

**PRECISION FARMING-AS-A-SERVICE: FUNDAMENTAL CONCEPTS,  
TRENDS AND CHALLENGES. A NEW BUSINESS MODEL  
INTOAGRICULTURAL SEGMENT**

**AGRICULTURA DE PRECISÃO COMO SERVIÇO: CONCEITOS CHAVES,  
TENDÊNCIAS E DESAFIOS. UM NOVO MODELO DE NEGÓCIO NO AGRO**

**Rodrigo Pereira da Costa** ; <https://orcid.org/0000-0001-9156-1142>

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - PPGEE

**Carlos FREDerico Meschini Almeida** ; <https://orcid.org/0000-0002-4925-7531>

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - PPGEE

**Fernando José Barbin Laurindo** ; <https://orcid.org/0000-0002-5924-3782>

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - PPGEP



## PRECISION FARMING-AS-A-SERVICE: FUNDAMENTAL CONCEPTS, TRENDS AND CHALLENGES. A NEW BUSINESS MODEL INTO THE AGRICULTURAL SEGMENT

### ABSTRACT

The farmers generally need to optimize their operating costs and costs with the acquisition of inputs for their operations, regardless of the production system to which they are dedicated, ie: grains, sugarcane, high-value-crops. In addition, there is a concern to ensure that the soil remains irrigated and nourished. For producers, there are two variables that are crucial for the success of their planting, that is, having a well-nourished and irrigated soil. In addition to these parameters, the producer must monitor many other variables within the scope of his production system. In this sense, it is increasingly required that producers can somehow monitor all these parameters, so that they can make decisions based on data (histories of their operations). In this context, Precision Agriculture (PA), which refers to the integration of information, communication, and control technologies in agriculture, has been continuously gaining relevance among producers. In order to better understand this concept and its implications for the agricultural sector, it was decided to carry out this Systematic Review of the Literature, which analyzed 1247 articles and brings as one of its objectives, to understand how this concept has contributed significantly to the digitization of agribusiness. In addition to explaining how this concept better assists producers in their daily decision making.

Keywords: Precision Agriculture; Smart Farming; Cloud; IoT; Service; Data-Driven

## AGRICULTURA DE PRECISÃO COMO SERVIÇO: CONCEITOS CHAVES, TENDÊNCIAS E DESAFIOS. UM NOVO MODELO DE NEGÓCIO NO AGRO

### RESUMO

Os agricultores geralmente precisam otimizar seus custos operacionais e custos com a aquisição de insumos para suas operações, independentemente do sistema de produção a que se dedicam, ou seja: grãos, cana-de-açúcar, culturas de alto valor. Além disso, há uma preocupação em garantir que o solo permaneça irrigado e nutrido. Para os produtores, existem duas variáveis que são cruciais para o sucesso de seu plantio, ou seja, ter um solo bem nutrido e irrigado. Além desses parâmetros, o produtor deve monitorar muitas outras variáveis dentro do escopo de seu sistema de produção. Nesse sentido, é cada vez mais necessário que os produtores possam de alguma forma monitorar todos esses parâmetros, para que possam tomar decisões com base em dados (históricos de suas operações). Nesse contexto, a Agricultura de Precisão (AP), que se refere à integração de tecnologias de informação, comunicação e controle na agricultura, vem ganhando cada vez mais relevância entre os produtores. Para entender melhor esse conceito e suas implicações para o setor agropecuário, optou-se por realizar esta Revisão Sistemática da Literatura, que analisou 1247 artigos e traz como um de seus objetivos, entender como esse conceito tem contribuído significativamente para a digitalização do agronegócio. Além de explicar como esse conceito auxilia melhor os produtores em suas tomadas de decisões diárias. Palavras-chave: Agricultura de Precisão, Fazenda Inteligente, Nuvem; IoT; Serviço; *Data-Driven*

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Contextualização do tema

O conceito de *Precision Farming-as-a-Service (PFaaS)*, pode ser traduzido como um modelo de negócios que permite que os agricultores procurem um serviço com base em pagamento por uso ou assinatura, oferecendo soluções avançadas, profissionais e fáceis de usar na agricultura. Enquanto algumas soluções são atualizações no ecossistema agrícola existente, outras incluem inovações orientadas tecnologicamente. Com uma necessidade crescente de atender às necessidades alimentares da população em rápido crescimento em todo o mundo, as soluções *PFaaS* estão introduzindo eficiência aos agricultores e ganhando força globalmente, num ritmo bastante acelerado, (MARKNTELADVISORS, 2022).

Além disso, o *PFaaS* oferece aos agricultores fácil acessibilidade na produção agrícola, disponibilidade de mão de obra no prazo, aluguel de equipamentos pelo tempo desejado e serviços de utilidade como instalações de irrigação e fornecimento de energia, entre outros. Concomitantemente, a facilidade de empregar o serviço preferencial permite que os agricultores acessem equipamentos atualizados que ajudam a aumentar a produtividade, (MARKNTELADVISORS, 2022).

Ainda segundo estudos de (MARKNTELADVISORS, 2022), como essas soluções são integradas a tecnologias como a Inteligência Artificial (IA), sensoriamento remoto e análise de dados, as informações coletadas capacitam os agricultores a tomarem melhores decisões e estratégias, isso tudo no contexto preventivo, isto é, com antecedência. Isso, por sua vez, também evitará a superexploração de recursos produtivos, tais como: insumos, agrodefensivos, sementes e fertilizantes, além de propiciar uma maximização no que diz respeito aos rendimentos das culturas.

Os primeiros passos na Agricultura de Precisão (AP) foram focados no controle automático de atuadores com base em dados de sensores coletados das lavouras. Normalmente, nestes sistemas os sensores e atuadores eram ligados a um nó de automação. A área de controle evoluiu gradativamente, como pode ser visto no esquema baseado em regras apresentado por (CAÑADAS et al., 2017) ou na solução orientada a eventos descrita por (PAWLOWSKI et al., 2017).

No entanto, o verdadeiro avanço nos últimos anos na AP tem sido na linha de integração de novas tecnologias de informação e comunicação para apoiar os agricultores na gestão e tomada de decisão. As primeiras soluções usando redes de comunicação em agricultura controlada foram baseadas em tecnologias comuns de Internet usadas em aplicativos comuns de PC, (ZAMORA-IZQUIERDO et al., 2019).

De acordo com pesquisas conduzidas por (MARHAENANTO; SONI; SALOKHE, 2013), apresentaram um sistema de gerenciamento de culturas que utiliza desktop remoto e aplicativos cliente/servidor regulares. Outro conjunto de propostas nesta linha baseia-se no uso de conexões Web para acessar diretamente os sensores das culturas e controlar os nós de atuação, conforme fora descrito por (BAJER; KREJCAR, 2015).

Aqui, um conjunto de nós Arduino que são conectados com sensores e atuadores são gerenciados pela Internet, acessando um aplicativo Web disponível no *firmware*. A integração de IoT na AP implicou uma evolução na forma como atuadores e sensores se comunicam com nós de *gateway* e até com a Internet.

No que diz respeito às tecnologias de comunicação, novos nós com capacidade de IoT integram novos transceptores capazes de economizar energia e criar topologias de rede adaptadas às condições de campo, onde são raras as estações base celulares ou do tipo WiFi.

Como mostra a proposta de (AKKAŞ; SOKULLU, 2017), topologias *multi-hop* usando redes de sensores sem fio podem permitir o roteamento de mensagens de dados através dos nós de comunicação para chegar a um gateway com conectividade à Internet. Nesse trabalho de pesquisa, será apresentada a tecnologia *ZigBee*, a qual foi proposta por (LAMPRINOS; CHARALAMBIDES, 2015), onde os dados coletados são finalmente acessíveis por meio de um servidor Web disponível no *gateway*.

Avanços mais recentes na área de IoT incluem protocolos de rede para conexão com dispositivos remotos pela Internet usando mensagens em nível de aplicativo otimizadas para reduzir as taxas de dados. Os pesquisadores (PAVITHRAN, 2016), usaram o protocolo MQTT para coletar dados de nós sensores em estufas para fins de monitoramento, por exemplo.

Esses protocolos permitem a coleta e análise de dados em middleware de nuvem intermediária, conforme discutido por (PANCHAL; PATEL; J.SHUKLA, 2015), apresentaram um sistema mais desenvolvido nesta linha. Aqui, os dados de uma implantação real de sensores são coletados por um gateway usando *ZigBee* e, em seguida, enviados para uma nuvem de dados alimentada por *FIWARE* por meio de protocolos baseados na Web.

O trabalho explora a ideia de interfaces abertas para criar vários aplicativos clientes acessando o módulo de nuvem. No entanto, os protocolos IoT não são usados e uma versão bastante preliminar do *FIWARE* é empregada. Já os autores, (MARTÍNEZ et al., 2016) apresentaram pesquisas sobre o plano da nuvem para o manejo de culturas em ambientes de AP.

Aqui, o núcleo *FIWARE*, juntamente com um conjunto de habilitadores adicionais, é usado para conectar-se a gateways IoT por meio de vários protocolos, como MQTT ou CoAP, e os dados atuais e históricos são mantidos na nuvem para fins de análise.

O desempenho do *FIWARE* é avaliado para PA em termos de um conjunto de testes sintéticos, mas não é dado um desenvolvimento real da proposta. O mesmo grupo de pesquisa, liderado pelos pesquisadores (LÓPEZ-RIQUELME et al., 2017), apresentaram um sistema real, mas limitado pelas tecnologias e funcionalidades oferecidas. Os dados são coletados das culturas por meio de um protocolo baseado na Web sobre GPRS e apenas os recursos de monitoramento estão incluídos no sistema.

Uma evolução das plataformas exclusivamente baseadas em nuvem é a inclusão de estágios intermediários de processamento no caminho dos dados. Baseado em estudo conduzido por (LIU, 2016), realizou pré-processamento local nos *gateways* de coleta de dados, antes de enviar as informações de monitoramento para a nuvem.

Essa ideia é ainda explorada por (FERRÁNDEZ-PASTOR et al., 2016), onde um conjunto de protocolos e tecnologias de IoT também são avaliados em uma implantação hidropônica real. No entanto, nestes trabalhos é perceptível uma falta de flexibilidade na forma como a computação de borda é implementada, sendo esta camada exclusivamente orientada para a fusão de dados.

## 1.2 Agricultura de Precisão: Adoção de Algumas Tecnologias Habilitadoras

Nos últimos anos, altas capacidades de monitoramento e controle são obtidas em sistemas agrônômicos graças ao uso de novas tecnologias de informação e comunicação. Elas se combinam com a automação industrial para permitir que tenhamos a Agricultura de Precisão (AP), (GEBBERS; ADAMCHUK, 2010). Os sensores atuais oferecem valores altamente precisos do estado das culturas e os atuadores são capazes de gerenciar a irrigação, alterar os fatores climáticos ou enriquecer o solo com os nutrientes necessários, (MULLA, 2013).

Quando apropriado, técnicas de inteligência computacional também são acionadas para melhorar ainda mais a produção na AP, reduzindo doenças e a necessidade de intervenção humana nas atividades regulares. Assim, a automação é, sem dúvida, o futuro da agricultura, mas são necessários novos frameworks que melhorem a modularidade das unidades de hardware e software e garantam o gerenciamento preciso das culturas de maneira eficiente.

Recentemente, a Internet das Coisas (IoT) implicou a integração de capacidades de comunicação a sensores e atuadores, (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010), o que é altamente relevante no domínio da AP, (RAY, 2017). Agora é possível obterem-se soluções de hardware alimentadas com *firmware* que interligam esses dispositivos finais com *gateways* através de canais *wireless* e utilizando protocolos abertos e/ou regulamentados que evitam soluções proprietárias.

As redes de sensores sem fio (WSN) evoluem ainda mais com topologias de comunicação que reduzem os custos de infraestrutura e reduzem o consumo de energia, reduzindo assim os custos na exploração da AP, (LÓPEZ RIQUELME et al., 2009). Esses novos sensores e atuadores também precisam de nós de automação evoluídos, potencialmente atuando como *gateways* de IoT. Por isso, as unidades de controle tradicionais instaladas no lado da lavoura são agora consideradas Sistemas Ciber-Físicos (CPS), envolvendo nós de hardware com capacidades de computação, armazenamento e comunicação para controlar e interagir com processos industriais, (AN et al., 2017).

O CPS é agora o termo cientificamente aceito usado para sistemas embarcados em rede (distribuídos) para coletar dados de sensores, comunicar-se com atuadores e cooperar entre eles para cobrir as necessidades de automação. No mesmo nível de importância que IoT ou CPS, tem-se também a adoção da computação em nuvem na AP, (VOORSLUYS; BROBERG; BUYYA, 2011) e (CHOUDHARY; JADOUN; MANDORIYA, 2016). Aqui, um nível extra de flexibilidade é oferecido por uma plataforma de software remoto que fornece monitoramento e gerenciamento de controle.

Essas plataformas de software podem ser facilmente estendidas sob demanda e evitam a instalação de sistemas complexos em nível local. Na computação em nuvem, os dados da cultura são coletados por meio de um canal de comunicação oferecido por controladores locais (por exemplo, nós CPS) que, adicionalmente, também podem permitir determinadas ações de controle. Todos os dados são salvos por uma entidade de software geralmente virtualizada em um data center que oferece recursos de Plataforma como Serviço (PaaS).

O acesso aos recursos de monitoramento e controle de safras é finalmente oferecido por serviços web acessíveis a partir de várias plataformas, incluindo computadores *desktop* e *smartphones*. Ultimamente, um paradigma moderno não explorado na agricultura é o *fog and edge computing*. Tradicionalmente, esses paradigmas estão focados em melhorar a reação do sistema reduzindo o atraso da rede, uma vez que os nós de computação estão próximos dos dispositivos finais, (ZAMORA-IZQUIERDO et al., 2019).

No entanto, na área de AP, os requisitos de desempenho da rede são mais relaxados, embora uma questão crítica seja a confiabilidade do canal que conecta as culturas aos módulos de controle. A proposta de solução aqui é mover parte dos recursos de análise e controle de dados da nuvem para nós próximos aos dispositivos finais no caminho da rede. Isso implica um gerenciamento confiável das ações do CPS, exigindo alta precisão e, adicionalmente, recursos intermediários de filtragem de dados, (ZAMORA-IZQUIERDO et al., 2019).

### ***1.3 Proposta de Arquitetura***

A arquitetura de controle geral, num contexto de PFaaS, a qual visa cobrir as necessidades de gerenciamento da AP está representada na Figura 1. Ela é essencialmente distribuída em três planos principais: camada CPS de cultura (local), camada de computação de borda e análise de dados e gerenciamento inteligente na nuvem.

Os Sistemas Ciber físicos (CPS) e os planos de nuvem são projetados para serem implantados respectivamente nas instalações da cultura local e nos servidores de dados remotos, respectivamente. A camada intermediária para computação de borda compreende um conjunto de módulos de controle virtualizados na forma de nós de Virtualização de Funções de Rede (VFR) que podem ser instanciados ao longo do caminho da rede, desde as instalações de campo até o plano de nuvem na Internet.

Isso aumenta a versatilidade na implantação da solução, ao mesmo tempo em que os desempenhos de conectividade com a camada CPS são atendidos. Nas instalações da cultura, sensores e atuadores para automação da AP são implantados e conectados ao CPS.

Como exemplos de sensores, tem-se os de: radiação solar, umidade, temperatura, CO<sub>2</sub>, medidor de pH, condutividade elétrica, consumo de líquidos (vazômetros) ou sensores de pressão, enquanto alguns dos atuadores considerados são bombas de nutrição de solo e água, válvulas e acionamento de dispositivos (rega e dispositivos de ventilação, iluminação ou janelas automatizadas).

Estes são conectados com unidades CPS através de canais com fio usando-se conexões seriais industriais (geralmente RS485) ou conexões de E/S digitais/analógicas diretas. Para comunicações sem fio, o 6LoWPAN é usado para conectar com registradores de dados, que incluem vários sensores. Todas as unidades do CPS estão interligadas com a Internet através de uma rede de acesso utilizando múltiplas tecnologias, como links de rádio de microondas, fibra ótica ou DSL.

Nesta arquitetura, são executadas nos nós CPS operações de baixo nível que requerem latência mínima e alta confiabilidade na comunicação com sensores ou atuadores. Estas são consideradas ações atômicas, como fechar uma janela, executar um mandato de irrigação por um período de tempo ou ventilar até que um nível de CO<sub>2</sub> seja atingido.

Além disso, existem ações reativas de emergência implementadas localmente nos nós do CPS que exigem operação em tempo real e podem ser iniciadas sem a supervisão humana ou do plano de borda. Um exemplo disso é a abertura de janelas e a ativação da ventilação se a temperatura interna da estufa atingir um limite predefinido.

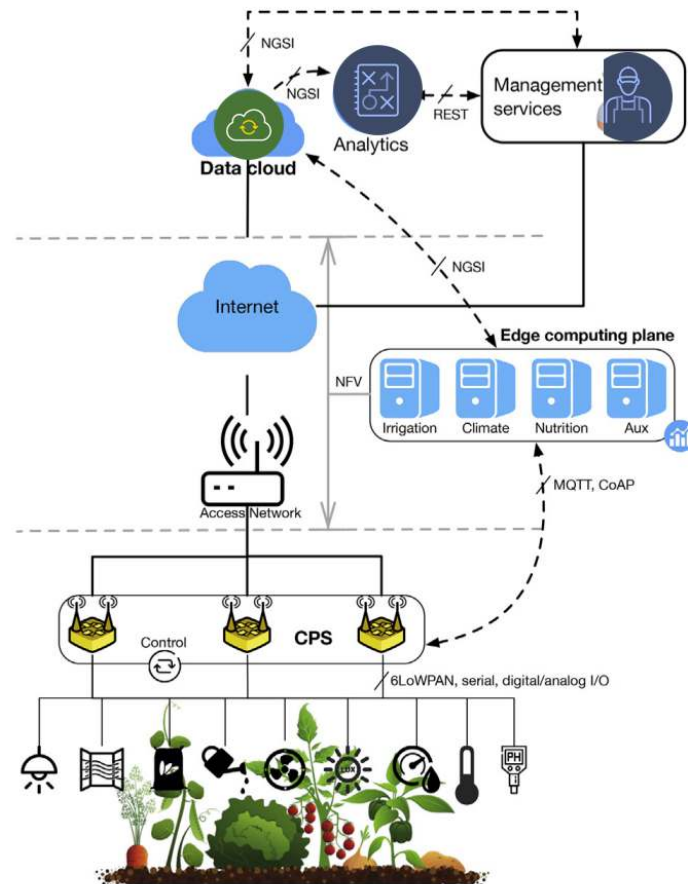
O segundo nível de processamento e gerenciamento da arquitetura em camadas é o plano de computação de borda, que inclui um conjunto de módulos de controle alimentados por NFV encarregados de orquestrar a camada CPS. Os subsistemas da camada de borda compõem o principal controle operacional da estufa e são responsáveis pela irrigação, clima, nutrição e tarefas auxiliares, incluindo alarmes e gerenciamento de energia.

Nessa camada, a fusão e a agregação de dados são realizadas para descarregar as funções analíticas normalmente realizadas na nuvem, já que a parte da nuvem da plataforma pode atender a uma infinidade de culturas e usuários. Os módulos de controle de borda são virtualizados por meio de técnicas NFV que permitem sua instanciação em diferentes níveis no caminho da rede e se comunicam com os nós CPS usando protocolos de comunicação IoT, como o *Message Queue Telemetry Transport (MQTT)* ou o *Constrained Application Protocol (CoAP)*. O MQTT é especialmente considerado, uma vez que é mais dirigido à gestão de processos industriais, no entanto, o CoAP também é suportado para tarefas particulares de monitorização não críticas que não envolvam controle.

Conforme ilustrado na Fig. 1, a nuvem de dados serve como interface entre os usuários e a plataforma principal. Aqui é onde o status atual do corte e os parâmetros de configuração são mantidos. A interface Next Generation Service Interface (NGSI) é usada para enviar atualizações de dados e receber notificações sobre alterações de dados. Uma alteração nos parâmetros de configuração aciona ações de controle que são gerenciadas por subsistemas de borda.

Além disso, como pode ser visto no diagrama, análises especiais juntamente com necessidades concretas de serviço são realizadas usando a nuvem como fonte de dados. Para a comunicação entre os aplicativos finais e o módulo de análise, é usada uma interface REST transportando dados JSON.

Figura 1: Arquitetura geral da plataforma Agricultura de Precisão. Os planos de nuvem, borda e CPS são separados por linhas pontilhadas. Os módulos de computação de borda são instanciados como elementos NFV, permitindo sua colocação no nível de rede mais conveniente.



Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de (ZAMORA-IZQUIERDO et al., 2019)

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Declarações do Guia de Referência PRISMA

Tomando-se como base o estudo desenvolvido por (PAGE et al., 2021), tem-se que a Declaração do Guia de Referência PRISMA, apresenta-nos uma listagem contendo 27 itens, os quais deverão ser checados durante ao desenvolvimento de uma Revisão Sistemática;

A referida listagem encontra-se disponível para download no site do PRISMA (<http://www.prisma-statement.org>). Case-se pontuar que apenas os itens considerados essenciais foram retidos ou adicionados à lista de verificação, assim como discriminado no Quadro 1.

*Quadro 1: Lista de verificação de itens e subitens a serem incluídos ao elaborar-se uma Revisão Sistemática ou Meta-Análise*

<b>Requisitos</b>	<b>Quantidades de itens e subitens</b>
<b>Métodos</b>	<b>17</b>
Avaliação De Certeza	1
Processo De Coleta De Dados	1
Itens De Dados	2
Medidas De Efeito	1
Critério De Elegibilidade	1
Fontes De Informação	1
Reportando Avaliação De Vieses	1
Estratégia De Pesquisa	1
Processo De Seleção	1
Estudo De Risco De Avaliação Dos Vieses	1
Métodos De Sínteses	6
<b>Resultados</b>	<b>11</b>
Certeza De Evidências	1
Reportando Vieses	1
Resultados De Estudos Individuais	1
Resultados De Sínteses	4
Risco Dos Vieses No Estudo	1
Características Do Estudo	1
Seleção Do Estudo	2
<b>Outras Informações</b>	<b>6</b>
Disponibilidade De Dados, Código e Outros Materiais	1
Interesses Competitivos	1
Registro E Protocolo	3
Suporte	1
<b>Discussão</b>	<b>4</b>
Discussão	4
<b>Introdução</b>	<b>2</b>
Objetivos	1
Justificativa	1
<b>Título</b>	<b>1</b>
Título	1
<b>Abstract</b>	<b>1</b>
Abstract	1
<b>Total</b>	<b>42</b>

Fonte 1: Elaborado pelo autor. Adaptado de (PAGE et al., 2021)

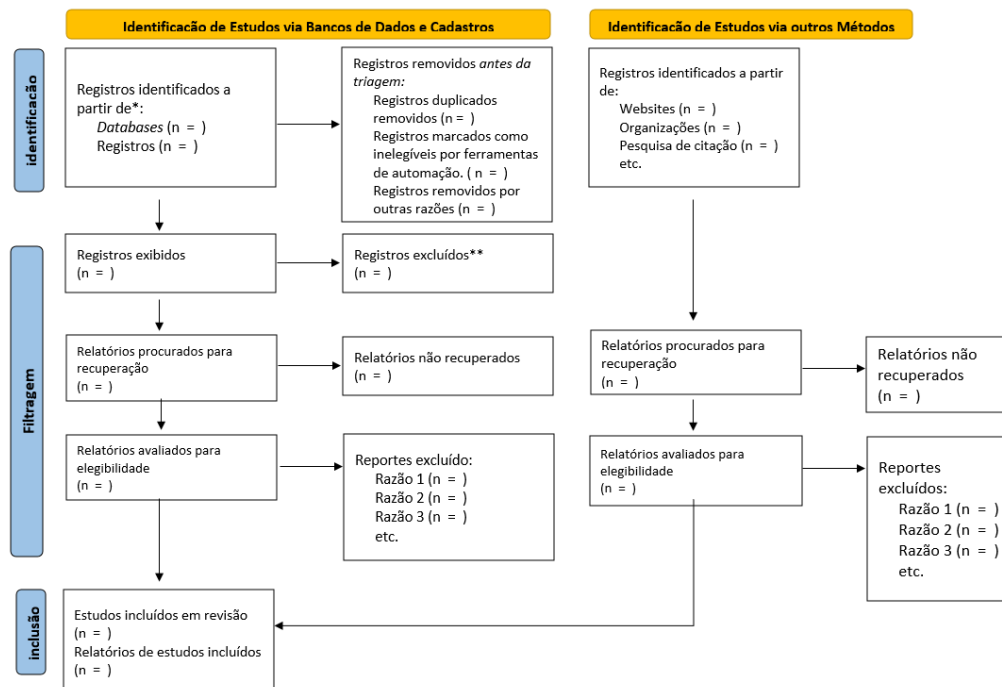
O objetivo da Declaração PRISMA é ajudar os autores a melhorarem o relato de Revisões Sistemáticas e de Meta-Análises. Para a criação desses itens concentrou-se em ensaios clínicos randomizados, embora o PRISMA também pode ser usado como base para relatar Revisões Sistemáticas de outros tipos de Pesquisa, particularmente avaliações de intervenções.

O PRISMA também pode ser útil para a avaliação crítica de Revisões Sistemáticas publicadas. No entanto, a lista de verificação PRISMA não é um instrumento de avaliação de qualidade para medir a qualidade de uma Revisão Sistemática.

Também por meio do site (<http://www.prisma-statement.org>), é disponibilizado vários modelos de fluxogramas, os quais descrevem o fluxo de informações nas diferentes fases de uma Revisão Sistemática.

Eles mapeiam o número de registros identificados, incluídos e excluídos e os motivos das exclusões. Conforme mencionado anteriormente, modelos diferentes estão disponíveis dependendo do tipo de revisão (nova ou atualizada) e das fontes usadas para identificar os estudos. Assim tomando-se como base o escopo de Pesquisa, o qual aplicar-se-á neste trabalho propôs-se o uso do fluxograma a seguir, conforme observado na Fig. 2:

Figura 2: Fluxograma PRISMA 2020 para novas Revisões Sistemáticas que incluíram Pesquisas de Bancos de Dados, Registros e outras Fontes



Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de (PAGE et al., 2021)

## ***2.2 Metodologia PICRC: População, Intervenção, Controle, Resultados e Contexto (Aplicação)***

As revisões sistemáticas são um método crucial, sustentando a prática baseada em evidências e informando as decisões de cuidados de saúde, (STEVENS, 2001) e (HIGGINS et al., 2019). Tradicionalmente, segundo (DIXON-WOODS et al., 2006), as revisões sistemáticas são realizadas com uma abordagem objetiva e principalmente quantitativa, por meio da qual é realizada uma busca abrangente, tentando identificar todos os artigos relevantes que são então integrados e assimilados por meio de análise estatística.

A abrangência do processo de busca tem sido vista como um fator chave para prevenir viés e fornecer uma representação verdadeira da pesquisa disponível, (METHLEY et al., 2014).

Devido ao tempo e recursos necessários para completar uma busca sistemática e abrangente, esforços foram feitos para investigar a sensibilidade das buscas, almejando-se com isso diminuir a quantidade de tempo gasto revisando artigos irrelevantes sem benefício, (STEVINSON; LAWLOR, 2004).

No entanto, a realização de pesquisas abrangentes também forma a base das revisões qualitativas ou narrativas, agora comumente chamadas de sínteses de evidências qualitativas, (NOYES, 2010). Sínteses de evidências qualitativas são agora reconhecidas como um tipo de informação necessária e valiosa para responder a questões de pesquisa de serviços de saúde, (NOYES et al., 2008).

No entanto, dificuldades em completar uma busca sensível, mas abrangente da literatura qualitativa foram observadas anteriormente (METHLEY et al., 2014), incluindo-se: indexação e uso de palavras-chave de estudos qualitativos deficientes, uso comum de títulos que não possuem as palavras-chave que descrevem o artigo e resumos.

Ao elaborar uma estratégia de busca, uma ferramenta de busca é usada como estrutura organizadora para listar termos pelos principais conceitos na questão de busca, especialmente em equipes onde não é possível ter um especialista em informação experiente como membro da equipe de revisão.

A ferramenta **PICR** se concentra na População, Intervenção, Comparação e Resultados de um artigo (geralmente quantitativo). É comumente usada para identificar componentes de evidências clínicas para revisões sistemáticas em medicina baseada em evidências e é endossado por (HIGGINS et al., 2019).

Devido à sua base de literatura alvo, vários desses termos de pesquisa, como “grupo de controle” e “intervenção”, não são relevantes para pesquisas qualitativas que tradicionalmente não utilizam grupos de controle ou intervenções e, portanto, podem não localizar adequadamente a pesquisa qualitativa. No entanto, esses termos podem se tornar mais relevantes no futuro, à medida que mais ensaios e intervenções incorporam pesquisas qualitativas, (LEWIN; GLENTON; OXMAN, 2009).

Como a ferramenta PICR atualmente não acomoda termos relacionados à pesquisa qualitativa ou desenhos qualitativos específicos, muitas vezes foi modificado na prática para “**PICRC**” onde o “C” refere-se ao contexto da aplicação dessa pesquisa, limitando assim o número de artigos irrelevantes.

Assim tomando-se como base o escopo de Pesquisa, o qual aplicar-se-á neste trabalho empregou-se na condução desse estudo uma mistura das metodologias **PRISMA** e da **PICRC**, conforme descritas anteriormente.

Tendo-se como base esse contexto definiu-se para essa Revisão de Literatura, um protocolo de busca adaptado a estes conceitos, o qual pode ser visualizado na Tabela 1:

TABELA 1: CRITÉRIOS CHAVES DE BUSCA, APLICANDO-SE O CONCEITO DA FERRAMENTA PICRC

CRITÉRIOS	PICRC	COMENTÁRIOS
I.	População	Relação de artigos gerados, por meio dos campos de buscas Chave, Título & Resumo, os quais serão gerados no período de análise que vai de 2008 até 2021.
II.	Intervenção	Aplicações da RA no segmento agrícola e mais especificamente na Agricultura de Precisão.
III.	Controle	Base de dados salva com a extensão <b>.ris</b> , proveniente das principais bases de busca on-line, a serem usadas nesse estudo.
IV.	Resultados	i. Realizar um Estudo da Arte sobre os conceitos de <i>Precision Farming-as-Service</i> ; ii. Estudar requisitos específicos de interface de usuário para visualização de dados agrônômicos, no âmbito de plataformas on-line que possam disponibilizar essas informações em tempo real para os clientes; iii. Buscar por três casos de casos de aplicação globais; iv. Averiguar e analisar eventuais impactos da adoção desta nova modalidade de negócios, no âmbito agrícola e como essa tecnologia está contribuindo para a transformação digital desse segmento tão importante para a composição do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro.
V.	Contexto	Visar-se-á prover uma visão panorâmica no que tange ao conceito de <i>Precision Farming-as-a-Service</i> , num contexto global, visando-se entender os seus impactos no âmbito do agronegócio e da agricultura em sí, mais especialmente, procurar-se-á encontrar casos de aplicação da RA, na Agricultura de Precisão.

Buscou-se por meio deste Estudo, responder a seguinte Questão de Pesquisa:

**Q1.:** Como o conceito de *Precision Farming-as-a-Service* está contribuindo para a digitalização do agronegócio e como o seu advento poderá ajudar os produtores a realizarem decisões agrônômicas mais assertivas, de modo a terem uma melhor otimização de custos operacionais e maximização de suas respectivas produções agrícolas?

Definiu-se como Objetivos Específicos desse projeto de Pesquisa, os seguintes itens:

1. Realizar um Estudo da Arte sobre o conceito e a aplicabilidade da *Precision Farming-as-a-Service* na Agricultura globalmente;
2. Estudar requisitos específicos de interface de usuário para visualização dos dados agrônômicos, em plataformas on-line e ou na nuvem que pretendam ofertar esse tipo de serviço;
3. Compreender quais são os fatores proeminentes que impulsionam e restringem o crescimento do mercado global Farming-as-a-Service (*PFaaS*) até 2027?
4. Averiguar e analisar eventuais impactos dessa adoção no âmbito agrícola.

Assim, visando-se prover uma visão panorâmica no que tange ao conceito do *PFaaS* num cenário global, realizou-se uma Revisão Sistemática, baseada na Metodologia **PRISMA** e **PICRC**, a qual permitiu alcançarem-se um aprofundamento acerca dessa temática.

A busca foi realizada no cerne das principais bases de consulta disponíveis na atualidade, dentre elas: *Scopus Elsevier*, *Web of Science*, *Science Direct* e *Google Acadêmico*. O período de Pesquisa deu-se de 2015 a 2022. No total foram analisados **1247** documentos.

Na Tabela 2, apresentam-se as palavras chaves usadas para a realização dessa revisão, tão bem como os campos de busca, o conector usado e a quantidade de documentos observados:

TABELA 2: ELEMENTOS USADOS PARA A REALIZAÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA SOBRE AS COMUNIDADES DE ENERGIA, NUM CONTEXTO PEER-TO-PEER

Campos de Busca	Palavra-Chave	Conector Usado	Qtde. de Docs
Palavra-Chave, Título & Resumo   Palavra-Chave, Título & Resumo	{Smart Farming} & {IoT}	E	773
Palavra-Chave, Título & Resumo   Palavra-Chave, Título & Resumo	{Smart Farming} & {Cloud}	E	304
Palavra-Chave, Título & Resumo   Palavra-Chave, Título & Resumo	{Smart Farming} & {Service}	E	120
Palavra-Chave, Título & Resumo   Palavra-Chave, Título & Resumo	{Smart Farming} & {Data-Driven}	E	50
<b>Total</b>			<b>1247</b>

Fonte 2: Elaborado pelo autor.

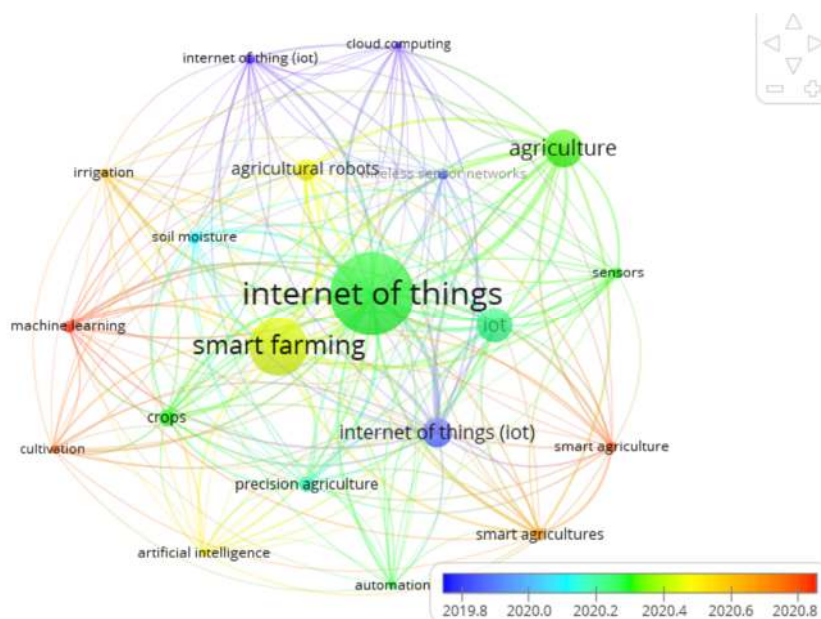
Visando-se conferir uma melhor compreensão, acerca das relações entre estas palavras-chaves e possibilidade de identificarem-se os possíveis construtos, exportou-se das plataformas *Scopus*, *Web Of Science*, *Google Scholar* uma base de dados salva com a extensão no formato *.ris*.

A referida base de dados, foi usada num outro software de bibliometria, designado por *VOSviewer*, o qual permite ter-se uma visualização mais precisa dos agrupamentos e ou conglomerados que se formam em torno dos autores e das palavras-chaves, bem como das forças interativas entre esses elementos.

Por meio do referido software, também pode-se visualizar quais foram os autores mais citados, quando se toma por base as palavras-chaves descritas anteriormente, assim como está representado nas figuras subsequentes. Ainda segundo a referida imagem, constata-se que os autores mais citados, aparecem em destaque (tamanho da fonte e cores).

Assim, nas próximas ilustrações serão observadas as análises bibliométricas que foram feitas usando-se o software *VosViewer*, as quais foram cruciais para um melhor detalhamento e entendimento acerca das correlações entre os agrupamentos das principais palavras-chave, dos seus respectivos agrupamentos e os principais autores pontuados nas análises executadas.

*Figura 3: Agrupamento de palavras e correlações entre elas, usando-se a palavra-chave "Smart Farming" E "IoT" no campo de busca. Aqui usou-se a visualização sobreposta do VOSviewer.*



A Fig. 3, refere-se ao primeiro lote de buscas, usando-se as palavra-chave "**Smart Farming**" E "**IoT**". Aqui percebe-se que houve quatro grandes *clusters* de palavras-chave, os quais apareceram com mais frequência na base de dados usadas, para a construção na Revisão Sistemática da Literatura.

Também de acordo com a Fig. 2, percebe que as principais publicações nessa área do conhecimento aconteceram entre os anos de 2019 e 2020.

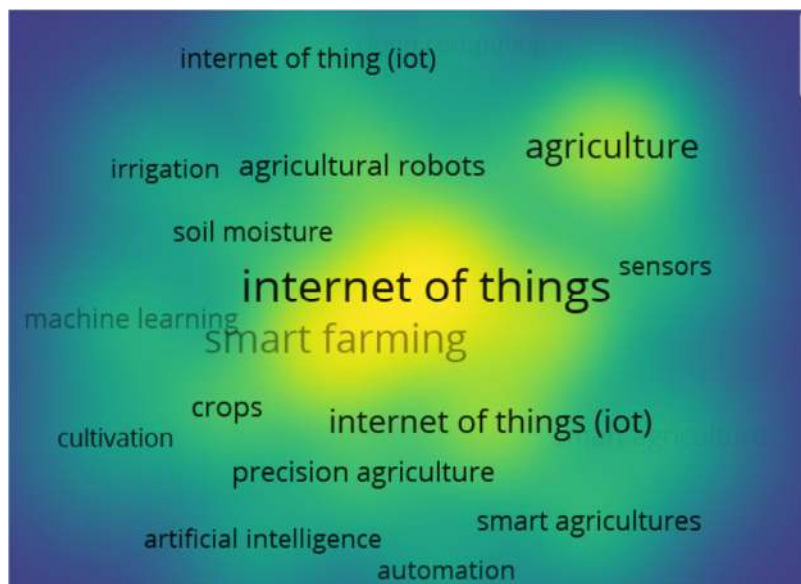
De acordo com o software *VOSviewer* foram criados quatro **clusters** principais, com as palavras-chaves mais incidentes no arquivo .ris gerado de umas das plataformas de busca online, conforme pode-se visualizar na Tabela 3:

TABELA 3: RELAÇÃO DOS QUATRO CLUSTERS PRINCIPAIS, COM AS PALAVRAS-CHAVES MAIS INCIDENTES NA PLATAFORMA DE BUSCA:

<i>TOTAL</i>	<i>CLUSTER 1</i>	<i>CLUSTER 2</i>	<i>CLUSTER 3</i>	<i>CLUSTER 4</i>
	<i>agricultural robots</i>	<i>automation</i>	<i>artificial intelligence</i>	<i>precision agriculture</i>
	<i>agriculture</i>	<i>iot</i>	<i>crops</i>	
	<i>internet of thing (iot)</i>	<i>irrigation</i>	<i>cultivation</i>	<i>smart agriculture</i>
	<i>internet of things (iot)</i>	<i>sensors</i>	<i>machine learning</i>	<i>smart agricultures</i>
	<i>internet of things</i>	<i>Soil moisture</i>		<i>wireless sensor networks</i>
	<i>internet of things smart farming</i>			
<b>20 itens</b>	<b>7 itens</b>	<b>5 itens</b>	<b>4 itens</b>	<b>4 itens</b>

Também se nota a quantidade de links criados entre essas palavras e a consequente força de ligação entre elas. Nesse cenário, tivemos **190 links** formados e uma força de interligação entre eles de **429**.

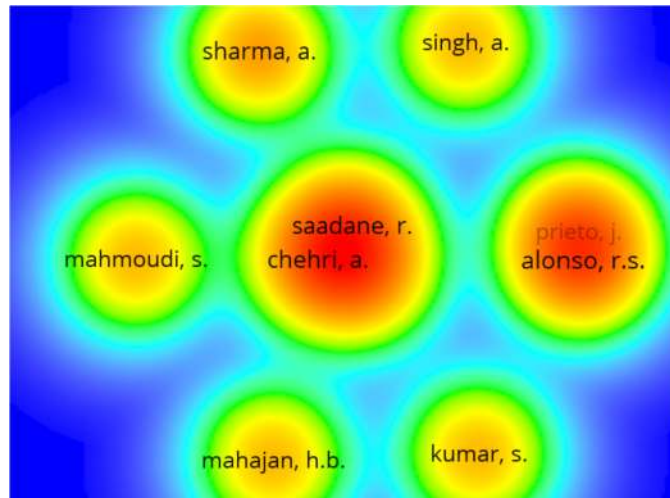
Figura 4: Agrupamento de palavras e correlações entre elas, usando-se a palavra-chave "Smart Farming" E "IoT" no campo de busca. Aqui usou-se a **visualização densa** do VOSviewer.



Fonte: Elaborado pelo autor, usando o software VOSViewer.

Também se nota a quantidade de links criados entre essas palavras e a consequente força de ligação entre elas. Nesse cenário, tivemos **190 links** formados e uma força de interligação entre eles de **5416**.

*Figura 5: Agrupamento dos sete principais agrupamentos de autores e correlações entre eles, usando-se a palavra-chave "Smart Farming" E "IoT". Aqui usou-se a visualização densa.*



*Fonte: Elaborado pelo autor, usando o software VOSviewer.*

A Fig. 5, refere-se ao primeiro lote de buscas, usando-se a palavra-chave "**Smart Farming**" E "**IoT**". Aqui consegue-se visualizar o agrupamento dos sete principais agrupamentos de autores, os quais apareceram com mais frequência na base de dados usada, para a construção na Revisão Sistemática da Literatura.

Também se nota a quantidade de links criados entre essas palavras e a consequente força de ligação entre elas. Nesse cenário, tivemos **8 links** formados e uma força de interligação entre eles de **6**.

Já na Tabela 4, pode-se visualizar a quantidade dos dez principais autores a respeito dessa área do conhecimento. Também se apresenta a quantidade das citações e os respectivos DOIs dos artigos desses pesquisadores:

TABELA 4: RELAÇÃO DOS DEZ PRINCIPAIS AUTORES A RESPEITO DESSA ÁREA DO CONHECIMENTO.

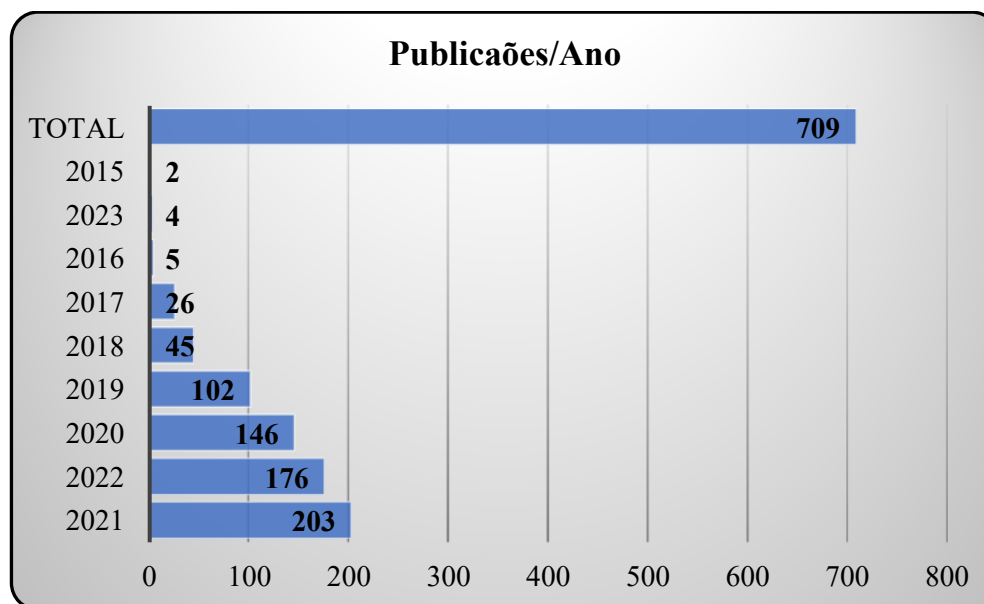
Lista dos Principais Autores / DOI	Quantidades de Citações
<b>Klerkx L., Jakku E., Labarthe P.</b>	<b>291</b>
10.1016/j.njas.2019.100315	291
<b>Rao B.B.P., Saluia P., Sharma N., Mittal A., Sharma S.V.</b>	<b>212</b>
10.1109/ICSensT.2012.6461705	212
<b>Huuskonen J., Oksanen T.</b>	<b>97</b>
10.1016/j.compag.2018.08.039	88

10.1016/j.ifacol.2019.12.568	9
<b>Yang X., Shu L., Chen J., Ferrag M.A., Wu J., Nurellari E., Huang K.</b>	<b>77</b>
10.1109/JAS.2020.1003536	77
<b>Phupattanasilp P., Tong S.-R.</b>	<b>40</b>
10.3390/su11092658	40
<b>Santana-Fernández J., Gómez-Gil J., del-Pozo-San-Cirilo L.</b>	<b>35</b>
10.3390/s101110435	35
<b>Wang X., Chowdhery A., Chiang M.</b>	<b>33</b>
10.1145/2980115.2980119	33
<b>Zhang X., Cao Z., Dong W.</b>	<b>27</b>
10.1109/ACCESS.2020.3013005	27
<b>Catal C., Tekinerdogan B.</b>	<b>25</b>
10.1016/j.procs.2019.09.032	25
<b>Nigam A., Kabra P., Doke P.</b>	<b>21</b>
10.1109/WiMOB.2011.6085361	21
<b>Bishop I.D.</b>	<b>20</b>
10.1016/j.landurbplan.2014.06.001	20

Fonte 3: Elaborado pelo autor

Tomando-se como base a Tabela 4, criou-se a Fig. 6. Neste pôde constatar-se a evolução das Pesquisas e Estudos realizados, nos últimos anos, tomando-se como base essa área do conhecimento:

Figura 6: Quantidade de Publicações Anuais do tema



Fonte 4: Elaborado pelo autor

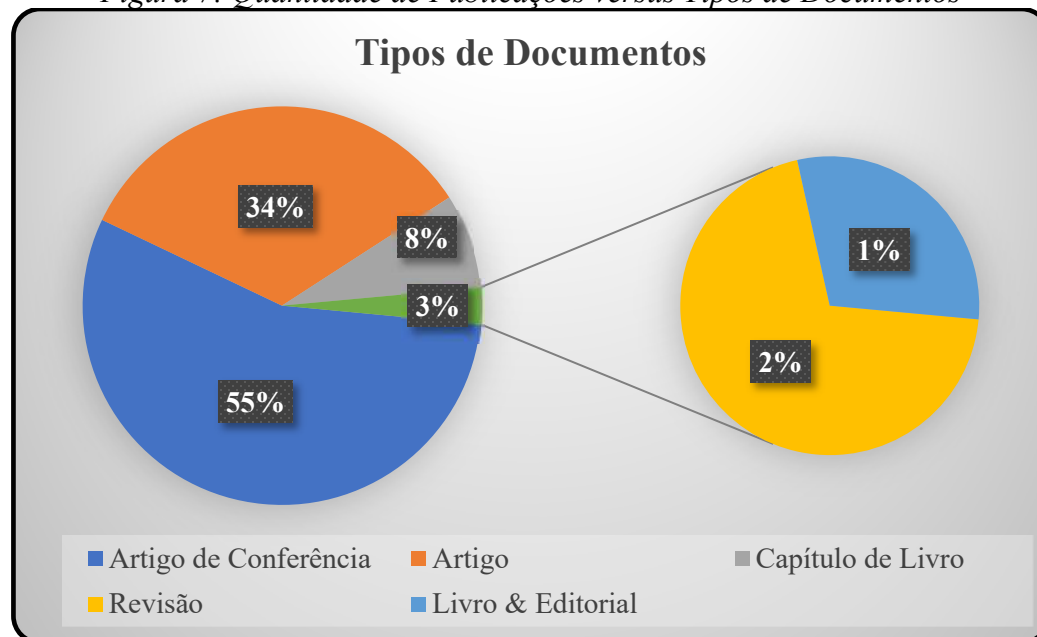
Na Tabela 5, pode-se visualizar a quantidade de publicações de acordo com os tipos de documentos:

**TABELA 5: QUANTIDADE DE PUBLICAÇÕES DE ACORDO COM OS TIPOS DE DOCUMENTOS**

<b>Tipo de Doc</b>	<b>Qtde. de Publicações</b>
Artigo de Conferência	377
Artigo	229
Capítulo de Livro	52
Revisão	14
Livro & Editorial	6
<b>Total</b>	<b>672</b>

Fonte 5: Elaborado pelo autor

*Figura 7: Quantidade de Publicações versus Tipos de Documentos*



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na Fig. 7, pode constatar-se as quantidades de publicações versus as fontes de documentos (Artigos, Artigo de Conferência, Capítulo de Livro e Pesquisa (curta)), nos últimos anos, tomando-se como base essa área do conhecimento.

Já na Tabela 6, pode-se verificar a relação das onze principais fontes publicadoras, no que tange a este campo de estudo:

TABELA 6: RELAÇÃO DAS DEZENOVE PRINCIPAIS FONTES PUBLICADORAS,

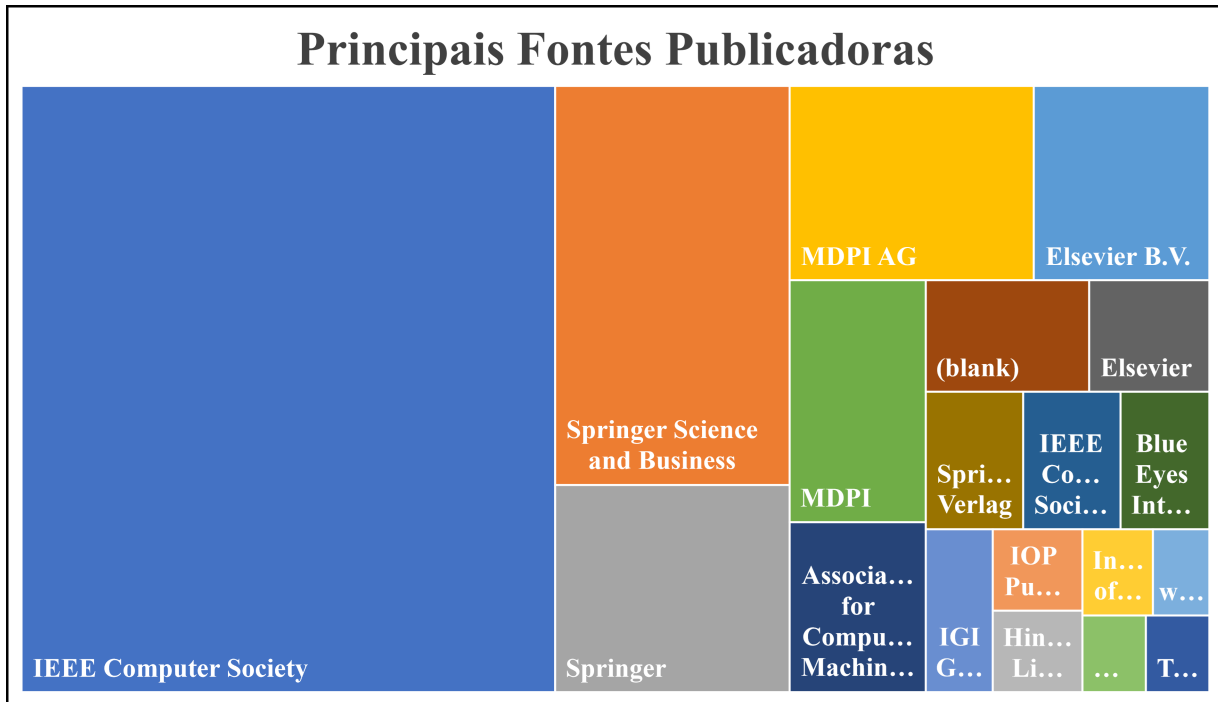
Fonte	Publicações/Ano
IEEE Computer Society	266
Springer Science and Business	77
Springer	40
MDPI AG	39
Elsevier B.V.	28
MDPI	27
Association for Computing Machinery	19
(blank)	15
Elsevier	11
Springer Verlag	11
IEEE Computer Society	11
Blue Eyes Intelligence Engineering and Sciences Publication	10
IGI Global	9
IOP Publishing Ltd	6
Hindawi Limited	6
Institute of Advanced Engineering and Science	5
wiley	4
Elsevier Inc.	4
Tech Science Press	4
<b>Total</b>	<b>592</b>

Na Fig. 8, empregou-se uma ferramenta para a visualização dos dados, ou seja, usou uma representação gráfica denominada por *treemap*, a qual consiste-se numa técnica de visualização para representar dados hierárquicos usando-se de uma distribuição espacial.

Os gráficos *treemaps* exibem dados hierárquicos (árvore-estruturada) como um conjunto de retângulos aninhados. Para cada ramo da árvore é definido um retângulo, que é, então, preenchido com retângulos menores lado a lado, os quais representam sub-ramos. Cada retângulo tem uma área proporcional a uma dimensão especificada nos dados.

Muitas vezes, os ramos são coloridos para mostrar uma dimensão separada dos dados. Como as dimensões de cor e tamanho são correlacionados com a estrutura da árvore (ou do *treemap*) pode-se, muitas vezes, ver padrões que seriam difíceis de detectar em outras formas de visualização. Uma segunda vantagem do *treemapping* é que por construção eles fazem uso eficiente do espaço.

Figura 8: Fontes Publicadoras vs. Qtdes. de Publicações



Fonte 6: Elaborado pelo autor

### 3. DISCUSSÕES & CONCLUSÕES

O tamanho do mercado global de agricultura como serviço foi avaliado em US\$ 2,71 bilhões em 2021 e deve expandir a uma taxa de crescimento anual composta de 14,5% de 2022 a 2030. A Agricultura como serviço, geralmente abreviado como FaaS, é uma estrutura de serviços profissionais que oferecem um conjunto de soluções de gestão agrária. Dá aos agricultores acesso a vários serviços, como ferramentas de agricultura de precisão, análises, serviços de utilidade pública e mão de obra, aluguel de equipamentos e entrada para um público e mercados mais amplos, entre outros.

Fatores como o aumento da adoção de métodos agrícolas modernos, a redução dos custos trabalhistas e o aumento da demanda por alimentos devido ao crescimento da população são os principais fatores atribuídos ao crescimento da indústria. O mercado de *PFaaS* é segmentado como tipo de serviço, modelo de entrega e usuário final.

O segmento de serviços é ainda segmentado em três subsegmentos: soluções de gerenciamento de fazendas, assistência à produção e acesso ao mercado. Os serviços de análise estão preocupados com métricas como monitoramento de rendimento, dados climáticos, dados de germinação, dados de qualidade do solo, etc. são tratados no gerenciamento da fazenda. O acesso aos mercados lida com a eliminação de intermediários e a ligação direta dos agricultores a fornecedores e mercados usando tecnologias como IoT e aplicativos móveis.

O apoio à produção trata da terceirização ou locação de equipamentos e recursos humanos. O modelo de entrega é ainda bifurcado em dois tipos: assinatura e pagamento por uso. No modelo de assinatura, o agricultor aluga os equipamentos por um determinado período. Espera-se que a assinatura surja como uma área das principais oportunidades de remuneração para os principais players do mercado global de agricultura como serviço (*PFaaS*).

No tipo *pay-per-use*, o agricultor paga pelo equipamento cada vez que o utiliza. O *PFaaS* evita o uso indevido de recursos e incentiva o aumento da produtividade das culturas. Devido ao aumento do uso da agricultura como serviço, os agricultores estão se tornando mais proficientes em monitoramento inteligente de gado, gerenciamento de fazendas, compartilhamento de informações e agricultura de precisão, entre outros.

De acordo com um estudo publicado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), “Melhorar o acesso ao mercado para pequenos agricultores”, realizado pelos agricultores que usaram técnicas de *PFaaS* em suas fazendas, notaram uma melhora significativa na qualidade e na quantidade de seus produtos.

De acordo com as conclusões do relatório, os agricultores que venderam os seus produtos através do regime “Out Grower” tiveram um aumento nos seus rendimentos de USD 274 por exploração num ano, ao contrário dos agricultores que aderiram aos métodos tradicionais, que viram um aumento de apenas US\$ 31 por fazenda em um ano.

Os agricultores inscritos no esquema também foram capazes de atender a demanda de pedidos de forma consistente. O modelo foi mapeado em uma cadeia de valor simples que incluía agricultores, varejistas, distribuidores e consumidores. Os agricultores que participaram na intervenção melhoraram os seus métodos de produção hortícola em relação aos que não o fizeram.

Ao participar do programa “Out Grower, os produtores devem praticar uma gestão eficaz da fazenda, que inclui chuva, viveiros de mudas e túneis de proteção de canteiros) o aumento médio da produtividade subiu 17%, de 44% em um ano para 61% em um ano após a inscrição no programa

Tendo-se como base o contexto acima, pode-se agora responder a um dos objetivos específicos propostos nesse trabalho, ou seja, compreender quais são as maiores variáveis e ou elementos, os quais irão propiciar o desenvolvimento e a impulsão do *PFaaS* no segmento agrícola.

Assim, conclui-se que a crescente necessidade de práticas agrícolas tecnologicamente avançadas é um dos principais impulsionadores do setor, enquanto a perda ou má gestão de grandes volumes de dados é uma possível restrição que pode dificultar o crescimento do mercado global de agricultura como serviço (*PFaaS*) até 2027.

#### 4. REFERENCIAS

AKKAŞ, M. A.; SOKULLU, R. An IoT-based greenhouse monitoring system with Micaz motes. **Procedia Computer Science**, The 8th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks (EUSPN 2017) / The 7th International Conference on Current and Future Trends of Information and Communication Technologies in Healthcare (ICTH-2017) / Affiliated Workshops. v. 113, p. 603–608, 1 jan. 2017.

AN, W. et al. Chapter 25 - Agriculture Cyber-Physical Systems. Em: SONG, H. et al. (Eds.). **Cyber-Physical Systems**. Intelligent Data-Centric Systems. Boston: Academic Press, 2017. p. 399–417.

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of Things: A survey. **Computer Networks**, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 28 out. 2010.

BAJER, L.; KREJCAR, O. Design and Realization of Low Cost Control for Greenhouse Environment with Remote Control. **IFAC-PapersOnLine**, 13th IFAC and IEEE Conference on Programmable Devices and Embedded Systems. v. 48, n. 4, p. 368–373, 1 jan. 2015.

CAÑADAS, J. et al. Improving automatic climate control with decision support techniques to minimize disease effects in greenhouse tomatoes. **Information Processing in Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 50–63, 1 mar. 2017.

CHOUDHARY, S. K.; JADOUN, R. S.; MANDORIYA, H. L. Role of Cloud Computing Technology in Agriculture Fields. p. 7, 2016.

DIXON-WOODS, M. et al. Conducting a critical interpretive synthesis of the literature on access to healthcare by vulnerable groups. **BMC Medical Research Methodology**, v. 6, n. 1, p. 35, 26 jul. 2006.

FERRÁNDEZ-PASTOR, F. J. et al. Developing Ubiquitous Sensor Network Platform Using Internet of Things: Application in Precision Agriculture. **Sensors**, v. 16, n. 7, p. 1141, jul. 2016.

GEBBERS, R.; ADAMCHUK, V. I. Precision Agriculture and Food Security. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 828–831, 12 fev. 2010.

HIGGINS, J. P. et al. **Cochrane handbook for systematic reviews of interventions**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2019.

LAMPRINOS, I.; CHARALAMBIDES, M. Experimental Assessment of Zigbee as the Communication Technology of a Wireless Sensor Network for Greenhouse Monitoring. **International Journal of Advanced Smart Sensor Network Systems**, v. 5, n. 3/4, p. 1–10, 30 out. 2015.

LEWIN, S.; GLENTON, C.; OXMAN, A. D. Use of qualitative methods alongside randomised controlled trials of complex healthcare interventions: methodological study. **Bmj**, v. 339, 2009.

LIU, J. Design and Implementation of an Intelligent Environmental-Control System: Perception, Network, and Application with Fused Data Collected from Multiple Sensors in a Greenhouse at Jiangsu, China. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, v. 12, n. 7, p. 5056460, 1 jul. 2016.

LÓPEZ RIQUELME, J. A. et al. Wireless Sensor Networks for precision horticulture in Southern Spain. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 68, n. 1, p. 25–35, 1 ago. 2009.

LÓPEZ-RIQUELME, J. A. et al. A software architecture based on FIWARE cloud for Precision Agriculture. **Agricultural Water Management**, Special Issue: Advances on ICTs for Water Management in Agriculture. v. 183, p. 123–135, 31 mar. 2017.

MARHAENANTO, B.; SONI, P.; SALOKHE, V. M. Development of an internet-based greenhouse control system. v. 22, n. 2, p. 13, 2013.

MARKNTELADVISORS. **Farming-as-a-Service (FaaS) Market Trends and Analysis Report by 2022-27**. Disponível em: <<https://www.marknteladvisors.com/research-library/global-farming-as-a-service-market.html>>. Acesso em: 2 nov. 2022.

MARTÍNEZ, R. et al. A Testbed to Evaluate the FIWARE-Based IoT Platform in the Domain of Precision Agriculture. **Sensors**, v. 16, n. 11, p. 1979, 23 nov. 2016.

MULLA, D. J. Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. **Biosystems Engineering**, Special Issue: Sensing Technologies for Sustainable Agriculture. v. 114, n. 4, p. 358–371, 1 abr. 2013.

NOYES, J. et al. Qualitative Research and Cochrane Reviews. Em: HIGGINS, J. P.; GREEN, S. (Eds.). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2008. p. 571–591.

NOYES, J. Never mind the qualitative feel the depth! The evolving role of qualitative research in Cochrane intervention reviews. **Journal of Research in Nursing**, v. 15, n. 6, p. 525–534, 1 nov. 2010.

PAGE, M. J. et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. **BMJ**, p. n160, 29 mar. 2021.

PANCHAL, V.; PATEL, S.; J.SHUKLA, PROF. A. **Intelligent Greenhouse Design based on Internet of Things(IoT)**. [s.l: s.n.].

PAVITHRAN, M. **GREENHOUSE MONITERING USING INTERNET OF THINGS**. [s.l: s.n.].

PAWLOWSKI, A. et al. Evaluation of event-based irrigation system control scheme for tomato crops in greenhouses. **Agricultural Water Management**, Special Issue: Advances on ICTs for Water Management in Agriculture. v. 183, p. 16–25, 31 mar. 2017.

RAY, P. P. Internet of things for smart agriculture: Technologies, practices and future direction. **Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments**, v. 9, n. 4, p. 395–420, 2017.

STEVENS, K. R. Systematic Reviews: The Heart of Evidence-based Practice. **AACN Advanced Critical Care**, v. 12, n. 4, p. 529–538, 1 nov. 2001.

STEVINSON, C.; LAWLOR, D. A. Searching multiple databases for systematic reviews: added value or diminishing returns? **Complementary Therapies in Medicine**, v. 12, n. 4, p. 228–232, 1 dez. 2004.

VOORSLUYS, W.; BROBERG, J.; BUYYA, R. Introduction to Cloud Computing. Em: **Cloud Computing**. [s.l.] John Wiley & Sons, Ltd, 2011. p. 1–41.

ZAMORA-IZQUIERDO, M. A. et al. Smart farming IoT platform based on edge and cloud computing. **Biosystems Engineering**, Intelligent Systems for Environmental Applications. v. 177, p. 4–17, 1 jan. 2019.

### Biographies



**Rodrigo Costa**, at this moment is a PhD student in the Post-Graduate Program in Electrical Engineering at Polytechnic School of the University of São Paulo. He has got a master's degree in Manufacturing Engineering at Federal University of Goiás (UFG), Hybrid-Electric Vehicle Specialist at Institute Maua of Technology, and another one in Industry 4.0 Specialization at Senai Faculty of Mechatronics Technology of São Paulo. He also has got a bachelor's degree in mechanical engineering at São Judas Tadeu University (USJT) and another one in Technologist in Materials & Processes at Faculty of Technology of São Paulo (FATEC-SP). He currently works as a Supplier Development Manager, inside of a large multinational manufacturer of machinery and agricultural implements in the interior of São Paulo. Among the areas which he has been specializing in recent years, can be mentioned: Industry 4.0, Internet of Things (IoT), Augmented Reality, Advanced Manufacturing, Big Data and Smart Factories. In the corporate scope, he has a career of more than 14 years of experience into Product Engineering & Marketing, Process & Manufacturing Engineering and Product Support (After-Sales).



**Carlos FREDerico Meschini Almeida**, graduation at Engenharia Elétrica São Paulo Capital from Universidade de São Paulo (2003), master's at Electric Engineering from Universidade de São Paulo (2007) and doctorate at Electric Engineering from Universidade de São Paulo (2011). Has experience in Electric Engineering, focusing on Transmission of the Electric Energy, Distribution of the Electric Energy.



**Fernando José Barbin Laurindo**, Graduate at Production Engineering from Universidade de São Paulo (1984), graduate at Law from Universidade de São Paulo (1996), master's at Production Engineering from Universidade de São Paulo (1995) and ph.d. at Production Engineering from Universidade de São Paulo (2000). Head of the Production Engineering Department at Polytechnic School of the University of São Paulo. President of Graduation Comitee of the Polytechnic School of the University of São Paulo. Experience in Production Engineering, acting on the following subjects: information technology strategy, business strategy, information technology evaluation, information technology planning and management.