FÓRUM

Submetido 11-04-2024. Aprovado 01-08-2024
Avaliado pelo sistema de revisão duplo-anônimo. Editor convidado: Fu-Sheng Tsai
Os/As avaliadores/as não autorizaram a divulgação de sua identidade e relatório de avaliação por pares.
Versão traduzida | DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0034-759020250105x

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE SETORES EMERGENTES QUANTO A PROPRIEDADE INTELECTUAL DIANTE DA GLOBALIZAÇÃO ECONÔMICA E DA INTERNET DAS COISAS

Sustainable development of emerging industries in terms of intellectual property amidst economic globalization and the Internet of Things

Desarrollo sostenible de industrias emergentes en materia de propiedad intelectual frente a la globalización económica y el internet de las cosas

Xiaolong Liang[1] | along5257@gnu.ac.kr | ORCID:0000-0003-1332-6539
Mengyao Chen[*2] | mengyao20210910@163.com | ORCID:0009-0000-7332-7782
Zichen Liu[3] | lawyer3535@163.com | ORCID:0009-0009-8145-0399
Tiantian Qu[4] | 657368536@qq.com | ORCID:0009-0002-7245-4610

[*]Autor correspondente
[1]Hubei University of Automotive Technology, College of Intellectual property, Shiyan, China
[2]Dong-A University, Law School, Busan, Coréia do Sul
[3]Gyeongsang National University, Intellectual Property Convergence Department, Jinju, Coréia do Sul
[4]Hubei University of Automotive Technology, School of Economics and Management, Shiyan, China

RESUMO

Este artigo propõe um método para aprimorar a produção agrícola sob a perspectiva da produção agrícola inteligente para melhorar a eficiência dessa área em indústrias emergentes em propriedade intelectual. Em primeiro lugar, este artigo analisa os principais indicadores de avaliação da Internet das Coisas na agricultura.O modelo de sustentabilidade e o sistema de indicadores de avaliação são projetados com a estrutura de resposta ao estado do condutor. Em seguida, o indicador é atribuído a um valor usando um algoritmo de análise de componentes principais. Por fim, são calculadas as pontuações do nível de sustentabilidade do modelo da Internet da Agricultura (IoA) de indústrias emergentes em propriedade intelectual em cada município da província. Os resultados da pesquisa fornecem suporte de dados específicos para o desenvolvimento sustentável de indústrias emergentes em propriedade intelectual sob a globalização econômica.

Palavras-chave: globalização econômica, Internet das Coisas agrícolas, desenvolvimento sustentável, apoio político, propriedade intelectual.

ABSTRACT

This study proposes a method to enhance agricultural production efficiency in terms of intellectual property (IP) through smart agricultural practices. First, this study analyzes the key evaluation indicators of IoT in agriculture. Then, a sustainability model and evaluation indicator system are designed using the driver-state-response framework. The principal component analysis algorithm is used to assign values to the indicators. Finally, the sustainability level scores of the Internet of Agriculture (IoA) model of IP emerging industries in each municipality within the province are calculated, and different strategies are proposed based on these scores. These results provide specific data support for the sustainable development of IP emerging industries under economic globalization.

Keywords: *economic globalization, Internet of Agriculture, sustainable development, policy support, intellectual property.*

RESUMEN

Este artículo propone un método de mejora de la producción agrícola de las industrias emergentes en términos de propiedad intelectual, a través de prácticas agrícolas inteligentes. En primer lugar, este artículo analiza los indicadores clave de evaluación del internet de las cosas en la agricultura. El modelo de sostenibilidad y el sistema de indicadores de evaluación se diseñan con el marco conductor-estado-respuesta. Por último, se calculan las puntuaciones del nivel de sostenibilidad del modelo de internet de la agricultura (IoA) de las industrias emergentes de propiedad intelectual en cada municipio de la provincia. Los resultados de la investigación aportan datos concretos que respaldan el desarrollo sostenible de las industrias emergentes de propiedad intelectual en el marco de la globalización económica.

Palabras clave*: globalización económica, internet de la agricultura, desarrollo sostenible, apoyo político, propiedad intelectual.*

INTRODUÇÃO

Impulsionadas pela globalização econômica, as economias de vários países estão cada vez mais interconectadas, e as trocas tecnológicas estão se tornando mais frequentes. No entanto, a globalização também exacerbou o consumo de recursos e as questões ambientais (Ahirwar et al., 2019). Esses desafios levaram as indústrias, particularmente o setor agrícola em rápido desenvolvimento, a buscar os caminhos do desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, a Internet das Coisas (IoT), como uma tecnologia emergente, tem sido amplamente aplicada em vários setores, incluindo a agricultura. A tecnologia IoT conecta e integra vários dispositivos e sistemas, permitindo a coleta e análise de dados em tempo real para otimizar os processos de produção e o gerenciamento de recursos. Na agricultura, a aplicação da IoT é chamada de Internet da Agricultura (IoA), que visa aumentar a eficiência da produção agrícola, reduzir o desperdício de recursos e promover o desenvolvimento agrícola sustentável por meios tecnológicos.

Embora a agricultura seja uma indústria tradicional, a introdução e a aplicação da tecnologia IoT transformaram a agricultura inteligente, como a IoA, em uma indústria emergente. A IoA é uma tecnologia inovadora que não apenas muda os métodos tradicionais de produção agrícola, mas também apresenta novos desafios e oportunidades para a proteção da propriedade intelectual (PI) na agricultura. A plataforma *Smart Sustainable Agriculture* (SSA) surgiu neste contexto, alavancando a tecnologia IoT para maximizar a eficiência da utilização de recursos, reduzir o impacto ambiental da produção agrícola e garantir práticas agrícolas eficientes e sustentáveis. A plataforma usa a ampla aplicação da tecnologia IoT, como sensoriamento abrangente, transmissão confiável e processamento inteligente, para alcançar o gerenciamento em rede e inteligente de toda a cadeia da indústria agrícola. Essas transformações tecnológicas introduziram novos requisitos para a proteção e gerenciamento da PI agrícola, levantando a questão crítica de como proteger efetivamente as inovações neste campo emergente.

À medida que a IoA continua a evoluir, a proteção e o gerenciamento da PI na agricultura se tornaram uma nova área de foco de pesquisa. A PI diz respeito não apenas à proteção de inovações tecnológicas, mas também à concorrência justa e à difusão de tecnologia no contexto da globalização. O processo de globalização econômica destacou as diferenças na proteção da PI entre países e regiões, particularmente em campos emergentes como a IoA. Essas diferenças podem levar à rápida difusão de tecnologias, ao mesmo tempo em que podem desencadear disputas transfronteiriças de PI. Portanto, equilibrar a inovação tecnológica com a proteção da PI em um contexto globalizado se tornou uma questão fundamental para a pesquisa atual.

Pesquisadores propuseram muitas perspectivas diferentes no campo do desenvolvimento de IoA. Alreshidi (2019) observou o uso de longa data de IoT, inteligência artificial e tecnologias de computação avançadas na agricultura, mas identificou uma lacuna na pesquisa e desenvolvimento de SSA. Para resolver isso, uma plataforma SSA foi estabelecida como uma solução viável. Zhu et al. (2021) enfatizou que a qualidade e a segurança dos produtos agrícolas impactam significativamente a saúde do consumidor e a sustentabilidade agrícola, tornando-se um foco importante de preocupação do governo e do público. Eles investigaram a qualidade e a segurança dos produtos agrícolas de comércio eletrônico usando a tecnologia 5G IoT, estabelecendo um sistema de informações de

circulação de produtos agrícolas 5G IoT para posicionamento em tempo real, compartilhamento de informações e segurança da cadeia de suprimentos. X. Li et al. (2020) propuseram um método inteligente de coleta de dados agrícolas baseado em computação de ponta para resolver problemas de dados redundantes e latência em redes tradicionais de sensores sem fio agrícolas. A validação experimental demonstrou sua eficiência na melhoria da aquisição de sensores na agricultura inteligente. Arqub (2017) apresentou soluções numéricas para equações diferenciais relacionadas a integrais de Fredholm-Volterra, exatas e fuzzy, usando o método do espaço de Hilbert do kernel. Arqub e Abo-Hammour (2014) introduziram um Algoritmo Genético (AG) contínuo para resolver eficientemente problemas de valor marginal de segunda ordem, demonstrando robustez e precisão por meio de aproximações de diferenças finitas. Arqub et al. (2012) aplicaram um AG contínuo para resolver problemas singulares de dois pontos, destacando sua aplicabilidade em vários tipos de singularidade e configurações de pontos de grade. Em resumo, os acadêmicos não apenas construíram sistemas indicadores para avaliar a indústria de IoT, mas também conduziram análises quantitativas usando dados relevantes. Enquanto alguns empregaram processos de hierarquia analítica para atribuir pesos a indicadores sem pesquisa quantitativa, as disparidades estatísticas regionais dificultaram a análise quantitativa perfeita em diferentes regiões.

Este estudo examina a aplicação de IoA na província de Anhui, com foco em seu desempenho em proteção da PI e desenvolvimento sustentável. O estudo adota a estrutura Drive-State-Response (DSR), uma ferramenta analítica comumente usada para avaliar o desenvolvimento sustentável e a gestão ambiental, que explica efetivamente as interações entre diferentes fatores dentro de um sistema. Em primeiro lugar, as forças motrizes incluem principalmente suporte de políticas, demanda de mercado, inovação tecnológica e o ambiente de comércio internacional. Esses drivers, ao mesmo tempo em que promovem a adoção e inovação generalizadas da IoA, também impõem novos requisitos para proteção da PI. Em segundo lugar, "Estado" se refere ao desempenho da internet agrícola em áreas como aplicação tecnológica, eficiência de recursos, impacto ambiental e proteção da PI. Por exemplo, a tecnologia de IoA aprimorou significativamente a automação da produção e a proteção da PI melhorou gradualmente. Por fim, "Resposta" diz respeito às ações tomadas por governos, empresas e sociedade para abordar essas forças motrizes e condições do sistema. O governo pode apoiar a aplicação de tecnologias de IoA e proteção da PI por meio de ajustes de políticas, enquanto as empresas podem promover o desenvolvimento agrícola sustentável fortalecendo a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação. Ao construir um sistema de índice de avaliação abrangente, este estudo analisa o nível de proteção da PI e desenvolvimento sustentável na aplicação de IoA em diferentes cidades na província de Anhui. A inovação deste estudo está em sua avaliação abrangente dos efeitos da aplicação de tecnologias de IoA em diferentes regiões, com base em teorias de desenvolvimento sustentável e sistemas de inovação regional, ao mesmo tempo em que considera a proteção da PI para propor estratégias de desenvolvimento correspondentes.

A estrutura deste estudo é a seguinte: A Seção 2 apresenta o estado atual da IoT e aplicações de IoA na província de Anhui, com a cidade de Wuhu como um exemplo representativo. Ela descreve a situação real de Wuhu no desenvolvimento da IoA, servindo não como um estudo de caso independente, mas como um exemplo que oferece uma visão geral representativa. O

objetivo é apresentar o ambiente e as medidas de Wuhu no desenvolvimento de IoA, sem se aprofundar em uma análise de caso aprofundada. A Seção 3 constrói um sistema de índice de avaliação abrangente para desenvolvimento sustentável e explica a metodologia de pesquisa. A Seção 4 utiliza análise empírica com base em dados de nível provincial para quantificar o nível de desenvolvimento sustentável da IoA na Província de Anhui e explora os desafios e oportunidades relacionados à proteção da PI. A Seção 5 fornece recomendações de políticas para promover o desenvolvimento sustentável na produção agrícola inteligente e proteção da PI com base nos resultados da análise. A Seção 6 conclui o estudo e sugere futuras direções de pesquisa. O objetivo final deste estudo é aumentar a eficiência da produção agrícola e a proteção da PI por meio da aplicação de tecnologias de IoA, fornecendo suporte teórico e referência prática para o desenvolvimento agrícola sustentável no contexto da globalização.

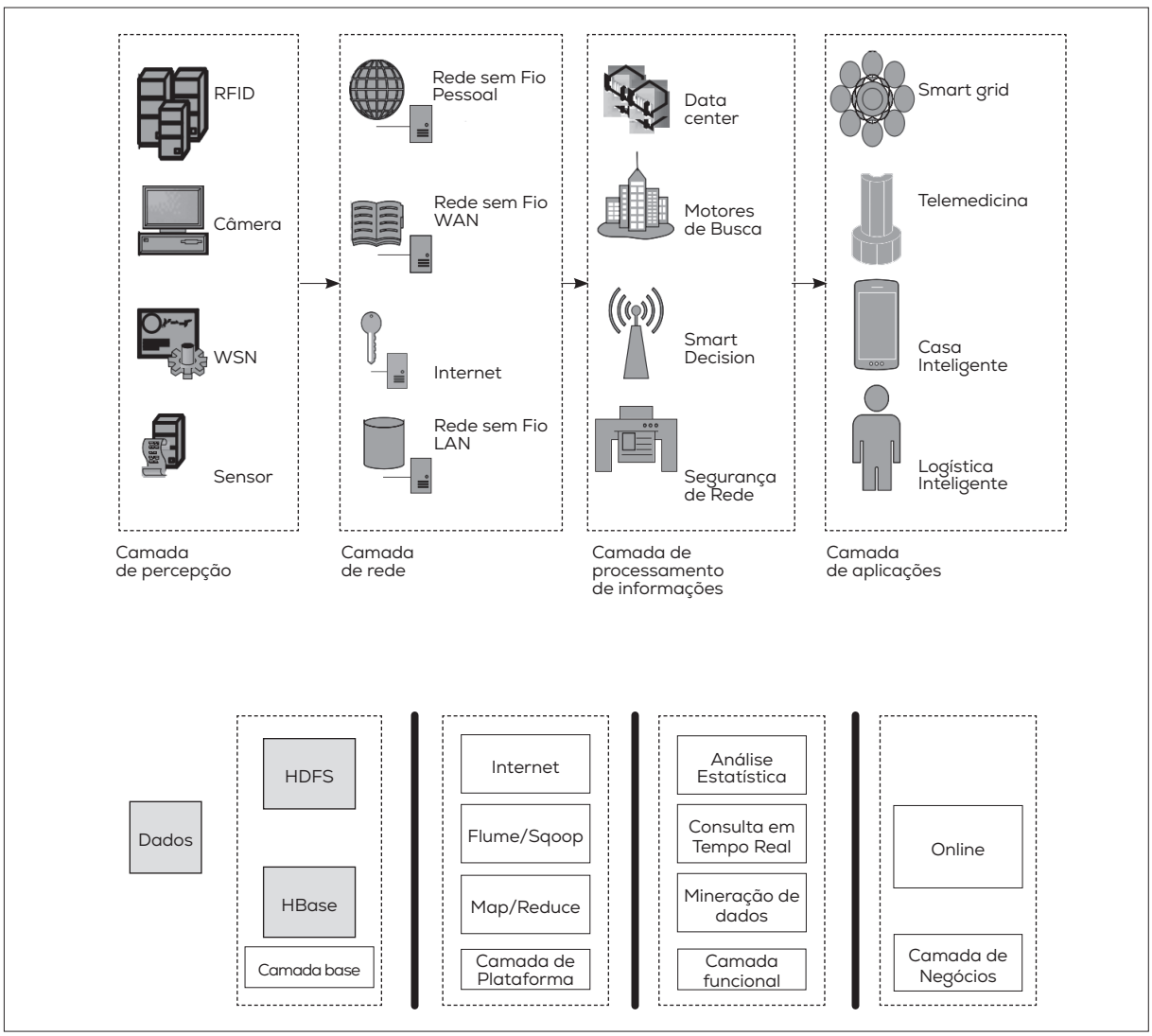
O ESTADO ATUAL DO DESENVOLVIMENTO DA INTERNET DA AGRICULTURA NA PROVÍNCIA DE ANHUI

Teorias do Desenvolvimento Sustentável e a IoA

Pesquisadores definiram a IoT como um sistema que conecta qualquer objeto à Internet, estabelecendo relacionamentos entre humanos e objetos e entre os próprios objetos. Shen et al. (2019) propuseram que as plataformas digitais desempenham um papel crucial na exploração de temas e cenários de marketing, particularmente no desenvolvimento de negócios online para offline e aplicativos de IoT. A IoT usa tecnologia de rede para conectar vários objetos. Por exemplo, sensores podem ser incorporados em redes elétricas, redes de transporte, sistemas de água, edifícios e represas. A integração da IoT e da Internet facilita a convergência das atividades humanas com o mundo físico. A Figura 1 ilustra o sistema de IoT dividido em quatro camadas: a camada de percepção, a camada de rede, a de processamento de informações e a de aplicação. A camada de percepção, situada na parte inferior dessa arquitetura, identifica objetos, percebe o ambiente e coleta informações usando tecnologias como sistemas embarcados, tecnologia de sensores, Identificação por Radiofrequência (RFID), Sistema de Posicionamento Global (GPS), dispositivos de captura de vídeo e nós de detecção sem fio. A camada de rede, também conhecida como camada de transporte, garante a transmissão eficiente, confiável e segura de dados coletados pela camada de percepção em várias redes, abordando os desafios de transmissão de longa distância. A camada de processamento de informações é responsável por armazenar, analisar, minerar, entender e processar os dados transmitidos pela camada de rede. A IoT conecta milhões de objetos, gerando grandes quantidades de dados que exigem recursos de processamento sofisticados. A camada de aplicação serve como a força motriz por trás do desenvolvimento da IoT, oferecendo serviços específicos com base em dados analisados e processados. Exemplos incluem transporte inteligente, logística científica, casas inteligentes, monitoramento ambiental e edifícios verdes. As aplicações da IoT abrangem monitoramento, consulta, controle e digitalização (Yue et al., 2021). A Figura 1 descreve os links de negócios

dentro do ecossistema da IoT. Na implementação da IoT, as funções são delineadas da seguinte forma: a coleta de dados envolve o uso de sensores para reunir dados ambientais; a transmissão de dados usa redes sem fio para transferência de dados; o armazenamento e processamento de dados empregam computação em nuvem para armazenar e processar big data; e a camada de aplicação usa dados processados para suporte à decisão e gestão agrícola. A aplicação generalizada da tecnologia IoT não apenas melhora a eficiência e a gestão inteligente em vários setores, mas também está intimamente alinhada com os princípios do desenvolvimento sustentável. A teoria do desenvolvimento sustentável enfatiza a necessidade de equilibrar o crescimento econômico com a proteção ambiental e o uso racional de recursos. A IoT apoia as metas de desenvolvimento sustentável ao otimizar a alocação de recursos e reduzir a poluição ambiental, ajudando assim as indústrias a atingir esses objetivos. No setor agrícola, essa teoria é particularmente significativa, pois a produção agrícola depende do uso sustentável dos recursos naturais. Embora IoT melhore a produtividade agrícola, ela também deve garantir a proteção do meio ambiente e dos recursos.

Figura 1. Links de negócios de IoT



A IoA desenvolve-se gradualmente com a ampla aplicação da IoT em vários setores. Por meio de métodos inteligentes e em rede, a IoA aumenta a eficiência da produção agrícola e a utilização de recursos, levando o setor à precisão e ao desenvolvimento sustentável. A IoA é geralmente considerada um método de integração de recursos comerciais e de conhecimento na produção agrícola. Inclui módulos de detecção sem fio, módulos de rede sem fio e a Internet, uma configuração que suporta a análise de dados agrícolas e fornece terminais de operação inteligentes, supervisão de processos e dispositivos profissionais de tomada de decisão para todos os estágios da agricultura (Yang et al., 2019). À medida que a IoA evolui, novas inovações tecnológicas e modelos de negócios continuam a surgir. Com a aplicação dessas tecnologias emergentes, a proteção dos direitos de PI dessas inovações se torna uma questão urgente. A proteção da PI não apenas salvaguarda os direitos dos criadores, mas também promove maior desenvolvimento e difusão tecnológica. No contexto da IoA, proteger as inovações tecnológicas é crucial para promover o progresso sustentado dentro da indústria. Portanto, a pesquisa sobre IoA deve se concentrar não apenas em suas aplicações agrícolas, mas também em suas estratégias de proteção da PI relacionadas, garantindo o uso justo e a disseminação da tecnologia no contexto da globalização.

Este estudo apresenta uma plataforma de análise de dados agrícolas baseada em Hadoop, que é composta de quatro camadas: a camada fundamental, a camada de plataforma, a camada funcional e a camada de negócios.

Camada fundamental: esta camada oferece suporte ao armazenamento de dados agrícolas em larga escala, utilizando documentos de linguagem de marcação extensível (XML) dentro de uma estrutura semântica baseada na web para armazenar dados semânticos. Ao integrar chaves de linha, chaves de coluna e famílias de colunas em um banco de dados de código aberto distribuído e orientado a colunas, a plataforma realiza o modelo de dados multidimensional típico de *data warehouses* tradicionais.

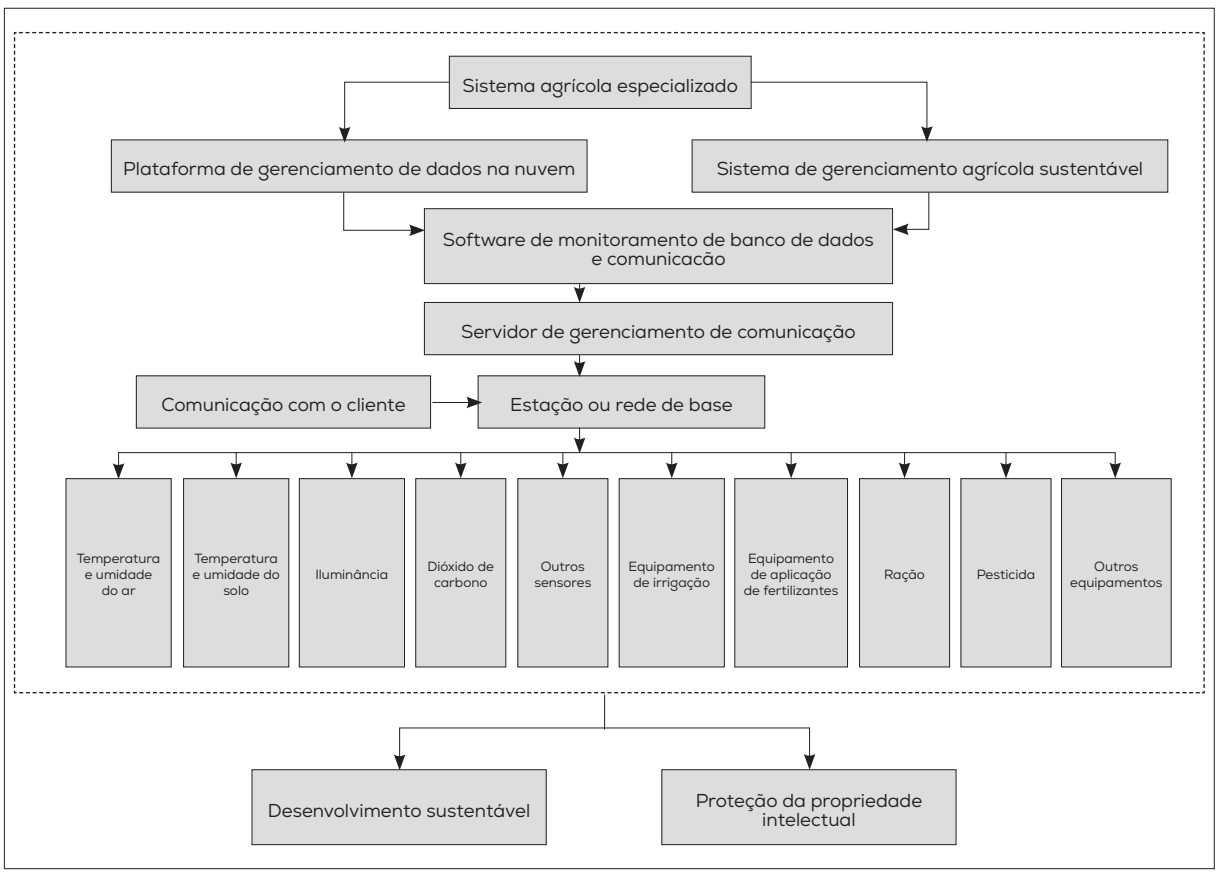
Camada de plataforma: esta camada automatiza e aprimora as regras financeiras tradicionais (Zhang et al., 2020; Zhang & Liu, 2019). O modelo financeiro da IoA dentro desta camada promove transparência e aumenta a produtividade do trabalho.

Camada funcional: Os pesquisadores geralmente concordam que a IoA integra módulos de detecção sem fio, módulos de rede sem fio e a Internet para dar suporte à análise de informações agrícolas, fornecendo terminais operacionais inteligentes para gerenciamento e tomada de decisões em todos os estágios da agricultura.

Camada de negócios: Nesta camada, um modelo momento-estado-resposta (Chen & Yang, 2019; Hu et al., 2020) é empregado para construir o modelo de evolução da análise do equilíbrio do desenvolvimento da IoA, conforme mostrado na Figura 2. O "modelo de análise do equilíbrio do desenvolvimento" apresentado neste estudo visa avaliar e promover o desenvolvimento sustentável da IoA no contexto da globalização. O modelo não se concentra apenas na regeneração de recursos naturais, mas também incorpora um mecanismo de feedback dinâmico para proteção da PI e da inovação tecnológica. Por meio de um sistema de índice de avaliação abrangente, o modelo quantifica o desempenho de diferentes regiões na utilização de recursos, proteção ambiental e proteção da inovação, fornecendo recomendações de políticas

e direções de desenvolvimento para governos e indústrias relacionadas. Em outras palavras, o "modelo de análise de equilíbrio de desenvolvimento" é uma estrutura abrangente que engloba gerenciamento de recursos, inovação tecnológica e proteção da PI, garantindo o avanço sustentável e de longo prazo da indústria de IoA sob a influência da globalização econômica. Ao empregar tecnologias de IoT e otimizar a alocação de recursos na agricultura de precisão, o modelo promove o desenvolvimento sustentável. Ao construir o modelo de evolução da análise de equilíbrio de desenvolvimento de IoA, também é essencial considerar o papel da proteção da PI na condução da sustentabilidade. A proteção eficaz da PI pode incentivar mais inovadores a participar do desenvolvimento de tecnologias de IoA, melhorando continuamente as capacidades tecnológicas e a amplitude de aplicação do campo. Isso não apenas auxilia na otimização da alocação de recursos e na redução do impacto ambiental, mas também garante o desenvolvimento sustentável e a aplicação de longo prazo de novas tecnologias. Ao integrar a proteção da PI a um modelo de desenvolvimento sustentável, a IoA pode atingir um equilíbrio harmonioso de inovação tecnológica, conservação de recursos e desenvolvimento econômico no contexto da globalização.

Figura 2. Modelo de Evolução Renovável da Internet da Agricultura



Em suma, a aplicação da IoA promoveu muito a inteligência e a sustentabilidade da produção agrícola, ao mesmo tempo em que apresentou novos desafios na proteção da PI. No contexto

da globalização, equilibrar a difusão de tecnologia com a proteção da inovação tornou-se uma questão fundamental no avanço do desenvolvimento da IoA. Para explorar mais a fundo as aplicações práticas dessa tecnologia e os desafios que ela enfrenta, a seção a seguir se concentrará na cidade de Wuhu como uma oportunidade de apresentar uma visão geral da questão. Por meio de uma análise aprofundada do ambiente de desenvolvimento e das experiências práticas da IoA nessa região, examinaremos o papel do governo local na promoção da tecnologia IoA e seu impacto na proteção da PI.

Status do Desenvolvimento da IoA na Cidade Wuhu

Como uma das principais cidades piloto para a IoA na China, a cidade de Wuhu fez um progresso significativo na aplicação da IoT e inteligência agrícola. O governo municipal promoveu ativamente iniciativas relacionadas à IoA, com ênfase no monitoramento de terras agrícolas e áreas especializadas. Fatores financeiros desempenharam um papel crucial na condução do crescimento de indústrias de alta tecnologia, especialmente no desenvolvimento da IoA. Portanto, o presente estudo argumenta que fatores financeiros são essenciais para facilitar a adoção da IoA. Em termos de suporte social, a cidade de Wuhu se beneficia de sua integração ao aglomerado urbano do Delta do Rio Yangtze, que fornece vantagens em termos de troca tecnológica e de informações. O governo local também tem se envolvido ativamente no desenvolvimento de políticas, promoção de tecnologia e educação e treinamento de agricultores. Esses fatores juntos criam um ambiente social favorável para o desenvolvimento da IoA, dando à cidade de Wuhu uma clara vantagem competitiva neste campo.

Wuhu promove ativamente o crescimento da IoA estabelecendo várias plataformas, como plataformas de serviços integrados de IoA e sistemas relacionados à IoA, para disseminar ciência e tecnologia para agricultores.

- Plataforma de Serviços Integrados da IoA: A plataforma monitora as condições em tempo real dos locais de demonstração da IoA, dissemina informações relacionadas à agricultura de maneira imediata e oferece consultoria técnica aos agricultores. Também oferece treinamento em técnicas agrícolas e serviços agrometeorológicos. Por meio do sistema, informações em tempo real sobre os locais de demonstração da IoA são monitoradas, permitindo a análise e o cálculo automáticos de nutrientes do solo, doenças, pragas e outros dados relevantes (Mishra et al., 2021; Sambana, 2020).

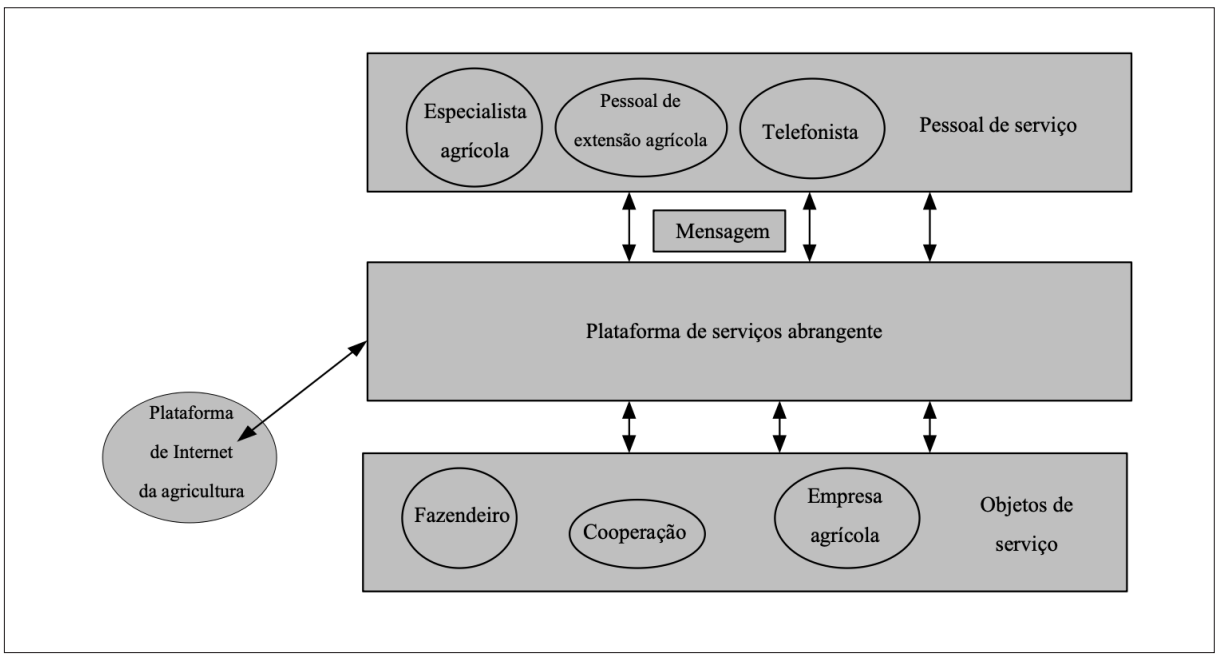
- Sistema de Decisão Inovador: Um instituto de pesquisa associado desenvolveu um sistema inovador de tomada de decisão de produção no local com base na situação da região, que foi adotado em Wuhu.

- Sistema de Supervisão de Qualidade de Produção de Máquinas Agrícolas e Despacho de Comando: Este sistema otimiza a flexibilidade do despacho de máquinas agrícolas.

Ele permite o monitoramento em tempo real do status operacional e dos processos do maquinário, estabelecendo a base para quantificar a qualidade da produção (Liang, 2021).

- Provincial Telephone Service Platform: Conforme mostrado na Figura 3, esta plataforma auxilia os agricultores a identificar especialistas relevantes e a abordar os desafios agrícolas prontamente. Ela facilita serviços públicos complexos por meio da interação humano-computador e estabelece um link entre agricultores e prestadores de serviços.

Figura 3. O procedimento de aplicação da plataforma de serviços



Ao promover o desenvolvimento da IoA, a proteção da PI é igualmente crucial. Enquanto a cidade de Wuhu promove a inovação tecnológica e a construção de plataformas, ela também enfatiza a proteção da PI de inovações relevantes. Por meio de um sistema de gerenciamento da PI eficaz, a cidade de Wuhu é capaz de proteger sua PI no desenvolvimento de tecnologias e sistemas de IoA, garantindo os direitos legítimos dos inovadores e promovendo a disseminação e aplicação dessas tecnologias. Particularmente em sua cooperação tecnológica e troca de informações com o cluster urbano do Delta do Rio Yangtze, a proteção da PI fornece suporte substancial aos projetos de IoA de Wuhu, garantindo o uso justo e a promoção de novas tecnologias em um contexto globalizado. Além disso, Wuhu implementou medidas rigorosas de proteção da PI durante o desenvolvimento e a aplicação de sistemas e plataformas de IoA. Essas medidas garantem que novas tecnologias e métodos emergentes do processo de desenvolvimento recebam proteção legal adequada, evitando infrações. O governo também incentiva empresas e instituições de pesquisa a solicitar patentes para proteger suas inovações, o que não apenas aumenta a competitividade de mercado das tecnologias, mas também estabelece uma base sólida para o desenvolvimento sustentável da IoA.

Problemas existentes na Cidade de Wuhu

De uma perspectiva técnica, o desenvolvimento da IoA da China enfrenta dois grandes problemas. Primeiro, há uma multiplicidade de padrões. Padrões técnicos como protocolos de comunicação e interfaces homem-máquina não são uniformes, dificultando as vendas e a adoção generalizada de produtos IoA. Segundo, há uma falta de tecnologia central. Atualmente, a pesquisa sobre a tecnologia central da IoA ainda está em seus estágios iniciais, com muitas tecnologias-chave presas na fase de gargalo da pesquisa e desenvolvimento. Isso resulta em vários desafios na aplicação prática e promoção (Kirubanand et al., 2021; Sekaran et al., 2020). Além dos desafios técnicos, a proteção da PI é uma questão crítica no desenvolvimento da IoA na cidade de Wuhu. Como as principais tecnologias de IoA ainda estão em estágio de pesquisa e desenvolvimento, a falta de padrões unificados dificulta a proteção da PI de realizações inovadoras. Muitas tecnologias-chave ainda precisam estabelecer portfólios de patentes eficazes, o que não apenas dificulta a disseminação e a aplicação da tecnologia, mas também expõe as empresas locais ao risco de imitação ou violação, enfraquecendo sua competitividade. Portanto, estabelecer e melhorar mecanismos de proteção da PI é essencial para promover a inovação e o desenvolvimento sustentável de tecnologias de IoA.

Na frente comercial, apesar de Wuhu City ter sido designada como uma cidade piloto chave para a IoA, certos aspectos de seu desenvolvimento agrícola continuam atrasados. Isso se reflete principalmente na escala limitada de produção agrícola e na distribuição dispersa de recursos de produção, ambos desfavoráveis para a aplicação generalizada de sensores de IoA e equipamentos de controle. Especificamente, a natureza fragmentada das terras agrícolas dificulta o estabelecimento de uma produção centralizada em larga escala, resultando em baixa demanda por sensores de IoA e dispositivos de controle, o que por sua vez dificulta a produção em massa e a promoção de equipamentos relacionados (Abbasikesbi et al., 2020; Oche et al., 2020). Além disso, devido ao mercado subdesenvolvido, os mecanismos de precificação para produtos de IoA são irracionais e a regulamentação do mercado é insuficiente. As diferenças significativas entre os métodos de produção agrícola de Wuhu e o ambiente financeiro em comparação com outras regiões impedem a aplicação direta de modelos de IoA de outros lugares. Como resultado, o uso efetivo de IoA está atualmente limitado a projetos liderados pelo governo, com falta de modelos comerciais comprovados e abrangentes. Além disso, devido a modelos de negócios imaturos e regulamentação de mercado insuficiente, Wuhu enfrenta desafios na proteção da PI durante a promoção de mercado de produtos IoA. Atualmente, os mecanismos de preços para produtos IoA são irracionais, e alguns produtos de imitação não autorizados surgiram no mercado, infringindo os direitos legítimos de empresas inovadoras. Para promover o desenvolvimento saudável do mercado de IoA, Wuhu precisa urgentemente fortalecer a proteção da PI, combater a violação e usar medidas legais para garantir que os direitos dos inovadores não sejam violados. Isso ajudará a atrair mais empresas e talentos para se envolverem no desenvolvimento e promoção de tecnologias IoA, promovendo assim a melhoria e atualização da cadeia industrial.

 CC BY

Gerencialmente, a cadeia industrial de IoA em Wuhu carece de gestão adequada. A cadeia IoA convencional inclui produção, processamento, distribuição e consumo (Cao, 2021). No entanto, a atual cadeia IoA na cidade é inadequada. O modelo financeiro agrícola é, em geral, pequeno e disperso. Outras partes da cadeia estão desatualizadas, com instituições de serviços profissionais imperfeitas e empresas de gestão de cadeias industriais de pequena escala. Além disso, a evolução da IoA está intrinsecamente ligada a outras indústrias (Civelek, 2020; Gavrilović & Mishra, 2021; Lin et al., 2020; Raj, 2020; Suma, 2021). Consequentemente, há fraquezas significativas na governança diária da cadeia do agronegócio de Wuhu. A gestão e proteção da PI são igualmente críticas. A atual gestão da cadeia industrial de IoA da Cidade de Wuhu ainda está incompleta, não apenas em termos de produção, processamento e distribuição, mas também na gestão da PI. A gestão eficaz da PI pode ajudar as empresas a proteger suas inovações tecnológicas, evitar disputas por infração e garantir que os resultados da inovação sejam totalmente utilizados e promovidos. Portanto, estabelecer um sistema de gestão da PI robusto é vital para aumentar a competitividade geral da cadeia da indústria de IoA, promover a inovação tecnológica e fomentar o desenvolvimento sustentável.

ESTUDO AVALIATIVO AMPLIADO SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E PROTEÇÃO DA PROPRIEDADE INTELECTUAL

Análise Prática do Desenvolvimento Sustentável e da Proteção da Propriedade Intelectial na Internet da Agricultura

Este estudo se baseia na teoria do desenvolvimento sustentável e na teoria do sistema de inovação regional e estabelece um sistema de índice de avaliação abrangente para o desenvolvimento sustentável da IoA na província chinesa de Anhui. Este sistema é aplicado em um estudo de caso da cidade de Wuhu, com uma estrutura que visa avaliar sistematicamente as estratégias de desenvolvimento de longo prazo da IoA, particularmente como essas estratégias integram a proteção da PI com a promoção da inovação tecnológica para alcançar o desenvolvimento agrícola sustentável.

O estudo constrói três princípios fundamentais:

1. Sistematização: O sistema de índice de avaliação construído consiste em quatro níveis: a camada de meta (CM), a camada de critério, a camada de fator e a camada de indicador (Wang et al., 2023). Esses indicadores existem independentemente, embora também sejam inter-relacionados, refletindo a hierarquia e a natureza sistêmica da estrutura. Por exemplo, a camada de meta descreve os objetivos gerais de melhorar a eficiência da produção agrícola e a proteção da PI. A camada de critério define padrões específicos relacionados à eficiência da produção e à proteção da PI, como padrões de produtividade e o número de patentes (Wang & Tang, 2023). A camada de fatores identifica os principais fatores que influenciam essas metas, como a utilização de

recursos e o nível de inovação tecnológica. A camada de indicadores inclui indicadores quantificáveis, como produção por unidade de terra cultivada e o número de pedidos de patentes. Além disso, o estudo analisa fatores determinantes (D), status atual (S) e medidas de resposta (R), que refletem coletivamente o impacto do progresso tecnológico, status de produção e ajustes de políticas na agricultura e proteção da PI.

2. Tipicidade: O sistema de índice de desenvolvimento sustentável proposto inclui quatro indicadores gerais (como a proporção da indústria terciária, força do caminho, anos de educação e taxa de urbanização) e quatro indicadores característicos (como eficiência do trabalho agrícola, produção total por unidade de terra cultivada, potência total de máquinas agrícolas por unidade de terra cultivada e investimento de capital fixo agrícola). Esses indicadores são altamente relevantes e representativos na avaliação do desenvolvimento sustentável e da proteção da PI sob o modelo IoA. Eles medem efetivamente a aplicação do IoA na agricultura e a proteção dos resultados da inovação.

3. Comparabilidade e Operabilidade: O estudo seleciona indicadores com alto grau de comparabilidade e métodos de medição consistentes para garantir a precisão e operabilidade dos cálculos matemáticos durante o processo de avaliação. Esses indicadores não apenas ajudam a avaliar precisamente o desenvolvimento sustentável sob o modelo IoA, mas também medem a eficácia da proteção da PI, garantindo que tecnologias inovadoras na agricultura recebam proteção e promoção justas. A Tabela 1 mostra o conteúdo específico dos indicadores.

Tabela 1. Conteúdo Específico do Sistema de Indicadores

Camada de meta	Camada de critério	Camada de fator	Camada de indicador
Melhoria da eficiência da produção agrícola	Padrão de produtividade agrícola	Nível de mecanização agrícola	Resultado total por unidade de área cultivada
		Eficiência do trabalho agrícola	Energia total das máquinas agrícolas por unidade de área cultivada
	Padrão de uso de recursos	Eficiência do uso do solo	Resultado total por unidade de área cultivada
Foralecimento da proteção da PI	Número de solicitações de registro de propriedade intelectual	Investmento em ativos fixos agrícolas	Número de solicitação de patentes agrícolas
		Taxa de transferência de tecnologia protegida por patente	Taxa de transferência de tecnologia protegida por patente
Promoção do desenvolvimento sustentável e do equilíbrio ecológico	Taxa de cobertura de floresta ecologicamente balanceada	Cobertura de floresta	Taxa de cobertura de floresta
	Taxa de urbanização	Impacto da expansão urbana	Taxa de urbanização
Promoção do desenvolvimento da economia e logística agrícola	Taxa de circulação econômica agrícola	Densidade das vias	Densidade das vias
		Investimento em ativos fixos agrícolas	Montante total do investimento em ativos fixos agrícolas

A Tabela 1 ilustra as relações hierárquicas de metas de nível macro (camada de meta) para indicadores específicos e acionáveis (camada de indicador). Cada camada de meta é associada a padrões correspondentes, fatores de influência e indicadores de medição concretos, garantindo uma análise sistemática de objetivos estratégicos para execução prática. Por exemplo, a meta de "melhorar a eficiência da produção agrícola" pode ser alcançada por meio de maiores níveis de mecanização e eficiência de mão de obra (Pouresmaieli et al., 2023), com indicadores específicos incluindo valor total de produção por unidade de terra cultivada e potência total de máquinas agrícolas.

Preprocessamento dos dados e determinação do método de avaliação

Para garantir a precisão dos resultados da pesquisa, este estudo extrai dados de várias fontes: 1) dados macroeconômicos do National Bureau of Statistics da China; 2) relatórios de desenvolvimento regional publicados pelo Governo Provincial de Anhui; e 3) dados relacionados à aplicação de IoA fornecidos pelo departamento agrícola. Após a padronização e análise de componentes principais (PCA), esses dados são usados para formar o conjunto de dados fundamental para calcular as pontuações de desenvolvimento sustentável para cada cidade.

O cerne deste estudo está no estabelecimento e aplicação de um sistema de índice de avaliação abrangente para analisar o nível geral de desenvolvimento da internet agrícola na Província de Anhui, avaliar seu desempenho em desenvolvimento sustentável e proteção da PI e propor estratégias de desenvolvimento correspondentes com base nas pontuações gerais. A seleção de métodos de pesquisa é crucial para atingir esse objetivo. Este estudo emprega padronização de dados, PCA e a estrutura Driver-State-Response (DSR) para garantir o rigor científico e a eficácia do sistema de avaliação.

Para garantir a comparabilidade entre diferentes indicadores de avaliação, todos os dados são padronizados. O estudo adota métodos de padronização (Chen et al., 2018; Li G. et al., 2020), convertendo os dados do indicador em uma distribuição normal padrão. Este método elimina vieses causados por diferenças em unidades e dimensões, permitindo comparações entre indicadores na mesma escala. Este processamento garante a consistência e operabilidade dos dados para avaliações subsequentes. Em particular, dados padronizados aumentam a precisão e a consistência do modelo, especialmente ao analisar a relação entre o desenvolvimento de IoA e a proteção da PI.

No sistema de índice de avaliação, diferentes indicadores carregam níveis variados de importância. Para resolver isso, a PCA é usada para determinar o peso de cada indicador. Ao extrair os principais componentes dos dados, a PCA reduz a dimensionalidade enquanto preserva as informações mais significativas. No contexto de big data de IoT agrícola, a PCA reduz efetivamente a complexidade computacional e aumenta a confiabilidade dos resultados da avaliação. Este método permite que o estudo identifique os fatores mais influentes para o desenvolvimento sustentável e a proteção da PI, e atribua pesos correspondentes a esses fatores, melhorando assim a robustez do sistema de avaliação.

Este estudo também emprega a estrutura DSR como uma base teórica para fortalecer ainda mais a consistência lógica e a natureza sistemática do sistema de índice de avaliação. A estrutura DSR integra as forças motrizes do desenvolvimento de IoA (como suporte de políticas, demanda de mercado e inovação tecnológica) (Hegab et al., 2023), status atual (como eficiência da produção agrícola e nível de proteção da PI) e medidas de resposta (como ajustes de políticas e promoção de tecnologia) em uma estrutura analítica dinâmica. Esta estrutura não apenas auxilia na compreensão dos pontos fortes e desafios do desenvolvimento de IoA na província de Anhui, mas também fornece uma perspectiva sistemática para analisar a interação entre proteção da PI e desenvolvimento sustentável.

Finalmente, o estudo usa um método de média ponderada para calcular a pontuação abrangente de desenvolvimento sustentável de IoA, conforme mostrado na Equação (1):

$$S = \sum_{i=1}^{n} w_i \cdot x_i \qquad (1)$$

S representa a pontuação abrangente, w_i é o peso do i-ésimo indicador, x_i é a pontuação padronizada do i-ésimo indicador e nnn é o número de indicadores. Por meio desse método de cálculo, as pontuações abrangentes de cada cidade na província de Anhui em relação à aplicação de IoA e proteção da PI podem ser obtidas, fornecendo suporte de dados para a formulação de estratégias de desenvolvimento correspondentes.

Este estudo constrói um modelo computacional para calcular pontuações de desenvolvimento sustentável de IoA com base na PCA e métodos de padronização. O modelo não é usado apenas para avaliação teórica, mas também processa e calcula dados reais para derivar pontuações de IoA abrangentes para várias regiões.

Para avaliar o desempenho do modelo, o foco estava na análise da complexidade de tempo e complexidade de espaço. Em termos de complexidade de tempo, a eficiência do modelo no manuseio de dados em larga escala foi avaliada comparando os tempos de processamento em diferentes volumes de dados. Em relação à complexidade de espaço, os requisitos de armazenamento do modelo foram avaliados por meio dos efeitos de redução de dimensionalidade da PCA. Especificamente, a PCA reduziu as dimensões de dados de alta dimensão, diminuindo significativamente as demandas de armazenamento de dados, tornando o modelo mais eficiente no processamento de dados em larga escala.

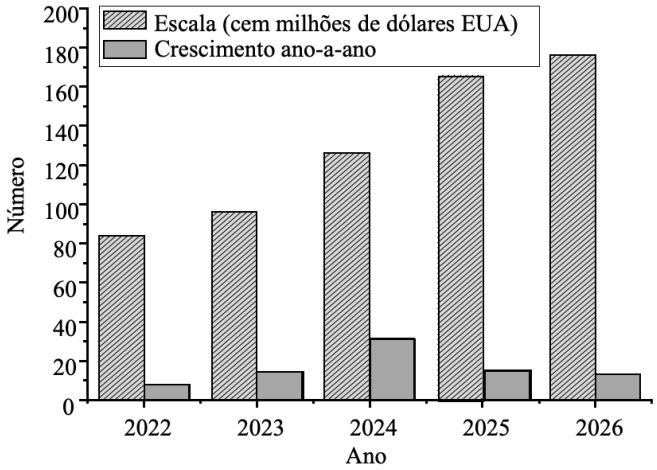
ANÁLISE DOS RESULTADOS: DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E PROTEÇÃO DA PROPRIEDADE INTELECTUAL NA INTERNET DA AGRICULTURA

Análise do Ambiente de Desenvolvimento da Internet da Agricultura

O IoA apresenta uma perspectiva de mercado promissora, com organizações prevendo um crescimento significativo no tamanho do mercado nos próximos anos. A Figura 4 ilustra a evolução projetada do mercado de IoA. De acordo com a Figura 4, o mercado de IoA baseado

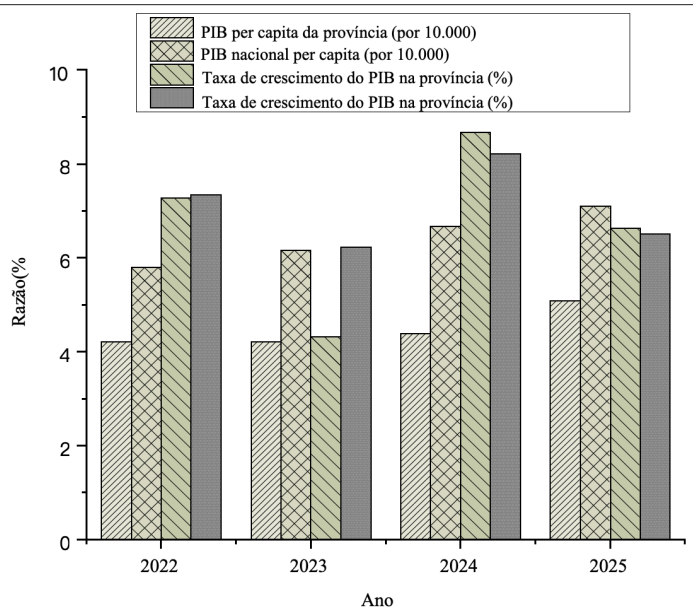
em aplicativos está previsto em US$ 9,6 bilhões em 2022, subindo para US$ 12,6 bilhões em 2023 e mais US$ 14,6 bilhões em 2024, com expectativas de atingir US$ 16,6 bilhões até 2025. Os dados na Figura 4 vêm do site oficial do National Bureau of Statistics da China.

Figura 4. Previsão do Tamanho do Mercado de Internet da Agricultura



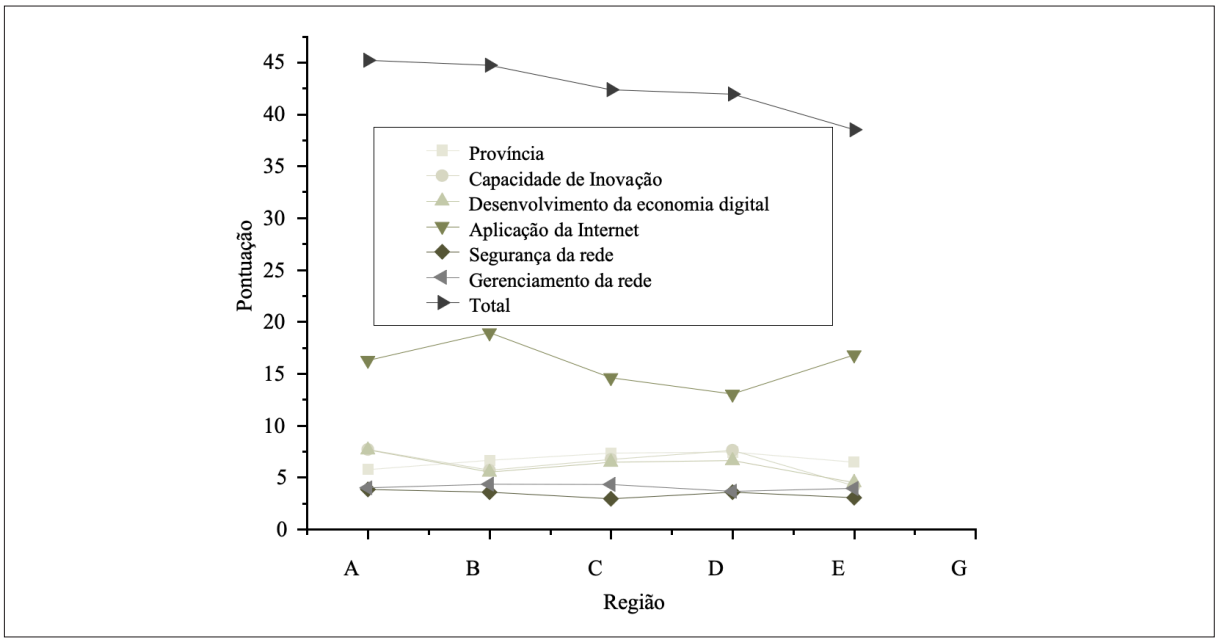
Fatores econômicos servem como impulsionadores primários para IoA. A Figura 5 compara os níveis do PIB per capita entre a província e a média nacional, mostrando que o da província geralmente fica atrás da média nacional, exceto por um período de crescimento notável que supera a tendência da média nacional, excluindo o ano de 2022. Consequentemente, a província demonstra rápido crescimento do PIB per capita. Os dados na Figura 5 são derivados de anuários estatísticos provinciais e documentos de políticas locais.

Figura 5. Comparação do nível do PIB per capita na província Anhui e na China



A proliferação da Internet está intimamente relacionada à velocidade de desenvolvimento da IoA. A Figura 6 classifica a avaliação do desenvolvimento da Internet entre várias províncias e cidades em todo o país. A Figura 6 destaca que a província está classificada entre os 30% melhores nacionalmente, indicando vantagens competitivas no desenvolvimento da IoA apoiadas por requisitos técnicos fundamentais robustos. No geral, a província exibe condições políticas, sociais e técnicas favoráveis para o desenvolvimento da IoA, embora com alguns desafios econômicos.

Figura 6. Avaliação Parcial das Classificações de Desenvolvimento da Internet Provincial e Municipal na China



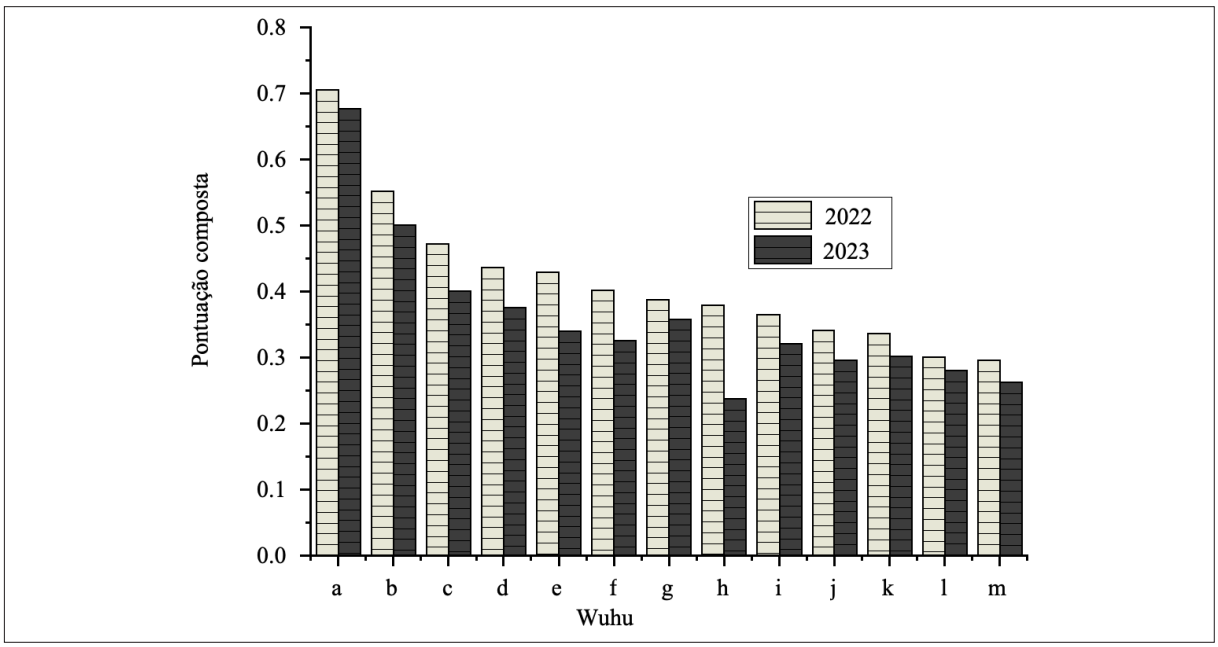
Avaliação do Nível de Desenvolvimento Sustentável da Internet da Agricultura na Província de Anhui

Com base nos insights acima mencionados, a pontuação de sustentabilidade abrangente do modelo IoA para Wuhu em 2022 e 2023 é calculada conforme apresentado na Figura 7.

A Figura 7 demonstra uma tendência ascendente na pontuação geral de sustentabilidade do modelo IoA nos municípios da província de 2022 a 2023. Embora as três principais cidades tenham mantido consistentemente suas posições de liderança nos últimos dois anos, há diferenças nas pontuações abrangentes entre as cidades. Isso reflete os diferentes caminhos de desenvolvimento em áreas como promoção de tecnologia, suporte de políticas e proteção da PI. Nesse contexto, "pontuação abrangente" se refere ao desempenho geral de cada cidade em várias dimensões na avaliação de desenvolvimento sustentável sob o modelo IoA. Essas dimensões incluem a eficácia da promoção de tecnologia, a força do suporte de políticas e a implementação da proteção da PI. A pontuação abrangente de cada cidade é derivada do cálculo da média ponderada de vários indicadores, como a maturidade da tecnologia, o grau de suporte de políticas e o nível de

proteção da PI. A cidade com maior pontuação em 2022 pontua duas vezes mais que a cidade com menor pontuação, com essa diferença diminuindo até 2023. Essas descobertas mostram a evolução progressiva e os diferentes níveis de sustentabilidade na implementação do IoA da província, refletindo avanços e disparidades contínuos entre os municípios.

Figura 7. Pontuação Composta do Modelo de Sustentabilidade da Internet da Agricultura em Wuhu, Anhui



Analysis do Balanceamento no Desenvolvimento da Internet da Agricultura na Província de Anhui

Esta seção analisa o equilíbrio do desenvolvimento de IoA em várias cidades na província de Anhui, particularmente nas áreas de proteção da PI e promoção de inovação tecnológica. Usando a estrutura DSR, o estudo examina a coordenação de esforços na promoção do desenvolvimento de tecnologia de IoA, proteção da PI e resposta à demanda do mercado em cada cidade. A Tabela 2 apresenta as pontuações de diferentes cidades em termos de fatores determinantes, status atual e medidas de resposta, bem como as pontuações de equilíbrio em proteção da PI e promoção de tecnologia. Os dados na Tabela 2 são obtidos de anuários estatísticos provinciais e documentos de política local. Esta seção seleciona Hefei, Wuhu, Bengbu, Anqing e Chuzhou como sujeitos da pesquisa, pois essas cidades representam diferentes níveis de desenvolvimento de IoA e proteção da PI na província de Anhui. Como capital provincial, Hefei ostenta capacidades de inovação tecnológica e suporte de política líderes, tornando-a um modelo para o desenvolvimento de IoT agrícola. Wuhu, como uma cidade piloto importante para IoA, demonstra um nível relativamente equilibrado de promoção de tecnologia e proteção da PI. Enquanto isso, Bengbu, Anqing e Chuzhou representam cidades de pequeno a médio porte em Anhui, onde o desenvolvimento de IoA enfrenta certas lacunas em

política, tecnologia e proteção da PI. Ao estudar essas cidades, esta pesquisa visa revelar como a proteção da PI influencia o desenvolvimento sustentável de IoA em diferentes regiões.

Tabela 2. Pontuação balanceada de cada cidade

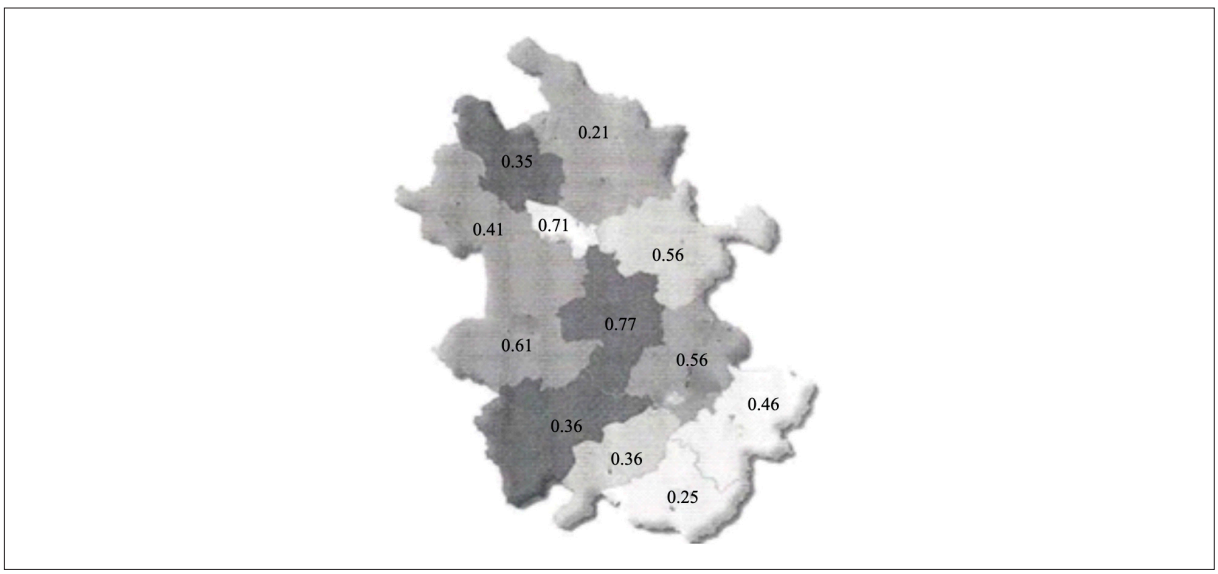
Cidades	Pontuação Driver	Pontuação Status	Pontuação Resposta	Pontuação balanceada PI
Hefei	0,223	0,200	0,281	0,89
Wuhu	0,161	0,148	0,236	0,73
Bengbu	0,209	0,183	0,084	0,60
Anqing	0,144	0,131	0,151	0,73
Chuzhou	0,163	0,071	0,190	0,62

A Tabela 2 mostra que cidades com proteção da PI mais forte tendem a ter um desempenho mais uniforme em todos os aspectos, particularmente em termos de coordenação entre fatores de condução e medidas de resposta. Hefei está em primeiro lugar nas pontuações de equilíbrio da PI, indicando que a cidade atingiu um alto nível de integração entre inovação tecnológica e proteção da PI. Em contraste, embora Bengbu mostre algum potencial em inovação tecnológica, sua proteção da PI insuficiente leva a pontuações mais baixas em medidas de resposta, resultando em desenvolvimento geral desequilibrado.

Características Regionais e Análise do Desenvolvimento Sustentável da Internet da Agricultura no Nível da Cidade na Província de Anhui

A Figura 8 ilustra as características regionais da pontuação geral de sustentabilidade. A análise da Figura 8 indica que a capital provincial atinge a pontuação geral mais alta, com cidades vizinhas também apresentando bom desempenho. Por outro lado, as regiões do norte exibem pontuações mais baixas em comparação com pontuações relativamente mais altas nas regiões do sul.

Figura 8. Características Regionais das Pontuações Balanceadas Gerais de Desenvolvimento Sustentável do Modelo de Internet da Agricultura em Diferentes Cidades



As quatro principais cidades na classificação geral exibem características integradas. A Figura 9 categoriza cada província e cidade em quatro tipos com base nos indicadores apresentados. A Tabela 3 apresenta os resultados da classificação balanceada para o desenvolvimento sustentável de IoA em cada cidade dentro da província de Anhui.

As cidades na província de Anhui são categorizadas de acordo com as características de desenvolvimento de IoA. Observa-se que aproximadamente um quarto das cidades na província demonstram desenvolvimento abrangente e balanceado de IoA. Outras cidades exibem deficiências no desenvolvimento de IoA, necessitando de estratégias personalizadas adequadas às características específicas desse desenvolvimento.

Figure 9. Classificação das características das cidades

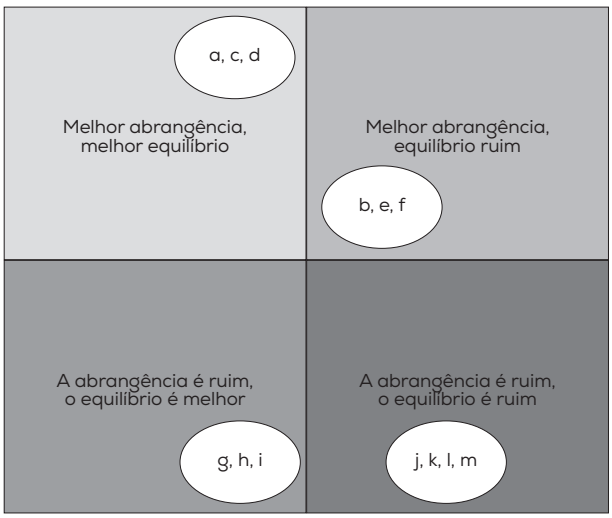


Tabela 3. Classificação Balanceada do Desenvolvimento Sustentável da Internet da Agricultura na Província de Anhui

Cidde	Ranking
a	1
b	4
c	2
d	3
e	5
f	6
g	7
h	8
i	9
j	10
k	11
l	12
m	13

Análise dos requisitos de execução e armazenamento do modelo

A complexidade de tempo considera principalmente o tempo necessário para o modelo processar dados em larga escala. A Tabela 4 compara o tempo de execução do modelo sob volumes de dados variáveis. A Tabela 4 indica que, à medida que o volume de dados aumenta, o tempo de processamento do modelo mostra uma tendência de crescimento linear. A PCA exibe maior complexidade de tempo devido à sua redução significativa nas dimensões de dados, aumentando assim a eficiência de processamento subsequente. Por outro lado, a normalização via padronização mostra tempos de processamento relativamente mais curtos, mas também exibe crescimento perceptível sob grandes volumes de dados.

Tabela 4. Tempo de Execução do Modelo com Diferentes Quantidades de Dados (Unidade: Segundos)

Volume de Dados (Itens)	Tempo de Processamento PCA	Tempo de Processamento Padrão	Tempo de Processamento Total
1.000	0,12	0,05	0,17
10.000	0,98	0,45	1,43
100.000	9,15	4,32	13,47
1.000.000	90,24	43,25	133,49

A complexidade espacial considera principalmente o espaço de armazenamento necessário ao processar dados em larga escala. A Tabela 5 compara os requisitos de armazenamento do modelo em diferentes volumes de dados. A Tabela 5 revela que o processamento da PCA reduz significativamente os requisitos de armazenamento de dados ao transformar dados de alta dimensão em dimensões menores. Essa redução no espaço de armazenamento é obtida por meio da redução da dimensionalidade. O processamento de padronização não altera significativamente o tamanho dos dados, mas aumenta a eficiência e a precisão do processamento ao transformar os dados em uma distribuição normal padrão.

Tabela 5 - Requisitos de Armazenamento do Modelo em Diferentes Quantidades de Dados (Unidade: MB)

Volume de Dados (Itens)	Tempo de Processamento PCA	Tempo de Processamento Padrão	Tempo de Processamento Total
1.000	0,1	0,05	0,05
10.000	1	0,5	0,5
100.000	10	5	5
1.000.000	100	50	50

Resultados experimentais e discussão

Este estudo conduz uma avaliação abrangente do desenvolvimento sustentável de IoA e proteção da PI na província de Anhui, produzindo várias descobertas importantes. Esses resultados indicam que fatores como maturidade tecnológica, suporte de políticas, aceitação e treinamento de agricultores, bem como diferenças regionais, desempenham um papel crucial na condução da aplicação da tecnologia de IoA.

Em primeiro lugar, a maturidade tecnológica influencia significativamente a eficácia das aplicações da tecnologia de IoA. Cidades com maiores capacidades tecnológicas, como Hefei e Wuhu, são capazes de alavancar totalmente a tecnologia de IoA para aumentar a produtividade agrícola e promover o desenvolvimento sustentável. Essas regiões se beneficiam de tecnologias mais maduras que fornecem suporte de dados estável e preciso para a produção agrícola, otimizando assim as decisões de gerenciamento da produção. Além disso, o avanço da maturidade tecnológica promove o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias, ao mesmo tempo em que incentiva mais pedidos de patentes e proteção da PI, garantindo maior promoção da inovação.

Em segundo lugar, o suporte de políticas governamentais é crítico para a disseminação da tecnologia de IoA. Em regiões com forte suporte de políticas, a adoção de IoA é mais rápida e sua implementação é mais eficaz. Por exemplo, em Wuhu, o forte apoio governamental impulsionou a ampla aplicação da tecnologia IoA, enquanto medidas abrangentes de proteção da PI incentivaram a inovação tecnológica e a transferência de conhecimento. O apoio político não só fornece assistência financeira e técnica, mas também reduz as barreiras à adoção de tecnologia por meio de treinamento e educação, tornando mais fácil para agricultores e empresas aceitarem e usarem essas novas tecnologias.

A aceitação da tecnologia IoA pelos agricultores e a disponibilidade de treinamento relevante também são fatores-chave que influenciam o sucesso da implementação da IoA. Em áreas com maior aceitação e treinamento suficiente, os agricultores podem dominar rapidamente novas tecnologias e aproveitar totalmente os benefícios da IoA na gestão da produção. Isso não só aumenta a produtividade agrícola, mas também promove a ampla adoção de tecnologia e proteção da PI. O treinamento desempenha um papel crítico na conscientização dos agricultores sobre PI, salvaguardando inovações tecnológicas locais e garantindo gestão e promoção eficazes da PI.

Comparado com pesquisas anteriores, este estudo se alinha com certas descobertas, ao mesmo tempo em que revela novos insights. Por exemplo, este estudo confirma que a tecnologia IoA pode aumentar significativamente a produtividade agrícola e otimizar a alocação de recursos, consistente com os resultados de Sanislav et al. (2018) e Sundaresan e Durai (2018). No entanto, este estudo revela ainda mais o papel fundamental da proteção da PI na disseminação da tecnologia IoA, destacando as diferenças regionais nas medidas de proteção da PI. Essas diferenças resultam em desempenhos variados de cidades na aplicação de IoA, particularmente em termos de suporte de políticas, capacidade de resposta do mercado e proteção de resultados de inovação.

Além disso, este estudo é o primeiro a explorar completamente as disparidades regionais significativas na eficácia da aplicação de IoA na província de Anhui. Essas diferenças regionais são refletidas principalmente nos níveis de desenvolvimento econômico, maturidade tecnológica e suporte de políticas, que influenciam diretamente a promoção e a aplicação da tecnologia IoA em diferentes cidades. Cidades com medidas de proteção da PI mais fortes têm melhor desempenho na promoção da inovação e transferência de tecnologia, enquanto aquelas com execução de políticas relativamente mais fraca tendem a ficar para trás.

 CC BY

ESTRATÉGIAS PARA PROMOVER O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA INTERNET DA AGRICULTURA E DA PROTEÇÃO DA PROPRIEDADE INTELECTUAL NA PROVÍNCIA DE ANHUI

Com base na análise anterior, este estudo propõe quatro estratégias específicas para promover o desenvolvimento sustentável da IoA e proteção da PI na província de Anhui. Essas estratégias visam melhorar o desempenho geral das cidades em termos de inovação tecnológica, proteção da PI e desenvolvimento sustentável, garantindo a ampla disseminação e aplicação da tecnologia de IoA.

Primeiramente, para cidades com altas pontuações gerais e desenvolvimento equilibrado, como Hefei e Wuhu, essas cidades já fizeram progressos significativos na aplicação de IoA e proteção da PI. Elas devem continuar a alavancar seus pontos fortes na promoção de tecnologia e proteção de inovação, liderando ativamente cidades vizinhas, fomentando a cooperação tecnológica regional e o compartilhamento de recursos, especialmente acelerando o desenvolvimento de parques tecnológicos e resolvendo desafios técnicos. Essas cidades também devem aprimorar ainda mais seus sistemas de proteção da PI, garantindo que os direitos dos inovadores de tecnologia sejam salvaguardados e criando um ambiente propício à inovação e transferência tecnológica dentro da região.

Em segundo lugar, cidades com altas pontuações gerais e menor equilíbrio, como Bengbu, devem capitalizar totalmente suas vantagens no desenvolvimento de IoA, particularmente na melhoria da produtividade agrícola e aplicação de tecnologia. Eles devem fortalecer ainda mais a alocação racional de recursos e otimizar a coordenação entre o suporte político e a resposta do mercado. Essas cidades precisam abordar as deficiências na proteção da PI e promoção de tecnologia, aprimorando suas capacidades em gerenciamento da PI e proteção legal para garantir que as inovações tecnológicas sejam efetivamente protegidas e disseminadas durante a promoção de tecnologia de IoA.

Terceiro, para cidades com pontuações gerais mais baixas, mas com equilíbrio mais alto, como Anqing, essas cidades enfrentam ciclos de desenvolvimento mais longos para promoção de IoA, e sua escala de produção agrícola é relativamente pequena. É recomendado otimizar as escalas de produção agrícola, promover a mecanização agrícola e dispor racionalmente as indústrias urbanas e rurais para estabelecer uma base sólida e aumentar a viabilidade da aplicação da tecnologia de IoA. Durante esse processo, a proteção da PI é particularmente crítica. As cidades devem encorajar empresas locais e cooperativas agrícolas a solicitar patentes de tecnologia e estabelecer sistemas abrangentes de gerenciamento de patentes para proteger inovações locais e melhorar a competitividade do mercado.

Quarto, para cidades com pontuações gerais baixas e baixo equilíbrio, como Chuzhou, uma análise mais profunda é necessária para identificar as principais restrições em seu desenvolvimento de IoA e os gargalos que impedem a aplicação de IoA e a proteção da PI. Essas cidades devem se concentrar em fortalecer a orientação política, promovendo ativamente a inovação tecnológica e a proteção de patentes, e motivando agricultores e empresas a participar da promoção e aplicação da tecnologia IoA por meio de suporte financeiro, treinamento técnico e maior conscientização

 CC BY

sobre PI. Além disso, elas devem propor contramedidas específicas para abordar as fraquezas no desenvolvimento da IoA, como aumentar o investimento em ativos fixos agrícolas e melhorar as práticas de gestão de terras agrícolas, para melhorar o nível geral de aplicação da tecnologia IoA.

A força deste estudo está na aplicação da teoria do desenvolvimento sustentável ao campo da IoA, onde um sistema de avaliação abrangente para o desenvolvimento sustentável é construído, particularmente com um foco inovador na integração da proteção da PI e inovação tecnológica. Embora os atuais sistemas de avaliação da sustentabilidade agrícola normalmente enfatizem indicadores econômicos, sociais e ecológicos, este estudo integra ainda mais as forças motrizes, o status atual e as respostas, destacando o papel da proteção da PI na promoção da sustentabilidade. Ao incorporar nove indicadores-chave – taxa de cobertura florestal, proporção da indústria terciária, nível de urbanização, densidade de estradas, produtividade do trabalho agrícola, valor total da produção por unidade de terra cultivada, potência total de maquinário agrícola por unidade de terra cultivada, anos de educação e investimento em ativos fixos agrícolas – este estudo fornece uma estrutura de avaliação abrangente para o desenvolvimento sustentável da tecnologia IoA e a proteção da PI.

CONCLUSÃO

Este estudo, baseado na teoria do desenvolvimento sustentável e na teoria do sistema de inovação regional, combinado com métodos de análise quantitativa, conduz uma avaliação abrangente do status de aplicação da IoA em várias cidades na província de Anhui. O objetivo é explorar o papel e os fatores de influência da tecnologia IoT no desenvolvimento agrícola sustentável e na proteção da PI. Ao construir um sistema de índice de avaliação abrangente, usando PCA e padronização de dados, o estudo deriva as pontuações e classificações gerais de cada cidade em termos de benefícios econômicos, sociais, ambientais e proteção da PI.

O estudo também analisa os principais fatores que influenciam esses resultados. As descobertas indicam que a tecnologia IoA aumenta significativamente a produtividade agrícola, promove a inovação tecnológica e fortalece a proteção da PI. Notavelmente, a maturidade da tecnologia, a força do suporte político e a robustez da proteção da PI são fatores críticos que afetam os resultados da aplicação da IoA. Cidades como Hefei e Wuhu, que têm forte suporte tecnológico e político, se destacaram na promoção e aplicação da IoA, alcançando classificações gerais mais altas. Essas regiões não apenas melhoram a produtividade agrícola por meio da tecnologia IoA, mas também fazem progressos notáveis no fomento da inovação, proteção da PI e promoção do desenvolvimento econômico sustentável. No entanto, este estudo tem certas limitações. Primeiro, os dados são extraídos principalmente da província de Anhui, introduzindo um grau de limitação geográfica, e os resultados podem não ser totalmente aplicáveis a outras províncias ou regiões. Segundo, o estudo se concentra principalmente na análise quantitativa e não explora profundamente os fatores qualitativos, como a aceitação da tecnologia IoA pelos agricultores e sua conscientização sobre a proteção da PI. Além disso,

 CC BY

não aborda totalmente as barreiras práticas na disseminação da tecnologia, como os custos, a manutenção e o gerenciamento da PI. Pesquisas futuras podem se expandir nas seguintes áreas: primeiro, ampliar o escopo do estudo coletando dados de mais províncias ou regiões para obter uma visão mais abrangente das aplicações da IoA; segundo, incorporar a análise qualitativa para explorar as experiências e percepções subjetivas dos agricultores sobre a tecnologia IoA, bem como sua conscientização e demanda por proteção da PI. Por fim, estudos futuros devem se concentrar mais nos desafios práticos enfrentados durante a disseminação da tecnologia e propor soluções viáveis para promover a ampla aplicação da tecnologia IoA e a melhoria do sistema de proteção da PI.

O significado prático deste estudo está em fornecer evidências científicas para formuladores de políticas, gerentes agrícolas e inovadores de tecnologia. Isso pode ajudá-los a formular políticas e estratégias mais eficazes para avançar a promoção da tecnologia IoA e o aprimoramento dos sistemas de proteção da PI, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável da agricultura.

REFERÊNCIAS

Abbasikesbi, R., Nikfarjam, A., & Nemati, M. (2020). Developed wireless sensor network to supervise the essential parameters in greenhouses for the internet of things applications. *IET Circ Device Syst*, *14*(8), 1258-1264. https://doi.org/10.1049/iet-cds.2020.0085

Ahirwar, M. K., Bansal, A., & Shukla, P. K. (2019). Opinion on different classification algorithms used in the internet of things environment for large data set. *IEEE Access*, 9(1), 51-60. https://doi.org/10.4018/IJOCI.2019010104

Alreshidi, E. (2019). Smart Sustainable Agriculture (SSA) solution underpinned by Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI). *Int J Adv Comput SC*, *10*(5), 93-102. https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100513

Arqub, O. A. (2017). Adaptation of reproducing kernel algorithm for solving fuzzy Fredholm–Volterra integrodifferential equations. *Neural Comput Appl*, *28*(7), 1591-1610. https://doi.org/10.1007/s00521-015-2110-x

Arqub, O. A., & Abo-Hammour, Z. (2014). Numerical solution of systems of second-order boundary value problems using continuous genetic algorithm. *Inform SCI*, *279*, 396-415. https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.03.128

Arqub, O. A., Abo-Hammour, Z., Momani, S., & Shawagfeh, N. (2012). Solving singular two-point boundary value problems using continuous genetic algorithm. *Abstract Applied Analysis*, *205391*, 1-25. https://doi.org/10.1155/2012/205391

Cao, S. (2021). A novel optimal selection algorithm for agricultural trade export in blockchain-enabled Internet of Things. *Wirel Commun Mob Com*, *21*, 1-10. https://doi.org/10.1155/2021/6646398

Chen, J., & Yang, A. (2019). Intelligent agriculture and its key technologies based on Internet of Things Architecture. *IEEE Access*, 7, 77134-77141. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2921391

Chen, Y., Zhao, S., & Zhou, Y. (2018). Research on intelligent agricultural planting system based on Internet of Things technology. *J Comput Netw Commun*, *6*(6), 54-60. https://doi.org/10.4236/jcc.2018.66005

Civelek, C. (2020). Evaluation of Internet of Things (IoT) technology to be used as a precision agriculture solution for Turkey's agriculture. *Fresen Environ Bull*, *29*(7), 5689-5695. https://www.researchgate.net/publication/342766072_Evaluation_of_Internet_of_Things_IoT_Technology_to_be_Used_as_a_Precision_Agriculture_Solution_for_Turkey's_Agriculture?__cf_chl_rt_tk=zWouKsCxA0dEfQx_8RGyJQwbvus2YJ3zah5KKsY0Ydg-1723131793-0.0.1.1-5524

Gavrilovi, N., & Mishra, A. (2021). Software architecture of the internet of things (IoT) for smart city, healthcare and agriculture: Analysis and improvement directions. *J Amb Intel Hum Comp*, *12*(1), 1315-1336. https://doi.org/10.1007/s12652-020-02197-3

Hegab, H., Shaban, I., Jamil, M., & Khanna, N. (2023). Toward sustainable future: Strategies, indicators, and challenges for implementing sustainable production systems. *Sustain. Mater. Technol.*, 36, e00617. https://doi.org/10.1016/j.susmat.2023.e00617

Hu, X., Sun, L., Zhou, Y., Ruan, J. (2020). Review of operational management in intelligent agriculture based on the Internet of Things. *Front Eng Manag*, *7*(3), 309-322. https://doi.org/10.1007/s42524-020-0107-3

Kirubanand, V. B., Rohini, V., & Laxmankumar, V. (2021). Internet of Things in agriculture to revolutionize traditional agricultural industry. *ITM Web of Conferences*, *37*(7), 01018. https://doi.org/10.1051/itmconf/20213701018

Li, G., Li, D., & Chen, W. (2020). Design and application of special sensors and Internet of Things (IoT)-based wireless system for agricultural information monitor. *Journal of Physics Conference Series*, *1646*, 012130. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1646/1/012130

Li, X., Ma, Z., Zheng, J., Liu, Y., Zhu, L., & Zhou, N. (2020). An effective edge-assisted data collection approach for critical events in the SDWSN-Based Agricultural Internet of Things. *Electronics-Switz*, 9(6), 907. https://doi.org/10.3390/electronics9060907

Liang, H. (2021). Multiobjective optimization method of coevolution to intelligent agricultural dynamic services under the Internet of Things environment. *Wirel Commun Mob Com*, *2021*, 1-10. https://doi.org/10.1155/2021/5585062

Lin, N., Wang, X., & Zhang, Y. (2020). Fertigation management for sustainable precision agriculture based on Internet of Things. *J Clean Prod*, *277*(12), 124119. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124119

Mishra, K. N., Kumar, S., & Patel, N. R. (2021). Survey on Internet of Things and its Application In Agriculture. *Journal of Physics: Conference Series*, *1714*(1), 012025. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1714/1/012025.

Oche, O. E., Nasir, S. M., & Muhammed, A. H. (2020). Internet of Things-Based Agriculture: A review of security threats and countermeasures. *IJSRP*, *10*(8), 738. https://doi.org/10.29322/IJSRP.10.08.2020.p10494

Pouresmaieli, M., Ataei, M., & Taran, A. (2023). Future mining based on internet of things (IoT) and sustainability challenges. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.*, 30(2), 211-228. https://doi.org/10.1080/13504509.2022.2137261

Raj, A. S. (2020). Regulation of water in agriculture field using internet of things. *Journal of Xidian University*, *14*(4), 3006-3021. https://doi.org/10.1109/TIAR.2015.7358541

Sambana, B. (2020). Smart agriculture using Internet of Things. *Journal of Xidian University*, *14*(7), 1645-1654. https://doi.org/10.1007/978-981-16-8892-8_13

Sanislav, T., Zeadally, S., & Mois, G. D. (2018). Wireless energy harvesting: Empirical results and practical considerations for Internet of Things. *J Netw Comput Appl*, *121*(11), 149-158. https://doi.org/10.1016/j.jnca.2018.08.002

Sekaran, K., Meqdad, M. N., Kumar, P., Manasa, R., & Vibha, T. G. (2020). Smart agriculture management system using internet of things. *Telkomnika*, *18*(3), 1276-1285. https://doi.org/10.1007/978-981-33-4355-9_28

Shen, C., Chen, M., & Wang, C. (2019). Analyzing the trend of O2O commerce by bilingual text mining on social media. *Comput Hum Behav*, *101*, 474-483. https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.09.031

Suma, V. (2021). Internet-of-Things (IoT) based smart agriculture in India: An overview. *Journal of ISMAC*, 3(1), 1-15. https://doi.org/10.36548/JISMAC.2021.1.001

Sundaresan, Y. B., & Durai, M. (2018). VEERBENCH: An intelligent computing framework for workload characterization in multi-core heterogeneous architectures. *J Netw Comput Appl*, *14*(1), 34-51. https://www.zhangqiaokeyan.com/academic-journal-foreign_other_thesis/020411682635.html

Wang, H., & Tang, Y. (2023). Spatiotemporal distribution and influencing factors of coupling coordination between digital village and green and high-quality agricultural development—Evidence from China. *Sustainability*, 15(10), 8079. https://doi.org/10.3390/su15108079

Wang, Y., Wang, Z., Shuai, J., & Shuai, C. (2023). Can digitalization alleviate multidimensional energy poverty in rural China? Designing a policy framework for achieving the sustainable development goals. *Sustain. Prod. Consum.*, 39, 466-479. https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.05.031

Yang, Z., Ding, Y., Hao, K., & Cai, X. (2019). An adaptive immune algorithm for service-oriented agricultural Internet of Things. *Neurocomputing*, *344*(6), 3-12. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2018.06.094

Yue, S., Du, Y., & Zhang, X. (2021). Research and application of Agricultural Internet of Things technology in intelligent agriculture. *Journal of Physics Conference Series*, *1769*(1), 012020. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1769/1/012020

Zhang, C., & Liu, Z. (2019). Application of big data technology in agricultural Internet of Things. *Int J Distrib Sens N*, *15*(10), 155014771988161. https://doi.org/10.1177/1550147719881610

Zhang, X., Cao, Z., & Dong, W. (2020). Overview of edge computing in the Agricultural Internet of Things: Key technologies, applications, challenges. *IEEE Access*, *8*, 1-15. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3013005

Zhu, Z., Bai, Y., Dai, W. Liu, D., & Hu, Y. (2021). Quality of e-commerce agricultural products and the safety of the ecological environment of the origin based on 5G Internet of Things technology. *Environ Technol Inno*, 22(2), 101462. https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101462

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pela Fundação de Pesquisa Científica de Doutorado da Universidade de Tecnologia Automotiva de Hubei "Pesquisa sobre o caminho de integração dos campos "Inteligência Artificial +" e PI." (Repasse nº BK202448). O estudo também recebeu apoio da Fundação de Pesquisa Científica de Doutorado da Universidade de Tecnologia Automotiva de Hubei "Elementos, mecanismo operacional e caminho de construção e estratégia do ecossistema que auxilia o desenvolvimento de alta qualidade de PMEs por meio de serviços financeiros de PI." (Repasse nº BK202341). Este trabalho também foi apoiado pelo Projeto-Chave de 2024 do Planejamento Científico da Educação da Província de Hubei, "A Tendência Geral, Desafios Realistas e Caminhos Inovadores para a Comercialização de Patentes Localizadas nas Universidades de Hubei" (NO. 2024GA033). Este trabalho também foi apoiado pelo Projeto de Pesquisa em Ciências Suaves de Propriedade Intelectual da Província de Hubei de 2024, "Modelos de Treinamento e Caminhos para Talentos de Propriedade Intelectual Interdisciplinares e Orientados para Aplicações em Universidades para se Adaptarem ao Desenvolvimento Industrial na Nova Era" (NO. HPZPO-RKX-2024).

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores não têm conflitos de interesse a declarar.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Xiaolong Liang: Conceituação, curadoria de dados, análise formal, aquisição de financiamento; Investigação; Metodologia; ; Redação – rascunho original;.

Mengyao Chen: Recursos; Programas; Supervisão; Validação; Visualização; Redação – revisão e edição.

Zichen Liu: Conceituação, curadoria de dados, análise formal, aquisição de financiamento; Investigação; Metodologia;

Tiantian Qu: Investigação; Metodologia; Administração de projetos; Recursos; Programas; Supervisão;