



ADOÇÃO DA AGRICULTURA 4.0: Um estudo sobre os produtores de soja da região Oeste do Paraná

ADOPTION OF AGRICULTURE 4.0: A study on soy producers in the western region of Paraná

Apledinei Savoldi

Universidade Federal do Paraná – UFPR

savoldis@hotmail.com

Jefferson Andronio Ramundo Staduto

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Jefferson.staduto@unioeste.br

Ana Cecília Kreter

Instituto de Pesquisa Aplica – IPEA

anakreter@gmail.com

Grupo de Trabalho (GT): Conhecimentos, tecnologias e inovações no rural - GT8

Resumo: O objetivo deste estudo é analisar as capacidades de decodificação de informações dos agricultores de soja de pequena e média escalas que podem conduzir à adoção de tecnologias da agricultura 4.0. A pesquisa foi realizada a partir de um estudo de caso dos produtores de soja associados à uma cooperativa agroindustrial localizada no Oeste do estado do Paraná. Questionários foram aplicados para os produtores rurais e funcionários da cooperativa. Os resultados mostram relativa defasagem tecnológica dos produtores de soja, pois uma pequena parcela aplicava a agricultura de precisão, agricultura 3.0. A terceirização foi fundamental para incorporar inovação sem mobilização de capital. O capital humano e o capital social mostraram ser muito importantes para o processo de inovação. Identificou-se a oportunidade para a cooperativa promover para os produtores e seus familiares a capacidade de decodificação de informações, tornando-os capazes de avançarem para as tecnologias da agricultura 4.0.

Palavras-chaves: agricultura 4.0, tecnologia, inovação, soja, cooperativa.

Abstract: The objective of this study is to analyze the information decoding capabilities of small and medium scale soy farmers that can lead to the adoption of agriculture 4.0 technologies. The research was carried out from a case study of soy producers associated with an agro-industrial cooperative located in the west of the state of Paraná. Questionnaires were applied to rural producers and cooperative employees. The results show some technological lag of soy producers, as a small portion applied precision agriculture, agriculture 3.0. Outsourcing was fundamental to incorporate innovation without spending capital resources. Human capital and social capital were important for the innovation process. An opportunity was identified for the cooperative to promote to producers and their families the ability to decode information, making them capable of advancing to the technologies of agriculture 4.0.

Key words: agriculture 4.0, technology, innovation, soybean, cooperative.

1 – Introdução

As tecnologias são produtos das inovações que aumenta produtividade marginal dos fatores de produção por meio do processo de destruição criativa, sendo o “motor” do crescimento econômico, de acordo com Schumpeter (1961). Para Arend (2012) tal processo é cíclico e inicia com um choque tecnológico, oferecendo duas oportunidades, uma no início do choque, quando os investimentos devem focar na adoção das tecnologias, e outra na maturidade, quando os investimentos devem focar na consolidação das técnicas de gestão.

O avanço tecnológico está diretamente relacionado ao seu estoque (Pavit, 1984), e para Liu (2017) como podemos destacar nas quatro revoluções industriais: a primeira, em 1784, marca o início do capitalismo quando a produção deixa de ser artesanal; a segunda, em 1870, é marcada pela energia elétrica e pela produção seriada; a terceira, em 1969, é marcada pela eletrônica, internet e globalização



financeira; e a quarta, em 2011, é marcada pela produção remota por meio da incorporação da inteligência artificial, esta fase ficou conhecida como Indústria 4.0. De acordo com Lioutas et al. (2019), a propagação das soluções ao longo da cadeia produtiva depende da cooperação entre os agentes para construir uma base de dados capaz de subsidiar a otimização da tomada de decisões. Esta fase ficou conhecida como Indústria 4.0.

De acordo com Lioutas et al. (2019), a propagação das soluções ao longo da cadeia produtiva depende da cooperação entre os agentes para construir uma base de dados capaz de subsidiar a otimização da tomada de decisões. Para Schwab (2015) as tecnologias 4.0 alteram as relações de produção, retirando o ser humano do processo por meio das interações entre objetos, se valendo da integração entre as tecnologias, como a inteligência artificial (clusterizações, *ranking* e métodos identificadores de padrões), *BigData* (processamento massivo de diferentes tipos de dados coletados em tempo real), *cloud* (armazenamento e processamento em servidores externos e com redundância), *cyber-physical systems* (ligação entre os dados e produção), TICs (telefonia fixa e móvel; intranet; e internet: rádio, 5G, fibra óptica, satélite e rede de compartilhamento) e IoT (sensores que captam dados dos processos fabris) aos processos produtivos.

Esse avanço tecnológico beneficia todos os setores da economia no caso do setor agrícola foi batizado como “Agricultura 4.0” (Lioutas et al., 2019). Alves et al., (2005) evidenciam que a tecnologia é rapidamente absorvida por agricultores que apresentam maior estoque tecnológico e desenvolvem múltiplas parcerias com atores econômicos, sociais e territoriais, inclusive com cooperação internacional, corroborando com a ideia de cooperação ao longo da cadeia produtiva. Götz e Jankowska (2017) indicam a redução dos custos de transação por meio da difusão do conhecimento, buscando soluções entre os *stakeholder* para promover a inovação e a diluição dos riscos de pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Annosi et al. (2019) estudaram os determinantes para a adoção de tecnologias 4.0 para os produtores rurais na Itália. Os autores destacam as capacidades de decodificação de informações da firma e do tomador de decisões, bem como a disponibilidade de estruturas institucionais de apoio ao produtor. O estudo indica que os pequenos e médios produtores não estão aptos a explorar todo o potencial das tecnologias adotadas em seus processos produtivos.

A literatura brasileira ainda é incipiente ao tratar da capacidade de decodificação de informação dos tomadores de decisão para a adoção de tecnologias da Agricultura 4.0. Os pequenos e médios produtores nacionais, em grande parte, tendem a sofrer de restrições semelhantes às apresentadas na pesquisa italiana: baixa capacidade de decodificação de informação dos produtores e das propriedades rurais; baixo uso das tecnologias 4.0; fragilidade nas estruturas institucionais de apoio; e dificuldades de financiamento.

Os produtores rurais normalmente estão inseridos em mercados oligopolistas e, portanto, são tomadores de preços, tanto para venda da produção quanto para compra de insumos, e, especialmente, os produtores de *commodities*, porque estão inseridos em cadeias produtivas globais, cujas estruturas de mercados são comandadas por grandes empresas mundiais. A ampliação dos retornos econômicos se dará pela adoção de tecnologias capazes de reduzir os custos de produção, as quais em grande parte são oriundas dos fornecedores de máquinas, de sementes e de grandes indústrias químicas (Levin e Reiss, 1989). De acordo com Griliches (1957), a adoção de tecnologias está relacionada à expectativa de lucratividade.

O objetivo deste estudo é analisar as capacidades de decodificação de informações que podem conduzir à adoção de tecnologias da agricultura 4.0 dos agricultores de soja de pequena e média escalas. O trabalho foi realizado a partir de um estudo de caso dos produtores de soja de pequena e média escala na região Oeste do estado do Paraná, cuja região tem altos índices de produtividade em decorrência da combinação da adoção de tecnologias e de fatores edafoclimáticos favoráveis. O avanço tecnológico é um processo acumulativo, acredita-se que existe defasagem tecnológica entre os produtores rurais, inclusive em regiões cujos produtores têm altos patamares de produtividade.



2 – Revisão de Literatura

Os grandes ciclos econômicos estão presentes nas revoluções industriais e se caracterizam por promoverem severas transformações no modo de uso dos fatores de produção (capital e trabalho), transformando toda a cadeia de suprimentos: as relações de trabalho e a organização social, culminando na mudança estrutural da economia (Corrêa, et al., 2019). Elas resultam em uma completa ruptura cultural, alavancando a produtividade da firma e o crescimento do Estado (Liu, 2017). A inovação leva a ganhos de produtividade, que sustentam a competitividade entre as nações (Schwab, 2015). O Quadro 1 apresenta uma síntese das revoluções industriais.

A ideia da indústria 4.0 é a produção autônoma, através da integração dos mundos físico, digital e biológico, por meio do uso otimizado do conhecimento disponível; da difusão de conhecimento na cadeia produtiva; e da criação de conhecimento a partir da inteligência artificial. O movimento iniciou na Alemanha com o objetivo de fomentar a competitividade internacional da indústria, com base na incorporação de tecnologia avançada e livre movimentação dos fatores de produção (Schwab, 2015).

Annosi et al. (2019) analisaram os produtores rurais na Itália para identificar e classificar os elementos que levam à adoção de tecnologias. Os autores destacam as capacidades de decodificação de informações da firma e do tomador de decisões, bem como a disponibilidade de estruturas institucionais como apoio ao produtor. Os constructos do trabalho de Annosi et al. (2019) foram utilizados para adensar as variáveis, apresentadas no Quadro 4, que levam à adoção de tecnologias.

Para Lall (1992) a interação de incentivos, capacidades e instituições, é uma forma útil para organizar os numerosos fatores que influenciam as capacidades tecnológicas nacionais nos países em desenvolvimentos. O primeiro está relacionado ao governo, concorrentes e clientes; o segundo está relacionado a gastos em P&D, aderência das habilidades dos colaboradores com as demandas das tarefas, o número de inovações implementadas e o número de patentes; e o terceiro está ligado às instituições industriais, de treinamento e de tecnologia.

A necessidade de implantação das tecnologias é resultado da percepção dos tomadores de decisão ao analisar o risco na atividade produtiva para antecipar soluções, destacando a importância da comunicação dos riscos entre leigos, técnicos e decisores (Lusk e Coble, 2012). A comunicação depende em parte da transformação digital, que leva à expansão e ao fortalecimento das relações na cadeia de suprimentos, pois a coordenação conjunta de atividades promove cooperação, ganhos operacionais e alinhamento de expectativas. É importante focar nas transações de informação, na capacidade de decodificação e no alinhamento de prioridades entre os *stakeholders*, pois, este conjunto permite o entendimento do acesso à tecnologia e do potencial de uso, definindo o avanço tecnológico e a capacidade inovativa (Lioutas et al., 2019). A comunicação propicia a captação de informações externas e internas, compilando e convertendo o conhecimento tácito em resultados comerciais. Quanto maior a capacidade de transformar informações em resultados, maior é a capacidade de absorção tecnológica e o protagonismo da firma na cadeia produtiva (Cohen e Levinthal, 1990).

Segundo Lioutas et al. (2019) as tecnologias 4.0 têm como objetivo final o bem-estar ao longo da cadeia produtiva. A unidade produtiva comporta um sistema social/físico/cibernético e a implantação de tecnologias deve realçar o protagonismo da unidade na cadeia de valor, tanto das ligações com seus fornecedores quanto com seus clientes.

As tecnologias 4.0 surgem para maximizar a capacidade de decodificação de informação do produtor para níveis muito abrangentes. Tornando-o capaz de sistematizar os processos de trabalho inter e intrafirmas, dinamizando e democratizando o acesso aos dados, gerando informação e alinhando a expectativa entre os agentes. Assim, o tomador de decisões equilibra intertemporalmente a tecnologia incorporada na infraestrutura da firma e o potencial cognitivo dos recursos humanos, criando atividades com maior valor agregado e extinguindo as de menor valor (Coelho, 2005). Este processo é cumulativo e leva a um ciclo virtuoso de difusão de tecnologia e cooperação ao longo da cadeia produtiva, conforme preconizava Schumpeter (1939). Portanto, a capacidade de decodificação de informação do tomador



de decisão é a principal promotora da competitividade internacional e aponta os caminhos para identificar as oportunidades oriundas dos choques tecnológicos.

Para produtores de pequena e médias escalas é mais difícil estabelecer um sistema de comunicação capaz de permear os principais agentes da cadeia produtiva e obter a tecnologia necessária para otimizar seus processos produtivos. Para superar tal gargalo muitos produtores se uniram formando as cooperativas (Lauschner, 1995).

Quadro 1 – Revoluções Tecnológicas

Revoluções Industriais	Estoque de Tecnologias na Indústria	Estoque de Tecnologias no Campo	
	Evolução Produtiva e Social ^{1,2}	Fase1: Produção ^{3,4}	Fase 2: Gestão ⁴
Primeira 1784	Marcou o início do capitalismo, pois a produção artesanal passou a ser seriada, visto o desenvolvimento da mecânica, da siderurgia, do comércio e da logística, com os trens e telégrafos.	Agro 1.0: antes de 1960. Agricultura de baixa produtividade e tração animal.	Monitoramento: Registro manual das operações de produção e de comércio.
Segunda 1870	Baseada na energia elétrica, química e motor a combustão que permitiram a mecanização dos processos industriais. Ford em 1903 incorporou a linha de produção automatizada e criou um mercado intrafirma. Taylor em 1911 tratou da divisão do trabalho com padronização de tarefas e adequação ergonômica entre máquina e homem.	Agro 2.0: 1960 e 1990. Revolução verde, criação do crédito rural e da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).	Controle: Desenvolvimento de diversas técnicas que possibilitaram a gestão por indicadores e metas.
Terceira 1969	Consolida a automação com o uso da computação, da eletrônica, da robótica, da genética e do surgimento da tecnologia aeroespacial, que em conjunto com a internet promovem o conceito de globalização.	Agro 3.0: 1990 e 2014. Agricultura de precisão na aplicação dos insumos, melhoramento genético por meio dos organismos geneticamente modificados, leis e acordo internacionais de proteção intelectual.	Otimização: A criação do computador permitiu a otimização das técnicas existentes na fase anterior e a criação da Automação Embarcada em máquinas e equipamentos.
Quarta 2011	A revolução está nos sistemas de comunicação, execução de tarefas online de forma remota ou autônoma, com base na cooperação, capacidade de decodificação de informação, inovação e sustentabilidade ao longo de toda a cadeia produtiva. As soluções personalizadas em escala massiva, a economia compartilhada. Incorporou a inteligência artificial. As Tecnologias 4.0 harmonizam e integram as relações entre as bases de dados, os processos produtivos e a natureza (Cyber-Physical-Biological systems).	Agro 4.0, a partir de 2014, acontece a integração de tecnologia, que permite a produção remota embasada por diversos programas da Embrapa e da Câmara Brasileira da Indústria 4.0, promovendo resultados que reconciliam a agricultura com as seguranças ambiental, alimentar e da informação.	Sistemas Autônomos: Uso da inteligência artificial para estimular a capacidade cognitiva do ser humano e a expansão da capacidade de comunicação e processamento de máquinas e computadores possibilitaram a maximização da percepção humana e a produção com supervisão remota.

Fonte: Adaptado de Schwab (2015)¹ e Liu (2017)²; Massruhá et al. (2020)³ e Arend (201

3- Procedimentos Metodológicos

Os dados foram obtidos por meio de pesquisa de campo pela aplicação de questionário para os produtores de soja associados a uma cooperativa agroindustrial localizadas na regiões Oeste do Paraná (Figura 1). O questionário para os produtores de soja teve o objetivo de coletar dados sobre: a) capacidade de decodificação de informação do produtor rural ao abordar a propensão ao risco, o nível de qualificação e a experiência no cultivo da soja; b) propriedade rural ao abordar os ganhos de escala, o uso de internet, o estoque de tecnologia, as perdas no campo, a moradia e a sucessão no negócio agrícola; e c) disponibilidade de suporte na cadeia produtiva para obter fontes de assistência técnica, suporte na decisão de investimento, acesso à internet, fontes de informação para que os produtores se dedique ao seu *Core Business* (produção agrícola). Foram entrevistados os funcionários do setor de P&D e difusão desta cooperativa para aprofundar o entendimento o processo de difusão de tecnologia da cooperativa.

Os questionários para os produtores foram aplicados na segunda quinzena de setembro de 2021, durante da pandemia de Covid 19. Nós precisamos destacar que o planejamento de execução da pesquisa era presencial dos questionários por meio de visitas aos produtores com o apoio da cooperativa ou aplicação dos questionários nos eventos técnicos organizados pela cooperativa. Entretanto, por conta da pandemia, foi inevitável mudar o plano amostral para se adequar as limitações sanitárias e tornar factível a execução da pesquisa. O plano amostral aplicado foi de acessibilidade do pesquisador aos indivíduos ao grupo estudado. Foram selecionados os grupos de cooperados que são produtores de soja desta cooperativa cujas fazendas estão na região Oeste do estado do Paraná (Figura 1). Foram aplicados questionários eletrônicos do Google Forms® enviados pela unidade de capacitação da cooperativa para os treze gerentes regionais da cooperativa, por sua vez, enviaram para dez cooperados de seus respectivos grupos de *WhatsApp*. Os 13 gerentes são responsáveis por 17 Unidades (Figura 1). Dos 130 produtores que receberam o questionário 58 (44,62%) responderam. Os resultados preliminares na foram validados pelos técnicos das unidades de inovação, capacitação e assistência de campo que atribuíram confiabilidade as respostas, pois eram verossímeis com a experiência deles em relação à amostra. Foi garantido o anonimato dos respondentes e o projeto de pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética da universidade, no qual um dos autores é filiado.

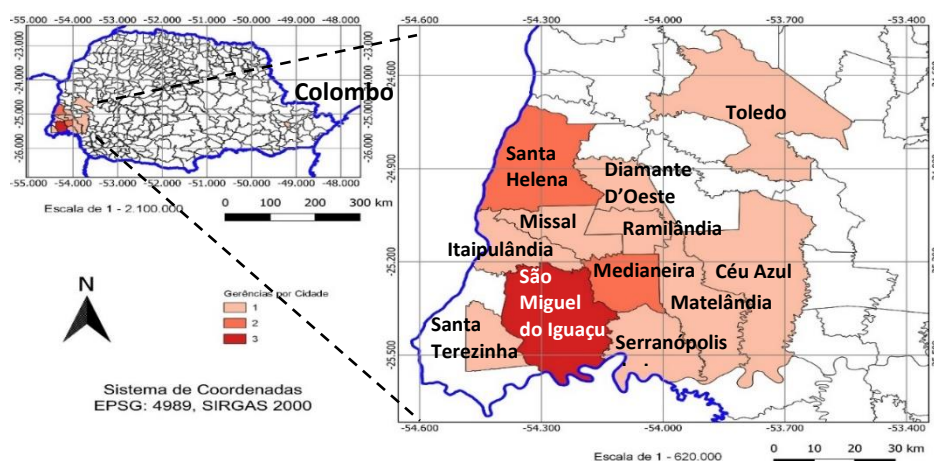


Figura 1 – Unidades Gerenciais da Cooperativa

Fonte: Elaboração dos Autores

As perguntas do questionário para os produtores seguem o seguinte arcabouço conceitual para a adoção de tecnologias 4.0 que pode ser expressa numa função: $Tec\ 4.0 = f(\text{Capacidade de Decodificação do Gestor, Capacidade de Decodificação Organizacional, Disponibilidade de Suporte na Cadeia Produtiva})$. Estas quatro variáveis apresentaram uma relação positiva com a adoção das tecnologias 4.0. Para as perguntas que demandam juízo de valor aplicou-se escala likert de 0 a 5 (Kahneman e Tversky, 2000).

Para avaliar o nível de adoção de tecnologias do produtor e da propriedade rural as questões foram classificadas de acordo com o Quadro 3. Desta forma, identificou-se o nível tecnológico nas fases de monitoramento, controle, otimização/automação e sistema autônomo. Para o produtor não foram incluídas questões sobre sistemas autônomos de produção, pois, de acordo com levantamento prévio feito com os técnicos da cooperativa nenhum produtor estava nesta fase de uso das tecnologias 4.0.

Considerando o tamanho da amostra que não foi muito grande, a metodologia para processamento dos dados utilizou os seguintes métodos: a) estatística descritiva - para identificação dos padrões e tendências; e b) análise de correlações - para testar os resultados indicados por Annosi et



al. (2019). Foi aplicada a correlação de Pearson¹: entre 0,10 e 0,29 o escore é considerado pequeno, entre 0,30 e 0,49 médio e acima de 0,50 é grande (Cohen, 1988).

Quadro 2 – Classificação das Questões no Questionário ao Produtor

TECNOLOGIAS DE GESTÃO	COOPERADOS
Capacidade Cognitiva (Condições para a tomada de decisão)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 25, 31, 32, 33, 36, 37, 38
Monitoramento (disponibiliza dados)	7, 8, 9, 10, 16, 19, 24, 27, 28, 29
Controle (data-driven)	11, 12, 13, 14, 26, 35
Otimização/Automação	23, 30, 34
Sistema Autônomo	-

Fonte: Elaboração dos Autores.

Foi aplicada a nuvem de palavras² para analisar as variáveis indicadas com “*” no Quadro 4, o que permite a visualização das palavras em tamanho proporcional à frequência em que elas aparecem nas respostas dos questionários (Oliveira et al., 2017). O Quadro 4 apresenta o detalhamento da nomenclatura das variáveis coletadas (Binkley et al., 2009) no questionário, a indicação dos tipos de dados e a classificação das variáveis em conformidade com o trabalho de (Annosi et al., 2019)³. A variável “Tecnologias” representa a quantidade de tecnologias adotadas, podendo chegar a oito, caso o produtor utilize todas as tecnologias abordadas no questionário.

Quadro 3 – Variáveis Analisadas

GRUPO	TIPO DE DADO COLETADO VARIÁVEIS	NOMINAL	ORDINAL	ESCALR
Tecnologias	23Drone	x		
Tecnologias	24AnaliseSolo		0 a 4	
Tecnologias	26MIP-MID		0 a 4	
Tecnologias	28GPS	x		
Tecnologias	29ComputadorBordo	x		
Tecnologias	30PilotoAutomático	x		
Tecnologias	34SoftwareRemoto	x		
Tecnologias	35DataDriven		0 a 4	
Produtor/Decisor	D1Idade			x
Produtor/Decisor	D3TamanhoFamilia			x
Produtor/Decisor	D4Escolaridade		1 a 6	
Produtor/Decisor	D5CursoAgricola	x		
Produtor/Decisor	D6AtualizacaoCapacitacao		0 a 4	
Produtor/Decisor	D33FinalidadeInvestimento		1 a 7	
Produtor/Decisor	D37MotivoAdotarTecnologias*			
Produtor/Decisor	D38MotivoNaoAdotarTecnologia*			
Propriedade Rural	F2MoraPropriedade	x		

¹ O coeficiente de correlação Pearson (r) varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis (Figueiredo Filho e Silva Júnior, 2009).

² Foi utilizado o suplemento *Pro Word Cloud*, instalado no Microsoft Office PowerPoint.

³ Agrupamento de variáveis que indicam a capacidade de decodificação de informação do Produtor, da Propriedade Rural e das Relações Externas.



Propriedade Rural	F7TamanhoPropriedade(ha)			x
Propriedade Rural	F8AreaSoja(ha)			x
Propriedade Rural	F10ProdutividadeSoja(ha)			x
Propriedade Rural	F17AplicacaoInternet		1 a 7	
Propriedade Rural	F18InternetCampo		1 a 4	
Propriedade Rural	F19SoftwareAtividadeAgrícola*			
Propriedade Rural	F21AplicacaoTecnologia		1 a 7	
Propriedade Rural	F27PerdasPragas		0 a 4	
Propriedade Rural	F36Sucessao		0 a 4	
Estrutura Apoio	S9Arrendamento(ha)			x
Estrutura Apoio	S11Terceirizou*			
Estrutura Apoio	S12AssistenciaEmater	x		
Estrutura Apoio	S13AssistenciaLAR	x		
Estrutura Apoio	S15-4G	x		
Estrutura Apoio	S16BandaLarga		0 a 4	
Estrutura Apoio	S20FontesInformacao		1 a 6	
Estrutura Apoio	S22ApoioDecisaoRotacao		1 a 6	
Estrutura Apoio	S25DecisaoAplicacaoDefensivos		1 a 6	
Estrutura Apoio	S31DecisaoInvestimentoMaquina		1 a 6	
Estrutura Apoio	S32ApoioDecisaoInvestimento		1 a 6	
Estrutura Apoio	S14DemaisAssistenciaTecnica*			

*Para estas variáveis foram coletados textos curtos e trabalhadas com a nuvem de palavras.

Fonte: Elaboração dos Autores.

Foi criada a variável *TecnologiasAdotadas*⁴ que representa uma *proxy* do estoque das tecnologias adotadas no campo pelos produtores de soja (Pavit, 1984). Calculou-se esta *proxy* de estoque considerando a adoção sucessiva de três conjuntos de tecnologias de acordo com a Tabela 1: a) Pacote Inicial: análise de solo, decisões baseadas em evidências e pelo manejo integrado de pragas e doenças; b) Pacote Intermediário: Pacote Inicial mais GPS, computador de bordo e piloto automático; e c) Pacote Avançado: Pacote Intermediário mais drone e software remoto.

4 – Resultados e Discussões

4.1 – Tecnologias Adotadas

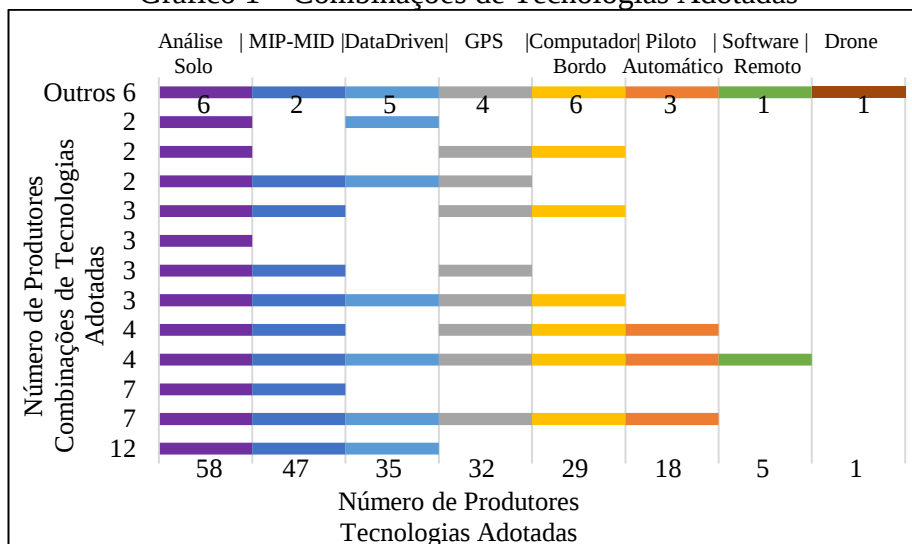
O Gráfico 1 mostra que as tecnologias poupadoras de terra (análise de solo e MIP-MID) são predominantes, considerando que o cultivo da soja tem alto nível de mecanização. As tecnologias são adotadas em conjunto, 51,72% (30) dos produtores utilizam 3 ou menos tecnologias, sugerindo que adotaram o pacote tecnológico inicial e somente 8,62% (5) utilizam o pacote avançado. Os processos de trabalho integram tecnologias do Agro 3.0, que em algum nível está presente em todas as propriedades rurais (Artuzo et al, 2017). Independente do pacote tecnológico adotado 60,34% (35) dos produtores tomam suas decisões com base em dados, o Gráfico 1 apresentados os pacotes tecnológicos de 52 produtores e os 6 restantes foram agrupados. Nenhum dos 58 produtores adotou todas as tecnologias, entretanto todos os produtores adotarem a análise de solo, sugerindo que a adoção objetivou a liberação de financiamentos.

Conforme Lioutas et al. (2019), a baixa adoção de tecnologias indica que, a despeito dos avanços tecnológicos, os produtores não foram capazes de transpor a barreira da integração social, física e cibernética, devido à baixa sinergia entre as tecnologias, de forma que não foi suficiente para alcançar o paradigma do Agro 4.0. Comparando com os resultados obtidos por Annosi et al. (2019), tanto os produtores brasileiros quanto os italianos apresentam um estoque tecnológico defasado,

⁴ As respostas para as questões 24, 26 e 35 foram transformadas em binárias, o “0” foi atribuído às repostas que indicam a não adoção de tecnologias e “1” para todas as demais intensidades de uso.

sugerindo a oportunidade para investir na capacidade de decodificação de informação dos produtores e da cooperativa. Portanto, existem janelas de oportunidades tecnológicas para a diminuição das dificuldades na identificação e mitigação dos riscos nas tarefas produtivas, por meio de arranjos tecnológicos que maximizem o uso dos fatores de produção e permitam a otimização dos resultados através de inovações com responsabilidade ambiental (Rose e Chilvers, 2018).

Gráfico 1 – Combinações de Tecnologias Adotadas

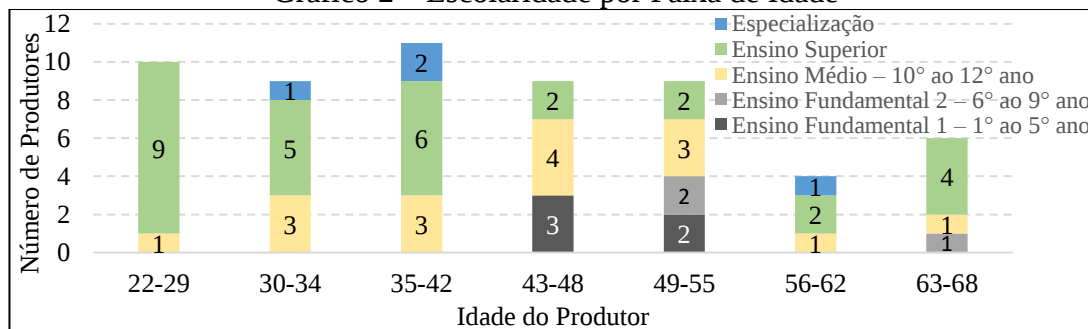


Fonte: Elaboração dos Autores.

4.2 – Perfil dos produtores

Foi identificado que 58,62% dos produtores possuem graduação e destes 68,97% são na área agrícola, a taxa de produtores da região sul do Brasil com ensino superior é de 3,49%, estes produtores estão muito acima da média. Apenas 8,62% pararam de estudar ao completar os primeiros anos do ensino fundamental, isso em uma população com idade média de 42 anos (Gráfico 2). Segundo Slovic (2012), para este nível de educação a maioria dos produtores seria capaz de se comunicar com eficiência ao longo da cadeia produtiva e desenvolver a cooperação para mitigar riscos e maximizar resultados econômicos através da incorporação de tecnologias. Contudo, o potencial de decodificação de informação pode ser limitado, pois, todos os produtores que não possuem ensino superior estão acima da média de idade, sugerindo maior dificuldade para compreensão das tecnologias.

Gráfico 2 – Escolaridade por Faixa de Idade

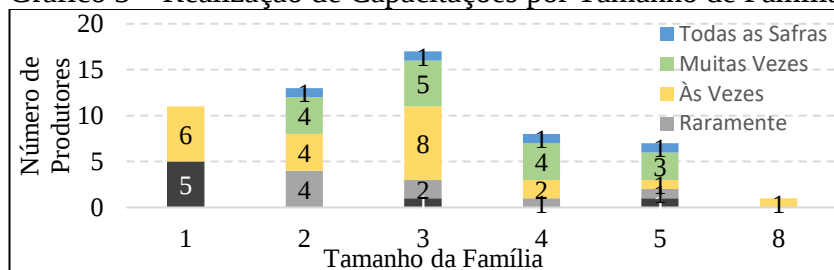


Fonte: Elaboração dos Autores.

A cooperativa atua para melhorar a capacidade de decodificação das informações dos produtores e, também, capacitando as mulheres e jovens, ofertando palestras e cursos de curta duração.

Estes programas alcançaram 72,41% dos produtores, e quanto maior a família, mais frequentes são os estudos, conforme a correlação de Pearson média e direta de 32,52% e o Gráfico 3. A família dos produtores é composta em sua maioria (70,69%) por até 3 membros e 31,03% das famílias residem em endereço diferente da propriedade rural.

Gráfico 3 – Realização de Capacitações por Tamanho de Família

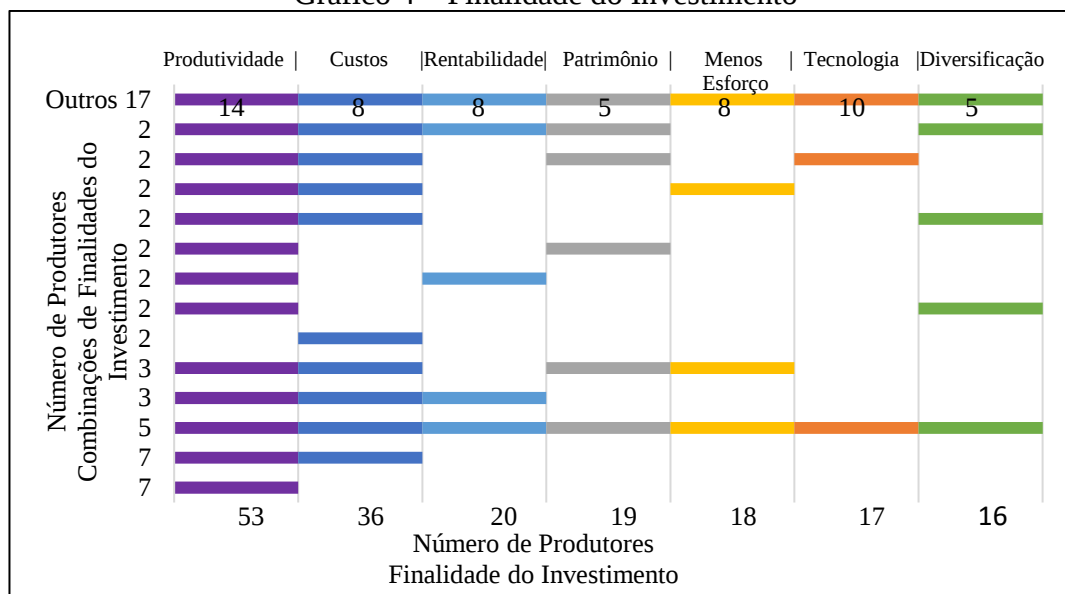


Fonte: Elaboração dos Autores.

Para 91,38% (53) dos produtores a produtividade é o principal objetivo ao investir, entretanto, somente 29,31% (17) responderam que investiram em tecnologias. Para os produtores não parece muito claro que a tecnologia está associada ao aumento de produtividade, mesmo que seja de longo prazo, pois para aumentar a produtividade e reduzir custos é necessária a tecnologia (Gráfico 4). Isto sugere que a finalidade do investimento em tecnologia pode ter sido subestimada pela pouca experiência do produtor ao buscar a otimização do processo produtivo.

Apenas 8,62% (5) dos produtores planejaram o investimento considerando os sete objetivos estratégicos abordados no questionário. Para 24,14% (14) dos produtores o planejamento considera a produtividade, o custo e a rentabilidade, ao passo que aumenta a complexidade dos objetivos, são inseridos respectivamente, diversificação, tecnologias, menor esforço e aumento de patrimônio. Os 17 produtores adotam estratégias com apenas três objetivos, indicando uma oportunidade para capacitações em planejamento estratégico.

Gráfico 4 – Finalidade do Investimento



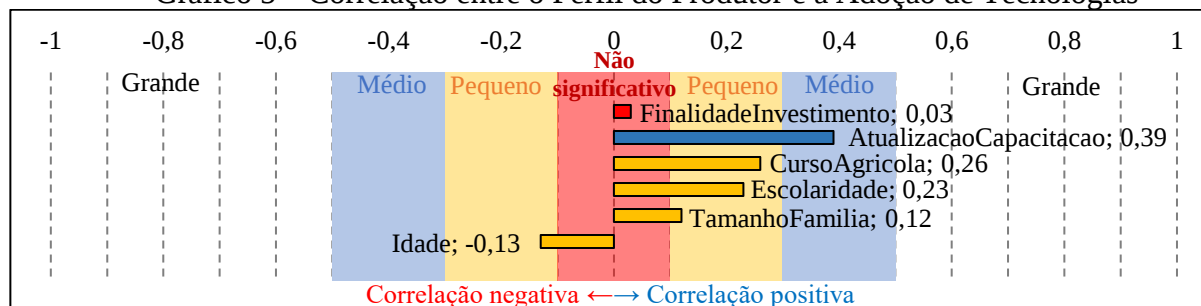
Fonte: Elaboração dos Autores.

O Gráfico 5 apresenta a correlação de Pearson entre as variáveis do perfil do produtor e as *TecnologiasAdotadas*, a maioria das correlações indica que existe uma associação direta e de baixa

intensidade entre a capacidade de decodificação de informação do produtor e a quantidade de tecnologias adotadas na produção de soja. Existe correlação direta entre o tamanho da família e a adoção de tecnologias, apesar de pequena, o qual aponta que o tamanho da famílias que o uso da tecnologia pode ser facilitadora do processo de sucessão familiar, porque a tecnologia torna a agropecuária uma atividade bastante atrativa para o jovens. Já a correlação com a idade, apesar de fraca, indica que quanto mais jovem o produtor mais fácil é de trabalhar com as novas tecnologias, evidenciando que a promoção de política de capacitação da cooperativa ao trabalhar grupos de jovens é muito promissora.

Existem correlações diretas e positiva do capital humano, ou seja, escolaridade e dos cursos na área agrícola e capacitação, em relação à adoção de tecnologias ainda que são classificadas como baixa. O destaque ficou para a correlação dos cursos de curta duração com a adoção de tecnologias, que apresentou uma relação direta e de média intensidade, evidenciando a importância da política de capacitação da cooperativa. O ensino formal pode ser complementado pelos cursos de curta e média duração. Por fim, a correlação da finalidade dos investimentos com a adoção de tecnologias não foi significativa, indicando que a diversificação da motivação para investir não está correlacionada com a complexidade das tecnologias adotadas.

Gráfico 5 – Correlação entre o Perfil do Produtor e a Adoção de Tecnologias



Fonte:

Elaboração dos Autores.

A Figura 2 indica que os principais motivos para adotar tecnologias são o aumento, a otimização ou o melhoramento da produtividade, da produção, da rentabilidade, das operações e da sustentabilidade. Na Figura 3 são apresentados os receios que fomentam a estagnação tecnológica: os altos preços e custos da tecnologia e dos equipamentos; a inviabilidade de implantação; o fato de serem pequenos produtores; a dificuldade para capacitar o pessoal; e a burocracia na liberação de capital para os investimentos.



Figura 1 – Motivos para Adotar Tecnologias
Fonte: Elaboração dos Autores.

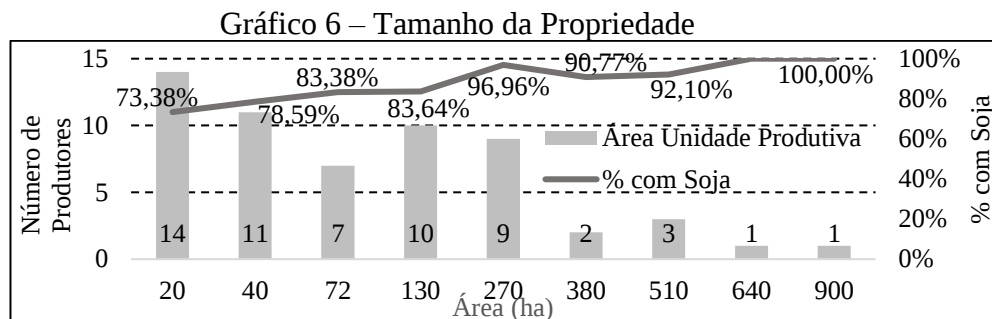


Figura 2 – Motivos não para Adotar Tecnologias
Fonte: Elaboração dos Autores.

4.3 Perfil da Propriedade Rural

O Gráfico 6 e a Tabela 1 mostram 49,41% estão do total de área da amostra estão concentradas em 7 propriedades (12,07%), enquanto 11,87% da área está distribuída entre 55,17% das propriedades

(32). Além disso, 55,17% das propriedades rurais possuem até 72 ha, evidenciando a importância do cooperativismo para os pequenos produtores, o que é ratificado pela área média (50 ha) plantada com soja. É importante destacar que os pequenos produtores são os que mais diversificam a produção eles destinam em média 20,23% da área para outras atividades, enquanto que os maiores produtores focam no plantio da soja.



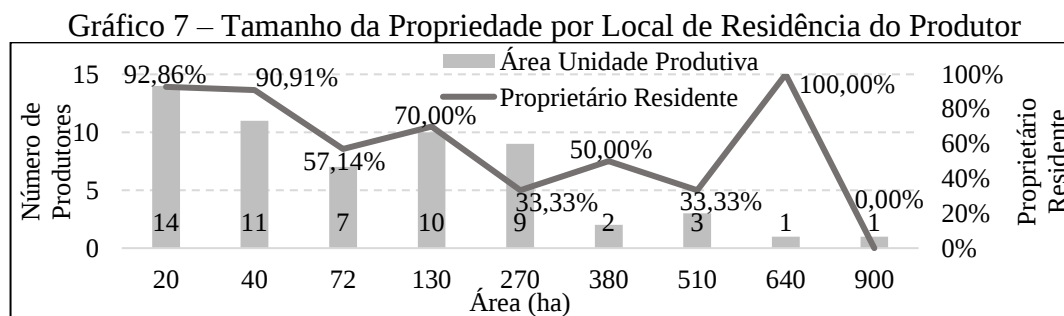
Fonte: Elaboração dos Autores.

Tabela 1 – Distribuição da Área (ha) entre os Produtores de Soja⁵

	PEQ	MED	GRD	TOTAL
Área (ha)	867,30	2.829,00	3.610,00	7.306,30
Área com soja (ha)	691,87	2.607,00	3.435,00	6.733,87
Número de Produtores	32	19	7	58

Fonte: Elaboração dos Autores

O Gráfico 7 evidencia a mão de obra familiar nas pequenas unidades produtivas, onde 84,38% dos produtores residem nas propriedades com área média de 27,10 ha. Nas maiores propriedades a área média é de 515,71 ha e 42,86% dos produtores são residentes.



Fonte: Elaboração dos Autores.

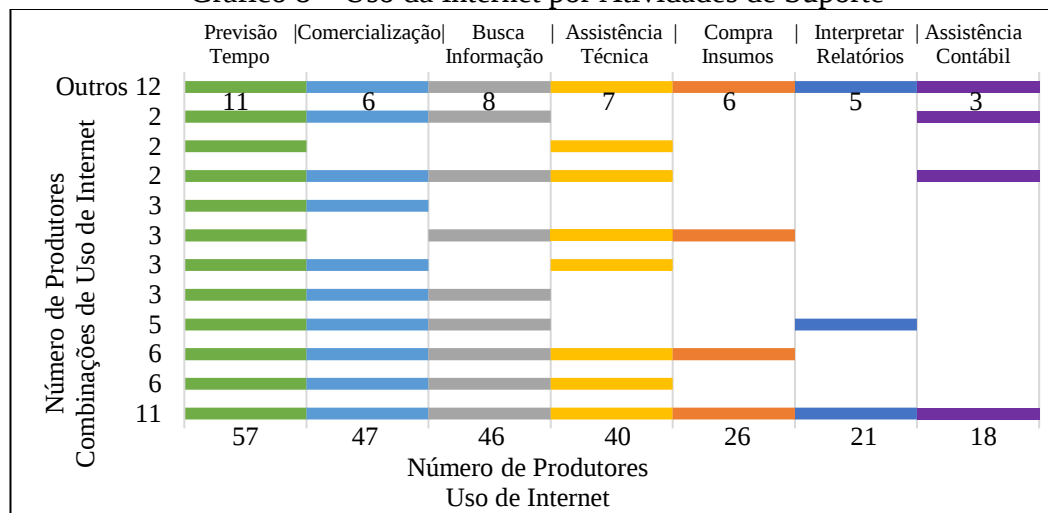
O Gráfico 8 mostra a internet como uma ferramenta fundamental que facilita a cooperação com diversos grupos de suporte ao longo da cadeia produtiva (LIOUTAS et al., 2019). Os produtores buscam por informações como a previsão do tempo (98,28%), a comercialização (81,03%) e assistências técnicas (68,97%) entre outras. Na busca por informações e suporte para a produção, 18,97% (11) dos produtores utilizam a internet para se comunicar com os sete grupos de atividade de supor.

O Gráfico 9 mostra que 94,83% dos produtores utilizam aplicativos que ajudam nas diversas fases da produção. Entretanto uma parcela menor, 34,48% dos produtores, utiliza a internet para conectar máquinas e equipamentos diretamente ao banco de dados (IoT); 29,31% utilizam para conectar

⁵ O módulo fiscal no Oeste do Paraná é de 18 ha, são consideradas pequenas as propriedades até 4 módulos fiscais, médias as com até 15 e grandes as maiores que 15 (Lei nº 8.629/93, Art. 4, II e III).

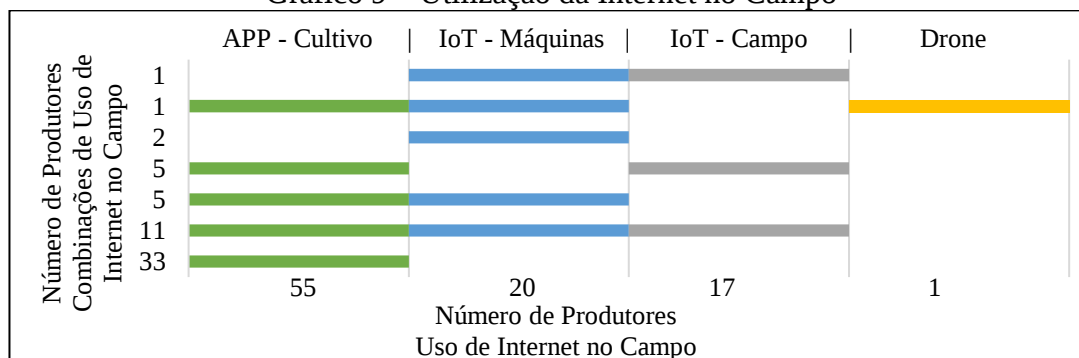
dispositivos que coletam dados de solo, de plantas e do tempo (IoT); e apenas uma propriedade rural utiliza a internet para operar drones com o intuito de mapeamento e execução de atividades como a pulverização. Mais da metade dos produtores utiliza a internet apenas para acessar aplicativos, poder ser em parte por conta da instabilidade da comunicação.

Gráfico 8 – Uso da Internet por Atividades de Suporte



Fonte: Elaboração dos Autores.

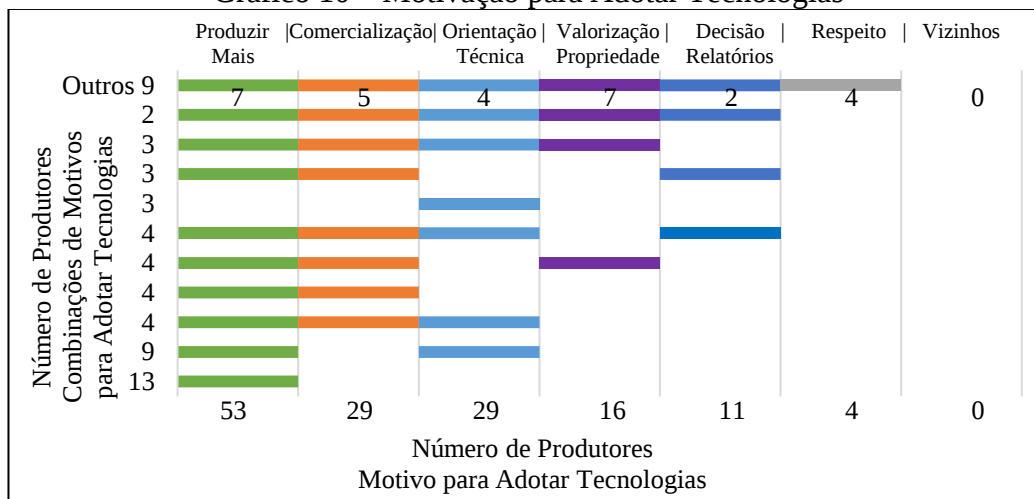
Gráfico 9 – Utilização da Internet no Campo



Fonte: Elaboração dos Autores.

Para 91,38 % (53) dos produtores, a principal motivação para adotar tecnologias foi o aumento da produção e que 50% (29) dos produtores combinam os desejos de aumentar a produção com o de otimizar a comercialização de grão (Gráfico 10), que está em consonância com os objetivos de investimento para aumento da produtividade (Gráfico 4). O perfil das motivações para adoção de tecnologias é bastante heterogêneo e sugere a eficácia da cooperativa na execução da política para transferência de tecnologia.

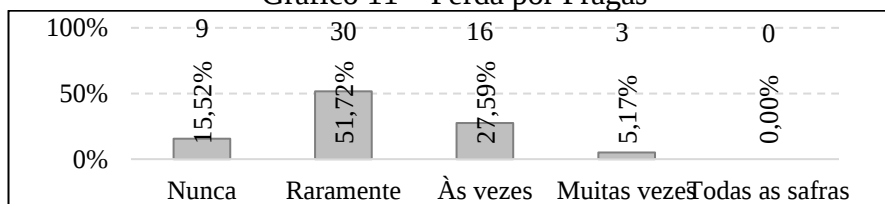
Gráfico 10 – Motivação para Adotar Tecnologias



Fonte: Elaboração dos Autores.

O uso das boas práticas como MIP contribuiu para o baixo nível de perdas nas lavouras de soja (Gráfico 11). O MIP é uma tecnologia de baixíssima intensidade de capital, no entanto, aumenta a produtividade e quando associado a outras tecnologias aumenta o seu potencial.

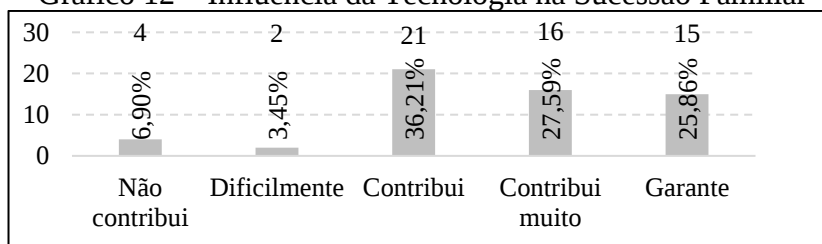
Gráfico 11 – Perda por Pragas



Fonte: Elaboração dos Autores.

A política de capacitação da cooperativa contribuiu para a família torna-se um agente importante para a adoção de tecnologias, visto que as capacitações foram, também, direcionadas para as mulheres e jovens. A cooperativa também contribuiu para que a produção de soja se tornasse altamente tecnológica, lucrativa e atraente para a sucessão familiar, para 89,66% das propriedades rurais cooperadas (Gráfico 12).

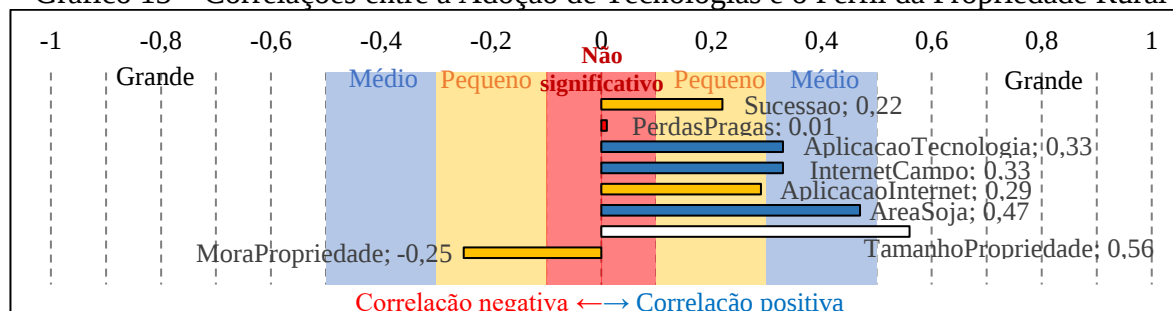
Gráfico 12 – Influência da Tecnologia na Sucessão Familiar



Fonte: Elaboração dos Autores.

O Gráfico 13 mostra que as correlações de Pearson entre a variável *Tecnologias Adotadas* e as variáveis apresentadas no Quadro 4, em sua maioria existe uma associação direta e de média intensidade entre a capacidade de decodificação de informação da propriedade rural e a quantidade de tecnologias adotadas na produção de soja. O tamanho da propriedade possui uma correlação direta e grande e somente a variável perda por pragas não foi significativa.

Gráfico 13 – Correlações entre a Adoção de Tecnologias e o Perfil da Propriedade Rural



Fonte: Elaboração dos Autores.

A capacidade de decodificação de informação da propriedade rural está embasada na estrutura que a propriedade rural oferece para captação e retenção de tecnologias: a) Moradia e Sucessão – não morar da propriedade rural implica na necessidade de um nível de controle elevado e, portanto, a adoção de mais tecnologia, conforme evidenciado na correlação inversa e de fraca intensidade com a condição de o produtor residir na propriedade rural. As novas tecnologias contribuem para a permanência do jovem no campo, conforme evidenciado pela correlação direta e de fraca intensidade com a intensão da sucessão familiar; b) Ganhos de Escala – as correlações direta e grande intensidade com o tamanho da propriedade e direta e média intensidade com a área de soja indicam que quanto maior a propriedade, maior é a adoção de tecnologias; c) Uso de Internet – o uso da internet apresenta correlações significativas com a adoção de tecnologias, no planejamento das atividades do campo a correlação é direta e de intensidade pequena, na produção a correlação é direta e de intensidade média; e d) Motivação para a Adoção de Tecnologias – quanto mais motivos para adotar tecnologias maior será a quantidade de tecnologias adotadas, visto a correlação direta e de intensidade média.

A Figura 4 ratifica que o foco das tecnologias está na gestão e na produção, pois existe um maior uso do aplicativo da Cooperativa, de aplicativos para previsão do tempo, de aplicativos dos fornecedores de insumos como o *Fieldview* e de fornecedores de máquinas e equipamento. O aplicativo Radar apresenta notícias sobre negócios, cotações e clima.



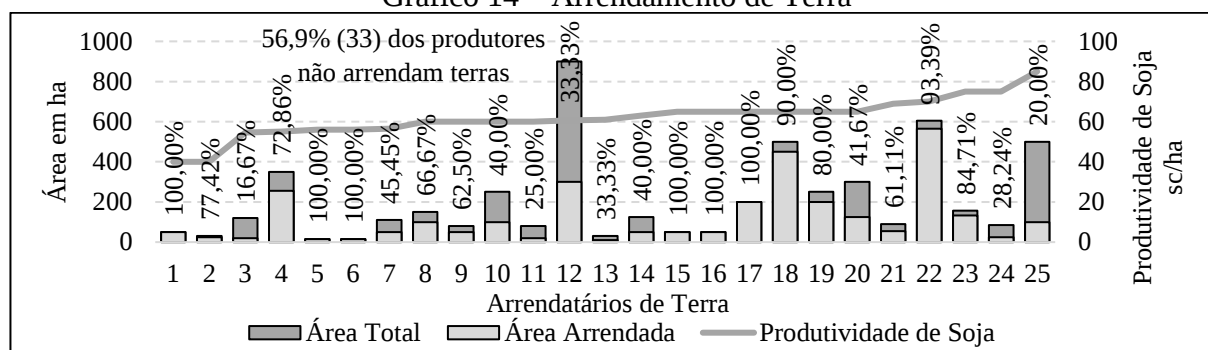
Figura 3 – Softwares Utilizados nas Atividades Agrícolas

Fonte: Elaboração dos Autores.

4.4 – Suporte na Cadeia Produtiva

A disponibilidade de terras para arrendamento é um fator importante para a economia de escala, pois permite ao produtor se ajustar às condições dos mercados de insumos e dos fatores de produção. O Gráfico 14 apresenta que, 43,1% dos produtores arrendam terras e, ao analisar as correlações, verifica-se que o arrendamento favorece a produtividade ($r=0,24$), apesar de propriedades compostas majoritariamente por arrendamento terem apresentado menor produtividade ($r=-0,23$). Já a média e a mediana indicam arrendamentos de 50 ha.

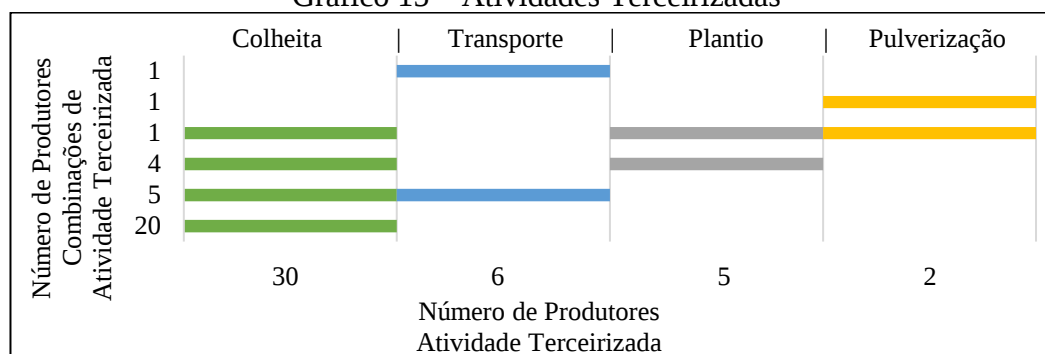
Gráfico 14 – Arrendamento de Terra



Fonte: Elaboração dos Autores.

A disponibilidade de mão de obra para a terceirização das atividades possui um efeito estratégico para regular a disponibilidade de terras, dos 55,17% (32) produtores (Gráfico 15) que terceirizam, 93,75% (30) terceirizam a colheita. Entre os 31,25% (10) dos produtores que terceirizam mais de uma atividade é mais comum a colheita com o transporte (18,75%) ou com o plantio (15,63%). A operação da colheita é feita por os maiores produtores da região, por serem os proprietários das máquinas. A cooperação entre concorrentes propiciou retorno econômico para todos os produtores e a transferência de tecnologia para os arrendatários.

Gráfico 15 – Atividades Terceirizadas



Fonte: Elaboração dos Autores.

A assistência técnica foi fornecida pela cooperativa e recebida por 89,66% (52) dos cooperados, 3,45% (2) recebem assistência da Emater, 27,59 (16) de outras fontes e 8,62% não utilizam assistência técnica. De forma complementar, a Figura 5 evidencia que o apoio técnico é ofertado por fornecedores e diversas revendas.

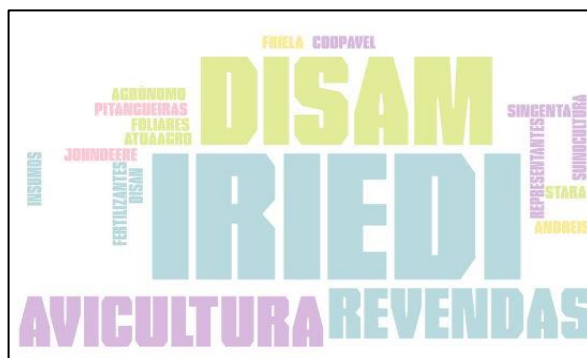


Figura 4 – Demais Assistências Técnicas
Fonte: Elaboração dos Autores.

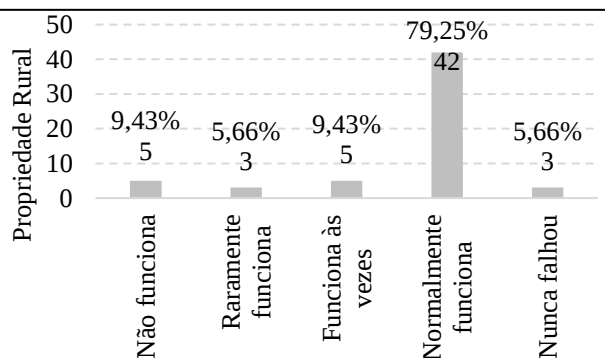


Gráfico 16 – Qualidade da Banda Larga
Fonte: Elaboração dos Autores.

A comunicação possui um papel estratégico nas relações ao longo da cadeia produtiva, o que pode facilitar a implantação das tecnologias 4.0 e promover o protagonismo da firma (Cohen e Levinthal, 1990). Assim, a disponibilidade dos serviços de internet banda larga e 4G são fundamentais para os produtores rurais, 91,38% (53) das propriedades possuem banda larga e destas 84,91% (45) informaram que a qualidade do serviço é boa (Gráfico 16). A internet 4G é utilizada por 98,28% das propriedades agrícolas. Apenas um produtor ficou totalmente descoberto por banda larga e 4G. Os produtores da amostra têm cobertura maior do que a média do Paraná, que é de 60% das propriedades, de acordo com Franco (2021). A tecnologia 5G estará disponível em breve, portanto, deve reduzir limitação de acesso à internet e à IoT.

O Gráfico 17 indica que o produtor utiliza informações de diversas fontes de informação, 22,41% (13) dos produtores buscam informações em toda a cadeia produtiva, 82,76% (48) dos produtores buscam informações na cooperativa. Essa gama de transações de informação permite o alinhamento de prioridades com os fornecedores e a promoção do bem-estar, fomentando a cooperação e a capacidade inovativa (Lioutas et al., 2019).

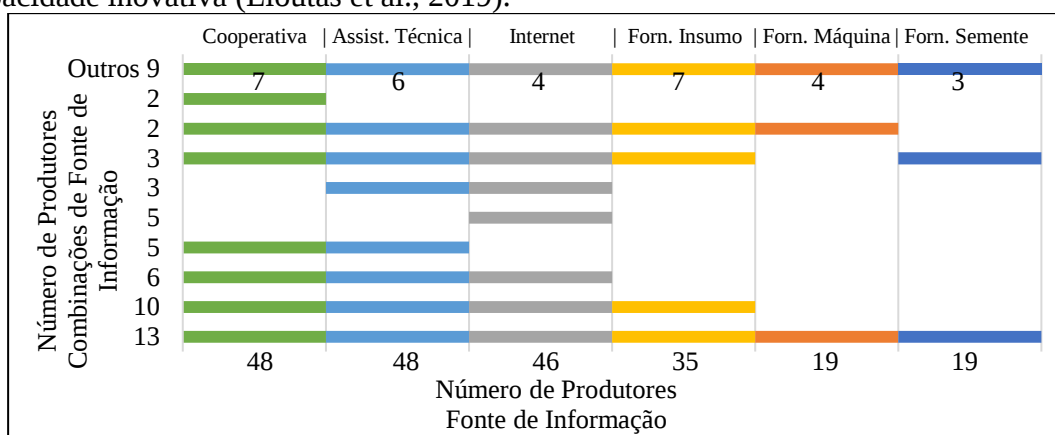
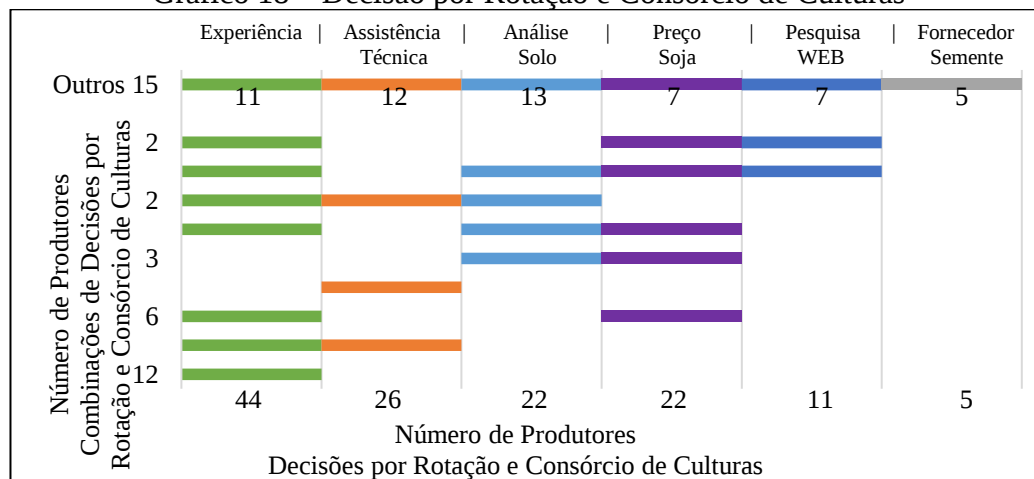


Gráfico 17 – Fontes de Informação

Fonte: Elaboração dos Autores.

O Gráfico 18 apresenta que 79,31% (46) dos produtores buscam dados e informações na cadeia produtiva para subsidiar as decisões sobre a rotação e o consórcio de culturas, o apoio é oriundo de combinações de fontes de informação. As decisões de rotação e consórcio de culturas, para 44,83% (26) dos produtores, consideram o apoio da assistência técnica e 37,93% (22) consideram a análise de solo e o preço da soja. Apesar dos avanços tecnológicos e das comunicações ao longo da cadeia produtiva, 20,69% (12) dos produtores decidem sobre o que será plantado exclusivamente com base em suas experiências.

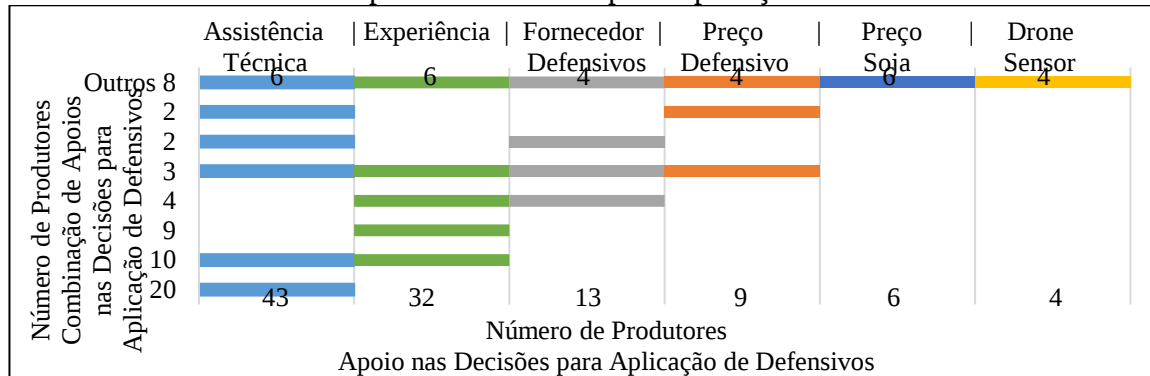
Gráfico 18 – Decisão por Rotação e Consórcio de Culturas



Fonte: Elaboração dos Autores.

A assistência técnica apoia 74,17% (43) dos produtores na decisão para aplicação de defensivos, sendo que 39,66% (23) combinam a assistência técnica com várias fontes de apoio, aumentando a qualidade da decisão. Fica evidente a baixa influência dos fornecedores de defensivos, pois eles apoiam apenas 22,41% (13) dos produtores no momento de escolher os defensivos. Na contramão da tecnologia, 15,52% (9) dos produtores utilizam exclusivamente a própria experiência ao decidir aplicar defensivos na lavoura, conforme o Gráfico 19.

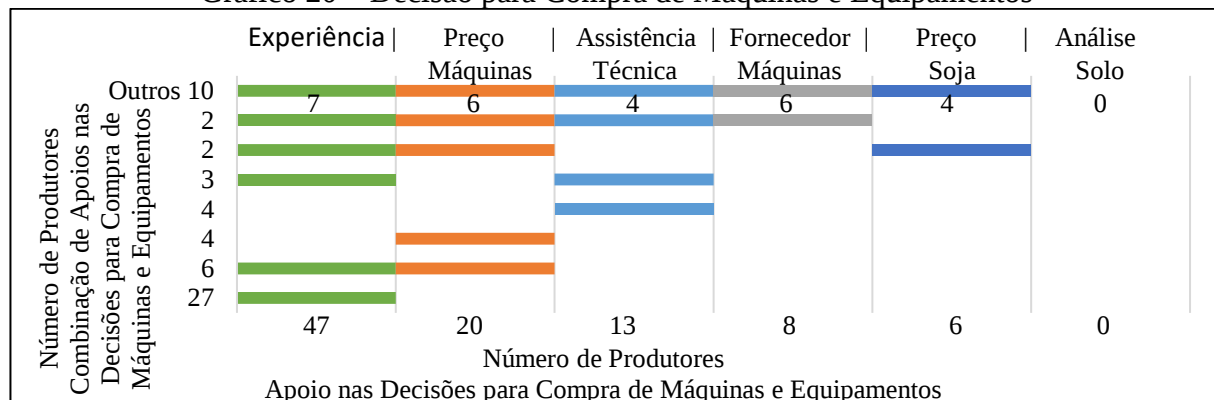
Gráfico 19 – Apoio nas Decisões para Aplicação de Defensivos



Fonte: Elaboração dos Autores.

Para decisão de compra de máquinas e equipamentos 53,45% (31) dos produtores buscam informações adicionais, 34,48% (20) consideram os preços das máquinas e equipamentos e 22,41% (13) consideram a assistência técnica. Fica evidente a baixa influência dos fornecedores de máquinas e equipamentos, pois eles apoiam apenas 10,34% (6) dos produtores no momento de escolher a tecnologia mais adequada para a produção, conforme o Gráfico 20.

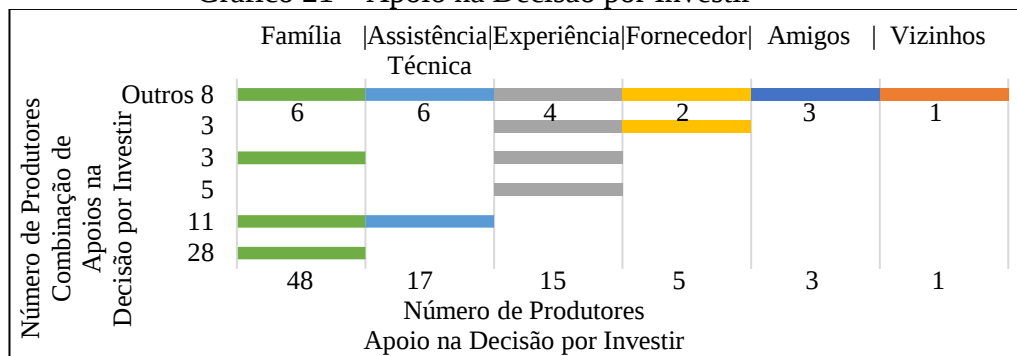
Gráfico 20 – Decisão para Compra de Máquinas e Equipamentos



Fonte: Elaboração dos Autores.

Na decisão de investir a família assume uma posição central, para 82,76% (48) dos produtores, evidenciando a eficácia das capacitações ofertadas para as mulheres e os jovens, contribuindo para melhorar a qualidade da opinião sobre os investimentos. Fica evidente a baixa influência dos fornecedores, pois eles apoiam apenas 8,62% (5) dos produtores no momento de investir em tecnologias mais adequadas para a produção, conforme o Gráfico 21.

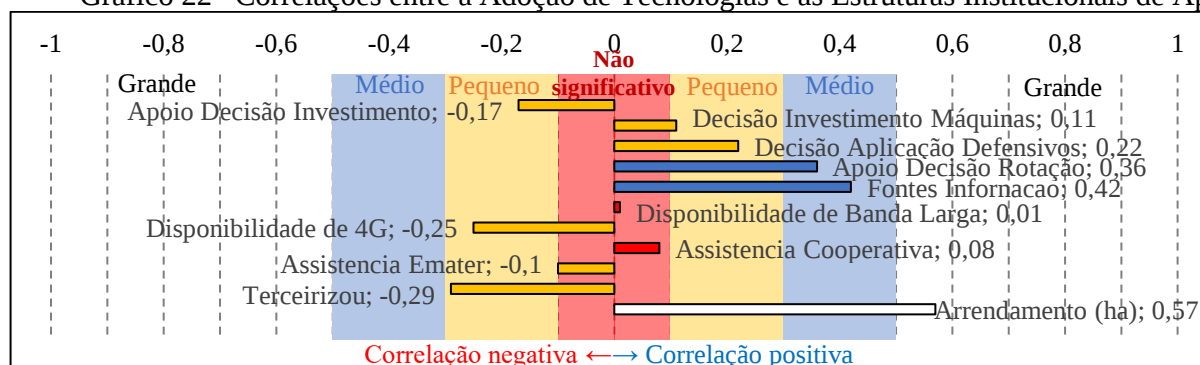
Gráfico 21 – Apoio na Decisão por Investir



Fonte: Elaboração dos Autores.

O Gráfico 22 exibe a correlação de Pearson entre a variável *Tecnologias Adotadas* (somatórios das tecnologias adotadas) e as variáveis apresentadas no Quadro 4. Alves, et al., (2005) identificaram uma relação causal da adoção de tecnologias com a cooperação ao longo da cadeia de produção, ratificando tal entendimento as correlações, aqui trabalhadas, indicam que existe uma associação direta e de baixa intensidade entre as relações externas e a quantidade de tecnologias adotadas na produção de soja. Destacamos os seguintes resultados: a) os arrendamentos aumentam as escalas de produção e incentivam a adoção de tecnologias em uma correlação direta e grande; b) as terceirizações apresentam uma correlação inversa e pequena, pois a adoção das tecnologias na propriedade rural não se dá pelo investimento e sim pelo custo variável; e c) as correlações da adoção de tecnologias com a disponibilidade de banda larga e com a assistência técnica não foram significativas.

Gráfico 22– Correlações entre a Adoção de Tecnologias e as Estruturas Institucionais de Apoio



Fonte: Elaboração dos Autores.

Assim, foram identificados os elementos que levam à adoção de tecnologias: a) Ganho de escala – A prática do arrendamento de terras apresenta uma correlação direta e de grande intensidade com a adoção de tecnologias; b) *Core Business* – a terceirização permite que a tecnologia seja adquirida como custo variável, 55,17% dos produtores terceirizaram alguma tarefa, era esperado que a terceirização fosse direcionada para atividades acessórias, mas, como o foco foi para as principais atividades o investimento em tecnologia ficou por conta de terceiros, explicando a correlação negativa e de pequena intensidade; c) Investimento – o apoio para orientar os investimentos está centrado na família, a correlação foi negativa e de baixa intensidade; d) Fontes de Informação – quanto mais informação buscada maior é a adesão por tecnologias, visto a correlação direta e de intensidade média; e e) Apoio à decisão – tanto a estrutura de apoio para a decisão de comprar máquinas e equipamentos quanto a estrutura de apoio para decidir por aplicar os defensivos apresentaram uma correlação direta e de pequena intensidade. Já a estrutura de apoio para a tomada de decisão pela rotação e consorciação de culturas apresentou uma correlação direta e de média intensidade.



5 – Conclusões

O trabalho foi realizado a partir de um estudo de caso dos produtores de soja de pequena e média escala na região Oeste do estado do Paraná, cuja região tem altos índices de produtividade em decorrência da combinação da adoção de tecnologias e de fatores edafoclimáticos favoráveis. Os resultados obtidos mostram defasagem tecnológica na metade dos produtores e a parcela menor usa tecnologias da agricultura de precisão, classificada como Agro 3.0. A adoção de tecnologias possui correlação com o perfil do produtor, principalmente as variáveis relacionadas ao capital humano (educação formal e complementares), apesar de não muito alta, em parte influenciada pelo tamanho da amostra. Os ganhos de escala podem ser obtidos pelo arrendamento de terras e pela terceirização da colheita e/ou outras atividades. A terceirização facilita a adoção de tecnologias, reduzindo a mobilização de capital fixo, visto que os custos que potencialmente seriam fixos, tornaram-se custos variáveis a tecnologia está acoplada aos serviços contratados, por exemplo a colheita. A correlação da adoção de tecnologia tem grande relação com a área disponível para arrendamento, o que permite ganhos de escalas. Portanto, foi identificado que a adoção de tecnologias está significativamente correlacionada ao ganho de escala, à identificação do *core business*, às fontes de informação e ao apoio na decisão por investir e ao apoio nas decisões ligadas às operações agrícolas.

A cooperativa é fonte de informações majoritária entre os produtores e, também, é importantíssimo para os produtores o apoio da família na decisão de realizar os investimentos em tecnologia. Desta forma, o capital social parece muito importante para o processo de inovação, assim como o capital humano. O nível tecnológico dos produtores poderia ser maior, existem indícios de que as decisões de investimento em tecnologia são comprometidas pela dissonância na percepção dos riscos na atividade produtiva, apesar de o produtor ser jovem e possuírem formação superior e se atualizarem com frequência.

A internet está disponível para grande parte destes produtores rurais, facilitando a comunicação que é muito favorável para a implementação das tecnologias 4.0, com a futura implantação do 5G as oportunidade e motivações de implantar novas tecnologia serão mais verossímil. Outra condição favorável é a sucessão familiar na produção da soja, que é fomentada pela intensificação da tecnologia no campo e pelo elevado nível de qualificação dos produtores.

A cooperativa e os fornecedores são os promotores da capacidade de decodificação de informação dos produtores, tornando-os capazes de identificar as tecnologias 4.0 que combinem de forma ótima os fatores de produção aos processos de trabalho. Consequentemente, promovem a mitigação de riscos, ganhos econômicos e aumento da sustentabilidade, pelo uso mais eficiente e seguro dos insumos, principalmente dos fertilizantes e pesticidas.

Referências

- Alves, E., Contini, E., & Hainzelin, E. (2005) Transformações da agricultura brasileira e pesquisa agropecuária. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 22(1), 37-51.
- Annosi, M.C., Brunetta, F., Monti, A., & Nati, F. (2019) Is the trend your friend? An analysis of technology 4.0 investment decisions in agricultural SMEs. *Computer in Industry*, 109, 59-71.
- Arend, M. (2012) Revoluções tecnológicas, finanças internacionais e estratégias de desenvolvimento: um approach neo-schumpeteriano. *Ensaio FEE*, 33 (2), 363-396.
- Artuzo, F. D.; Soares, C.; Weiss, C. R. (2017) Inovação de processo: O impacto ambiental e econômico da adoção da agricultura de precisão. *Espacios*. 38(2), 1-6.
- Binkley, D., Davis, M., Lawrie, D., & Morrell, C. (2009) To camelcase or under_score. 17th International Conference on Program Comprehension. Vancouver, Canada.



- Coelho, A. M. (2005). *Agricultura de Precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas*. Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 46
- Cohen, W. M., & Levinthal, D.A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- Corrêa, L. M., Pinto, E. C., & Castilho, M. dos R. (2019) “Mapeamento dos padrões de atuação dos países nas cadeias globais de valor e os ganhos em termos de mudança estrutural.” *Economia e Sociedade*, 28(1), 89–122.
- Figueiredo Filho, D. B., & Silva Júnior, J. A. (2009) Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, 18(1), 115-146.
- Franco, K. (2021) “Mais de 60% das propriedades rurais do Paraná não têm cobertura de internet.” *Jornal Hoje Centro Sul*. Acesso em 20/07/2021.
- Götz, M. & Jankowska, B. (2017). Clusters and Industry 4.0 – do they fit together? *European Planning Studies*, 25(9), 1633–1653.
- Griliches, Z. (1957) Hybrid corn: An exploration in the economics of technological change. *Econometrica*, 25(4), 501-522.
- Hayami, Y., & Ruttan, V. (1988) *Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais*. EMBRAPA. Brasília.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (2000). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Cambridge University Press*, 17-43.
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 12(2), 165-186.
- Lauschner, R. (1995) *Agribusiness, cooperativa e produção rural*. São Leopoldo: Unisinos.
- Levin, R.C., & Reiss, P. C. (1989). *Cost-reducing and demand-creating R&D with spillovers* Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=286951>
- Lioutas, E. D., Charatsari, C., LaRocca, G., & DeRosa, M. (2019). Key questions on the use of big data in farming: An activity theory approach. *Journal of Life Sciences*, 90, 100297.
- Liu, C. (2017). International Competitiveness and the fourth industrial revolution.” *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 2(4), 111-133.
- Lusk, J. L. and K. H. Coble. 2005. "Risk Perceptions, Risk Preference, and Acceptance of Risky Food." *American Journal of Agricultural Economics* 87 (2): 393-405.
- Massruhá, S.M.F.S. et al. (2020). *Agricultura digital: Pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*. Editores técnicos – Embrapa,
- MelhorPreço (2021) Internet via satélite: Como funciona, é ilimitada? Veja preços e se é boa!”
- Oliveira, A.F., Gomes, C.F.S., Barros, M.D. Barcelos, M.R.S., & Santos, M. (2017) Incubadores de empresas e indicadores de desempenho: uma análise quantitativa da produção científica dos artigos indexados na base Scopus. *XXIV Simpósio de Engenharia de Produção*. Bauru – SP.
- Rose, D. C., & Chilvers, J. (2018) Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Science*, 2(87), 1-7.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business Cycles*. New York: McGraw Hill Books.
- Schumpeter, J. A. (1961). *Capitalismo, socialismo e democracia*. Editado por George Allen e Unwin Ltd. Tradução de Ruy Jungmann.
- Schwab, K. (2015). The fourth industrial revolution: What it means and how to respond. *Foreign Affairs*. Retrieved on June 6, 2017
- Slovic, P. (2012). Perception of Risk. *Science*, 236, 280-285.