

# **Análise Bibliométrica do Impacto das Tecnologias Blockchain, Big Data e Cloud Computing no Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**

**César Augusto Nóbrega da Luz**  
**cesar.luz@unesp.br**  
UNESP

**Fernando Augusto Silva Marins**  
**fernando.marins@unesp.br**  
UNESP

**Elen Yanina Aguirre Rodríguez**  
**elen.aguirre@unesp.br**  
UNESP

**Elias Carlos Aguirre Rodriguez**  
**elias.aguirre@unesp.br**  
UNESP

**Resumo:** A Indústria 4.0 (I4.0), conhecida como quarta revolução industrial, representa a integração de tecnologias digitais nos processos industriais e de manufatura. Inclui o uso de tecnologias avançadas como Artificial Intelligence, Augmented Reality, Big Data (BD), Blockchain (BC), Internet of Things e Cloud Computing (CC) para criar sistemas de produção mais inteligentes, conectados e automatizados. O Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management - SCM) visa garantir a produção e entrega de produtos no local, momento e quantidade adequados, ao mesmo tempo em que se busca minimizar custos e maximizar eficiência. Contudo, imprevistos podem ocorrer, exigindo ajustes nos planos. Nesse contexto, na era da I4.0, a implementação das tecnologias BC, BD e CC é crucial para tornar o SCM eficiente e economicamente viável. Espera-se que a integração dessas tecnologias disruptivas aumente a visibilidade, eficiência e agilidade, permitindo que as empresas compreendam melhor as demandas dos clientes, reduzam custos e mitiguem riscos. Este estudo teve como objetivo examinar o panorama atual da literatura sobre BC, BD e CC aplicados ao SCM, abrangendo publicações de 2013 a 2024, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura e Análise Bibliométrica. Os resultados destacaram não apenas a relevância do tema na literatura, mas também identificaram lacunas científicas e forneceram insights valiosos para estudos futuros.

**Palavras Chave: Blockchain - Big Data - Cloud Computing - Supply Chain - Bibliometria**

## 1. INTRODUÇÃO

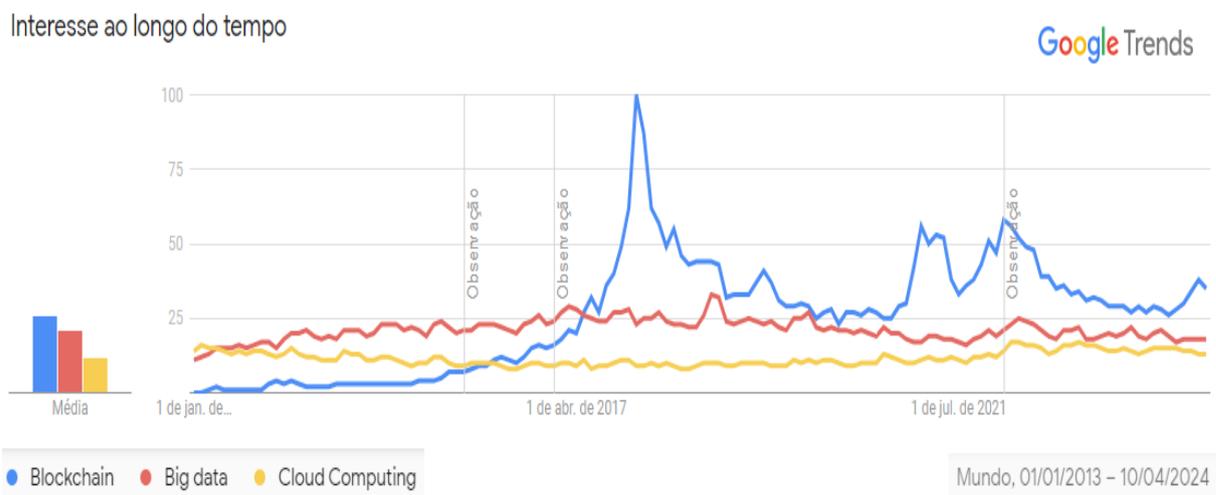
A indústria é a parte de uma economia que produz bens materiais de forma altamente mecanizada e automatizada. Desde o advento da industrialização, os progressos tecnológicos têm provocado transformações de grande escala, conhecidas como “revoluções industriais”: a mecanização (1ª revolução industrial), o uso intensivo de energia elétrica (2ª revolução industrial) e a ampla digitalização (3ª revolução industrial) (LASI *et al.*, 2014).

Por sua vez, o termo “Indústria 4.0” (I4.0) surgiu em referência a uma suposta “4ª revolução industrial” (LASI *et al.*, 2014). Os objetivos da I4.0 são atingir um nível mais elevado de eficiência operacional e produtividade, juntamente com um maior grau de automação (LU, 2017). Esses objetivos se alinham com os do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management* - SCM), que cada vez mais busca uma alta automatização e eficiência operacional.

Neste contexto, a Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT) oferece novos níveis de visibilidade, agilidade e adaptabilidade na Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain* - SC), ajudando a enfrentar vários desafios do SCM. Quando os dados gerados por dispositivos inteligentes são coletados, analisados e convertidos em informações úteis de maneira eficiente, podem proporcionar uma visibilidade sem precedentes em todos os aspectos da SC, fornecendo alertas antecipados sobre situações internas e externas que requerem intervenção (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2019).

Além do uso da IoT para captura e processamento de informações, a Computação em Nuvem (*Cloud Computing* - CC) e a *Blockchain* (BC) têm sido aplicados, respectivamente, para processamento de *Big Data* (BD) e para garantir a visibilidade do transporte e a proveniência de dados para rastreamento (*tracking*) de atividades e responsabilidades (ZHANG; NAKAMURA; SAKURAI, 2019).

Considerando as tecnologias BC, BD e CC, a ferramenta *Google Trends* fornece informações importantes na análise da relevância desses temas. A Figura 1 mostra um gráfico de interesse dos termos de pesquisa ao longo do tempo.



**Figura 1:** Interesse das tecnologias BC, BD e CC ao longo do tempo.

**Fonte:** Google Trends (2024)

Observando a Figura 1, nota-se que a tecnologia BC apresentou o maior crescimento e a maior média de interesse. Essa tecnologia ganhou destaque no início de 2016, com um pico

em dezembro de 2017. A partir desse ponto, a tecnologia continuou em alta, apresentando dois novos picos menores entre janeiro de 2021 e fevereiro de 2022. BD e CC mantiveram um nível constante de interesse ao longo do tempo, com a média de BD sendo maior que a de CC.

Assim, fica clara a relevância da BC e sua ascensão desde 2016. Apesar desse crescimento, as tecnologias BD e CC ainda são altamente relevantes e discutidas atualmente devido à grande quantidade de dados e à necessidade de armazenamento adequado.

Considerando a vasta aplicabilidade no campo do SCM, com o potencial de aprimorar significativamente os processos, a avaliação da relevância de tais tecnologias pode ser realizada mediante um mapeamento e/ou avaliação sistemática da literatura existente. Assim, a análise de mapeamento bibliométrico, que envolve a avaliação quantitativa da literatura acadêmica, oferece uma ferramenta poderosa para descobrir tendências, colaborações e áreas de investigação importantes (DONTU *et al.*, 2021).

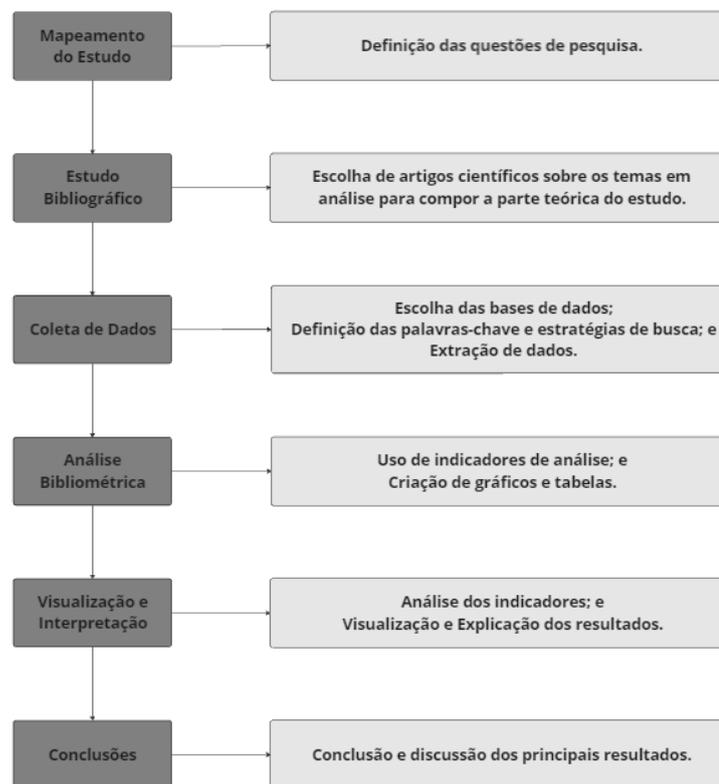
Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o cenário atual da literatura sobre o impacto das tecnologias disruptivas BC, BD e CC no SCM, com base em documentos publicados nas coleções bibliográficas *Scopus* e *Web of Science* (WoS) no período de 2013 a 2024. Para tanto, buscou-se identificar as tendências e padrões de pesquisa relacionados ao uso dessas tecnologias no SCM, além de apresentar dados sobre o impacto e as possíveis vantagens dessas tecnologias na melhoria dos processos de SCM.

Dessa forma, torna-se possível analisar as publicações quanto às principais áreas abordadas, aos autores mais proeminentes, aos países e instituições predominantes de onde os estudos se originaram, entre outros tópicos correlatos, realizando uma análise bibliométrica do tema. Além disso, pode-se identificar as principais tendências e lacunas de pesquisa sobre o impacto das tecnologias BC, BD e CC no SCM. Isso permitirá que mais empresas se beneficiem de uma compreensão aprofundada dessas tecnologias e suas aplicações, além de contribuir para a ampliação do escopo de pesquisa sobre esse tema em nosso país.

Este trabalho está dividido em mais quatro Seções, além desta introdutória. A Seção 2 apresenta os Materiais e Métodos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho. A Seção 3 aborda os conceitos de SCM, BC, BD e CC, suas estruturas e características, e suas aplicações em âmbito geral e no SCM. Na Seção 4, descrevem-se os resultados da pesquisa bibliométrica. Finalmente, na Seção 5, apresentam-se as verificações dos objetivos e as respostas às questões de pesquisa, seguidas pelas referências bibliográficas.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Foi conduzido um estudo bibliométrico, descritivo e retrospectivo, baseado no processo metodológico adaptado das propostas de Zupic e Cater (2015), Donthu *et al.* (2021) e Öztürk *et al.* (2024). A Figura 2 ilustra o fluxograma do procedimento adotado neste trabalho, que compreende seis etapas: mapeamento do estudo, com definição das questões de pesquisa; estudo bibliográfico, envolvendo a seleção de artigos científicos relevantes; coleta de dados, incluindo escolha das bases de dados, definição das palavras-chave, estratégias de busca e extração de dados; análise bibliométrica, utilizando indicadores e criação de gráficos e tabelas; visualização e interpretação dos resultados; e, finalmente, conclusões, discutindo os principais resultados obtidos que permitam atingir o objetivo da pesquisa.



**Figura 2:** Fluxograma com as etapas da pesquisa.

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2024)

Diante dos diversos benefícios e aplicações das tecnologias BC, BD e CC para o SCM, surgiu o interesse em explorar o que já havia sido discutido na literatura sobre o tema. Assim, desenvolveu-se esta pesquisa com o objetivo de examinar a relevância do tema por meio da análise bibliométrica e sistemática da literatura.

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre SCM e sua relação com as tecnologias BC, BD e CC, além de aprofundar o entendimento sobre o funcionamento, estruturas, características, desafios e potenciais aplicações dessas tecnologias. O intuito foi elucidar a importância dessas técnicas para o cenário da SC.

Após a revisão bibliográfica, prosseguiu-se com estudos bibliométricos sobre o uso de BC, BD e CC no SCM. Tais estudos revelaram padrões de publicação, principais autores e áreas de interesse, fornecendo *insights* valiosos para a elaboração de um panorama abrangente, visando alcançar o objetivo do estudo, que consiste em avaliar a importância do tema e seu estado da arte na literatura.

Por definição, bibliometria consiste no uso de análises estatísticas para estudar padrões de publicação, abrangendo uma ampla gama de regras e metodologias. Para os propósitos deste trabalho, o foco foi no uso de contagens de publicações, análise de citações e fator de impacto para mostrar como BC, BD e CC interferem no SCM (CHUEKE; AMATUCCI, 2015).

Para realizar a pesquisa bibliométrica, utilizou-se um computador pessoal para acessar as bases de dados *Google Scholar*, *Scopus* e *WoS*, devido à sua acessibilidade e vasta quantidade de material disponível, possibilitando uma análise aprofundada. O *Google Scholar* é uma plataforma pública e gratuita, enquanto *Scopus* e *WoS* são bases de dados privados que requerem acesso CAFe (Comunidade Acadêmica Federada) via *e-mail* institucional pelo

portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A análise de mapeamento bibliométrico foi conduzida utilizando o pacote *bibliometrix* (ARIA; CUCCURULLO, 2017) no *software R v.4.4.1*, com o objetivo de compreender a distribuição, as fronteiras de pesquisa e os tópicos emergentes na área.

Para facilitar a extração de dados, foram utilizadas apenas as bases de dados *Scopus* e *WoS* para pesquisar artigos científicos, capítulos de livros e revisões que possuam o termo “*Supply Chain Management*” ou “*{SCM}*” no título, resumo ou palavras-chave. Na sequência, dentre os artigos apresentados na pesquisa, foram aplicados filtros adicionais: “*Blockchain*”, “*Big Data*” e “*Cloud Computing*”. Esses termos foram utilizados para averiguar suas aplicações e importância no SCM.

O período considerado para a análise abrangeu de 2013 até o momento presente, ou seja, os últimos dez anos, e todas as áreas de pesquisa foram incluídas. Os critérios de seleção podem ser visualizados no Quadro 1.

**Quadro 1** – Critérios de seleção de documentos.

<b>Campos de Pesquisa</b>	<b>Filtros</b>
Pesquisa Inicial	<i>Supply Chain Management</i> ou <i>SCM</i>
Filtros	<i>Blockchain</i> , <i>Big Data</i> e <i>Cloud Computing</i>
Período	De 2013 até o presente
Tipos de documento	Artigos Científicos, Capítulos de Livros e Revisões
Áreas de pesquisa	Todas

Após a seleção dos artigos pertinentes, foram conduzidas análises sobre os três conceitos no âmbito do SCM, abrangendo aspectos como os autores, instituições, periódicos, países e áreas de pesquisa. Adicionalmente, para a avaliação dos autores, instituições e periódicos de destaque, foi calculado o impacto (I) conforme a Equação 1, levando em consideração o número de publicações ( $n_{public}$ ) e o número de citações ( $n_{cit}$ ):

$$I = n_{public} \cdot n_{cit} \quad (1)$$

Em seguida, os documentos foram selecionados na base de dados *Scopus* e *WoS*, conforme os critérios mostrados no Quadro, para serem analisados no *software R*. Para tal análise, os artigos, capítulos e revisões foram extraídos em documentos *.csv* e *.txt* e, na sequência, importados no *software* mencionado. A partir desses dados, foram construídas as redes de coautoria e de cocitação.

Por fim, os artigos selecionados também foram utilizados para identificar os principais problemas e lacunas científicas na literatura, sendo os dados obtidos a partir das sugestões para futuras pesquisas apresentadas nos próprios artigos.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Atualmente o mundo é caracterizado por uma complexidade e turbulência crescentes. Muitas SCs expandiram seu alcance em busca de crescimento e redução de custos. Os avanços tecnológicos têm impulsionado o surgimento de novos modelos de negócios e métodos de trabalho (STEVENS; JOHNSON, 2016).

A introdução de estratégias, ferramentas e técnicas novas e aprimoradas de SC, juntamente com crescentes preocupações ambientais e éticas, destacou o papel crucial do SCM como facilitador e impulsionador do desempenho empresarial. Isso resultou na adoção de práticas inovadoras de SCM, elevando sua importância dentro das organizações (STEVENS; JOHNSON, 2016).

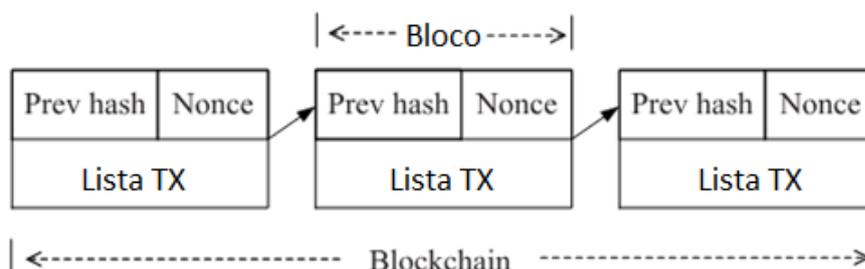
Nesse contexto, SCM pode ser definido como: “a integração dos principais processos de negócios, desde os usuários finais até os fornecedores originais, que disponibilizam produtos, serviços e informações que agregam valor aos clientes e a outras *stakeholders*”. Essa definição destaca o foco nos processos para integrar todas as entidades da SC (GAMMELGAARD; NOWICKA, 2023).

Em suma, o SCM que enfatiza os benefícios do compartilhamento de informações, riscos e recompensas, bem como a cooperação baseada em parcerias, continua sendo crucial para implementar as estratégias de comunicação em múltiplos canais e de sustentabilidade de uma empresa. Em relação às tecnologias, à medida que os dados se tornam mais onipresentes, a obtenção de informações em tempo real já não confere mais uma vantagem competitiva significativa; ao invés disso, a vantagem competitiva residirá na capacidade de oferecer ofertas personalizadas enquanto se utiliza uma interpretação coletiva dos dados em toda a SC (MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019).

### 3.2. TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

As BCs surgiram com o *Bitcoin* e são amplamente consideradas como uma tecnologia promissora para realizar transações confiáveis no mundo digital. A primeira definição de BC é associada a Satoshi Nakamoto, responsável pelo desenvolvimento do *Bitcoin*. Mesmo sem citar explicitamente o termo “*Blockchain*”, sua estrutura foi definida como: “cada *timestamp* inclui o *timestamp* anterior em seu *hash*, formando uma cadeia, com cada *timestamp* adicional reforçando aqueles por trás disso” (SULTAN; RUHI; LAKHANI, 2018).

Mais tarde, a tecnologia foi definida como: “uma cadeia de blocos, cada um criptograficamente ligado ao anterior, usando um *hash digest*. A partir disso, denota-se que uma BC é pouco mais do que uma sequência de registros, cada um com *hash* e vínculo ao bloco anterior” (LAKHANI; RUHI; SULTAN, 2018). A Figura 3 mostra a estrutura típica do BC.



**Figura 3:** Estrutura típica da tecnologia *Blockchain*.

**Fonte:** Adaptado de Yang *et al.* (2019)

Na origem de uma BC, conforme a Figura 3, encontra-se o “*genesis block*”, o primeiro da cadeia. Cada bloco possui características como data, versão e *nonce* (um número arbitrário de quatro *bytes* utilizado apenas uma vez), ou seja, o *timestamp*. Contudo, o atributo mais significativo é o *hash*, que serve como identificador do bloco, gerado durante sua criação e inclui o *hash* dos blocos anteriores da cadeia (CHAUHAN *et al.*, 2018).

A BC possui diversas características, como transparência, autonomia, segurança, rastreabilidade etc. No entanto, sua principal característica consiste na descentralização. A

rede BC é descrita como descentralizada pois é replicada entre diversos participantes, todos colaborando com a sua manutenção (CHAUHAN *et al.*, 2018).

O intuito da descentralização é operar sem depender de uma autoridade poderosa central ou intermediária, como bancos, governos ou empresas de tecnologia, para processar, validar ou autenticar transações. Ou seja, para a BC, a confiança é estabelecida por meio da colaboração coletiva e de um código de programação eficiente (BHUTTA *et al.*, 2021).

Fora do âmbito financeiro, a BC facilita a medição precisa e eficiente dos resultados e do desempenho dos principais processos de SCM. Uma vez que os dados de rastreamento das entradas são registrados em uma cadeia de blocos, eles se tornam imutáveis, permitindo que outros fornecedores na cadeia também rastreiem remessas, entregas e progressos, promovendo confiança mútua. Ao eliminar intermediários, como auditores, a eficiência pode ser aprimorada e os custos reduzidos, permitindo que os fornecedores realizem suas próprias verificações e reconciliações em tempo quase real (KSHETRI, 2018).

### 3.3. TECNOLOGIA BIG DATA

A magnitude de dados gerados e compartilhados por empresas, indústrias e outros inúmeros setores aumentou imensuravelmente. Esses dados incluem desde conteúdo textual até mesmo multimídia em uma gama enorme de plataformas. Foi relatado que todos os dias o mundo produz cerca de 2,5 quintilhões ( $10^{18}$ ) de *bytes* de dados, sendo que 90% desses dados gerados são não estruturados (SIVARAJAH *et al.*, 2017).

BD é o resultado da inteligência humana, tanto individual quanto coletiva, que é criada e compartilhada principalmente através de um ambiente tecnológico. Praticamente tudo pode ser documentado, medido e capturado de forma digital, transformando-se em dados, em um processo conhecido como “dataficação”. Os defensores alegam que, no futuro, a maior parte dos dados será produzida e compartilhada por máquinas, à medida que elas começarem a se comunicar entre si por meio de redes de dados (SIVARAJAH *et al.*, 2017).

Como BD é sobretudo caracterizado por Volume, Velocidade e Variedade, os denominados 3Vs, vale uma breve explicação sobre cada um deles. Volume se refere à magnitude dos dados. Os tamanhos de BD são relatados em múltiplos de *terabytes* e *petabytes* (1024 *terabytes*). Variedade se refere à heterogeneidade estrutural em um conjunto de dados e Velocidade à taxa na qual os dados são gerados e à rapidez com que devem ser analisados (GANDOMI; HAIDER, 2015).

Com relação ao SCM, as empresas de manufatura estão aproveitando o BD para otimizar suas operações em um mercado competitivo, em que a competição se concentra na SC. A tomada de decisão baseada em BD está se tornando muito importante para melhorar processos, gerenciar atividades logísticas, otimizar estoques e reduzir custos. Esse enfoque impulsionou a pesquisa sobre como utilizar o BD para uma tomada de decisão mais eficaz em diversos domínios do SCM (LAMBA; SINGH, 2017).

### 3.4. TECNOLOGIA CLOUD COMPUTING

A CC é um dos temas técnicos mais relevantes da era moderna, com impactos abrangentes em Tecnologia da Informação, negócios, engenharia de *software* e armazenamento de dados. Um dos principais impactos é a ampliação de suas capacidades, o que não implica necessariamente um aumento nas despesas com *hardware*, *software* e treinamento de pessoal, entre outros (SINGH; JEONG; PARK, 2016).

Os aspectos fundamentais da CC são descritos na definição do *National Institute of Standards and Technology* (NIST): "Computação em Nuvem é um modelo que oferece acesso onipresente, conveniente e sob demanda a uma rede de recursos de computação configuráveis compartilhados (como redes, servidores, armazenamento, aplicações e serviços) que podem

ser rapidamente provisionados e liberados com mínimo esforço de gerenciamento ou interação com o provedor de serviços" (BOTTA *et al.*, 2016).

A CC revolucionou o SCM ao oferecer acesso instantâneo a informações vitais, como inventário e dados de vendas, melhorando a integração entre canais e análises de clientes. Isso é especialmente vantajoso para empresas com muitos parceiros, pois reduz a complexidade e os atrasos na solicitação e rastreamento de suprimentos em tempo real. Além disso, a CC permite a utilização eficiente dos recursos do servidor, com flexibilidade para modificar conforme a demanda, reduzindo custos e proporcionando uma resposta rápida às flutuações (CAO; SCHNIEDERJANS; SCHNIEDERJANS, 2017).

A CC também se destaca na garantia da entrega de informações, superando a limitação das infraestruturas terrestres que podem atrasar ou impedir a transmissão de dados. Além disso, oferece segurança avançada para *backup* e recuperação de dados, crucial para o gerenciamento da SC, em que a perda de dados é considerada um risco significativo. Essa capacidade de garantir a continuidade das operações e a segurança dos dados destaca a CC como uma escolha preferencial para empresas envolvidas em SCs globais (CAO; SCHNIEDERJANS; SCHNIEDERJANS, 2017).

#### 4. RESULTADOS

Conforme explicado na seção materiais e métodos, o primeiro passo foi pesquisar o termo “*Supply Chain Management*” ou “*{SCM}*” nas bases de dados *Scopus* e *WoS*. A pesquisa foi feita nos campos de Título do Artigo, Resumo e Palavras-chave. Após a pesquisa bibliométrica, os resultados apresentados no Quadro 2 foram obtidos.

**Quadro 2:** Resultados das bases de dados.

Palavras-chave de busca	Base de dados	Nº de documentos
“ <i>Supply Chain Management</i> ” <i>OR {SCM}</i>	<i>Scopus</i>	43.926
	<i>WoS</i>	28.485

Observou-se um número maior de documentos encontrados na base de dados *Scopus* em comparação com a *WoS*. Devido à grande quantidade de documentos, foi necessário aplicar filtros dentro do SCM. Após as restrições, novos resultados foram obtidos, conforme está disposto na Tabela 1.

**Tabela 1:** Resultados das bases de dados com os filtros aplicados.

Palavras-chave de busca	Base de dados	Nº de documentos
(“ <i>Supply Chain Management</i> ” <i>OR {SCM}</i> ) <i>AND</i> “ <i>Blockchain</i> ” <i>AND</i> “ <i>Big Data</i> ” <i>AND</i> “ <i>Cloud Computing</i> ”	<i>Scopus</i>	31
	<i>WoS</i>	15

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2024)

Ao pesquisar simultaneamente os termos, o número de documentos encontrados reduziu significativamente, com apenas 31 documentos na *Scopus* e 15 na *WoS*. Em seguida, os dados foram exportados para análise por meio de um *script* em *R* utilizando a ferramenta *RStudio*. Os dados da *Scopus* foram exportados no formato *.csv* (“*scopus.csv*”), enquanto os da *WoS* foram exportados no formato *.txt* (“*web\_of\_science.txt*”).

Com o *script* em *R* no *RStudio*, foi possível analisar os dados e eliminar duplicatas, resultando em um total de 36 documentos. Dos 46 documentos encontrados, 10 eram

duplicados em ambas as bases de dados. Isso demonstra a eficácia da ferramenta de análise utilizando *RStudio*. Os tipos de documentos encontrados estão listados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Tipos de documentos.

Tipo de documento	Quantidade
Artigos	11
Artigo de Conferência	12
Capítulo de Livro	3
Revisão	9
Revisão de Conferência	1

Com os documentos em mãos, foi possível construir a Tabela 3, que mostra as fontes mais relevantes sobre os temas analisados e a quantidade de documentos publicados no período em questão. A Tabela 3 também apresenta os impactos dessas fontes, listados em ordem decrescente. Vale ressaltar que, dos 36 documentos, sete não tiveram nenhuma citação, quatro receberam apenas uma citação, e outros cinco tiveram menos de dez citações. Portanto, essas fontes não foram incluídas na Tabela 3.

**Tabela 3:** Impacto dos principais periódicos.

Fontes	Documentos	Citações	Impacto
<i>IEEE Access</i>	4	38	152
<i>Sustainability (Switzerland)</i>	3	50	150
<i>International Journal of Production Economics</i>	1	63	63
<i>Computers and Industrial Engineering</i>	1	53	53
<i>Journal of Engineering</i>	1	44	44
<i>Internet of Things</i>	1	38	38
<i>International Journal of Production Research</i>	1	17	17
<i>Innovations in Communication and Computing</i>	1	15	15
<i>Processes</i>	1	15	15
<i>Lecture Notes in Computer Science</i>	2	7	14
<i>Asia-Pacific Journal of Operational Research</i>	1	14	14
<i>Materials Today: Proceedings</i>	1	14	14
<i>Informatics in Medicine Unlocked</i>	1	14	14

Nota-se que as fontes com maior impacto foram o *IEEE Access* e o *Sustainability (Switzerland)*, ocupando a primeira e a segunda colocação, respectivamente, ambas sendo fontes bastante reconhecidas. Além disso, observa-se que duas fontes empataram com um impacto de 15 e quatro fontes com um impacto de 14.

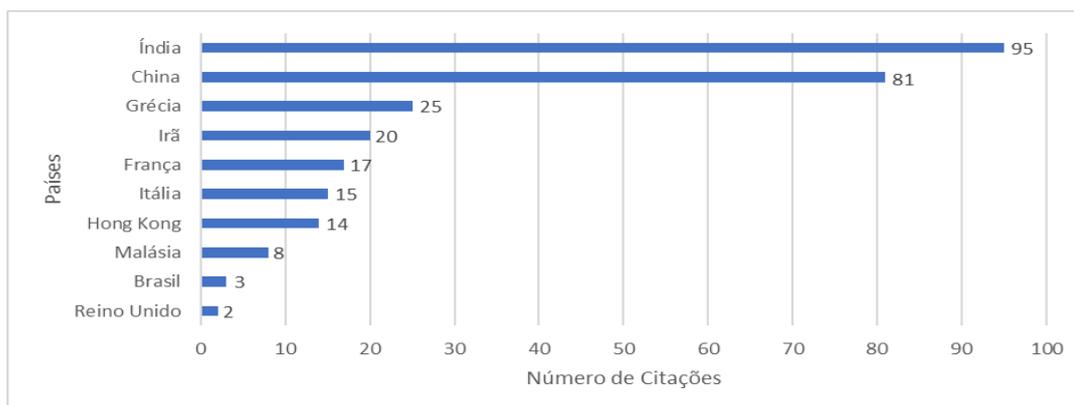
Já no que diz respeito aos autores mais produtivos, é possível verificar aqueles com maior número de publicações e citações por meio da Tabela 4, que foi montada com o auxílio do *script* em *R*, utilizando o pacote *bibliometrix* no *RStudio*. A ordem de classificação também é decrescente, baseada no “Impacto”.

**Tabela 4:** Impacto dos principais autores.

<b>Autores</b>	<b>Documentos</b>	<b>Citações</b>	<b>Impacto</b>
ZHANG, H.	2	43	86
FENG Y	1	63	63
LAI K-H	1	63	63
ZHU Q	1	63	63
KUMAR A	1	53	53
LUTHRA S	1	53	53
MANGLA SK	1	53	53
YANG Y	2	20	40
REJEB A	2	15	30
ZHU X	2	8	16

Estes autores podem ser considerados como as principais referências sobre os documentos publicados a respeito das tecnologias BC, BD e CC no domínio do SCM, pois possuem os maiores números de publicações e, também, muitas citações.

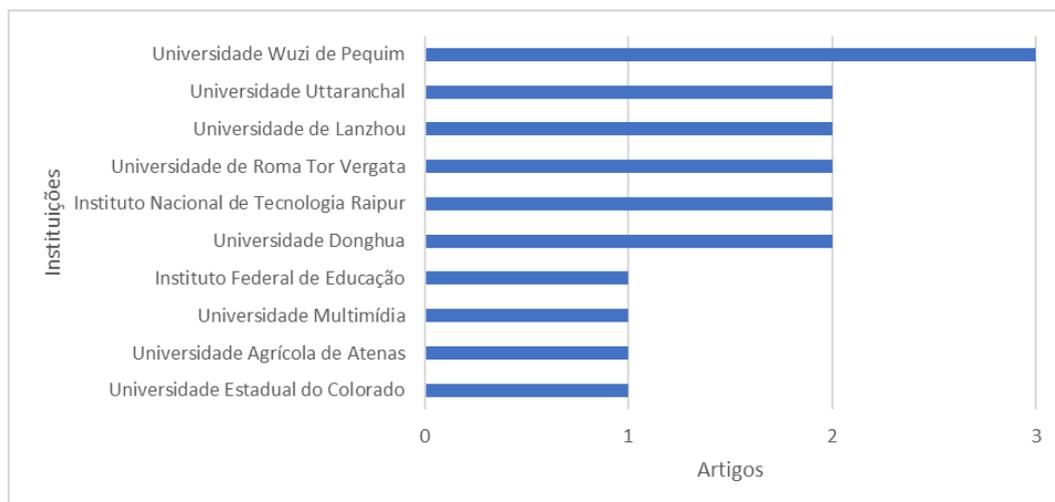
De igual modo, outra análise muito interessante consiste nas produções do ponto de vista dos países. A Figura 4 mostra os países com os maiores números de citações em relação aos temas analisados.



**Figura 4:** Países mais citados.

É possível ver que os dois países com o maior número de citações são asiáticos, Índia e China, com um total de 95 e 81 citações, respectivamente. O terceiro país é europeu (Grécia), e nota-se que a diferença no número de citações em relação ao segundo colocado é bastante grande, caindo de 81 para 25 citações. Ainda é pertinente comentar que o Brasil ocupa a penúltima posição com um total de três citações, ficando à frente do Reino Unido, que possui duas citações.

Em relação às instituições, os desempenhos das dez principais, em termos de número de artigos, podem ser observados na Figura 5.



**Figura 5:** Instituições mais relevantes.

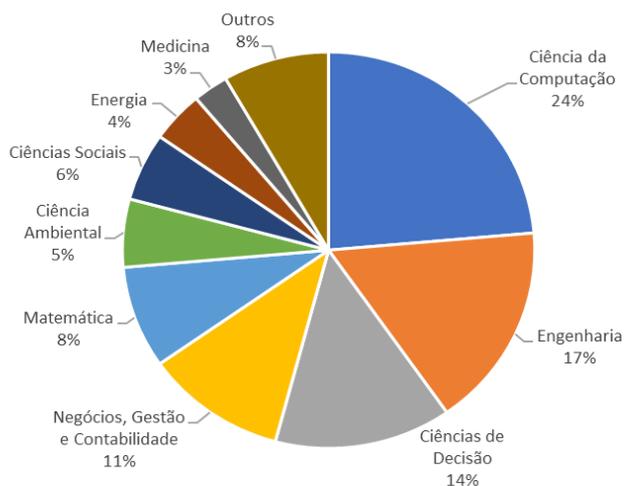
Além do desempenho, foram calculados os impactos das instituições, como demonstrado na Tabela 5, onde também é possível identificar o país de cada uma delas. Entre as instituições analisadas, destaca-se o predomínio das chinesas e das indianas, sendo estas as que apresentam maior impacto, conforme critério organizacional da tabela mais uma vez.

**Tabela 5:** Impacto das principais instituições.

Instituição	País	Artigos	Citações	Impacto
Universidade Donghua	China	2	63	126
Instituto Nacional de Tecnologia Raipur	Índia	2	53	106
Universidade de Roma Tor Vergata	Itália	2	39	78
Universidade Wuzi de Pequim	China	3	17	51
Universidade Estadual do Colorado	EUA	1	39	39
Universidade de Lanzhou	China	2	17	34
Universidade Uttaranchal	Índia	2	15	30
Universidade Agrícola de Atenas	Grécia	1	25	25
Universidade Multimídia	Malásia	1	8	8
Instituto Federal de Educação	Brasil	1	3	3

As instituições italianas e estadunidenses também apresentam um impacto relevante, ocupando a terceira e quinta posições, respectivamente. Já as instituições da Malásia e do Brasil ocupam, respectivamente, a penúltima e a última posições, com um impacto significativamente menor em comparação com as primeiras colocadas.

Também foi construído um gráfico que mostra a distribuição das publicações por áreas de pesquisa, conforme ilustrado na Figura 6.



**Figura 6:** Representatividade das áreas de pesquisa.

De acordo com a Figura 6, as principais áreas de conhecimento relacionadas às tecnologias BC, BD e CC no SCM são Ciência da Computação (24%), Engenharia (17%) e Ciências de Decisão (14%). Juntas, essas áreas representam mais de 50% das publicações no período analisado. A análise gráfica evidencia que a maioria dos estudos visam destacar as vantagens e benefícios dessas tecnologias no âmbito do SCM, concentrando-se na melhoria e maior eficiência dos processos gerenciais, assegurando um melhor funcionamento e gestão da SC como um todo.

Além disso, utilizando o *script* em *R*, o *software RStudio* e o pacote *bibliometrix*, foi possível construir redes de cocitação entre documentos, colaboração entre autores e um mapa de densidade de co-ocorrência das principais palavras-chave. A cocitação ocorre quando dois artigos são citados em um terceiro artigo. Dessa forma, a cocitação pode ser vista como a contrapartida do acoplamento bibliográfico, que é a relação entre dois artigos baseada no número de referências em comum citadas por ambos. A Figura 7 ilustra a rede de cocitação de documentos.



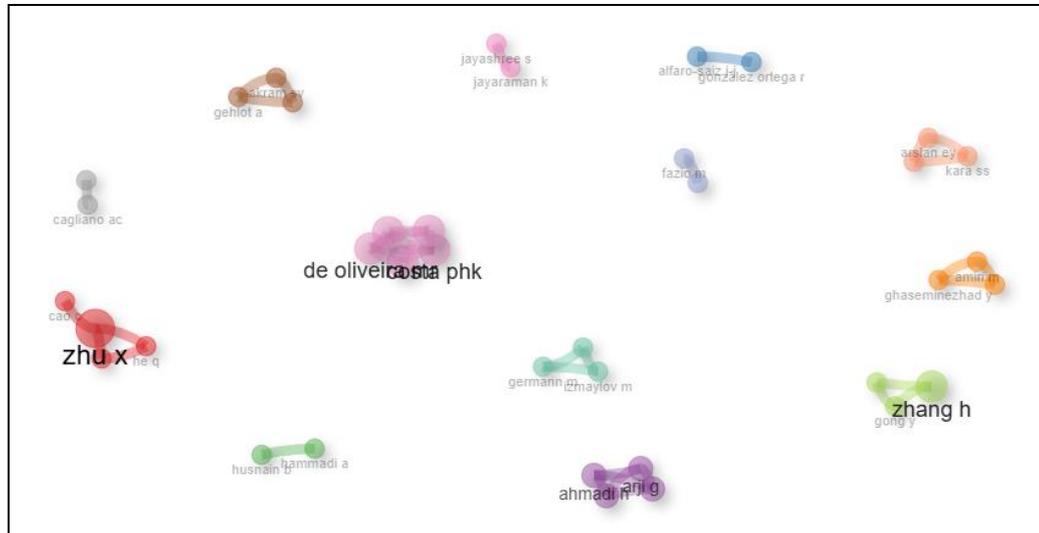
**Figura 7:** Rede de co-citação dos documentos.

**Fonte:** RStudio (2024)

Observa-se a presença de quatro “clusters” distintos, ou seja, conjuntos de referências. As conexões mais fortes são encontradas nos conjuntos destacados em vermelho, roxo, verde

e azul, sendo que os dois últimos estão empatados (Figura 7). A referência de maior destaque é atribuída a “abdel-basset m.”, que aparece em cinco dos documentos analisados.

Além disso, a Figura 8 ilustra a rede de colaboração dos autores, destacando as conexões entre eles e evidenciando os padrões de coautoria e colaboração científica.



**Figura 8:** Rede de colaboração dos autores.

**Fonte:** RStudio (2024)

Pela Figura 8, observa-se a presença de 13 conjuntos, destacando-se os autores mais proeminentes como: “zhu x” (conjunto em vermelho), “de oliveira mr” e “costa phk” (conjunto em rosa) e “zhang h” (conjunto em verde claro). Embora esses sejam os autores mais relevantes, nota-se que há conjuntos onde a proximidade entre os autores é mais evidente, como no caso do *cluster* em azul localizado no canto superior direito da Figura 8.

Adicionalmente, foi elaborado o mapa de densidade de co-ocorrência das principais palavras-chave encontradas nos documentos selecionados, ilustrado na Figura 9.



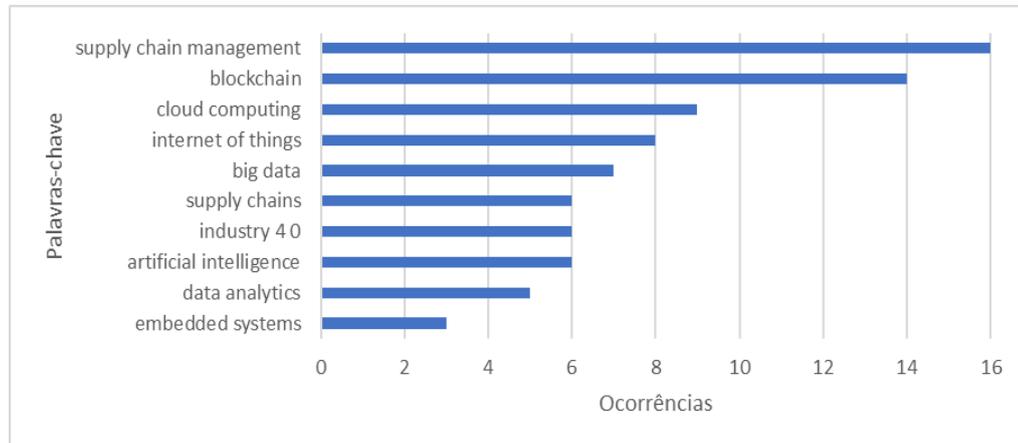
**Figura 9:** Mapa de densidade da co-ocorrência das principais palavras-chave.

**Fonte:** RStudio (2024)

Como esperado, a principal palavra-chave foi “*supply chain management*”, seguida por “*blockchain*”, “*big data*” e “*cloud computing*”. Outros termos relevantes incluem “*internet of things*”, “*artificial intelligence*” e “*industry 4.0*”, todos concentrados no *cluster*

principal. Além disso, há outros *clusters* onde são observados termos como “*innovation*”, “*data analytics*” e “*systematic review*”.

Quanto às principais palavras-chave, o gráfico na Figura 10 apresenta a frequência de ocorrência dessas palavras-chave. Por outro lado, na Figura 11, é possível observar uma nuvem de palavras-chave.



**Figura 10:** Principais palavras-chave.

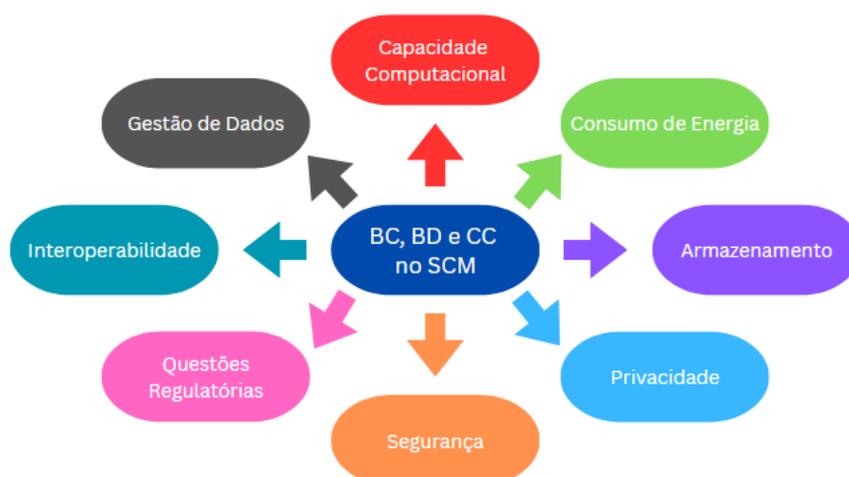


**Figura 11:** Nuvem de palavras-chave.

Fonte: WordClouds.com (2024)

A partir da Figura 10, observa-se que o termo “*supply chain management*” lidera com um total de 16 ocorrências, seguido por “*blockchain*” e “*cloud computing*”, com 14 e 9 ocorrências, respectivamente. É interessante notar que “*internet of things*” tem uma ocorrência a mais do que “*big data*”. “*embedded systems*” ocupa a última posição, com três ocorrências. Já a Figura 11 apenas oferece uma outra forma de visualizar os principais termos por meio de uma nuvem de palavras, gerada pelo *website* (*WordClouds.com*) a partir dos dados fornecidos pelo *software RStudio*.

Por fim, a Figura 12 ilustra as principais lacunas científicas identificadas nos temas analisados. Além disso, a Tabela 6 apresenta essas lacunas de pesquisa, juntamente com exemplos de artigos que comentaram sobre esses temas.



**Figura 12:** Lacunas Científicas.

**Tabela 6** – Lacunas científicas com exemplos.

Lacunas Científicas	Artigos
Capacidade Computacional	<i>Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods</i> (SIVARAJAH et al., 2017).
Consumo de Energia	<i>A Survey on Blockchain Technology: Evolution, Architecture and Security</i> (BHUTTA et al., 2021).
Armazenamento	<i>The rise of “big data” on cloud computing: Review and open research issues</i> (HASHEM et al., 2015).
Privacidade	<i>Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods</i> (SIVARAJAH et al., 2017).
Segurança	<i>A Survey on Blockchain Technology: Evolution, Architecture and Security</i> (BHUTTA et al., 2021).
Questões Regulatórias	<i>The rise of “big data” on cloud computing: Review and open research issues</i> (HASHEM et al., 2015).
Interoperabilidade	<i>A Survey on Blockchain Technology: Evolution, Architecture and Security</i> (BHUTTA et al., 2021).
Gestão de Dados	<i>Cloud Computing Characteristics and Services: A Brief Review</i> (RASHID; CHATURVEDI, 2019).

Esta pesquisa bibliométrica demonstrou a relevância das tecnologias BC, BD e CC aplicadas ao SCM, evidenciada pelo aumento anual no número de publicações. As pesquisas nessas áreas são cruciais para o avanço de empresas e indústrias, promovendo melhorias na eficiência operacional e redução de custos ao longo de toda a SC.

## 5. CONCLUSÕES

Este estudo realizou uma pesquisa bibliométrica sobre a aplicação das tecnologias BC, BD e CC no SCM, com o objetivo de identificar e analisar sua relevância na literatura. Além disso, buscou demonstrar os benefícios dessas tecnologias, como o aumento da confiança entre as partes envolvidas e a melhoria dos sistemas de rastreabilidade de produtos com o suporte da IoT. Esses aspectos contribuem para tornar as SCs mais competitivas no mercado.

A revisão da literatura permitiu concluir que as tecnologias BC, BD e CC são altamente relevantes para o SCM, oferecendo grandes vantagens quando implementadas. Apesar de serem temas relativamente novos na literatura, o número de publicações vem crescendo anualmente, refletindo o crescente interesse das empresas e indústrias em adotá-las no SCM. Além disso, as áreas de estudo dessas tecnologias desempenham um papel crucial no desenvolvimento de empresas e indústrias, promovendo maior eficiência em toda a SC.

## 6. REFERÊNCIAS

- ARIA, M. AND CUCCURULLO, C.** bibliometrix: An r-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics*, v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017.
- BEN-DAYA, M.; HASSINI, E. & BAHROUN, Z.** Internet of things and supply chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, v. 57, n. 15–16, p. 4719–4742, 2019.
- BHUTTA, M. N. M.; KHWAJA, A. A.; NADEEM, A.; AHMAD, H. F.; KHAN, M. K.; HANIF, M. A.; SONG, H.; ALSHAMARI, M. & CAO, Y.** A Survey on Blockchain Technology: Evolution, Architecture and Security. *IEEE Access*, v. 9, p. 61048–61073, 28 abr. 2021.
- BOTTA, A.; DE DONATO, W.; PERSICO, V. & PESCAPÉ, A.** Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey. *Future Generation Computer Systems*, v. 56, p. 684–700, 2016.
- CAO, Q.; SCHNIEDERJANS, D. G. & SCHNIEDERJANS, M.** Establishing the use of cloud computing in supply chain management. *Operations Management Research*, v. 10, p. 47–63, 9 fev. 2017.
- CHAUHAN, A.; MALVIYA, O. P.; VERMA, M. & MOR, T S.** Blockchain and Scalability. 2018 IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion. *Anais...IEEE*, 2018.
- CHUEKE, G. V. & AMATUCCI, M.** O que é bibliometria? uma introdução ao fórum. *Revista Eletrônica de Negócios Internacionais*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2015.
- DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N. & LIM, W. M.** How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, v. 133, p. 285–296, 2021.
- GAMMELGAARD, B. & NOWICKA, K.** Next generation supply chain management: the impact of cloud computing. *Journal of Enterprise Information Management*, 2023.
- GANDOMI, A. & HAIDER, M.** Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, v. 35, p. 137–144, 2015.
- KSHETRI, N.** 1 Blockchain’s roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, v. 39, p. 80–89, 2018.
- LAKHANI, R.; RUHI, U. & SULTAN, K.** Conceptualizing blockchains: Characteristics and applications. In: *IADIS INTERNATIONAL CONFERENCE INFORMATION SYSTEMS*, 11., 2018, Lisboa. *Proceeding [...]*. Lisboa: ICIS, 2018, p. 49-57.
- LAMBA, K. & SINGH, S. P.** Big data in operations and supply chain management: current trends and future perspectives. *Production Planning & Control*, v. 28, n. 11–12, p. 877–890, 2017.
- LASI, H.; FETTKE, P.; KEMPER, H. G.; FELD, T. & HOFFMANN, M.** Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, n. 4, p. 239–242, 19 jun. 2014.
- LU, Y.** Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, v. 6, p. 1–10, 17 abr. 2017.
- MIN, S.; ZACHARIA, Z. G. & SMITH, C. D.** Defining Supply Chain Management: In the Past, Present, and Future. *Journal of Business Logistics*, v. 40, n. 1, p. 44–55, 2019.
- ÖZTÜRK, O.; KOCAMAN, R. & KANBACH, D. K.** How to design bibliometric research: na overview and a framework proposal. *Review of managerial science*, p. 1–29, 2024.
- SINGH, S.; JEONG, Y.-S. & PARK, J. H.** A survey on cloud computing security: Issues, threats, and solutions. *Journal of Network and Computer Applications*, v. 75, p. 200–222, 2016.
- SIVARAJAH, U.; KAMAL, M. M.; IRANI, Z. & WEERAKKODY, V.** Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods. *Journal of Business Research*, v. 70, p. 263–286, 2017.
- STEVENS, G. C. & JOHNSON, M.** Integrating the Supply Chain ... 25 years on. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 46, n. 1, p. 19–42, 2016.
- YANG, Z.; YANG, K.; LEI, L.; ZHENG, K. & LEUNG, V. C. M.** Blockchain-Based Decentralized Trust Management in Vehicular Networks. *IEEE Internet of Things Journal*, v. 6, n. 2, p. 1495–1505, abr. 2019.
- ZHANG, H.; NAKAMURA, T. & SAKURAI, K.** Security and Trust Issues on Digital Supply Chain. 2019 IEEE Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, Intl Conf on Cloud and Big Data Computing, Intl Conf on Cyber Science and Technology Congress. *Anais...IEEE*, ago. 2019.
- ZUPIC, I. & CATER, T.** Bibliometric methods in management and organization. *Organizational research methods*, v. 18, n. 3, p. 429–472, 2015.