

**INTERNET OF THINGS (IOT) NO AGRONEGÓCIO: Uma revisão bibliométrica
sobre o campo de pesquisa**

**Eduardo Corneto Silva,
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
eduardo_corneto@hotmail.com**

**Márcia Maria dos Santos Bortolucci Espejo,
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
marciabortolucci@gmail.com**

RESUMO

O objetivo deste estudo bibliométrico foi identificar como se estrutura o campo de pesquisa sobre a internet das coisas (IoT) no agronegócio e especificamente no segmento agropecuário. Como método de pesquisa foi realizada uma análise bibliométrica com 205 artigos identificados na base de dados Scopus que tratam da IoT no Agronegócio e de maneira específica na agropecuária. Com base nos artigos selecionados foram realizadas análise descritiva e análises bibliométricas como a de co-palavras, auxiliada pelo software VOSViewer, e a análise de co-citação, permitida pelo software Bibexcel. Os principais resultados das análises bibliométricas são a criação de um mapa de co-ocorrência de termos e uma matriz de co-citação que serviu como amostra para a realização de uma Análise Fatorial Exploratória. Foi possível identificar que o tema ainda é novo na pesquisa acadêmica, surgindo um maior número de publicações a partir de 2017. Este artigo traz como contribuição para os acadêmicos a análise e sintetização do estado da arte em relação à literatura publicada sobre a utilização da internet das coisas no campo rural. Para a prática gerencial este estudo contribui ao evidenciar exemplos de aplicações empíricas que os trabalhos selecionados para esta bibliometria trazem.

Palavras-chave: Internet das coisas; IoT; Agropecuária; Co-citação; Agricultura de precisão.

1 INTRODUÇÃO

Internet of Things (IoT) ou em português “Internet das coisas” pode ser entendido como um sistema em rede altamente dinâmico e distribuído que é composto por um número elevado de objetos inteligentes que produzem e consomem informação de maneira autônoma (Miorandi et al., 2012; Tan & Wang, 2010). A ideia da internet das coisas é a presença em torno de nós de um grande número de coisas (objetos), sensores, medidores, telefones, aparelhos domésticos, máquinas industriais e outros, que por meio de esquemas de endereçamento individuais são capazes de se comunicar com outros aparelhos via internet ou outra identificação como rádio frequência (Gershenfeld et al., 2004; Tan & Wang, 2010).

Em um estudo realizado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) destacou-se que o potencial de ganho econômico mundial que a IoT pode trazer para o ambiente rural pode chegar a mais de US\$ 350 bilhões em 2025 (BNDES, 2017). No ambiente rural e em suas variadas atividades a adoção da IoT pode trazer ganhos de eficiência na produtividade, melhoria da segurança alimentar e redução de custos com insumos e produção, o que, por consequência, interfere na competitividade dos produtores agropecuários diante do mercado nacional e internacional (Balamurugan et al., 2016; BNDES, 2017).

Dentro do setor do agronegócio e em seus variados segmentos e atividades, estudos sobre a utilização da IoT trazem como possibilidades de utilização a sua aplicação no monitoramento, controle, logística e predição (Dinesh & Ramesh, 2018; Talavera et al., 2017). Como algumas das possibilidades de monitoramento estão o monitoramento de plantas, condições climáticas, solo, água, e de animais (Balamurugan et al., 2016; Dinesh & Ramesh, 2018; Slamet et al., 2018). Como ferramenta de controle pode-se encontrar a IoT no controle de irrigação, fertilizantes e pesticidas, iluminação e acesso (Balamurugan et al., 2016; Talavera et al., 2017). Na perspectiva de predição os dispositivos de IoT fornecem informações e ferramentas para tomada de decisões sobre condições ambientais, estimativa de produção e crescimento da colheita (Dinesh & Ramesh, 2018; Talavera et al., 2017). Por fim, a IoT permite aplicações para a comercialização, transporte de produtos e na gestão da cadeia de suprimentos agroalimentar (Corallo et al., 2018; Dinesh & Ramesh, 2018).

Com o avanço do estudo sobre a IoT e percepção de sua utilização dentro do agronegócio, principalmente nas atividades agropecuárias, surgem cada vez mais estudos relacionando estas duas variáveis. Diferentes estudos buscam desenvolver, aplicar ou até observar a utilização e impactos da tecnologia de IoT dentro de atividades pecuárias, agrícolas, de comercialização, logística entre outras. Todavia, este crescente número de estudos está disponível em diferentes periódicos de distintos países, tornando-se necessária uma observação geral de como está se comportando as pesquisas dentro desta temática. Diante deste cenário a questão de pesquisa que orienta este estudo é “Como está estruturado o campo de pesquisa sobre a utilização da internet das coisas (IoT) no agronegócio e especificamente no segmento agropecuário?”. Espera-se com a realização desta análise bibliométrica alcançar o objetivo de identificar como se estrutura o campo de pesquisa sobre a internet das coisas (IoT) no agronegócio e especificamente no segmento agropecuário.

Como método de pesquisa foi realizada uma análise bibliométrica com artigos identificados na base de dados Scopus que tratam da IoT no Agronegócio e de maneira específica na agropecuária. No total foram 205 artigos selecionados após busca na base de dados com as palavras-chave determinadas e a aplicação dos filtros para limitação de estudos aos que possuíam maior relevância para a pesquisa. Para análise foram realizadas uma análise descritiva da amostra, além de análises bibliométricas como a de co-palavras, que é suportada pelas informações contidas nos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos, e a de co-citação que utiliza as referências citadas pelos artigos da amostra para construir uma matriz de co-citação que mostra a frequência com que artigos são citados em conjunto.

Como resultados principais foram identificados: os journals que mais publicam sobre o tema e como tem se comportado a publicação científica ao longo dos anos. Junto a isso, a análise bibliométrica permitiu construir um mapa de co-ocorrência de termos, por meio da análise de conteúdo realizada pelo software VOSViewer, que evidencia quatro agrupamentos que demonstram uma estrutura de relação conceitual formada por termos citados em conjunto nos artigos. Além disso, por meio da análise de co-citação, software Bibexcel, e da Análise Fatorial Exploratória, utilização do software SPSS, foi possível identificar cinco categorias diferentes que representam subcampos de estudo dentro da temática da IoT no agronegócio.

Como contribuições deste estudo para a academia acredita-se que a análise e sintetização do estado da arte sobre a utilização da internet das coisas no agronegócio, de maneira especial a agropecuária, trará uma perspectiva de como a pesquisa está estruturada

cientificamente e quais podem ser as ações adotadas para sedimentar este campo do conhecimento. As contribuições para a prática se evidenciam nos exemplos de aplicações empíricas que os estudos selecionados para esta bibliometria trazem.

Após esta introdução é apresentada uma breve síntese da literatura sobre IoT e sua aplicação no agronegócio. Uma descrição detalhada dos procedimentos metodológicos realizados neste estudo é apresentada na seção de métodos. Em seguida os resultados da análise descritiva e bibliométrica são apresentados, finalizando com as principais considerações finais e perspectivas futuras de estudo.

2 INTERNET OF THINGS (IOT) E SUA APLICAÇÃO NO AGRONEGÓCIO

O termo *Internet of Things (IoT)*, ou “internet das coisas”, sua tradução para o português, é usado para se referir a duas perspectivas: infraestrutura tecnológica e serviço (Miorandi et al., 2012; Tan & Wang, 2010). Na perspectiva de infraestrutura tecnológica a IoT é vista como uma rede global formada por dispositivos inteligentes, coisas, que são conectados à internet e que dependem de tecnologias de processamento de informações, comunicação e sensores como a Radio Frequency Identification – RFID e a Wireless Sensor Networks – WSNs para se comunicarem de maneira independente entre os dispositivos e entre os dispositivos e os usuários finais (Miorandi et al., 2012; Tan & Wang, 2010). Como um serviço a IoT é um sistema em rede altamente dinâmico e distribuído composto por uma grande quantidade de objetos inteligentes que produzem e consomem informação interagindo uns com os outros no espaço e no tempo (Miorandi et al., 2012).

Duas tecnologias são fundamentais para o funcionamento da IoT. A primeira é a tecnologia de identificação por rádio frequência (Radio Frequency Identification – RFID), essa tecnologia permite que microchips transmitam informações de identificação para leitores sem fio de outros dispositivos que se utilizam da mesma tecnologia (Da Xu et al., 2014; Gershenfeld et al., 2004). A segunda tecnologia de base para a IoT é a rede de sensores sem fio (wireless Sensor Networks – WSNs) que utiliza sensores inteligentes que estão interconectados para detectar e monitorar (Da Xu et al., 2014; Gershenfeld et al., 2004). Além dos citados, outras tecnologias e dispositivos como código de barras, redes sociais, telefones celulares, TV's e computação em nuvem, estão conjuntamente sendo usados na formação de uma extensa rede de apoio para a IoT (Lin et al., 2017).

As pesquisas sobre IoT estão se tornando cada vez mais populares devido a visão de que a internet das coisas fornece diversas oportunidades para os usuários físicos, empresas e órgãos públicos (Miorandi et al., 2012). Para pessoas físicas ou grupo de pessoas os benefícios e usabilidade da IoT já podem ser visualizados em sistemas de “casas inteligentes” ou “edifícios inteligentes” (Lin et al., 2017). Para as indústrias uma ampla gama de aplicações da internet das coisas foi desenvolvida e implantada nos últimos anos na Indústria 4.0 (Da Xu et al., 2014). Essa aplicabilidade pode ser observada em diversos setores produtivos como cuidados com saúde, monitoramento ambiental, inventário, segurança, gestão da produção, entre outros (Miorandi et al., 2012).

Muitos países percebendo o potencial econômico que a IoT pode trazer, já estão desenvolvendo pesquisas a fim de avançar na utilização desse sistema (Da Xu et al., 2014). Como cita os autores Da Xu et al. (2014) e Gershenfeld, Krikorian e Cohen (2004) diversas ações de países podem ser apresentadas: a China por exemplo pretende investir US\$ 800 milhões de dólares até 2020 em empresas que desenvolvem internet das coisas; o Conselho Nacional de Inteligência dos Estados Unidos já lista a IoT como uma das seis “Tecnologias Civis disruptivas” que impactam diretamente na vida da população.; e o Japão lançou em 2008 e 2009 programas que utilizam IoT para ajudar na vida diária da população.

Como apontado anteriormente, *Internet of Things* está se tornando presente no desenvolvimento de inovação em diversos processos produtivos de empresas automobilísticas, de alimentos, segurança, entre outros (Gershenfeld et al., 2004). Contudo, não é apenas em cidades e empresas que a IoT pode colaborar para a melhoria de produtos ou prestação de serviços. A utilização da IoT vem ganhando espaço em algumas ações também em ambientes rurais e no agronegócio (Jayashankar et al., 2018; Slamet et al., 2018; Talavera et al., 2017).

Os temas de estudo e as aplicações da IoT no agronegócio abordam várias atividades da cadeia produtiva tanto na produção agrícola, como na pecuária (Balamurugan et al., 2016; Dlodlo & Kalezhi, 2015; Talavera et al., 2017). Na agricultura exemplos de sua aplicação são: monitoramento das plantas e solos, monitoramento do ambiente e clima, chegando até o controle de fornecimento da cadeia de suprimento agrícola (Anitha et al., 2018; Balamurugan et al., 2016; Negrete, 2018). Por meio de chips, sensores e rede de banda larga a IoT agrícola pode integrar terras agrícolas, máquinas, insumos, produtos e clientes (Balamurugan et al., 2016; Negrete, 2018). Isso trará benefícios como a melhoria da utilização de insumos, redução dos custos para produção, aumento de lucros, sustentabilidade dos cultivos,

segurança alimentar e confiabilidade por parte dos clientes (Balamurugan et al., 2016; Jayashankar et al., 2018).

Na pecuária algumas das aplicações encontradas para a IoT são: monitoramento da localização e comportamento dos animais, monitoramento da saúde e bem-estar dos animais, acompanhamento do peso e alimentação do rebanho e rastreabilidade de vacinas e medicamentos (BNDES & MCTIC, 2017; Dlodlo & Kalezhi, 2015). Essas aplicações permitirão que os pecuaristas acompanhem em tempo real a evolução e desenvolvimento do seu rebanho, facilitando que ações contra doenças, parasitas, estresse, roubos de animais e perda de peso repentina, entre outros problemas, sejam tomadas imediatamente sem que a qualidade da carne seja afetada ou os lucros diminuam (BNDES & MCTIC, 2017).

Não só dentro do campo a IoT se faz promissora, pois outras etapas que compõem a cadeia do agronegócio também tem o potencial de se beneficiar com essa tecnologia (Negrete, 2018; Talavera et al., 2017). Como exemplo, pode-se observar seu potencial de uso no transporte dos produtos até seus revendedores, no monitoramento do estado do produto e demanda nas gôndolas dos supermercados ou dentro dos refrigeradores e até na disponibilização para o usuário de informações sobre o processo produtivo do produto que ele irá consumir (Slamet et al., 2018; Talavera et al., 2017).

3PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Como método para execução deste estudo foi realizada uma análise bibliométrica da literatura sobre a utilização da internet das coisas (IoT) no agronegócio. A análise bibliométrica consiste em empregar uma abordagem quantitativa para sintetizar, descrever, avaliar e monitorar as pesquisas que foram publicadas sobre determinado campo de estudo (Zupic & Čater, 2015). Além disso, o método bibliográfico pode medir índices de produção, temas de pesquisa e disseminação do conhecimento científico (Araújo, 2006).

Os procedimentos bibliométricos não são novos, entretanto com a adequação das bases de dados para este tipo de análise e surgimento de softwares de análise bibliométrica e estatística, sua utilização passou a ser mais difundida (Zupic & Čater, 2015). Zupic e Čater (2015) apresentam cinco principais métodos bibliométricos: a análise de citação, a análise de co-citação e o acoplamento bibliográfico, todos eles utilizam dados de citação dos artigos para construir medidas de influência e similaridade; o quarto método é a análise de coautor que

identifica a colaboração de autores em trabalhos científicos; e como quinto método tem-se a análise de co-palavras que tem como resultado a identificação de conexões entre termos que co-ocorrem nos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos. Neste artigo serão adotadas as análises de co-citação e co-palavras.

A análise de co-citação é realizada por meio da contagem de co-citações para construir similaridade entre artigos, autores ou periódicos (Zupic & Čater, 2015). Como a co-citação é a frequência com que duas unidades são citadas em conjunto, quanto maior a ocorrência de dois itens em conjunto, maior a chance de o conteúdo tratado nos itens serem relacionados (Araújo, 2006; Zupic & Čater, 2015). Já a análise de co-palavras é uma técnica de análise de conteúdo que, por meio das palavras que aparecem em documentos, permite construir uma estrutura conceitual e demonstrar as relações entre conceitos devido a frequência de co-ocorrência de palavras em documentos (Zupic & Čater, 2015).

Como procedimento de seleção dos artigos para o estudo bibliométrico foi utilizada uma abordagem sistemática para examinar a literatura existente. O repositório científico escolhida para busca da literatura foi a *Scopus*, uma base de dados conceituada na comunidade acadêmica, de propriedade da Elsevier. Como estratégia de busca foram utilizadas palavras-chave relacionadas a IoT, ao agronegócio e de maneira específica ao segmento da agropecuária. As palavras utilizadas foram: *Internet of Things*; agribusiness; agricultural; agriculture; farming; precision agriculture; livestock; husbandry; precision livestock; forestry; silviculture e fishing. Os termos utilizados relacionados a agropecuária dizem respeito as atividades da agricultura, pecuária, silvicultura e pesca que segundo Barros et al. (2014) fazem parte do segmento agropecuário que constitui o agronegócio. Além disso, foram utilizados os próprios termos agronegócio e agricultura e pecuária de precisão que são termos que aparecem com frequência em pesquisas desta temática. A busca na base de dados foi realizada pelo cruzamento da palavra *Internet of Things* AND as demais palavras relacionadas ao agronegócio e agropecuária. As buscas foram restritas ao título, resumo e palavras-chave dos documentos.

A busca inicial na base de dados foi realizada em junho de 2020 e resultou na identificação de 3204 documentos. Como filtros utilizados a fim de restringir os documentos aos que possuem maior chance de atender o objetivo da pesquisa foram escolhidos: tipo de documento ser artigo, idioma inglês, espanhol ou português, e área de pesquisa ser Business, Management and Accounting ou Agricultural and Biological Sciences, duas subáreas já

definidas pela base de dados. Após aplicação dos filtros a quantidade de documentos foi limitada a 205 artigos. Com a finalização da busca foi extraído um arquivo no formato RIS, contendo as informações bibliométricas destes 205 artigos, que serviram como base para as análises bibliométricas.

Os métodos bibliométricos realizados neste estudo foram as análises de co-palavras e co-citação. A análise de co-palavras deu origem a um mapa de co-ocorrência de termos que foi estabelecido pela análise de conteúdo dos títulos, resumos e palavras-chave dos 205 artigos que compuseram a amostra de estudo. Para construção desse mapa de co-ocorrência foi utilizado o software VOSViewer, software livre que permite a construção e visualização de redes bibliométricas. Desta análise de co-palavras foram identificados quatro agrupamentos que na seção de resultados são discutidos e relacionados com as categorias que emergiram da Análise Fatorial Exploratória (EFA).

Para a análise de co-citação foi utilizado o software grátis de análise bibliométrica Bibexcel criado por Persson et al. (2009) e recomendado por vários autores como uma ferramenta de operacionalização de revisões bibliométricas (Quevedo-Silva et al., 2016; Vanz & Stumpf, 2010; Zupic & Čater, 2015). Os dados necessários para realizar a análise: referências citadas, título, autores, resumo, palavras-chave e ano de publicação, advêm do arquivo RIS extraído do *Scopus*. Os procedimentos para construção da matriz de co-citação, por meio do Bibexcel, foram seguidos conforme orientações de Quevedo-Silva et al. (2016). Como principais informações deste processo destacam-se: 205 artigos compuseram a amostra utilizada; foram identificadas 5573 co-citações a partir da amostra inicial; os arquivos gerados pelo Bibexcel contendo as referências citadas foram corrigidos manualmente para evitar que erros de digitação e citação pudessem interferir na contagem da frequência dos artigos; e por fim, foram selecionados para a construção da matriz de co-citação 65 artigos que possuíam no mínimo três citações cada. Criou-se ao fim do processo uma matriz de co-citação de 65 linhas por 65 colunas utilizada para a realização da Análise Fatorial Exploratória.

Por meio da análise de co-citação é possível identificar autores que se correlacionam e formam um campo ou subcampo de estudo (Quevedo-Silva et al., 2016; Zupic & Čater, 2015). Para esta análise foi utilizada a Análise Fatorial Exploratória (EFA) que corresponde a uma técnica de análise estatística que permite reduzir dados que se correlacionam em fatores (Hair et al., 2009). Para realização da EFA foram selecionados o método de componentes principais e a rotação Varimax, além disso, foram seguidos os procedimentos definidos por

Hair et al. (2009) como a avaliação do KMO individual e geral, acima de 0,5 e teste de esfericidade de Bartlett com significância $< 0,05$. Assim como realizado por Quevedo-Silva et al. (2016) e seguindo as definições de Hair et al. (2009) a omissão de variáveis para adequação da amostra se deu devido a comunalidade de cada variável estar abaixo de 0,5, e de variáveis que mesmo com carga acima de 0,5 estavam presentes em mais de um fator por vez. Foram excluídas uma variável por vez e rodados os testes novamente até que a amostra estivesse dentro dos parâmetros definidos por Hair et al. (2009).

No total foram omitidas 6 variáveis restando 59 variáveis na amostra. Ao final da última rodada da AFE foram identificados 16 fatores que correspondem a 75,58% da Variância Total Explicada, estando acima do recomendado por Hair et al. (2009) que é de 60%. Também baseado no autor foi realizado o teste de confiabilidade interna dos fatores de forma individual observando em todos os fatores um Alfa de Cronbach superior a 0,8, acima do limite de aceitabilidade de 0,7. Apenas os cinco fatores com maior número de variáveis correlacionadas, foram nomeados conforme o tema a qual tratam seus artigos, variáveis, que o compõem. Os resultados são mostrados na seção a seguir.

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

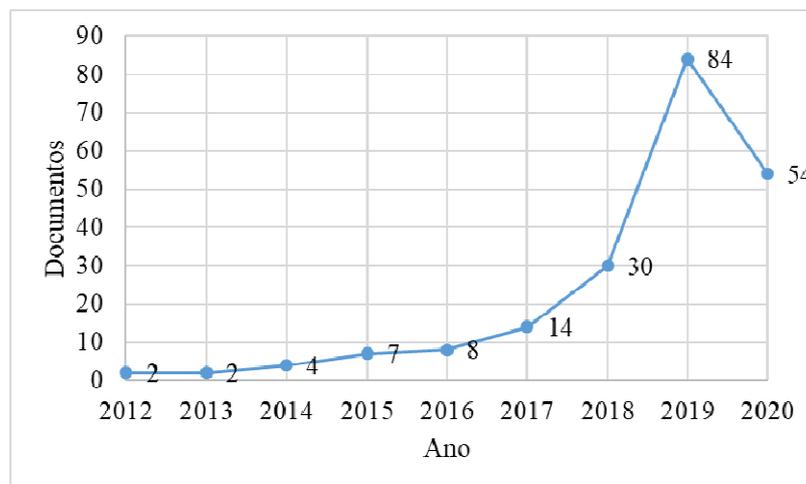
Neste capítulo são apresentados os resultados extraídos das análises dos dados. Primeiro, apresenta-se uma breve análise descritiva da amostra de artigos utilizados para esta bibliometria. Segundo, evidencia-se os resultados da análise de co-palavra decorrente de uma análise de conteúdo dos resumos dos artigos utilizados, o que gerou um mapa de co-ocorrência de termos. Além disso, são apresentados os resultados de uma análise de co-citação que serviu como base para a realização de uma Análise Fatorial Exploratória, que permitiu identificar cinco grupos de fatores que representam subcampos de estudo dentro da temática da IoT no agronegócio.

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA DA AMOSTRA

A novidade do tema pesquisado pode ser observada pelo recente período de publicação de artigos sobre, Figura 1. Levando em consideração a amostra selecionada os primeiros dois artigos datam do ano de 2012, tendo um tímido crescimento nos cinco anos que seguiram,

fechando 2017 com 14 artigos. A partir de 2018 o número de artigos chegou a crescer 600% tendo seu pico, 84 artigos no ano de 2019. Apenas os três últimos anos, 2018, 2019 e 2020, correspondem a 82% do total de artigos selecionados. Isto demonstra a relevância que o tema tem tomado na prática e na academia. As pesquisas publicadas em 2020 já somam 54 no total, e levando em consideração o período de levantamento dos dados da pesquisa, junho de 2020, acredita-se que o tema continua em destaque.

Figura 1: Quantidade de artigos publicados por ano.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 1 traz os *deejournals* que mais publicam sobre a utilização da IoT no agronegócio. Algumas informações sobre os *journals* merecem destaque. No total foram identificados 68 *journals* que possuem ao menos um artigo sobre o tema. Deste total a concentração de artigos publicados em quatro destes *journals* representa 51% do total de estudos. Os maiores números de artigos foram publicados pelos *journals* Computers And Electronics in Agriculture com 39 artigos, o International Journal of Recent Technology and Engineering com 29 trabalhos e o International Journal of Scientific And Technology Research e Revista de la Facultad de Agronomia com 18 artigos cada.

Tabela 1: Journals com maior número de artigos publicados.

Journal	Documentos	% Total de artigos	% Acumulada
Computers And Electronics In Agriculture	39	19%	19%
International Journal Of Recent Technology And Engineering	29	14%	33%
International Journal Of Scientific And Technology Research e Revista de la Facultad de Agronomia	18	9%	42%

Research			
Revista De La Facultad De Agronomia	18	9%	51%
International Agricultural Engineering Journal	8	4%	55%
Information Processing In Agriculture	6	3%	58%
International Journal Of Agricultural And Biological Engineering	6	3%	60%
Advance Journal Of Food Science And Technology	3	1%	62%
Advances In Science Technology And Engineering Systems	3	1%	63%
International Journal On Advanced Science Engineering And Information Technology	3	1%	65%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Identificou-se, além disso, que 57 *journals* possuem, no máximo, 2 artigos publicados sobre o tema estudado. Isto evidencia a alta concentração de estudos em alguns poucos *journals* e a baixa abertura das revistas internacionais e nacionais para publicação sobre o tema.

4.2 MAPA DE CO-OCORRÊNCIA DE TERMOS E ANÁLISE FATORIAL DA MATRIZ DE CO-CITAÇÃO

Por meio da análise fatorial foi possível categorizar as co-citações dos artigos que compõem a amostra do estudo, Tabela 2. A análise fatorial resultou em 16 fatores identificados que representam 75,58% da variância total explicada. Entretanto, serão apresentados a seguir apenas os cinco fatores que mais possuem variáveis correlacionadas. Baseado na leitura dos resumos dos 37 artigos que representam as 37 variáveis divididas entre os cinco fatores, foi possível dividir as referências em categorias que representam subcampos de estudo dentro da temática da IoT no agronegócio: (Fator 1) Utilização de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) para gestão agrícola; (Fator 2) A internet das coisas (IoT) na agricultura de precisão; (Fator 3) Adoção de Redes de Sensores Sem Fio (WSN) na agricultura de precisão; (Fator 4) Internet das coisas (IoT) e suas perspectivas de utilização na agricultura; e (Fator 5) Rede de Sensores Sem Fio (WSN) e suas perspectivas de utilização na agricultura.

Na primeira categoria denominada, utilização de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) para gestão agrícola, estão incluídos 9 estudos. Estes estudos abordam a

utilização de diferentes dispositivos da chamada “internet futura”, baseados em tecnologia da informação e comunicação, para a gestão agrícola. Estes dispositivos, segundo os estudos, podem auxiliar na rastreabilidade de alimentos, monitoramento do solo, acompanhamento da cadeia de suprimentos agrícolas, fornecimento de informações, e outras atividades que facilitam a tomada de decisão na gestão agrícola. Os principais estudos desta categoria conforme o número de citações são: “On-The-Go Soil Sensors For Precision Agriculture” dos autores Adamchuk et al. (2004) com 763 citações; “Big Data In Smart Farming: Review” publicado por Wolfert et al. (2017) com 706 citações; e “Food Traceability As An Integral Part Of Logistics Management In Food And Agricultural Supply Chain” de Bosona e Gebresenbet, (2013) com um total de 406 citações.

Tabela 2: Análise Fatorial da matriz de co-citação.

Análise fatorial exploratória					
Componente					
Autores	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5
Lehmann, R.J. et al. (2012)	0,872				
Fountas, S. et al. (2015)	0,807				
Bosona & Gebresenbet (2013)	0,801				
Kruize, J.W. et al. (2016)	0,800				
Verdouw, C.N. et al. (2013)	0,777				
Kaloxylas, A. et al. (2012)	0,766				
Yan-E, D. et al. (2011)	0,724				
Adamchuk, V.I. et al. (2004)	0,548				
Wolfert, S. et al. (2017)	0,533				
Medela, A. et al. (2013)		0,881			
Pahuja, R. et al. (2013)		0,838			
Aubert, B.A. et al. (2012)		0,780			
Pang, Z. et al. (2015)		0,754			
Tzounis, A. et al. (2017)		0,709			
Kamilaris, A. et al. (2017)		0,658			
Gubbi, J. et al. (2013)		0,592			
Ojha, T. et al. (2015)		0,563			
Talavera, J. M. et al. (2017)		0,562			
Akyildiz, I.F. et al. (2002)			0,863		

Gebbers, R. et al. (2010)	0,830
Baggio, A. et al. (2004)	0,816
Ruiz-Garcia, L. et al. (2009)	0,799
Kamilaris, A. et al. (2016)	0,724
Zhang, N. et al. (2002)	0,694
Channe, H. et al. (2015)	0,634
Sundmaeker, H. et al. (2010)	0,776
Patil, K.A. et al. (2016)	0,731
Ashton, K. (2009)	0,700
Ahmed, N. et al. (2018)	0,613
Baranwal & Pateriya (2016)	0,612
Muangprathub, J. et al. (2019)	0,612
Dursun, M. et al. (2011)	0,807
Akyildiz, I.F. et al. (2002)	0,802
Yick, J. et al. (2008)	0,760
Viani, F. et al. (2017)	0,732
Allen, R.G. et al. (1998)	0,697
Kalaivani, T. et al. (2011)	0,689

Fonte: Elaborado pelos autores.

A segunda categoria, a internet das coisas (IoT) na agricultura de precisão, traz artigos que tratam diretamente da utilização da internet das coisas (IoT) na agricultura de precisão. Os 9 artigos que compõem esta categoria trazem questões como: a utilização da IoT no campo, no monitoramento e controle de condições climáticas e do solo, criação de valor na produção, desafios futuros, criação de dados por meio da IoT e agricultura de precisão. Com isso, é possível observar que os artigos que compõem esta categoria são usados em conjunto para argumentar a adoção da IoT como forma de realizar atividades que geram valor para o campo agrícola e que são permitidas pela agricultura de precisão. Os artigos com maior relevância que compõem esta categoria são: “*Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, And Future Directions*” de autoria de Gubbi et al. (2013) que possui 9305 citações; “*Wireless Sensor Networks For Agriculture: The State-Of-The-Art In Practice And Future Challenges*” de Ojha et al. (2015) com um total de 421 citações; e “*It As Enabler Of Sustainable Farming: An Empirical Analysis Of Farmers Adoption Decision Of Precision Agriculture Technology*” com 262 citações e publicação dos autores Aubert et al. (2012).

Adoção de Redes de Sensores Sem Fio (WSN) na agricultura de precisão é o nome dado ao terceiro grupo de artigos que compõem a categoria três. Esta categoria é composta por 7 estudos que abordam no geral temas como rede de sensores sem fio, conhecido como Wireless Sensor Networks-WSN, agricultura de precisão, sensores, gerenciamento de informações, adoção de tecnologias no campo e agricultura inteligente. Estes artigos compõem uma discussão não ligada diretamente a IoT, mas sim a adoção da tecnologia WSN para compor uma rede de sensores que auxiliarão no desenvolvimento de uma agricultura de precisão. Os artigos mais relevantes nesta categoria conforme número de citações são: “A Survey On Sensor Networks” de autoria de Akyildiz et al. (2002); “Precision Agriculture - A Worldwide Overview” de Zhang et al. (2002); e “A Review Of Wireless Sensor Technologies And Applications In Agriculture And Food Industry: State Of The Art And Current Trends” que tem como autores Ruiz-Garcia et al. (2009). Estes artigos possuem respectivamente 17654, 966 e 663 citações cada.

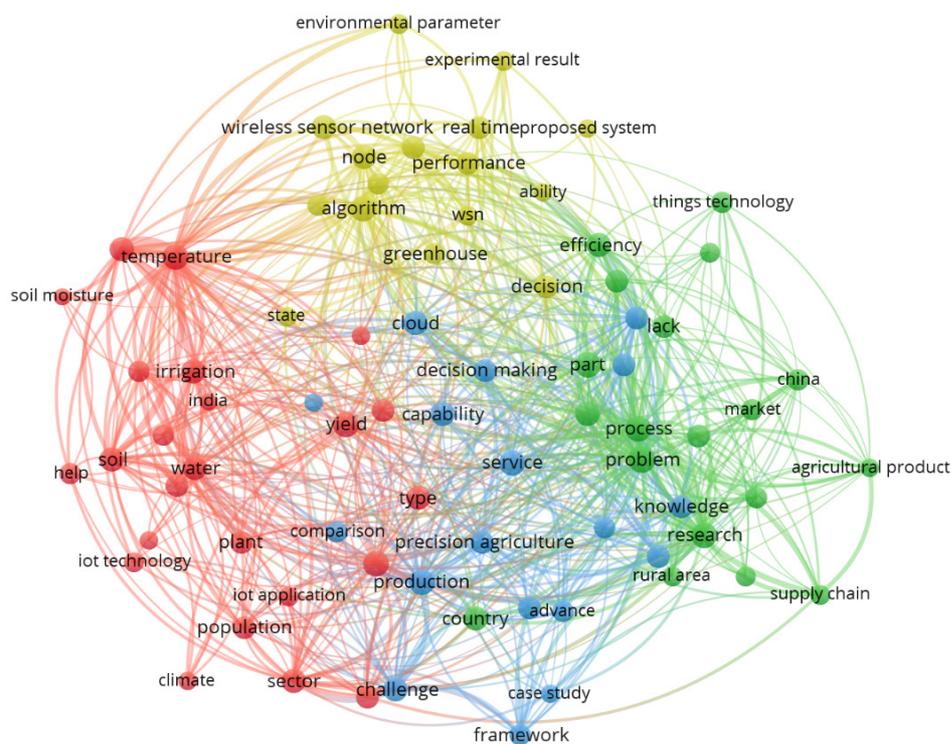
A quarta categoria intitulada, internet das coisas (IoT) e suas perspectivas de utilização na agricultura, é composta por 6 artigos. Os artigos que compõem esta categoria trazem assuntos como: a visão e desafios da IoT, o futuro da IoT, agricultura inteligente, dispositivos inteligentes, implementação da IoT na agricultura, fazenda inteligente e outros. Pode-se concluir que estes artigos são utilizados em trabalhos para apresentar a tecnologia IoT e demonstrar quais são suas possibilidades e desafios de aplicação no campo agrícola para permitir a realização de uma agricultura inteligente. Os artigos desta categoria mais citados em trabalhos acadêmicos são “That “*Internet of Things*” Thing” dos autores Ashton (2009) com 4262 citações; “Vision And Challenges For Realising The *Internet of Things*” de Sundmaeker et al. (2010) que tem 1259 citações; e “Development Of Iot Based Smart Security And Monitoring Devices For Agriculture” com 89 citações e autoria de Baranwal e Pateriya (2016).

Assim como a categoria anterior a quinta categoria, Rede de Sensores Sem Fio (WSN) e suas perspectivas de utilização na agricultura, é formada por 6 trabalhos. Esta categoria é composta por artigos que apresentam a rede de sensores sem fio (WSN) e trabalhos que ligam a WSN a atividades de automação de irrigação, monitoramento do solo, armazenamento de insumos agrícolas, economia de água e outras atividades que constituem uma agricultura inteligente. Os dois artigos mais citados desta categoria são: “Wireless Sensor Networks: A Survey” de Akyildiz et al. (2002) com 21755 citações; e “Crop Evapotranspiration-Guidelines

For Computing Crop Water Requirements-Fao Irrigation And Drainage Paper 56” um relatório da FAO com 21086 citações e de autoria de Allen et al. (1998).

Por fim, a análise co-palavras dos 205 artigos, gerou um mapa de co-ocorrência de termos, Figura 2. Este mapa de co-ocorrência de termos foi desenvolvido com ajuda do software VosViewer e permitiu identificar os termos que aparecem com maior frequência nos resumos dos artigos e sua co-ocorrência com outros termos conjuntamente. No Total foram identificados quatro grandes agrupamentos que representam a força do relacionamento e frequência de termos usados em conjunto.

Figura 2: Mapa de co-ocorrência de termos com base na análise do conteúdo dos resumos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível perceber uma relação entre os agrupamentos de termos identificados e as categorias que emergiram da análise fatorial apresentada anteriormente. O agrupamento em Vermelho destaca termos com maior destaque temperatura, irrigação, Índia, produção, água, solo, tecnologia IoT e aplicação IoT. Estes termos estão relacionados aos artigos que compõem a categoria 4, internet das coisas (IoT) e suas perspectivas de utilização na agricultura. Há uma incidência maior de artigos nesta categoria que tratam da utilização da tecnologia IoT no monitoramento das mudanças climáticas e no controle do solo. Além de

dois dos seis artigos tratem especificamente da agricultura inteligente em uma perspectiva do cenário indiano.

O agrupamento em Amarelo, por sua vez, traz como destaque as palavras Wireless Sensor Network, performance, decisão, algoritmo e nó. Palavras que estão diretamente relacionadas aos artigos que compõem as categorias 3 e 5, adoção de Redes de Sensores Sem Fio (WSN) na agricultura de precisão e Rede de Sensores Sem Fio (WSN) e suas perspectivas de utilização na agricultura. Estes artigos trazem uma explicação sobre o que é a WSN e as tecnologias que permitem que os sensores sem rede possam ser aplicados na agricultura de precisão.

O agrupamento em Verde revela termos com maior destaque: produto agrícola, eficiência, coisas tecnológicas, processo, problema, pesquisa, cadeia de suprimento e China. Estes termos estão mais relacionados aos artigos que compõem a categoria 2, a Internet das coisas (IoT) na agricultura de precisão. Já o agrupamento em Azul tem maior relação com a categoria 1, utilização de Tecnologia da Informação e Comunicação TIC para gestão agrícola, trazendo termos que aparecem com frequência nos artigos desta categoria como: tomada de decisão, produção, mudanças e vantagem. Contudo, pode-se observar que estes dois agrupamentos são os que mais possuem termos proximalmente relacionados entre eles, o que evidencia a ideia de uma utilização destes termos em conjunto para tratar da adoção de TICs, como a IoT, para produção agrícola, gerenciamento da cadeia de suprimento e tomada de decisão dentro de uma agricultura de precisão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fim de atender o objetivo da pesquisa foi realizada uma análise bibliométrica dos 205 artigos que tratam do tema identificados na base de dados Scopus. Estes artigos serviram como base para a realização de uma análise descritiva acerca das publicações e de análises bibliométricas como a análise de co-palavras e de co-citação.

Como principais conclusões foi possível identificar a novidade do tema na pesquisa acadêmica, surgindo um maior número de publicações a partir de 2017. Além disso, foi evidenciado que mais de 50% das publicações estão concentradas em apenas quatro journals.

Com base na análise de co-citação e posteriormente a Análise Fatorial Exploratória, conclui-se que as fontes mais utilizadas nas publicações de CRM estão divididas em cinco

categorias: Utilização de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) para gestão agrícola; A internet das coisas (IoT) na agricultura de precisão; Adoção de Redes de Sensores Sem Fio (WSN) na agricultura de precisão; Internet das coisas (IoT) e suas perspectivas de utilização na agricultura; e Rede de Sensores Sem Fio (WSN) e suas perspectivas de utilização na agricultura.

Além dos resultados evidenciados no artigo outro ponto a ser observado é que por mais que a pesquisa de co-citação tenha utilizado artigos de diferentes atividades da agropecuária: agricultura, pecuária, pesca e silvicultura, quando foram analisados os resumos dos 37 artigos co-citados que compõem as cinco principais categorias identificadas, nota-se que todos os artigos que tratavam da IoT eram relacionados a alguma atividade agrícola e não as demais. Isso demonstra o maior avanço da utilização desta tecnologia em uma atividade específica.

As limitações deste estudo se encontram na não expansão do estudo de maneira ampla para os demais segmentos do agronegócio. Além disso, algumas outras análises como a evolução de citações sobre o tema e a análise de co-autor, poderiam trazer insights complementares. Estas limitações tornam-se perspectivas propostas para futuras pesquisas que muito virão a acrescentar para uma a sedimentação do conhecimento acerca do tema.

Por fim este artigo traz como contribuição para os acadêmicos o análise e sintetização do estado da arte em relação à literatura publicada sobre a utilização da internet das coisas no agronegócio, de maneira especial a agropecuária. Já para a prática gerencial este estudo contribui ao evidenciar exemplos de aplicações empíricas apresentadas pelos trabalhos selecionados para análise.

REFERÊNCIAS

- Adamchuk, V. I., Hummel, J. W., Morgan, M. T., & Upadhyaya, S. K. (2004). On-the-go soil sensors for precision agriculture. *Computers and electronics in agriculture*, 44(1), 71–91.
- Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E. (2002). Wireless sensor networks: A survey. *Computer networks*, 38(4), 393–422.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper

56. *Fao, Rome, 300(9), D05109.*
- Anitha, S., Hymavathi, P. V. V., & Brumancia, E. (2018). Smart Irrigation Automation System Using Iot. *2018 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, 397–402.
- Araújo, C. A. (2006). Bibliometria: Evolução histórica e questões atuais. *Em questão, 12(1)*, 11–32.
- Ashton, K. (2009). That ‘internet of things’ thing. *RFID journal, 22(7)*, 97–114.
- Aubert, B. A., Schroeder, A., & Grimaudo, J. (2012). IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers’ adoption decision of precision agriculture technology. *Decision support systems, 54(1)*, 510–520.
- Balamurugan, S., Divyabharathi, N., Jayashruthi, K., Bowiya, M., Shermy, R. P., & Shanker, R. (2016). Internet of agriculture: Applying IoT to improve food and farming technology. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 3(10), 713–719.
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), & Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). (2017). *Estudo “Internet das Coisas: Um plano de ação para o Brasil”*. BNDES. <http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>
- Baranwal, T., & Pateriya, P. K. (2016). Development of IoT based smart security and monitoring devices for agriculture. *2016 6th International Conference-Cloud System and Big Data Engineering (Confluence)*, 597–602.
- Barros, G. S. C., Silva, A. F., & Fachinello, A. L. (2014). PIB do Agronegócio brasileiro: Comentários metodológicos. *Piracicaba: CEPEA-ESALQ/USP*.
- Bosona, T., & Gebresenbet, G. (2013). Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. *Food control, 33(1)*, 32–48.
- Corallo, A., Paiano, R., Guido, A. L., Pandurino, A., Latino, M. E., & Menegoli, M. (2018). Intelligent monitoring Internet of Things based system for agri-food value chain traceability and transparency: A framework proposed. *2018 IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems (EESMS)*, 1–6.
- Da Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE*

- Transactions on industrial informatics*, 10(4), 2233–2243.
- Dinesh, E., & Ramesh, L. (2018). Analysis of Cloud Services in Agriculture Through Internet of Things and Big Data. *Indian Journal of Science and Technology*, 11(19).
- Dlodlo, N., & Kalezhi, J. (2015). The internet of things in agriculture for sustainable rural development. *Emerging Trends in Networks and Computer Communications (ETNCC), 2015 International Conference on*, 13–18.
- Gershenfeld, N., Krikorian, R., & Cohen, D. (2004). The internet of things. *Scientific American*, 291(4), 76–81.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7), 1645–1660.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman editora.
- Jayashankar, P., Nilakanta, S., Johnston, W. J., Gill, P., & Burrell, R. (2018). IoT adoption in agriculture: The role of trust, perceived value and risk. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 33(6), 804–821.
- Lin, J., Yu, W., Zhang, N., Yang, X., Zhang, H., & Zhao, W. (2017). A survey on internet of things: Architecture, enabling technologies, security and privacy, and applications. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(5), 1125–1142.
- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad hoc networks*, 10(7), 1497–1516.
- Negrete, J. C. (2018). Internet of things in Mexican agriculture; a technology to increase agricultural productivity and reduce rural poverty. *Research and Analysis Journal*, 1(2).
- Ojha, T., Misra, S., & Raghuwanshi, N. S. (2015). Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 118, 66–84.
- Persson, O., Danell, R., & Schneider, J. W. (2009). How to use Bibexcel for various types of bibliometric analysis. *Celebrating scholarly communication studies: A Festschrift for Olle Persson at his 60th Birthday*, 5, 9–24.
- Quevedo-Silva, F., Santos, E. B. A., Brandão, M. M., & Vils, L. (2016). Estudo bibliométrico: Orientações sobre sua aplicação. *Revista Brasileira de Marketing*, 15(2), 246–262.

- Ruiz-Garcia, L., Lunadei, L., Barreiro, P., & Robla, I. (2009). A review of wireless sensor technologies and applications in agriculture and food industry: State of the art and current trends. *sensors*, 9(6), 4728–4750.
- Slamet, W., Irham, N. M., & Sutan, M. S. A. (2018). IoT based Growth Monitoring System of Guava (*Psidium guajava* L.) Fruits. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 147, 012048.
- Sundmaeker, H., Guillemin, P., Friess, P., & Woelfflé, S. (2010). Vision and challenges for realising the Internet of Things. *Cluster of European Research Projects on the Internet of Things, European Commission*, 3(3), 34–36.
- Talavera, J. M., Tobón, L. E., Gómez, J. A., Culman, M. A., Aranda, J. M., Parra, D. T., Quiroz, L. A., Hoyos, A., & Garreta, L. E. (2017). Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142, 283–297.
- Tan, L., & Wang, N. (2010). Future internet: The internet of things. *Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), 2010 3rd International Conference on*, 5, V5–376.
- Vanz, S. A. de S., & Stumpf, I. R. C. (2010). Procedimentos e ferramentas aplicados aos estudos bibliométricos. *Informação & Sociedade: estudos. João Pessoa, PB. Vol. 20, n. 2 (maio/ago. 2010), p. 67-75.*
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80.
- Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture—A worldwide overview. *Computers and electronics in agriculture*, 36(2–3), 113–132.
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472.