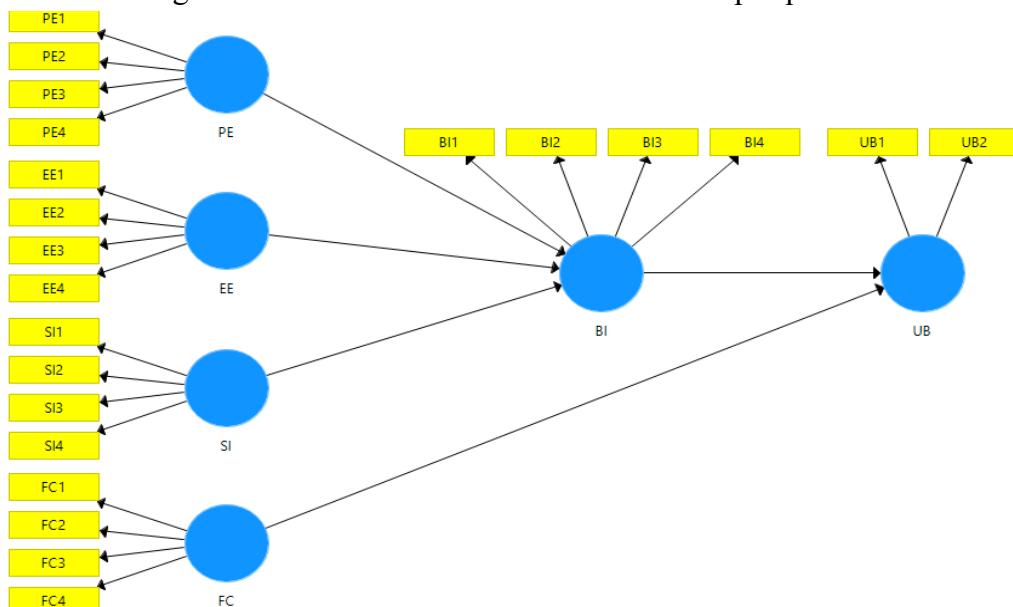
Além disso, as (FC) são a medida em que um indivíduo acredita que as técnicas e infraestrutura organizacional suportam a intenção de adotar novas tecnologias (VENKATESH *et al.*, 2003). Ou seja, um agricultor que possibilitou a educação aos membros da família ou que tem acesso a um conjunto favorável de condições facilitadoras, como o apoio de extensionistas, terá uma intenção maior de adotar novas tecnologias (WU, 2012; BEZA *et al.*, 2018; RONAGHI; FOROUHARFAR, 2020; MATURANO *et al.*, 2021). Assim, a quarta hipótese foi definida da seguinte forma:

H4 - As condições facilitadoras têm um impacto positivo na intenção de usar novas tecnologias no SPDH.

Finalmente, a intenção comportamental (*Behavioral Intention* - BI) indica a prontidão mental do indivíduo para ser persuadido na intenção de adotar novas tecnologias (VENKATESH *et al.*, 2003), sendo que o próprio BI está sob o efeito de vários fatores. O usuário passa a ter a intenção comportamental de fatores, incluindo tecnologias da informação, condições ambientais, bem como sua percepção (WU, 2012; RONAGHI; FOROUHARFAR, 2020; MATURANO *et al.*, 2021). A quinta hipótese poderia ser afirmada da seguinte forma:

H5 - A intenção comportamental tem um impacto positivo na intenção de adotar novas tecnologias para o SPDH. Considerando as cinco hipóteses propostas e o modelo UTAUT, o modelo conceitual de pesquisa é apresentado na Figura 21.

Figura 21 - Modelo Conceitual e variáveis da pesquisa



Expectativa de desempenho (PE), expectativa de esforço (EE), influência social e (IS) condições facilitadoras (FC), intenção comportamental (BI), intenção de uso (UB).

Fonte: Adaptado de Venkatesh *et al.* (2003).

No segundo estágio, o Questionário modificado foi validado por especialista no contexto agrícola, para avaliar a intenção de utilização das novas tecnologias no cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH). Sendo assim, as variáveis de cada um dos constructos do modelo foram mensuradas mediante um Questionário composto de 26 questões, sendo quatro relacionadas às características demográficas do agricultor e as outras representam uma variável, divididas em seis constructos, sendo medidas por escala Likert de 5 pontos (1 = Discordo Totalmente; 2 = Discordo Parcialmente; 3 = Não concordo Nem discordo; 4 = Concordo Parcialmente; e, 5 = Concordo Totalmente), indicando o grau de intenção na adoção de novas tecnologias. Os itens do Questionário, Apêndice D, foram escolhidos conforme os constructos do modelo selecionado.

Na sequência, nos dois casos foi realizado um pré-teste com especialistas para validação dos Questionários. Foi-lhes solicitado que analisassem a consistência das questões para posteriores ajustes. Participaram da análise três profissionais agrônomos e extensionistas da Epagri e um docente do Curso de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco.

Com base em seus *feedbacks* foram realizadas adequações no Questionário 1 (Apêndice E) e no Questionário 2 (Apêndice F). Destaca-se que com as alterações, os mesmos tornaram-se mais fluídos, agradáveis e rápidos, ou seja, ficaram mais adequados para a coleta de dados.

Posteriormente, o teste piloto foi aplicado presencialmente para dois agricultores com produção de hortaliças em SPDH, para analisar se o instrumento de pesquisa poderia responder ao objetivo e se os profissionais compreenderiam, sem a intervenção do pesquisador, o sentido das questões. Sendo assim, após responderem em conversa com os entrevistados não houve questões apontadas como problemáticas.

Para o terceiro estágio, a técnica estatística utilizada para desenvolver e avaliar o modelo de medição e analisar as relações entre os fatores do modelo estrutural proposto, foi a metodologia de Modelagem de Equações Estruturais (*Structural Equation Modeling - SEM*), técnica estatística que serve para testar e estimar relações causais, utilizando uma combinação de dados estatísticos e suposições causais qualitativas (HAIR *et al.*, 2017). Pesquisadores cuidadosos reconhecem as possibilidades de distinguir entre modelos de medição e modelos estruturais e explicitamente levam em consideração o erro de medição. Existem duas famílias de técnicas: SEM I, técnicas baseadas em covariância e SEM II, técnicas baseadas em variância (HAIR *et al.*, 2005; MARTINS; OLIVEIRA; POPOVIĆ, 2014).

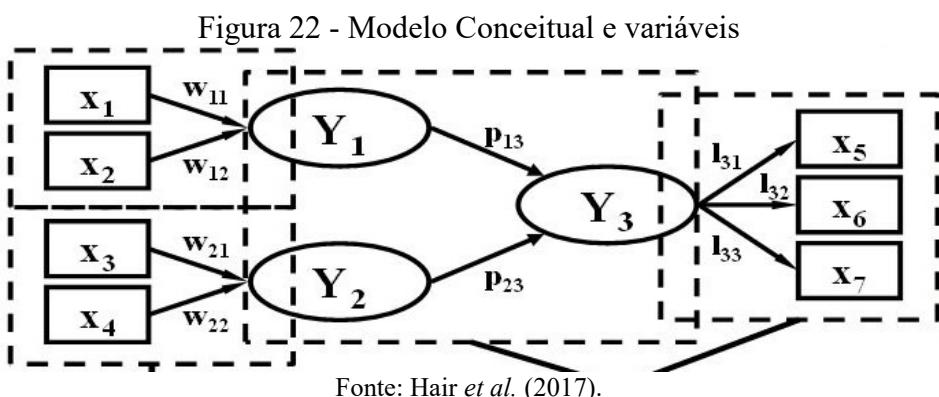
Os quadrados mínimos parciais (*Partial Least Squares - PLS*) consistem em uma técnica baseada em variância e são utilizados nesta investigação. A técnica PLS foi escolhida para o estudo por duas razões: a primeira é que o tamanho da amostra é relativamente pequeno para pesquisa. A segunda razão, é por ser mais apropriada quando um modelo de pesquisa está em um estágio inicial de desenvolvimento e não foi extensivamente testado.

Pesquisadores tem documentado o potencial da SEM (tanto na abordagem baseada em covariância, quanto na abordagem baseada em variância) em modelos de medição únicos, bem como em modelos de estrutura, levando o erro em consideração. A abordagem baseada em variância é adequada para este estudo, usando a (PLS), porque nem todos os dados são divididos normalmente *($p < 0,01$).

Os dados do Questionário 2 foram exportados do Google Docs para o Microsoft Excel, para organizá-los e tratá-los, para então serem exportados para ferramenta de software, a fim de realizar as análises (de estatística descritiva). Para os testes, foi utilizado o Software Smart PLS 3.0, para estimar o modelo de pesquisa verificando a confiabilidade e a validade e, em seguida, testá-lo.

Foram seguidas as orientações da SEM, que conta com a avaliação em dois estágios. O primeiro é a avaliação do modelo de mensuração e o segundo é a avaliação do modelo estrutural. O modelo de mensuração tem a finalidade de verificar se os constructos foram adequadamente mensurados.

Para o quarto estágio, como os pesos (W), as cargas externas (I) e as relações entre variáveis latentes são inicialmente desconhecidos, utiliza-se o algoritmo PLS-SEM baseado em variância, para determinar os escores fatoriais, utilizados para determinar as equações parciais de regressão dentro do modelo de caminhos, como apresentado hipoteticamente na Figura 22.



Destaca-se que o setup, conjunto de regras que tem como objetivo orientar a tomada de

decisão, depende do tipo de constructo:

- Formativo: pesos externos são estimados por regressão múltipla parcial: Y variável dependente (Y_1 e Y_2 no ex. hipotético);
- Reflexivo: cargas externas L são estimadas por regressão simples de cada constructo correspondente (Y_3 no ex. hipotético).

Para estimar o modelo estrutural é necessário um modelo de regressão parcial para cada variável dependente latente endógena e são estimados de forma iterativa em dois estágios: para o primeiro os escores dos constructos são estimados e no segundo os pesos, cargas externas e R^2 das variáveis latentes endógenas são estimados.

No quinto estágio realiza-se a avaliação dos resultados em duas etapas: modelos reflexivos e modelos formativos. No primeiro caso a avaliação inclui o Alfa de Cronbach e a confiabilidade composta para avaliar consistência interna, confiabilidade do indicador individual e Variância Média Extraída (AVE) para avaliar a validade convergente, bem como a validade descriminante. O critério de Fornell-Larcker, carregamentos cruzados e, especialmente, o *heterotrait-monotrait ratio* (HTMT), sendo a razão de correlações, pode ser usado para examinar a validade discriminante.

- Confiabilidade de consistência interna

Alfa de Cronbach: estimativa da confiabilidade baseado nas intercorrelações entre as variáveis observáveis.

Confiabilidade composta (pc): 0 - 1: neste caso devem-se observar os valores indicados como: 0,6 – 0,7 aceitável em pesquisa exploratória, 0,7 - 0,9 satisfatório em estágios mais avançados, 0,9 não desejável pois indica que as variáveis estão medindo o mesmo e 0,95 inaceitável.

Deve-se analisar o limite inferior (Alfa de Cronbach) e superior pc.

- Validade convergente: indica o quanto uma medida se correlaciona positivamente com medidas alternativas do mesmo constructo.

Confiabilidade de indicador: cargas externas: adota-se como regra básica, que o constructo deva explicar pelo menos 50% da variância do indicador ($0,708^2$) com tolerância mínima 0,7. Se o valor for na faixa de 0,4 a 0,7 considerar exclusão se ao deletar aumenta a confiabilidade composta ou AVE e menor que 0,4 excluir.

Variância Média Extraída (AVE): para valores maiores ou igual a 0,5 o constructo explica mais da metade da variância de seus indicadores.

- Validação discriminante: avalia o quanto um constructo é diferente dos demais.

Para cargas cruzadas as correlações (cargas) dos constructos devem ser maiores com seus respectivos constructos do que com os demais. Entretanto, o critério Fornell-Larcker compara a raiz quadrada dos valores AVE com as correlações das variáveis latentes. Especificamente, a raiz quadrada da AVE de cada constructo deve ser maior do que sua correlação mais alta com qualquer outro constructo. Do mesmo modo que a *heterotrait-monotrait ratio* (HTMT), estima qual a verdadeira correlação entre dois constructos com um valor limite de 0,90 se o modelo de caminho inclui construções que são conceitualmente muito semelhantes. Em outras palavras, um valor HTMT acima de 0,90 sugere uma falta de validade discriminante.

No entanto, como a PLS-SEM não depende de nenhuma suposição de distribuição, testes de significância paramétrica padrão não podem ser aplicados para testar se a estatística HTMT é significativamente diferente de 1. Em vez disso, pesquisadores têm que confiar em um procedimento chamado *bootstrapping* para derivar uma distribuição do HTMT estatística. Neste caso, intervalo de confiança por *bootstrap* não deve incluir “1”.

Na avaliação dos modelos formativos, muitos pesquisadores usam incorretamente os critérios de avaliação do modelo de medição reflexiva para avaliar a qualidade das medidas formativas no PLS-SEM. No entanto, os critérios de avaliação estatística para escalas de medição reflexiva não podem ser transferidos diretamente para modelos de medição formativa, nos quais os indicadores são suscetíveis e representam as causas independentes do constructo, ou seja, não se correlacionam (DIAMANTOPOULOS, 2006; HAIR JR. *et al.*, 2017). Além disso, os indicadores formativos são considerados livres de erros, significando que o conceito de confiabilidade de consistência interna não é adequado.

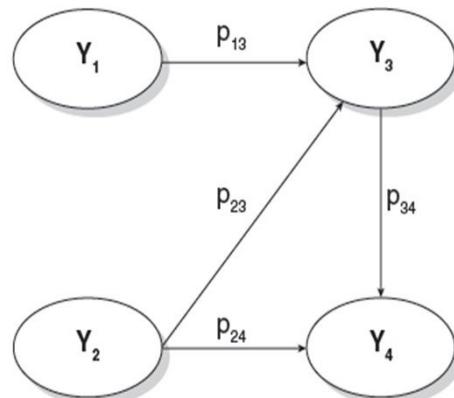
Para Hair Jr. *et al.* (2017), os constructos formativos devem ser avaliados de forma diferente observando a validade do conteúdo e posteriormente a especificação do conteúdo. Portanto, uma rigorosa análise qualitativa dos indicadores formativos deve ser realizada; os indicadores devem exaurir o domínio do constructo em estudo; deve-se incluir a participação de especialistas; bem como, uma extensa revisão de literatura para sustentar o desenvolvimento das medidas.

Para o procedimento da avaliação dos constructos formativos são necessários três passos: validade convergente, colinearidade e significância e relevância dos indicadores (HAIR JR. *et al.*, 2017).

Por fim, no estágio 6, já com as medidas de construção confiáveis e válidas, realiza-se a avaliação dos resultados do modelo estrutural. Isso envolve examinar a capacidade preditiva do modelo e as relações entre as construções dividido em seis passos:

Passo 1: Colinearidade entre constructos preditores: Para esmo critério de constructos formativos fazer regressão entre constructos preditores e verificar ($\text{tolerância (TOL)} = 1R^2$) e ($\text{variance inflation factor (VIF)} = 1/\text{TOL}$); valores de $\text{TOL} < 0,2$ ($\text{VIF} > 5$) para cada constructo predictor. Ex. Y_1 e Y_2 explicam Y_3 . Da mesma forma Y_2 e Y_3 explicam Y_4 . Logo a colinearidade deve ser verificada entre Y_1 e Y_2 e entre Y_2 e Y_3 , como mostra a Figura 23.

Figura 23 - Colinearidade no Modelo Estrutural



Fonte: Hair *et al.* (2017).

Passo 2: Significância e relevância das relações: Coeficientes de caminho são padronizados (1 a +1) podendo ficar eventualmente fora deste intervalo; valores próximos de +1 e -1, possuem fortes relações positiva e negativa; próximo de 0: fracas relações e geralmente não significantes; significância via bootstrapping: geralmente 5% $t > 1,96$ (marketing) e eventualmente 1% $t > 2,33$; para estudos exploratórios frequentemente entre 10% $t > 1,28$. Entretanto, a escolha de alfa depende do campo de estudo e dos objetivos da pesquisa.

Passo 3: avaliação do R^2 em cada constructo endógeno mede o poder preditivo “dentro da amostra”, em geral observa-se os valores fraco (0,25), moderado (0,5) e forte (0,75).

Passo 4: avaliação do tamanho de efeito f^2 (requerido por revisores e editores), ou seja, a mudança no R^2 quando um constructo exógeno é omitido do modelo. Deve-se levar em consideração os valores de pequeno (0,02), médio (0,15) e grande (0,35) e quando $f^2 < 0,02$

indica que não existe.

Passo 5: Avaliar relevância preditiva Q^2 de Stone Geisser (usando blinfolding), o qual é um processo iterativo aplicado em constructos endógenos reflexivos, omitindo cada dado do indicador do constructo endógeno e recalcula os parâmetros do modelo. Para distância de omissão (D) usar valores entre 5 e 10; $Q^2 > 0$: relevância preditiva para um determinado constructo; $Q^2 \leq 0$: falta de relevância.

Passo 6: Avaliar tamanho de efeito q^2 , o qual é similar ao f^2 para avaliar R^2 , sendo que o tamanho de efeito q^2 avalia a relevância preditiva Q^2 pela exclusão de um constructo exógeno. Para a avaliação utiliza-se valores de pequena (0,02), média (0,15) e grande relevância (0,35); bem como, para $q^2 < 0,02$ indica que não existe.

c) População e amostra do estudo

A população analisada foi extraída do Projeto Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (PSPDH), conduzido pela Epagri. O Projeto é composto por agricultores familiares. Desta forma, este recorte se deve ao fato de que o agricultor/proprietário exerce papel importante na mudança de paradigma sobre adoção de tecnologia no setor de produção de hortaliças do país, oportunizando melhorias significativas no seu desenvolvimento rural e consequentemente econômico.

O Estado de SC foi escolhido por ser pioneiro no projeto de produção de hortaliças utilizando o sistema SPDH promovido pela Epagri, sendo que uma amostra de 50 agricultores foi escolhida com o auxílio dos extensionistas, que já atendem e acompanham o Projeto em andamento. Ressalte-se que o número de participantes da pesquisa é um grupo mais restrito, por ser um grupo da Epagri, empresa que está presente na maior parte dos municípios catarinenses e possui centros de treinamentos e unidades de pesquisa voltadas primordialmente à agricultura familiar.

3.2.3 Métodos e procedimentos de coleta e análise de dados qualitativos

Após a aplicação dos Questionários e análise dos resultados, a técnica de Grupo Focal foi aplicada com roteiro estruturada, a fim de aprofundar a compreensão dos resultados observados nas etapas quantitativas e também realizar levantamento e priorização de demandas tecnológicas para utilizar no cultivo de hortaliças em SPDH.

Morgan (1996) define Grupo Focal como uma técnica de pesquisa que coleta dados por meio da interação em grupo sobre um tema determinado pelo pesquisador, entretanto, deve-se observar três componentes essenciais. Primeiro: os grupos focais se configuram em um método de pesquisa dedicado à coleta de dados; segundo: como a interação de uma discussão em grupo para coletar dados; e, terceiro: o papel ativo do pesquisador na criação da discussão em grupo para coleta de dados, finalidades.

O Grupo Focal foi estruturado com base na proposta de Morgan (1996), que sugere as fases apresentadas a seguir: planejar o Grupo Focal, recrutar participantes, moderar Grupo Focal e analisar dados e divulgar resultados. Sua operacionalização foi organizada com base em três papéis principais: o moderador, o responsável por esclarecer dúvidas, mediar discussões e fornecer instruções; o monitor, para auxiliar na discussão e fornecer informações técnicas sobre o tema; e, os participantes, que interagem com os demais membros do grupo, avaliam e debatem o que é apresentado como objeto de avaliação.

No caso deste trabalho, destinado ao levantamento de demandas tecnológicas para utilizar na produção de hortaliças em SPDH, o moderador é o pesquisador; os agricultores, os participantes; o monitor é o extensionista da Epagri, que conhece a área de aplicação e auxilia no debate.

Os participantes foram escolhidos em virtude de estarem envolvidos no cultivo de hortaliças em SPDH, no contexto do projeto promovido pela Epagri, no Estado de Santa Catarina (SC) e por participarem da primeira etapa respondendo os Questionários 1 e 2. Para a comunicação entre o pesquisador e os participantes (contato inicial, convite a participar do estudo e avisos), foi adotado o aplicativo WhatsApp, devido à sua ampla difusão e característica de uso gratuito.

A dinâmica do Grupo Focal foi estruturada em duas etapas (encontros), conforme roteiro especificado no Apêndice G.

Os encontros foram realizados nos dias 02 de agosto de 2021 (segunda-feira) e 05 de agosto de 2021 (quinta-feira), com duração de duas horas cada um. As etapas foram realizadas com a utilização da plataforma Google Meet, por meio de videochamadas *on line*. Esta ferramenta permite o compartilhamento da tela do computador, além de outros recursos.

O link da reunião foi encaminhado via WhatsApp e oito agricultores e o extensionista da Epagri o acessaram. Ao início de cada etapa, solicitou-se aos participantes autorização para a gravação do áudio das reuniões, com a finalidade de ouvi-los novamente durante o processo de escrita. Nas duas etapas realizadas houve a concordância de todos os participantes.

A análise de conteúdo das etapas seguiu o método proposto por Bardin (2016). De maneira ampla, o processo envolve três etapas: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento e análise dos resultados. Além disso, utilizou-se o agrupamento por semelhança para gerar a lista de demandas tecnológicas na primeira etapa e a Matrix de prioridade GUT para gerar a lista com pontuação, priorizando as demandas tecnológicas pelos agricultores. A Matriz auxilia na priorização da resolução de problemas por meio de três critérios: Gravidade, Urgência e Tendência. Criada por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe, é uma ferramenta muito usada no setor empresarial e auxilia na definição de prioridades e na tomada de decisão.

No caso da pesquisa, realizou-se uma adaptação e somente a Urgência foi pontuada, seguindo a escala de 0 a 4, sendo 0 – sem prioridade, 1 – baixa prioridade, 2 – prioridade, 3 – muita priorização e 4 – extrema priorização.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa. A primeira etapa, consiste na análise bibliométrica Apêndice B, do portfólio bibliográfico (PB) e análise de conteúdo da revisão sistemática da literatura (RSL). A segunda etapa consiste na análise quantitativa dos dados coletados através do Questionário 1, o qual refere-se às práticas e tecnologias existentes, com possibilidade de utilização no cultivo em SPDH, bem como os dados demográficos dos entrevistados.

Na sequência, desenvolveu-se a análise descritiva das variáveis coletadas no Questionário 2 e a modelagem de equações estruturais através da análise do modelo de mensuração e do modelo estrutural.

A terceira etapa consiste na análise qualitativa dos dados, através da análise de conteúdo das entrevistas e tem como objetivo investigar os fenômenos identificados na análise quantitativa e também os que não foram abordados nesta etapa.

4.1 Tecnologias existentes e critérios utilizados para adoção de inovação tecnológica no cultivo de hortaliças

A análise de conteúdo buscou categorizar os tipos de tecnologias e critérios utilizados para a adoção de inovação tecnológica no cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH).

Acerca da Tecnologia de Agricultura de Precisão (TAP) e Sistemas da Informação (SI), onde foram encontrados 13 estudos, López Riquelme *et al.* (2009); Mandel *et al.* (2012); Mirsky *et al.* (2009), Canali *et al.* (2013); An *et al.* (2015); Monisha e Dhanalakshmi (2015); Ojha, Misra e Raghuwanshi (2015); Bawden *et al.* (2017); Chandra *et al.* (2018); Ji *et al.* (2018a); Mahmood e Murdoch (2018); Schimmelpfennig (2018); Jin *et al.* (2019); e, Ziegler *et al.* (2019).

Tais tecnologias são utilizadas com sistemas de informação, em que o agricultor consegue monitorar em tempo real as condições de produção. Porém, há limitações de aplicação em propriedades de menor porte, devido aos custos e necessidade de máquinas adequadas, o que sugere a realização de pesquisas futuras.

12 estudos realizados na última década por Chen *et al.* (2011); Chen *et al.* (2012); Yang *et al.* (2014); Shi (2015); Ma *et al.* (2016); Jin *et al.* (2018); Ji *et al.* (2018b); Han e Chen (2018);

Han *et al.* (2018); Liu *et al.* (2018); Zhou *et al.* (2018); e, Dihingia *et al.* (2018) confirmam que as Tecnologias de Transplantadores de Mudas (TTM) auxiliam no processo de cultivo e mostram uma evolução no plantio, aumentando a produtividade, qualidade e diminuindo os esforços físicos dos trabalhadores.

Quatro estudos, Rajkumar (2010); Wang *et al.* (2013); Waisnawa *et al.* (2018); e, Raut *et al.* (2019), foram dedicados à Tecnologia de Transporte e Logística (TTL), a qual é utilizada para transportar e monitorar os produtos frescos, além de sistemas de refrigeração que são fundamentais para manter os produtos com as qualidades exigidas pelas normas até chegarem ao consumidor final.

No quesito Tecnologias de Armazenamento e Embalagens Pós-Colheita, um autor, Ali *et al.* (2018) demonstrou que, nas operações mecânicas de corte e descascamento na colheita, ocorre liberação de conteúdos celulares, que propiciam o crescimento de microrganismos patogênicos e deterioração do produto. O autor salienta ainda que tratamentos pós-colheita são utilizados, além de embalagens projetadas para fornecer uma distribuição uniforme do fluxo de ar e manter o produto refrigerado.

A esterilização é um dos métodos mais eficazes de conservação de alimentos e as Tecnologias de Esterilização de Produtos Frescos (TEPF), como a térmica, têm sido amplamente empregadas, segundo dois estudos do PB, possibilitando aos agricultores oferecer produtos com sabor mais fresco e melhor qualidade para o consumidor final.

A produção de vegetais é caracterizada pelo tráfego intenso de máquinas e equipamentos, particularmente durante a colheita. Em consequência ocorre a compactação do solo, dificultando a produção. É possível ser eliminada esta situação, desde que ocorra o controle de todos os implementos e seja adotado um intervalo específico e que todos os trilhos de rodas sejam posicionados em faixas específicas. Tecnologias de Controle de Tráfego (TCT) no Processo de Cultivo são utilizadas no PB e quatro autores pesquisaram.

Outras quatro pesquisas Deng *et al.* (2010); Chung *et al.* (2015); Beza *et al.* (2018); e, Strigaro *et al.* (2019) afirmam que para garantir a produtividade e rentabilidade estáveis, o monitoramento e controle contínuo e intensivo do ambiente de produção de culturas protegidas (em estufas) são essenciais e diminuem desperdícios de tempo e mão-de-obra. Desta forma, as Tecnologias de Sistema de Monitoramento Climático, Temperatura e Umidade são fundamentais, mas, é necessário atenção com o controle inadequado para evitar desperdícios.

As Tecnologias de Controle de Ervas Daninhas (TCED) estão substituindo o controle químico das últimas décadas, que levaram a um aumento no número de populações de ervas

daninhas e resistência aos herbicidas. Algumas técnicas minimizam e auxiliam no controle, como por exemplo, herbicidas e biopesticidas à base de produtos naturais, culturas de cobertura de solo e robôs semiautônomos e autônomos. Quatro estudos, realizados por Dorn *et al.* (2015); Defterli *et al.* (2016); Holmes *et al.* (2017); e, Westwood *et al.* (2018) evidenciaram a evolução no controle de ervas daninhas.

Outro fator fundamental é a qualidade dos produtos oferecidos para o consumidor, neste aspecto, um estudo, de Bandal e Thirugnanam (2016) demonstrou que as Tecnologias de Sensores para Medir a Qualidade de Frutas e Vegetais (TSMQFV) pode ser utilizada para avaliar e garantir a qualidade de produtos frescos.

As Tecnologias de Agricultura Orgânica utilizam emendas baseadas em carbono, diversas rotações de culturas e culturas de cobertura com plantio direto para aumentar a fertilidade do solo. Tais práticas aumentam a matéria orgânica do solo biologicamente disponível e as atividades benéficas dos micróbios e invertebrados do solo, melhoram as propriedades físicas, reduzem o potencial de doenças e aumentam a saúde das plantas. 17 estudos, Leavitt *et al.* (2011); Pritchett, Kennedy e Cogger (2011); Brainard *et al.* (2013); Price e Norsworthy (2013); Anderson (2015); Saunders Bulan *et al.* (2015); Wayman *et al.* (2015); Leskovar *et al.* (2016); Reeve *et al.* (2016); Tian *et al.* (2016); Bietila *et al.* (2017); Chen *et al.* (2017); Nordey *et al.* (2017); Zhang e Ni (2017); Bavorova *et al.* (2018); Beach *et al.* (2018); e, Norris e Congreves (2018) evidenciaram as práticas de plantio com agricultura orgânica.

Em 11 estudos anteriores, Dursun e Ozden (2011); (Majsztrik *et al.* (2013); Jewell (2016); Manimaran e Arfath (2016); Todorovic *et al.* (2016); Cahn e Johnson (2017); De Pascale *et al.* (2018); Yang *et al.* (2018); Zhang *et al.* (2018); Bjornlund e Bjornlund (2019); e, Fourati *et al.* (2019) demonstram que Tecnologias de Reciclagem de Água, para Irrigação e Fertilizantes (TRAIF) são sistemas de captação, controle e monitoramento de água e fertilizantes e contribuem com menos desperdícios e dosagem correta, aumentando a qualidade e bem-estar das plantas, possibilitando melhores rendimentos e aproveitamento dos recursos naturais.

Outros dois estudos, Wang *et al.* (2014) e Gao *et al.* (2015) mostram que em países desenvolvidos do Ocidente, a indústria de hortícolas de estufa tornou-se altamente mecanizada com a utilização de Tecnologias de Colheita (TC), sistemas de produção relativamente estáveis e ferramentas de apoio com alta tecnologia, a fim de melhorar a eficiência da colheita e custos com mão-de-obra.

Em nove estudos, Li *et al.* (2010); Maldonado (2010); Pekkeriet e Van Henten (2011);

Bechar e Vigneault (2016); Defterli *et al.* (2016); Quan *et al.* (2016); Bechar e Vigneault (2017); Liu (2017); e, Fennimore e Cutulle (2019) demonstram que nos próximos anos, máquinas serão introduzidas na horticultura, usando Tecnologias Robóticas (TR), combinando *design* mecânico inteligente com sensores e inteligência artificial, necessários para executar tarefas difíceis e que exigem muita mão de obra humana, diminuindo os esforços físicos e aumentando a qualidade e produtividade.

O Quadro 4 apresenta detalhadamente as tecnologias citadas.

Quadro 4 - Tecnologias existentes no cultivo de hortaliças, grãos e frutas (Continua)

Aplicação	Tecnologia	Autores
Sistema de informação com monitoramento da colheita	Tecnologias de agricultura de precisão (sistemas de informações)	Monisha e Dhanalakshmi (2015)
Sistema de informação com monitoramento do crescimento e produtividade das culturas, sistemas de manejo de nutrientes do solo e eficiência no uso de nutrientes, manejo integrado adequado de pragas, eficiência no uso de energia e economia.		Mandel <i>et al.</i> (2012)
Controle mecânico com rolo crimpador das culturas de cobertura para o plantio direto		Mirsky <i>et al.</i> (2009), Canali <i>et al.</i> (2013)
Gerenciamento na administração da produção		Schimmelpfennig (2018)
Sistema com Android de visualização e manipulação remotamente de informações da área cultivada		Ji <i>et al.</i> (2018a)
Sistema de informação com monitoramento no cultivo de hortaliças com raiz como a beterraba e batata		Mahmood e Murdoch (2018)
Tecnologia de informação em projetos de irrigação automática na agricultura de precisão		An <i>et al.</i> (2015)
O estudo investiga a eficácia e as prováveis limitações nos serviços de informações sobre o mercado agrícola		Ziegler <i>et al.</i> (2019)
Design, desenvolvimento e teste de uma plataforma robótica modular com uma matriz de remoção heterogênea de ervas daninhas para a agricultura		Bawden <i>et al.</i> (2017)
Explorar e identificar os indicadores de barreiras institucionais que dificultam o processo de treinamento para transferência de tecnologia por trás do atraso na adoção da tecnologia que afeta a produção agrícola		Chandra <i>et al.</i> (2018)
Revisão de literatura em estudos de casos com utilização de sensores de redes sem fio na agricultura		Ojha, Misra e Raghuwanshi (2015)
Utilização de sistema com sensores sem fio para medir várias características do solo, como temperatura, teor de umidade volumétrica e salinidade no cultivo de repolho		López Riquelme <i>et al.</i> (2009)
Semeadora elétrica para sementes de hortaliças		Jin <i>et al.</i> (2019)

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 4 - Tecnologias existentes no cultivo de hortaliças, grãos e frutas (Continuação)

Aplicação	Tecnologia	Autores
Máquina para transplantar mudas de tomate	Tecnologias de transplantador de mudas	Jin <i>et al.</i> (2018)
Máquina automática para transplantar mudas de pimenta		Han <i>et al.</i> (2018)
Simulação e análise dos resultados para verificar o funcionamento do sistema transplantador de mudas de hortaliças com engrenagens planetárias		Chen <i>et al.</i> (2012)
Simulação e análise dos resultados para verificar o funcionamento do sistema transplantador de mudas de hortaliças em vasos		Chen <i>et al.</i> (2011)
Dispositivo de semeadura de precisão para mudas de hortaliças		Liu <i>et al.</i> (2018)
Sistema mecânico para o transplante de mudas de tomate com vaso de papel		Han e Chen (2018)
Máquina para o transplante de mudas de milho		Shi (2015)
Desenvolvimento equipamento para transplantar mudas de flores		Zhou <i>et al.</i> (2018)
Desenvolvimento projeto bandeja para transplantar mudas de milho		Ma <i>et al.</i> (2016)
Desenvolvimento equipamento para transplantar mudas com engrenagens planetárias		Ji <i>et al.</i> (2018b)
Máquina para o transplante de mudas de tomate, berinjela e pimenta		Dihingia <i>et al.</i> (2018)
Máquina para o transplante de mudas de milho		Yang <i>et al.</i> (2014)
Estudo da organização no transporte de legumes desde o local de cultivo até o consumidor final	Tecnologias de armazenamento, transporte e logística	Rajkumar (2010)
Tecnologia contemporânea de engenharia no processamento e armazenamento de produtos agrícolas, seguindo o princípio da realidade, hierarquia, estabilidade e abertura		Wang <i>et al.</i> (2013)
Estudo com indicadores de desempenho "forte" (operacional e baseado em tecnologia) e "suave" (baseado em recursos humanos) da cadeia de valor verde são analisados no contexto da indústria agrícola		Raut <i>et al.</i> (2019)
Sistema de refrigeração para armazenamento e transporte de frutas e vegetais		Waisnawa <i>et al.</i> (2018)
Tratamentos químicos inovadores para desinfecção e lavagem de hortaliças pós-colheita	Tecnologias para desinfecção e lavagem de hortaliças pós-colheita	Ali <i>et al.</i> (2018)
Agricultura de tráfego controlado com máquinas na mesma largura na produção de hortaliças e grãos	Tecnologias de controle de tráfego no processo de cultivo	Pedersen <i>et al.</i> (2016), Mcphee e Aird (2013)
Avaliação de retornos na utilização da agricultura de tráfego controlado entre três diferentes sistemas na produção de hortaliças		Mcphee <i>et al.</i> (2018)
Avaliação na utilização da agricultura com tráfego controlado na produção de hortaliças		Mcphee <i>et al.</i> (2015)
Dispositivos de baixo custo para o gerenciamento de recursos e riscos naturais	Tecnologias de sistema de monitoramento climático, temperatura e umidade	Strigaro <i>et al.</i> (2019)
Utilização de celulares para o monitoramento das condições como (luz, temperatura, umidade) no ambiente protegido de produção		Chung <i>et al.</i> (2015)
Utilização da tecnologia SMS móvel por agricultores familiares para fornecer informações relacionadas a fazenda		Beza <i>et al.</i> (2018)
Rede de sensores sem fio baseada em ZigBee e PDA para visualização em tempo real de informações de campo		Deng <i>et al.</i> (2010)

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 4 - Tecnologias existentes no cultivo de hortaliças, grãos e frutas (Continuação)

Aplicação	Tecnologia	Autores
Tendências emergentes em tecnologia e inovação para fornecer gerenciamento sustentável de ervas daninhas no futuro	Tecnologias de controle de ervas daninhas	Westwood <i>et al.</i> (2018)
Avaliação na utilização de 12 espécies de culturas de cobertura para a supressão de ervas daninhas		Holmes <i>et al.</i> (2017)
Robótica e tecnologias utilizadas no cultivo de morangos		Deferli <i>et al.</i> (2016)
Estudo de campo com utilização de seis culturas de cobertura para supressão de ervas daninhas		Dorn <i>et al.</i> (2015)
Estrutura automatizada utilizando uma rede multisensor para predizer a qualidade de frutas e legumes.	Tecnologias de sensores para medir a qualidade de frutas e vegetais	Bandal e Thirugnanam (2016)
Estudo dos fatores que influenciam a saúde do solo e das plantas com agricultura orgânica	Tecnologias de agricultura orgânica (rotação de cultura e cobertura de solo com plantio direto)	Reeve <i>et al.</i> (2016)
Estudo com informações sobre as tecnologias de cultivo de plantas e fatores que impedem os gerentes de fazendas em utilizar o cultivo com plantio direto		Bavorova <i>et al.</i> (2018)
Investigação com 8 solos diferentes tratados com a adição do composto <i>Caragana microphylla-straw</i>		Tian <i>et al.</i> (2016)
Experimento para examinar três tipos de grãos, quatro ervilhacas e uma mistura de cevada e ervilhaca e finalizados o cultivo com dois métodos mecânicos e em dois momentos diferentes para verificar a supressão de ervas daninhas.		Wayman <i>et al.</i> (2015)
Pesquisa para avaliar o uso de plantas de cobertura em conjunto com práticas de plantio direto		Price e Norsworthy (2013), Zhang e Ni (2017), Anderson (2015), Nordey <i>et al.</i> (2017), Beach <i>et al.</i> (2018), Brainard <i>et al.</i> (2013)
Experimento examinou o cultivo com plantio direto utilizando cobertura vegetal para produção de vegetais orgânicos		Bietila <i>et al.</i> (2017)
Eficácia do trigo tártero em relação ao trigo sarraceno na supressão de plantas daninhas, durante a fase de cobertura e após o manejo da cobertura durante a produção de repolho		Saunders Bulan <i>et al.</i> (2015)
Estudo para avaliar a influência de diferentes métodos de preparo do solo (duas práticas convencionais e duas de conservação) em conjunto com uma cultura mista de inverno para a supressão de ervas daninhas		Chen <i>et al.</i> (2017)
Estudo para avaliar a influência das práticas de lavoura convencional e de tiras e três níveis de status da água		Leskovar <i>et al.</i> (2016)
Revisão da literatura para entender como o manejo influenciou vários índices de saúde do solo (biologia do solo, química e dinâmica física) e avaliar as implicações para os serviços do ecossistema do solo em sistemas de cultivo de vegetais		Norris e Congreves (2018)
Experimento de campo comparando sistemas de cultivo, estratégias de preparo do solo		Pritchett, Kennedy e Cogger (2011)
Estudo para avaliar o uso do plantio direto com plantas de cobertura na produção de tomate		Leavitt <i>et al.</i> (2011)

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 4 - Tecnologias existentes no cultivo de hortaliças, grãos e frutas (Conclusão)

Aplicação	Tecnologia	Autores
Projeto para fornecer treinamentos no gerenciamento de irrigação e subsídios de atualização na infraestrutura para rios licenciados e irrigadores de água potável em áreas de Sydney, para produtores de hortaliças	Tecnologias de reciclagem de água, irrigação e fertilizantes	Jewell (2016)
Novas abordagens para a programação de irrigação de hortaliças utilizando tecnologias		Cahn e Johnson (2017)
Sistema de irrigação automatizado de baixo custo usando uma rede de sensores sem fio e um módulo GPRS		Manimaran e Arfath (2016), Dursun e Ozden (2011)
Sensores de rede sem fio para irrigação de frutas e vegetais		(Majsztrik <i>et al.</i> (2013))
Redes Neurais Convolucionais para identificação de sistemas de irrigação por pivô central		Zhang <i>et al.</i> (2018)
Aplicação de irrigação de precisão baseada em tecnologias sem fio e de apoio à decisão		Fourati <i>et al.</i> (2019)
Sistema Hydro-Tech desenvolvido para o gerenciamento da irrigação de pomares de pêssego, oliveira, vinho, uvas de mesa e legumes		Todorovic <i>et al.</i> (2016)
Estudo na otimização da tecnologia de irrigação de fertilizantes para terras pouco salinizadas que já são cultivadas em áreas de revestimento de hortaliças.		Yang <i>et al.</i> (2018)
Estrutura integrada que explica como os fatores socioeconômicos e biofísicos influenciam o desenvolvimento do gerenciamento da água agrícola		Bjornlund e Bjornlund (2019)
Visão geral de estudos científicos recentes sobre ferramentas e técnicas para determinar momento da irrigação e do fertilizante nitrogenado e suas quantidades		De Pascale <i>et al.</i> (2018)
Revisão de literatura para reduzir a temperatura de esterilização nos alimentos, usando combinações de tecnologias térmicas e não térmicas, como alta pressão, UV, luz pulsada, ultrassônica, campo elétrico pulsado, irradiação e plasma frio	Tecnologias de esterilização e segurança alimentar de produtos frescos	Li e Farid (2016)
Estudo com produtores de frutas e legumes para estimar o uso atual das práticas de segurança alimentar		Adalja e Lichtenberg (2018)
Colheitadeira automática no cultivo de alface	Tecnologias de Colheita	Gao <i>et al.</i> (2015)
Máquinas para colheita de repolho, tomate e cenoura		Wang <i>et al.</i> (2014)
Analise do desenvolvimento atuai de sistemas mecatrônicos e robóticos de alta tecnologia em horticultura e perspectivas futuras	Tecnologias robóticas	Pekkeriet e Van Henten (2011)
O estudo analisa as possíveis aplicações de tecnologias de automação e robótica em empacotadoras hortícolas		Li <i>et al.</i> (2010)
O estudo investiga esforços de pesquisa, desenvolvimentos e inovação em robôs agrícolas para operações de campo, seus conceitos, princípios, limitações e lacunas associados		Bechar e Vigneault (2016)
Pesquisa, desenvolvimento e inovação em robôs agrícolas para operações de campo, com foco nas características, medidas de desempenho, tarefas e operações agrícolas		Bechar e Vigneault (2017)
Análise no processo de desenvolvimento de pesquisa sobre tecnologia robótica para colheita de diferentes culturas hortícolas em estufa		Liu (2017)
A revisão aborda o status da robótica para manuseio, armazenamento e transporte de produtos hortícolas frescos e destaca novas descobertas significativas		Maldonado (2010)
Robô para cultivo vertical em uma fábrica de plantas hortícolas		Quan <i>et al.</i> (2016)
Tecnologias de robótica e automação na produção de morangos		Defterli <i>et al.</i> (2016)
Robótica para o controle de ervas daninhas		Fennimore e Cutulle (2019)

Fonte: Autoria própria (2019).

O Quadro 5 apresenta os critérios para adoção de inovação tecnológica, com os respectivos autores de cada estudo.

Quadro 5 - Critérios para adoção de inovação tecnológica (Continua)

Critério	Descrição	Variável	Autores
Vantagem relativa	Grau em que uma inovação é percebida como melhor do que outra existente (agricultura orgânica sustentável) X (Agricultura convencional)	Lucratividade Custos com insumos químicos Horas de trabalho Segurança Economia de tempo Imagem do agricultor na sociedade Surtos de praga Problemas com ervas daninhas Benefícios ambientais	
Compatibilidade	Refere-se ao grau em que uma inovação é percebida como consistente com os valores existentes, experiências passadas e as necessidades de potenciais adotantes	Custos para implantação da agricultura orgânica sustentável é compatível com os valores do proprietário das terras Valores compatíveis com a comunidade agrícola pertencente Necessidades agrícolas compatíveis Condições locais Operações agrícolas	Tey <i>et al.</i> (2013)
Complexidade	Definida como o grau em que uma inovação é percebida como difícil de entender e usar	Facilidade de entendimento Treinamento adicional Simplicidade e técnica Facilidade de implementação	
Experimentação	É o grau em que uma inovação pode ser experimentada em uma base limitada, ou seja, podem ser testadas em pequena escala antes da implantação completa	Testada sem alterar as operações existentes Testada em parcelas selecionadas Testado em período selecionado Testado em Variedades	
Observabilidade	Refere-se ao grau em que os resultados de uma inovação são visíveis	Proteção dos recursos naturais Produzir perspectivas Paisagem agrícola Aceitabilidade do consumidor	
Demografia dos entrevistados	Características demográficas dos entrevistados	Anos de cultivo Anos de cultivo orgânico Porcentagem da semana gasta na agricultura Porcentagem da renda familiar da agricultura	
Demografia da fazenda	Características demográficas da fazenda	Culturas primárias Área cultivada Posse da terra Textura do solo Certificação orgânica	Lowry e Brainard (2019)
Práticas de cultivo em uma cultura específica	Informações específicas de cada entrevistado sobre as práticas empregadas para produzir uma colheita específica em sua fazenda.	Milho Feijão Soja Abóbora Brócolis	
Adoção do plantio direto	Classificação dos entrevistados no seu interesse na adoção do plantio direto	Interesse na adoção de práticas específicas Conhecimentos de práticas Percepções de benefícios Percepções de barreiras	
Critério	Descrição	Variável	Autores

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 5 - Critérios para adoção de inovação tecnológica (Conclusão)

Critério	Descrição	Variável	Autores
Agricultura sustentável	Adoção de práticas associadas a uma agricultura sustentável	Conservação da agricultura Controle de pragas integrado Agricultura orgânica Agricultura de precisão Gerenciamento de uso de água	Leite <i>et al.</i> (2014)
Vínculo	Capital social constituído por membros da família, amigos e trabalhadores agrícolas, fornecendo diferentes formas de apoio como: trabalho, recursos financeiros e apoio emocional	Membros da familiar Amigos e colegas Trabalhadores agrícolas	
Pontes	Capital social constituído por pontes de apoio como: conselheiros transmitindo conhecimento e atualizando os agricultores das novas tendências tecnológicas	Consultor independente Empresas exportadoras Empresas de serviços agrícolas	Cofré-Bravo; Klerkx; Engler (2019)
Vinculação	A Vinculação do capital social são principalmente instituições financeiras e centros de pesquisa	Bancos Associações Centros de pesquisa Agências governamentais	
Características socioeconômicas	Características socioeconômicas do proprietário da fazenda	Anos de idade Nível de educação Experiência de cultivo	
Estrutura da fazenda	Características estruturais da fazenda	Tamanho total da fazenda Tamanho do pomar Especialização	
Características socioeconômicas	Características socioeconômicas do proprietário da fazenda	Anos de idade Nível de educação Gênero Experiência de cultivo Estado civil Tamanho da família Ocupação principal Renda	
Status de crédito	Status de crédito dos entrevistados (financiado ou não financiado)	Não mutuários Mutuários	Aghanen u e Onemole as (2012)
Tecnologias	Tecnologias adotadas pelos entrevistados	Fertilizantes Herbicidas Inseticidas Variedades melhoradas Controle de água Bomba motorizada Poços de tubos/lavatórios Construção de canais para irrigação	

Fonte: Autoria própria (2019).

Cinco estudos, Aghanenu e Onemoleas (2012); Tey *et al.* (2013); Leite *et al.* (2014); Cofré-Bravo; Klerkx; Engler (2019); e Lowry e Brainard (2019), apontam os Critérios utilizados para a Adoção de Tecnologias e Redes de Suporte para os Agricultores. Constatou-se que a decisão para que as tecnologias possam ser adquiridas e implementadas, é influenciada pelas características do proprietário, dos familiares, da propriedade, condições de produção,

percepções de tecnologias e fatores ambientais.

Além disso, agricultores proativos que exploram tecnologias e práticas de ponta, desenvolvendo redes menos diversificadas, mas que alcançam a mesma diversidade de capital social por meio de relações indiretas ou capital social substituto, mediado principalmente por intermediários de conhecimento, obtém melhores resultados finais.

4.2 Práticas e tecnologias adotadas por agricultores envolvidos no SPDH

Os participantes foram convidados a participar da pesquisa mediante contato realizado pelos extensionistas da Epagri, que inicialmente apresentaram o objetivo da mesma. Após o aceite em participar, foi enviado via aplicativo WhatsApp o Questionário 1, estruturado no Google Forms. Para aqueles com dificuldade em operar tal tecnologia, o pesquisador entrou em contato via telefone para realização da entrevista e coleta de dados. Em alguns casos os extensionistas auxiliaram os entrevistados a utilizarem o aplicativo.

Foram obtidas 50 respostas e os dados exportados via *Google Docs* para uma planilha do Microsoft Excel e após tratamento adequado, foi realizada a configuração das variáveis, o que auxiliou na caracterização da amostra e na posterior análise da estatística descritiva.

4.2.1 Características demográficas do proprietário da propriedade

A Tabela 1 apresenta as características demográficas do proprietário da propriedade.

Tabela 1 - Características demográficas do proprietário da propriedade

Variável	Valor	Frequência	Média	% de casos
Idade	Anos	50	43	
Escolaridade	Ensino fundamental incompleto	10		20,00%
	Ensino fundamental completo	7		14,00%
	Ensino médio incompleto	5		10,00%
	Ensino médio completo	21		42,00%
	Graduação	6		12,00%
	Pós-graduação	1		2,00%
	Nenhuma	0		0,00%
Experiência agrícola	Anos	50	23,5	

Fonte: Autoria própria (2021).

Observa-se na Tabela 1 que a média de idade dos respondentes é de 43 anos e a maioria (42%) tem ensino médio completo. Acerca da experiência na área agrícola, a média é de 23,5 anos. Sendo que a idade apresentou valores próximos aos estudos de Aghanenu e Onemolease (2012); Zhang *et al.* (2019); e, Ronaghi; Forouharfar, (2020). Relativo à escolaridade e

experiência na agricultura, os valores estão acima dos verificados em estudos anteriores.

4.2.2 Características demográficas da família

A Tabela 2 apresenta as características demográficas da família.

Tabela 2 - Características demográficas da família

Variável	Valor	Frequência	Média	% de casos
Membros da família	Número	50	4	
Renda familiar mensal	Até 1.045,00 reais	2		4,00%
	Entre 1.045,00 e 2.090,00 reais	6		12,00%
	Entre 2.090,00 e 6.270,00 reais	24		48,00%
	Entre 6.270,00 e 10.450,00 reais	12		24,00%
	Acima de 10.450,00 reais	6		12,00%

Fonte: Autoria própria (2021).

Analizando a Tabela 2, observa-se que a média no número de membros da família dos respondentes é de quatro pessoas sendo igual a pesquisa de (ZHANG *et al.*, 2019), e a maioria (48%), tem uma renda mensal entre 2.090,00 e 6.270,00 reais, sendo este valor específico do país da pesquisa.

4.2.3 Características demográficas da propriedade

A Tabela 3 apresenta as características demográficas da propriedade.

Tabela 3 - Características (Demográficas) da propriedade

Variável	Valor	Frequência	Média	% de casos
Área plantada	Hectares	50	5	
Demonstração de tecnologia na propriedade	Sim	28		56,00%
	Não	22		44,00%
Cooperativo	Sim	13		26,00%
	Não	37		74,00%

Fonte: Autoria própria (2021).

A análise da Tabela 3 permite constatar que a média da área de cultivo é de cinco hectares, valor maior que os resultados de Lowry e Brainard; e Zhang *et al.* (2019). A maioria (56%), disponibilizou a propriedade para demonstração de novas tecnologias, acima do verificado no estudo de Zhang *et al.* (2019), no qual o valor ficou abaixo de 50%. Este estudo destaca que quanto mais participarem de demonstração mais propensos estão em adotar novas tecnologias.

Esta diferença a maior no percentual em comparação com outra pesquisa, deve-se, em

grande parte, ao apoio e incentivo que os agricultores recebem, principalmente da Epagri. Percebe-se ainda que 74% dos respondentes não fazem parte de cooperativa ou associação de produção, beneficiamento e/ou comercialização de hortaliças. Conforme os resultados na análise qualitativa do Grupo Focal, os respondentes encontram dificuldades na cooperação, por falta de incentivo e/ou confiabilidade.

4.2.4 Condições de produção de hortaliças

A Tabela 4 apresenta as condições de produção de hortaliças.

Tabela 4 - Condições de produção de hortaliças

Variável	Valor	Frequência	Média	% de casos
Treinamento	Sim	37	15	74,00%
	Não	13		26,00%
Distância até o mercado mais próximo	Quilômetros	50		
Água	Nascente	13	15	26,00%
	Água de poço	7		14,00%
	Açude	7		14,00%
	Rio ou riachos	17		34,00%
	Sistema de reaproveitamento da água da chuva	3		6,00%
	Água comunitária	3		6,00%

Fonte: Autoria própria (2021).

Analizando a Tabela 4, observa-se que os membros da propriedade de 74% dos respondentes participaram de treinamentos sobre tecnologias agrícolas, resultado próximo ao obtido no estudo de Zhang *et al.* (2019) com 88%. A média da distância da propriedade até o mercado mais próximo é de 15 quilômetros, valor acima do estudo citado, que é de 5,49 km. Esta diferença sofre influência de acordo com a região de cada estudo.

Quanto à principal fonte de água utilizada para produção de hortaliças nas propriedades, 34% é proveniente de rios e riacho. Este dado demonstra a necessidade da adoção de novas tecnologias para reciclagem de água, devido aos grandes períodos de estiagem enfrentados pelos agricultores, que dificultam a irrigação ideal e geram perdas na produção, conforme resultados da análise qualitativa.

4.2.5 Percepções de tecnologias

A Tabela 5 apresenta as percepções de tecnologias.

Tabela 5 - Percepções de tecnologias

Variável	Valor	Frequência	% de casos
Acesso a informações	Sim	44	88,00%
	Não	6	12,00%
Custos para adoção de novas tecnologias	Baixo	20	40,00%
	Moderado	29	58,00%
	Alto	1	2,00%

Fonte: Autoria própria (2021).

Analizando a Tabela 5 observa-se que 88% dos respondentes conseguem acessar as informações que necessitam com facilidade e precisão. De forma contrária, no estudo de Zhang *et al.* (2019) e Li *et al.* (2020), os entrevistados encontram dificuldades para acessar informações. Além disso, para Cofré-Bravo, Klerkx e Engler (2019) a inovação agrícola é influenciada pelas redes sociais nas quais os agricultores estão inseridos ou foram criadas propositadamente para apoiá-los e ajudá-los em seus esforços de inovação, fornecendo conhecimento e outros recursos e suportes.

58% dos respondentes considera moderada a percepção em relação aos custos necessários para adotar novas tecnologias no cultivo com o SPDH, considerando uma escala Likert de três pontos (Baixo, Moderado e Alto). Tal percentual deve-se ao fato de que muitas das tecnologias apresentadas são desconhecidas pelos agricultores, dificultando a percepção referente aos custos para adotá-las. Outro ponto observado na análise qualitativa é de que para adotarem uma tecnologia, os respondentes necessitam conhecer e experimentar se realmente funciona, o que é tornado possível em campos de demonstração. E Tey *et al.* (2013) explicam que a tecnologia é percebida como consistente quando comparada com valores e experiências existentes.

4.2.6 Fatores sócio-ambientais

A Tabela 6 apresenta os fatores sócio-ambientais.

Tabela 6 - Fatores sócio-ambientais

Variável	Valor	Frequência	% de casos
Membro de Associação	Sim	12	24,00%
	Não	38	76,00%
Área de campo facilita uso de novas tecnologias	Sim	37	74,00%
	Não	13	26,00%
Agricultor vizinho adotou algum tipo de tecnologia	Sim	23	46,00%
	Não	27	54,00%
Acesso a subsídios de políticas públicas	Sim	44	88,00%
	Não	6	12,00%

Fonte: Autoria própria (2021).

Analisando a Tabela 6, observa-se que a maioria dos respondentes (76%) não fazem parte de associação de produtores para promover o desenvolvimento rural e 74% fazem. Além disso, em 54% dos dados, agricultores vizinhos adotaram algum tipo de tecnologia e 88% já tiveram acesso a algum tipo de subsídio de políticas públicas.

Segundo o estudo de Cofré-Bravo, Klerkx e Engler (2019), as associações podem oferecer informações sobre preços e regulamentações fitossanitárias e sanitárias nos mercados de destino e para Zhang *et al.* (2019), nos casos em que são membros de associações, se algum vizinho adotou algum tipo de tecnologia e se tiver acesso à subsídios de políticas públicas, os agricultores tem maior probabilidade em adotar novas tecnologias.

4.2.7 Tecnologias para produção de hortaliças

A Tabela 7 apresenta a análise das tecnologias para produção de hortaliças, com a utilização de uma escala Likert de três pontos (Desconhece as tecnologias; Somente tem conhecimento das tecnologias; e, Atualmente utiliza na propriedade), a fim de avaliar a situação atual dos entrevistados referente às tecnologias vistas na RSL.

Tabela 7 - Fatores ambientais (Continua)

Variável	Valor	Frequência	% de casos
Agricultura de precisão			
Monitorar o crescimento e produtividade	Desconheço as tecnologias	21	42,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	22	44,00%
	Atualmente utilize na propriedade	7	14,00%
Monitorar os dados no manejo de nutrientes do solo	Desconheço as tecnologias	20	40,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	23	46,00%
	Atualmente utilize na propriedade	7	14,00%
Monitorar os dados no manejo integrado de pragas	Desconheço as tecnologias	14	28,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	26	52,00%
	Atualmente utilize na propriedade	10	20,00%
Gestão e gerenciamento da produção	Desconheço as tecnologias	10	20,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	26	52,00%
	Atualmente utilize na propriedade	14	28,00%
Monitoramento do processo de semeadura e fertilização	Desconheço as tecnologias	21	42,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	22	44,00%
	Atualmente utilize na propriedade	7	14,00%
Monitorar os mercados de venda dos produtos agrícolas	Desconheço as tecnologias	15	30,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	26	52,00%
	Atualmente utilize na propriedade	9	18,00%
Monitoramento climático, temperatura e umidade	Desconheço as tecnologias	12	24,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	27	54,00%
	Atualmente utilize na propriedade	11	22,00%
Diversas Tecnologias			
Tecnologias mecanizadas para o transplante de mudas	Desconheço as tecnologias	4	8,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	42	84,00%
	Atualmente utilize na propriedade	4	8,00%

Fonte: Autoria própria (2021).

Tabela 7 - Fatores ambientais (Conclusão)

Variável	Valor	Frequência	% de casos
Tecnologias de armazenamento, transporte e logística	Desconheço as tecnologias	5	10,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	34	68,00%
	Atualmente utilizo na propriedade	11	22,00%
Tecnologias para manipulação, desinfecção e lavagem	Desconheço as tecnologias	19	38,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	29	58,00%
	Atualmente utilizo na propriedade	2	4,00%
Normas e tecnologias para a manipulação dos alimentos	Desconheço as tecnologias	4	8,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	14	28,00%
	Atualmente utilizo na propriedade	32	64,00%
Tecnologias de controle de tráfego	Desconheço as tecnologias	22	44,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	15	30,00%
	Atualmente utilizo na propriedade	13	26,00%
Tecnologias para o controle de ervas daninhas	Desconheço as tecnologias	34	68,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	15	30,00%
	Atualmente utilizo na propriedade	1	2,00%
Tecnologias de sensores para medir a qualidade de frutas e vegetais	Desconheço as tecnologias	34	68,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	16	32,00%
	Atualmente utilizo na propriedade	0	0,00%
Tecnologias de agricultura como (rotação de culturas, cobertura de solo com plantio direto	Desconheço as tecnologias	0	0,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	1	2,00%
	Atualmente utilizo na propriedade	49	98,00%
Tecnologias com sistemas automatizados para monitorar e controlar a reciclagem de água, irrigação e fertilização	Desconheço as tecnologias	10	20,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	30	60,00%
	Atualmente utilizo na propriedade	10	20,00%
Tecnologias mecanizadas e automatizadas para a colheita	Desconheço as tecnologias	27	54,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	21	42,00%
	Atualmente utilizo na propriedade	2	4,00%
Tecnologias robóticas para operações de campo	Desconheço as tecnologias	36	72,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	14	28,00%
	Atualmente utilizo na propriedade	0	0,00%
Tecnologias robóticas para manuseio, armazenamento e transporte	Desconheço as tecnologias	34	68,00%
	Somente tenho conhecimento das tecnologias	15	30,00%
	Atualmente utilizo na propriedade	1	2,00%

Fonte: Autoria própria (2021).

Observa-se que para as tecnologias de agricultura de precisão utilizadas para monitorar o crescimento e produtividade, 44% apenas possuem conhecimento, 42% desconhecem e 14% utilizam. No tocante às tecnologias para monitorar os mercados de venda dos produtos agrícolas, 52% somente possuem conhecimento, 30% desconhecem e 18% utilizam.

Para as tecnologias de monitoramento climático, temperatura e umidade, 54% somente possuem conhecimento, 24% desconhecem e 22% utilizam.

Para as tecnologias de monitoramento no manejo de nutrientes do solo, destacam-se 46% somente possuem conhecimento, 40% desconhecem e 14% utilizam. Em relação às tecnologias que monitoraram o manejo integrado de pragas a maioria dos respondentes (52%) somente possuem conhecimento, 28% desconhecem e 20% utilizam na propriedade.

Entre as tecnologias para gestão e gerenciamento da produção, 52% somente possuem conhecimento, 28% utilizam e 20% desconhecem. Referente às tecnologias para monitorar o

processo de semeadura e fertilização, 44% somente possuem conhecimento, 42% desconhecem e 14% utilizam.

No quesito tecnologias mecanizadas para o transplante de mudas, 84% somente possuem conhecimento, 8% desconhecem e 8% utilizam. Para as tecnologias de armazenamento, transporte e logística, 68% somente possuem conhecimento, 22% utilizam e 10% desconhecem. Ainda, 58% somente possuem conhecimento, 38% desconhecem e 4% utilizam as tecnologias para manipulação, desinfecção e lavagem de hortaliças.

Acerca das normas e tecnologias para manipulação dos alimentos, a análise mostra que 64% utilizam na propriedade, 28% somente possuem conhecimento e 8% desconhecem. Para as tecnologias de controle de tráfego, 44% desconhecem, 30% somente possuem conhecimento e 26% utilizam na propriedade. Sobre as tecnologias para o controle de ervas daninhas, 68% desconhecem, 30% somente possuem conhecimento e 2% utilizam na propriedade.

Referente às tecnologias de sensores para medir a qualidade de frutas e vegetais pós-colheita, 68% desconhecem e 32% somente possuem conhecimento. No que se refere às tecnologias de agricultura (rotação de culturas, cobertura de solo com plantio direto), 98% utilizam na propriedade e 2% somente possuem conhecimento. Acerca das tecnologias com sistemas automatizados para monitorar e controlar a reciclagem de água, irrigação e fertilização, 60% dos respondentes somente possuem conhecimento, 20% utilizam e 20% desconhecem.

Para as tecnologias mecanizadas e automatizadas para a colheita, 54% desconhecem, 42% somente possuem conhecimento e 4% utilizam na sua propriedade. Já em relação às tecnologias robóticas para operações de campo, 72% desconhecem e 28% somente possuem conhecimento. Ainda, 68% desconhecem, 30% somente possuem conhecimento e 2% utilizam na sua propriedade as tecnologias robóticas para o manuseio, armazenamento e transporte da produção.

4.3 Fatores condicionantes para a adoção de novas tecnologias pelos agricultores que utilizam o SPDH

No presente tópico apresenta-se a utilização ou intenção de adoção de novas tecnologias para produção de hortaliças em SPDH pelos agricultores. O Questionário 2 foi aplicado para a mesma amostra do Questionário 1.

A Tabela 8 traz os dados demográficos dos entrevistados.

Tabela 8 - Dados demográficos

Variável	Valor	Frequência	Média	% de casos
Gênero	Masculino	49	43	98,00%
	Feminino	1		2,00%
Idade	Anos	50	43	
Escolaridade	Ensino fundamental incompleto	12	24,00%	
	Ensino fundamental completo	8		16,00%
Experiência Agrícola	Ensino médio incompleto	3	6,00%	
	Ensino médio completo	20		40,00%
	Graduação	6	12,00%	
	Pós-graduação	1		2,00%
	Nenhuma	0	23,5	0,00%
	Anos	50		

Fonte: Autoria própria (2021).

Dos 50 entrevistados, 98% são do gênero masculino e 2% gênero feminino. A idade encontra-se com uma média de 43 anos e em relação a escolaridade destacam-se 40% com ensino médio completo. Além disso, uma média de 23,5 anos para experiência agrícola.

No intuito de mensurar o modelo de intenção ou adoção de tecnologias, utilizou-se na pesquisa a técnica de modelagem por equações estruturais (SEM) descrita por (HAIR *et al.*, 2017). Portanto, a avaliação da consistência dos resultados segue duas etapas: avaliação do modelo de mensuração e avaliação do modelo estrutural.

Os dados organizados de cada variável foram importados no SmartPLS, seguindo o modelo UTAUT apresentado por (VENKATESH *et al.*, 2003). Sendo assim, os constructos foram ligados entre si e a ligação com as variáveis representadas reflexivas, conforme já apresentado na metodologia.

4.3.1 Estimação do modelo de caminho PLS

No estágio 4, foi estimado o modelo de caminhos PLS apresentado no Capítulo 3. O Quadro 6 apresenta os seis constructos (variáveis latentes) e os 22 Indicadores (cargas externas) utilizados para medir cada constructo.

Quadro 6 - Indicadores para medir cada constructo (Continua)

Constructos	Indicadores
Expectativa de Desempenho (PE)	(PE1) - Achei as novas tecnologias para usar no SPDH, úteis para fazer minhas atividades agrícolas.
	(PE2) - Usar as novas tecnologias para usar no SPDH, poderá ajudar a realizar minhas tarefas mais rapidamente.
	(PE3) - Usar as novas tecnologias para o SPDH, aumentará minhas chances de alcançar maior produtividade da colheita.
	(PE4) - Se eu usar as novas tecnologias no SPDH, aumentarei minhas chances de melhorar minha receita.

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 6 - Indicadores para medir cada constructo (Conclusão)

Constructos	Indicadores
Expectativa de Esforço (EE)	(EE1) - Aprender como usar as novas tecnologias para utilizar no SPDH, é fácil para mim.
	(EE2) - Minha primeira impressão das novas tecnologias para utilizar no SPDH, pode ser descrita como clara, favorável e compreensível.
	(EE3) - Achei que as novas tecnologias para utilizar no SPDH, podem ser fáceis de usar.
	(EE4) - É aplicável para mim tornar-me um usuário habilidoso e hábil das novas tecnologias para utilizar no SPDH.
Influência Social (SN)	(SN1) - Pessoas que são importantes para mim acham que devo usar as novas tecnologias para no SPDH.
	(SN2) - As pessoas, que influenciam meu comportamento, acham que devo usar as novas tecnologias no SPDH.
	(SN3) - As pessoas cujas opiniões são valiosas para mim tem intenção em usar as novas tecnologias no SPDH.
	(SN4) - Meus parentes mais próximos, amigos e conhecidos estão usando as novas tecnologias para o SPDH.
Condições Facilitadoras (FC)	(FC1) - Tenho as instalações necessárias para usar as novas tecnologias para o SPDH.
	(FC2) - Tenho o conhecimento básico de como usar as novas tecnologias para o SPDH.
	(FC3) - As novas tecnologias para o SPDH geralmente são compatíveis com outras tecnologias que atualmente utilizo.
	(FC4) - Posso obter ajuda de outras pessoas quando tenho dificuldades em usar as novas tecnologias para o SPDH.
Intenção Comportamental (BI)	(BI1) - Eu pretendo usar as novas tecnologias para o SPDH no futuro.
	(BI2) - Sempre tento usar as novas tecnologias para o SPDH em meus trabalhos diários.
	(BI3) - Eu planejei usar ou vou continuar usando as novas tecnologias para o SPDH com mais frequência no futuro.
	(BI4) - Vou sugerir o uso das novas tecnologias para o SPDH a os outros agricultores.
Uso (USO)	(UB1) - Vou sugerir o uso das novas tecnologias para o SPDH a os outros agricultores.
	(UB2) - Tenho uma ideia clara de como usar as novas tecnologias para o SPDH.

Fonte: Autoria própria (2021).

Para tanto, o algoritmo PLS-SEM foi utilizado para estimar os coeficientes de caminho e outros parâmetros do modelo de forma a maximizar a variância explicada dos constructos dependentes (ou seja, minimiza a variação inexplicada). Segundo Hair *et al.* (2017), quando se pretende obter estimativa estável, é desejável que o algoritmo conclua a estimativa antes de atingir o número máximo de iterações.

Para o estudo estipulou-se 300 como número máximo de iterações, sendo que, o algoritmo concentrou-se com quatorze iterações, assim sendo, conclui-se que a estimativa do modelo é excelente, pois o número de interações deve ser menor do que o número máximo de interações estipulado para executar o modelo. Outro parâmetro inclui selecionar a ponderação do caminho do modelo estrutural: (1) esquema de ponderação do centróide, (2) esquema de ponderação do fator e (3) esquema de ponderação do caminho (HAIR *et al.*, 2017). Para a estimativa do modelo de caminhos foi selecionada a opção 3.

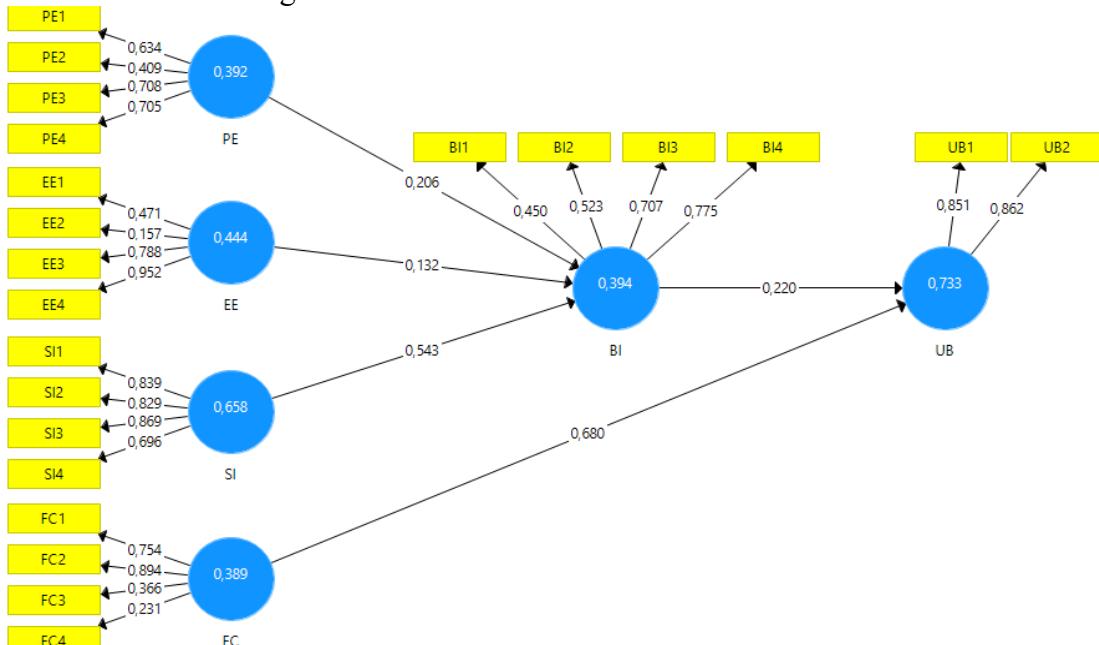
A configuração final do parâmetro a ser selecionado é o critério de parada do algoritmo, sendo projetado para ser executado até que os resultados se estabilizem, o que ocorre quando a soma de mudanças nos pesos externos entre duas iterações é suficientemente baixo, o que

significa que cai abaixo de um limite predefinido. Um valor limite de 1 10-7 (ou seja, critério de parada) é recomendado para garantir que o algoritmo PLS-SEM converge em níveis razoavelmente baixos de mudanças iterativas no escores da variável latente (HAIR *et al.*, 2017).

Quando o algoritmo PLS-SEM converge, os pesos externos finais são usados para calcular os escores final das variáveis latentes. Então, estes escores servem como entrada para executar a regressão de mínimos quadrados ordinários para determinar as estimativas finais para os relacionamentos de caminho no modelo estrutural. A PLS-SEM sempre fornece os carregamentos externos e pesos externos, independentemente da configuração do modelo de medição (HAIR *et al.*, 2017).

A Figura 24 apresenta a estimativa do modelo de caminho após executar o algoritmo PLS, onde os valores da Variância Média Extraída (AVE) são apresentados nos constructos. Nas setas que representam as hipóteses estão os coeficientes estruturais e nas setas dos indicadores estão as cargas externas.

Figura 24 – Estimativa do Modelo de Caminho



Fonte: Autoria própria (2021).

Como regra geral, para tamanhos de amostra de até cerca de 1.000 observações, coeficientes de caminho com valores padronizados acima de 0,20 são geralmente significativos. Aqueles com valores abaixo de 0,10 geralmente não são significativos. Portanto, somente o caminho da hipótese H2 (EE-BI) está com o valor abaixo de 0,2, mas ainda acima de 0,10. Sendo assim todos os caminhos são considerados significativos nesta etapa (HAIR *et al.*, 2017).

4.3.2 Análise do Modelo de Mensuração

Para avaliar o modelo de mensuração reflexivo no estágio 5, aplicam-se testes que buscam comprovar a Confiabilidade, Validade Convergente e Validade Discriminante dos constructos. No primeiro momento para a confiabilidade, foi utilizada a análise dos coeficientes de Alfa de Cronbach (limite inferior) e de Confiabilidade Composta (CC) (limite superior). Baseado nas correlações dentro das variáveis indicadoras que medem o constructo, o valor Alfa de Cronbach fornece uma estimativa de confiabilidade e a Confiabilidade Composta mede a confiabilidade individualmente a partir de suas diferentes cargas no constructo. Sendo assim, para pesquisa exploratória os valores devem ser superiores a 0,60 tanto para alfa de Cronbach como para CC (HAIR *et al.*, 2017). Na Tabela 9 os valores encontrados para os coeficientes Alfa de Cronbach, CC e AVE.

Tabela 9 - Confiabilidade e Validade de cada constructo

	Alfa de Cronbach	Confiabilidade composta (CC)	Variância Média Extraída (AVE)
BI - Intenção de Uso	0,477	0,712	0,393
EE - Expectativa de Esforço	0,665	0,695	0,430
FC - Condições Facilitadoras	0,431	0,666	0,383
PE - Expectativa de Performance	0,517	0,710	0,389
SI - Influência Social	0,826	0,884	0,658
UB - Comportamento de Uso	0,637	0,846	0,734

Fonte: Autoria própria (2021).

Pela análise da Tabela 9 verificou-se que para o coeficiente Alfa de Cronbach o modelo é inconsistente nos constructos (BI) - 0,477 (FC) - 0,431 e (PE) - 0,517, pois o valor recomendado para pesquisas exploratórias é de 0,6 (HAIR *et al.*, 2017). Todavia, estes coeficientes são muito afetados pelo número de itens (variáveis observadas) da escala (constructo). Mais especificamente, mantido tudo o mais constante, quanto maior o número de itens da escala mensurada, maior tenderá a ser o valor do coeficiente Alfa de Cronbach. Deste modo, com um número menor de itens, este valor tende a ser muito baixo (NEVES, 2018). Ainda em relação a CC, os valores estão acima de 0,6, indicando que existe consistência.

Em um segundo momento é necessário verificar a Validade Convergente, extensão em que uma medida se correlaciona positivamente com medidas alternativas da mesma construção e para avaliar a Validade Convergente de constructos reflexivos, os pesquisadores consideram as Cargas Externas dos indicadores e a Variância Média Extraída (AVE) (HAIR *et al.*, 2017).

A AVE é a média das cargas quadradas dos indicadores associados ao constructo, ou seja, valores superiores a 0,50 indicam que o constructo explica mais da metade da variância

dos seus indicadores, em média há menos erros do que a variância explicada no constructo por HAIR *et al.* (2017), de modo que os valores devem ser superiores a 0,5 para AVE. A análise da Tabela 9 apresenta os seguintes constructos abaixo dos valores recomendados: (BI) - 0,393 (EE) - 0,430 (FC) - 0,383 e (PE) - 0,389. No entanto, pesquisadores consideram que valores médios de correlação entre os itens superiores a 0,30 são considerados adequados e, portanto, medem o mesmo constructo (STREINER, 2003; SOUZA; ALEXANDRE; GUIRADELLO, 2017).

Para o modelos de medição reflexivo, precisa-se das estimativas para as relações entre variáveis latentes e seus indicadores, ou seja, cargas externas (HAIR *et al.*, 2017). Além disso, cargas externas altas apontam que o indicador associado tem muito em comum, o que é capturado pelo constructo. Sendo que o quadrado da carga externa representa o quanto da variação em uma variável é explicada pelo constructo, e, é escrita como a variância extraída da variável. Cargas externas maiores do que 0,708 indicam níveis adequados de confiabilidade do indicador, pois $0,708^2$ é igual a 0,50 (HAIR *et al.*, 2017). Na Tabela 10 as cargas externas.

Tabela 10 - Cargas externas

	BI	EE	FC	PE	SI	UB
BI1	0,452					
BI2	0,524					
BI3	0,704					
BI4	0,773					
EE1		0,445				
EE2		0,105				
EE3		0,775				
EE4		0,954				
FC1			0,750			
FC2			0,892			
FC3			0,357			
FC4			0,217			
PE1				0,630		
PE2				0,401		
PE3				0,706		
PE4				0,707		
SI1					0,838	
SI2					0,828	
SI3					0,868	
SI4					0,702	
UB1						0,848
UB2						0,865

Fonte: Autoria própria (2021).

Analizando Tabela 10 verificou-se que os indicadores (BI1) - 0,452 (BI2) - 0,524 (EE1) - 0,445 (EE2) - 0,105 (FC3) - 0,357 (FC4) - 0,217 (PE1) - 0,630 e (PE2) - 0,401 estão abaixo dos valores recomendados. Os pesquisadores frequentemente obtêm cargas externas mais fracas ($<0,70$) em estudos, especialmente quando novas escalas desenvolvidas são usadas. Ao invés de eliminar automaticamente os indicadores quando sua carga externa está abaixo de 0,70, os

pesquisadores devem examinar cuidadosamente os efeitos da remoção de itens sobre a CC, bem como sobre a validade de conteúdo do constructo (HAIR *et al.*, 2017).

Geralmente, indicadores com cargas externas entre 0,40 e 0,70 devem ser considerados para remoção da escala apenas quando a exclusão do indicador leva a um aumento na CC ou AVE. Outra consideração na decisão de excluir um indicador é a extensão em que sua remoção afeta a validade do conteúdo. Indicadores com cargas externas mais fracas às vezes são retidos com base em sua contribuição para a validade do conteúdo. Indicadores com cargas externas muito baixas (abaixo de 0,40) devem ser excluídos sempre do constructo.

Deste modo, foi realizada a avaliação e excluídos somente os indicadores EE2 e FC4, por estarem muito abaixo de 0,4 e conforme indicado para não comprometer a validade do conteúdo (HAIR *et al.*, 2017). Após a remoção dos indicadores, o modelo foi executado novamente para verificar os valores de confiabilidade dos constructos. A CC ficou com os valores acima do recomendado e os constructos BI e PE permaneceram com valores abaixo do recomendado para Alfa de Cronbach e AVE. Na Tabela 11, os novos valores de confiabilidade dos constructos.

Tabela 11 - Confiabilidade e validade de cada constructo

	Alfa de Cronbach	Confiabilidade composta	Variância Média Extraída (AVE)
BI	0,477	0,716	0,393
EE	0,695	0,801	0,590
FC	0,468	0,728	0,500
PE	0,517	0,711	0,391
SI	0,826	0,884	0,658
UB	0,637	0,847	0,734

Fonte: Autoria própria (2021).

Após a análise da confiabilidade e da validade convergente realizou-se a avaliação da validade discriminante, que é a extensão em que um constructo é verdadeiramente distinto de outros constructos por padrões empíricos. Assim, o estabelecimento da validade discriminante implica que um constructo é único e captura fenômenos não representados por outras construções no modelo. Tradicionalmente, os pesquisadores baseiam-se em duas medidas: os carregamentos cruzados que são normalmente a primeira abordagem para avaliar, ou seja, especificamente, o carregamento externo de um indicador na construção associada deve ser maior do que qualquer um de seus carregamentos cruzados (sua correlação). A outra medida é o critério de Fornell-Larcker, o qual compara a raiz quadrada dos valores de AVE com as correlações das variáveis latentes. Especificamente, a raiz quadrada da AVE de cada constructo deve ser maior que sua correlação mais alta com qualquer outro constructo (HAIR *et al.*, 2017).

Na Tabela 12 a carga externa dos indicadores de cada constructo destacada em negrito.

Tabela 12 - Cargas Cruzadas

	BI	EE	FC	PE	SI	UB
BI1	0,487	0,491	0,405	0,286	0,234	0,365
BI2	0,554	0,266	0,341	0,367	0,132	0,241
BI3	0,663	-0,001	0,164	0,322	0,547	0,446
BI4	0,767	0,190	0,200	0,393	0,655	0,195
EE1	0,044	0,475	0,557	0,088	-0,009	0,504
EE3	0,210	0,805	0,388	0,309	0,164	0,252
EE4	0,390	0,947	0,657	0,305	0,302	0,551
FC1	0,306	0,546	0,756	0,093	0,322	0,540
FC2	0,451	0,519	0,893	0,264	0,238	0,744
FC3	-0,054	0,292	0,357	0,097	-0,001	0,246
PE1	0,373	0,238	0,077	0,617	0,297	0,053
PE2	0,104	0,309	0,166	0,402	0,268	0,085
PE3	0,281	0,364	0,340	0,717	0,179	0,279
PE4	0,448	0,095	0,095	0,712	0,524	0,195
SI1	0,543	0,190	0,237	0,543	0,839	0,198
SI2	0,640	0,239	0,237	0,467	0,830	0,299
SI3	0,570	0,197	0,257	0,437	0,865	0,359
SI4	0,408	0,273	0,264	0,247	0,700	0,433
UB1	0,520	0,523	0,617	0,213	0,475	0,860
UB2	0,330	0,364	0,720	0,208	0,182	0,854

Fonte: Autoria própria (2021).

É possível observar que nos casos (BI1) - 0,487 e (EE1) - 0,475 a carga externa do indicador é menor que as cargas cruzadas dos demais indicadores.

Na análise da medida do critério de Fornell e Larcker (1981), a Tabela 13 apresenta a raiz quadrada de AVE destacada em negrito.

Tabela 13 - Critério de Fornell e Larcker

	BI	EE	FC	PE	SI	UB
BI	0,627					
EE	0,354	0,768				
FC	0,420	0,648	0,707			
PE	0,542	0,336	0,233	0,625		
SI	0,677	0,272	0,303	0,534	0,811	
UB	0,497	0,518	0,780	0,245	0,385	0,857

Fonte: Autoria própria (2021).

Nota-se que nos casos BI e FC os valores destacados em negrito estão abaixo dos demais, onde não há validade discriminante na correlação entre os constructos.

Pesquisas recentes, que examinaram criticamente o desempenho de carregamentos cruzados e critério de Fornell-Larcker para avaliação de validade discriminante, concluíram que nenhuma das abordagens detecta de forma confiável as questões de validade discriminante. Especificamente, os carregamentos cruzados falham em indicar uma falta de validade discriminante quando dois constructos estão perfeitamente correlacionados. Da mesma forma, o critério Fornell-Larcker não apresenta resultado satisfatório, especialmente quando as cargas do indicador dos constructos em consideração diferem apenas ligeiramente (por exemplo, todas

as cargas do indicador variam entre 0,60 e 0,80) (HAIR *et al.*, 2017).

Ainda segundo o autor, se os critérios não forem atendidos, o pesquisador pode decidir remover indicadores únicos de um constructo específico na tentativa de atender mais próximo os critérios de validade discriminante. No entanto, a remoção deve ser realizada com cuidado, pois a eliminação de um ou mais indicadores podem melhorar a confiabilidade ou validade discriminante, mas ao mesmo tempo diminuir a validade do conteúdo.

Neste sentido, testes para eliminar indicadores dos constructos que apresentaram cargas cruzadas abaixo foram realizadas. Ao analisar os valores das cargas observou-se que os indicadores BI4 – 0,767 e EE3 – 0,805 estão muito próximos. Portanto, o teste de algoritmo foi executado novamente com a exclusão dos dois indicadores para verificar se valores são satisfatórios para cargas externas e o critério de Fornell e Larcker (1981). A Tabela 14 apresenta os resultados das cargas externas após a exclusão dos indicadores.

Tabela 14 – Cargas Cruzadas após exclusão de BI e EE1

	BI	EE	FC	PE	SI	UB
BI1	0,627	0,464	0,406	0,280	0,242	0,362
BI2	0,688	0,296	0,342	0,371	0,134	0,245
BI3	0,607	0,015	0,164	0,334	0,551	0,443
EE1	0,109	0,586	0,557	0,100	-0,017	0,507
EE4	0,412	0,977	0,657	0,321	0,309	0,547
FC1	0,345	0,536	0,758	0,108	0,329	0,543
FC2	0,497	0,610	0,893	0,257	0,244	0,745
FC3	-0,063	0,337	0,355	0,105	-0,015	0,244
PE1	0,407	0,176	0,078	0,687	0,285	0,051
PE2	0,074	0,293	0,165	0,397	0,262	0,083
PE3	0,293	0,425	0,339	0,732	0,161	0,279
PE4	0,354	0,032	0,095	0,633	0,522	0,197
SI1	0,342	0,200	0,237	0,536	0,816	0,192
SI2	0,499	0,266	0,237	0,424	0,825	0,297
SI3	0,413	0,172	0,257	0,419	0,861	0,355
SI4	0,397	0,221	0,265	0,225	0,736	0,430
UB1	0,533	0,598	0,617	0,216	0,485	0,851
UB2	0,440	0,437	0,720	0,193	0,199	0,862

Fonte: Autoria própria (2021).

Pela análise é possível observar que em todos os casos a carga externa de cada indicador é maior que as cargas cruzadas dos demais indicadores, atendendo a validade discriminante entre os constructos. Da mesma forma, o critério Fornell-Larcker foi analisado novamente e com as exclusões dos indicadores. A Tabela 15 apresenta os valores destacados em negrito e somente FC – 0,707 ficou menor de UB – 0,782. Os outros, todos ficaram superiores, indicando a validade discriminante entre os constructos.

Tabela 15 - Critério de Fornell e Larcker

	BI	EE	FC	PE	SI	UB
BI	0,642					
EE	0,389	0,805				
FC	0,466	0,711	0,707			
PE	0,511	0,307	0,237	0,626		
SI	0,518	0,269	0,307	0,491	0,811	
UB	0,567	0,602	0,782	0,239	0,396	0,857

Fonte: Autoria própria (2021).

Outra abordagem para tratar problemas de validade discriminante envolve fundir os constructos com problemas em uma construção mais geral (HAIR *et al.*, 2017). Neste sentido, após análise decidiu-se manter os indicadores sem a exclusão para garantir a validade do conteúdo, pois os resultados apresentaram que não há uma diferença significativa grande para interferir nas próximas análises do Modelo Estrutural.

Ainda se analisou novamente que os valores AVE aumentaram para o constructo BI e EE, após as exclusões dos indicadores, conforme a Tabela 16.

Tabela 16 – Confiabilidade e validade de cada constructos

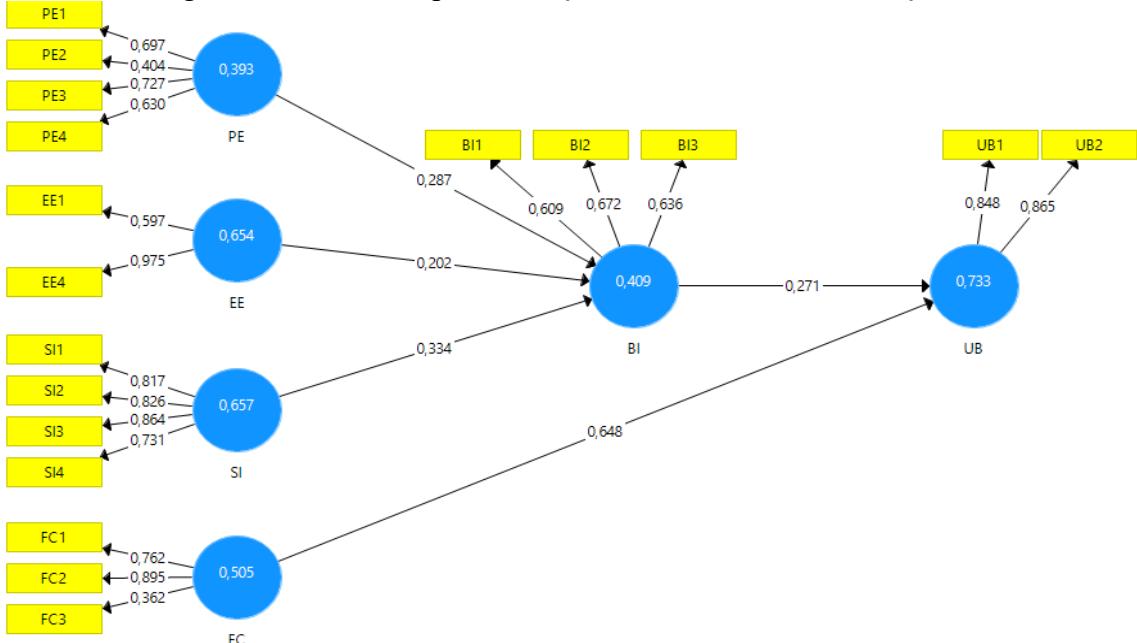
	Alfa de Cronbach	Fiabilidade composta	Variância Média Extraída (AVE)
BI	0,296	0,677	0,412
EE	0,569	0,776	0,649
FC	0,468	0,728	0,499
PE	0,517	0,711	0,391
SI	0,826	0,884	0,658
UB	0,637	0,846	0,734

Fonte: Autoria própria (2021).

Como alguns valores não foram satisfatórios para garantir a validade convergente e discriminante entre constructos, foram excluídos alguns indicadores para aproximar aos valores recomendados. Acredita-se ter havido influência o número pequeno de amostras, pois, para determinar o tamanho mínimo da amostra específico para o modelo de caminho PLS necessário para estimativa do modelo, deve-se considerar 10 vezes o número de variáveis independentes (HAIR *et al.*, 2017) e na pesquisa foram utilizadas 22 variáveis e 50 amostras.

Na Figura 25 apresenta-se o modelo após a avaliação do modelo de mensuração, onde os valores AVE são apresentados nos constructos. Nas setas que representam as hipóteses estão os coeficientes estruturais e nas setas dos indicadores estão as cargas externas.

Figura 25 – Modelo após avaliação do modelo de mensuração



Fonte: Autoria própria (2021).

4.3.3 Análise do Modelo Estrutural

No estágio 6 é realizado a análise do Modelo Estrutural, segundo Hair *et al.* (2017), a avaliação dos resultados deste Modelo permite que você determine a sua capacidade de prever uma ou mais construções de destino, ou seja, é baseada em critérios não paramétricos que determinam a capacidade preditiva do Modelo Estrutural, o que basicamente consiste em avaliar se as relações do modelo são significativas (p -valor $< 0,05$). Neste sentido, como primeiro passo recomenda-se verificar a presença de níveis significativos de colinearidade (Tabela 17), por meio do VIF (Variance Inflation Factor), sendo que os constructos preditores devem apresentar valores no intervalo entre 0,2 e 5,0 ($0,20 \leq VIF \leq 5,0$).

Tabela 17 – Colinearidade (VIF)

	BI	EE	FC	PE	SI	UB
BI	-	-	-	-	-	1,277
EE	1,127	-	-	-	-	-
FC	-	-	-	-	-	1,277
PE	1,378	-	-	-	-	-
SI	1,346	-	-	-	-	-
UB	-	-	-	-	-	-

Fonte: Autoria própria (2021).

Ao analisar os valores de VIF da combinação dos constructos endógenos (dependentes), com os constructos exógenos correspondentes, observa-se que os valores estão dentro do

intervalo indicado. No segundo passo foi avaliada a significância dos coeficientes de caminho que representam as relações previamente determinadas pelas hipóteses de pesquisa, o qual utiliza o cálculo de bootstrapping no SmartPLS. O Quadro 7 apresenta a influência entre os constructos e suas respectivas hipóteses.

Quadro 7 – Constructos e hipótese da pesquisa

Influência entre constructos	Hipóteses
Expectativa de Desempenho (PE) -> Intenção Comportamental (BI)	H1 - A influência da expectativa de desempenho (PE) na intenção comportamental (BI) será moderada por sexo e idade dos sujeitos.
Expectativa de Esforço (EE) -> Intenção Comportamental (BI)	H2 - A influência da expectativa de esforço (EE) na intenção comportamental (BI) será moderada por sexo, idade e experiência dos sujeitos.
Influência Social (SI) -> Intenção Comportamental (BI)	H3 - A atuação da influência social (SI) na intenção comportamental (BI) será moderada por sexo, idade e experiência dos sujeitos.
Condições Facilitadoras (FC) -> Uso (UB)	H4 - A influência de condições facilitadoras (FC) no uso (UB) será moderada por idade e experiência dos sujeitos.
Intenção Comportamental (BI) -> Uso (UB)	H5 - A intenção comportamental influencia positivamente no uso (UB).

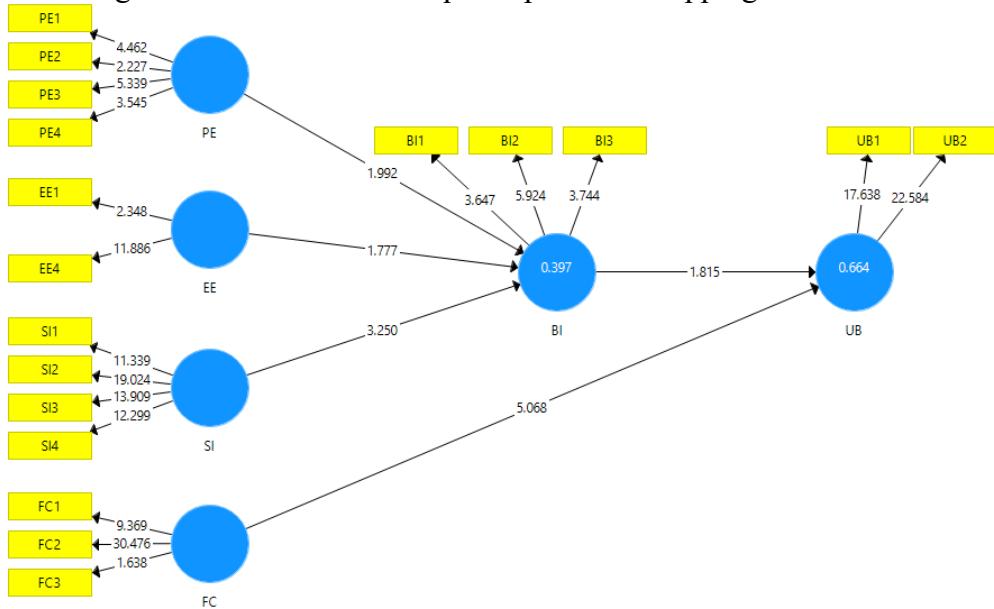
Fonte: Autoria própria (2021).

Hair *et al.* (2017) afirma que o número de amostras deva ser tão grande quanto o número de observações, entretanto sugere um número mínimo de 5000 subamostras para o bootstrapping, sendo que, para esta pesquisa utilizou-se 10000 subamostras. Os valores a serem avaliados é (*t* e *p*) para todos os caminhos do modelo estrutural, pois, quando um valor empírico *t* é maior do que o valor crítico, concluímos que o coeficiente é estatisticamente significativo em uma determinada probabilidade de erro, ou seja, nível de significância.

Ainda segundo o autor, para amostras (<300) a utilização do teste bicaudal é recomendada, para tanto, os valores críticos comumente usados para testes bicaudais são 1,65 (nível de significância = 10%), 1,96 (nível de significância = 5%) e 2,57 (nível de significância = 1%). Em geral, quando um estudo é exploratório, os pesquisadores muitas vezes assumem um nível de significância de 10%.

Neste sentido, utilizou a significância de 10% na análise do modelo estrutural e a Figura 26 apresenta o valor de *t*-valor de cada hipótese, indicado nas setas que ligam os constructos endógenos.

Figura 26 – Modelo de Pesquisa após Bootstrapping com t-valor



Fonte: Autoria própria (2021).

Por este modelo, os valores devem ser superiores a 1,65 para t-valor, e menores ou igual a 0,1 para p-valor para que a hipótese tenha significância estatística. Neste sentido, todos os valores de caminho estão acima do valor recomendado. Na Tabela 18 apresentam-se os valores de p-valor, que para todos os caminhos foi significativo, com valor abaixo de 0,1.

Tabela 18 – Teste de significância

	Amostra original (O)	Média da amostra (M)	Desvio Padrão (STDEV)	Estatística T (O/STDEV)	Valores de P	Significância (p<0,1)
BI -> UB	0,259	0,290	0,143	1,815	0,070*	Significativo
EE -> BI	0,215	0,215	0,121	1,777	0,076*	Significativo
FC -> UB	0,661	0,629	0,130	5,068	0,000*	Significativo
PE -> BI	0,289	0,302	0,145	1,992	0,046*	Significativo
SI -> BI	0,319	0,335	0,098	3,250	0,001*	Significativo

Nota: * significante a 10% (p<0,10); ** significante a 5% (p<0,05); ***significante a 1% (p<0,01)

Fonte: Autoria própria (2021).

Constata-se que todas as hipóteses do modelo são suportadas ao nível de significância de 10% dos pesos, ou seja, há diferença significativa entre os constructos do modelo estrutural.

Conforme visto na Tabela 18, o modelo de pesquisa baseado em UTAUT demostrou os fatores que influenciam positivamente a intenção dos agricultores em adotar novas tecnologias para o cultivo de hortaliças em SPDH. Portanto, a expectativa de desempenho, expectativa de esforço, influência social, condições facilitadoras e intenção comportamental apresentaram valores significativos, sendo influenciadores positivamente na intenção de adotar.

A descoberta da relação da expectativa de desempenho com a intenção comportamental, hipótese H1, na intenção de adotar novas tecnologias para o SPDH é consistente, apresentando

um t-valor 1,99. Estudos anteriores também constataram a importância da expectativa de desempenho na intenção dos agricultores de adotar tecnologias, como a *Short Message Service* (SMS) móvel para agricultura (BEZA *et al.*, 2018), agricultura de precisão (LI *et al.*, 2020) e tecnologia de informação (WU, 2012). Sendo assim, os resultados indicam que os agricultores acreditam ser importante a eficiência nas atividades realizadas no dia a dia, para facilitar o trabalho e melhorar os resultados, principalmente no aumento na produtividade e renda.

O modelo de pesquisa validou a relação positiva entre expectativa de esforço e intenção comportamental, hipótese H2 confirmada com t-valor de 1,77. Portanto, para os agricultores, que percebem que as novas tecnologias para o SPDH exigem pouco esforço, têm grande intenção de adotar. A descoberta é consistente com outros estudos sobre a Short Message Service (SMS) móvel para agricultura (BEZA *et al.*, 2018), agricultura de precisão (LI *et al.*, 2020), tecnologia de informação (WU, 2012) e internet das coisas na agricultura inteligente (RONAGHI; FOROUHARFAR, 2020).

Para a hipótese H3 o modelo validou a relação positiva entre a influência social e intenção comportamental, confirmado com t-valor de 3,278. Ou seja, para os agricultores a influência social na adoção de novas tecnologias para o SPDH, terá um impacto positivo na intenção comportamental. Segundo a pesquisa de Wu (2012), no campo, há um ambiente de estilo de comunidades, então os agricultores estão muito familiarizados uns com os outros, e os fatores ambientais terão efeito mais aparente na adoção das mesmas. Ainda, o popular boca a boca tem um papel importante na promoção de serviços técnicos.

Os resultados sugeriram que para a hipótese H4, entre as condições facilitadoras e a intenção de uso tiveram impacto significativo na intenção do agricultor de adotar as novas tecnologias, com t-valor de 5,154, sendo o preditor mais forte do modelo. Foi significativo também nos seguintes estudos: tecnologias de agricultura de precisão (LI *et al.*, 2020) e aplicativos para agricultura (MATURANO *et al.*, 2021).

A hipótese H5 prevê que a intenção comportamental influencia positivamente a intenção em adotar novas tecnologias para o SPDH. Esta hipótese foi confirmada com t-valor 1,840. Portanto, fomentar os fatores que afetam positivamente a intenção comportamental aumentará a aceitação no uso de novas tecnologias pelos agricultores.

Avaliou-se na sequência o coeficiente de determinação R^2 que se refere ao coeficiente de acurácia preditiva do modelo, indicando o quanto da variância do constructo endógeno é explicada pela variância dos constructos exógenos. De acordo com Hair *et al.* (2017) valores R^2 de 0,25, 0,50 e 0,75 apresentam efeitos fraco, médio e grande, respectivamente. Os valores

R^2 , estão apresentados no Quadro 8 sendo que, para BI – 0,378 é considerado fraco e para UB – 0,657 o efeito é considerado grande.

Quadro 8 – Coeficiente de determinação R^2

	R quadrado	R quadrado ajustado
BI	0,397	0,378
UB	0,664	0,657

Fonte: Autoria própria (2021).

Posteriormente realizou-se a avaliação do tamanho do efeito f^2 , que permite avaliar o impacto de um constructo exógeno sobre o valor de R^2 de um constructo endógeno, avaliando assim a relevância de cada constructo para o ajuste do modelo. Valores f^2 de 0,02, 0,15 e 0,35 são considerados efeitos pequeno, médio e grande respectivamente (HAIR *et al.*, 2017). O Quadro 9 apresenta como grande o efeito f^2 para FC -> UB e como pequeno para BI -> UB, EE -> BI, PE -> BI e SI -> BI. Estes valores indicam a relevância de cada constructo para o modelo.

Quadro 9 – Comunalidade (tamanho do efeito f^2)

	BI	Classificação	UB	Classificação
BI	-	-	0,157	Pequeno
EE	0,068	Pequeno	-	-
FC	-	-	1,017	Grande
PE	0,100	Pequeno	-	-
SI	0,125	Pequeno	-	-

Fonte: Autoria própria (2021).

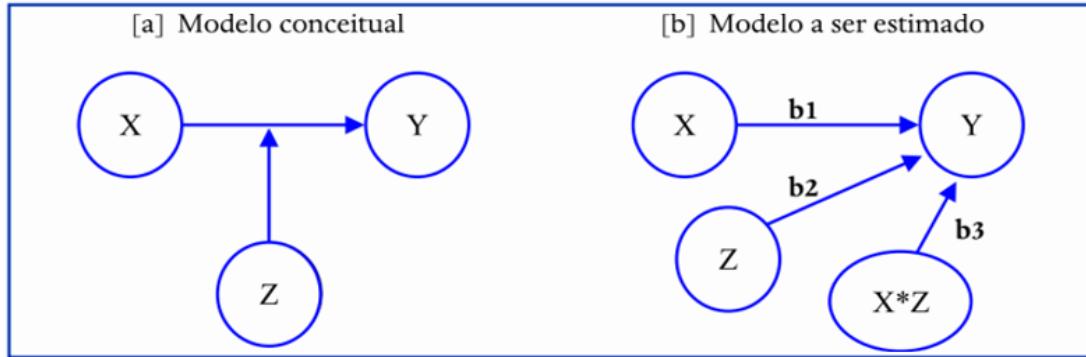
Ainda, Hair *et al.* (2017) indicam realizar a avaliação de Q^2 , pois é um indicador do poder preditivo do modelo estrutural. Ou seja, indica o quanto o modelo pode prever os valores do modelo de caminho para um determinado constructo dependente. Valores maiores que zero ($Q^2 > 0$) indicam relevância preditiva, sendo que quanto maior o valor melhor é o poder predito do modelo. No estudo, o Q^2 para BI - 0,072 e para UB - 0,455, indicam relevância preditiva adequada do modelo. Pode-se concluir que tanto o modelo de mensuração, quanto o modelo estrutural são válidos.

4.3.4 Análise variáveis moderadoras

Uma variável moderadora fortalece ou enfraquece a relação entre uma variável independente (preditora) e uma variável dependente (endógena). Portanto, esta situação ocorre quando o moderador (uma variável independente ou constructo) muda a força ou mesmo a

et al., 2017). Esta variável moderadora pode ser contínua (pelo menos, intervalar ou considerada como tal) ou categórica (BIDO; SILVA, 2019). A Figura 27 apresenta o primeiro caso.

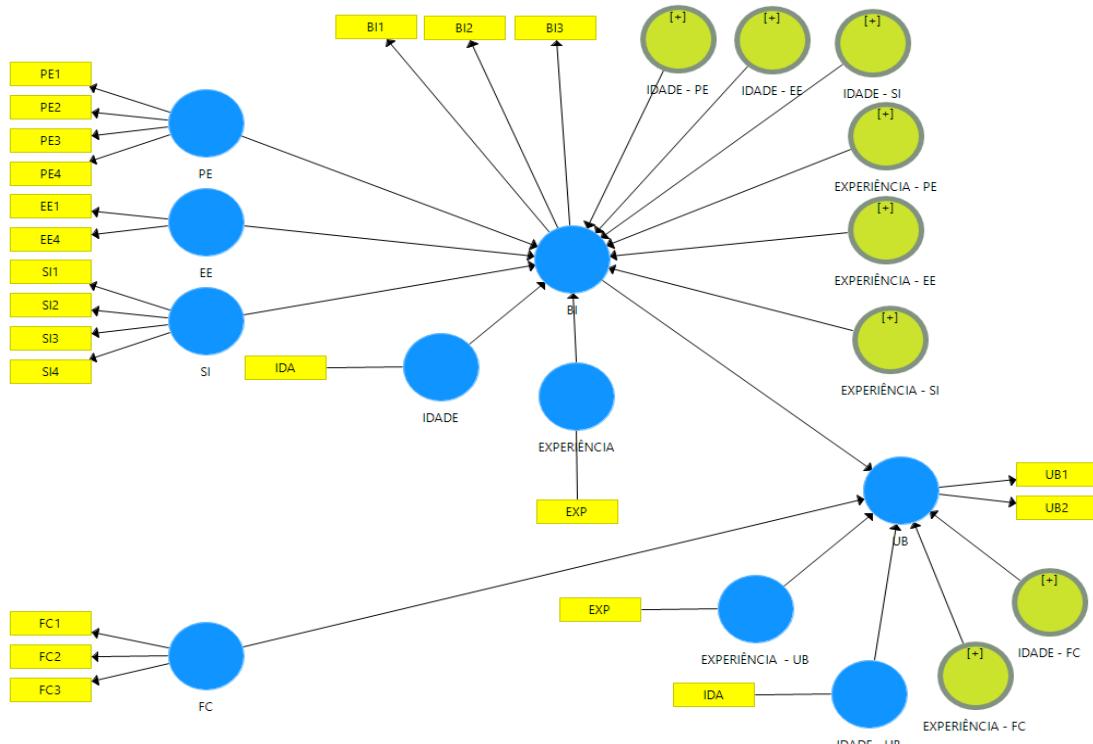
Figura 27 - Representação de variável moderadora



Fonte: Bido e Silva (2019).

Sendo assim, foi realizada a análise da interferência das variáveis moderadoras: idade e experiência nos constructos, moderadores mantidos do modelo original UTAUT desenvolvido por Venkatesh *et al.* (2003). Como 98% da amostra são do gênero masculino, esta variável não foi mantida na análise. Na Figura 28 está representado o modelo estrutural com variáveis moderadoras.

Figura 28 – Modelo Estrutural com variável moderadora



Fonte: Autoria própria (2021).

Após a definição, foi executada análise Bootstrapping no Smart PSL e os resultados estão apresentados na Tabela 19, com os valores de T-valor e p-valor. Sendo que, as variáveis moderadoras não são significantes em nenhuma relação entre as variáveis, ou seja, não interferem na relação entre os constructos.

Tabela 19 – Teste de significância com variável moderadora

	Amostra original (O)	Média da amostra (M)	Desvio Padrão (STDEV)	Estatística T (O/STDEV)	Valores de P
EXPERIÊNCIA -> BI	-5,249	-2,992	7,264	0,723	0,470
EXPERIÊNCIA - UB -> UB	-0,142	0,046	1,198	0,119	0,906
EXPERIÊNCIA - EE -> BI	0,398	0,298	0,416	0,956	0,339
EXPERIÊNCIA - FC -> UB	0,017	-0,021	0,204	0,085	0,932
EXPERIÊNCIA - PE -> BI	0,255	-0,029	1,244	0,205	0,838
EXPERIÊNCIA - SI -> BI	0,170	0,193	0,414	0,411	0,681
IDADE -> BI	7,452	4,872	5,708	1,306	0,192
IDADE - EE -> BI	-0,405	-0,336	0,436	0,928	0,353
IDADE - FC -> UB	0,256	0,215	0,200	1,280	0,201
IDADE - PE -> BI	-0,519	-0,065	0,959	0,541	0,589
IDADE - SI -> BI	-0,208	-0,245	0,434	0,479	0,632
IDADE - UB -> UB	-1,482	-1,194	1,215	1,220	0,222

Fonte: Autoria própria (2021).

4.3.5 Análise dos escores fatoriais

Posteriormente, a análise factorial foi aplicada a fim de verificar a redução de variáveis para o modelo. Segundo Hair *et al.* (2017), o método procura relações entre as variáveis em um esforço para reduzir um grande número de variáveis a um conjunto menor de fatores compostos, ou seja, combinações de variáveis. O conjunto final dos fatores compostos são o resultado da exploração de relações nos dados e do relato das relações que são encontrados (se houver), embora a técnica seja de natureza exploratória. Ainda, a análise factorial confirmatória permite testar e comprovar um fator determinado *a priori* e seus indicadores atribuídos.

Sendo assim, é identificando as variáveis que apresentam as correlações altas com um grupo de variáveis específicas, mas que não se correlacionam (ou possuem correlações baixas) com as variáveis fora daquele grupo. Os dados das correlações das variáveis latentes estão apresentados na Tabela 20, Matriz das correlações (matriz R), com destaque em negrito os valores mais altos.

Tabela 20 – Matriz das correlações das variáveis latentes

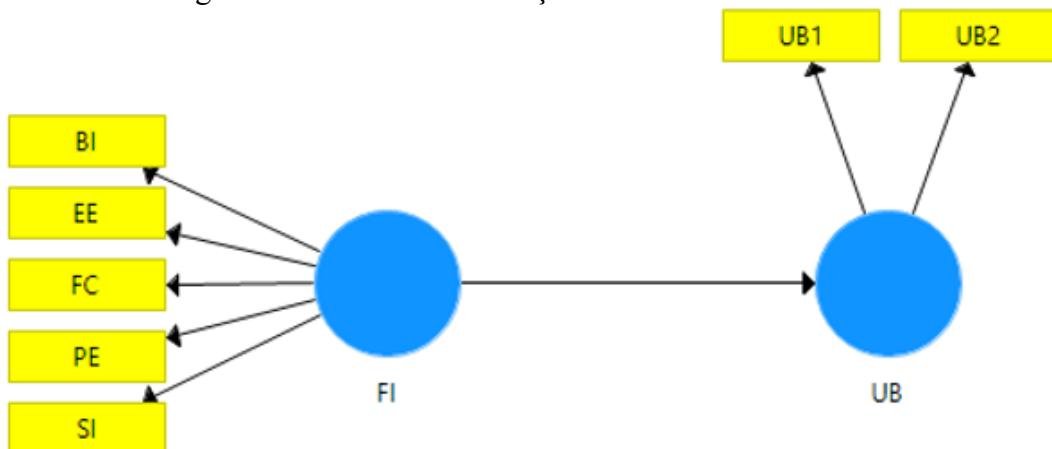
	BI	EE	FC	PE	SI	UB
BI	1,000	0,389	0,466	0,511	0,518	0,567
EE	0,389	1,000	0,711	0,307	0,269	0,602
FC	0,466	0,711	1,000	0,237	0,307	0,782
PE	0,511	0,307	0,237	1,000	0,491	0,239
SI	0,518	0,269	0,307	0,491	1,000	0,396
UB	0,567	0,602	0,782	0,239	0,396	1,000

Fonte: Autoria própria (2021).

Para gerar os escores fatoriais das variáveis latentes, foram utilizados os dados gerados na execução do algoritmo PLS no software Smart PLS 3.0 do modelo estrutural apresentado na Figura 29. Sendo assim, o modelo foi alterado mantendo a variável dependente (UB) e criada uma variável latente Fatores Influenciadores (IF) de segunda ordem com os escores de primeira ordem.

Segundo Bido e Silva (2019), esta opção deve ser escolhida para modelar variável latente de segunda ordem quando a quantidade de indicadores por variável latente é diferente (nas variáveis latentes de primeira ordem). É preciso obter os escores fatoriais das variáveis latentes de primeira ordem, salvá-los no conjunto de dados original, importá-los para o Smart PLS 3.0 e modelar a variável latente de segunda ordem como se fosse de primeira ordem, usando estes escores para a sua mensuração. O modelo de mensuração modificado com os escores fatoriais das variáveis latentes está apresentado na Figura 29.

Figura 29 - Modelo mensuração com os escores fatoriais



Fonte: Autoria própria (2021).

Após executar o algoritmo PLS, foi analisada a validade convergente com os valores de alfa cronbach, validade composta e AVE. Os dados estão apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 - Confiabilidade e validade de cada constructo

	Alfa de Cronbach	Fiabilidade composta	Variância Média Extraída (AVE)
FI	0,778	0,838	0,517
UB	0,637	0,846	0,733

Fonte: Autoria própria (2021).

Tanto os valores de alfa de Cronbach, como de CC estão acima da indicação de 0,6 para pesquisa exploratória. Além disso, os valores de AVE também estão acima do valor indicado de 0,5. Portanto, a validade convergente se confirmou para o modelo de mensuração com os escores fatoriais. Para verificar a validade discriminante, foram analisadas as cargas cruzadas (Tabela 22) e o critério de Fornell e Larcker (Tabela 23).

Tabela 22 – Cargas Cruzadas

	FI	UB
BI	0,745	0,553
EE	0,814	0,626
FC	0,856	0,792
PE	0,496	0,180
SI	0,624	0,386
UB1	0,709	0,876
UB2	0,624	0,836

Fonte: Autoria própria (2021).

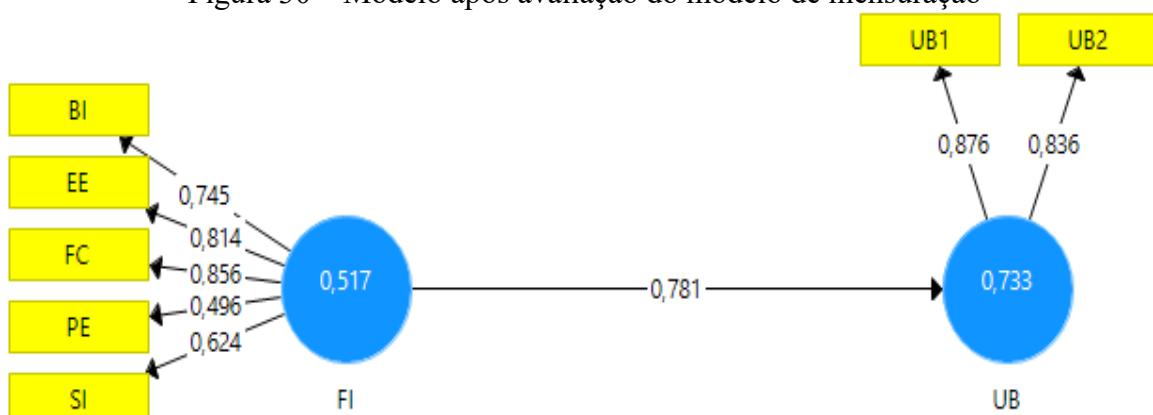
Tabela 23 – Critério de Fornell e Larcker

	FI	UB
FI	0,719	
UB	0,781	0,856

Fonte: Autoria própria (2021).

Analizado as cargas cruzadas, observa-se que as cargas dos escores fatoriais e dos indicadores estão acima das demais cargas cruzadas, confirmando que há validade discriminante. Para o critério de Fornell e Larcker o valor de (FI) permaneceu abaixo, entretanto a diferença é pequena. Sendo assim, a Figura 30 apresenta o modelo após a avaliação do modelo de mensuração, onde os valores AVE são apresentados nos constructos e nas setas que representam a hipótese, o coeficiente estrutural.

Figura 30 – Modelo após avaliação do modelo de mensuração



Fonte: Autoria própria (2021).

Posteriormente foi analisado o modelo estrutural. Como primeiro passo recomenda-se verificar a presença de níveis significativos de colinearidade (Tabela 24), por meio do VIF (*Variance Inflation Factor*), sendo que os constructos preditores devem apresentar valores no intervalo entre 0,2 e 5,0 ($0,20 \leq \text{VIF} \leq 5,0$).

Tabela 24 – Colinearidade (VIF)

	FI	UB
FI	-	1,000
UB	-	-

Fonte: Autoria própria (2021).

Ao analisar os resultados com os valores de VIF da combinação dos constructos endógenos (dependentes), com os constructos exógenos correspondentes, observa-se que os valores estão dentro do intervalo indicado.

Na sequência verificou-se a significância entre os constructos com valor de 10% para p–valor e 1,65 para t–valor. O Quadro 10 apresenta a influência entre os constructos e sua respectiva hipótese.

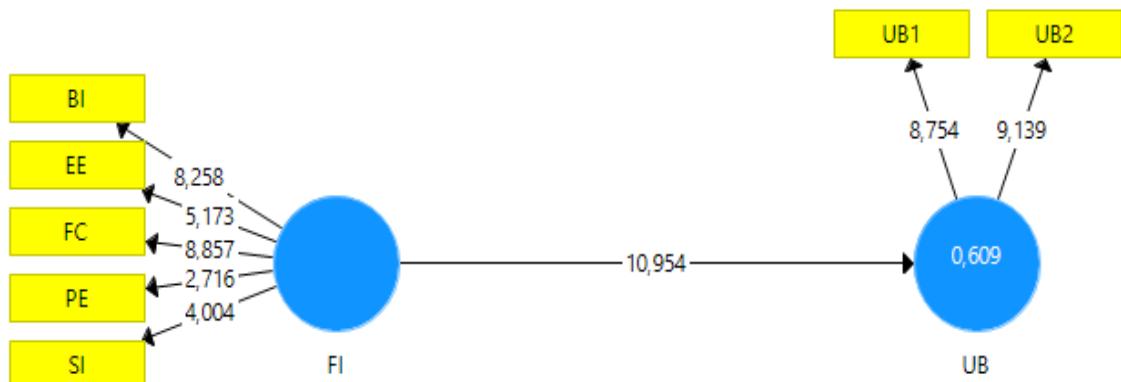
Quadro 10 – Constructos e hipótese Modelo estrutural com escores fatoriais

Influência entre constructos	Hipóteses
Fatores Influenciadores (FI) -> Intenção de Uso (UB)	H1 – Os Fatores Influenciadores (FI) -> Intenção de Uso (UB)

Fonte: Autoria própria (2021).

A Figura 31 apresenta o valor de t–valor de cada hipótese, indicado nas setas que ligam os constructos endógenos após executar o teste Bootstrapping.

Figura 31 – Modelo estrutural após Bootstrapping com t–valor



Fonte: Autoria própria (2021).

A Tabela 25 apresenta o p–valor e o t–valor

Tabela 25 – Teste de significância

	Amostra original (O)	Média da amostra (M)	Desvio Padrão (STDEV)	Estatística T (O/STDEV)	Valores de P
FI -> UB	0,781	0,790	0,071	10,954	0,000

Fonte: Autoria própria (2021).

Como apresentado, a hipótese H1 do modelo é suportada ao nível de significância de 10% dos pesos para p-valor e 10,954 para valor de t-valor, ou seja, há uma diferença significativa entre os constructos do modelo estrutural.

Avaliou-se na sequência o coeficiente de determinação R^2 , que se refere ao coeficiente de acurácia preditiva do modelo, indicando o quanto da variância do constructo endógeno é explicada pela variância dos constructos exógenos. Os valores R^2 , estão apresentados na Tabela 26, sendo que para UB – 0,601, o efeito é considerado médio.

Tabela 26 – Coeficiente de determinação R^2

	R quadrado	R quadrado ajustado
UB	0,609	0,601

Fonte: Autoria própria (2021).

Posteriormente realizou-se a avaliação do tamanho do efeito f^2 , que permite avaliar o impacto de um constructo exógeno sobre o valor de R^2 de um constructo endógeno, avaliando assim a relevância de cada constructo para o ajuste do modelo.

A Tabela 27 apresenta como grande o efeito f^2 para FI -> UB, sendo que os valores indicam a relevância de cada constructo para o modelo.

Tabela 27 – Comunalidade (tamanho do efeito f^2)

	FI	UB	Classificação
FI	-	1,560	Grande
UB	-	-	-

Fonte: Autoria própria (2021).

Posteriormente realizou-se a avaliação de Q^2 com valor para (UB) – 0,368, pois é um indicador do poder preditivo do modelo estrutural. Ou seja, indica o quanto o modelo pode prever os valores do modelo de caminho para um determinado constructo dependente. Valores maiores que zero ($Q^2 > 0$) indicam relevância preditiva, sendo que quanto maior o valor, melhor é o poder preditivo do modelo.

Pode-se concluir que tanto o modelo de mensuração quanto o modelo estrutural são válidos na análise utilizando os escores fatoriais para diminuir o número de variáveis.

4.4 Demandas tecnológicas dos agricultores

No presente tópico apresenta-se a identificação e priorização de demandas tecnológicas dos agricultores de SC para o cultivo em SPDH.

O Grupo Focal foi realizado em duas etapas, devido à natureza dos tópicos a serem abordados e a sequência necessária para coletar as informações. Oito agricultores, produtores de hortaliças em SPDH e respondentes dos Questionários 1 e 2, além de um extensionista da Epagri, que auxiliou no desenvolvimento da pesquisa, participaram das duas etapas do Grupo Focal. O planejamento com a descrição das atividades, metodologia e recursos utilizados está apresentado no Apêndice G. Os áudios das duas etapas foram transcritos, pelo pesquisador, de acordo com sua utilidade para o alcance dos objetivos.

4.4.1 Primeira etapa do Grupo Focal

A primeira etapa foi dividida em quatro momentos. No primeiro foi realizada uma breve apresentação do moderador e explanação sobre o objetivo da pesquisa e a técnica de Grupo Focal. Posteriormente houve a apresentação do extensionista da Epagri e dos agricultores. Com a apresentação identificou-se a cidade que residem e se o cultivo de hortaliças em SPDH está em fase inicial (1), intermediária (2) ou consolidada (3). O Quadro 11 apresenta estes dados, com os agricultores categorizados de 1 a 8.

Quadro 11 – Categoria inicial dos agricultores

Cidade	Agricultor	Fase do SPDH
Bandeirante	A 1	2
São Miguel do Oeste	A 2	2
Sombrio	A 3	3
São José do Cedro	A 4	1
Descanso	A 5	2
Riqueza	A 6	2
Maravilha	A 7	3
Guaraciaba	A 8	1

Fonte: Autoria própria (2021).

Analizando o Quadro 11, observa-se uma amostra diversificada quanto ao local de residência. Além disso, em relação à fase do cultivo, é possível encontrar participantes em todas elas, ou seja, na fase inicial, intermediária e consolidados. Tal diversidade é importante para a pesquisa, pois a variedade de perfis traz experiências diferentes e contribui na coleta de dados desta etapa.

Para o segundo momento, foi abordado e discutido sobre o cultivo de hortaliças em SPDH (plantio, colheita, técnicas agrícolas), tecnologias e o cenário econômico atual. Referente ao primeiro assunto, foi identificado que são produzidas várias culturas de hortaliças, como por exemplo, repolho, couve-flor, brócolis, aipim, batata doce, pimentão, pepino e tomate. Para frutas: pitaya, morango, uva, melancia e maracujá, além dos grãos pipoca, arroz e feijão.

“Para a produção de maracujá, o cultivo é totalmente em SPDH. Já as outras culturas produzidas na propriedade utilizam-se parte dos princípios do SPDH, porém, não é totalmente” (A1).

“Comecei a produção de algumas culturas em SPDH, a partir das técnicas agrícolas adquiridas com treinamentos dos extensionistas da Epagri” (A7).

“Algumas dificuldades são encontradas de fazer todo ano o cultivo em SPDH, pois as pessoas mais velhas da família insistem em mexer a terra no preparo para o plantio” (A5).

“Trabalhamos com o cultivo de maracujá há sete anos, temos um resultado muito bom, porém é muito difícil se acostumar com o sistema, pois tem que fazer um controle muito grande de ervas daninhas. Mas desde que você consegue trabalhar com o sistema de SPDH e ele começa a funcionar na lavoura e começa a reduzir o uso de agrotóxicos o resultado em dois a três anos começam a aparecer” (A3).

“Trabalho com o cultivo de couve-flor, brócolis e agora aipim em SPDH, porém, na questão de máquinas e equipamentos, não temos muito acesso, dificultando a produção” (A2).

“Utilizo o cultivo em SPDH para a melancia” (A6).

“Iniciei a produção de hortaliças com a ideia de complementar a renda da minha família e com o auxílio de alguns professores do Colégio Agrícola fui colocando em prática no sistema convencional. Em SPDH comecei a utilizar após fazer um curso da Epagri, porém, encontrei dificuldades em continuar com a produção devido à falta de mão de obra, falta de água e a distância do mercado consumidor” (A8).

Analisando o conteúdo transcrito, observa-se que existem várias dificuldades na implementação e continuidade utilizando o sistema de SPDH para a produção de hortaliças e frutas. Porém, ao conseguir implementar e dar continuidade, é possível obter bons resultados com aumento da produtividade, mantendo uma produção mais orgânica e sustentável, onde se confirma nos estudos de Price e Norsworthy (2013), Brainard *et al.* (2013), Anderson (2015), Nordey *et al.* (2017) e Beach *et al.* (2018).

O segundo assunto foi referente às tecnologias. A discussão foi aberta aos agricultores para comentar sobre as tecnologias que são utilizadas no cultivo de hortaliças em SPDH.

“No sistema em SPDH é muito rudimentar, principalmente em hortaliças. Por que digo isso? Não temos nada. Se precisar de um equipamento tenho que fazer em casa, pois não consigo comprar, não temos uma tecnologia para isso, principalmente para uma escala pequena de produção” (A1).

“É verdade, eu tive esse problema, precisava uma máquina para classificar tomate. Conseguí comprar, porém, é feita em casa e ainda tive que ir buscar no Rio Grande, pois teve um cara que se encorajou de copiar uma, se for comprar uma para a lavoura de tomate é muito cara” (A6).

“Bom, falando de tecnologias, um dos principais problemas é que a nossa região não é tradicional na produção de hortaliças, não tem esse foco na região, não consegue encontrar equipamento, informações técnicas, muitas vezes adequada. [...] os equipamentos que tem comercialmente, muitas vezes o custo para aquisição e inviável para pequenas propriedades [...] pós-colheita temos um desafio muito grande” (A7).

“Falar em tecnologia no SPDH é engraçado, por que, basicamente é manual. Não existe muita máquina para trabalhar com verduras e frutas” (A3).

“Realmente a tecnologia é um enforcado que temos [...], mas estamos se adaptando” (A2).

Analizando o conteúdo da discussão observa-se que há uma carência muito grande de tecnologias que atendam às práticas de cultivo em SPDH. Como mencionado, o trabalho ainda

é muito rudimentar, sendo praticamente todas as atividades executadas de maneira manual, demandando uma carga horária grande para executá-las.

Segundo Pekkeriet e Van Henten (2011), a coordenação precisa de olho-mão se faz necessária durante a colheita destes produtos, período em que se destaca também a inteligência humana, garantindo a eficácia e eficiência em um ambiente complexo. Ainda, as tecnologias que existem normalmente são construídas pelos próprios agricultores em suas propriedades e aquelas que são comercialmente vendidas muitas vezes possuem valor agregado alto, tornando-se inviável a aquisição para pequenas propriedades.

Em relação ao terceiro assunto, sobre o cenário econômico atual, foi discutido sobre as dificuldades e oportunidades encontradas pelos agricultores.

“A vantagem que a gente acha no maracujá é em relação ao cenário econômico, porque diminui os insumos de agrotóxicos [...], para proteção do solo, pois estamos tendo bastante tempos secos. A gente usa a cobertura do solo para ter mais umidade, então na economia ajuda bastante” (A3).

“Pegando o gancho do cenário econômico, é um ponto interessante aqui, foi citando anteriormente que nossa região não é uma região de hortaliças, isso é ruim, mas mesmo tempo é um ponto bom. Nós temos os Ceasas a mais de 500 km de distância. O que nos dá um diferencial de valor para mercado, [...] nos deixa agregar um valor maior” (A2).

“Uma dificuldade do cenário econômico é a venda, é uma dificuldade manter dependendo dos produtos como produtor individual, os mercados maiores comprar de ti, mas eles querem um fornecimento regular e isso é impossível dependendo da região [...]. O ideal seria que os pequenos agricultores se reunissem para entregar em conjunto, fazendo uma micro distribuidora” (A7).

“Quem sabe essa ideia poderia ser um simples grupo pelo WhatsApp, onde que um produtor pode vender o produto do outro, não digo venda total, mas pequenas quantidades quando sobra, seria interessante. O cara pode lançar no grupo: - hoje sobrei tantas caixas de tomate, tantas de repolho, alguém tem interesse em pegar para vender? [...] acho que muita gente iria parar de perder produtos” (A6).

“Nós temos uma experiência com uma cooperativa, [...] ela faz um planejamento de

produção. Exemplo, você vai produzir 30 mil quilos de batata-doce, a cooperativa garante a compra desses 30 mil quilos, pega esse produto e responsabiliza-se em fazer essa rota comercial, [...] leva até o cliente final” (A1).

Pelos comentários, constata-se que os desafios são grandes em relação ao cenário econômico atual, algumas dificuldades são encontradas na hora de vender os produtos. O fato de serem produzidas pequenas quantidades na agricultura familiar, dificulta a inserção nos mercados maiores, pela impossibilidade de manter um fornecimento regular. Em contrapartida, a longa distância dos centros de distribuição oportuniza a venda dos produtos com maior valor agregado do que os agricultores que estão localizados mais próximos destes centros de distribuição, como os Ceasas.

O estudo de Ziegler *et al.* (2019) relatou alguns fatores que muitas vezes superam a importância dos preços de mercado e inibem o acesso ao mercado, incluindo capacidade de mercado, tempo, falta de familiaridade com novos mercados, relações pessoais, atitudes em relação ao risco, relações de crédito e perigo físico. Porém, tecnologias de sistemas de informação podem auxiliar os agricultores a verificar os preços para escolher mercados e negociar transações.

No terceiro momento, o moderador realizou uma breve exposição sobre tecnologia e inovação. Houve também a apresentação dos resultados do Questionário 1, referente às tecnologias sobre a produção de hortaliças, encontradas na revisão sistemática da literatura (RSL).

Posteriormente, no quarto momento foi realizado o levantamento de demandas tecnológicas, sendo sugerido que cada agricultor expusesse de duas a três tecnologias tidas como prioritárias para o desenvolvimento do trabalho em sua propriedade. O moderador explicou que a partir das sugestões construiria uma lista consolidada, com o agrupamento por semelhança dos itens, Quadro 12, e em seguida, antes da segunda etapa, faria contato particular para que cada agricultor pontuasse as tecnologias de maior prioridade.

Ao final da primeira etapa, o moderador conduziu uma conversa de finalização, na qual explanou sobre as principais demandas dos agricultores, explicou o objetivo da segunda etapa e a importância da participação dos mesmos.

Quadro 12 – Demandas tecnológicas agrupadas por semelhança

Item	Tecnologia
1	Sistema de irrigação automatizada e eficiente
2	Sistema de reaproveitamento da água da chuva
3	Sistema de armazenamento e conservação de produtos
4	Equipamento para microprocessamento das hortaliças
5	Máquinas para colheita
6	Sistemas para controle de ervas daninhas
7	Aplicativo para controle de pragas e doenças
8	Máquinas para plantio
9	Aplicativo para gestão da propriedade
10	Máquinas para fazer muchões no plantio de batata
11	Transporte especializado de produtos
12	Sistemas automatizados para operações de campo
13	Tecnologias para adubação verde
14	Aplicativo para gerenciar o mercado de compra e venda

Fonte: Autoria própria (2021).

Após contato individual, no qual os agricultores apontaram suas prioridades, foi gerada a lista de prioridades das demandas tecnológicas. Para tanto, utilizou-se a Matriz de Prioridade GUT, ferramenta muito usada no setor empresarial para a definição de prioridades e tomada de decisão. Criada por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe, ela auxilia na priorização da resolução de problemas por meio de três critérios: Gravidade, Urgência e Tendência.

No caso da pesquisa, realizou-se uma adaptação e somente a Urgência foi pontuada, seguindo a escala de 0 a 4, sendo 0 – sem prioridade, 1 – baixa prioridade, 2 – prioridade, 3 – muita priorização e 4 – extrema priorização. Foram listadas 14 tecnologias, número dividido por dois, a fim de determinar o total de pontos que cada agricultor poderia utilizar na priorização das tecnologias. O Quadro 13 apresenta a listagem resultante, em ordem decrescente de prioridades.

Quadro 13 – Lista de priorização das demandas tecnológicas

Item	Tecnologia	Total de pontos
1	Sistema de irrigação automatizado e eficiente	15
2	Aplicativo para gestão da propriedade	9
3	Tecnologias para adubação verde	6
4	Máquinas para colheita	5
5	Aplicativo para controle de pragas e doenças	5
6	Máquinas para plantio	3
7	Aplicativo para gerenciar o mercado de compra e venda	3
8	Sistema de reaproveitamento da água da chuva	2
9	Sistema de armazenamento e conservação de produtos	2
10	Equipamento para microprocessamento das hortaliças	2
11	Máquinas para fazer muchões no plantio de batata	2
12	Transporte especializado de produtos	2
13	Sistemas para controle de ervas daninhas	1
14	Sistemas automatizados para operações de campo	0

Fonte: Autoria própria (2021).

Ao analisar o Quadro 13, nota-se que cinco tecnologias tiveram a pontuação com maior destaque e acima de cinco pontos. Em primeiro lugar, Tecnologias de sistemas de irrigação automatizados e eficientes, com 16 pontos; em segundo lugar, o aplicativo para gerenciamento da propriedade com 9 pontos; em terceiro lugar, tecnologias para adubação verde com 6 pontos; em quarto lugar, empatados com cinco pontos, as máquinas para colheita e o aplicativo para controlar pragas e doenças.

4.4.2 Segunda etapa do Grupo Focal

Na segunda etapa participaram da discussão seis agricultores, já participantes na primeira etapa, e mais dois que não conseguiram participar anteriormente, mas que demonstraram interesse e, portanto, foram aceitos. Eles estão categorizados no Quadro 14, como A9 e A10.

Quadro 14 – Categoria inicial dos agricultores segunda etapa

Cidade	Agricultor	Fase do SPDH
Bandeirante	A 1	2
São Miguel do Oeste	A 2	2
Sombrio	A 3	3
Descanso	A 5	2
Maravilha	A 7	3
Guaraciaba	A 8	1
Bandeirante	A 9	1
Orleans	A 10	3

Fonte: Autoria própria (2021).

Para a segunda etapa, o Grupo Focal foi dividido em cinco momentos. Para o primeiro, inicialmente foi realizada uma contextualização, resgatando o processo da pesquisa e objetivo, além de apresentar e abrir discussão aos agricultores sobre a lista de priorização das demandas tecnológicas apresentadas no Quadro 13. Posteriormente, no segundo momento, foi discutido sobre as barreiras e limitações que os agricultores encontram para adotar novas tecnologias.

“O sistema de irrigação automatizado depende onde usa, por exemplo, tem irrigação na estufa automatizada, porém, no campo não tenho irrigação, como não tem rio próximo [...] estou construindo um sistema de irrigação com reaproveitamento da água. [...] na nossa região é muito precário os sistemas de irrigação, inclusive quem fornece, quem instala, não é uma coisa tradicional daqui” (A7).

“Tem outros fatores que precisam ser levados em consideração na irrigação, como: evapotranspiração, consumo de água conforme é o ciclo da cultura. Tem esses elementos que precisam ser levados em consideração, [...] precisamos pensar em tecnologias de irrigação de baixo impacto, ou seja, que sejam eficientes no consumo de água. [...] hoje tem algumas políticas públicas que é pra isso. [...] em relação à segunda tecnologia que foi mais indicada, a gente fez um levantamento para o planejamento plurianual da Epagri, com relação às demandas e a gestão da propriedade a gente tem falado muito na Epagri. [...] precisa melhorar a questão da gestão nas propriedades rurais, os agricultores precisam trazer mais essa questão da gestão na propriedade [...] penso que temos uma geração que está em transição e tem dificuldades para olhar para isso, mas precisa ter um olhar urgente, que disso também depende a sustentabilidade da atividade e até a unidade da produção familiar” (Extensionista Epagri).

“Um aplicativo para a gestão da propriedade facilita, pensando na juventude vamos dizer, eles têm mais interesse, eles não têm vontade de ficar anotando no caderno para depois colocar na planilha do excel [...] a adubação verde na nossa região é complicada o manejo, no meu município não tem nenhum rolo faca, são equipamentos muito caros” (A7).

“Quando se fala assim, tem propriedades que não trabalha somente com hortaliças, mas sim tem outra atividade como a pecuária, e ali eu vejo bastante dificuldade quando a propriedade é pequena, onde tem pouco espaço pra trabalhar, tem animais pra alimentar [...]. Em uma condição como do ano passado com seca, o clima não ajuda e agora quando vai se preparar para fazer uma cobertura que gostaria de fazer [...] vai ter que colocar pastejar ou vai ter que cortar e aproveitar esse material para o animal, essa é a minha dificuldade [...] no manejo de cobertura do solo” (A9).

“Em relação a aplicativos de gestão, nós não temos um aplicativo de gestão bom, temos algumas tentativas que tentam se aproximar [...], porém, não é eficiente para cada condição de produção de cada propriedade [...]. Em relação à sistema de irrigação, nós não temos água armazenada, então nós não conseguimos ter um sistema de irrigação eficiente por falta de água armazenada, então estamos sofrendo por não ter o básico que é um bom reservatório de água [...] para poder usar um sistema de irrigação automatizado e eficiente [...]. Além de não ter empresas regionalmente que tenha o básico em um preço compatível com as condições das pequenas propriedades” (A1).

“Hoje em dia a gente sofre bastante com a assistência técnica, aonde procurar recurso para te ajudar [...]. A nossa região tem agrônomos, mas a nossa região não se especializa em hortaliças, [...] muitas vezes o produtor deixa de investir em um sistema de irrigação por não saber a funcionalidade, saber instalar, o custo benefício” (A9).

“O aplicativo pode melhorar o nosso tempo de trabalho [...] falta gestão e planejamento das atividades [...] muitas vezes [...], quando falo em fazer plantio direto de alguma coisa, dizem que precisa mexer a terra, pois não nasce. É um problema que enfrento aqui” (A5).

“Os recursos financeiros é um problema, por mais que tenham financiamentos, mas eles precisam ser pagos [...], demanda muitos investimentos para estruturar a propriedade e iniciar a produzir” (A7).

Analizando as conversas, observa-se que há muitas barreiras e limitações encontradas pelos agricultores no cultivo de hortaliças em SPDH como por exemplo, apoio técnico especializado, estrutura adequada da propriedade, recursos financeiros para estruturar a propriedade, reservatórios grandes de água para épocas de estiagem, relutância das pessoas mais velhas da família à mudanças e adoção de novos sistemas e tecnologias, pequenas áreas de terra para realizar mais de uma atividade na propriedade. Aliado a isso, há uma geração que está em transição, tendo muita dificuldade de olhar para as novas tecnologias e perceber que precisa fazer a gestão e gerenciamento de sua propriedade, para garantir a sustentabilidade da atividade e até a unidade da produção familiar.

Segundo Cofré-Bravo, Klerkx e Engler (2019), diferentes redes de apoio como membros da família, apoio financeiro e suporte técnico, podem auxiliar o agricultor na tomada de decisão e adoção de novas tecnologias com vantagens de permitir maior acesso a novos conhecimentos, favorecendo o processo de criação de novidades e inovação.

Para Tey *et al.* (2013), uma prática compatível que se enquadra na estrutura agrícola existente e os recursos do agricultor são menos incertos e vice-versa. Um entendimento prévio desse atributo deve examinar a extensão da consistência física da tecnologia a ser adotada, com as condições temporais de um agricultor.

Portanto, as percepções de compatibilidade estão divididas em aspectos atitudinais e físicos. No aspecto atitudinal, as tecnologias podem ser consideradas compatíveis ou

incompatíveis com o sociocultural, valores estruturais, práticas e necessidades de produção previamente introduzidas e influenciadas pelas crenças de uma pessoa ou grupo social no qual eles têm um investimento emocional.

Para o terceiro momento, foi discutido sobre quais incentivos faltam para que novas tecnologias sejam adotadas.

“As estufas deveriam ter seguro, eu tenho estufas de mudas de maracujá e meu filho também tem estufas para produção de morango orgânico, e no último vento que deu forte do tal ciclone bomba, nós tivemos um prejuízo de uns trinta mil reais. [...] não tem seguro, só tem seguro do plástico, da estrutura de ferro não tem nada [...]. O governo de uma ajuda de dez mil reais por propriedade que o vento danificou, sendo que o prejuízo foi maior [...]. A estrutura é muito cara, o plástico é caríssimo, o ferro hoje nem se fala, isso complica a vida da gente” (A3).

“Eu tenho uma estufa de material galvanizado, eu consegui fazer seguro para a estrutura, porém, não para o plástico e nem para a produção interna [...]. Se acontecer um vendaval e arrancar somente o plástico e não derrubar a estrutura [...], danificar a produção que tem dentro, não consigo fazer seguro. Eu acho isso um absurdo” (A7).

“Realmente não tem seguro para planta protegida” (A3).

“O que eu percebo também é que, por exemplo assim, quando um agricultor quer financiar um aviário que custa um milhão de reais, ele consegue com facilidade, se quer construir estufa nesse valor não consegue fazer o financiamento [...]. Nós não temos algo que dê garantia para o banco, então não consegue investimentos para implementar uma tecnologia diferente, você precisa ir fazendo lentamente, dentro do retorno que você vai tendo” (A1).

“Faltam também campos demonstrativos de novas tecnologias, principalmente para os mais novos, eu tenho um filho de vinte e cinco anos [...]. Para esses jovens, eu acho que precisa ter esses campos para demonstrar as tecnologias novas, para ver se realmente funciona. [...] para a gente adotar uma tecnologia nova no campo [...] tem que primeiro ver se funciona. A gente tem medo de comprar, de usar [...]. Precisamos ter mais opção de ver as tecnologias” (A3).

“Nós temos problemas de políticas públicas local, [...] falta de recursos destinados para esse fim” (A2).

“Falta também o incentivo no consumo da produção local. [...] um trabalho de fortalecimento da produção local, uma valorização da produção local” (A7).

Os comentários comprovam que faltam incentivos em vários setores para que os agricultores possam melhorar a produção e adotar novas tecnologias. Destaca-se a falta de seguros, tanto para estruturas (como estufas), quanto para a produção. Foi relatada também a falta de campos demonstrativos, interessante meio para atrair os jovens e, além do mais, os agricultores precisam visualizar o que funciona, pois eles têm medo de comprar e não dar certo. Portanto, o medo de investir em tecnologias tem forte influência, pela falta de investimento e financiamentos para o segmento.

No quarto momento foi realizada uma avaliação pelo moderador e pelos agricultores sobre o Grupo Focal. De modo geral, os objetivos foram atingidos para ambos. Os agricultores ressaltaram a importante oportunidade de trocar experiências com pessoas de diferentes regiões e além de debater sobre o uso das tecnologias, eles puderam constatar que os problemas verificados na sua propriedade se repetem com mais produtores, o que facilitou a discussão e a busca de resolução para os mesmos.

Por fim, no quinto momento, foi realizado o encerramento com os agradecimentos e as informações referentes aos próximos passos, a partir dos resultados obtidos. Inicialmente, a Epagri terá acesso à pesquisa. Também será repassado para todos os agricultores que tiverem interesse, para que possam pensar em novas estratégias de melhoraria na produção de hortaliças em SPDH, o que refletirá em melhorias para a qualidade de vida no campo.

5 CONCLUSÃO

Nas últimas décadas, com o crescimento acelerado da população, aliado a uma maior consciência em relação a necessidade de adoção de hábitos alimentares saudáveis, o consumo de produtos frescos da horticultura, como por exemplo, legumes, tornou-se mais frequente.

O processo de cultivo destes produtos envolve várias etapas: preparação do solo, semeadura e plantio, fertilização, irrigação, controle de pragas e doenças, manejo de plantas daninhas, colheita e comercialização, sendo que as etapas de plantio e colheita são as que mais demandam esforço físico dos agricultores, de modo especial da agricultura familiar, que realizam as tarefas geralmente por processo manual, sem a utilização de tecnologias.

Estudos indicam que os benefícios econômicos com a adoção de novas tecnologias resultam na melhoria das colheitas e menores custos operacionais e de capital (devido ao uso reduzido de combustível), benefícios ambientais e melhoria da conservação do solo e melhor qualidade de vida aos agricultores.

Na agricultura familiar, as áreas destinadas ao cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH) normalmente possuem alta variabilidade topográfica, tamanhos menores das áreas cultivadas, diversidade de cultivo e produção e quantidade de matéria seca que fica depositada sobre o solo nos terrenos, necessitando equipamentos e técnicas de manejo apropriados a cada realidade, com custos acessíveis.

Esta realidade dificulta a atual estrutura industrial em atender tal diversidade e a pesquisa realizada no intuito de investigar práticas, demandas e fatores condicionantes para a adoção de inovação tecnológica na agricultura familiar para o cultivo de hortaliças em SPDH, permitiu constatar que de modo geral, os agricultores envolvidos no Projeto SPDH da Epagri, de Santa Catarina (SC), adotam poucas práticas e tecnologias nas suas atividades agrícolas. Entre os fatores condicionantes para este quadro, está a pouca informação pelos agricultores, sendo que a maioria desconhece as tecnologias e quando as conhece, alega que as mesmas são de difícil entendimento e operação.

Quanto aos equipamentos, além de possuírem custo elevado, o pequeno tamanho das propriedades inviabiliza o uso das opções disponíveis no mercado e obriga que sejam feitas adaptações para se adequar às necessidades de cada propriedade. Este quadro faz com que os agricultores utilizem métodos rudimentares e em maior escala o trabalho manual nas práticas de cultivo em SPDH.

Nas propriedades em que a tecnologia é utilizada, geralmente é construída ou adaptada pelo próprio agricultor, pois como já mencionado, o alto custo das tecnologias disponíveis torna

inviável sua adoção nas pequenas propriedades.

Entre as demandas tecnológicas apontadas pelos agricultores de SC para o cultivo em SPDH, destaca-se os sistemas de irrigação automatizados e eficientes, a criação de um aplicativo para gerenciamento da propriedade, tecnologias para adubação verde, máquinas para colheita e um aplicativo para controlar pragas e doenças.

Os dados obtidos permitem constatar que o acelerado desenvolvimento e a variedade de tecnologias disponíveis, a adoção de tecnologias inteligentes apropriadas e sua customização de acordo com as necessidades dos usuários, podem beneficiar não apenas no uso otimizado de seus recursos, mas também no incentivo à agricultura em direção ao aumento da produtividade e lucratividade.

Além disso, a adoção de novas tecnologias no desenvolvimento da agricultura no ramo de hortaliças possibilita também o aumento da qualidade de vida dos agricultores, diminui a mão de obra e proporciona oferta de produtos saborosos e com qualidades exigidas pelas normas. Entretanto, fatores como a necessidade de algumas adaptações tecnológicas para o SPDH, resistência às mudanças no sistema de cultivo, investimentos, gestão do conhecimento, entre outros, necessitam ser superados.

Ao longo da pesquisa, que contribuiu no levantamento de inovações tecnológicas e os critérios que influenciam a adoção pelos agricultores, constatou-se que existem lacunas na literatura, de modo especial no que se refere a produção em SPDH.

Quanto às limitações, elas se concentram principalmente no pequeno tamanho da amostra e poucos estudos foram encontrados com aplicação de algum tipo de tecnologia em específico nesse tipo de cultivo, além da carência de análises de aceitação e os critérios que influenciam o processo de adoção de novas tecnologias pelos agricultores.

Recomenda-se, portanto, a realização de novas pesquisas para aprofundamento na área, com uma amostra maior de agricultores, além do aprofundamento separadamente das tecnologias com aplicação no SPDH, em virtude desta pesquisa ter estudado de modo geral a intenção de adoção das tecnologias existentes e que podem ser usadas no cultivo.

Finalmente, acredita-se que os resultados e implicações deste estudo são importantes para incentivar e aumentar a utilização do SPDH para a produção de hortaliças oportunizando uma produção mais sustentável e orgânica, além de contribuir com incentivos aos envolvidos à desenvolver estratégias para minimizar as dificuldades e melhorar o processo de produção e a qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

- ABDULAI, A.; OWUSU, V.; BAKANG, J. E. A. Adoption of safer irrigation technologies and cropping patterns: Evidence from Southern Ghana. **Ecological Economics**, [s. l.], v. 70, n. 7, p. 1415–1423, 2011.
- ADALJA, A.; LICHTENBERG, E. Implementation challenges of the food safety modernization act: Evidence from a national survey of produce growers. **Food Control**, [s. l.], v. 89, p. 62–71, 2018.
- ADNAN, N. *et al.* A state-of-the-art review on facilitating sustainable agriculture through green fertilizer technology adoption: Assessing farmers behavior. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 86, p. 439–452, 2019.
- AGGELIDIS, V. P.; CHATZOGLOU, P. D. Using a modified technology acceptance model in hospitals. **International Journal of Medical Informatics**, [s. l.], v. 78, n. 2, p. 115–126, 2009.
- AGHANENU, A. S.; ONEMOLEASE, E. A. Farmers' Response to the Application of Modern Technologies to Wetland Farming in Edo State, Nigeria. **Journal of Agricultural and Food Information**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 267–282, 2012. a.
- AGHANENU, A. S.; ONEMOLEASE, E. A. Farmers' Response to the Application of Modern Technologies to Wetland Farming in Edo State, Nigeria. **Journal of Agricultural and Food Information**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 267–282, 2012. b.
- AHMAD, N.; MEHMOOD, R. Enterprise systems: Are we ready for future sustainable cities. **Supply Chain Management**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 264–283, 2015.
- ALI, A. *et al.* Advances in postharvest technologies to extend the storage life of minimally processed fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s. l.], v. 58, n. 15, p. 2632–2649, 2018.
- AN, W. *et al.* Effective sensor deployment based on field information coverage in precision agriculture. **Wireless Communications and Mobile Computing**, [s. l.], v. 15, n. 12, p. 1606–1620, 2015.
- ANDERSON, R. L. Integrating a complex rotation with no-till improves weed management in organic farming. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 967–974, 2015.
- ARAZURI, S.; ARANA, I.; JAREN, C. Evaluation of mechanical tomato harvesting using wireless sensors. **Sensors**, [s. l.], v. 10, n. 12, p. 11126–11143, 2010.
- BANDAL, A.; THIRUGNANAM, M. Quality measurements of fruits and vegetables using sensor network. **Smart Innovation, Systems and Technologies**, [s. l.], v. 49, p. 121–130, 2016.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 70. ed. São Paulo: Almedina Brasil, 2016.

- BAVOROVA, M.; IMAMVERDIYEV, N.; PONKINA, E. Farm-level economics of innovative tillage technologies: the case of no-till in the Altai Krai in Russian Siberia. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 1016–1032, 2018.
- BAWDEN, O. *et al.* Robot for weed species plant-specific management. **Journal of Field Robotics**, [s. l.], v. 34, n. 6, p. 1179–1199, 2017.
- BEACH, H. M. *et al.* The current state and future directions of organic no-till farming with cover crops in Canada, with case study support. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 10, n. 2, 2018.
- BECHAR, A.; VIGNEAULT, C. Agricultural robots for field operations: Concepts and components. **Biosystems Engineering**, [s. l.], v. 149, p. 94–111, 2016.
- BECHAR, A.; VIGNEAULT, C. Agricultural robots for field operations. Part 2: Operations and systems. **Biosystems Engineering**, [s. l.], v. 153, p. 110–128, 2017.
- BEZA, E. *et al.* Exploring farmers' intentions to adopt mobile Short Message Service (SMS) for citizen science in agriculture. **Computers and Electronics in Agriculture**, [s. l.], v. 151, p. 295–310, 2018.
- BIDO, D. S.; SILVA, D. SMARTPLS 3: especificação, estimativa, avaliação e relato. **Administração: ensino e pesquisa**, [s. l.], v. 20, p. 488–536, 2019.
- BIETILA, E. *et al.* Fall-sown cover crops as mulches for weed suppression in organic small-scale diversified vegetable production. **Renewable Agriculture and Food Systems**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 349–357, 2017. a.
- BIETILA, Eric *et al.* Fall-sown cover crops as mulches for weed suppression in organic small-scale diversified vegetable production. **Renewable Agriculture and Food Systems**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 349–357, 2017. b.
- BJORNLUND, V.; BJORNLUND, H. Understanding agricultural water management in a historical context using a socioeconomic and biophysical framework. **Agricultural Water Management**, [s. l.], v. 213, p. 454–467, 2019.
- BRAINARD, D. C. *et al.* Evaluating pest-regulating services under conservation agriculture: A case study in snap beans. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [s. l.], v. 235, p. 142–154, 2016.
- CAHN, M. D.; JOHNSON, L. F. New Approaches to Irrigation Scheduling of Vegetables. **HORTICULTURAE**, [s. l.], v. 3, n. 2, 2017.
- CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P. A quick review of the production and commercialization of the main vegetables in Brazil and the world from 1970 to 2015. **Horticultura Brasileira**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 160–166, 2017.
- CANALI, S. *et al.* Conservation tillage strategy based on the roller crimper technology for weed control in Mediterranean vegetable organic cropping systems. **EUROPEAN JOURNAL OF AGRONOMY**, [s. l.], v. 50, p. 11–18, 2013.

- CEUPPENS, S. *et al.* Microbiological quality and safety assessment of lettuce production in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, [s. l.], v. 181, p. 67–76, 2014.
- CHANDRA, P.; BHATTACHARJEE, T.; BHOWMICK, B. Does technology transfer training concern for agriculture output in India? A critical study on a lateritic zone in West Bengal. **Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 339–362, 2018.
- CHEN, G. *et al.* Using Reduced Tillage and Cover Crop Residue to Manage Weeds in Organic Vegetable Production. **Weed Technology**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 557–573, 2017.
- CHUNG, S. O. *et al.* The potential of remote monitoring and control of protected crop production environment using mobile phone under 3G and Wi-Fi communication conditions. **Engineering in Agriculture, Environment and Food**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 251–256, 2015.
- COFRÉ-BRAVO, G.; KLERKX, L.; ENGLER, A. Combinations of bonding, bridging, and linking social capital for farm innovation: How farmers configure different support networks. **Journal of Rural Studies**, [s. l.], v. 69, n. July 2018, p. 53–64, 2019.
- CONAB. Boletim hortigranjeiro abril 2019. Brasília, p. 1–72, 2019.
- CONAB. Boletim Hortigranjeiro setembro 2020. Brasilia, p. 1–78, 2020. a.
- CONAB. Boletim Hortigranjeiro março 2020. Brasília, p. 1–68, 2020. b.
- CONAB. Boletim Hortigranjeiro agosto 2021. Brasília, v. 7, n. 8, p. 1–63, 2021.
- DE PASCALE, S. *et al.* Water and fertilization management of vegetables: State of art and future challenges. **European Journal of Horticultural Science**, [s. l.], v. 83, n. 5, p. 306–318, 2018.
- DEFTERLI, S. G. *et al.* Review of robotic technology for strawberry production. **Applied Engineering in Agriculture**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 301–318, 2016.
- DENG, X. *et al.* Development of wireless sensor network of field information based on ZigBee and PDA. **Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, [s. l.], v. 26, n. SUPPL. 2, p. 103–108, 2010.
- DERPSCH, R. *et al.* Why do we need to standardize no-tillage research? **Soil & Tillage Research**, [s. l.], v. 137, p. 16–22, 2014.
- DIAMANTOPOULOS, A. The error term in formative measurement models: interpretation and modeling implications. **Journal of Modelling in Management**, v. 1, n. 1, p. 7–17, 2006.
- DIHINGIA, P. C. *et al.* Hand-Fed Vegetable Transplanter for Use with a Walk-Behind-Type Hand Tractor. **International Journal of Vegetable Science**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 254–273, 2018.

- DORN, B.; JOSSI, W.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A. Weed suppression by cover crops: Comparative on-farm experiments under integrated and organic conservation tillage. **Weed Research**, [s. l.], v. 55, n. 6, p. 586–597, 2015.
- DURSUN, M.; OZDEN, S. A wireless application of drip irrigation automation supported by soil moisture sensors. **Scientific Research and Essays**, [s. l.], v. 6, n. 7, p. 1573–1582, 2011.
- FAYAD, J. A. *et al.* **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) O cultivo da Cebola.** Florianópolis, 2018.
- FENNIMORE, S. A.; CUTULLE, M. Robotic weeders can improve weed control options for specialty crops. **Pest Management Science**, [s. l.], 2019.
- FOURATI, M. A. *et al.* Information and communication technologies for the improvement of the irrigation scheduling. **International Journal of Sensor Networks**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 69–82, 2019.
- FUENTES-LLANILLO, R. *et al.* Expansion of no-tillage practice in conservation agriculture in Brazil. **Soil and Tillage Research**, [s. l.], v. 208, 2021.
- GAO, G. *et al.* Optimization experiment of influence factors on greenhouse vegetable harvest cutting. **Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, [s. l.], v. 31, n. 19, p. 15–21, 2015.
- HAIR, J. F. *et al.* **Análise multivariada de dados.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HAIR, J. F. Jr. *et al.* **A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM).** Second ed. Los Angeles: SAGE Publications Inc., 2017.
- HAN, C. *et al.* Development of an automatic pepper plug seedling transplanter. **International Agricultural Engineering Journal**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 110–120, 2018.
- HAN, X.; CHEN, H. Design and Optimization Experiment of Separation Device for Tomato Chain Paper Pot Seeding Transplanter [番茄链式纸钵苗移栽机分离机构设计与优化试验]. **Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery**, [s. l.], v. 49, n. 5, p. 161–168, 2018.
- HILKENS, A. *et al.* Money talk: How relations between farmers and advisors around financial management are shaped. **Journal of Rural Studies**, [s. l.], v. 63, p. 83–95, 2018.
- HOLMES, A. A.; THOMPSON, Ashley A.; WORTMAN, Sam E. Species-specific contributions to productivity and weed suppression in cover crop mixtures. **Agronomy Journal**, [s. l.], v. 109, n. 6, p. 2808–2819, 2017.
- JEWELL, L. P. Increasing adoption of on-farm water recycling technology in culturally and linguistically diverse communities in a peri-urban context - key challenges and lessons. **Acta Horticulturae**, [s. l.], v. 1112, n. November 2014, p. 31–37, 2016.

- JI, J. *et al.* Design and Experiment of Intelligent Farming Device for Vegetables Based on Android [基于Android系统的蔬菜智能耕作装置设计与试验]. **Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery**, [s. l.], v. 49, n. 8, p. 33–41 and 118, 2018.
- JIN, X. *et al.* Design and experiment of intelligent monitoring system for vegetable fertilizing and sowing. **Journal of Supercomputing**, [s. l.], 2018. a.
- JIN, X. *et al.* Development of single row automatic transplanting device for potted vegetable seedlings. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 67–75, 2018. b.
- JIN, X. *et al.* Development and test of an electric precision seeder for small-size vegetable seeds. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 75–81, 2019.
- KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; GAWANKAR, S. A. Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications. **International Journal of Production Economics**, [s. l.], v. 219, p. 179–194, 2020.
- KHURA, T. K.; MANI, I. Design and development of tractor-drawn onion (*Allium cepa*) harvester. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, [s. l.], p. 528–532, 2011.
- KIST, Benno Bernardo *et al.* Anúario brasileiro de Horti e Fruti 2019. **Gazeta Santa Cruz**, Santa Cruz do sul, p. 1–53, 2019.
- KUSWARDHANI, N.; SONI, P.; SHIVAKOTI, G. P. Cluster analysis for classification of farm households based on socio-economic characteristics for technology adoption in agriculture: A case study of West Java province, Indonesia. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 238–247, 2014.
- LANDERS, J. N. How and Why the Brazilian Zero Tillage Explosion Occurred. **Sustaining the Global Farm**, [s. l.], p. 29–39, 2001.
- LEAVITT, M. J. *et al.* Rolled winter rye and hairy vetch cover crops lower weed density but reduce vegetable yields in no-tillage organic production. **HortScience**, [s. l.], v. 46, n. 3, p. 387–395, 2011.
- LESKOVAR, D.; OTHMAN, Y.; DONG, X. Strip tillage improves soil biological activity, fruit yield and sugar content of triploid watermelon. **Soil and Tillage Research**, [s. l.], v. 163, p. 266–273, 2016.
- LI, W. *et al.* A hybrid modelling approach to understanding adoption of precision agriculture technologies in Chinese cropping systems. **Computers and Electronics in Agriculture**, [s. l.], v. 172, 2020.
- LI, X.; FARID, M. A review on recent development in non-conventional food sterilization technologies. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 182, p. 33–45, 2016.

- LI, Z.; VIGNEAULT, C.; WANG, N. Automation and robotics in fresh horticulture produce packinghouse. **Stewart Postharvest Review**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 1–7, 2010.
- LIU, J. Research Progress Analysis of Robotic Harvesting Technologies in Greenhouse. **Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery**, [s. l.], v. 48, n. 12, p. 1–18, 2017.
- LIU, Y. *et al.* Design and Experiment on Plant Seedling Device for Vegetable Seedling Seeder [蔬菜育苗播种机清种装置设计与试验]. **Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery**, [s. l.], v. 49, p. 83–91, 2018.
- LÓPEZ RIQUELME, J. A. *et al.* Wireless Sensor Networks for precision horticulture in Southern Spain. **Computers and Electronics in Agriculture**, [s. l.], v. 68, n. 1, p. 25–35, 2009.
- LOWRY, C. J.; BRAINARD, D. C. Organic farmer perceptions of reduced tillage: A Michigan farmer survey. **Renewable Agriculture and Food Systems**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 103–115, 2019.
- LUO, J. *et al.* Agri-food supply chain management: Bibliometric and content analyses. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 10, n. 5, 2018.
- MA, Y. C. *et al.* Seedling-growing tray made of rice straw for maize seedling transplantation and its shear mechanics test. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, [s. l.], v. 9, n. 6, p. 44–55, 2016.
- MAHMOOD, S. A.; MURDOCH, A. J. Adaptation of precision agriculture to root crops (sugar beet and potato). **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, [s. l.], v. 13, 2018.
- MAJSZTRIK, J. C.; PRICE, E. W.; KING, D. M. Environmental Benefits of Wireless Sensor-based Irrigation Networks: Case-study Projections and Potential Adoption Rates. **HORTTECHNOLOGY**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 783–793, 2013.
- MALDONADO, A. I. L. Automation and robots for handling, storing and transporting fresh horticulture produce. **Stewart Postharvest Review**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 1–6, 2010.
- MANDEL, D.; GHOSH, P. P.; DASGUPTA, M. K. Appropriate precision agriculture with site-specific cropping system management for marginal and small farmers. **CAB Reviews: perspectives in agriculture, veterinary science, nutrition and natural resources**, [s. l.], v. 7, p. 1–16, 2012.
- MANIMARAN, P.; ARFATH, D. Y. An intelligent smart irrigation system using WSN and GPRS module. **International Journal of Applied Engineering Research**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 3987–3992, 2016.
- MARTINS, C.; OLIVEIRA, T.; POPOVIĆ, A. Understanding the internet banking adoption: A unified theory of acceptance and use of technology and perceived risk application. **International Journal of Information Management**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 1–13, 2014.

- MATURANO, J. M. *et al.* Understanding Smallholder Farmers' Intention to Adopt Agricultural Apps: The Role of Mastery Approach and Innovation Hubs in Mexico. **Agronomy**, [s. l.], v. 11, p. 194, 2021.
- MC FADDEN, T.; GORMAN, M. Exploring the concept of farm household innovation capacity in relation to farm diversification in policy context. **Journal of Rural Studies**, [s. l.], v. 46, p. 60–70, 2016.
- MCPHEE, J. E. *et al.* The effect of controlled traffic on soil physical properties and tillage requirements for vegetable production. **Soil and Tillage Research**, [s. l.], v. 149, p. 33–45, 2015.
- MCPHEE, J. E. *et al.* Economic modelling of controlled traffic for vegetable production. **AUSTRALIAN FARM BUSINESS MANAGEMENT JOURNAL**, [s. l.], v. 13, p. 1–17, 2016.
- MCPHEE, J. E. *et al.* Economic modelling of controlled traffic for vegetable production. **AFBM Journal**, [s. l.], v. 13, p. 1–17, 2018.
- MCPHEE, J. E.; AIRD, P. L. Controlled traffic for vegetable production: Part 1. Machinery challenges and options in a diversified vegetable industry. **BIOSYSTEMS ENGINEERING**, [s. l.], v. 116, n. 2, p. 144–154, 2013.
- MIRSKY, S. B. *et al.* Control of cereal rye with a roller/crimper as influenced by cover crop phenology. **Agronomy Journal**, [s. l.], v. 101, n. 6, p. 1589–1596, 2009.
- MITCHELL, J. P. *et al.* A history of tillage in California's Central Valley. **Soil and Tillage Research**, [s. l.], v. 157, p. 52–64, 2016.
- MITCHELL, J. P. *et al.* Conservation agriculture systems. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, [s. l.], v. 14, 2019.
- MONISHA, M.; DHANALAKSHMI, T. G. A review on precision agriculture and its farming methods. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 1142–1153, 2015.
- MORGAN, D. L. Focus Groups. **Sociol**, [s. l.], v. 22, p. 129–152, 1996.
- MUTOKO, M. C.; HEIN, L.; SHISANYA, C. A. Farm diversity, resource use efficiency and sustainable land management in the western highlands of Kenya. **Journal of Rural Studies**, [s. l.], v. 36, p. 108–120, 2014.
- NEVES, J. A. B. **Modelo de equações estruturais: uma introdução aplicada**. Brasília: ENAP, 2018.
- NORRIS, C. E.; CONGREVES, K. A. Alternative management practices improve soil health indices in intensive vegetable cropping systems: A review. **Frontiers in Environmental Science**, [s. l.], v. 6, n. JUN, 2018.

NOVAES, M. B. C.; GIL, A. C. Pesquisa-ação participante como estratégia metodológica para o estudo do empreendedorismo social em administração de empresas. **Revista de Administração Mackenzie**, [s. l.], v. 10, p. 1–27, 2010.

OELOFSE, M. *et al.* Certified organic agriculture in China and Brazil: Market accessibility and outcomes following adoption. **Ecological Economics**, [s. l.], v. 69, n. 9, p. 1785–1793, 2010.

OJHA, T.; MISRA, S.; RAGHUVANSHI, N. S. Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges. **Computers and Electronics in Agriculture**, [s. l.], v. 118, p. 66–84, 2015.

ORTIZ-MARTÍNEZ, V. M. *et al.* Approach to biodiesel production from microalgae under supercritical conditions by the PRISMA method. **Fuel Processing Technology**, [s. l.], v. 191, p. 211–222, 2019.

PEDERSEN, H. H. *et al.* Wide span - re-mechanising vegetable production. In: (Tustin, DS and VanHooijdonk, BM, Ed.)**XXIX INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS ON HORTICULTURE: SUSTAINING LIVES, LIVELIHOODS AND LANDSCAPES: INTERNATIONAL SYMPOSIA ON THE PHYSIOLOGY OF PERENNIAL FRUIT CROPS AND PRODUCTION SYSTEMS AND MECHANISATION, PRECISION HORTICULTURE AND ROBOTICS 2016, Anais...** [s.l: s.n.]

PEKKERIET, E. J.; VAN HENTEN, E. J. Current developments of high-tech robotic and mechatronic systems in horticulture and challenges for the future. **Acta Horticulturæ**, [s. l.], v. 893, p. 85–94, 2011.

PRITCHETT, K. A.; KENNEDY, A. C.; COGGER, C. G. Management effects on soil quality in organic vegetable systems in Western Washington. **Soil Science Society of America Journal**, [s. l.], v. 75, n. 2, p. 605–615, 2011.

QUAN, L. *et al.* Motion planning and test of robot for seedling tray handling in narrow space. **Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery**, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 51–59, 2016.

RAJKUMAR, P. Food mileage: An indicator of evolution of agricultural outsourcing. **Journal of Technology Management and Innovation**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 37–46, 2010.

RAUT, R. D. *et al.* Examining the performance oriented indicators for implementing green management practices in the Indian agro sector. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 215, p. 926–943, 2019.

REEVE, J. R. *et al.* **Organic farming, soil health, and food quality: Considering possible links.** [s.l: s.n.]. v. 137

RONAGHI, M. H.; FOROUHARFAR, A. A contextualized study of the usage of the Internet of things (IoTs) in smart farming in a typical Middle Eastern country within the context of Unified Theory of Acceptance and Use of Technology model (UTAUT). **Pre-proof**, [s. l.], 2020.

SAUNDERS BULAN, M. T. *et al.* Buckwheat Species as Summer Cover Crops for Weed Suppression in No-Tillage Vegetable Cropping Systems. **Weed Science**, [s. l.], v. 63, n. 3, p. 690–702, 2015.

SCHIMMELPFENNIG, D. Crop production costs, profits, and ecosystem stewardship with precision agriculture. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, [s. l.], v. 50, n. 1, p. 81–103, 2018.

SHI, T. Development and test of automatic corn seedling transplanter. **Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 23–30, 2015.

SOUZA, A. C.; ALEXANDRE, N. M. C.; GUIRADELLO, E. B. Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. **Epidemiol. Serv. Saude**, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 649–659, 2017.

STREINER, D. L. Starting at the beginning: An introduction to coefficient alpha and internal consistency. **Journal of Personality Assessment**, [s. l.], v. 80, n. 1, p. 99–103, 2003.

STRIGARO, D.; CANNATA, M.; ANTONOVIC, M. Boosting a weather monitoring system in low income economies using open and non-conventional systems: Data quality analysis. **Sensors (Switzerland)**, [s. l.], v. 19, n. 5, 2019.

TAHERDOOST, H. A review of technology acceptance and adoption models and theories. In: MOLDOVAN, A.; GLIGOR, L.(Ed.) 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE INTERDISCIPLINARITY IN ENGINEERING, INTER-ENG 2017 2018, SARA BURGERHARTSTRAAT 25, PO BOX 211, 1000 AE AMSTERDAM, NETHERLANDS. **Anais...** SARA BURGERHARTSTRAAT 25, PO BOX 211, 1000 AE AMSTERDAM, NETHERLANDS: ELSEVIER SCIENCE BV, 2018.

TEY, Y. S. *et al.* A structured assessment on the perceived attributes of sustainable agricultural practices: A study for the Malaysian vegetable production sector. **Asian Journal of Technology Innovation**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 120–135, 2013.

TIAN, Y. *et al.* Reducing environmental risk of excessively fertilized soils and improving cucumber growth by Caragana microphylla-straw compost application in long-term continuous cropping systems. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 544, p. 251–261, 2016.

TODOROVIC, M. *et al.* Hydro-tech: An automated smart-tech decision support tool for eco-efficient irrigation management. **International Agricultural Engineering Journal**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 44–56, 2016.

VAEZIPOUR, A. *et al.* Enhancing eco-safe driving behaviour through the use of in-vehicle human-machine interface: A qualitative study. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 100, p. 247–263, 2017.

VAN ASSELDONK, M. A. P. M. *et al.* Understanding Preferences for Interventions To Reduce Microbiological Contamination in Dutch Vegetable Production. **Journal of Food Protection**, [s. l.], v. 81, n. 6, p. 892–897, 2018.

VENKATESH, V. *et al.* User acceptance of information technology: Toward a unified view. **MIS Quarterly: Management Information Systems**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 425–478, 2003.

WAISNAWA, I. N. G. S. *et al.* Model Development of Cold Chains for Fresh Fruits and Vegetables Distribution: A Case Study in Bali Province. In: JOURNAL OF PHYSICS: CONFERENCE SERIES 2018, **Anais...** : Institute of Physics Publishing, 2018.

WANG, D. *et al.* Engineering technology classification of processing and storage for agricultural product producing area. **Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, [s. l.], v. 29, n. 21, p. 257–263, 2013.

WANG, J. *et al.* Vegetable mechanized harvesting technology and its development. **Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 81–87, 2014.

WAYMAN, S. *et al.* The influence of cover crop variety, termination timing and termination method on mulch, weed cover and soil nitrate in reduced-tillage organic systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, [s. l.], v. 30, n. 5, p. 450–460, 2015.

WESTWOOD, J. H. *et al.* Weed Management in 2050: Perspectives on the Future of Weed Science. **Weed Science**, [s. l.], v. 66, n. 3, p. 275–285, 2018.

WOLFERT, S. *et al.* Big Data in Smart Farming - A review. **AGRICULTURAL SYSTEMS**, THE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, OXON, ENGLAND, v. 153, p. 69–80, 2017.

WU, L. An empirical research on poor rural agricultural information technology services to adopt. In: PROCEDIA ENGINEERING 2012, Harbin. **Anais...** Harbin, 2012.

YANG, L. *et al.* Motion analysis and performance test of corn paper pot seedlings transplanter. **Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, [s. l.], v. 30, n. 13, p. 35–42, 2014.

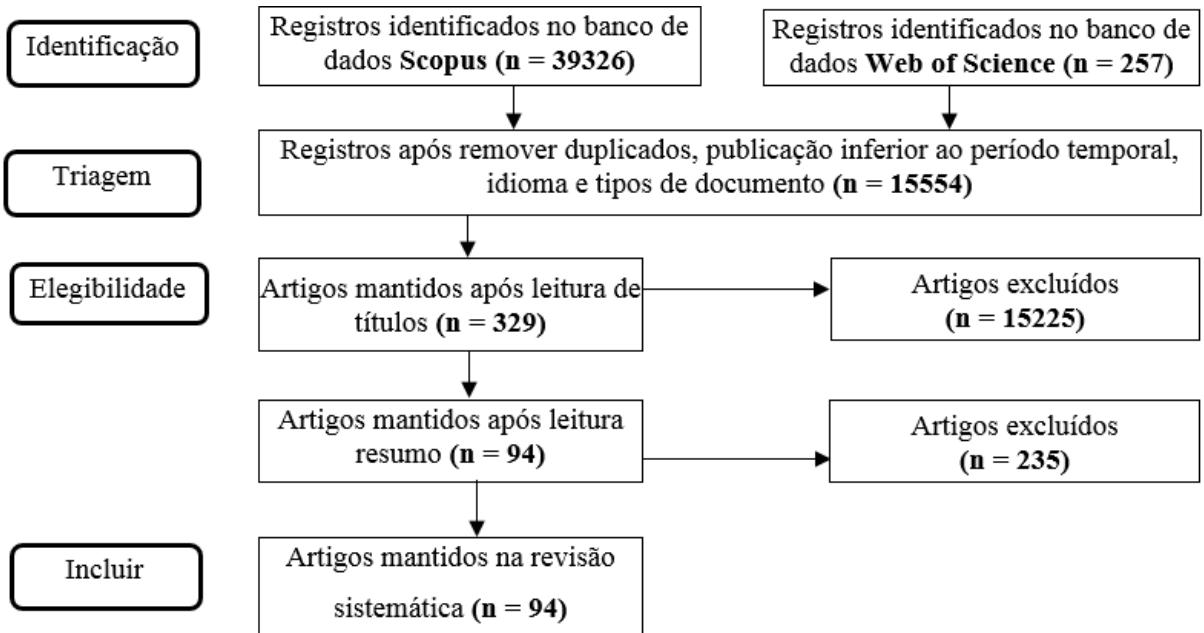
ZHANG, B. *et al.* Farmers' adoption of water-saving irrigation technology alleviates water scarcity in metropolis suburbs: A case study of Beijing, China. **Agricultural Water Management**, [s. l.], v. 212, p. 349–357, 2019.

ZHANG, G. S.; NI, Z. W. Winter tillage impacts on soil organic carbon, aggregation and CO₂ emission in a rainfed vegetable cropping system of the mid-Yunnan plateau, China. **Soil and Tillage Research**, [s. l.], v. 165, p. 294–301, 2017.

ZHANG, W.; JIANG, W. UV treatment improved the quality of postharvest fruits and vegetables by inducing resistance. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 92, p. 71–80, 2019.

ZIEGLER, M. *et al.* Fresh insights: User research towards a market information service for bihari vegetable farmers. In: ACM INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDING SERIES 2019, **Anais...** Association for Computing Machinery, 2019.

APÊNDICE A - Diagrama de fluxo de seleção método PRISMA



Fonte: Adaptado de Ortiz-Martínez *et al.* (2019).

APÊNDICE B - Análise Bibliométrica

De acordo com o PB, a maior concentração de artigos compreendeu o intervalo de 2015 a 2019, correspondente a 13% das publicações em 2015, 15% em 2016, 10% em 2017, 27% em 2018 e 10% em 2019. Com este resultado, observa-se um acréscimo nos estudos referente ao objetivo desta pesquisa. Os artigos estão agrupados por ano no Quadro 15.

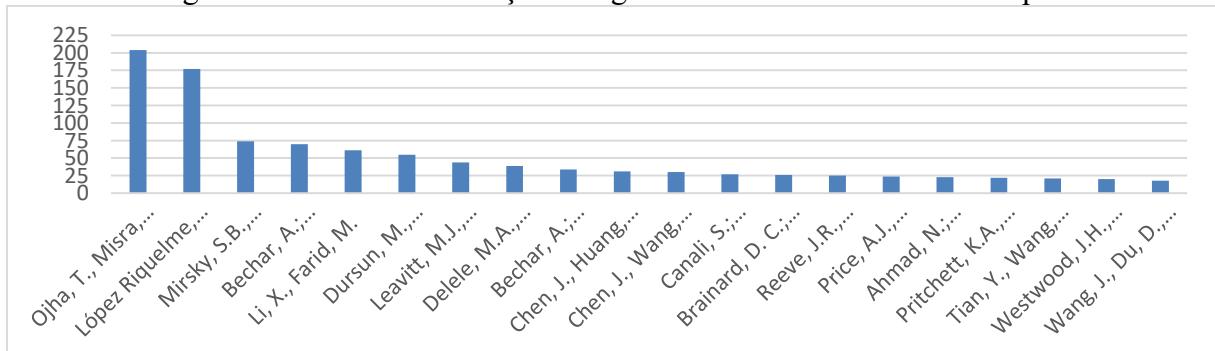
Quadro 15 - Artigos do PB separados por ano

Ano	Artigos
2009	López Riquelme <i>et al.</i>
2010	Deng <i>et al.</i> , Maldonado, Rajkumar, Li <i>et al.</i>
2011	Dursun; Ozden, Chen <i>et al.</i> , Pritchett, Kennedy e Cogger, Leavitt <i>et al.</i> , Pekkeriet e Van Henten
2012	Aghanenu e Onemolease, Mandel <i>et al.</i> , Chen <i>et al.</i>
2013	Brainard <i>et al.</i> , Canali <i>et al.</i> , Delele <i>et al.</i> , McPhee e Aird, Tey <i>et al.</i> , Price e Norsworthy, Majsztrik <i>et al.</i> , Wang <i>et al.</i>
2014	Wang <i>et al.</i> , Yang <i>et al.</i> , Leite <i>et al.</i>
2015	Ahmad e Mehmood, An <i>et al.</i> , Anderson, Chung <i>et al.</i> , Dorn <i>et al.</i> , Gao <i>et al.</i> , Monisha e Dhanalakshmi, McPhee e Al., Shi, Ojha, Misra e Raghuwanshi, Wayman <i>et al.</i> , Saunders Bulan <i>et al.</i>
2016	Bandal e Thirugnanam, Bechar e Vigneault, Defterli <i>et al.</i> , Pedersen <i>et al.</i> , Ma <i>et al.</i> , Reeve <i>et al.</i> , Tian <i>et al.</i> , Leskovar <i>et al.</i> , Jewell, Todorovic <i>et al.</i> , Li e Farid, Quan <i>et al.</i> , Mc Fadden e Gorman
2017	Bawden <i>et al.</i> , Bechar e Vigneault, Bietila <i>et al.</i> , Cahz e Johnson, Chen <i>et al.</i> , Holmes <i>et al.</i> , Bietila <i>et al.</i> , Zhang e Ni, Nordey <i>et al.</i> , Liu
2018	Adalja e LichtenbergI, Ali <i>et al.</i> (Bavorova <i>et al.</i> , Beach <i>et al.</i> , Beza <i>et al.</i> , Chandra <i>et al.</i> Pascale <i>et al.</i> , Dihingia <i>et al.</i> , Han <i>et al.</i> , Han e Chen, Schimmelpfennig, Ji <i>et al.</i> , Mahmood e Murdoch, Jin <i>et al.</i> , Waisnawa <i>et al.</i> , Ali <i>et al.</i> , Liu <i>et al.</i> , Zhou <i>et al.</i> , Ji <i>et al.</i> , Jin <i>et al.</i> , 2018 b, Westwood <i>et al.</i> , Norris e Congreves, Beach <i>et al.</i> , Zhang <i>et al.</i> , Yang <i>et al.</i> , Hilkens <i>et al.</i> , McPhee <i>et al.</i>)
2019	Bjornlund e Bjornlund, Cofré-Bravo, Klerkx e Engler; Fennimore e Cutulle, Fourati <i>et al.</i> , Mirsky <i>et al.</i> , Jin <i>et al.</i> , Strigaro <i>et al.</i> , Lowry e Brainard, Raut <i>et al.</i> , Ziegler <i>et al.</i>

Fonte: Autoria própria (2019).

A análise realizada por meio do número de citações dos artigos do PB, na base de dados Scopus, Figura 32, apresenta 20 autores com maior relevância, com destaque para Ojha, Misra e Raghuwanshi (2015), com 204 citações e López Riquelme *et al.* (2009), com 177 citações.

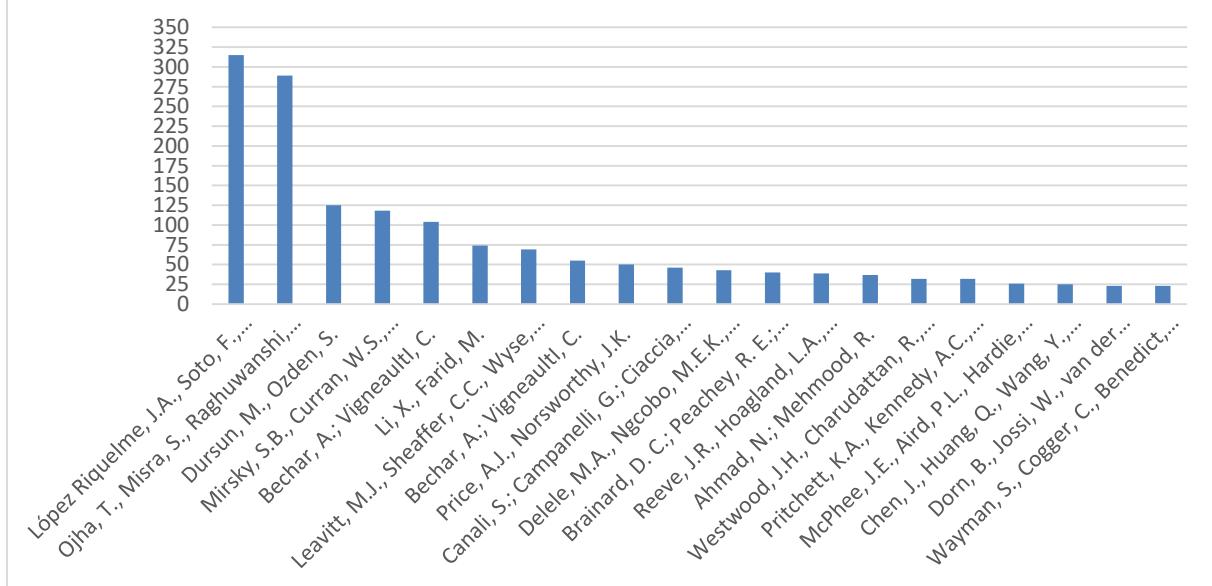
Figura 32 - Número de citações artigos do PB na base de dados Scopus



Fonte: Autoria própria (2019).

A Figura 33 apresenta o número de citações dos artigos do PB no Google Acadêmico de 20 autores mais relevantes, com destaque para López Riquelme *et al.* (2009), com 315 citações, Ojha, Misra e Raghuwanshi (2015), com 289 citações, Dursun e Ozden (2011), com 125 citações, Mirsky *et al.* (2019), com 118 citações e Bechar e Vigneault (2016), com 104 citações.

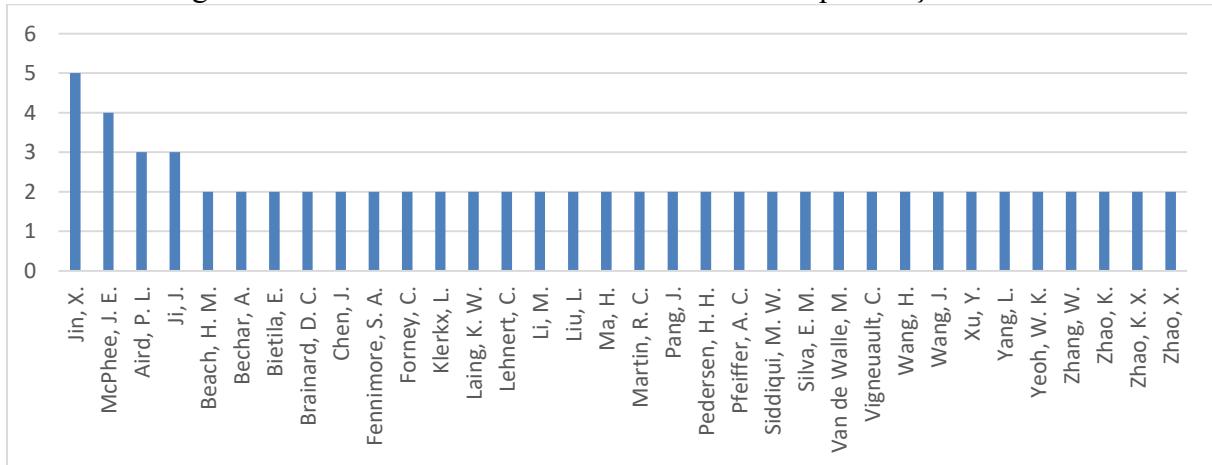
Figura 33 - Número de citações artigos do PB no Google Acadêmico



Fonte: Autoria própria (2019).

Foram encontrados 336 autores diferentes nas publicações do PB, sendo 30 com duas publicações e quatro foram destaque com mais de duas publicações cada: Jin, com cinco publicações, McPhee, com quatro publicações e Aird e Ji, com três publicações. A Figura 34 apresenta a relação dos autores com no mínimo duas publicações no PB.

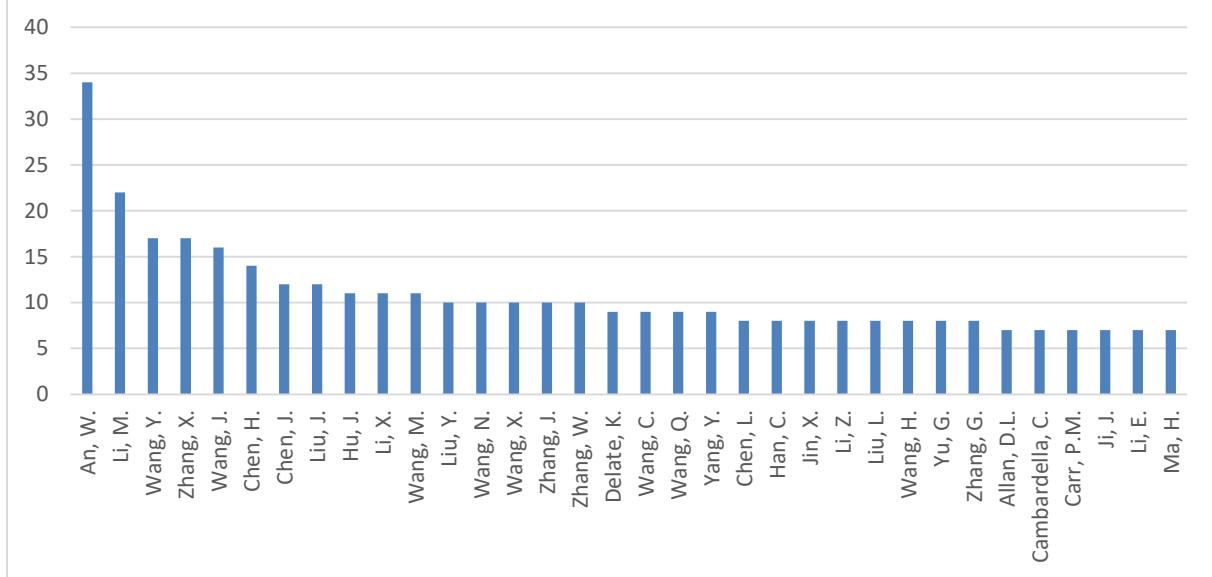
Figura 34 - Autores com duas ou mais ocorrências publicações no PB



Fonte: Autoria própria (2019).

Realizou-se busca nas referências dos artigos do PB para identificar os autores com maior número de citações. A Figura 35 apresenta 34 autores que são evidenciados com o mínimo de sete vezes nas referências dos artigos. Os de maior destaque: An, aparece 34 vezes, Li, aparece 22 vezes, Wang, Y. e Zhang, que aparecem 17 vezes e Wang, J., que aparece 16 vezes.

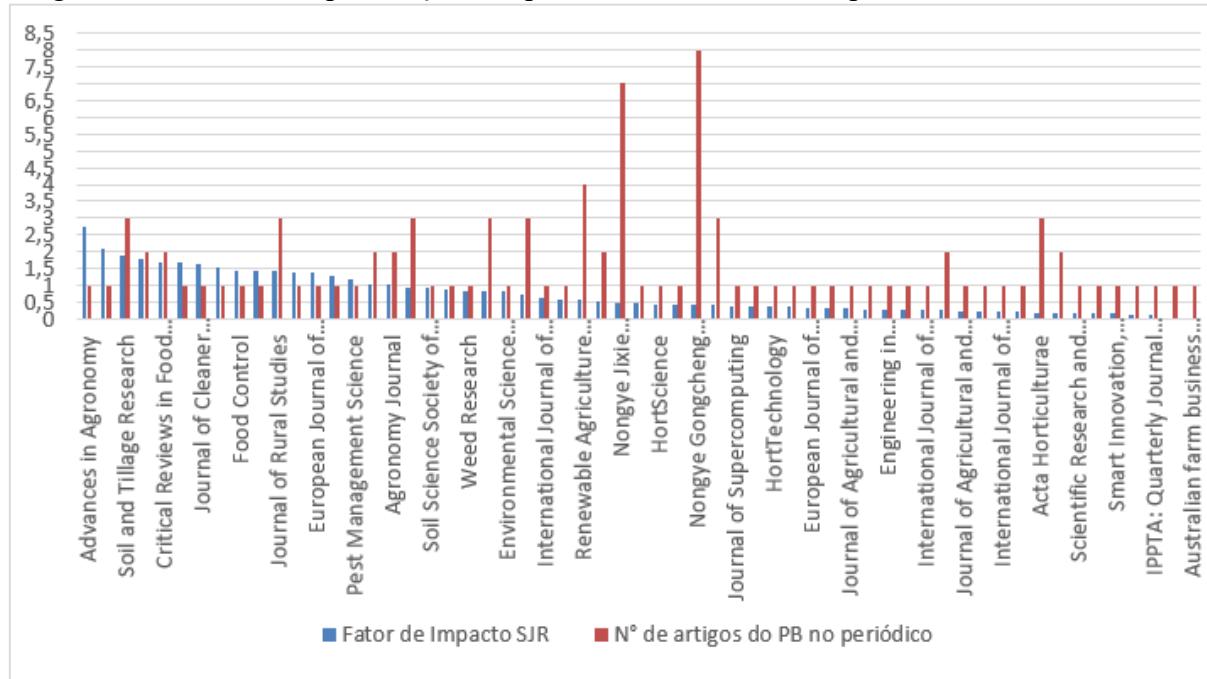
Figura 35 - Número de citações por autor nas referências dos artigos no PB



Fonte: Autoria própria (2019).

Com o intuito de analisar o número de publicações utilizadas, foram identificados 59 periódicos no PB e o Fator de Impacto (FI) *Scimago Journal Rank* (SJR). Para isso, realizou-se o cruzamento do número de vezes que o periódico é evidenciado no PB com o valor FI. Destacam-se no FI: *Advances in Agronomy*, com 2.725, *Supply Chain Management*, com 2.103, *Soil and Tillage Research*, com 1.898, *Agronomy for Sustainable Development*, com 1.806, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, com 1.709 e *Postharvest Biology and Technology*, com 1.664. Entretanto, o número de publicações no PB destacam-se: Nongye Gongcheng Xuebao/*Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, com oito, Nongye Jixie Xuebao/*Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, com sete, *Renewable Agriculture and Food Systems*, com quatro publicações e *Soil and Tillage Research; Journal of Rural Studies; Computers and Electronics in Agriculture; Biosystems Engineering; Weed Technology; International Journal of Agricultural and Biological Engineering; Acta Horticulture*, com três publicações. Os dados são apresentados na Figura 36.

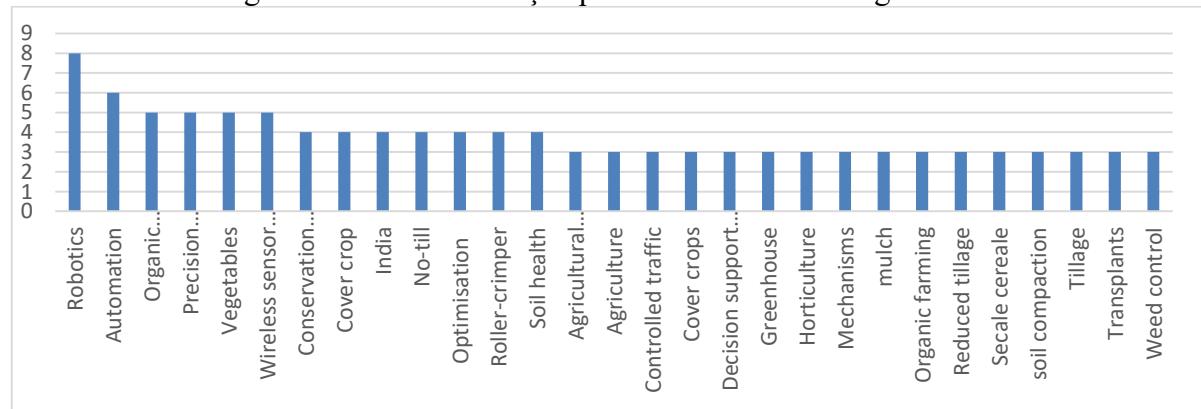
Figura 36 - Número de publicações no periódico e o Fator de Impacto SJR utilizados no PB



Fonte: Autoria própria (2019).

Na análise bibliométrica foram encontradas 436 palavras-chave diferentes. Desses, 72 são usadas em mais de um artigo, representando 16,51%. Na Figura 37 estão representadas as palavras que são citadas acima de três vezes, dentre elas destacam-se: *Robotics*, citada oito vezes, *Automation*, citada seis vezes, *Organic agriculture; Precision Agriculture; Vegetables; Wireless sensor network*, citadas cinco vezes e *Conservation tillage; Cover crop; India; No-till; Optimisation; Roller-crimper; Soil health*, citadas quatro vezes.

Figura 37 - Número citação palavras-chave nos artigos do PB

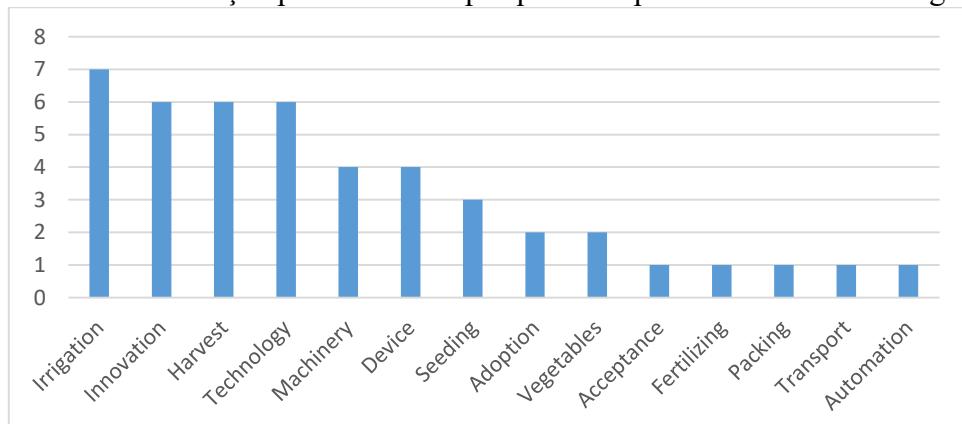


Fonte: Autoria própria (2019).

A Figura 38 representa o número de citações das palavras-chave determinadas para a busca nos bancos de dados Scopus e WoS, nas palavras-chave dos artigos do PB. Para isso, cruzou-se as palavras da pesquisa com as palavras dos artigos do PB e destacaram-se: Irrigação,

sete vezes, Inovação; Colheita e Tecnologia, seis vezes; Maquinaria e Dispositivo, quatro vezes; Semeando, três vezes e Adoção e Hortaliças, duas vezes cada uma.

Figura 38 - Número citação palavra-chave pesquisa nas palavras-chave dos artigos do PB



Fonte: Autoria própria (2019).

APÊNDICE C - Questionário 1

Prezado (a) Agricultor/Proprietário (a),

Convidamos o (a) Senhor (a) para participar da pesquisa sobre a “Adoção de tecnologias no cultivo de hortaliças utilizando o processo com plantio direto”. Esta pesquisa irá subsidiar a construção da dissertação de mestrado do discente Diogo Bellé junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS-PB - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR - Campus Pato Branco. A partir deste Questionário, pretende-se avaliar as percepções e os critérios que influenciam na adoção de novas tecnologias pelos agricultores que utilizam o SPDH. Este trabalho está sendo desenvolvido conjuntamente e de forma coordenada com outras iniciativas da Epagri, junto aos agricultores que fazem parte do Projeto SPDH.

Sua participação é voluntária e acontecerá por meio de Questionário eletrônico disponibilizado na plataforma Google Forms. Asseguramos que seu nome não será citado ou utilizado diretamente na pesquisa, sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

As perguntas sinalizadas com * são de resposta obrigatória.

Características (Demográficas) do proprietário da propriedade

1. Qual a sua idade?
2. Quantos anos da sua vida dedicou a escolaridade formal?
3. Quantos anos você tem de experiência na produção agrícola?

Características (Demográficas) da família

4. Qual o número de membros da sua família?
5. Em que faixa de valores encontra-se a renda familiar mensal proveniente da produção agrícola?
 - () Até 1.045,00 reais
 - () Entre 1.045,00 e 2.090,00 reais
 - () Entre 2.090,00 e 5.000,00 reais
 - () Entre 5.001,00 e 10.000,00 reais
 - () Acima de 10.000,00 reais

Características (Demográficas) da propriedade

6. Qual a área total plantada em hectares da sua propriedade?
7. Sua propriedade já serviu de demonstrações de novas técnicas e tecnologias?
 - () Sim () Não
8. Sua propriedade faz parte de algum grupo, cooperativa ou associação de produção,

beneficiamento e/ou comercialização de hortaliças?

() Sim () Não

Condições de produção hortaliças

9. Os membros da propriedade envolvidos cultivo de hortaliças em sistema plantio direto (SPDH) participaram de treinamentos sobre tecnologias agrícolas?

() Sim () Não

10. Qual a distância da sua propriedade até o mercado mais próximo em quilômetros?

11. Você utiliza em sua propriedade lençóis freáticos como principal fonte de água?

() Sim () Não

Percepções de tecnologias

12. Você consegue acessar as informações que necessita com facilidade e precisão?

() Sim () Não

13. Marque a alternativa de acordo com a sua percepção em relação aos custos para adotar novas tecnologias no cultivo com o SPDH.

() Baixo () Moderado () Médio () Alto

Fatores ambientais

14. Você é membro de alguma associação de agricultores para promover o desenvolvimento rural?

() Sim () Não

14. Sua área de campo facilita a utilização de novas tecnologias na produção de hortaliças?

() Sim () Não

15. Algum agricultor vizinho adotou algum tipo de tecnologia para a produção de hortaliças?

() Sim () Não

16. Você já teve acesso a subsídios de políticas públicas?

() Sim () Não

Tecnologias para produção de hortaliças

15. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual, referente as tecnologias de Agricultura de Precisão, como os sistemas de informações (planilhas, aplicativos, software, etc.), para monitorar o crescimento e produtividade.

() Desconheço as tecnologias

() Somente tenho conhecimento das tecnologias

() Atualmente utilizo na propriedade

16. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual, referente as tecnologias de Agricultura de Precisão, como os sistemas de informações (planilhas, aplicativos, software, etc.), para monitorar os dados no manejo de nutrientes do solo.

- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
17. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual, referente as tecnologias de Agricultura de Precisão, como os sistemas de informações (planilhas, aplicativos, software, etc..), para monitorar os dados no manejo integrado de pragas.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
18. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as tecnologias de Agricultura de Precisão, como os sistemas de informação (planilhas, aplicativos, software, etc..), para a gestão e gerenciamento da produção.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
19. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as tecnologias de agricultura de Precisão, como os sistemas de informações (planilhas, aplicativos, software, etc.), para o monitoramento do processo de semeadura e fertilização.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
20. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual, referente as tecnologias de Agricultura de Precisão, como os sistemas de informações (planilhas, aplicativos, software, etc.), para monitorar os mercados de venda dos produtos agrícolas (vendas de produtos, equipamentos, insumos, etc.).
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
21. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual, referente as tecnologias de agricultura de precisão, como os sistemas de informações sistemas de monitoramento climático, temperatura e umidade como: Sensores e aplicativos em celulares.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade

22. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as tecnologias mecanizadas para o transplante de mudas de hortaliças.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
23. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as Tecnologias de armazenamento, transporte e logística como (sistemas de refrigeração, embalagens, controle de temperatura e umidade) para produção de hortaliças.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
24. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as Tecnologias para manipulação, desinfecção e lavagem de hortaliças pós-colheita com a utilização de (ozônio, água eletrolisada, peróxido de hidrogênio, radiação ultravioleta, alta pressão, esterilização, campo elétrico pulsado e ultrassom).
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
25. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as normas e tecnologias para a manipulação dos alimentos garantindo a segurança alimentar.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
26. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as tecnologias de controle de tráfego com máquinas na mesma largura para diminuir a compactação do solo.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
27. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as tecnologias para o controle de ervas daninhas com sistemas robóticos.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade

28. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as tecnologias de sensores para medir a qualidade de frutas e vegetais.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
29. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as tecnologias de agricultura sustentável como (rotação de culturas, cobertura de solo com plantio direto, diminuição de fertilizantes químicos e agrotóxicos).
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
30. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as tecnologias com sistemas automatizados para monitorar e controlar a reciclagem de água, irrigação e fertilização.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
31. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as tecnologias mecanizadas e automatizadas para a colheita.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
32. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as tecnologias robóticas para operações de campo.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade
33. Marque a alternativa correspondente de acordo com sua situação atual referente as tecnologias robóticas para o manuseio, armazenamento e transporte de produtos hortícolas.
- () Desconheço as tecnologias
() Somente tenho conhecimento das tecnologias
() Atualmente utilizo na propriedade

APÊNDICE D – Questionário 2

Prezado (a) Agricultor/Proprietário (a),

Convidamos o (a) Senhor (a) para participar da pesquisa sobre a “Adoção de tecnologias no cultivo de hortaliças utilizando o processo com plantio direto”. Esta pesquisa irá subsidiar a construção da dissertação de mestrado do discente Diogo Bellé junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas – PPGEPS-PB - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR – Campus Pato Branco. A partir deste Questionário, pretende-se avaliar as percepções e os critérios que influenciam na adoção de novas tecnologias pelos agricultores que utilizam o SPDH. Este trabalho está sendo desenvolvido conjuntamente e de forma coordenada com outras iniciativas da Epagri, junto aos agricultores que fazem parte do Projeto SPDH.

Sua participação é voluntária e acontecerá por meio de Questionário eletrônico disponibilizado na plataforma Google Forms. Asseguramos que seu nome não será citado ou utilizado diretamente na pesquisa, sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

As perguntas sinalizadas com * são de resposta obrigatória.

Características demográficas dos agricultores.

1. Gênero:

() Masculino () Feminino () Prefiro não responder

2. Qual a sua idade?

3. Qual o seu nível de escolaridade formal?

() Ensino fundamental

() Ensino médio

() Graduação

() Pós-graduação

() Nenhum

4. Quantos anos você tem de experiência na produção agrícola?

Expectativa de desempenho (PE)

5. Achei as novas tecnologias para usar no SPDH, úteis para fazer minhas atividades agrícolas.

() Concordo totalmente

() Concordo parcialmente

() Não concordo Nem discordo

() Discordo parcialmente

() Discordo totalmente

6. Usar as novas tecnologias para usar no SPDH, poderá ajudar a realizar minhas tarefas mais rapidamente.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Não concordo Nem discordo
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

7. Usar as novas tecnologias para usar no SPDH, aumentará minhas chances de alcançar maior produtividade da colheita.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Não concordo Nem discordo
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

8. Se eu usar as novas tecnologias para usar no SPDH, aumentarei minhas chances de aumentar minha receita.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Não concordo Nem discordo
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

Expectativa de esforço (EE)

9. Aprender como usar as novas tecnologias para utilizar no SPDH, é fácil para mim.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Não concordo Nem discordo
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

10. Minha primeira impressão das novas tecnologias para utilizar no SPDH, pode ser descrita como clara, favorável e compreensível.

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Não concordo Nem discordo
- () Discordo parcialmente

() Discordo totalmente

11. Achei que as novas tecnologias para utilizar no SPDH, podem ser fáceis de usar.

() Concordo totalmente

() Concordo parcialmente

() Não concordo Nem discordo

() Discordo parcialmente

() Discordo totalmente

12. É aplicável para mim tornar-me um usuário habilidoso e hábil das novas tecnologias para utilizar no SPDH.

() Concordo totalmente

() Concordo parcialmente

() Não concordo Nem discordo

() Discordo parcialmente

() Discordo totalmente

Influência social (SI)

13. Pessoas que são importantes para mim acham que devo usar as novas tecnologias para no SPDH.

() Concordo totalmente

() Concordo parcialmente

() Não concordo Nem discordo

() Discordo parcialmente

() Discordo totalmente

14. As pessoas, que influenciam meu comportamento, acham que devo usar as novas tecnologias no SPDH.

() Concordo totalmente

() Concordo parcialmente

() Não concordo Nem discordo

() Discordo parcialmente

() Discordo totalmente

15. As pessoas cujas opiniões são valiosas para mim tem intenção em usar as novas tecnologias no SPDH.

() Concordo totalmente

() Concordo parcialmente

() Não concordo Nem discordo

- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

16. Meus parentes mais próximos, amigos e conhecidos estão usando as novas tecnologias para o SPDH.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo Nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

Condições facilitadoras (FC)

17. Tenho as instalações necessárias para usar as novas tecnologias para o SPDH.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo Nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

18. Tenho o conhecimento básico de como usar as novas tecnologias para o SPDH.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo Nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

19. As novas tecnologias para o SPDH geralmente são compatíveis com outras tecnologias que atualmente utilizo.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo Nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

20. Posso obter ajuda de outras pessoas quando tenho dificuldades em usar as novas tecnologias para o SPDH.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo Nem discordo

- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

Intenção comportamental (BI)

21. Eu pretendo usar as novas tecnologias para o SPDH no futuro.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo Nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

22. Sempre tento usar as novas tecnologias para o SPDH em meus trabalhos diários.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo Nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

23. Eu planejei usar ou vou continuar usando as novas tecnologias para o SPDH com mais frequência no futuro.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo Nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

24. Vou sugerir o uso das novas tecnologias para o SPDH a os outros agricultores.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo Nem discordo
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

Comportamento de uso (UB)

25. Eu uso ou pretendo utilizar as novas tecnologias para o SPDH.

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não concordo Nem discordo
- Discordo parcialmente

() Discordo totalmente

26. Tenho uma ideia clara de como usar as novas tecnologias para o SPDH.

() Concordo totalmente

() Concordo parcialmente

() Não concordo Nem discordo

() Discordo parcialmente

() Discordo totalmente

APÊNDICE E – Questionário 1 com ajustes após validação pelos especialistas e exportado do Google Forms

ADOÇÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO - QUESTIONÁRIO 1

Prezado (a) Agricultor/Proprietário (a),

Convidamos o (a) Senhor (a) para participar da pesquisa sobre a "ADOÇÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO". Esta pesquisa irá subsidiar a construção da dissertação de mestrado do discente Diogo Bellé junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS-PB - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR - Campus Pato Branco. A partir deste Questionário, pretende-se apresentar as tecnologias existentes de acordo com a literatura e avaliar qual a percepções dos agricultores referente a essas tecnologias.

Este trabalho está sendo desenvolvido conjuntamente e de forma coordenada com outras iniciativas da EPAGRI, junto aos agricultores que fazem parte do Projeto SPDH.

Sua participação é voluntária e asseguramos que seu nome não será citado ou utilizado diretamente na pesquisa, sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

Esclarecimentos sobre o comitê de ética em pesquisa

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP=UTFPR). Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, Telefone: (41) 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br.

Instruções

Por gentileza, tente responder todas as questões, evitando deixar perguntas sem resposta. O tempo médio para responder ao questionário é de 15 minutos.

Sua participação é voluntária, porém muito importante para nós. Contamos com ela, agradecendo, desde já!

***Obrigatório**

1. O(a) Senhor(a) conhece o objetivo e aceita participar deste estudo, respondendo o questionário a seguir? *

Marcar apenas uma oval.

- Conheço o objetivo e ACEITO participar da pesquisa
 Conheço o objetivo e NÃO ACEITO participar da pesquisa

As perguntas sinalizadas com * são de resposta obrigatória.

**Características (Demográficas)
do proprietário da propriedade**

Essa parte você deverá preencher com os seus dados de identificação pessoal e profissional.

2. Qual a sua IDADE? *

3. Qual a sua ESCOLARIDADE? *

Marcar apenas uma oval.

- Ensino fundamental incompleto
- Ensino fundamental completo
- Ensino médio incompleto
- Ensino médio completo
- Graduação
- Pós graduação
- Nenhuma

4. Quantos ANOS você tem de experiência na produção agrícola? *

**Características
(Demográficas) da família**

Essa parte você deverá preencher com os dados demográficos da sua família.

5. Qual o número TOTAL de membros da sua família (incluindo você)? *

6. Em que faixa de VALORES encontra-se a renda familiar mensal proveniente da produção agrícola? *

Marcar apenas uma oval.

- Até 1.045,00 reais
- Entre 1.045,00 e 2.090,00 reais
- Entre 2.090,00 e 6.270,00 reais
- Entre 6.270,00 e 10.450,00 reais
- Acima de 10.450,00 reais

Características
(Demográficas) da
propriedade

Essa parte você deverá preencher com os dados demográficos da sua propriedade.

7. Qual a área TOTAL plantada em hectares da sua propriedade? *

8. Sua propriedade já SERVIU de demonstrações de novas técnicas e tecnologias? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

9. Sua propriedade FAZ PARTE de algum grupo, cooperativa ou associação de produção, beneficiamento e/ou comercialização de hortaliças? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

Condições de
produção
hortaliças

Essa parte você deverá preencher com os dados de acordo com as condições de produção disponíveis na sua propriedade.

10. Os membros da propriedade envolvidos na produção de hortaliças com SPDH PARTICIPARAM de treinamentos sobre tecnologias agrícolas? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

11. Qual a DISTÂNCIA da sua propriedade até o mercado de vendas mais próximo em quilômetros? *

12. Qual a principal fonte de ÁGUA que você utiliza em sua propriedade para a produção de hortaliças? *

Marcar apenas uma oval.

- Nascente
 Água de poço
 Açude
 Rio ou riachos
 Sistema de reaproveitamento da água da chuva
 Outro: _____

Percepções de tecnologias

Essa parte você deverá preencher com os dados de acordo com sua percepções e conhecimentos referentes a tecnologias.

13. Você consegue acessar as INFORMAÇÕES SOBRE TECNOLOGIAS com facilidade e precisão? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

14. Marque a alternativa de acordo com a sua percepção em relação aos CUSTOS para adotar novas tecnologias no cultivo com o SPDH. *

Marcar apenas uma oval.

Baixo

Moderado

Alto

Fatores ambientais

Essa parte você deverá preencher com os dados de acordo com os fatores ambientais o qual o senhor pertence.

15. Você é MEMBRO de alguma associação de produtores para promover o desenvolvimento rural? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

16. Sua área de campo facilita a UTILIZAÇÃO de novas tecnologias na produção de hortaliças? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

17. Algum agricultor vizinho ADOTOU algum tipo de tecnologia para a produção de hortaliças? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

18. Você já teve ACESSO a subsídios de políticas públicas como: Pronaf, Mais Alimentos, Menos Juros, FDR, outros? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Tecnologias para produção de hortaliças

Essa parte da pesquisa estão apresentadas as tecnologias existentes que podem ser utilizadas na produção de hortaliças, preencha os dados de acordo com o seu conhecimento em relação a essas tecnologias.

PARA AS TECNOLOGIAS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO LISTADAS ABAIXO, Marque a alternativa correspondente à sua situação atual:

19. Sistemas de informações (planilhas, aplicativos, software, etc.), para monitorar o CRESCIMENTO e PRODUTIVIDADE. *

Marcar apenas uma oval.

Desconheço as tecnologias

Somente tenho conhecimento das tecnologias

Atualmente utilizo na propriedade

20. Sistemas de informações (planilhas, aplicativos, software, etc.), para monitorar os dados no MANEJO de NUTRIENTES do SOLO. *

Marcar apenas uma oval.

Desconheço as tecnologias

Somente tenho conhecimento das tecnologias

Atualmente utilizo na propriedade

21. Sistemas de informações (planilhas, aplicativos, software, etc..), para monitorar os dados no MANEJO INTEGRADO de PRAGAS. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

22. Sistemas de informação (planilhas, aplicativos, software, etc..), para a GESTÃO e GERENCIAMENTO da produção. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

23. Sistemas de informações (planilhas, aplicativos, software, etc.), para o MONITORAMENTO do processo de SEMEADURA e FERTILIZAÇÃO. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

24. Sistemas de informações (planilhas, aplicativos, software, etc.), para MONITORAR os MERCADOS de VENDA dos produtos agrícolas (vendas de produtos, equipamentos, insumos, etc.). *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

25. Sistemas de informações para o monitoramento climático, temperatura e umidade como: SENsoRES e APLICATIVOS em celulares. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

PARA AS TECNOLOGIAS LISTADAS ABAIXO, Marque a alternativa correspondente à sua situação atual:

26. Tecnologias mecanizadas para o TRANSPLANTE de MUDAS de hortaliças. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

27. Tecnologias de ARMAZENAMENTO, TRANSPORTE e LOGÍSTICA como (sistemas de refrigeração, embalagens, controle de temperatura e umidade) para produção de hortaliças. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

28. Tecnologias para MANIPULAÇÃO, DESINFECÇÃO e LAVAGEM de hortaliças pós colheita com a utilização de (ozônio, água eletrolisada, peróxido de hidrogênio, radiação ultravioleta, alta pressão, esterilização, campo elétrico pulsado e ultrassom). *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

29. Normas e tecnologias para a MANIPULAÇÃO dos alimentos garantindo a segurança alimentar. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

30. Tecnologias de CONTROLE de TRAFEGO com máquinas na mesma largura para diminuir a compactação do solo. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

31. Tecnologias para o CONTROLE de ERVAS DANINHAS com sistemas robóticos. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

32. Tecnologias de SENSORES para MEDIR a QUALIDADE de frutas e vegetais. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

33. Tecnologias de AGRICULTURA SUSTENTÁVEL como (rotação de culturas, cobertura de solo com plantio direto, diminuição de fertilizantes químicos e agrotóxicos). *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

34. Tecnologias com sistemas automatizados para MONITORAR e CONTROLAR a reciclagem de água, irrigação e fertilização. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

35. Tecnologias MECANIZADAS e AUTOMATIZADAS para a COLHEITA. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

36. Tecnologias robóticas para OPERAÇÕES de CAMPO. *

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

37. Tecnologias robóticas para o MANUSEIO, ARMAZENAMENTO e TRANSPORTE de produtos hortícolas.*

Marcar apenas uma oval.

- Desconheço as tecnologias
- Somente tenho conhecimento das tecnologias
- Atualmente utilizo na propriedade

Para confirmar sua participação selecione ENVIAR. Agradecemos a sua colaboração, pois sua participação foi fundamental para a continuidade no desenvolvimento da pesquisa.

APÊNDICE F – Questionário 2 com ajustes após validação pelos especialistas e exportado do Google Forms

ADOÇÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO - QUETIONÁRIO 2

Prezado (a) Agricultor/Proprietário (a),

Convidamos o (a) Senhor (a) para participar da pesquisa sobre a "ADOÇÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO". Esta pesquisa irá subsidiar a construção da dissertação de mestrado do discente Diogo Bellé junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS-PB - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR - Campus Pato Branco. A partir deste Questionário, busca-se obter dados para analisar a intenção de adoção das novas tecnologias e as condicionantes que influenciam a adoção pelos agricultores que cultivam hortaliças com SPDH.. Este trabalho está sendo desenvolvido conjuntamente e de forma coordenada com outras iniciativas da EPAGRI, junto aos agricultores que fazem parte do Projeto SPDH.

Sua participação é voluntária e asseguramos que seu nome não será citado ou utilizado diretamente na pesquisa, sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

Esclarecimentos sobre o comitê de ética em pesquisa

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP=UTFPR). Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, Telefone: (41) 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br.

Instruções

Por gentileza, tente responder todas as questões, evitando deixar perguntas sem resposta. O tempo médio para responder ao questionário é de 15 minutos.

Sua participação é voluntária, porém muito importante para nós. Contamos com ela, agradecendo, desde já!

*Obrigatório

1. O(a) Senhor(a) conhece o objetivo e aceita participar deste estudo, respondendo o questionário a seguir? *

Marcar apenas uma oval.

- Conheço o objetivo e ACEITO participar da pesquisa
 Conheço o objetivo e NÃO ACEITO participar da pesquisa

As perguntas sinalizadas com * são de resposta obrigatória.

Características demográficas dos agricultores

Nesta parte você deverá preencher com os seus dados de identificação pessoal e profissional.

2. Gênero *

Marcar apenas uma oval.

- Feminino
 Masculino
 Prefiro não dizer
 Outro: _____

3. Qual a sua IDADE? *

4. Qual o seu nível de escolaridade formal? *

Marcar apenas uma oval.

- Ensino fundamental incompleto
- Ensino fundamental completo
- Ensino médio incompleto
- Ensino médio completo
- Graduação
- Pós graduação
- Nenhuma

5. Quantos ANOS você tem de experiência na produção agrícola? *

Intenção
ou
utilização
de novas
tecnologias
para o
SPDH

Nas próximas sessão preencha os dados sinalizando o nível de adesão ou utilização das novas tecnologias apresentadas na etapa anterior, como por exemplo: Tecnologias de agricultura de precisão, transplantador de mudas, armazenamento e transporte, controle de tráfego de máquinas, sistemas de monitoramento climático, temperatura e umidade, controle de ervas daninhas, reciclagem de água, irrigação e fertilização, esterilização e segurança alimentar, colheita e robóticas.

Para responder as próximas questões utilize as escala (1) Discordo totalmente (2) Discordo parcialmente (3) Não concordo Nem discordo (4) Concordo parcialmente (5) Concordo totalmente

Expectativa de desempenho (PE)

6. Achei as novas tecnologias para usar no SPDH, ÚTEIS para fazer minhas ATIVIDADEADES AGRÍCOLAS. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

7. Usar as novas tecnologias para usar no SPDH, poderá AJUDAR a REALIZAR minhas TAREFAS mais rapidamente.*

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

8. Usar as novas tecnologias para o SPDH, AUMENTARÁ minhas chances de ALCANÇAR MAIOR PRODUTIVIDADE da colheita.*

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

9. Se eu usar as novas tecnologias no SPDH, AUMENTAREI minhas chances de MELHORAR minha RECEITA.*

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

Expectativa de esforço (EE)

10. Consigo aprender com FACILIDADE a usar as novas tecnologias para utilizar no SPDH.*

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

11. Minha primeira IMPRESSÃO das novas tecnologias para utilizar no SPDH, pode ser descrita como CLARA, FAVORÁVEL e COMPREENSÍVEL. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

12. Achei que as novas tecnologias para utilizar no SPDH, podem ser FÁCEIS de usar. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

13. É aplicável para mim tornar-me um usuário HABILIDOSO e HÁBIL das novas tecnologias para utilizar no SPDH. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

Influência social (SI)

14. Pessoas que são IMPORTANTES para mim acham que DEVO usar as novas tecnologias no SPDH. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

15. As pessoas, que INFLUENCIAM meu COMPORTAMENTO, acham que devo usar as novas tecnologias no SPDH. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

16. As pessoas cujas OPINIÕES são VALIOSAS para mim tem intenção em usar as novas tecnologias no SPDH. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

17. Meus PARENTES mais próximos, AMIGOS e CONHECIDOS estão USANDO as novas tecnologias para o SPDH. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

Condições facilitadoras (FC)

18. Tenho as INSTALAÇÕES necessárias para USAR as novas tecnologias para o SPDH. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

19. Tenho o CONHECIMENTO básico de como USAR as novas tecnologias para o SPDH. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente	<input type="radio"/>	Concordo totalmente				
---------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------

20. As novas tecnologias para o SPDH geralmente são COMPATÍVEIS com outras tecnologias que atualmente utilizo. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente	<input type="radio"/>	Concordo totalmente				
---------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------

21. Posso obter AJUDA de outras pessoas quando tenho DIFÍCULDADES em usar as novas tecnologias para o SPDH. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente	<input type="radio"/>	Concordo totalmente				
---------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------

Intenção comportamental (BI)

22. Eu PRETENDO usar as novas tecnologias para o SPDH no futuro. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente	<input type="radio"/>	Concordo totalmente				
---------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------

23. Sempre que possível PROCURO usar as novas tecnologias para o SPDH em meus trabalhos diários. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

24. Eu PLANEJEI usar ou vou CONTINUAR usando as novas tecnologias para o SPDH com mais frequência no futuro. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

25. Vou SUGERIR o uso das novas tecnologias para o SPDH a os outros agricultores.

*

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

Comportamento de uso (UB)

26. Eu USO ou PRETENDO utilizar as novas tecnologias para o SPDH. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

27. Tenho uma IDEIA clara de como USAR as novas tecnologias para o SPDH. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

Para confirmar sua participação selecione ENVIAR. Agradecemos a sua colaboração, pois sua participação foi fundamental para a continuidade no desenvolvimento da pesquisa.

APÊNDICE G - Roteiro para Grupo Focal

Quadro 16 – Planejamento Grupo Focal Etapa 1

Horário	Atividade	Metodologia	Recursos ou materiais	Estratégia de análise
19:15 19:25	✓ Abertura e apresentação da Oficina	✓ Fala de acolhida e exposição dos objetivos da Reunião	✓ Plataforma Google Meet ✓ Apresentação Power Point	
19:25 19:55	✓ Cenário do cultivo de hortaliças	✓ Discussão em grupo	✓ Plataforma Google Meet	✓ Categorização
19:45 20:40	✓ Inovação, tecnologia e tendências tecnológicas ✓ Resultados Questionário 1	✓ Mapeamento de tendências tecnológicas (radar Gartner Group). ✓ Exposição dos resultados do Q-1	✓ Plataforma Google Meet ✓ Apresentação Power Point	✓ Categorização
20:40 21:15	✓ Levantamento de demandas tecnológicas	✓ Discussão em grupo	✓ Plataforma Google Meet	✓ Construção de lista consolidada a partir de agrupamento por semelhança dos itens

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 17 – Etapa individual antes da segunda etapa para priorização das demandas tecnológicas

Dia	Atividade	Metodologia	Recursos ou materiais	Estratégia de análise
03/08/21 e 04/08/21	✓ Priorização de demandas tecnológicas	✓ Contato via telefone	✓ Aparelho celular	✓ Atribuição individual de pontos limitados, para priorização. ✓ Matrix de prioridade GUT

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 18 – Planejamento Grupo Focal Etapa 1

Horário	Atividade	Metodologia	Recursos ou materiais	Estratégia de análise
19:00 19:30	✓ Contextualização e apresentação da lista de demandas	✓ Exposição dos resultados na priorização de demandas	✓ Plataforma Google Meet ✓ Apresentação Power Point	
19:30 20:20	✓ Levantamento de barreiras e limitações	✓ Discussão em grupo	✓ Plataforma Google Meet	✓ Categorização
20:20 20:40	✓ Levantamento dos incentivos que faltam para adotar novas tecnologias	✓ Discussão em grupo	✓ Plataforma Google Meet	✓ Transcrição dos comentários
20:40 20:55	✓ Avaliação do Grupo Focal	✓ Discussão em grupo	✓ Plataforma Google Meet	
20:55 21:00	✓ Encerramento	✓ Discussão em grupo	✓ Plataforma Google Meet	

Fonte: Autoria própria (2021).

ANEXO A - Material Complementar: formas de plantio e equipamentos

Anexo A1 - Camada cobertura morta sobre o solo



Fonte: Nordey *et al.* (2017, p. 3).

Anexo A2 - Plantas cobertura do solo com plantação linha



Fonte: Anderson (2015, p. 969).

Anexo A3 - Plantas de cobertura com a manejo mecânica



Fonte: Price e Norsworthy (2013, p. 215).

Anexo A4 - Rolo Crimpador para manejo mecânico das plantas cobertura

Fonte: Mirsky *et al.* (2009, p. 1590).

Anexo A5 - Plantio manual de mudas de cebola

Fonte: Fayad *et al.* (2018, p. 14).

Anexo A6 - Espalhador de Esterco Modelo Lec Hydro

Fonte: Casale (2020).

Anexo A7 - Equipamento para o transplante de mudas com operação manual



Fonte: Dihingia *et al.* (2018, p. 11).