

Caracterização da infraestrutura tecnológica para a produção de amendoim na região Oeste Paulista

Characterization of the technological infrastructure for peanut production in the Western region of São Paulo state

Fabiano Pinto Neves¹, Sandra Cristina de Oliveira², Mário Mollo Neto³, Leandro Paloma Mantovani⁴, Ana Elisa Bressan Smith Lourenzani⁵

RESUMO: A inovação tecnológica é um dos fatores diferenciais à competitividade do agronegócio brasileiro, e pode influenciar de forma relevante a produtividade e a sustentabilidade de uma cultura. A produção de amendoim tem grande relevância para o Estado de São Paulo, uma vez que esse estado é responsável por cerca de 90% da produção nacional. Assim, dada a expressividade e importância dessa cultura para o agronegócio paulista, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a infraestrutura tecnológica de produção empregada pelos produtores de amendoim da região Oeste Paulista, a qual detém a maior produção de amendoim do Estado. Foi aplicado um formulário a uma amostra de produtores dessa região, considerando os seguintes parâmetros associados à adoção tecnológica na safra 2022/23: máquinas e equipamentos; insumos; armazenagem; e gestão. Os dados foram analisados usando estatística descritiva. Os resultados apontaram que a maioria dos produtores de amendoim pesquisados apresentou produtividade média acima da média do Estado na referida safra. Além disso, cerca da metade dos respondentes utiliza pulverizador automotriz, GPS e corte de seções no pulverizador, e todos possuem colhedoras. Observou-se ainda que quase 93% deles fazem análise anual de solo e 86% investem na aplicação de microbiológicos. Ademais, todos os respondentes utilizam secador e armazém para a manutenção do amendoim, possuem assistência agrônoma de cooperativa/revenda e contam com um profissional para realizar a gestão do negócio. Dessa forma, mostrou-se um cenário preliminar sobre a adoção de tecnologias da Agricultura 4.0 no cultivo do amendoim na região Oeste Paulista, e observou-se um potencial para a utilização de determinadas tecnologias que poderão proporcionar uma produção mais limpa e sustentável, além de informações úteis para a tomada de decisão dos atores da cadeia produtiva do amendoim.

Palavras-chave: *Arachis Hypogaea L.* Agronegócio. Infraestrutura de produção. Inovação tecnológica. Agricultura 4.0.

ABSTRACT: Technological innovation is one of the differentiating factors for the competitiveness of Brazilian agribusiness and can significantly influence the productivity and sustainability of a crop. Peanut production is highly relevant to the State of São Paulo since this state is responsible for around 90% of national production. Thus, given the expressiveness and importance of this crop for agribusiness in São Paulo, the aim of this work was to characterize the technological production infrastructure of peanut farmers in the Western region of São Paulo State, which has the largest peanut production in the state. A form was applied to a sample of farmers in this region, considering the following parameters associated with technological adoption in the 2022/23 harvest: machines and equipment; inputs; storage; and management. Data were analyzed using descriptive statistics. The results showed that the majority of peanut farmers surveyed had an average productivity above the state average in this harvest. Furthermore, around half of these farmers use the self-propelled automotive sprayer, GPS, and section cutting on the sprayer, and all have harvesters. It should also be observed that almost 93% of them carry out annual soil analysis and 86% invest in the application of microbiologicals. Furthermore, all interviewees use a dryer and warehouse to maintain peanuts, have agronomic assistance from a cooperative/reseller, and have a professional to manage the business. In this way, a preliminary scenario was shown on the adoption of Agriculture 4.0 technologies in peanut cultivation in the western region of São Paulo, and the potentiality for the use of certain technologies, that could provide a cleaner and more sustainable production and also useful information for the decision-making by the actors of the peanut production chain.

Keywords: *Arachis Hypogaea L.* Agribusiness. Production infrastructure. Technologic innovation. Agriculture 4.0.

Autor correspondente: Fabiano Pinto Neves
E-mail: fabiano.neves@unesp.br

Recebido em: 2023-08-30
Aceito em: 2024-05-07

¹ Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia (FCE), Tupã, SP, Brasil.

² Doutora em Ciências da Computação e Matemática Computacional pela Universidade de São Paulo (USP), docente da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia (FCE), Tupã, SP, Brasil.

³ Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), docente da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia (FCE), Tupã, SP, Brasil.

⁴ Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia (FCE), Tupã, SP, Brasil.

⁵ Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), docente da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia (FCE), Tupã, SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

O agronegócio do Brasil apresenta-se como “um dos principais *players* do mercado global quanto à competitividade da sua produção, baseada no desenvolvimento científico e tecnológico” (Santos *et al.*, 2017, p. 445). Nesse sentido, observam-se contínuas inovações que facilitam e viabilizam melhores resultados, a fim de tornarem o produtor rural mais competitivo (Zambon *et al.*, 2019).

A Agricultura 4.0 ou Agricultura Digital consiste em um conjunto de tecnologias digitais integradas (sistemas, aplicativos e máquinas) visando otimizar a produção agrícola em todas as suas etapas, ou seja, desde o plantio até a colheita. Tais ferramentas geram dados constantes para análise, que possibilitam a construção de novas informações e o aperfeiçoamento tecnológico e do uso (Santos *et al.*, 2017). Além disso, a gestão e a análise dos dados proporcionam novos arranjos entre o setor privado, o institucional e o acadêmico (Zambon *et al.*, 2019), viabilizando a condução das atividades de pesquisa e o desenvolvimento de novas competências (Martins; Vicente, 2010), bem como emanando a construção do campo da gestão da inovação quanto à proposição de modelos, de sistemas de gerenciamento, das análises, do estabelecimento de métricas de avaliação e mensuração de desempenho (Santos *et al.*, 2017). Assim, as informações geradas de forma assertiva municiam o produtor rural com conhecimento tecnológico para a tomada de decisão de forma estratégica (Souza Filho *et al.*, 2011).

Um setor com destaque e crescimento contínuo nos últimos anos é o da produção de amendoim que, por sua vez, depende diretamente do desenvolvimento e adoção de tecnologias para o seu aperfeiçoamento e desenvolvimento. Desde os anos de 1960, o Brasil já se destacava como um grande produtor de amendoim, sendo o estado de São Paulo responsável pela maior produção no país (Martins; Vicente, 2010; Oliveira *et al.*, 2012).

O amendoim tem se tornado essencial para a produção de óleo vegetal, bem como de outros produtos como manteiga, barras de cereais e doces, contribuindo para o atendimento das demandas do mercado interno e externo (Akram *et al.*, 2022). Dados históricos da produção nacional registrados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) revelam um crescimento do setor produtivo de 1965 a 1974, seguido por decréscimo contínuo até 1997, quando mudanças tecnológicas na produção e no beneficiamento impactaram o volume de produção (EMBRAPA, 2014). Portanto, a inovação tecnológica possibilitou o desenvolvimento de novas técnicas que têm proporcionado o aumento da capacidade produtiva e de exportação de amendoim *in natura* em casca e descascado, de óleo bruto de amendoim, e de outros derivados (Goulart *et al.*, 2017).

A relevância do amendoim em grão ao mercado mundial, em 2019, foi de US\$ 3,3 bilhões, sendo 7% de participação do Brasil, que atualmente é o quinto maior fornecedor global do grão, sendo precedido por: Índia, Estados Unidos da América (EUA), Argentina e China (Trade Map, 2022).

Dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) revelam que o Brasil teve em oito anos um crescimento exponencial acima de 100% na produção de amendoim, passando de 346,8 mil toneladas na safra 2014/15 para uma estimativa de 816,2 mil toneladas na safra 2022/23 que, por sua vez, representa um aumento de 9,3% em relação à safra 2021/22 (CONAB, 2023). Ainda segundo a CONAB, a área de produção “sofreu uma redução de 6,7% em relação à safra anterior” (CONAB, 2023, p. 74).

De acordo com Marisete Belloli, do Desenvolvimento e Suporte Estratégico da CONAB em São Paulo, “o amendoim deixou de ser uma cultura secundária e passou a ocupar novas áreas, tanto na expansão do cultivo em rotação com a cultura de cana-de-açúcar quanto como opção principal do produtor” (CONAB, 2022).

O estado de São Paulo produz mais de 90% da produção nacional, e a região que detém a maior produção no estado é formada pelos municípios de Marília, Tupã e Presidente Prudente (CONAB,

2022). Informações referentes às exportações brasileiras do produto revelaram que as vendas ao exterior registradas por Tupã ultrapassaram as do município de Jaboticabal em 65% no primeiro semestre de 2020 (Barbosa, 2020). Note-se que Jaboticabal já foi intitulada de Capital Nacional do Amendoim pela Lei Estadual 16.640/2018 (São Paulo, 2018).

As exportações em 2022 ultrapassaram as 285 mil toneladas de amendoim em grão, com aumento de 11% em relação a 2021, o que representa US\$332 milhões, total 0,6% maior que o de 2021. A participação do município de Tupã nas exportações em 2022 foi de 28% do valor exportado, seguido por Borborema com 17%, Jaboticabal (7%), Sertãozinho (7%), Pompéia (6%) e Taquaritinga (5%) (Sampaio, 2023).

Estima-se que 80% das áreas de reforma de canaviais do estado de São Paulo são ocupadas pela cultura do amendoim (Oliveira *et al.*, 2022; Sampaio, 2023). Portanto, a inclusão do amendoim em áreas de renovação de canaviais vem tornando a cultura cada vez mais competitiva no país.

Além disso, o crescimento das exportações e da produção tem sido possível devido as mudanças recentes em toda a cadeia produtiva do amendoim com a adoção de novas tecnologias que vêm proporcionando ganhos em qualidade e competitividade do produto, bem como uma participação mais efetiva do amendoim no mercado externo (Martins; Vicente, 2010). Inclusive, houve uma liberação, em 2022, para 47 empresas operarem exportações de amendoim para a China, que é o principal produtor e consumidor mundial (Mercado & Consumo, 2022; Sampaio, 2023).

De fato, a adoção de novas tecnologias possibilita a “maximização e a criação de sinergias das partes envolvidas na cadeia produtiva para que haja o atendimento mais eficiente e eficaz, com menores custos, às necessidades do consumidor” (Armelin; Silva; Colucci, 2016, p. 80).

Dada a expressividade e importância da cadeia produtiva do amendoim para o agronegócio brasileiro e do estado de São Paulo, tem-se a seguinte questão norteadora: Qual é o perfil de inovação tecnológica dos produtores de amendoim da região Oeste Paulista, dada a sua infraestrutura produtiva? Assim, o objetivo deste trabalho é caracterizar a infraestrutura tecnológica de produção empregada pelos produtores de amendoim da referida região, a qual detém a maior produção de amendoim no estado de São Paulo, por meio da avaliação dos seguintes parâmetros: máquinas e equipamentos, insumos, armazenamento e gestão.

Têm-se assim, dados multidimensionais embasados nos critérios de quatro dimensões (inovação, competitividade, atratividade e responsabilidade), as quais se alinham aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável nas seguintes metas:

Meta 9.5. Fortalecer a pesquisa científica, melhorar as capacidades tecnológicas de setores industriais em todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, inclusive, até 2030, incentivando a inovação e aumentando substancialmente o número de trabalhadores de pesquisa e desenvolvimento por milhão de pessoas e os gastos público e privado em pesquisa e desenvolvimento.

Meta 9.b. Apoiar o desenvolvimento tecnológico, a pesquisa e a inovação nacionais nos países em desenvolvimento, inclusive garantindo um ambiente político propício para, entre outras coisas, a diversificação industrial e a agregação de valor às commodities (GT Agenda 2030, 2022).

Portanto, os resultados deste estudo propiciarão informações relevantes quanto às vantagens da utilização de determinadas tecnologias nas atividades agrícolas, buscando uma produção mais limpa e sustentável do amendoim.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar o objetivo proposto e, portanto, responder à questão norteadora deste trabalho, fez-se uso de um conjunto de métodos de natureza aplicada, exploratória e descritiva (quanto aos objetivos) e com abordagem qualitativa.

Assim, para caracterizar os produtores rurais de amendoim quanto ao perfil em termos de estrutura tecnológica de produção, foi utilizada uma investigação pura, aplicada e estruturada em documentação direta de evidências obtidas através de formulário (Miguel; Ho, 2010; Miguel, 2012). Na análise, o método aplicado foi o procedimento estatístico expositivo nas análises e o relatório argumentativo de exposição descritiva dos resultados (Furlanetto; Cândido, 2006; Eiriz, 2020).

O instrumento de coleta, um formulário com questões de múltipla escolha, foi aplicado a uma amostra não probabilística intencional de 29 produtores de amendoim da região Oeste Paulista, no período de 09 a 18 de outubro de 2022, especificamente aos que utilizaram sistemas mais convencionais e conservacionistas na safra 2022/23. Os produtores pesquisados estão localizados nos principais municípios com produção de amendoim da região Oeste Paulista, sendo eles, Adamantina, Arco-Íris, Bastos, Getulina, Guaimbé, Herculândia, Iacri, Marília, Martinópolis, Nantes, Parapuã, Presidente Prudente, Quatá, Quintana, Rancharia, Sagres e Tupã.

A escolha da técnica de amostragem não probabilística intencional se deve ao fato de que o acesso aos produtores rurais foi intermediado por uma empresa especializada em insumos agrícolas, localizada na região Oeste Paulista. Desse modo, a quantidade de produtores de amendoim acessados correspondeu a 20% de toda a área plantada na referida região, representando um significativo recorte da produção dessa cultura na região Oeste Paulista.

As questões do formulário aplicado aos produtores rurais são concernentes às suas principais características socioeconômicas e de produção (idade; escolaridade; município de residência; localidade da produção e comercialização; área e quantidade produzida; tipo de mão de obra; se terra própria ou de arrendamento) e, especialmente, ao seu perfil quanto à adoção de itens de inovação tecnológica em termos de Máquinas e Equipamentos, Insumos, Armazenagem e Gestão.

Os dados foram resumidos e analisados usando estatística descritiva, especificamente por meio de tabelas e medidas descritivas, tais como: porcentagem, média, desvio padrão e coeficiente de variação. O coeficiente de variação (CV) é obtido por meio da razão entre o desvio padrão e a média de um conjunto de dados, mostrando a dispersão relativa dos valores ao redor da média ($CV \leq 0,15$: dispersão baixa; $0,15 < CV \leq 0,30$: dispersão moderada; $CV > 0,30$: dispersão alta) (Martins, 2005). Os procedimentos de análise estatística foram realizados com o auxílio da planilha MS Excel (Microsoft Corporation, 2016).

Ressalta-se que os resultados apresentados neste trabalho são oriundos de uma Dissertação de Mestrado desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da UNESP. A pesquisa não foi submetida a um Comitê de Ética em Pesquisa, pois se enquadra no inciso VII do Parágrafo Único do Artigo 1º da Resolução N° 510, de 07 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde, o qual dispõe que “não serão registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito” (Brasil, 2016, p. 2). Assim, com base nas orientações dessa resolução, os respondentes da pesquisa assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, e houve rigor e prudência no levantamento dos dados concernentes aos produtores rurais, resguardando-se o nome deles e quaisquer outras informações específicas que possam identificá-los. Além disso, foi elaborado um Plano de Gestão de Dados, o qual prevê que os formulários serão disponibilizados para reuso com a anonimização dos sujeitos da pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO E DE PRODUÇÃO

Segundo os dados da pesquisa, a média de idade dos produtores de amendoim foi de 42,5 anos, com desvio-padrão de 12,2 anos, sendo a idade mínima de 25 anos e a máxima de 59 anos. Portanto, existe uma dispersão relativa moderada das idades dos produtores pesquisados ao redor do valor médio (CV = 0,29). Quanto ao nível de escolaridade, quase 55% dos produtores possuem ensino superior completo, 35% ensino médio, 7% pós-graduação, e 3% ensino fundamental.

Cerca de 52% dos produtores pesquisados residem no município de Tupã, 14% no município de Herculândia, e os demais (66%) nos municípios de Adamantina, Arco-íris, Iacri, Marília, Quintana, Ribeirão Preto, Sagres e Universo.

Juntos, os produtores pesquisados foram responsáveis por uma área de produção de amendoim de aproximadamente 14 mil alqueires (ou 33.880 hectares) na safra 2022/23, e na safra anterior (2021/22) produziram cerca de 6,2 milhões de sacas do produto.

Há entre os produtores alguns que plantam em um único município e outros que plantam em até quatro municípios diferentes, somando-se 26 localidades distintas. No entanto, a maioria dos pesquisados tem a sua produção concentrada no município de Tupã, sendo que 7% destes plantam exclusivamente no entorno do referido município, e 3% também possuem produção de amendoim no estado do Mato Grosso do Sul.

Verificou-se um acentuado envolvimento e participação dos membros da família desses produtores, seja na gestão quanto na produção e comercialização do amendoim, com a presença de pais, filhos, irmãos, tios e/ou primos. Apenas 7% dos produtores relataram que não há a participação ativa da família neste processo.

Nesse sentido, 35% dos produtores pesquisados podem ser caracterizados como agricultores familiares, de acordo com as regras de características da agricultura familiar, em conformidade com a Lei Federal Nº 11.326, de 24 de julho de 2006 – que estabelece as diretrizes para a Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais no Brasil (Antunes, 2011; Brasil, 2006).

Verificou-se ainda a participação da família na mão-de-obra e o número de colaboradores que os produtores possuem, identificando-se que 10% dos produtores não possuem colaboradores contratados, ou seja, o serviço é executado exclusivamente pela família. Outros 10% dos produtores possuem em torno de 40 colaboradores contratados, 3% contam com a mão-de-obra de 60 colaboradores contratados e os demais (77%) possuem em torno de 10 colaboradores, dos quais alguns são membros da família.

Quanto ao plantio, observou-se que 55% dos pesquisados produzem exclusivamente em terras arrendadas ou em terras próprias, 45% produzem em terras arrendadas e em terras próprias. Nota-se que 100% dos produtores, com ou sem terras próprias, produzem amendoim em propriedades de terceiros, não necessariamente arrendadas.

Dado o fato de os produtores trabalharem em terras arrendadas, foram verificados os custos relacionados ao arrendamento de terras. No levantamento, observou-se que 10% dos produtores possuem um custo de arrendamento de seis mil reais, 48% de cinco mil reais, 32% de quatro mil reais e 10% de três mil reais. Logo, o custo médio de arrendamento gira em torno de 4,6 mil reais.

As vendas da produção de amendoim ocorrem no seguinte formato: 3% dos produtores as realizam em abril, 38% em agosto, 7% em junho, e 45% em outubro. As vendas da produção de 83% dos produtores são exclusivamente ao mercado nacional. Do restante (17%), 7% são agricultores familiares, com cultivo de 100 a 250 alqueires (242 a 605 hectares), que possuem certificação de qualidade da Associação Brasileira da

Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas (ABICAB) e fornecem o produto para os mercados nacional e internacional. Os outros 10% destinam seus produtos exclusivamente para o mercado internacional, sendo que 3% destes produtores têm uma produção de até 750 alqueires (1.815 hectares) e 7% em torno de 1.000 alqueires (2.420 hectares). Ainda destes 10%, cerca de 70% dos produtores possuem certificação de qualidade.

Quanto ao destino das exportações, parte relevante do amendoim produzido pelos produtores pesquisados vai para os seguintes mercados: Rússia, Argélia, Europa, Ucrânia, União Europeia (14 países), Dubai, Marrocos e Colômbia.

A Tabela 1 mostra a distribuição percentual dos produtores pesquisados de acordo com a produtividade do amendoim em casca em sacas (25 kg) por hectare, obtida na safra (2022/23). Observa-se que a maioria dos produtores da região Oeste Paulista apresenta produtividade média entre 165,3 e 206,6 sacas por hectare, ou equivalentemente, entre 4.132,5 e 5.165,0 kg por hectare. Nessa mesma safra, a produtividade média do amendoim no estado de São Paulo foi de 3.848,0 kg por hectare (CONAB, 2022), o que evidencia a representatividade da região Oeste Paulista no cenário da produção de amendoim do estado.

Tabela 1. Produtividade média (Prod) em sacas por hectare (sc/ha) na safra 2022/23

Produtividade	Percentual
Prod ≤ 123,97 sc/ha	10,3%
123,97 sc/ha < Prod ≤ 165,3 sc/ha	34,5%
165,3 sc/ha < Prod ≤ 206,6 sc/ha	51,7%
206,6 sc/ha < Prod ≤ 247,93 sc/ha	3,5%

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa (2022).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL DE ADOÇÃO TECNOLÓGICA

Quanto à infraestrutura de inovação tecnológica, a Tabela 2 mostra os itens associados ao grupo de máquinas e equipamentos que podem ser utilizados na produção de amendoim, bem como as respostas dos produtores pesquisados quanto à adoção de tais itens.

Tabela 2. Máquinas e equipamentos utilizados pelos produtores rurais

Item	Sim	Não
Pulverizador automotriz	44,8%	55,2%
Colhedoras	100,0%	0,0%
GPS	51,7%	48,3%
Barra de luzes	10,3%	89,7%
Corte de secções no pulverizador	48,3%	51,7%
Piloto automático	27,6%	72,4%
Correção de sinal GPS	24,1%	75,9%
Fertilizante em taxa variável	6,9%	93,1%
Aplicação utilizando drone	3,5%	96,5%
Sistema de telemetria	6,9%	93,1%

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa (2022).

De acordo com a Tabela 2, todos os produtores pesquisados possuem colhedoras, e uma porcentagem significativa deles possui pulverizador automotriz, utiliza GPS e faz corte de seções no pulverizador. Já uma porcentagem menos significativa utiliza piloto automático e correção de sinal GPS. Por outro lado, a grande maioria dos produtores não faz aplicações de fertilizante em taxa variável ou utiliza drones para tais aplicações, nem dispõe de sistema de telemetria ou barra de luzes.

Dos itens relacionados na Tabela 2, cabe destacar a utilidade de alguns deles. Os drones são instrumentos que podem ser utilizados na análise de áreas, na verificação de ataques de pragas ou doenças e na investigação de falhas no plantio. Já a telemetria é um sistema que coleta e compartilha dados sobre máquinas, equipamentos e veículos remotamente, monitorando trajetos, consumo de combustível e reabastecimento, dentre outras finalidades. O GPS, por sua vez, pode ser utilizado para navegação, comunicação, medição e delimitação de áreas, reduzindo risco de perdas. A barra de luz é um equipamento utilizado para orientar um veículo em faixas adjacentes, de forma a obter mais precisão e uniformidade na distribuição de corretivos e fertilizantes no solo; e a aplicação de fertilizante em taxa variável é um recurso que permite a aplicação de taxas diferentes de fertilizante em cada parte do solo, de acordo com as suas características e o rendimento planejado (Armelin; Silva; Colucci, 2016; Kovács; Husti, 2028).

Segundo Silva, Oliveira e Loureiro Junior (2019), observa-se pouco investimento em pesquisas sobre o uso de tecnologias no cultivo de amendoim, inclusive no que diz respeito ao processo de colheita mecanizada, se comparado a outras culturas. Porém, existem tecnologias que possuem potencial relevante para melhoria no processo de colheita do amendoim, destacando-se o uso do piloto automático, mapeamento da produtividade, a telemetria e a visão computacional.

A Tabela 3 mostra o segundo grupo de itens de adoção tecnológica relacionados aos insumos, os quais podem ser empregados visando a melhoria do solo e o combate das principais pragas e doenças que afetam a produção de amendoim, sendo a “Mancha preta”, que tende a aparecer associada a outras doenças, e a praga da “Lagarta-do-pescoço-vermelho” as mais comumente observadas na região. Já com respeito às ervas daninhas, há uma incidência maior de “Anileira” e “Corda de Viola”.

Conforme Tabela 3, verifica-se que a grande maioria dos produtores pesquisados despense cuidados com o solo, sendo que mais de 93% deles fazem análise anual de solo e cerca de 86% investem na aplicação de Macrobiológicos. Quanto ao Manejo Integrado de Pragas (MIP) e de Doenças (MID), observa-se uma adesão menos efetiva.

Tabela 3. Insumos utilizados pelos produtores rurais

Item	Sim	Não
Análise anual de solo	86,2%	13,9%
Aplicação de Macrobiológicos	93,1%	6,9%
Manejo integrado de pragas (MIP)	6,9%	93,1%
Manejo integrado de doenças (MID)	3,5%	96,5%

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa (2022).

A Tabela 4 traz informações referentes aos tipos de armazenagem utilizados pelos produtores pesquisados após a colheita do amendoim. Tais cuidados são fundamentais à manutenção do produto, que exige certas especificidades quanto à secagem, acondicionamento, transporte e armazenagem, visando evitar a contaminação por Aflatoxina, metais pesados e outros patógenos (Yang *et al.*, 2020).

Tabela 4. Tipo de armazenagem utilizado pelos produtores rurais

Armazenagem	Próprio	Comunitário
Secador	55,2%	44,8%
Armazém	75,9%	24,1%

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa (2022).

Notadamente, investimentos em tecnologia e equipamentos de secagem e armazém com controle de umidade possibilitam ao produtor maior controle dos procedimentos e menor risco de contaminação por contato com o amendoim de outras procedências, além do posicionamento estratégico com a redução de custos logísticos externos, aumento da eficiência no fluxo logístico e menor risco de deterioração do produto (Batalha, 2007; Santini; Oliveira; Pigatto, 2010; Norlia *et al.*, 2018).

De acordo com a Tabela 4, todos os produtores pesquisados utilizam secador e armazém para a manutenção do amendoim. Além disso, mais da metade dos produtores rurais utiliza secador próprio e quase 76% possuem armazém próprio, o que lhes permite ter maior controle da taxa de umidade e dos riscos relacionados ao índice de Aflatoxina.

Nesse sentido, verificou-se que apenas 21% dos produtores pesquisados realizam procedimentos de controle e monitoração do índice de Aflatoxina. Por outro lado, 96% monitoram e controlam a taxa de umidade.

Dos produtores que monitoram e controlam os riscos de contaminação por Aflatoxina, 3% têm as análises realizadas, por amostragem, no armazém de depósito de cada *container* de caminhão, pelo teste ELISA; 7% realizam as análises em suas propriedades por meio do teste ELISA e de máquinas e equipamentos de cronoanálise; e 3% têm o controle realizado pelos técnicos das cooperativas.

Quanto à monitoração e controle da taxa de umidade do amendoim, 72% dos produtores a realizam por meio de equipamentos próprios e 21% deles a fazem por meio das cooperativas. O restante dos produtores (7%) não informou como realiza esse processo. Ainda quando questionados sobre a taxa ideal de umidade de armazenagem do grão, as respostas dos produtores oscilaram entre 8% e 10%.

Finalmente, quanto a adoção de tecnologias voltadas para a gestão da produção de amendoim, têm seis itens elencados da seguinte forma:

- a) Assistência agrônômica: para verificar se o produtor conta com competência técnica na assistência, orientação e cuidados nos procedimentos da produção agrícola (Rodrigues et al., 2020);
- b) Aplicativo voltado para o agronegócio: para verificar se o produtor usa recursos tecnológicos para otimização dos resultados e minimização de perdas, danos e/ou impactos (Silva et al., 2020);
- c) Software de gestão de negócios: para verificar se o produtor possui gestão tecnológica com controle e informações mais acuradas que viabilizam a tomada de decisões com maior assertividade (Hermans et al., 2019);
- d) Operadores treinados: para verificar se o produtor contrata equipe de operadores habilitados à utilização de softwares e aplicativos voltados para a gestão, que faz uso de tecnologia para melhorar os resultados da produção (Rodrigues et al., 2020);
- e) Gestão profissional do negócio: para verificar se o produtor contrata gestores e técnicos profissionais (Maiberger; Sunmola, 2023); e
- f) Certificado de qualidade: para verificar se o produtor possui certificação de qualidade do produto (Pró-Amendoim-ABICAB, ou qualquer outra certificação que lhe possibilite ter um ganho de competitividade por diferenciação e posicionamento estratégico (ABICAB, 2022; Nico et al., 2016).

A Tabela 5 traz a estrutura de gestão empregada pelos produtores pesquisados na agricultura do amendoim, observando os itens supracitados. Observa-se que o uso de tecnologias na gestão da cultura vem sendo utilizada pelos produtores da região Oeste Paulista, nas mais diversas formas, visando auxiliar no planejamento e execução do plantio, a fim de melhorar a eficiência, aumentar a produtividade e garantir a rentabilidade.

De acordo com a Tabela 5, todos os produtores pesquisados possuem assistência agrônômica, porém apenas 24% têm um engenheiro agrônomo em sua equipe de colaboradores. Os demais contam com a assistência dada pelas cooperativas.

Observa-se ainda que os itens operadores treinados, uso de *softwares* de gestão de negócios e aplicativos e certificação foram aqueles que apresentaram menores percentuais de adesão, ao passo que a assistência agrônômica esteve presente nas respostas de todos os produtores pesquisados.

Tabela 5. Instrumentos de gestão empregados pelos produtores rurais

Item	Sim	Não
Assistência agrônômica da cooperativa/revenda	100,0%	0,0%
Assistência agrônômica própria	24,1%	75,9%
Utilização de aplicativo voltado para o agronegócio	37,9%	62,1%
Utilização de <i>softwares</i> de gestão de negócios	6,9%	93,1%
Operadores treinados	17,2%	82,8%
Gestão do negócio realizada por um profissional	100,0%	0,0%
Certificado de qualidade	10,3%	89,7%

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa (2022).

O uso de *softwares* de gestão e aplicativos na agricultura do amendoim, quando aplicados de forma integrada e bem planejada, pode oferecer diversos benefícios. Essas ferramentas ajudam os agricultores a otimizar o processo de plantio, monitorar o crescimento das plantas, gerenciar a aplicação de fertilizantes e pesticidas de forma mais eficiente, além de auxiliarem no controle de pragas e doenças. Os *softwares* também permitem o registro e a análise de dados sobre as condições climáticas, o manejo do solo e outros fatores relevantes para o cultivo do amendoim. Com base nessas informações, os agricultores podem tomar decisões mais embasadas e precisas, o que pode levar a uma maior produtividade e rentabilidade, com o auxílio desses instrumentos de gestão (Lima *et al.*, 2020).

Além disso, a utilização dessas tecnologias na agricultura do amendoim também contribui para a sustentabilidade e preservação ambiental, pois permite um uso mais racional dos recursos naturais e reduz o desperdício de insumos. No geral, elas podem impulsionar o setor agrícola, tornando-o mais eficiente, competitivo e sustentável (Almeida; Buainain, 2016).

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As ferramentas da Agricultura Digital geram e analisam uma grande quantidade de dados e, ao integrar os processos de gestão e de produção e garantir a profissionalização das atividades e a sustentabilidade nos processos produtivos, facilitam as tomadas de decisões, proporcionando redução de custos e maiores produtividade e lucratividade.

Os resultados deste trabalho indicam a incipiência da Agricultura 4.0 nas lavouras de amendoim do estado de São Paulo, tendo em vista que esse paradigma prevê a ampla utilização de tecnologias digitais, tais como, sistemas de informação geográfica, GPS, monitores de rendimento, amostragem de solo de precisão, sensoriamento espectroscópico proximal e remoto, drones, equipamentos auto direcionados e guiados e tecnologias de taxa variável.

A principal limitação deste estudo, no entanto, se refere a amostra da pesquisa, restrita aos produtores rurais da região Oeste Paulista. Contudo, considerando a natureza exploratória do estudo, espera-se que este trabalho possa colaborar com a literatura ao expor um cenário preliminar a respeito da implementação de tecnologias da Agricultura 4.0 no cultivo do amendoim.

Nesse sentido, os resultados apresentados podem potencializar as vantagens da utilização de determinadas tecnologias nas atividades agrícolas para uma produção mais limpa e sustentável, bem como para a inferir informações úteis à tomada de decisão dos atores da cadeia produtiva do amendoim.

REFERÊNCIAS

ABICAB. Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas. **Abicab - Pró-Amendoim**. [s. l.], 2022. Disponível em: <http://www.abicab.org.br/paginas/amendoim/o-amendoim/>. Acesso em: 22 mai. 2023.

AKRAM, F.; HAQ, I.; RAJA, S. I.; MIR, A. S.; QURESHI, S. S.; AQEEL, A.; SHAH, F. I. Current trends in biodiesel production technologies and future progressions: A possible displacement of the petro-diesel. **Journal of Cleaner Production**, v. 370, p. 133479, 2022.

ALMEIDA, P. J.; BUAINAIN, A. M. Land leasing and sharecropping in Brazil: Determinants, modus operandi and future perspectives. **Land Use Policy**, v. 52, p. 206-220, 2016.

ANTUNES, D. S. **Características da agricultura familiar**. In: ATLAS DO ESPAÇO RURAL BRASILEIRO. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 2011. (IBGE). p. 302. E-book. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63372_cap5.pdf. Acesso em: 13 mai. 2021.

ARMELIN, D. A.; SILVA, S. C. P.; COLUCCI, C. **Sistemas de Informação Gerencial**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.

BARBOSA, J. A. Tupã supera Jaboticabal “Capital do Amendoim” em exportação – Tupã FM 97,7 | Nova Tupã FM 100,3. In: RÁDIOS TUPÃ FM E NOVA TUPÃ FM. 20 jul. 2020. Disponível em: <https://www.radiotupa.com.br/tupa-supera-jaboticabal-capital-do-amendoim-em-exportacao/>. Acesso em: 8 mai. 2023.

BATALHA, M. O. (org.). **Gestão agroindustrial**: GEPAL, Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindústrias. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007. v. 1.

BRASIL. Congresso Brasileiro. **Lei Nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. 24 jul. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm. Acesso em: 13 mai. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. **Resolução Nº 510, de 07 de abril de 2016**. Dispõe sobre a pesquisa em Ciências Humanas e Sociais. Brasília, Diário Oficial da União, 24 mai. 2016. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2024.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra Brasileira de Grãos**. Boletim da Safra de Grãos: Safra 2022/23, v. 12, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 13 out. 2023.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Produção de amendoim cresce mais de 100% nos últimos 8 anos**. 2022. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4768-producao-de-amendoim-cresce-mais-de-100-nos-ultimos-8-anos>. Acesso em: 19 nov. 2023.

EIRIZ, C. La enseñanza de la metodología de la investigación en la era de la invención: Hacia un nuevo humanismo. **Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación**. Ensayos, n. 78, p. 61-78, 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção: Embrapa Sistema de Produção de Amendoim**, [s. l.], v. Sistema de Produção, 7, 2014. Disponível em: http://www.spo.cnpqia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3803&p_r_p_-996514994_topicoId=3432. Acesso em: 23 mai. 2023.

FURLANETTO, E. L.; CÂNDIDO, G. A. Metodologia para estruturação de cadeias de suprimentos no agronegócio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 772-777, 2006.

GOULART, D. F.; ALMEIDA, R. P.; RESENDE, K. C.; COSTA, F. A. M.; BEZERRA, J. R. C. O desafio da estruturação da cadeia produtiva do amendoim no semiárido do Nordeste. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 19, n. 1, p. 47-59, 2017.

GT AGENDA 2030. **VI Relatório Luz da Sociedade Civil da Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável Brasil**. Brasil: [s. n.], 2022. Relatório Luz sobre a Agenda 2030 no Brasil 2022. Disponível em: <http://gtagenda2030.org.br/relatorio-luz/relatorio-luz-2022/>. Acesso em: 6 set. 2023.

HERMANS, F.; GEERLING-EIFF, F.; POTTERS, J.; KLERKX, L. Public-private partnerships as systemic agricultural innovation policy instruments – Assessing their contribution to innovation system function dynamics. **NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 88, n. 1, p. 76-95, 2019.

KOVÁCS, I.; HUSTI, I. The Role of Digitalization in the Agricultural 4.0 – How to Connect the Industry 4.0 to Agriculture? **Hungarian Agricultural Engineering**, v. 33, p. 38-42, 2018.

LIMA, G. C.; FIGUEIREDO, F. L.; BARBIERI, A. E.; SEKI, J. Agro 4.0: Enabling agriculture digital transformation through IoT. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 51, e20207771, 2020.

MAIBERGER, T.; SUNMOLA, F. Perspectives on Effectiveness of Food Safety Management Systems During Pandemic. **4th International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing**, v. 217, p. 1609-1621, 2023.

MARTINS, G. A. **Estatística Geral e Aplicada**. São Paulo: Editora Atlas, 2005.

MARTINS, R.; VICENTE, J. R. Demandas por Inovação no Amendoim Paulista. **Informações Econômicas**, v. 40, p. 43-51, 2010.

MERCADO & CONSUMO. **China abre mercado de amendoim ao Brasil; exportação foi autorizada a 47 empresas**. In: MERCADO & CONSUMO. 23 set. 2022. Disponível em: <https://mercadoconsumo.com.br>.

com.br/23/09/2022/economia/china-abre-mercado-de-amendoim-ao-brasil-exportacao-foi-autorizada-a-47-empresas/. Acesso em: 22 mai. 2023.

MICROSOFT CORPORATION. **Microsoft® Excel 2016 [software]**. Santa Rosa, California, USA Microsoft Corporation, 2016. Microsoft Office Professional Plus, 2016. English.

MIGUEL, P. A. C. (org.). **Metodologia de pesquisa para Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier: ABEPRO, 2012.

MIGUEL, P. A. C.; HO, L. L. Levantamento Tipo Survey. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**, [s. l.], 2010. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001801543>. Acesso em: 23 ago. 2023.

NICO, B.; NICO, L. P.; FERREIRA, F.; TOBIAS, A. **A Certificação de Adquiridos Experienciais e suas Consequências nas Trajetórias de Vida: O caso do Alentejo, no período 2000-2005**. bookPart, [s. l.], p. 7342-7356, 2016.

NORLIA, M.; JINAP, S.; NOR-KHAIZURA, M. A. R.; SON, R.; CHIN, C. K.; SARDJONO, A. Polyphasic approach to the identification and characterization of aflatoxigenic strains of *Aspergillus* section *Flavi* isolated from peanuts and peanut-based products marketed in Malaysia. **International Journal of Food Microbiology**, v. 282, p. 9-15, 2018.

OLIVEIRA, S. C.; PEREIRA, L. M. M.; HANASHIRO, J. T. S.; DO VAL, P. C. A Study about the Performance of Time Series Models for the Analysis of Agricultural Prices. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 7, n. 3, p. 11, 2012.

OLIVEIRA, S. C.; AMORIM, F. R.; BARBOSA, C. C.; ANDRADE, A. G.; SOLFA, F. G. Effect of Production Costs on the Price per Ton of Sugarcane: The Case of Brazil. **International Journal of Social Science Studies**, v. 10, p. 15-27, 2022.

RODRIGUES, M. S.; CASTRIGNANÒ, A.; BELMONTE, A.; SILVA, K. A.; LESSA, B. F. T. Geostatistics and its potential in Agriculture 4.0. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 51, e20207691, 2020.

SAMPAIO, R. M. Amendoim: em 2022, as exportações do grão fortaleceram novos mercados, enquanto as do óleo registraram alta. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 1-7, 2023. Disponível em: <http://www.iaa.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=16115>. Acesso em: 15 set. 2023.

SANTINI, G. A.; OLIVEIRA, S. C.; PIGATTO, G. Análise da relação das variáveis preço e produção da mandioca tipo indústria no estado de São Paulo, 1996 a 2008. **Informações Econômicas**, v. 40, p. 41-52, 2010.

SANTOS, D. F. L.; FARINELLI, J. B. M.; NEVES, M. H. Z.; BASSO, L. F. C. Inovação e Desempenho no Agronegócio: Evidências em uma Microrregião do Estado de São Paulo. **Desenvolvimento em Questão**, v. 16, n. 42, p. 442-483, 2017.

SÃO PAULO. **Lei Nº 16.640 - Declara o Município de Jaboticabal “Capital do Amendoim” no Estado**. Norma integrante da Legislação do Estado de São Paulo. 5 jan. 2018. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/leis/legislacao-do-estado/>. Acesso em: 22 mai. 2023.

SILVA, A. O.; SILVA, B. A.; SOUZA, C. F.; AZEVEDO, B. M.; VASCONCELOS, D. V.; BONFIM, G. V.; JUAREZ, J. M.; SANTOS, A. F.; CARNEIRO, F. M. Irrigation in the age of agriculture 4.0: management, monitoring and precision. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 51, e20207695, 2020.

SILVA, R. P.; OLIVEIRA, D. T.; LOUREIRO JUNIOR, A. M. Agricultura Digital. *In*: JAMMAL, D. G. **Novas Tecnologias da Engenharia para Aproveitamento do Amendoim**, Jaboticabal. 1. ed., p. 13-17, 2019. Disponível em http://areajaboticabal.org.br/pdf/livro_01.pdf. Acesso em: 03 nov. 2023.

SOUZA FILHO, H. M.; BUAINAIN, A. M.; SILVEIRA, J. M. F. J.; VINHOLIS, M. M. B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 223-255, 2011.

TRADE MAP. Trade statistics for international business development monthly, quarterly and yearly trade data: **Market Analysis and Research, International Trade Centre (ITC)**. Geneva, Switzerland: International Trade Centre, 2022. 2021 global trade indicators in Trade Map. Disponível em: <http://www.trademap.org/Index.aspx>. Acesso em: 23 mai. 2023.

YANG, B.; ZHANG, C.; ZHANG, X.; WANG, G.; LI, L.; GENG, H.; LIU, Y.; NIE, C. Survey of aflatoxin B1 and heavy metal contamination in peanut and peanut soil in China during 2017-2018. **Food control**, v. 118, p. 107372, 2020.

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