

<https://doi.org/10.34632/gestaoedesenvolvimento.2022.11625>

Data de receção: 25/02/2022

Data de aceitação: 25/05/2022

## **BLOCKCHAIN NA SAÚDE, UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE 2008 A 2021**

### **BLOCKCHAIN IN HEALTHCARE, A BIBLIOMETRIC ANALYSIS FROM 2008 TO 2021**

**Filipe Ambrósio**<sup>1</sup> [orcid.org/0000-0001-6048-0542](https://orcid.org/0000-0001-6048-0542)

**Bruno Soares**<sup>2</sup> [orcid.org/0000-0002-6887-7509](https://orcid.org/0000-0002-6887-7509)

*Resumo: Blockchain é uma tecnologia que tem vindo a ganhar cada vez mais destaque no mundo digital. As propriedades desta tecnologia inicialmente desenhadas para a criptomoeda Bitcoin demonstraram, desde cedo, grande potencial de aplicabilidade noutras áreas e são já várias as indústrias que usufruem deste sistema. A área da saúde não ficou indiferente à implementação desta tecnologia e a associação de blockchain e saúde tem sido alvo de particular interesse. Assim, este artigo teve como objetivo mapear o estado da arte de Blockchain na área da saúde através de uma análise bibliométrica às publicações e citações que contêm as palavras-chave “Blockchain” e “Healthcare” (Saúde) no título, resumo, ou palavras-chave, durante o período de 2008 até ao presente. Através da base de dados Scopus e o seu programa integrado de pesquisa obtiveram-se*

---

<sup>1</sup> Professor Auxiliar Convidado do Instituto de Gestão e das Organizações de Saúde - Universidade Católica Portuguesa - Viseu. E-mail: [f.ambrosio1969@gmail.com](mailto:f.ambrosio1969@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestrando em Gestão Aplicada no Instituto de Gestão e das Organizações de Saúde - Universidade Católica Portuguesa - Viseu. E-mail: [dr.brunosoares@gmail.com](mailto:dr.brunosoares@gmail.com)

*um total de 1584 publicações que permitiu avaliar o volume de trabalhos e citações; os países de origem das publicações; e os artigos com maior impacto na literatura. Através da análise de outras palavras ou conceitos associados a Blockchain e Saúde procurou-se prever a tendência para futuras investigações. Foi possível confirmar o crescente interesse nesta tecnologia e no seu potencial de aplicação na área da saúde, sobretudo ao nível da Internet of Things (IoT) e dos Registos Eletrónicos de Pacientes. (REP).*

**Palavras-chave:** Blockchain, Saúde, Bibliometria, Análise Bibliométrica.

*Abstract: Blockchain is a technology that has been gaining more and more prominence in the digital world. The properties of this technology initially designed for the Bitcoin cryptocurrency demonstrated, from an early age, great potential for applicability in other areas and there are already several industries that benefit from this system. The healthcare sector was not indifferent to the implementation of this technology and the association of blockchain and healthcare has been the subject of particular interest. Therefore, this article aimed to map the state of the art of Blockchain in healthcare through a bibliometric analysis of publications and citations that contained the keywords “Blockchain” and “Healthcare” in the title, abstract, or keywords, during the period extending from 2008 to the present. Through the Scopus database and its integrated research program, a total of 1584 publications were obtained which allowed the analysis of volume of work and citations, the countries of origin of the publications; and the articles with the greatest impact in the literature. With the analysis of other words or concepts associated with Blockchain and Healthcare, we sought to predict the trend for future investigations. It was possible to confirm the growing interest in this technology and its potential application in healthcare, specially in terms of the Internet of Things (IoT) and Electronic Patient Records (EMR).*

**Keywords:** Blockchain, Healthcare, Bibliometric Analysis.

## INTRODUÇÃO

Os avanços nas tecnologias de comunicação e informação (TIC) promoveram a mudança de paradigma para uma gestão baseada no conhecimento. O surgimento da tecnologia *blockchain*, introduzida por Satoshi Nakamoto (2008) inicialmente para a criptomoeda *bitcoin*, trouxe consigo uma oportunidade para ultrapassar alguns dos obstáculos para uma maior e segurança e descentralização na partilha e distribuição de dados e informação cruciais para a Gestão baseada no conhecimento. Desde então, tem aumentado o interesse no estudo e implementação da tecnologia *blockchain* em várias áreas para lá da indústria financeira.

A área da saúde para a qual o armazenamento e transferência de dados sensíveis é vital, não foge à regra. Nesse sentido, a base para o estudo neste artigo foi esta relação ainda numa fase inicial de exploração entre a tecnologia *blockchain* e o potencial de aplicabilidade para a área da saúde. Apesar de já existirem na literatura referência a análises bibliométricas realizadas sobre o tema da tecnologia *blockchain* (Dabagh et al. 2019; Fiardus et al. 2019; Miao & Yang, 2018; Zhu & Park, 2019), não foi encontrada nenhuma análise do género realizada sobre a associação de *Blockchain* e *Saúde* (*Healthcare*).

O objetivo principal deste artigo é avaliar o impacto na literatura da implementação de *blockchain* na área da saúde e prever, através de uma análise aos conceitos chave mais vezes associados aos dois termos em simultâneo, quais as tendências para futuras investigações. Neste artigo procuramos então responder às seguintes questões, relativamente ao período entre 2008 e 2021:

- a) Qual é o volume de publicações e citações sobre *blockchain* e saúde?
- b) Quais os países que mais contribuíram para o conhecimento sobre *blockchain* e saúde ?
- c) Quais os artigos mais citados (com maior impacto na literatura)?
- d) Quais os conceitos chave que mais vezes surgem associados ao tema *blockchain* e saúde?

Para obter resposta a estas questões foi realizada uma abordagem quantitativa através da análise bibliométrica ao volume de publicações e citações com as palavras “*Blockchain*” e “*Healthcare*”.

Este estudo começa com uma pequena revisão do estado da arte de *blockchain* e saúde, seguido da apresentação dos resultados, nomeadamente o volume de publicações e citações reveladas na pesquisa efetuada. Através do software *VOS Viewer* foi possível apresentar o mapeamento visual dos países que mais contribuíram para o conhecimento sobre *blockchain* e saúde e o conjunto de conceitos/palavras chave com maior ocorrência nestas publicações.

## **1. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **1.1. Tecnologia *blockchain***

A tecnologia *blockchain* foi introduzida em 2008 por uma pessoa ou grupo, com o pseudónimo, Satoshi Nakamoto e desenvolvida para a criptomoeda *Bitcoin* (Mettler, 2016). Trata-se de um sistema de registo e armazenamento de transações, em blocos interligados com um código de identificação único. Esta tecnologia é baseada numa rede *peer-to-peer* (p2p). Foi originalmente desenvolvido, em 1991, por Stuart Haber e Scott Stornetta que pretendiam, então, criar um sistema onde determinados documentos pudessem ter um selo temporal exato, que não fosse possível de ser alterado (Megha et al. 2021). Haber e Stornetta (1991) reconheceram a dificuldade num ambiente cada vez mais digital de relações entre empresas e negócios, em certificar a data da criação ou da última alteração de documentos digitais. Os dois investigadores levantaram dois problemas: a privacidade e fiabilidade dos registos, por forma a garantir que estes não fossem alterados. Num ambiente digital é possível copiar, alterar e trocar dados. *Blockchain* é uma solução que permite a troca de dados mas evita as duas primeiras: copiar e alterar.

*Blockchain* é então uma rede que funciona como blocos encadeados que carregam consigo um conteúdo (no caso das criptomoedas, uma transação monetária) e uma impressão digital única. Esta impressão digital (*hash*) é uma função matemática que gera automaticamente um código com letras e números em representação

da mensagem ou arquivo (bloco). O *hash* converte então uma grande quantidade de dados e transforma-os numa pequena quantidade de informação. É a impressão digital de um arquivo ou, no caso de *blockchain*, um bloco. Se qualquer informação for alterada, o *hash* muda, mas mantém também o *hash* anterior, isto permite sinalizar e verificar se algum bloco foi alterado e permite rastrear perfeitamente o seu percurso.

Aplicado às criptomoedas, esta tecnologia permitiu agilizar pagamentos internacionais, eliminando intermediários, normalmente os bancos; as transações acontecem em tempo real, com menos custos, burocracia e sem perder segurança, continuam a ser verificáveis e auditáveis (Nakamoto, 2008). Os participantes transferem itens de valor (ativos), através de um livro-razão (*ledger*) comum, do qual cada participante possui uma cópia, e cujo conteúdo está em constante sincronização com os outros. Sempre que um novo bloco é criado, ele é enviado para todos os nós da rede.

É possível garantir a visibilidade adequada para a rede, já que as transações conseguem ser verificadas, mas as partes sensíveis podem permanecer ocultadas, sem prejudicar a verificação do bloco.

De um modo geral podemos identificar como principais características desta tecnologia:

- Descentralização da informação, evitando que uma entidade central tenha o poder sobre ela;
- Disponibilidade da informação, para os utilizadores da mesma rede.
- Privacidade, obtida através de técnicas de criptografia.
- Integridade, ou seja, a informação é confiável, não pode ser alterada por ninguém.
- Imutabilidade, não permite a alteração ou remoção das informações.
- Auditabilidade, permite a verificar a validade das informações (blocos e transações) contidas na cadeia.

## **1.2. Blockchain e saúde**

O princípio subjacente do acesso imediato, transparente e descentralizado à informação representa um ponto de partida para

muitos setores do mercado (Mettler, 2016). Nesse sentido, o potencial da tecnologia Blockchain tem sido estudado e, como anteriormente referido, já aplicado em várias áreas para garantir privacidade e segurança, nomeadamente, aplicações financeiras, verificação de integridade, entidades governamentais, serviços públicos, eleições eletrónicas, *Internet of Things* (IoT), aplicações industriais e empresariais, gestão da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management*), no setor da energia, na educação, na gestão de dados e na gestão da saúde (Casino et al. 2018).

Por *Internet of Things* (Internet das Coisas), entende-se uma rede dinâmica de infraestruturas tecnológicas com capacidades de configuração automática, que utilizam sistemas integrados de inteligência virtual para recolha e partilha de dados e informação (Rodríguez-Molano et al. 2018). A indústria da saúde está a gerar considerável interesse na utilização da IoT para assistir pacientes e prestadores de cuidados de saúde através de sensores com capacidade de monitorar as condições de saúde de um paciente e gerar relatórios para análise. Com IoT, os hospitais podem tornar-se hospitais inteligentes capazes de facilitar os processos para os profissionais de saúde. (De Aguiar et al. 2020).

Mas, existem outras possibilidades para a aplicação da tecnologia *blockchain*, por exemplo, na gestão de saúde pública, no setor farmacêutico, em investigação médica, ou na saúde orientada para o consumidor (Mettler, 2016). A partilha de dados é de vital importância para a prestação de cuidados de saúde. *Knowledge Based Management* (KBM), ou gestão baseada no conhecimento que aplica dados e informação, e não sentimentos ou intuição, para suportar a tomada de decisões. (El Morr & Subercaze, 2010). A Gestão de Conhecimento desempenha, no âmbito da saúde, um papel de suma importância. Mesmo no setor público, que não depende da competição ou do lucro a prestação dos melhores cuidados de saúde depende muito do conhecimento e da necessidade de cooperação entre vários intervenientes e disciplinas. Esta realidade é pertinente em contexto hospitalar, mas também na área da Saúde Pública, tão em voga com a questão pandémica, onde a tomada de decisão depende dos dados

gerados pelo conhecimento, provenientes de várias fontes (Ayatollahi & Zeraatkar, 2020)

Os serviços de saúde demoraram na aplicação de tecnologias de informação, mas a recente evolução dos sistemas levou a uma implementação mais rápida e agressiva de registos médicos eletrónicos e outros sistemas de ferramentas automatizadas (El Morr & Subercaze, 2010). E a aplicação de processos de Gestão de Conhecimento pode ajudar as organizações de saúde a prestar melhores cuidados, com menor risco para os pacientes, e a reduzir os custos associados (Ayatollahi & Zeraatkar, 2020). Os benefícios de um sistema baseado em *blockchain* incluem, por exemplo, registos que estão armazenados de forma distribuída, facilmente verificáveis, sem necessidade de um proprietário centralizado passível de ser corrompido (Casino et al. 2019). A gestão destes Registos Eletrónicos dos Pacientes (REPs) é, segundo Casino et al. (2019) provavelmente a área com maior potencial de crescimento. O registo eletrónico de um paciente pode conter a sua história médica, os seus dados de saúde, previsões sobre próximos passos e informação de qualquer tipo sobre o seu progresso clínico durante um plano de tratamento. A implementação de Registos Médicos Eletrónicos é considerado um passo crítico para a melhoria na qualidade do conhecimento, da informação disponibilizada e partilhada e nos custos associados. Melhor acesso a maior quantidade de informação vai ajudar no entendimento de padrões e tendências.(Yue et al. 2016).

Nos Estados Unidos, esta transição já está a ser rapidamente consumada. De acordo com Gordon e Catalini (2018), se em 2008, apenas 9% dos hospitais utilizavam registos médicos eletrónicos, em 2015 essa percentagem subiu para 96%. No entanto o grande desafio para a gestão de conhecimento na área da saúde está numa mudança de paradigma que permita virar o foco da partilha de dados e informações de diferentes unidades de saúde, para o próprio paciente, com fácil e rápido acesso aos seus próprios dados médicos. A tecnologia *blockchain* terá particular interesse para esta viragem, dado o seu ênfase na partilha, distribuição e encriptação da informação. No entanto esta tecnologia apresenta ainda alguns desafios, por exemplo, no que diz respeito ao aspeto anónimo mas não privado das trocas de

informação; a gestão de passwords por parte dos pacientes, e a implementação dos regulamentos de proteção de dados da União Europeia que regulam o manuseamento e armazenamento de dados e que nesta situação necessitariam de maior clareza, dada a característica de imutabilidade da tecnologia *blockchain* (Gordon e Catalini, 2018).

Os mesmos autores levantam também alguns problemas que dificultam a implementação imediata da tecnologia *blockchain* nas várias áreas, incluindo a área da saúde, nomeadamente o período de latência, ou demora na real transação de dados. Por exemplo, cada bloco de *bitcoin* é processado em aproximadamente 10 minutos. Trata-se de um obstáculo relativamente contornável ao nível das transações entre criptomoedas, mas que pode assumir outras proporções quando aplicado à escala universal, com maior fluxo de transações. O custo associado a sistemas informáticos avançados, bem como o elevado consumo de recursos energéticos; e a difícil usabilidade destes sistemas são outros obstáculos apontados especificamente à implementação de *blockchain* na área da saúde (Aguilar et al. 2020).

Há, portanto, ainda espaço para mais desenvolvimento e investigação pelo que será de esperar que continuem a surgir na literatura mais trabalhos e publicações sobre o tema.

## **2. METODOLOGIA**

A metodologia escolhida para esta investigação foi uma análise bibliométrica. O termo bibliometria foi pela primeira vez referenciado por Pritchard em 1969, substituindo a então definição clássica denominada estatística bibliográfica. Desde então, a bibliometria tem evoluído e aperfeiçoado, acompanhando a evolução exponencial da ciência (Mora-Muñoz et al. 2020). A metodologia bibliométrica é usada na análise quantitativa de publicações escritas. É um método de análise popular e rigoroso para explorar e analisar grandes volumes de dados científicos. (Donthu et al. 2021). Este tipo de análise é considerada uma ferramenta integral de pesquisa científica. (Ellegaard & Wallin, 2015). Permite-nos desvendar, por exemplo, as tendências evolutivas de um determinado campo ou tema específico, e elucidar-nos sobre áreas emergentes. Apresenta o estudo quantitativo da



produção, crescimento, maturação e consumo de publicações científicas. Mora-Muñoz et al (2020).

Quanto à base de dados utilizada para a análise bibliométrica, Martín-Martín et al. (2018) compararam três bases de dados, *Google Scholar*, *Web of Science* e *Scopus* e demonstraram que em termos de abrangência, o primeiro apresentava maior número de publicações únicas, não encontradas nas outras duas bases de dados. No entanto, o mesmo estudo apontou que o impacto científico das citações na *Google Scholar* era, em média, muito menor que as citações encontradas na *Web of Science* e *Scopus*. No mesmo estudo ficou também demonstrado que a *Google Scholar* é a base de dados que apresenta maior probabilidade de erros, pois de entre estas publicações únicas, muitas se podem referir a artigos não publicados em revistas científicas, dissertações e teses e capítulos de livros.

Jacso (2005) referiu também a dificuldade em implementar as mais básicas operações de *Boolean*, AND ou OR, corretamente no *Google Scholar*. Para o contexto deste artigo, foi utilizada como base de dados as publicações encontradas no *Scopus*, utilizando o seu próprio motor de busca, que incluíssem no título, resumo ou palavras-chave, os termos “*blockchain*” e “*healthcare*”, desde 2008 a 2021.

(*Search String utilizado no Scopus: TITLE-ABS-KEY(Blockchain AND Healthcare) AND PUBYEAR AFT 2007 AND PUBYEAR BEF 2022*)

Para a análise quantitativa feita ao volume de publicações e citações relativas a publicações sobre *Blockchain* e *Healthcare*, de 2008 a 2021, foi utilizado o ficheiro exportado a partir da busca realizada no *Scopus*. Este ficheiro .CSV permitiu organizar por ano, o número de publicações e citações. Para a apresentação e análise da origem dos maiores contributos de conhecimento sobre *blockchain* e saúde, foi utilizado o software *VOS Viewer* e a mesma base de dados obtida a partir do *Scopus*. Este *software* é um programa gratuito desenvolvido para a construção e apresentação de mapas bibliométricos (Van Eck & Waltman, 2010). *VOS* refere-se a *Visualization of Similarities*, ou visualização de semelhanças e é este um dos aspetos mais interessantes do *software* para a análise

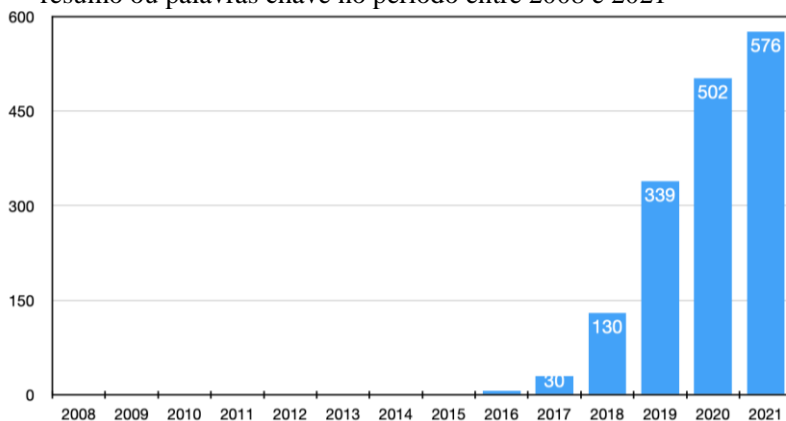
bibliométrica pois apresenta, de uma forma visualmente atrativa, aglomerados de ocorrências, permitindo também assinalar as relações entre os objetos da pesquisa.

## **2. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

O Gráfico 1 representa o volume de publicações desde 2008 a 2021 contendo os termos “*blockchain*” e “*healthcare*” no seu título, resumo ou palavras chave.

**Gráfico 1**

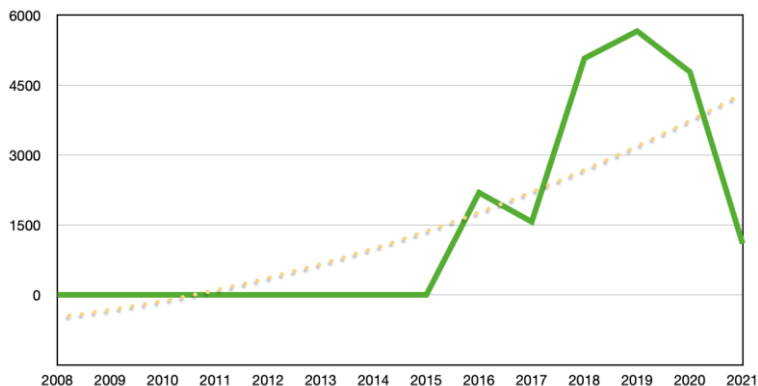
Volume de publicações com *blockchain* e *healthcare* no título, resumo ou palavras chave no período entre 2008 e 2021



No gráfico 2, está representado o número de citações para o mesmo período. Apesar de uma ligeira quebra no número de citações em 2017, é possível observar nos dois gráficos uma tendência de crescimento seja para o volume de publicações sujeitas ao tema de *blockchain* e saúde, seja na tendência para o número citações.

## Gráfico 2

Volume de publicações com *blockchain* e *healthcare* no título, resumo ou palavras-chave no período entre 2008 e 2021



A Tabela 1 lista os cinco artigos, com *blockchain* e *healthcare* no título, resumo, ou grupo de palavras chave, mais citados na literatura. Com exceção do título generalista do terceiro classificado, que não parece restrito à área da saúde, todas as restantes publicações são bastante específicas quanto à aplicação da tecnologia de *blockchain* na área da saúde. A publicação mais citada apresenta um exemplo concreto de aplicação desta tecnologia, a Med Rec (*Medication Reconciliation*).

**Tabela 1**

Lista dos 5 artigos com *blockchain* e *healthcare* com maior número de citações

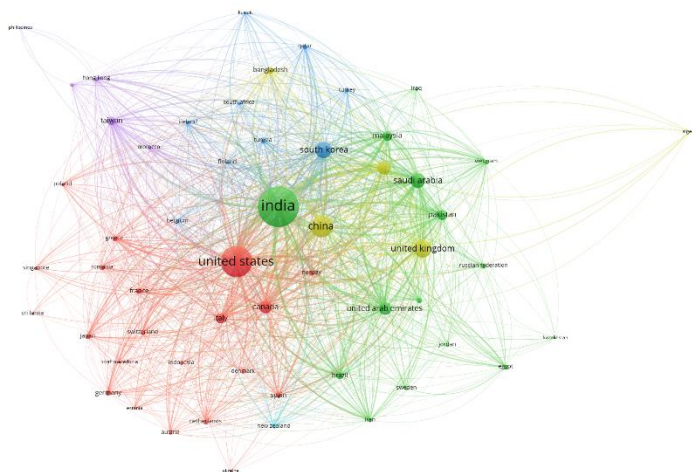
TÍTULO	DATA	FONTE	VOL. CITAÇÕES	PALAVRAS-CHAVE
MedRec: Using blockchain for medical data access and permission management	2016	Proceedings – 2016 2nd International Conference on Open and Big Data, OBD 2016	<b>940</b>	access control; cryptographic; distributed information systems; electronic medical records
Healthcare Data Gateways: Found Healthcare Intelligence on Blockchain with Novel Privacy Risk Control	2016	Journal of Medical Systems	<b>558</b>	Blockchain; healthcare data sharing; Healthcare data system; Indicator-centric schema; Privacy risk
A systematic literature review of blockchain-based applications: current status, classification and open issues	2019	Telematics and Informatics	<b>470</b>	Applications; blockchain; classification
Blockchain technology in healthcare: the revolution starts here	2016	2016 IEEE 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2016	<b>452</b>	Blockchain; counterfeit drugs; digital health; digitalization; health information; management; healthcare; medical research; medical treatment; new business models; patient data
Blockchain: a panacea for healthcare cloud-based data security and privacy?	2018	IEEE Cloud Computing	<b>317</b>	blockchain; cloud computing; privacy; security

A Tabela 2 apresenta os valores utilizados na construção destes gráficos, retirado do ficheiro exportado da Scopus após realizada a pesquisa e na figura 1, está representado o mapa construído no *software VOS Viewer* que resulta da pesquisa sobre os países de origem das publicações sobre *blockchain* e saúde. Este mapa (Figura 1) foi filtrado para um número mínimo de 20 publicações, por país, ignorando resultados com valores inferiores. É possível, a partir da figura, identificar três países com maior destaque, nomeadamente a Índia, Estados Unidos e China e a rede de co-citações. Na tabela 2 estão também assinalados os dez países com maior número de publicações associadas, a partir da análise feita pelo *software VOS Viewer*, e a posição de Portugal, já com 22 publicações e 261 citações no período entre 2018 a 2021.

**Tabela 2**

Volume de publicações e citações no período de 2018 e 2021 e distribuição do número de publicações e citações por países

ANO	VOLUME de PUBLICAÇÕES	VOLUME de CITAÇÕES	PAÍS	PUBLICAÇÕES	CITAÇÕES
2008	0	0	1° Índia	384	3376
2009	0	0	2° Estado Unidos da América	266	6631
2010	1	1	3° China	157	3877
2011	0	0	4° Reino Unido	115	1977
2012	0	0	5° Coreia do Sul	102	1018
2013	0	0	6° Arábia Saudita	92	643
2014	0	0	7° Austrália	79	899
2015	0	0	8° Canadá	71	1510
2016	6	2190	9° Emirados Árabes Unidos	70	626
2017	30	1565	10° Itália	51	759
2018	130	5071	(...)	(...)	(...)
2019	339	5654	19° Portugal	22	261



**Figura 1**

Mapa dos Países de origem das publicações com *blockchain* e *healthcare* no título, resumo ou palavras-chave

A Tabela 3 foi gerada a partir do *software VOS Viewer* e apresenta as vinte (20) palavras-chave mais utilizadas em conjunto com a associação *blockchain* e *healthcare* nas publicações sujeitas ao tema, para o período entre 2008 e 2021.

Para a análise sobre os conceitos ou palavras chave relacionados com *blockchain* e *healthcare* em conjunto foi utilizado o mesmo *software VOS Viewer* sendo aplicado um filtro que exigia um mínimo de dez ocorrências para que houvesse apresentação no mapa (figura 2).

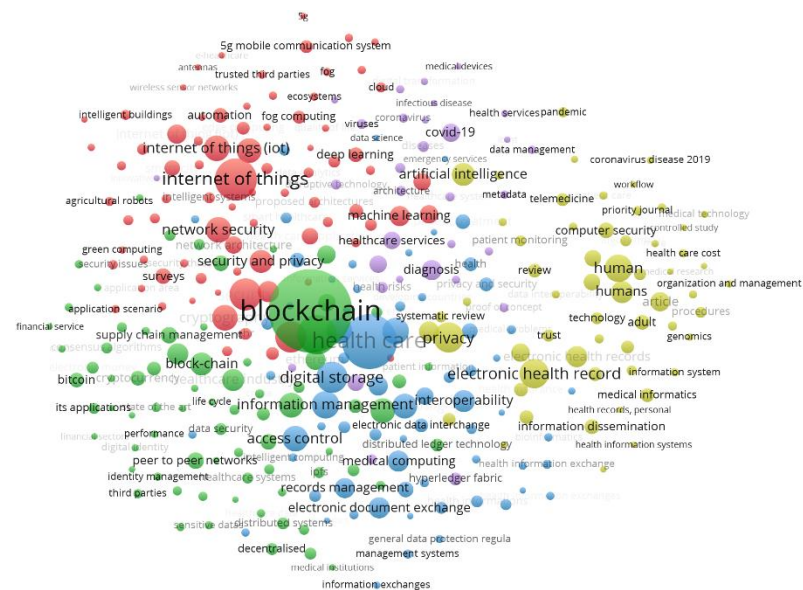
**Tabela 3**

As 20 palavras-chave mais frequentemente associadas às publicações com “*blockchain*” e “*healthcare*”

	<b>PALAVRAS-CHAVE</b>	<b>OCORRÊNCIA</b>	<b>COR</b>
1°	Internet of Things (Internet das Coisas)	344	Verde/vermelho
2°	Security (Segurança)	193	Azul/verde/vermelho
3°	Digital Storage (Armazenamento Digital)	185	Azul
4°	Data Privacy (Privacidade dos dados)	182	Vermelho
5°	Privacy (Privacidade)	176	Amarelo/Vermelho
6°	Electronic Health Record (Registro Médico Electrónico)	165	Amarelo
7°	Human (Humano)	149	Amarelo
8°	Information Management (Gestão da Informação)	147	Azul
9°	Health Care System (sistema da saúde)	133	Vermelho
10	Privacy by Design (Privacidade por Desenho)	130	Verde
11°	Network Security (Segurança da rede)	129	Vermelho
12°	Access Control (Controlo de acesso)	125	Azul
13°	Cryptography (Criptografia)	125	Verde
14°	Data Sharing (Partilha de Dados)	121	Azul
15°	Smart Contract (Contrato Inteligente)	119	Verde
16°	Artificial Intelligence (Inteligência artificial)	105	Amarelo
17°	Security and Privacy (Segurança e Privacidade)	102	Vermelho
18°	Healthcare Industry (Indústria da Saúde)	97	Verde
19°	Interoperability (Interoperabilidade)	93	Azul
20°	Authentication (Autenticação)	89	Vermelho

A análise dos conceitos/palavras-chave mais frequentemente associados às publicações de *healthcare* e *blockchain* gerou o mapa

construído no *software VOS Viewer* apresentado na figura 2. Como seria de esperar *blockchain* e *healthcare* têm natural destaque mas, associados a estas palavras-chave surgem termos como “*Internet of Things (IoT)*”, “*information management*”, “*privacy*” e “*electronic health records*”, “*digital storage*” ou “*network security*” distribuídos em cinco grandes grupos visualmente distinguidos por cores (verde, azul, vermelho, amarelo e violeta).



**Figura 2**

Mapa dos conceitos com maior ocorrência associados a *blockchain* e *healthcare* no título, resumo ou palavras-chave

#### 4. CONCLUSÕES

A pesquisa na base de dados *Scopus* revelou 1584 publicações com as palavras *blockchain* e *healthcare* o título, resumo ou grupo de palavras-chave, entre 2008 e 2021.

Os resultados apresentados são claros na demonstração do crescente interesse despertado pelo potencial de aplicabilidade da



tecnologia *blockchain* na área da saúde, com início em 2016. Durante dois anos consecutivos o volume de publicações triplica (entre 2017 e 2019) e a tendência continua a ser crescente, embora aparentemente a um ritmo mais lento. Da mesma forma o volume de citações acompanha a tendência de crescimento das publicações e reforça esta procura por mais investigações e conhecimento sobre *blockchain* e saúde.

Os países que mais contribuíram para o conhecimento são, de acordo com os resultados obtidos pela análise da base de dados da *Scopus*, a Índia, os Estados Unidos e a China. A maior parte das citações parte, no entanto de publicações originárias do país norte-americano. Este resultado não coincide com o ranking de competitividade digital em 2021, publicado pelo *World Economic Forum (Meissner, 2021)* que listou no top 3 de países a China, a Arábia Saudita e o Brasil. Destaque para Portugal que conta apenas com 22 publicações sobre o tema, cerca de 1% do total de publicações e citações no período entre 2008 e 2021.

A análise da ocorrência de conceitos/palavras-chave associados a *blockchain* e *healthcare* vem ao encontro dos potenciais benefícios da tecnologia e são indicativos das tendências reveladas pela pesquisa.

Há uma expressão que salta à vista, a “*Internet of Things*”, (IoT). A indústria da saúde está a gerar considerável interesse na utilização da IoT para assistir pacientes e prestadores de cuidados de saúde através de sensores com capacidade de monitorar as condições de saúde de um paciente e gerar relatórios para análise. Com IoT, os hospitais podem tornar-se hospitais inteligentes capazes de facilitar os processos para os profissionais de saúde. (De Aguiar et al. 2020). Neste sentido parece natural a ligação deste conceito com a tecnologia *blockchain* e será de esperar que esta tendência de volume de publicações com esta associação se mantenha no futuro. No âmbito específico da saúde, também foi possível confirmar o potencial dos Registos Eletrónicos dos Pacientes, com um aglomerado de publicações com este conceito-chave associado a *blockchain*; e, de menor relevância mas ainda assim com algum destaque, também o conceito de Inteligência Artificial.

Com efeito, a publicação mais citada, com maior impacto na literatura diz respeito a um sistema de gestão de Registos Eletrónicos

dos Pacientes já implementado que recorre a tecnologia *blockchain* para a MedRec (*Medical Reconciliation*), (Azaria et al. 2016) corroborando o disposto na literatura de que esta seria o campo de maior potencial de crescimento. Com uma forte ligação aos termos *blockchain* e saúde, as expressões-chave como armazenamento digital, gestão de informação e controlo de acesso surgem também em destaque na análise realizada.

Segurança e privacidade são os conceitos chave apontados aos desafios da tecnologia *blockchain* na área da saúde e, por isso, naturalmente surgem em grande proporção nas publicações sobre o tema.

#### **4.1. Limitações do estudo**

Este estudo bibliométrico apresenta algumas limitações, nomeadamente na escolha da base de dados que, apesar de bastante fiável, com motor de busca próprio, se restringiu ao *Scopus*. Os resultados apresentados apesar de bons indicadores são curtos ainda no número de publicações existentes e no curto período em estudo. Apesar da tecnologia *blockchain* ter sido introduzida há cerca de uma década, só a partir de 2016 começaram a surgir os primeiros trabalhos com a associação à indústria da saúde, o que reduziu a investigação para apenas 6 anos. Uma nova análise bibliométrica num futuro próximo, com uma base de dados semelhante, mas com um aumento substancial no número de publicações deverá ter mais impacto.

#### **4.2. Futuras investigações**

Este estudo abre oportunidades para futuras investigações. Poderá ser pertinente fazer uma mesma análise bibliométrica a outras bases de dados, como a *Web of Science* e comparar os resultados avançados neste estudo.

A realização de uma análise sistemática da bibliografia existente para analisar de forma qualitativa as publicações existentes sobre *blockchain* e saúde e analisar o tipo de trabalhos que dá origem ao volume de publicações.

## **FONTES E BIBLIOGRAFIA**

- Ayatollahi, H., & Zeraatkar, K. (2020). Factors influencing the success of knowledge management process in health care organisations: a literature review. *Health Information & Libraries Journal*, 37(2), 98-117.
- Azaria, A., Ekblaw, A., Vieira, T., & Lippman, A. (2016, August). Medrec: Using blockchain for medical data access and permission management. In 2016 2nd international conference on open and big data (OBD) (pp. 25-30). IEEE.
- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and informatics*, 36, 55-81.
- Dabbagh, M., Sookhak, M., & Safa, N. S. (2019). The evolution of blockchain: A bibliometric study. *IEEE Access*, 7, 19212-19221.
- De Aguiar, E. J., Façal, B. S., Krishnamachari, B., & Ueyama, J. (2020). A survey of blockchain-based strategies for healthcare. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 53(2), 1-27.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296.
- Ellegaard, O., & Wallin, J. A. (2015). The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact?. *Scientometrics*, 105(3), 1809-1831.
- El Morr, C., & Subercaze, J. (2010). Knowledge management in healthcare. In *Handbook of research on developments in e-health and telemedicine: Technological and social perspectives* (pp. 490-510). IGI Global.
- Esposito, C., De Santis, A., Tortora, G., Chang, H., & Choo, K. K. R. (2018). Blockchain: A panacea for healthcare cloud-based data security and privacy?. *IEEE Cloud Computing*, 5(1), 31-37.
- Firdaus, A., Ab Razak, M. F., Feizollah, A., Hashem, I. A. T., Hazim, M., & Anuar, N. B. (2019). The rise of “blockchain”: bibliometric analysis of blockchain study. *Scientometrics*, 120(3), 1289-1331.

- Gordon, W. J., & Catalini, C. (2018). Blockchain technology for healthcare: facilitating the transition to patient-driven interoperability. *Computational and structural biotechnology journal*, 16, 224-230.
- Grant, R. M. (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic management journal*, 17(S2), 109-122.
- Haber, S. & Stornetta, S. (1991). How to time-stamp a digital document. *Journal of Cryptology*, 3(2), 99-111. Doi:10.1007/bf00196791
- Jasco, P. (2005). As we may search comparison of major features of the Web of Science, Scopus, and Google Scholar citation-based and citation-enhanced databases. *Current science*, 89(9), 1537-1547.
- Martín-Martín, A., Orduna-Malea, E., Thelwall, M., & López-Cózar, E. D. (2018). Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories. *Journal of informetrics*, 12(4), 1160-1177.
- Meissner, P. (2021 Setembro, 2). These countries rank highest for digital competitiveness. <https://www.weforum.org/agenda/2021/09/countries-rank-highest-digital-competitiveness>
- Miau, S., & Yang, J. M. (2018). Bibliometrics-based evaluation of the Blockchain research trend: 2008–March 2017. *Technology Analysis & Strategic Management*, 30(9), 1029-1045.
- Megha, S., Salem, H., Ayan, E., Mazzara, M., Aslam, H., Farina, M., & Ahmad, M. (2021). Survey on Blockchain Applications for Healthcare: Reflections and Challenges. In *International Conference on Advanced Information Networking and Applications* (pp. 310-322). Springer, Cham.
- Mettler, M. (2016, September). Blockchain technology in healthcare: The revolution starts here. In *2016 IEEE 8th international conference on e-health networking, applications and services (Healthcom)* (pp. 1-3). IEEE.
- Moral-Muñoz, J. A., Herrera-Viedma, E., Santiesteban-Espejo, A., Cobo, M. J (2020). Software tools for conducting bibliometrics

- analysis in science: An up-to-date review. *El Professional de la information*, 29(1), 4.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized Business Review*, 21260. Online.  
<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Rodríguez-Molano, J. I., Contreras-Bravo, L. E., & Rivas-Trujillo, E. (2018). Industry knowledge management model 4.0. In *International Conference on Information Technology & Systems* (pp. 275-283). Springer, Cham.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538.
- Yue, X., Wang, H., Jin, D., Li, M., & Jiang, W. (2016). Healthcare data gateways: found healthcare intelligence on blockchain with novel privacy risk control. *Journal of medical systems*, 40(10), 1-8.
- Zhu, Y. P., & Park, H. W. (2019). Evaluating Blockchain research trend using Bibliometrics-based network analysis. *Journal of Digital Convergence*, 17(6), 219-227.

Creative Commons Attribution License | This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.