



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



EVENTO
ON-LINE

02 a 04
de dezembro 2020

Blockchain e os sistemas da informação: uma análise bibliométrica

Bruno Sales Salvador
Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP
Alexandre Tadeu Simon
Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP
Fernando Celso de Campos
Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP

Resumo: As transformações tecnológicas das últimas décadas têm se refletido na sociedade e nas organizações. Algumas empresas evoluem de forma rápida e adotam novas soluções tecnológicas a fim de reduzir custos e aumentar a produtividade. Ao longo desta evolução sempre estiveram presentes os sistemas de informação, que também evoluíram, ampliando seu escopo para as mais variadas aplicações. No campo da TI uma das tecnologias que vêm se firmando é a *blockchain*, que, apesar de ter sido desenvolvida para transações de criptomoedas, também possui inúmeras outras aplicações, mostrando ser um tema de estudo bastante atual e adaptável a diversas áreas organizacionais. Vale salientar que a interação entre a tecnologia *blockchain* e os outros sistemas da informação existentes nas empresas torna-se essencial e é inerente ao contexto empresarial. Com o propósito de medir a evolução do tema ao longo dos anos, este trabalho busca identificar os principais estudos publicados acerca dele. O método de pesquisa utilizado foi de técnicas bibliométricas a partir do ano de 2010 em duas bases de dados. O estudo mostra que o tema ainda é recente, com um número crescente de publicações nos últimos anos, dispersas por entre diversos países. Identifica-se, também, que os estudos tratam das potencialidades do tema, mas ainda constata poucas aplicações práticas, trazendo oportunidades para pesquisas futuras.

Palavras-chave: *Blockchain*, Sistemas da Informação, Bibliometria.

Blockchain and the information systems: A bibliometric analysis

Abstract: The technological transformations of recent decades have been reflecting in society and in organizations. Some companies evolve rapidly and adopt new technological solutions in order to reduce costs and increase productivity. Throughout this evolution the systems of information have always been present, which have also evolved, expanding their scope to the most varied applications. In the field of it one of the technologies that has been establishing is the blockchain, which, despite having been developed for cryptocurrencies transactions, also has countless other applications. It shows that the subject of study is current and adaptable to various organizational areas. It is worth noting that the interaction between blockchain technology and other existing information systems in companies becomes essential and it is inherent to the business context. In order to measure the evolution of the subject over the years, this work seeks to identify the main studies published about it. The research method used was of bibliometric techniques since the year

2010 in two databases. the study shows that the subject is still recent, with a growing number of publications in recent years, dispersed among several countries. it is also identified that the studies deal with the potentialities of the theme, but they still find few practical applications, bringing opportunities for future research.

Keywords: Blockchain, Information Systems, Bibliometrics

1. Introdução

A evolução tecnológica evidenciada nas últimas décadas tem repercutido diversos efeitos na sociedade. As interações sociais e empresarias tem aumentado e se transformado, aumentando a competitividade e criando possibilidades ímpares para organizações. Com o foco em melhorar a qualidade e reduzir custos, perdas e tempo de fabricação, novas tecnologias, métodos de organização industrial e sistemas produtivos têm sido desenvolvidos (PIRES, 2009).

Desde a primeira revolução industrial ao final do século XVIII, com a criação da máquina a vapor, até os dias atuais, é possível observar o crescimento da competição entre empresas de diversos setores. Neste período, houve ainda a segunda revolução industrial, com a introdução da produção em massa por Henry Ford, no começo do século XX, bem como a terceira, na década de 1970 por meio da automatização da produção (BRETTEL et al., 2014).

O novo marco que se apresenta neste sentido é a quarta revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0, são essencialmente máquinas inteligentes e componentes inteligentes que se comunicam entre si, sem intervenção humana (KAGERMANN et al., 2013).

Algumas empresas pioneiras têm adotado soluções tecnológicas, com o intuito de reduzir custos e ampliar produtividade, de fato, companhias devem estar alerta das dimensões e novos modelos de negócios gerados pela Indústria 4.0 a fim de criar novas estratégias por meio da Indústria 4.0 (RÜßMANN et al., 2015). Ainda é válido ressaltar que essa nova revolução industrial não traz apenas mudanças em áreas isoladas da empresa, pelo contrário, com o intuito de melhor integrar os benefícios que traz a Indústria 4.0, todas as áreas são impactadas (SCHRAUF e BERTTRAM, 2016).

Como forma de amparar a evolução tecnológica industrial das organizações, surgiram diversos sistemas de informação (SI), que ao longo das últimas décadas foram aprimorados, alcançando uma gama variada de possíveis aplicações empresariais. Estes sistemas podem ser definidos como um conjunto de elementos ou componentes inter-relacionados que coleta, armazena, processa e distribui dados e informações com o intuito de dar apoio às atividades de planejamento, direção, execução e controle de uma organização (LAUDON e LAUDON, 2014).

De maneira mais recente, a associação entre estes sistemas e as tecnologias provenientes da Indústria 4.0, estão em foco. De fato, esta corroboração pode contribuir na coordenação de diferentes atividades empresariais, surgindo como alternativa distinta do método tradicional, em que a tomada de decisão empresarial parte de informações isoladas. Por meio dos mais variados sistemas de informação (SI) é possível que as empresas cheguem a mercados distantes, podendo ofertar novos produtos e serviços ou até mesmo mudarem profundamente a maneira de conduzir negócios (LAUDON e LAUDON, 2014).

Contudo, um dos grandes desafios é encontrar uma maneira de compartilhar informação de maneira segura e que possibilite a qualquer momento checar sua autenticidade e integridade. No campo da TI (Tecnologias da Informação), uma das tecnologias que vem se firmando é o *blockchain*, que surge como uma solução adequada a estas preocupações,

uma vez que oferece um único e imutável registro de dados que pode ser acessado por qualquer um que tenha permissão (LONGO et al., 2019).

O primeiro uso da tecnologia *blockchain* foi para a criptomoeda conhecida como bitcoin, servindo como base de validade e segurança desta (NAKAMOTO, 2008). Esta tecnologia pode ser definida como um livro razão que grava transações entre partes de forma verificável e permanente (PERBOLI et al., 2018). Contudo, seu uso transpôs sua aplicação apenas na tarefa pela qual foi criada, atraindo diferentes áreas, como a cadeia de suprimento, saúde, educação, entre outros. Isto ocorreu devido sua capacidade de proporcionar dados imutáveis com acessibilidade pública, bem como pela possibilidade de incremento de eficiência, confiabilidade e transparência por toda a cadeia (PERBOLI et al., 2018).

Se, bem implementada, a tecnologia melhora a quantidade, qualidade e acesso à informação, e ainda assegura a rastreabilidade ao longo de toda a cadeia de registro de informações. Todas essas vantagens ajudam na redução de fraudes e erros, mitigando riscos, além de trazer transparência e privacidade de dados (VINAY REDDY, 2019). Integrar processos e tornar as informações transparentes ao longo da cadeia de suprimentos possibilita às empresas empregarem ações de maneira colaborativa, propiciando melhor atendimento às necessidades dos clientes (SCHRAUF e BERTTRAM, 2016), além de viabilizar a troca de informações com maior velocidade e qualidade (WU et al., 2016).

Neste contexto de revolução recente, é fato que muitas aplicações e tecnologias que surgem de forma promissora, tenham ainda pouca constatação de aplicação prática. Frente à revolução trazida pela Indústria 4.0 e pela tecnologia *blockchain*, os sistemas de informação desempenham papel chave. Desta maneira, este artigo teve como objetivo identificar os principais estudos publicados sobre essa temática utilizando-se para isso de análise bibliométrica para estratificar as principais publicações científicas e os principais assuntos tratados na interface da temática aqui exposta. Também, buscou-se identificar possíveis tendências e lacunas, bem como o conjunto dos principais autores, obras e periódicos.

2. Abordagem Metodologica

A abordagem metodológica utilizada neste estudo utilizou técnicas bibliométricas, com as quais é possível coletar informações de determinado tema ao se estabelecer tendências em termos de número de publicações e citações, de forma temporal, além de possibilitar a identificação dos principais autores e obras por meio de análises de citação e cocitação (NEELY, 2005). As informações obtidas neste tipo de levantamento são de cunho quantitativo, revelando tópicos chave, tendências e interrelações entre pesquisas. Este mapeamento possibilita encontrar áreas de interesse atual, ilustrações gráficas de publicações e suas evoluções ao longo do tempo, além de apontar potenciais direções de pesquisa (FAHIMNIA; SARKIS; DAVARZANI, 2015).

Com o intuito de encontrar as tendências e discussões recentes acerca da tecnologia *blockchain* e suas relações com os sistemas de informação, foram estabelecidas e seguidas etapas: pesquisa por documentos científicos em fontes acadêmicas, análise dos principais documentos encontrados e síntese dos resultados. Nesta linha de ação, para a procura de documentos científicos, o primeiro passo realizado, ocorreu ao se estabelecer um protocolo de pesquisa, conforme Tabela 1.

TABELA 1 – Protocolo de pesquisa

Crêterios	Detalhes
Base de dados	Scopus, Web of Science
Palavras-chave	"Blockchain" AND "Information Systems"
Cont�m Palavras-chave	Título, Resumo, Palavra-chave
Período	2010- Abril /2020
�rea	Engenharia
Tipo de documento	Artigo, Proceedings
Língua	Inglês

Fonte: Elabora o dos próprios autores

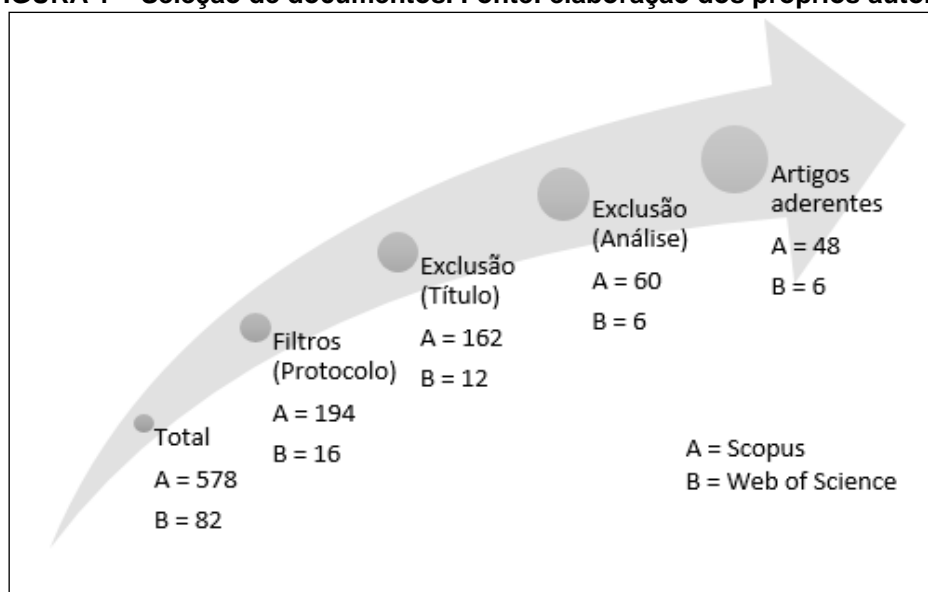
A amostra inicial foi obtida nas bases de dados Scopus e Web of Science devido   abrangência de ambas ser significativa, como por serem consideradas de grande relevância nas áreas foco deste estudo. Para possibilitar uma análise precisa e de maneira mais rápida, foi utilizado o bibliometrix, uma ferramenta baseada em programa o R e que   gratuita. Em essência,   uma aplica o de análise quantitativa e estatística de publica es de periódicos com contagem de cita es (ARIA e CUCCURULLO, 2017).

A etapa seguinte foi baseada na análise dos conteúdos dos artigos, iniciando pelos resumos, e em alguns casos a leitura na íntegra dos documentos, a fim de se determinar a aderência e relevância destas publica es ao tema aqui estudado. Em sequência, uma síntese dos principais achados foi realizada.

3. Apresenta o e Discussão dos Resultados

Do total de 660 artigos inicialmente encontrados nas bases de dados, utilizando-se dos cr terios de inclusão e exclusão de pesquisa, foi possível identificar um montante de 210 documentos sobre o tema. Em seguida, foi realizada uma nova exclusão a partir de uma análise por título, chegando a um total de 174 documentos. Após isso, foi feita uma análise por resumo, chegou-se a um novo montante de 66, que por fim, após análise mais profunda, com alguns artigos lidos na íntegra, alcançou-se um número final de 54 documentos, denominados artigos aderentes. Estas etapas são ilustradas na Figura 1.

FIGURA 1 – Sele o de documentos. Fonte: elabora o dos próprios autores



Fonte: Elabora o dos próprios autores

Ao se analisar os termos mais recorrentes nos documentos analisados, é possível identificar que a palavra *blockchain* é a mais utilizada, contudo outros termos como sistemas, informação, gerenciamento de informação, internet das coisas, criptomoeda, privacidade de dados, redes de segurança, entre inúmeros outros, também aparecem como recorrentes. De maneira visual, estes termos podem ser conferidos na nuvem de palavras, que é ilustrado na Figura 2.

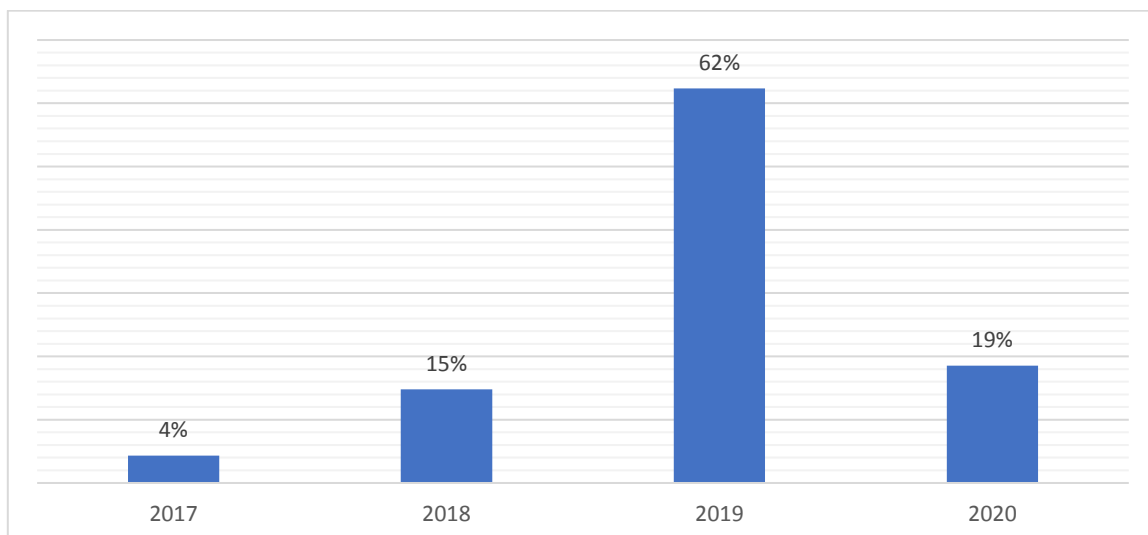
FIGURA 2 – Nuvem de palavras. Fonte: Elaboração dos próprios autores a partir do bibliometrix



Fonte: Elaboração dos próprios autores

Um interessante fato é que só existem documentos acerca da temática a partir de 2017, provando a atualidade do assunto. Na Figura 3 é possível ver o crescimento exponencial do tema ao longo dos últimos anos. Também é válido ressaltar que no ano de 2020 só é considerado publicações até o mês de abril, sendo que por análise de projeção é provável que este ano ultrapasse os números do ano anterior, reforçando o “crescimento exponencial”.

FIGURA 3 – Percentual de publicações por ano. Fonte: elaboração dos próprios autores a partir do bibliometrix

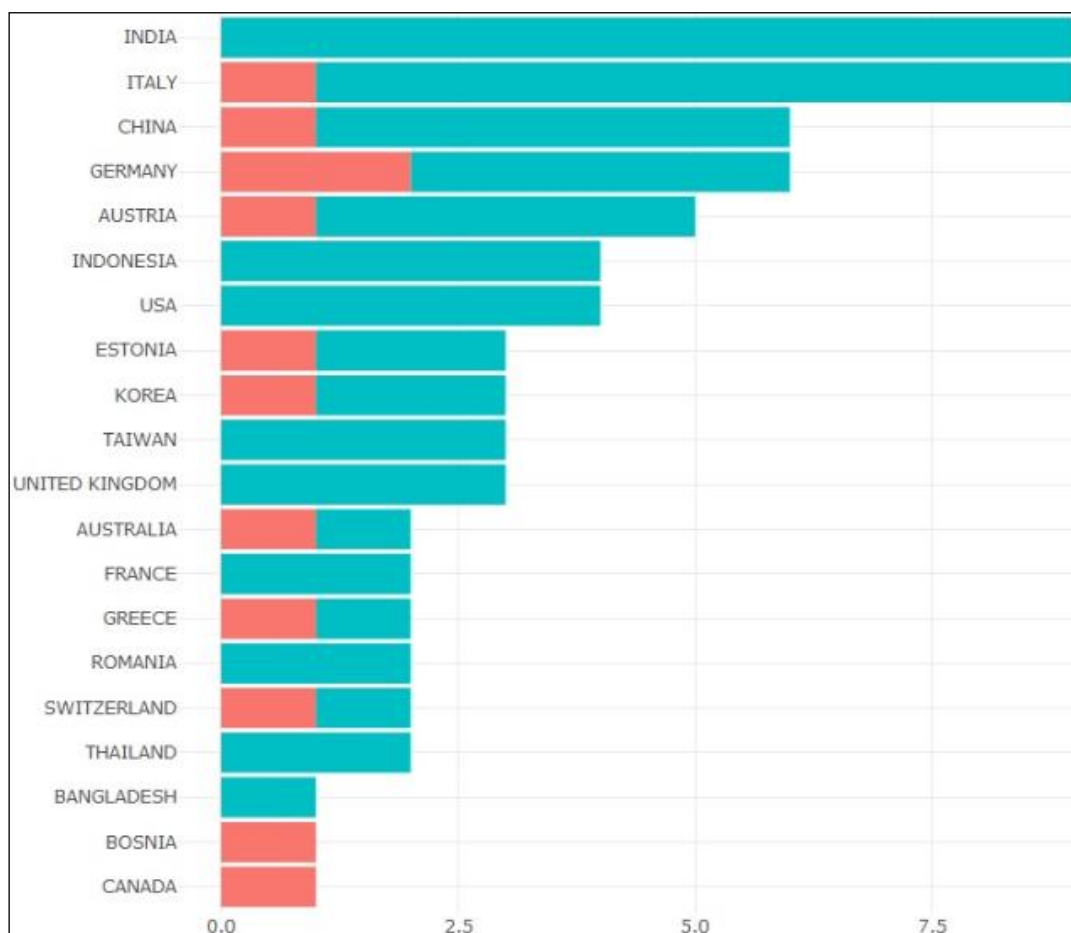


Fonte: Elaboração dos próprios autores

No tocante aos locais de publicação, é interessante observar quais países tomam a dianteira nas pesquisas, isto pode ser observado na Figura 4, que apresenta a quantidade de publicações por nacionalidade do autor da publicação.

Ainda é importante observar que as barras azuis levam em conta publicações únicas, ou seja, a autoria de um único país é atribuída à publicação, enquanto as barras vermelhas representam múltiplas publicações, considerando dois ou mais países de nacionalidade dos autores, para um mesmo documento.

FIGURA 4 – Publicações por nacionalidade dos autores



Fonte: Elaboração dos próprios autores a partir do bibliometrix

Sendo assim, siga as instruções e formate seu artigo de acordo com este padrão. Recomenda-se, para isso, o uso dos estilos de formatação pré-definidos que constam deste documento. Para tanto, basta copiar e colar os textos do seu trabalho original diretamente em uma cópia deste modelo que está sendo apresentado.

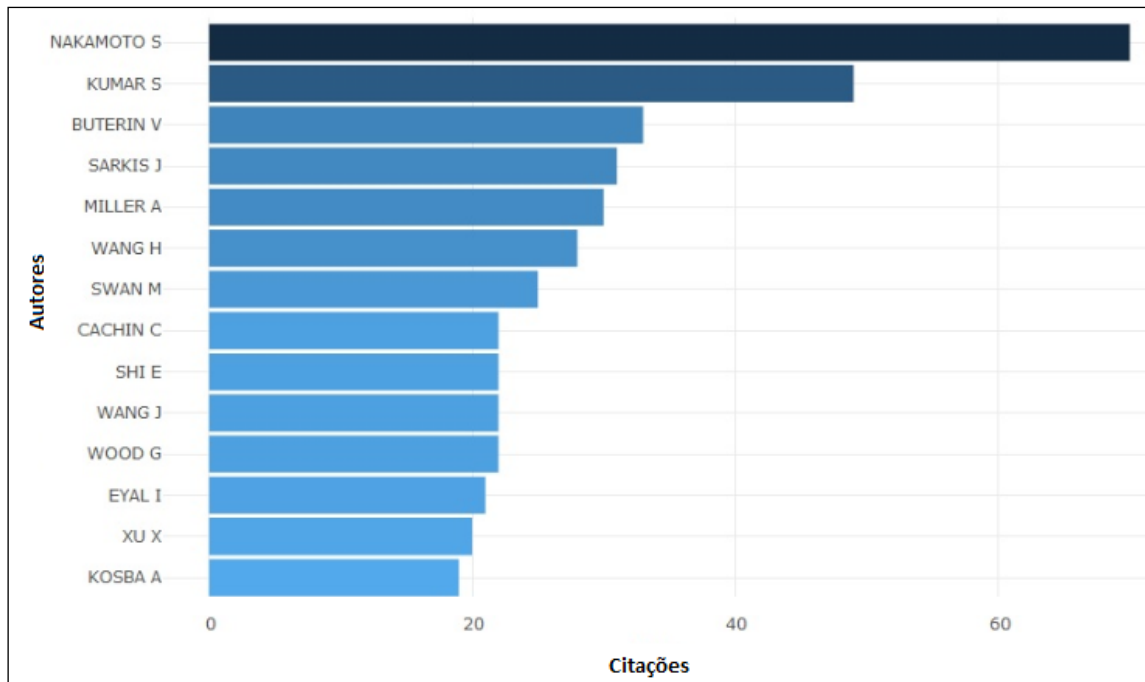
Já quando se considera os autores mais citados dentre as publicações, Nakamoto (2008) aparece de maneira isolada como o autor mais citado, graças ao seu trabalho base sobre a criptomoeda bitcoin, que é baseada na tecnologia *blockchain*.

O segundo mais citado leva em conta as interações entre o gerenciamento de operações e os sistemas de informação, apresentando direções futuras em áreas da Indústria 4.0 e tecnologias recentes, dentre elas o *blockchain*.

Os demais artigos apresentam relevância por citação muito próximas, com abordagens variadas dentro do contexto aqui analisado.

O número de citações por autor e o respectivo ranking são apresentados na Figura 5.

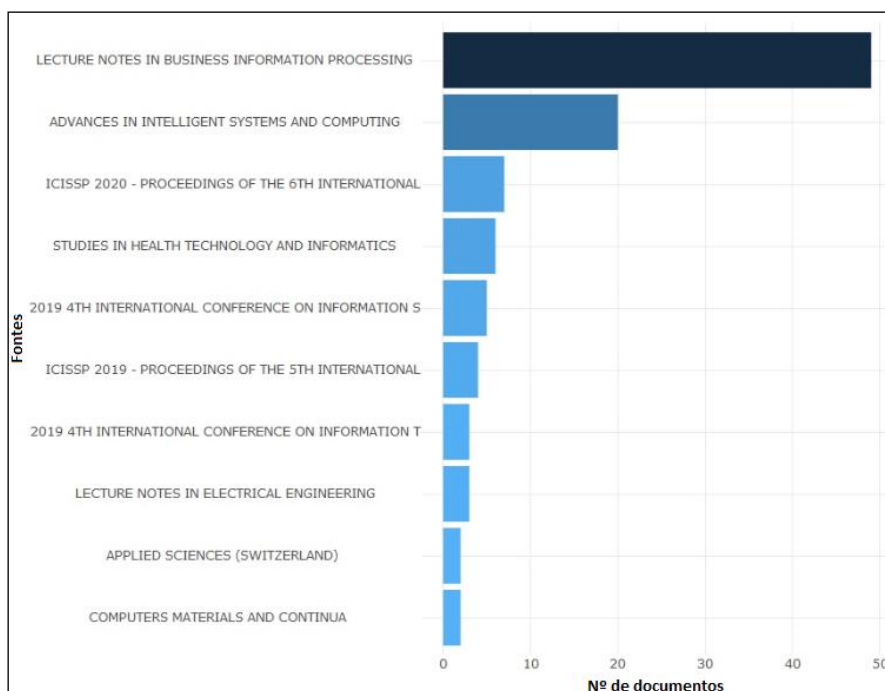
FIGURA 5: ranking dos autores mais citados



Fonte: Elaboração dos próprios autores a partir do bibliometrix

Por outro lado, quando a análise é efetuada considerando as fontes de publicações, e partindo que sua relevância se dá pela quantidade de documentos que hospeda, a Lecture Notes In Business Information Processing aparece isoladamente em primeiro lugar, seguido de outros proceedings entre as primeiras colocações, que pode ser observado na Figura 6.

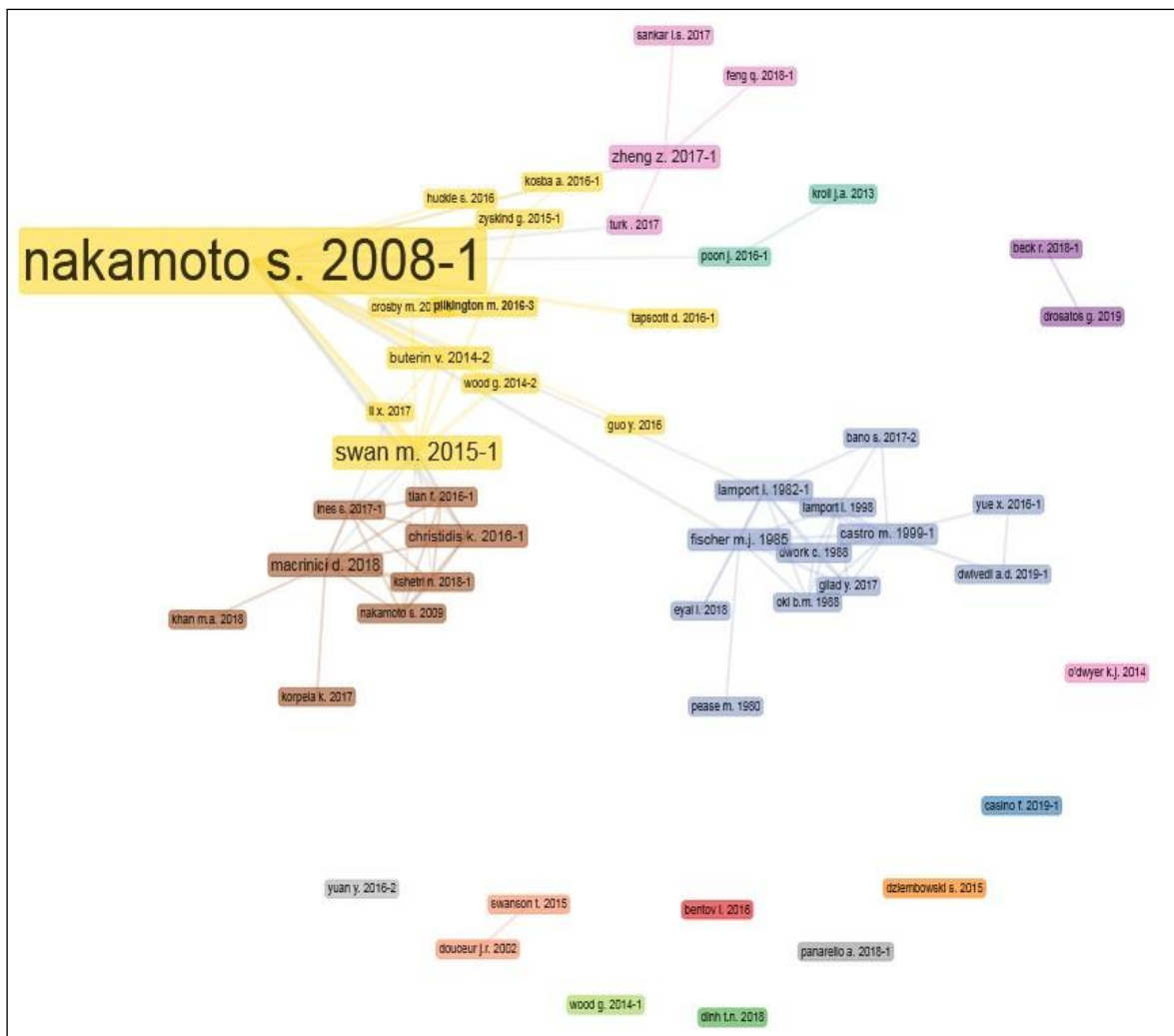
FIGURA 6: Fontes com mais documentos



Fonte: Elaboração dos próprios autores a partir do bibliometrix

Outro aspecto relevante de uma bibliometria é a análise de cocitação, que ajuda a determinar a relevância dos trabalhos, pautado em sua interrelação de citações. Como pode ser observado na Figura 7, existem alguns *clusters* de citação, e em sua grande maioria, fazendo referência ao artigo do Nakamoto (2008). Neste sentido o assunto focal no *cluster* em amarelo, se aprofunda na análise do *blockchain*, enquanto o *cluster* marrom, foca em alguns elementos de transformação tecnológica com a *blockchain*, como internet das coisas (IoT) e *supply chain*. Já o terceiro *cluster*, representado na cor azul, remete a elementos base acerca de sistemas de informação. As demais interrelações estão em menor frequência de cocitação.

FIGURA 7: Mapa de cocitação



Fonte: Elaboração dos próprios autores a partir do bibliometrix

Ainda é válido ressaltar que o método de classificação de periódicos por JCR (Journal Citation Reports) tem grande relevância acadêmica e é de grande valia em um estudo bibliométrico.

Desta forma, também são apresentados na Tabela 2 os principais artigos por relevância do respectivo periódico em que se encontra publicado.

TABELA 2: Classificação dos artigos por ordem decrescente de JCR do periódico correspondente

Periódico	Autores	Título	Citações	JCR	Ano
Applied Energy	Mengelkamp, E., Gärttner, J., Rock, K., Kessler, S.b, Orsini, L., Weinhardt, C.	Designing microgrid energy markets: A case study: The Brooklyn Microgrid	279	8.426	2018
IEEE Transactions on Industrial Informatics	Feng, Q., He, D., Zeadally, S., Liang, K.	BPAS: Blockchain-Assisted Privacy-Preserving Authentication System for Vehicular Ad Hoc Networks	3	7.377	2020
Expert Systems with Applications	Bamakan, S.M.H., Motavali, A., Babaei Bondarti, A.	A survey of blockchain consensus algorithms performance evaluation criteria	0	4.292	2020
Industrial Management and Data Systems	Clohessy, T., Acton, T.	Investigating the influence of organizational factors on blockchain adoption: An innovation theory perspective	4	3.727	2019
Computers and Industrial Engineering	Longo, F., Nicoletti, L., Padovano, A., d'Atri, G., Forte, M.	Blockchain-enabled supply chain: An experimental study	6	3.518	2019
IEEE Consumer Electronics Magazine	Wu, H.-T., Tsai, C.-W.	Toward Blockchains for Health-Care Systems: Applying the Bilinear Pairing Technology to Ensure Privacy Protection and Accuracy in Data Sharing	16	3.273	2018
Sensors (Switzerland) 18(9)	Figorilli, S., Antonucci, F., Costa, C., (...), Sperandio, G., Menesatti, P.	A blockchain implementation prototype for the electronic open source traceability of wood along the whole supply chain	24	3.031	2018
Applied Sciences	Kouhizadeh, M., Sarkis, J., Zhu, Q.	At the nexus of blockchain technology, the circular economy, and product deletion	3	2.217	2019
Applied Sciences	Chang, C.-W.	Expert Systems with Applications	0	2.217	2020
Production and Operations Management	Kumar, S., Mookerjee, V., Shubham, A.	Research in Operations Management and Information Systems Interface	7	2.171	2018
China Communications	Ramkumar, M.	A blockchain based framework for information system integrity	2	1.882	2019

Fonte: Elaboração dos próprios autores

Os artigos em destaque na Tabela 2 apresentam algumas soluções semelhantes para nichos diferentes. O artigo de Mengelkamp *et al.* (2018) é o que apresenta mais citações e está indexado no periódico de melhor JCR, o *Applied Energy*, ele mostra a tendência de geração local de energia em micro redes, que necessitam de um sistema de informação para controle e apresenta a solução baseada em *blockchain*, sem um intermediário. Já o segundo documento com melhor JCR é o artigo do Feng *et al.* (2020) que propõe a troca de informações em tempo real entre veículos, baseado em uma autenticação descentralizada e automática de informações, preservando privacidade e confiabilidade de informação. O terceiro artigo com melhor periódico ranqueado é de autoria de Bamakan *et al.* (2020) que trata do assunto de maneira mais técnica ao analisar a aplicabilidade de algoritmos para uso sistêmico da tecnologia *blockchain*. Os demais artigos da Tabela 2 tratam em diferentes nichos as questões trazidas por essa nova tecnologia, como sua aplicação em operações industriais, na cadeia de suprimentos ou mesmo na área da saúde, procurando validar soluções que podem estar baseadas, por exemplo, em rastreabilidade, segurança e privacidade de informação. Tais questões inevitavelmente trazem à tona a questão dos sistemas de informação inerentes ao contexto de aplicação da nova tecnologia e também estão retratados nos estudos analisados.

4. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo obter uma visão geral dos principais estudos que abordam as relações entre sistemas de informação e *blockchain*. Para isto, buscou-se por meio de técnicas bibliométricas levantar o desenvolvimento da produção científica do ano de 2010 até o mês de abril de 2020. Constatou-se que o tema é recente, com publicações iniciando em 2017, crescendo vertiginosamente nos anos seguintes, e também, é disperso, uma vez que está presente em diversos países. Outro aspecto interessante é que, de maneira isolada, a principal referência ainda é a publicação de Nakamoto (2008), que de forma pioneira, idealiza o conceito da tecnologia *blockchain*.

Já, os demais artigos com maior destaque sejam por quantidade de citações ou mesmo por estar indexado a uma base com alto fator de impacto (JCR), apresentam os potenciais benefícios trazidos pela tecnologia, relacionados à segurança da informação, confiabilidade e rastreabilidade de dados, bem como a vantagem de se eliminar intermediários na troca e registro de informações. Neste ponto é interessante notar a lacuna existente já que não se constata produções que detalham como os sistemas de informação suportam tais aspectos. Por conta de seu caráter inovador, pela grande potencialidade de aplicações e por ter atraído a atenção de pesquisadores nos últimos anos, o tema se apresenta promissor à academia.

Referências

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. **Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis**. Journal of Informetrics, Elsevier, 11(4), 959-975, 2017.

BAMAKAN, S. M. H.; MOTAVALI, A.; BONDARTI, A. B. A survey of blockchain consensus algorithms performance evaluation criteria. Expert Systems with Applications, vol. 154, 2020.

BRETTEL, M.; FRIEDERICHSEN, N.; KELLER, M.; ROSENBERG, M. **How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective**. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, v.8, n.1, 2014.

- FAHIMNIA, B.; SARKIS, J.; DAVARZANI, H. **Green Supply Chain Management: A Review and Bibliometric Analysis**. International Journal of Production Economics, n. 162, p. 101–114, 2015.
- FENG, Q.; HE, D.; ZEDADALLY, S. BPAS: **Blockchain-Assisted Privacy-Preserving Authentication System for Vehicular Ad Hoc Networks**. IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 16 (6), p. 4146-4155, 2020.
- KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for Implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Acatech, p. 13-78, 2013.
- LAUDON K. C.; LAUDON J. P. **Sistemas de informação gerenciais**. São Paulo: Pearson, 11ª ed., 2014.
- LONGO, F.; NICOLETTI, L.; PADOVANO, A.; D'ATRI, G.; FORTE, M. **Blockchain-enabled supply chain: An experimental study**. Computers and Industrial Engineering, 136, p. 57-69, 2019.
- MENGELKAMP, E.; GÄRTTNER, J.; ROCK, K.; Kessler, S.; ORSINI, L.; WEINHARDT, C. **Designing microgrid energy markets A case study: The Brooklyn Microgrid**. Applied Energy, vol. 210, pp. 870-880, 2018.
- NAKAMOTO, S. **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System**. 2008. Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Acesso em 24 de abril de 2020.
- NEELY, A. **The evolution of performance measurement research: developments in the last decade and a research agenda for the next**. International Journal of Operations & Production Management, 25(18), 1264-1277, 2005.
- PERBOLI, G.; MUSSO, S.; ROSANO, M. **Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases**. IEEE Access, 6, p. 62018-62028, 2018.
- PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos**. São Paulo: Editora Atlas, 2009.
- RUßMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**. Boston Consulting Group (BCG), 2015.
- SCHRAUF, S.; BERTTRAM, P. **Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused**. PwC, Germany, 2016.
- VINAY REDDY, V. P. **Enhancing supply chain management using Blockchain technology**. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 8, n. 6, p. 4657-4661, 2019.