Indústria 5.0: Oportunidades e Desafios para Arquitetura e Construção

13º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e 4º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção

ARACAJU-SE | 08 a 10 de Novembro

[1]METAVERSO E ARQUITETURA: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Metaverse and Architecture: Bibliometrics Analysis

Lorena Claudia de Souza Moreira
Universidade Federal da Bahia | Salvador, Bahia | lorenasm@ufba.br

RESUMO

O metaverso, essencialmente busca transferir para o espaço virtual experiências que são desenvolvidas no mundo real e que dependem da coexistência com outras pessoas, tais como interações sociais, profissionais, acadêmicas, econômicas, políticas, entre outras. Esse termo teve um crescimento repentino nos últimos anos, recebeu adesão por parte de usuários e amplos investimentos. Nesse sentido, com o avanço da tecnologia e o surgimento de plataformas virtuais cada vez mais sofisticadas, é necessário compreender como a arquitetura pode se adaptar a essa nova realidade e aproveitar suas possibilidades. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a produção acadêmica referente ao metaverso associado a arquitetura nos últimos 12 anos, por meio de indicadores bibliométricos. A metodologia empregada é a revisão bibliográfica, abarcando um estudo bibliométrico sobre essa temática. Como contribuição serão expostos indicadores sobre metaverso e arquitetura, tais como identificação de tendências de crescimento e da frequência de publicações científicas. Ademais, serão apresentados os países com maior número de publicações, das palavras-chaves associadas ao tema, usos e tecnologias associadas a essa área de pesquisa, entre outros. A China foi o país que mais se destacou no número de publicações e o Brasil não obteve registros na amostra revelando uma lacuna nessa área de conhecimento.

Palavras-chave: Metaverso; Arquitetura; Projeto; Bibliometria; Realidade estendida (XR).

ABSTRACT

The metaverse concept has gained immense popularity and investment in recent years, thanks to the rapid advancement of technology and sophisticated virtual platforms. It replicates real-world experiences, including social, professional, academic, economic, and political interactions. As architecture adapts to this new reality, it is crucial to explore its potential. Through bibliometric indicators, this study aims to analyze the literature on the association between the metaverse and architecture in the past 12 years. Using a quantitative analysis and bibliometric study, it will reveal growth trends, applications, and scientific publication frequency on the subject. Furthermore, countries with the highest number of publications, keywords associated with the theme, uses and technologies related to this area of research, among others, will be presented.The study highlights China as having the highest number of publications, while Brazil had none, suggesting a knowledge gap in this area.

Keywords: Metaverse; Architecture; Design; Bibliometrics; Extended reality (XR).

1 INTRODUÇÃO

O termo metaverso é originário do romance de ficção científica *Snow Crash*, escrito por Neal Stephenson. Metaverso é uma combinação de “meta” (que significa além) e o radical “verso” de “universo”, denotando a próxima geração da *internet* na qual os usuários, como avatares, podem interagir uns com os outros em um espaço virtual tridimensional (DUAN, 2021). Para Owens *et al.* (2021) trata-se de um mundo virtual tridimensional e imersivo em que as pessoas interagem, usando metáforas do mundo real, mas sem limites físicos. Já para Kim *et al.* (2012) apresenta-se como um espaço *online* coletivo criado pela combinação de alguma realidade física aprimorada por um mundo virtual 3D e um espaço físico virtual. Os primeiros estudos em relação ao Metaverso se referiam ao *Second Life* em 2006. Já o Metaverso atual difere desse contexto inicial por algumas características como: (i) o tempo de processamento e complexidade foram reduzidos; (ii) os dispositivos móveis estão mais acessíveis proporcionando um ambiente natural e com uma maior intensidade de imersão; (iii) as criptomoedas atuam economicamente como um elo de ligação entre o metaverso e o mundo real; e por fim, (iv) o aumento da interação social em diversas áreas como: moda, eventos, jogos, educação, arquitetura, etc. tendo como base a interação imersiva (PARK *et al.*, 2022).

[1]MOREIRA, L. C. de S. Metaverso e Arquitetura: Análise Bibliométrica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2023, Aracaju. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2023.

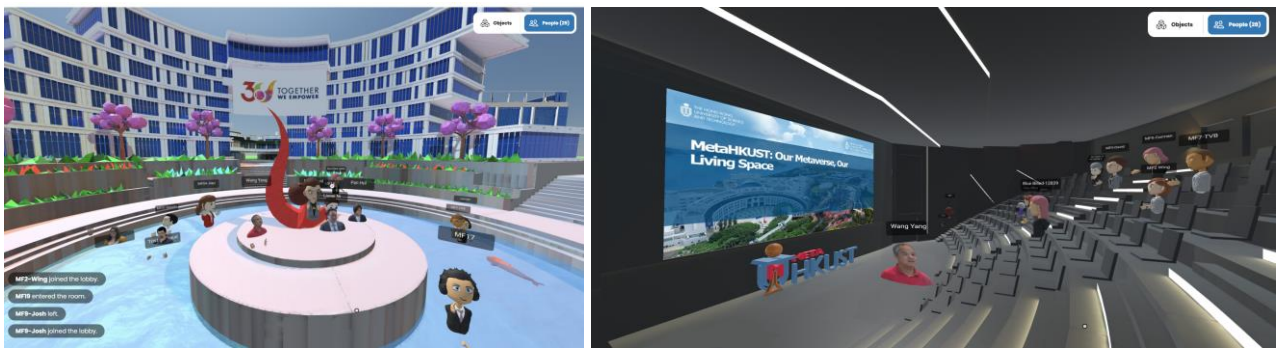
Nesse sentido, cada usuário pode ter o seu espaço no metaverso, seja com a comercialização de produtos, de serviços ou experiências. Essa comercialização acontece por meio das criptomoedas (moedas digitais), que são específicas para cada plataforma. O token não fungível[2] - NFT também está associado à monetização dentro do metaverso. E tudo isso está integrado ao *blockchain*[3]. Como exemplos de criptomoeda existem a Bitcoin, o Mana e o Ethereum, entre outras.

Por outro lado, a arquitetura é uma disciplina que envolve o projeto e a construção de espaços físicos para atender às necessidades humanas. Ao explorar a convergência entre arquitetura e metaverso, é possível repensar conceitos tradicionais, testar novas formas, modelos de negócios e estratégias de projeto. Sun (2021) revela que apesar do metaverso não ser um lugar específico, abriga usuários com grande diversidade cultural. Assim, pode-se pensar em diversos metaversos integrando toda essa pluralidade cultural. Com a potencialidade do gêmeo digital (*digital twin*) na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), os arquitetos podem atuar na integração dos ambientes físicos com os ambientes virtuais. O gêmeo digital é caracterizado por uma réplica virtual e funcional de um componente, produto ou sistema físico juntamente com seus dados operacionais, que pode modelar, simular, monitorar, analisar e otimizar constantemente o mundo físico. Isso inclui todas as informações que podem ser úteis em todas as fases do ciclo de vida (BOSCHERT, 2018; CAPGEMINI RESEARCH INSTITUTE, 2021).

Um bom exemplo de aplicação do Metaverso para a arquitetura, é o projeto "*The Liberland Metaverse*" do escritório de arquitetura *Zaha Hadid Architects* (ZHA). O ZHA se integrou ao metaverso com o projeto de uma cidade, onde os usuários podem comprar lotes localizados em um núcleo urbano e acessá-los como avatares. O responsável pelo ZHA revelou que, com o avanço do metaverso, os arquitetos podem ser os responsáveis por projetar esses ambientes. O escritório usou a sua experiência para projetar os estágios iniciais do empreendimento e a forma como essa cidade virtual foi criada permite que ela seja executada fisicamente no ambiente real. O projeto já recebeu mais de 600 mil visitantes e pode ser acessado via plataforma chamada Mytaverse (*https://www.mytaverse.com/sizzle-reel*), hospedada na nuvem (STOUHI, 2022).

A universidade de Hong Kong de Ciência e Tecnologia (HKUST) inaugurou salas de aula no metaverso e tem como objetivo recriar todo o campus, Figura 1. O campus virtual, entre outras ações, irá fornecer informações sobre cada um dos programas de graduação, juntamente com jogos que permitem aos visitantes testar seus conhecimentos. Um dos objetivos da HKUST é contribuir para um melhor aprendizado dos alunos e ajudá-los a superar as restrições geográficas na busca pela educação. O vice reitor da HKUST revela que após a pandemia de COVID-19 uma grande parte das universidades migrou para o ambiente remoto por meio de plataformas *online* e o acesso ao metaverso poderá contribuir mais com a interação entre alunos(as) - professores(as) e alunos(as) - alunos(as). E que o metaverso apesar de ser uma nova tecnologia, chegou para ficar (FORBES INDIA, 2022).

Figura 1: Metaverso da Universidade de Hong Kong



Fonte: HKUST, 2023.

Outro exemplo de uso do metaverso na arquitetura é a criação de espaços corporativos e culturais para reuniões de trabalho ou eventos. A plataforma *Spatial* (https://www.spatial.io/), de acesso gratuito, é uma das ferramentas que tem sido utilizadas para esse fim. Essa plataforma permite que cada usuário tenha o seu espaço, com a personalização de ambientes, inserção de objetos virtuais (modelos 3D), criação de avatares e compartilhamento de vídeos e imagens (Figura 2). A plataforma pode ser acessada via computador pessoal

[2] *Non-fungible token* (NFT) é uma unidade de dados única e não intercambiável armazenada em uma *blockchain*. Podem ser associados a arquivos digitais, como fotos, vídeos e áudio (TIME FOR LEARNING, 2022).
[3] *Blockchain* "é um livro-razão imutável e compartilhado que facilita o processo de registro de transações e de controle de ativos em uma rede de negócios." Um ativo pode ser tangível ou intangível (IBM, 2023).

ou óculos inteligentes (*smart glasses)* e possibilita a interação entre usuários em tempo real. Outras plataformas do Metaverso, utilizadas para diversos fins como jogos, compra e venda, eventos, etc... são a *Decentraland*, a *The Sandbox*, a *Somnium Space* e a *Upland*.

Figura 2: Exemplo de espaço de galeria de arte da autora, no Metaverso da Spatial



Fonte: A autora.

Outras tecnologias também estão associadas ao metaverso, como exemplo a realidade mista (RM), a realidade virtual (RV), a realidade aumentada (RA) e a realidade estendida (XR). A realidade mista foi apresentada pela primeira vez em 1994 por meio da escala realidade-virtualidade pelos pesquisadores Milgram e Kishino (1994). Esta pode ser caracterizada como um sistema no qual objetos dos mundos real e virtual coexistem e interagem em tempo real, dentro de um *continuum*[4] virtual. Por outro lado, considerando os avanços tecnológicos ocorridos nos últimos 25 anos, não há um consenso sobre o conceito de RM. Nesse sentido, a realidade mista também pode ser compreendida como a tecnologia em que os objetos e os estímulos do mundo real e do mundo virtual são apresentados juntos em uma única percepção. Esse conceito abarca a realidade virtual e a realidade aumentada como subconjuntos da realidade mista (SKARBEZ; SMITH; WHITTON, 2021).

Por sua vez, um ambiente de realidade virtual é aquele em que o participante está em um mundo sintético, que pode ou não imitar as propriedades de um ambiente real, mas que também pode exceder os limites da física por meio da criação de um mundo no qual as leis que regem o tempo, a gravidade, e as propriedades do material, por exemplo, não sejam fiéis à realidade (MILGRAM; KISHINO, 1994). Já a realidade aumentada demanda o uso de dispositivos que possibilitam calcular a posição do usuário por meio de técnicas de rastreamento, para apresentar os elementos virtuais que serão sobrepostos ao ambiente físico, em tempo real (MOREIRA, 2018). E a realidade estendida abarca a RV, a RA e a RM criando um sistema que varia de ambientes mais próximos do real ou do virtual (PARK et al., 2022).

Assim, para compreender como a arquitetura pode se adaptar a essa nova realidade e aproveitar suas possibilidades, o presente trabalho, a partir de uma revisão bibliográfica, tem como objetivo analisar a produção acadêmica referente ao metaverso associado à disciplina de arquitetura, por meio de uma análise bibliométrica.

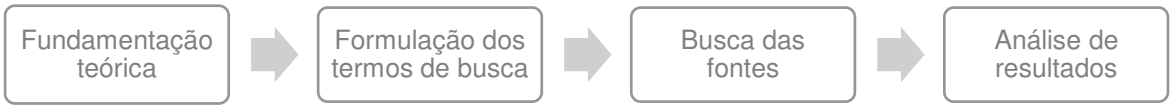
2 METODOLOGIA

Este estudo é exploratório e a pesquisa bibliográfica foi o método empregado. A principal vantagem da pesquisa bibliográfica é a cobertura ampla das informações requeridas, principalmente quando os dados estão dispersos (GIL, 2002). Como procedimento foi realizado um estudo bibliométrico. A bibliometria pode contribuir para a identificação de tendências de expansão, dispersão e redução em determinado campo do conhecimento, desenvolve padrões matemáticos para mensurar esses dados, utilizando os resultados para criar previsões e auxiliar a tomada de decisão. É um campo multidisciplinar que estuda a organização das áreas científicas e tecnológicas, a partir de fontes bibliográficas e patentes (VANTI, 2002; SPINAK, 1996).

[4] O *continuum* realidade-virtualidade engloba as variações e composições possíveis de objetos reais e virtuais dentro de uma escala entre o virtual e a realidade (MILGRAM; KISHİNO, 1994).

Foram pesquisados anais de congressos e artigos publicados em periódicos indexados na base de dados *Web of Science,* sem a determinação de um intervalo temporal, nem definição de idioma. O tipo da busca foi por tópico, que abrange o título, o resumo, as palavras-chaves do autor e os termos gerados a partir dos artigos citados na amostra (*keywords plus*). O delineamento realizado foi iniciado por uma revisão bibliográfica, seguido da formulação dos termos de busca, busca das fontes e análise e apresentação de resultados, conforme a Figura 3.

Figura 3: Delineamento do estudo



Fonte: A autora.

Inicialmente a busca realizada abarcou as palavras metaverso e arquitetura (*string: metavers* and architecture*) e resultou em 77 artigos. No entanto percebeu-se que uma grande quantidade dos artigos se distanciava da temática pretendida por abordar assuntos relacionados ao termo arquitetura como sinônimo de estruturação ou organização, como exemplo, arquitetura do metaverso, arquitetura da informação ou arquitetura de dados. Dessa forma, os termos de busca foram modificados para metaverso, arquitetura e projeto *(string: metavers* and architecture and design)* atingindo um total de 23 artigos que fazem parte da amostra do presente estudo.

Com o objetivo de realizar o mapeamento da literatura científica dos termos citados foi utilizado o *software* livre Bibliometrix (versão 4.2.3), criado em linguagem R pela "*The R Foundation for Statistical Computing Platform*" para auxiliar na compilação de dados e análise das informações. O Bibliometrix foi empregado com a extensão *Biblioshiny,* que cria uma interface gráfica facilitando a visualização dos dados (ARIA, 2017). Gráficos e tabela foram utilizados para visualizar as informações analisadas e serão apresentados na seção de resultados e discussão a seguir.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

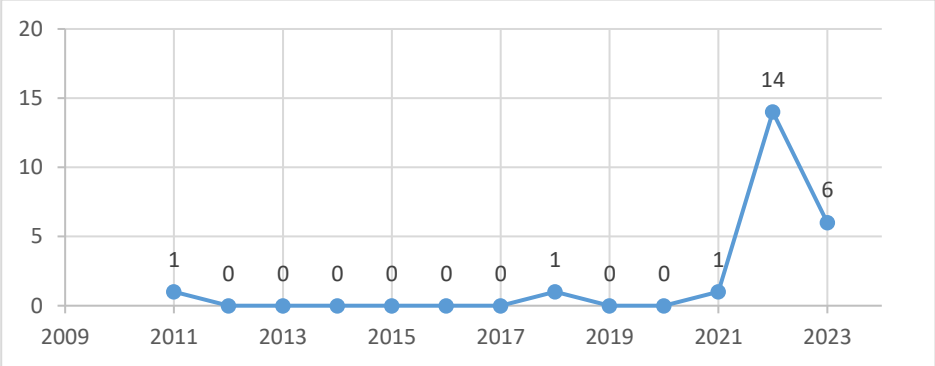
Com relação ao levantamento dos dados, após a busca realizada com os termos metaverso, arquitetura e projeto, foram obtidos 28 documentos na amostra, extraindo as duplicações encontradas, restaram 23 artigos. Apesar de inicialmente não ter definido um intervalo temporal para a busca, a amostra pesquisada revelou um intervalo de 2011 a 2023, perfazendo um total de 12 anos. O idioma também não foi determinado pela busca inicial, mas após a análise dos dados os documentos da amostra se apresentaram em inglês e espanhol, sendo predominante o inglês.

3.1 Caracterização e análise da amostra

Com relação a caracterização da amostra, além do intervalo temporal de 12 anos citado anteriormente, 104 autores foram identificados em 23 fontes. A maioria das publicações encontradas são dos anos de 2022 a 2023 (até abril de 2023), perfazendo 87% das publicações, conforme ilustra a Figura 4. Observa-se na análise dos dados que a partir de 2022 houve um crescimento acentuado nessa temática continuando em 2023, considerando que já houve 6 publicações até o mês 04 do presente ano. Nesse sentido há uma tendência de crescimento nessa área de conhecimento e o aumento significativo de publicações em 2022 sugere uma maior atenção e pesquisa nessa área.

No entanto, é importante ressaltar que o número total de publicações ainda é relativamente baixo, o que sugere que a pesquisa nessa área está em estágios iniciais de desenvolvimento. A análise desses dados aponta para a importância de um maior aprofundamento no tema do metaverso e arquitetura, explorando suas implicações teóricas, metodológicas e práticas.

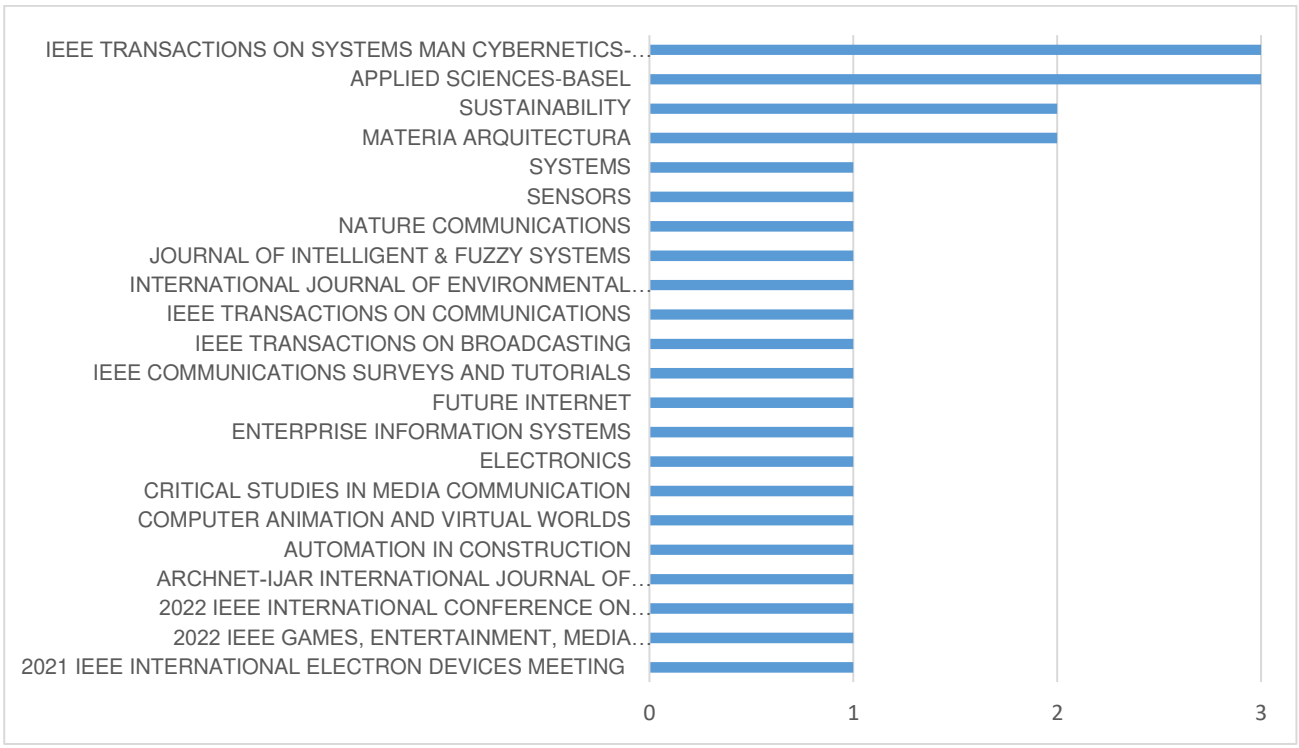
Figura 4: produção científica anual



Fonte: A autora.

Observando os periódicos e anais de congressos com maior número de publicações, destacam-se os periódicos *Applied Sciences-Basel, IEEE Transactions on Systems Man Cybernetics-Systems* com três publicações cada, seguido do *Materia Arquitectura* e do *Sustainability* com duas publicações cada. Os demais periódicos e congressos pontuaram com uma publicação em cada não apresentando expressividade na amostra selecionada (Figura 5). De forma global, os eventos do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) foram os que mais apresentaram publicações.

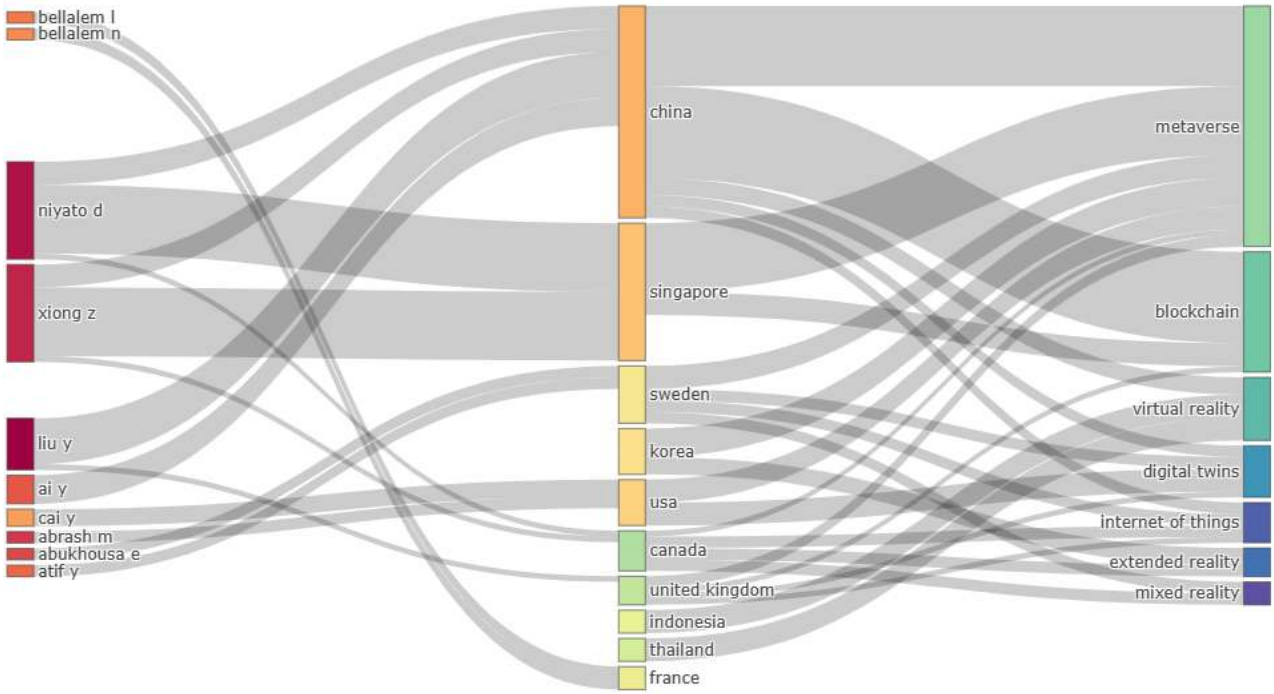
Figura 5: Periódicos e anais de congressos com maior número de publicações



Fonte: A autora.

Um aspecto identificado na análise da amostra foi o mapeamento de 104 autores. Outro dado interessante é a relação entre autores, países e palavras-chaves, apresentado pelo Diagrama de Sankey (diagrama de fluxo em que a largura das setas é proporcional à taxa de fluxo) a seguir (Figura 6). 10 autores estão relacionados a 10 países que por sua vez se referem a 7 palavras-chaves. A China está em posição de destaque, bem como a palavra-chave *metaverse*, seguida de *blockchain*, *virtual reality, digital twin* e outras. Essa palavras-chaves corroboram com a introdução do estudo e refletem as principais áreas de interesse e foco de pesquisa dentro do campo do metaverso e sua relação com a arquitetura. A presença das palavras-chave indica a busca por compreender as possíveis ramificações desses conceitos e abrem caminho para futuras investigações e estudos mais aprofundados nessa área.

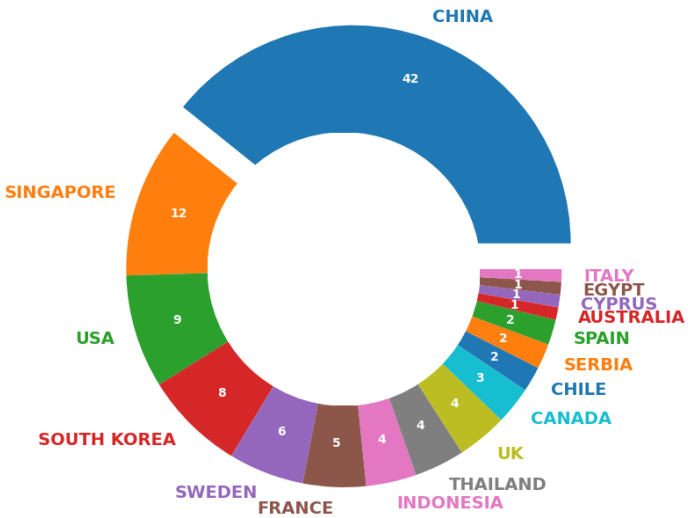
Figura 6: Relação entre autores, países e palavras-chaves



Fonte: A autora (gerado pelo Biblioshiny).

Quanto a ocorrência de produção científica por país, a China apresenta-se como o país de maior número de publicações com 39% da amostra, seguido da Singapura com 11%, Estados Unidos 8%, Coréia do Sul 7%, Suécia e França 5%, Indonésia, Tailândia e Reino Unido 4%, Canadá 3%, Chile, Sérvia e Espanha 2%, seguido de Austrália, Chipre, Egito e Itália com aproximadamente 1% cada. Essa distribuição geográfica mostra a diversidade e o alcance global da pesquisa sobre o metaverso e arquitetura, indicando que esse campo de estudo é abordado em diferentes regiões do mundo. O Brasil não aparece na lista de publicações por país sugerindo uma lacuna na produção científica brasileira nessa área específica. Isso pode indicar uma oportunidade para a expansão e o fortalecimento da pesquisa sobre o metaverso e sua relação com a arquitetura no contexto brasileiro. A distribuição por território pode ser visualizada na Figura 7. Com relação a colaboração entre países, a China também se destaca como o país com a frequência de maior parceria, tendo Austrália, Canadá, França, Singapura, Suíça, Reino Unido, e outros, países como países da sua rede de cooperação.

Figura 7: Produção científica por país



Fonte: A autora.

A nuvem de palavras por autor apresenta a recorrência das palavras-chaves das publicações. Com relação a amostra pesquisada foram elencadas 30 palavras-chaves recorrentes. As dez palavras chaves, mais

recorrentes em ordem decrescente foram: *metaverse, blockchain, virtual reality, digital architecture, digital twins, ecology, extended reality, internet of things, mixed reality* e *nfts*. Esta análise pode contribuir para auxiliar pesquisadores na identificação de publicações associadas à esta temática e áreas correlatas (Figura 8).

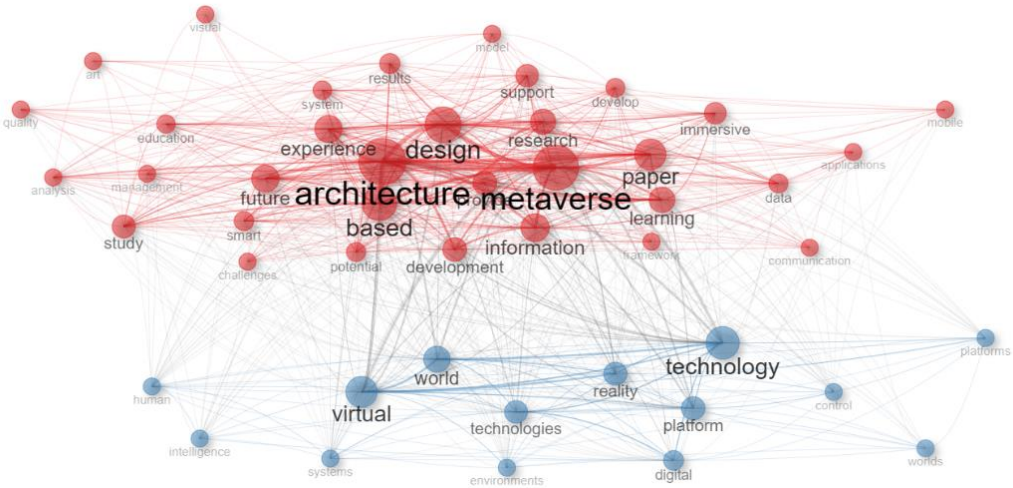
Figura 8: Nuvem de palavras



Fonte: A autora (gerado pelo Biblioshiny).

Para um melhor entendimento, ampliando a rede de palavras apresentadas na amostra para as palavras mais recorrentes dos resumos, pode-se extrair a visualização gráfica da relação existente, conforme apresentado na Figura 9, na rede de co-ocorrência de palavras. Observa-se a interconexão coletiva de termos e a presença prioritária dos relacionamentos definidos na busca: *metaverse* e *architecture*, sendo *design* em menor destaque. No entanto, as palavras *technology, virtual, paper* e *based* também estão em evidência criando outras conexões.

Figura 9: Rede de co-ocorrência de palavras nos resumos



Fonte: A autora (gerado pelo Biblioshiny).

As publicações que tiveram maior destaque em número de citações estão apresentadas na Tabela 1. Foram elencadas apenas 3 publicações, que obtiveram 38, 24 e 23 citações. Os demais artigos não foram apresentados, pois não obtiveram expressividade variando de 1 a 3 citações cada. Vale ressaltar que embora os termos de busca tenham sido voltados para arquitetura e projeto associado ao metaverso, na amostra pesquisada persistiram artigos que não estão relacionados com o campo da AEC. Pela reduzida quantidade de artigos e evolução da temática em 2022, infere-se que esta área apresenta uma lacuna que arquitetos e engenheiros devam explorar.

Tabela 1: Artigos mais citados da amostra

Autor(a) / ano	Título	Número de citações
NEVELSTEEN (2018)	Virtual world, defined from a technological perspective and applied to video games, mixed reality, and the metaverse	38
JOVANOVIĆ, MILOSAVLJEVIĆ (2022)	VoRtex metaverse platform for gamified collaborative learning	24

LI *ET AL.* (2022)	Dual sensing signal decoupling based on tellurium anisotropy for VR interaction and neuro-reflex system application	23

Fonte: A autora.

Para uma melhor compreensão do metaverso na arquitetura foram destacados alguns estudos da amostra que estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Aplicações relacionando metaverso e arquitetura

Autor(a) / ano	Objetivo	Uso / Tecnologia
JOVANOVIĆ; MILOSAVLJEVIĆ (2022)	Apresentar a plataforma VoRtex Metaverse para aprendizagem colaborativa gamificada e discutir suas possíveis aplicações na educação e em outras áreas.	Educação / Motor de jogo Unity, Autodesk 3ds Max. Linguagens JavaScript, PHP com MySQL. Arquitetura baseada em nuvem de código aberto.
LLANOS (2022)	Fornecer uma reflexão crítica sobre o papel da arquitetura no metaverso e suas implicações para a sociedade e o meio ambiente. Explorar as estéticas, conflitos e ausências da produção arquitetônica no metaverso e em outras plataformas virtuais. Para o autor, a arquitetura no metaverso envolve a criação de espaços virtuais imersivos e de objetos virtuais que podem ser comercializados como NFTs em plataformas de comércio eletrônico.	Educação e criação de espaços virtuais / NFTs
LIU, Zhen et al. (2022)	Fornecer uma estrutura conceitual para o uso da tecnologia *blockchain* na melhoria do projeto de arquitetura em edifícios de saúde. O uso da tecnologia *blockchain* pode ajudar a melhorar a eficiência e transparência dos processos em ambientes de saúde, incluindo o projeto de edifícios e espaços terapêuticos.	Projeto de ambientes de saúde / Blockchain
NADERI; SHOJAEI (2023)	Fornecer uma análise sobre gêmeo digital e perspectivas futuras no campo da engenharia civil. O metaverso é apresentado como uma das tecnologias emergentes que podem ser integradas ao gêmeo digital e outras tecnologias (BIM, RA, RV) para compartilhar informações e conhecimentos com aspectos da engenharia.	Compartilhamento de informações / Gêmeo digital

Fonte: A autora.

Na literatura analisada observa-se a presença do metaverso como uma das tecnologias emergentes e já em uso nas áreas de projeto, educação e colaboração. Foram identificados potenciais aplicações relacionando arquitetura e metaverso na criação de objetos e ambientes virtuais e associação com outras tecnologias como gêmeo digital, *blockchain*, BIM, RA e RV. Em suma, a pesquisa e a exploração do metaverso em conjunto com a arquitetura abrem um horizonte de possibilidades inovadoras, que podem revolucionar a prática arquitetônica, estimular a criatividade e promover avanços significativos na área.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou analisar a produção acadêmica referente ao metaverso associado à disciplina de arquitetura, por meio de uma revisão bibliográfica, com uso da bibliometria. Em um intervalo temporal de 12 anos, foram elencados 23 artigos. Resultados revelaram que a partir de 2022 houve um aumento nas publicações, apresentando uma tendência de crescimento nesse campo do saber. Indicadores identificaram os periódicos *Applied Sciences-Basel* e o *IEEE Transactions on Systems Man Cybernetics-Systems* como os de maior número de publicações da amostra e a China como o país de maior destaque. As principais palavras-chaves associadas aos termos de busca foram metaverso, *blockchain* e realidade virtual. Por sua vez, o Brasil não teve registros na amostra revelando uma lacuna nessa área de conhecimento. Por fim, foram encontradas aplicações visando a construção de ambientes virtuais e associação com outras tecnologias como gêmeo digital, blockchain, BIM, RA e RV demonstrando o potencial transformador do metaverso na arquitetura.

REFERÊNCIAS

ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Corrado. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017.

BOSCHERT, Stefan; HEINRICH, Christoph; ROSEN, Roland. Next generation digital twin. In: **Proc. tmce**. Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 2018. p. 7-11.

CAPGEMINI RESEARCH INSTITUTE. Digital Twins survey, Report, 2021.

DUAN, Haihan et al. Metaverse for social good: A university campus prototype. In: **Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia**. 2021. p. 153-161.

FORBES INDIA. **Hong Kong University to launch mixed reality classroom in metaverse**. 2022. Disponível em: https://www.forbesindia.com/article/crypto-made-easy/hong-kong-university-to-launch-mixed-reality-classroom-in-metaverse/78647/1. Acesso em: abr. 2023.

GIL, Antônio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

IBM. **O que é a tecnologia Blockchain?** Disponível em: https://www.ibm.com/br-pt/topics/what-is-blockchain. Acesso em: abr. 2023.

JOVANOVIĆ, Aleksandar; MILOSAVLJEVIĆ, Aleksandar. VoRtex Metaverse platform for gamified collaborative learning. **Electronics**, v. 11, n. 3, p. 317, 2022.

KIM, Changsoo; LEE, Sang-Gun; KANG, Minchoel. I became an attractive person in the virtual world: Users' identification with virtual communities and avatars. **Computers in Human Behavior**, v. 28, n. 5, p. 1663-1669, 2012.

LLANOS, Claudio Palavecino. Negar El Mundo: 'Viceverse'y La Arquitectura Del Metaverso. **Materia Arquitectura**, n. 23, p. 94-107, 2022.

LI, Linlin et al. Dual sensing signal decoupling based on tellurium anisotropy for VR interaction and neuro-reflex system application. **Nature Communications**, v. 13, n. 1, p. 5975, 2022.

LIU, Zhen et al. A Conceptual Framework for Blockchain Enhanced Information Modeling for Healing and Therapeutic Design. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 13, p. 8218, 2022.

MILGRAN, P.; KISHINO, F. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. In: **EICE Transactions on Information Systems**. v. E77-D, 1994.

MOREIRA, L. C. de S. **O Manual do Proprietário da Edificação Assistido pela Realidade Aumentada**. 2018. 241 f. Tese (Doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

NADERI, Hossein; SHOJAEI, Alireza. Digital twinning of civil infrastructures: Current state of model architectures, interoperability solutions, and future prospects. **Automation in Construction**, v. 149, p. 104785, 2023.

NEVELSTEEN, Kim JL. Virtual world, defined from a technological perspective and applied to video games, mixed reality, and the Metaverse. **Computer animation and virtual worlds**, v. 29, n. 1, p. e1752, 2018.

OWENS, Dawn et al. An empirical investigation of virtual world projects and metaverse technology capabilities. **ACM SIGMIS Database: the DATABASE for Advances in Information Systems**, v. 42, n. 1, p. 74-101, 2011.

PARK, Sang-Min; KIM, Young-Gab. A metaverse: taxonomy, components, applications, and open challenges. **IEEE access**, v. 10, p. 4209-4251, 2022.

SKARBEZ, Richard; SMITH, Missie; WHITTON, Mary C. Revisiting milgram and kishino's reality-virtuality continuum. **Frontiers in Virtual Reality**, v. 2, p. 647997, 2021.

SPINAK, E. Diccionario enciclopédico de bibliometría, cienciometría einformetría. Montevideo, 1996. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243329. Acesso em: abr. 2023.

STOUHI, Dima. Zaha Hadid Architects projeta cidade "ciber-urbana" no metaverso. **ArchDaily Brasil**. (Trad. Sbeghen Ghisleni, Camila). 2022. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/979018/zaha-hadid-architects-projeta-cidade-ciber-urbana-no-metaverso> ISSN 0719-8906. Acesso em: abr 2023.

SUN, Chloe. Arquitetura do metaverso: o que é, quem construirá e por que é importante? **ArchDaily Brasil**. (Trad. Baratto, Romullo). 2021. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/969643/arquitetura-do-metaverso-o-que-e-quem-construira-e-por-que-e-importante> ISSN 0719-8906. Acesso em: abr 2023.

TIME FOR LEARNING. Into the metaverse: your guide to the future of the internet. **TIME**, 2022. Disponível em: https://time.com/galaxyinteractive/intothemetaverse/. Acesso em: abr. 2023.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, [S. l.], v. 31, n. 2, 2002. DOI: 10.18225/ci.inf.v31i2.970.