Blockchain para a Gestão de Suprimentos na Construção: um panorama acerca da literatura

Blockchain for Construction Supply Management: an overview of the state of the art

Gisele Cristina Teles dos Santos
Universidade Federal da Bahia | Salvador | Brasil | santos.gisele@ufba.br
Ricardo Oliveira Gomes
Universidade Federal da Bahia | Salvador | Brasil | ricardog@ufba.br
Elaine Pinto Varela Alberte
Universidade Federal da Bahia | Salvador | Brasil | elaine.varela@ufba.br
Alex Pires Carneiro
Universidade Federal da Bahia | Salvador | Brasil | alexpires@ufba.br

Resumo

A união da tecnologia Blockchain e da Gestão de Suprimentos propõe uma nova perspectiva na construção, onde falhas de confiança e transparência e imutabilidade podem ser diminuídas, gerando maior eficiência, ganhos financeiros, além da potencial incorruptibilidade no processo. Este artigo apresenta um panorama da literatura sobre o uso de blockchain para a gestão de suprimentos na construção. A pesquisa bibliográfica utiliza indicadores bibliométricos e cientométricos e realiza uma análise de conteúdo para identificar tendência e lacunas do conhecimento. Como resultado, observam-se avanços incipientes, abordagem empírica, algumas aplicações exitosas utilizando HyperLedger Fabric, e enfoque na gestão de transportes e de aquisição.

Palavras-chave: Blockchain. Cadeia de Suprimentos. Gestão. Construção Civil.

Abstract

The combination of Blockchain technology and Supply Management poses a new perspective in construction, where failures of trust, transparency and immutability can be reduced, generating more efficiency, financial gains, and a potential incorruptibility in the process. This article presents an overview of the current literature on the use of blockchain for supply management in construction. This study applied bibliometric and scientometric indicators and performed content analysis to identify trends and gaps in knowledge. As result, it was identified limited progress, an empirical approach, some successful applications using HyperLedger Fabric, and a focus on technology for transport and purchase management.

Keywords: Blockchain. Supply Chain. Management. Construction.

Como citar:
SANTOS, G. C. T. dos .; GOMES , R. O. .; ALBERTE, E. P. V. .; CARNEIRO, A. P. . Blockchain para a gestão de suprimentos na construção: um panorama acerca da literatura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-13. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/590. Acesso em: 3 ago. 2021.

INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor relevante para a economia. No Brasil, em especial, o setor representa 4,5% do PIB nacional [1]. Contudo, em contraponto a uma era de integração, transferência e interpretação de dados de forma quase simultânea, a indústria da construção se consolida como o segundo setor menos informatizado [2].

O fluxo de informações na cadeia de suprimentos da construção (CSC) se destaca por ser pouco eficiente e carente de automatização. Diversos autores indicam que a CSC é caracterizada pela fragmentação de suas atividades; complexidade e heterogeneidade de seus produtos, processos tecnológicos e atores; e singularidade de seus projetos [3] [4], características estas que podem produzir problemas relacionados com coordenação, integração e eficiência [5].

Adicionalmente, o setor vive um processo de regeneração motivado por recessão econômica e acusações de falta de transparência e ética. Com o advento da Indústria 4.0, o setor tem buscado soluções com base tecnológica para digitalizar e automatizar os processos existentes, a fim de garantir transparência, eficiência e clareza no planejamento e produção. Observa-se a necessidade de estudos sobre o uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC) para produção de melhorias na gestão da CSC.

Uma análise bibliométrica sobre artigos produzidos entre 1990 e 2019 indica o não surgimento de novas áreas de pesquisa emergentes sobre gestão da CSC nos últimos 8 anos, e sinaliza que as três áreas mais recentes e promissoras estão relacionadas à seleção de fornecedores, sustentabilidade e integração da CSC [6].

A tecnologia de registro *Blockchain* (ou sua sigla em inglês BT, *Blockchain tecnology*) apresenta-se como tema de grande relevância para pesquisas na área, observando seu potencial para resolução dos problemas fortemente associados à CSC. Vários autores têm destacado o potencial desta tecnologia para transformar a indústria da construção, em especial para a gestão de suprimentos [7] [8] [9].

A BT é definida como um banco de dados distribuído em rede utilizado para replicar, compartilhar e sincronizar dados espalhados por diferentes locais. Isso é feito através de um livro-razão descentralizado que registra as operações transacionais feitas por meio de criptografia [8]. Esta tecnologia, criada inicialmente como plataforma da primeira criptomoeda (*Bitcoin*), iniciou sua investida no setor econômico e financeiro, mas gradativamente tem atraído a atenção de outros setores [10]. Novos cenários de implementação vêm ganhando forma, tornando-a um ambiente interativo programável para construção de aplicativos confiáveis distribuídos em diversos setores produtivos [11], como a agricultura e indústria farmacêutica [12]. Desta forma, a BT tem sido identificada por seu potencial inovador nas transações, revolucionando a indústria e impulsionando mudanças econômicas em escala global [8].

Por outra parte, a análise do panorama da literatura traz à tona a percepção de que, apesar de existirem estudos do potencial da aplicação da BT em diversas áreas, há a

necessidade de avançar esses estudos na construção civil, principalmente acerca de CSC [13].

BT aumenta a segurança, impõe responsabilidade e pode potencialmente acelerar uma mudança na estrutura centralizada existente para uma cadeia de transações descentralizada e cooperativa, incentivando a confiança e a transparência [14]. A BT pode melhorar ainda mais os sistemas de gerenciamento de informações na construção; favorecer a automação; e mitigar possíveis conflitos [9].

Assim, o objetivo deste estudo é analisar o panorama atual acerca da literatura sobre o uso da BT na gestão da CSC. Para isso, foram utilizados indicadores bibliométricos e cientométricos para realizar breve mapeamento do conteúdo. Este artigo busca contribuir para o progresso e direcionamento de novos estudos sobre o tema, ao identificar tendências e lacunas de pesquisa na área.

METODOLOGIA

Este estudo, de caráter exploratório, utiliza indicadores bibliométricos e cientométricos para apoiar a realização de mapeamento sistemático da literatura (MSL) sobre o uso de BT na gestão da CSC. Considera-se aqui análise bibliométrica como um estudo para compreensão da estrutura social e intelectual de um campo científico mediante a análise dos padrões de comunicação científica [15]; e análise cientométrica como uma abordagem quantitativa sobre a estrutura das atividades científicas e a conexão entre elas [16].

O estudo divide-se em duas macro etapas (Figura 1).

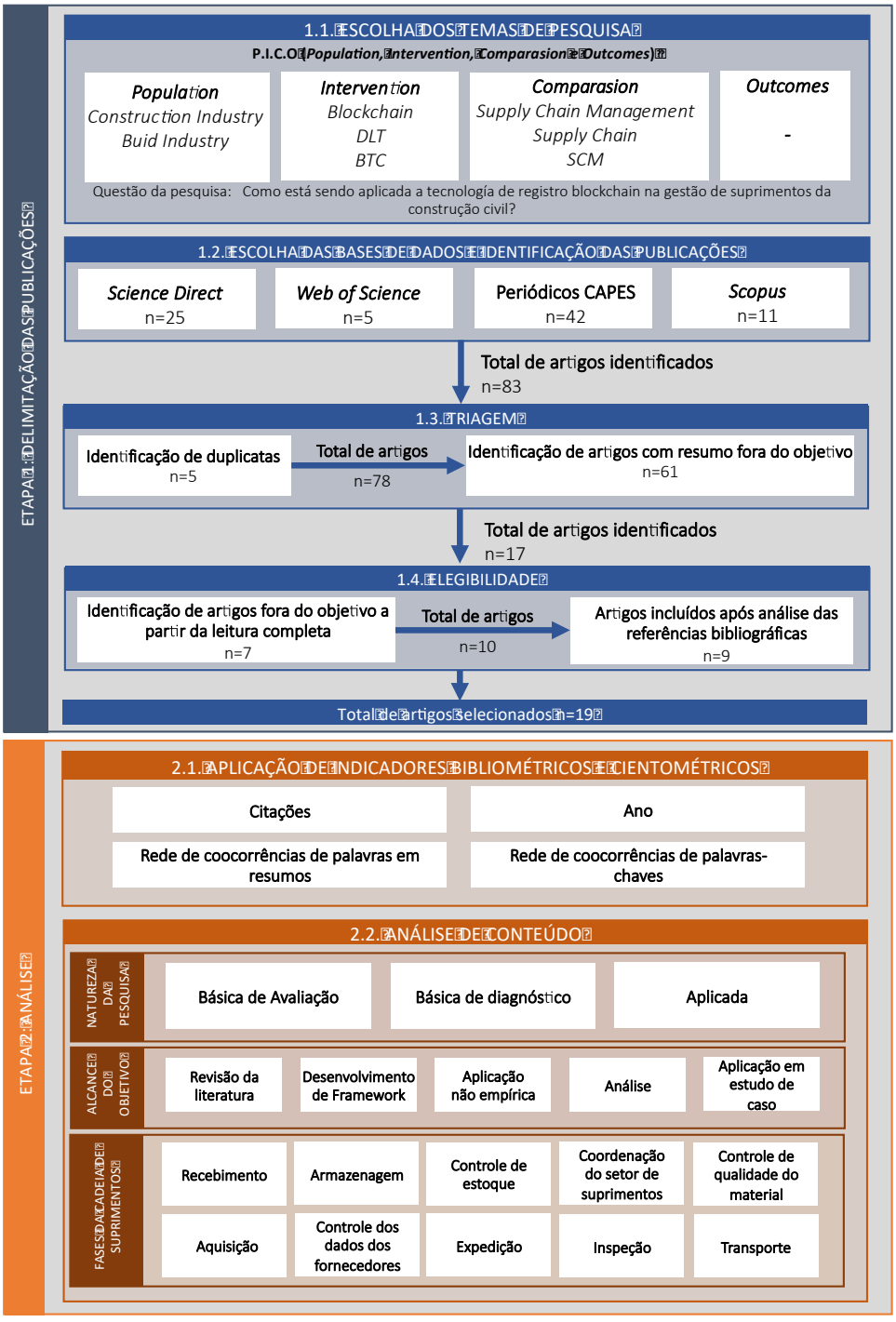
Na Etapa 1 (Delimitação das publicações), inicialmente definiu-se a questão e termos (*string*) de pesquisa, segundo adaptação de Agostinho e Granja [17] do método PICO (*Population, Intervention, Comparasion e Outcomes*). A questão norteadora da pesquisa, indicada na Figura 1, foi produzida destacando-se assunto (*population*), intervenção (*intervention*), equiparação (*comparasion*) e efeito (*outcomes*) [18]. A busca por publicações foi realizada nas seguintes bases de dados: Science Direct, Web of Science, Periódicos CAPES e Scopus. Tais bases foram escolhidas pela representatividade e relevância dentro da área de conhecimento da construção civil.

Dos 83 artigos obtidos, 5 foram identificados como duplicados. Os 78 artigos remanescentes foram analisados, a partir da leitura dos títulos e resumos, buscando-se confirmar sua relação direta com a questão da pesquisa. Desse primeiro filtro (triagem) foram excluídos 61 artigos. A alta redução no número de artigos se deu principalmente na base CAPES, onde 35 artigos foram eliminados.

O segundo filtro (elegibilidade) foi realizado com a leitura completa das publicações. Foram selecionados artigos que apresentassem alguma aplicação da BT na CSC ou sub-aplicação. No segundo filtro, apenas 10 artigos atenderam ao requisito. Nove artigos foram incluídos, identificados a partir das referências dos artigos elegíveis e de sugestões de artigos apresentadas pelas bases de dados.

Na Etapa 2 (Análise dos dados), aplicaram-se indicadores bibliométricos e cientométricos na amostra final (19 publicações). Esta análise categorizou as publicações por ano, quantidade de citações e coocorrências de termos em palavras-chave e resumo. Tendo em vista estes indicadores e a análise do conteúdo, realizou-se o mapeamento da literatura selecionada, onde buscou-se analisar a natureza da pesquisa, o alcance do objetivo e quais processos da cadeia de suprimentos eram tratados.

Figura 1: Diagrama de fluxo das etapas e atividades da pesquisa



Fonte: os autores.

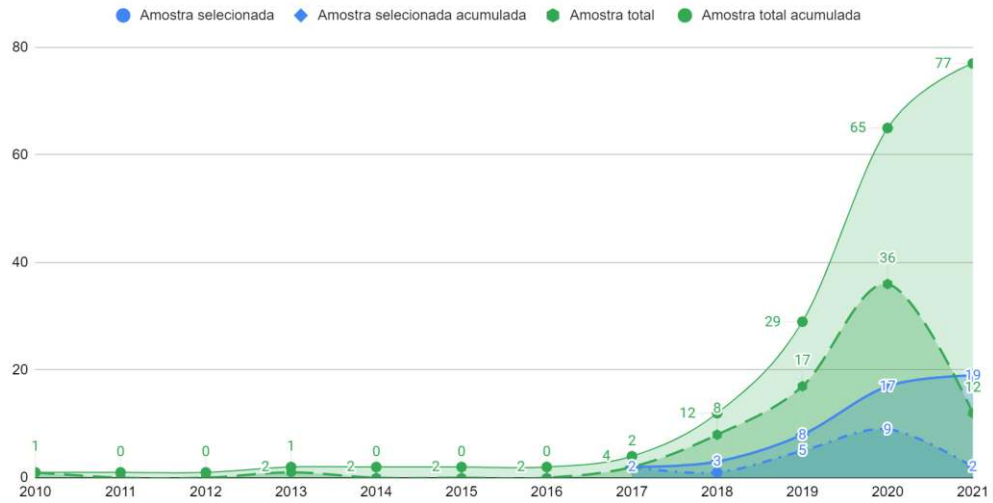
ANÁLISE DOS RESULTADOS

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E CIENTOMÉTRICA

A Figura 2 apresenta a distribuição por ano dos artigos identificados (amostra total) e selecionados após triagem e elegibilidade (amostra selecionada). Referências que antecedem 2017 compõem a amostra total (sem filtros) mas foram excluídas da amostra selecionada.

Desde a criação da *blockchain* em 2008 [19] até o momento, várias indústrias e setores da economia estudaram sobre o tema. Também ocorreram estudos no setor de construção, mas em um ritmo menor e que só começou a acelerar nos últimos 4 anos. Este desenvolvimento tardio dificulta a identificação de padrões de publicações ao longo do tempo. Entretanto está claro que artigos sobre o tema estão surgindo de forma significativa desde então.

Figura 2: Artigos identificados por ano



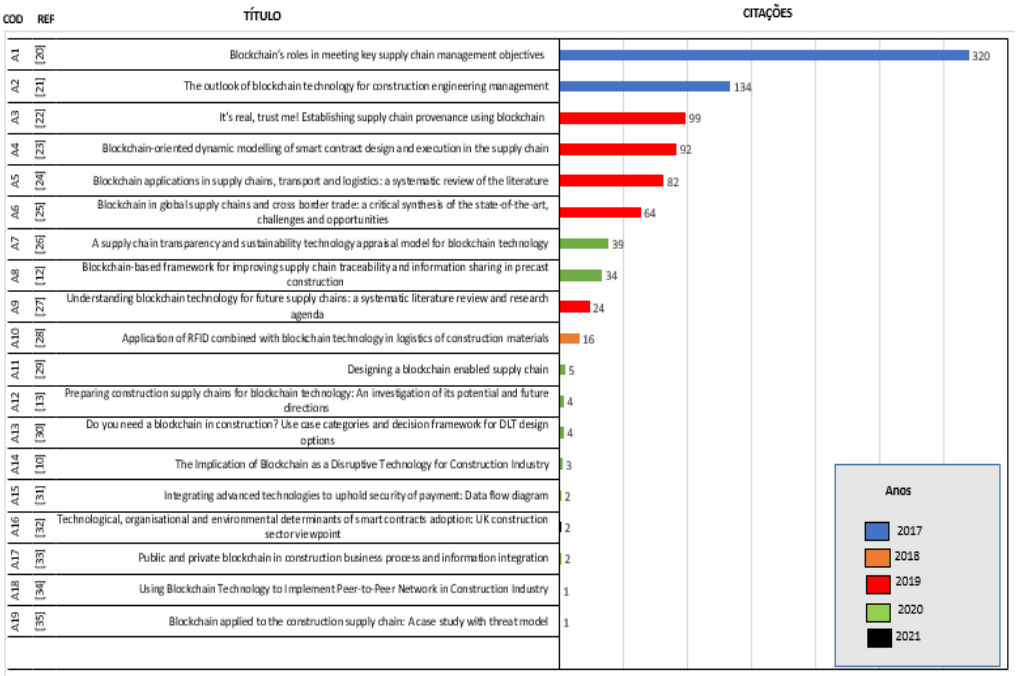
Fonte: os autores.

A Figura 3 apresenta os artigos selecionados por código, título e número de citações. O artigo A1 "*Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives*" tem o maior número de citações (320 citações). Em seguida, encontra-se o artigo A2 "*The outlook of blockchain technology for construction engineering management*" (134 citações).

O artigo A1 trata a cadeia de suprimentos de modo geral, não focando sua análise a uma indústria específica, o que pode ser um dos motivos do grande número de citações, já que o conteúdo pode ser objeto de interesse de distintas áreas de pesquisa. O artigo A2 foca na área de construção civil, porém analisa o uso de BT para três aplicações: cadeia de suprimentos, alocação de materiais e gestão de contratos, possuindo, assim, um conteúdo também abrangente.

Observam-se quatro artigos publicados em 2019 com quantidade destacada de citações (entre 64 e 99 citações por artigo). Os nove menos citados (cerca de 47% da amostra) possuem cinco ou menos citações, correspondendo a apenas 2,6% do total de citações identificadas. A maior parte foi publicada em período mais recente (2020 e 2021) e trata diretamente do assunto dentro do setor da construção. Identifica-se o interesse mais recente pela temática e uma situação ainda incipiente de pesquisas mais específicas.

Figura 3: Citações por publicação – amostra selecionada



Fonte: os autores.

A Figura 4 apresenta a rede de co-ocorrência de palavras-chave das publicações selecionadas. Nessa análise foi considerado o ano de publicação médio das palavras-chaves (somatório de todos os anos de publicações em que a palavra aparece, dividido pelo número de artigos), mostrado pelo range de cores entre o azul e amarelo, segundo apresentação em *overlay* do *software* VOSviewer®. Algumas palavras-chaves de semântica geral (ex. "*research*" e "*study*") foram retiradas da análise para melhor representatividade dos resultados.

O termo "*blockchain*" encontra-se no centro das conexões, e apresenta a maior recorrência (11 ocorrências). Possui ano médio de 2019, valor intermediário do intervalo de anos proposto, visto que se evidencia nos artigos desde 2017 até 2021.

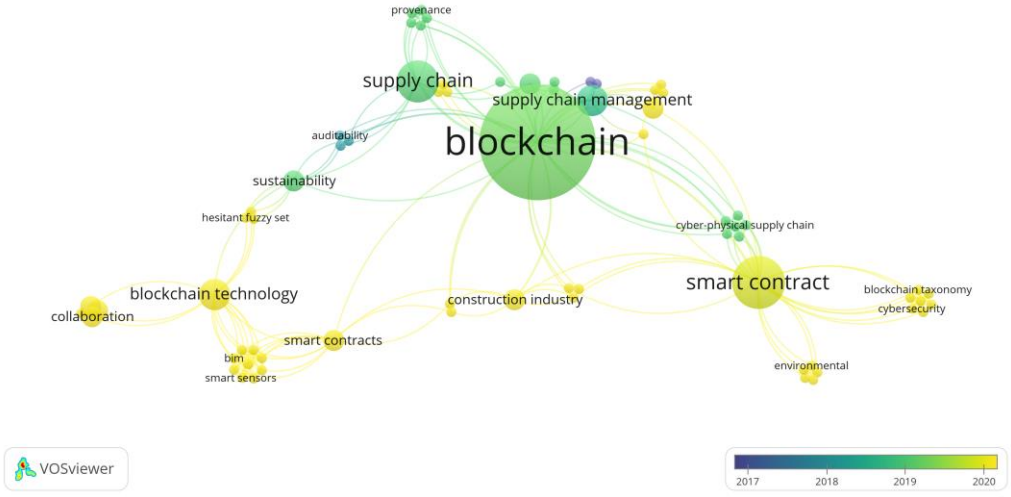
"*Smart contract*" e "*smart contracts*" são os termos mais evidenciados em seguida (7 ocorrências). São termos recentes e tendem a estar ligado a outras palavras-chaves de ano médio 2020 como "BIM" e "*smart sensors*".

O fortalecimento recente destes termos pode ser explicado pelo repetido uso de automação de tarefas na aplicação de *blockchain* em gestão de suprimentos. A integração da BT com outras tecnologias como BIM (*Building Information Modelling*), por sua vez, demonstra o amadurecimento de estudos aplicados à realidade do setor da construção (A8, A17 e A18).

Finalmente, “*contract management*” e “*equipament leasing*” são as palavras com menor ano médio dentro da rede. Isso se deve a existência de apenas uma ocorrência destes termos, no artigo A2, publicado em 2017.

Nas conexões entre os nós, o termo de ocorrência “*blockchain*” é recorrentemente ligado a “*supply chain*”, “*supply chain management*” e “*smart contract*”, onde a tecnologia tem sido fortemente estudada e aplicada, devido a eficiência em rastreabilidade e transparência. Contudo, quando comparados a ligação com o termo “*construction industry*”, observa-se a baixa incidência, evidenciando a carência de estudos da aplicação desta tecnologia na construção civil.

Figura 4: Rede de coocorrência de palavras-chave



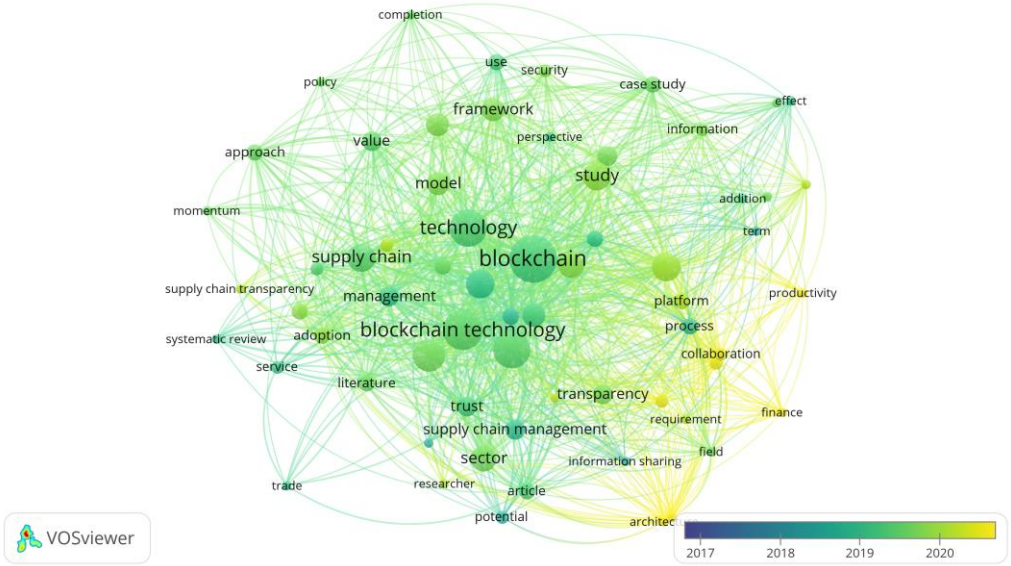
Fonte: os autores.

A Figura 5 apresenta a rede de coocorrência de termos presentes nos resumos. Os termos são contabilizados pelo *software* por contagem binária (uma vez por ocorrência no artigo). A rede escolhida para análise apresenta termos identificados em, pelo menos, dois artigos.

De um total inicial de 542 termos, foram identificados 63 termos com no mínimo duas ocorrências.

“*Blockchain*” e “*blockchain technology*” se destacam com 26 ocorrências. O termo “*blockchain*” possui ano médio de publicação inferior ao termo “*blockchain technology*”, evidenciando a tendência de tratamento da BT como solução tecnológica de ampla atuação. O termo “*blockchain technology*” foi introduzido por A2, artigo mais antigo da seleção. O artigo objetiva aplicações da BT em alguns setores da construção e trata BT como solução para problemas de confiança em projetos. Os artigos A7 e A10 também adotam o termo.

Figura 5: Rede de coocorrência de termos do resumo



Fonte: os autores.

Os termos "*collaboration*" e "*productivity*" são os mais recentes dentro da amostra de artigos. São adotados pelos artigos A18 e A19, e são introduzidos como termos que se referem à qualidade e o potencial da BT. O termo "*platform*", que aparece muito próximo a estes termos, se refere as plataformas de desenvolvimento da rede *blockchain*, que podem ser públicas ou privadas. Nas amostras selecionadas foram citados o *HyperLedger Fabric* como plataforma privada e o Ethereum como pública.

Tanto a rede de coocorrência de palavras chave quanto de resumo (Figuras 4 e 5) indicam que uma possível tendência futura de pesquisa mais direcionadas ao uso de "*smart contracts*" e gestão da informação da construção (integrando BIM e BT).

Finalmente, a evidência destacada dos termos "*blockchain*" e "*supply chain*" nas figuras 4 e 5 indica que a *string* de pesquisa adotada (Figura 1) possuiu uma abrangência adequada ao que se pretendia como resultado final de amostra representativa da literatura sobre o tema objeto deste artigo.

MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

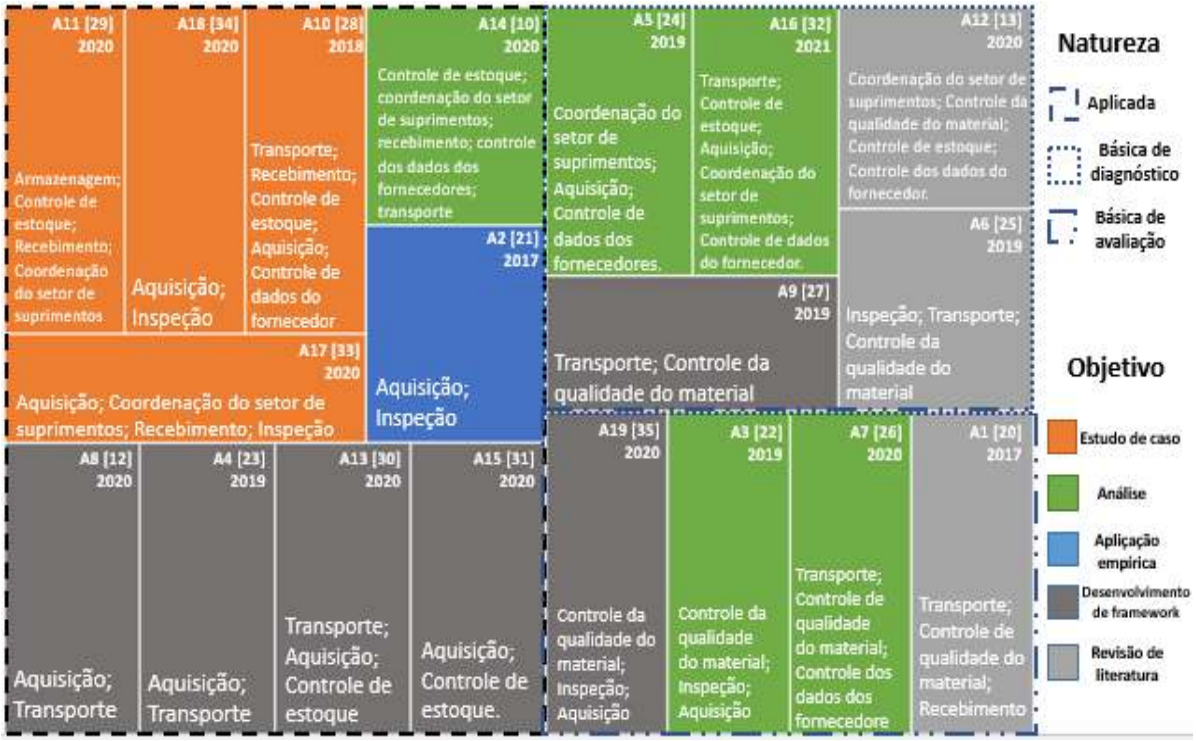
A Figura 6 categoriza o conteúdo das publicações selecionadas por natureza da pesquisa, objetivo da pesquisa e processos de gestão da CSC abordados.

Com relação à natureza, dez pesquisas foram classificadas como aplicadas, isto é, são pesquisas dedicadas à geração de conhecimento para solução do problema [36]; quatro classificadas como de caráter básico de avaliação (pesquisas relacionadas ao estudo de um fenômeno [36]) e cinco classificadas como de caráter básica de diagnóstico (pesquisas com o objetivo de gerar conhecimento novo para o avanço da ciência [36]).

A elevada presença de artigos de natureza aplicada deve-se ao número de publicações que propõem a criação de *frameworks*, ou a apresentação de soluções

para problemas dentro do tema abordado envolvendo "*smart contract*", e "*platform*". O artigo A8 se destaca, pois, além de indicar os atores que participariam da solução em BT, também apresenta o algoritmo de funcionamento e a plataforma *HyperLedger Fabric* / IBM. Algumas limitações são observadas na abordagem, deixando margem para novas pesquisas, como o fato da pesquisa se concentrar em um exemplo ilustrativo conceitual e na transparência da cadeia de abastecimento sustentável.

Figura 6: Mapeamento segundo natureza, objetivo da pesquisa e processo de gestão da CSC



Fonte: os autores.

Uma abordagem semelhante, de criação de *framework* e solução de problemas, é feita em A13, que apresenta dois casos para o uso da BT, sendo o primeiro sobre cadeia de suprimentos; e o segundo sobre a rede de suprimentos de revestimentos para uma construção. Nele também se apresentam os atores principais e seus papeis dentro da BT, bem como a arquitetura e suas configurações. O artigo aponta a necessidade de continuidade das discussões conceituais, de análises detalhadas de requisitos para perceber e operacionalizar os pontos fortes e oportunidades de uso de BT na indústria, e de casos de uso de BT para melhor posição da implementação da tecnologia na construção civil.

Ainda dentro do panorama de pesquisas de natureza aplicada, os artigos A2, A4, A8, A13, A14 e A15 enfocam o uso da tecnologia para resolver diversos problemas da construção civil (ex: falta de confiança nas organizações e fragmentação das informações entre *stakeholders*); enquanto os artigos A10, A11, A17 e A18 apresentam mesma abordagem, mas em estudos de casos com teor empírico.

A2 e A17 demonstram os efeitos positivos da adoção da BT em diferentes áreas da construção civil. Já A4 desenvolve um modelo dinâmico orientado a BT e algoritmo computacional para projeto de contrato inteligente no CSC usando metodologia de controle. Os artigos A8, A13 e A15 desenvolvem *framework* para tratar da cadeia de suprimentos envolvendo as etapas de aquisição, rastreabilidade e transporte. A10 e A17 tratam da necessidade de criação de uma rede para resolver problemas relacionados a aquisição e transporte na construção, enquanto A2, A11 e A14 demonstram a aplicabilidade e desafios da BT na construção. A falta de metodologia científica para o projeto baseado em BT de contratos inteligentes para a CSC e a necessidade de desenvolvimento de pesquisas futuras em novas áreas da construção são indicadas de forma recorrente nos artigos.

Transporte é um dos processos da gestão da CSC que mais foram abordados nos artigos (10 artigos ao total). Isso aponta ao mesmo tempo para uma tendência de pesquisa e para uma questão recorrente na gestão da CSC. Evidencia-se que estes artigos buscam alternativas para que estes desafios possam ser superados.

Como destaque tem-se os artigos A4, A8 e A10, que discutem os impactos que a BT pode trazer para resolver dificuldades recorrentes na CSC na gestão do tempo e do rastreamento dos insumos desde a indústria até a locação final. Os artigos apontam como dificuldade o estado inicial da tecnologia, e a necessidade de tempo e mais estudos para sua escalabilidade e melhor desenvolvimento.

Outro processo evidenciado na abordagem dos artigos está o de aquisição (11 artigos no total). Neste âmbito, busca-se a superação de desafios relacionados a falta de transparência, imutabilidade e confiança. Os artigos A8, A13, A15 e A17, em especial, trazem o desenvolvimento de *framework* para tratar de questões relacionadas ao processo de pagamento, demonstrando a potencialidade da BT na resolução de tais dificuldades junto ao setor.

CONCLUSÕES

Observa-se um avanço incipiente na produção de conteúdo relacionado a aplicação de BT no setor de construção, mais especificamente na cadeia de suprimentos. Os artigos analisados mostraram que apesar de muitos apresentarem natureza aplicada, poucos utilizaram uma abordagem científica. A quase totalidade aborda o tema de forma empírica e/ou descreve possíveis implementações. Apesar dessa lacuna, observaram-se aplicações exitosas da tecnologia na gestão de suprimentos utilizando plataformas privadas como *HyperLedger Fabric*.

Embora diversos processos da CSC terem sido abordados nos artigos, se notou uma maior prevalência do processo de transporte, incluindo rastreabilidade dos materiais, uso de radiofrequência e geolocalização; e do processo de aquisição, com a criação de *framework* e análise de solução de problemas de compra durante as etapas da cadeia de suprimentos.

Como principais contribuições observadas na amostra da literatura analisada, destaca-se a extensão de estudos aplicados da BT, com a construção de *frameworks*

e estudos de caso que apontam para o desenvolvimento de plataformas que buscam suprir a escassez de recursos para gerir a informação tratada na cadeia de suprimentos de forma aberta e confiável. Quanto às principais lacunas evidenciadas na literatura, observam-se as limitações teóricas dos estudos da tecnologia relacionadas a CSC e sua concentração em aspectos conceituais.

Destaca-se que os resultados deste artigo estão limitados ao âmbito da amostra obtida a partir da *string* de pesquisa e das bases de dados utilizadas. Com o possível crescimento de publicações sobre o tema, o uso de BT de forma mais aplicada e a análise de experiências reais poderão ser vistos com maior frequência no futuro.

Para o avanço do conhecimento na área, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas mais específicas que abordem em detalhe comparações com modelos tradicionais de gestão e o uso de métodos de avaliação como *benckmarking*. A implementação e análise de protótipos em empresas do setor também poderá dar maiores informações sobre a eficiência, viabilidade e aplicabilidade da tecnologia BT na CSC.

AGRADECIMENTOS

Ao PIBIC (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica) / UFBA e ao CNPq.

REFERÊNCIAS

[1] IBGE. **Contas Nacionais Trimestrais: 4º trimestre de 2018.** 2019. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/2d8655f9ce6c79037baeaf06348d1c57.pdf. Acesso em 4 dezembro 2018.

[2] McKinsey. **Imagining construction's digital future**. 2016. Disponível em: https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/imagining-constructions-digital-future. Acesso em 10 outubro 2018.

[3] AZAMBUJA, M., O'BRIEN, W. **Construction Supply Chain Modeling**. *In:* O'BRIEN, W.; FORMOSO, C.; VRIJHOEF, R.; LONDON, K (org.) Construction Supply Chain Management Handbook. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2009. p. 2-1–2-31. 2008.

[4] ISATTO, E; AZAMBUJA, M; FORMOSO, C. The Role of Commitments in the Management of Construction Make-to-Order Supply Chains. **Journal of Management in Engineering**. v. 31, n 4. 2015. DOI: https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000253.

[5] JU, Q.; DING, L.; SKIBNIEWSKI, M. J. Optimization strategies to eliminate interface conflicts in complex supply chains of construction projects. **Journal of Civil Engineering and Management**. v. 23, n. 6, p. 712-726. 2017. DOI: https://doi.org/10.3846/13923730.2016.1232305.

[6] KRAINER, C.W.M.; KRAINER, J.A.; RIBEIRO, D.G.F.; IAROZINSKI NETO, A.; ROMANO, C.A. Gestão da cadeia de suprimentos na indústria da construção civil: uma análise bibliométrica. *In:* SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 11., 2019, Londrina. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC, 2019.

[7] SAFA, M; BAEZA, S; WEEKS, K. Incorporating Blockchain technology in construction management, **Strategic Direction**. v. 35, n. 10, p. 1-3. 2019. DOI: http://doi.org/10.1108/SD-03-2019-0062.

[8] PERERA et al. Blockchain technology: Is it hype or real in the construction industry? **Journal of Industrial Information Integration**. v. 17. 2020. DOI: http://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100125.

[9] SHOJAEI, A.; WANG, J.; FENNER, A. Exploring the feasibility of blockchain technology as an infrastructure for improving built asset sustainability, **Built Environment Project and Asset Management**. v. 10, n. 2, p. 184-199. 2019. DOI: http://doi.org/10.1108/bepam-11-2018-0142.

[10] SHARMA. M., KUMAR, S. The Implication of Blockchain as a Disruptive Technology for Construction Industry. **IIM Kozhikode Society & Management Review**. v. 9, n.2, p. 177-188. 2020. DOI: https://doi.org/10.1177/2277975220932343.

[11] RAMACHANDRAN, A.; KANTARCIOGLU, M. SmartProvenance: A Distributed, Blockchain Based DataProvenance System. In: CODASPY '18: PROCEEDINGS OF THE EIGHTH ACM CONFERENCE ON DATA AND APPLICATION SECURITY AND PRIVACY. p. 35-42. 2018, Tempe. **Anais eletrônicos...** Tempe: CODASPY '18, 2018. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3176258.3176333.

[12] WANG, Z. et al. Blockchain-based framework for improving supply chain traceability and information sharing in precast construction. **Automation in Construction**. v. 101. 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.103063.

[13] TEZEL, A. et al. Preparing construction supply chains for blockchain technology: An investigation of its potential and future directions. **Frontiers of Engineering Management**. v. 7, p. 547-563. 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s42524-020-0110-8.

[14] NAWARI N.O.; RAVINDRAN S. Blockchain and the built environment: Potentials and limitations. **Journal of Building Engineering**. v. 25. 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100832.

[15] HAYASHI, M.; GONCALVES, T. **Estudo Bibliométrico dos Balanços da Produção Científica em Educacão Especial na Revista Brasileira de Educação Especial** (1999-2017)1. Rev. bras. educ. espec. [online]. v. 24, p. 135-152. 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/s1413-65382418000400010.

[16] MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre. v. 17, n. 4, p. 359-384, out./dez. 2017. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000400202.

[17] AGOSTINHO, H. L.; GRANJA, A. D. Comparação de Modelos Contratuais na Construção Civil: Um Mapeamento Sistemático de Literatura. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

[18] PAI, M. et al. **Clinical Research Methods**. National Medical Journal Of India. v. 17, n. 2. 2004. Disponível em: https://www.paitbgroup.org/wp-content/uploads/Papers/2004/2004-XX-PaiM-NMJI.pdf. Acesso em: 2 fevereiro 2016.

[19] NAKAMOTO, S. **Bitcoin: A Peer-to-peer Electronic Cash System,** 2008. Disponível em https://bitcoin.org/bitcoin.pdf. Acesso em 4 de agosto de 2020.

[20] KSHETRI, N. Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. **International Journal of Information Management**. v. 39, p. 80-89. 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/J.IJINFOMGT.2017.12.005.

[21] WANG, J. The outlook of blockchain technology for construction engineering management, **Frontiers of Engineering Management**. v. 4. 2017. DOI: https://doi.org/10.15302/J-FEM-2017006.

[22] MONTECCHI, M.; PLANGGER, K.; ETTER, M. It's real, trust me! Establishing supply chain provenance using blockchain. **Business Horizons**. v. 62, n. 3. 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/J.BUSHOR.2019.01.008.

[23] DOLGUI, A. et al. Blockchain-oriented dynamic modelling of smart contract design and execution in the supply chain. **International Journal of Production Research.** v. 58, n. 7. 2020. DOI: https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1627439.

[24] POURNADER, M. et al. Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature. **International Journal of Production Research**. v. 58, n.5. 2019. DOI: https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1650976.

[25] CHANG, Y.; IAKAVOU, E.; SHI, W. Blockchain in global supply chains and cross border trade: a critical synthesis of the state-of-the-art, challenges and opportunities. **International Journal of Production Research**. v. 58, n. 7, 2020. DOI: https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1651946.

[26] BAI, C.; SARKIS, J. A supply chain transparency and sustainability technology appraisal model for blockchain technology. **International Journal of Production Research**. v. 58, n. 6. 2020. DOI: https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1708989.

[27] WANG, Y. et al. Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda. **Supply Chain Management: An International Journal.** v. 24. 2019. DOI: https://doi.org/10.1108/scm-03-2018-0148.

[28] LANKO, A.; VATIN, N.; KAKLAUSKAS, A. Application of RFID combined with blockchain technology in logistics of construction materials. **MATEC Web of Conferences**. v. 170. 2018. DOI: https://doi.org/10.1051/matecconf/201811003032.

[29] WANG, Y.; CHEN, C.; ZGHARI-SALES, A. Designing a blockchain enabled supply chain. **International Journal of Production Research**. v. 59, n.5. 2020 DOI: https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824086.

[30] HUNHEVICZ, J.; HALL, D. Do you need a blockchain in construction? Use case categories and decision framework for DLT design options. **Advanced Engineering Informatics**. v. 45. 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/J.AEI.2020.101094.

[31] CHONG, H.; DIAMANTOPOULOS, A. Integrating advanced technologies to uphold security of payment: Data flow diagram. **Automation in Construction.** v. 114. 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103158.

[32] BADI, S. et al. Technological, organizational and environmental determinants of smart contracts adoption: UK construction sector viewpoint, **Construction Management and Economics**. v. 39, n. 1. 2021. DOI: https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1819549.

[33] YANG, R. et al. Public and private blockchain in construction business process and information integration. **Automation in Construction**. v. 118. 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2020.103276.

[34] SHI, M. et al. Using Blockchain Technology to Implement Peer-to-Peer Network in Construction Industry. In: Santos E. T.; Scheer S. (org.) PROCEEDINGS OF THE 18TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING. ICCCBE 2020. **Lecture Notes in Civil Engineering**. Switzerland: Springer, 2021. p. 839-849. 2008. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-51295-8_58.

[35] SHEMOV, G.; GARCIA DE SOTO, B.; ALKHZAIMI, H. Blockchain applied to the construction supply chain: A case study with threat model. **Frontiers of Engineering Management**. v. 7. 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/S4252A-020-0129-X.

[36] NASCIMENTO, F. Classificação da Pesquisa. **Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos.** *In:* NASCIMENTO, F. (org.). Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática – como elaborar TCC. Brasília: Thesaurus, 2016.