

METAVERSO E SEGURANÇA: ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE ARTIGOS PUBLICADOS EM BASES DE DADOS ACADÊMICAS NO PERÍODO DE 2018 A 2023

1 Introdução

O termo ‘metaverso’, é uma combinação do prefixo ‘meta’ (que significa transcendência) e o sufixo ‘verso’ (abreviação de universo), e significa um mundo virtual ligado ao mundo físico (Huang et al., 2023). Por estar ainda em um estágio inicial de utilização, o metaverso traz reflexões sobre aspectos que norteiem a implementação de aplicações e interação com usuários, inclusive oportunidades para melhor entender aspectos de segurança que abrangem a exposição a ameaças cibernéticas.

Estudos abordando metaverso e segurança são relevantes sob a perspectiva teórica. Pesquisas sobre o assunto podem sinalizar a evolução da produção científica recente, os principais continentes em que tal produção é mais profícua, as principais filiações acadêmicas, as principais universidades que abordem o assunto e palavras-chave mais recorrentes. Ainda, pode segmentar os estudos por diferentes abordagens do metaverso, existindo como exemplos: ‘Interações com usuário’, ‘Implementações’ ou ‘Aplicações’ (Park & Kim, 2022).

Considerando os argumentos expostos nos parágrafos anteriores desta introdução, este estudo apresenta o seguinte problema de pesquisa: Qual é a produção de artigos científicos sobre o tema metaverso e segurança publicados no período de 2013 a 2017? Dessa forma, este artigo tem como objetivo analisar a produção de artigos sobre metaverso e segurança publicados em bases de dados acadêmicas, no período de 2018 a 2023.

Para alcançar o objetivo proposto realiza-se pesquisa descritiva com enfoque qualitativo e quantitativo. A amostra deste estudo é composta por 79 artigos, disponíveis nas bases de dados ACM Digital Library e IEEE. Essas bases são acessíveis por meio do portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (2023). O tratamento dos dados abrange estatística descritiva, técnica de elaboração nuvem de palavras e análise de conteúdo (Bardin, 1977), empregando-se categorias para segmentar artigos segundo abordagens de metaverso citadas por Park e Kim (2022).

Este estudo trata de um tema atual e contribui para a ampliação de estudos acadêmicos sobre o estado da arte relativo a Metaverso. O estudo dessa produção científica é relevante sob a perspectiva prática porque pode contribuir para reflexões de organizações públicas e privadas, acadêmicos e profissionais que atuam em segurança da informação, bem como demais partes interessadas.

Este trabalho apresenta cinco seções e as referências. A primeira seção constitui-se desta introdução, a Seção 2 contempla o referencial teórico, a Seção 3 descreve a metodologia, a Seção 4 apresenta os resultados e discussão e a Seção 5 apresenta as conclusões. A referências constam do final do texto.

2 Referencial Teórico

Existem diferentes conceitos que podem ser atribuídos a metaverso. De acordo com Gartner Group Consultoria Global (Gartner) (2023), o metaverso pode ser conceituado como um espaço virtual coletivo que é compartilhado por muitos usuários através da Internet e é criado através da convergência de espaço virtual fisicamente persistente e realidade física virtualmente aprimorada.

Estudos podem apresentar características sobre o metaverso para auxiliar o seu entendimento. Como exemplo, Ning et al. (2023) descreve as seguintes: multitecnologia; sociabilidade e hiperespaço agregado de temporalidade. Dessa forma, o metaverso pode ser

entendido como um ambiente abrangendo plataformas e aplicativos que oferecem experiências virtuais imersivas.

O estudo da taxonomia sobre metaverso pode contemplar uma perspectiva considerando três abordagens, na forma descrita no estudo de Park e Kim (2022): interações do usuário, implementações e aplicações, conforme descrito de forma resumida na Figura 1.

Abordagem de metaverso	Descrição resumida da abordagem
Interações com Usuário (<i>User Interactions</i>)	Trata de interações com usuário. O alvo da interação é principalmente humano, e as mãos são uma característica importante. Os dispositivos de entrada são amplamente divididos em dispositivos portáteis e dispositivos de entrada não manuais. Um campo de visão de 360 graus é usado como campo receptivo para reconhecimento espacial, imagens e correções de distorção são necessárias para a eficiência do processamento de vídeo.
Implementações (<i>Implementations</i>)	É dividida em uma fase de <i>design</i> , uma fase de treinamento do modelo, uma fase de operação e uma fase de avaliação. A fase de <i>design</i> considera metas e projeto de conceito, tempo e custo de desenvolvimento, estimativas de risco, restrições, cenários de usuário, escopo e requisitos e viabilidade de implementação e avaliação. Na fase de treinamento do modelo, são realizadas análise de dados, modelagem do usuário, metodologia científica, aprendizado iterativo e ajuste de parâmetros. A fase de operação considera considerações do sistema, simulações, agendamento de tarefas, ambientes de rede e demonstrações de protótipos. A fase de avaliação trata da fidelidade do conteúdo, autenticidade das interações, viabilidade de implementação e tolerância a falhas.
Aplicações (<i>Applications</i>)	Demonstra a finalidade do metaverso. A maior parte das pesquisas é voltada para fins de marketing e investimento, enfatizando a utilidade social. Os domínios onde o metaverso é popularmente atendido são jogos e alguns aplicativos. Para melhores aplicações do metaverso, é necessária uma abordagem para modelar e distinguir as diferenças entre realidade virtual e realidade.

Figura 1.

Abordagens de metaverso

Fonte: adaptado de Park e Kim (2022).

De forma geral, o metaverso ainda está em um estágio inicial de utilização. De acordo com Ritterbusch e Teichmann (2023), o metaverso é resultado do impulso tardio de conglomerados de tecnologia multinacionais e uma onda de interesse em Web 3.0, Blockchain, tokens não fungíveis (*non fungible tokens* ou NFT) e criptomoedas. Isso atrai a atenção de empresas de tecnologia interessadas em construir aplicativos e desenvolver iniciativas no metaverso, incluindo o Facebook (renomeado como “Meta”), Microsoft, Apple e Nvidia. Empresas de segmentos específicos, inclusive o bancário, também, sinaliza estudos de iniciativas relacionadas ao metaverso.

Por fim, reforçando o que foi citado no primeiro parágrafo da introdução, o metaverso traz reflexões sobre aspectos que norteiem a implementação de aplicações e interação com usuários, inclusive oportunidades para melhor entender aspectos de segurança que abrangem a

exposição a ameaças cibernéticas. Como exemplos dessas ameaças existe a possibilidade de roubo de identidade, os ataques cibernéticos através de malwares, ataque de negação de serviço distribuído (*Distributed Denial of Service*), a exploração de vulnerabilidades e a engenharia social. Dessa forma, aqueles que desenvolverem implementações no metaverso devem estar atentos a aspectos de segurança e privacidade (Vadlamudi, 2022).

3 Metodologia

Esta pesquisa é descritiva, contemplando enfoque qualitativo e quantitativo (Sampieri, Collado & Lucio, 2013). A população é composta por artigos presentes nas bases IEEE e ACM Digital Library. A escolha dessas duas bases de dados decorre do fato de estarem entre as principais na área de Ciências Exatas. O acesso a essas bases ocorreu por meio do portal de periódicos da CAPES (CAPES, 2023).

Para seleção da amostra não probabilística de artigos, foram adotadas quatro etapas. Na primeira etapa, selecionaram-se artigos a partir do termo ‘metaverso’ e ‘segurança’ bem como em inglês ‘metaverse’ and ‘security’, no título, resumo ou palavras-chave de acordo com os seguintes critérios: a. trabalhos publicados em periódicos; b. trabalhos escritos em língua inglesa; c. publicações entre 2018 e 2023; e d. Fator de impacto do periódico em que o artigo foi publicado maior do que 1, baseado no *Journal Citation Reports* (JCR) (2003). Assim, nesta primeira etapa foram selecionados 133 artigos na base IEEE e 207 artigos na ACM Digital Library, totalizando 340 artigos.

Na segunda etapa, a partir dos 340 artigos inicialmente encontrados, foram selecionados os artigos acadêmicos publicados em revistas e jornais, excluindo-se os publicados em congressos e workshop. Ao fim dessa etapa, obtiveram-se 46 artigos IEEE e 34 artigos da ACM Digital Library, totalizando 80 artigos.

Na terceira etapa, os artigos remanescentes tiveram seus resumos e introduções lidos para ver se o assunto deles se relacionava com o interesse deste estudo. Com isso, foram aproveitados 45 artigos da IEEE e 34 da ACM Digital Library, totalizando a amostra de 79 artigos.

A coleta dos artigos, bem como a consulta ao JCR foram realizadas entre os meses de maio e junho de 2023. Na análise, para tratamento dos dados foi utilizada a estatística descritiva (Stevenson, 2001), análise de conteúdo (Bardin, 1977) e técnica de elaboração de nuvem de palavras (Rossi Junior & Alves, 2021).

A estatística descritiva contemplou mínimo, máximo, moda, mediana e quartis. Foram, em adição, apuradas contagens de frequências e percentuais. A análise de conteúdo foi utilizada para segmentar os artigos em uma das três categorias das seguintes abordagens para estudo do metaverso, baseadas em Park e Kim (2022): ‘interações com o usuário’, ‘implementações’ ou ‘aplicações’. Para disposição das frequências e percentuais e nuvem de palavras foram empregados os softwares Microsoft Excel™ e ‘Free World Cloud Generator’, respectivamente.

Por fim, os resultados deste estudo enfatizam a exibição, na forma de tabelas ou de figura, dos sete itens descritos e operacionalizados conforme a Figura 2.

Descrição do item	Operacionalização do item
1 - Quantidade de artigos por ano de publicação.	2018; 2019; 2020; 2021; 2022; 2023 ⁽¹⁾ .

2 - Quantidade de artigos conforme o continente que está localizada a instituição a que estão filiados os autores.	Quantidade de artigos na Europa; Quantidade de artigos na América do Norte; Quantidade de artigos na Ásia; Quantidade de artigos na Oceania; Quantidade de artigos na América do Sul; Quantidade de artigos na África.
3 - Instituições com mais aparições na filiação acadêmica dos autores.	Instituição 1; Instituição 2; Instituição 3 ⁽²⁾ .
4 - Quantidade de artigos da amostra segmentada pela metodologia usada.	Qualitativo; Quantitativo; Qualitativo/Quantitativo.
5 - Distribuição dos artigos segundo abordagens de metaverso.	Interações com usuário; Implementações; Aplicações.
6 - Quantidade de artigos da amostra segmentada por periódico onde tais artigos foram publicados	Quantidade de artigos publicados por periódico.
7 - Fator impacto dos periódicos onde os artigos da amostra foram publicados.	Fator de impacto baseado no JCR do periódico onde o artigo foi publicado.

Figura 2.

Itens a serem abordados nos resultados.

Fonte: baseado em Rossi Junior e Alves (2019), Park e Kim (2022) e JCR (2023).

Observação: 1. os artigos do ano de 2023 referem-se àqueles publicados até junho do referido ano. 2. os termos 'instituição 1', 'instituição 2' e 'instituição 3' referem-se às três instituições de ensino superior com mais filiações acadêmicas de autores.

4 Resultados e Discussões

A Tabela 1 mostra a quantidade de artigos por ano entre 2018 e 2023. Percebe-se que publicações de artigos relativas aos temas metaverso e segurança intensificaram a partir de 2022. Considerando os anos de 2022 e 2023, tem-se 73 artigos (91,85% do total de publicações).

Tabela 1.

Quantidade de artigos publicados entre os anos de 2018 e 2023

Ano ⁽¹⁾	Quantidade de artigos	Participação na amostra (%)
2018	01	1,25
2020	01	1,25
2021	04	5,00
2022	38	48,10
2023	35	43,75
Total	79	100,00

Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa.

Observação: 1. não houve artigos publicados em 2019. Ano de 2023 inclui artigos coletados até junho.

A Tabela 2. demonstra a quantidade de artigos conforme o continente que está localizada a instituição a que estão filiados os autores, com o objetivo de analisar a concentração da produção de estudos. O total de instituições apurado nos 79 artigos da amostra foi de 112.

Percebe-se que o continente Asiático apresenta 50 instituições às quais os autores de artigos publicados estão filiados, o que equivale a 44,64% do total de instituições. Já a América do Sul possui apenas 2 instituições às quais os autores estão filiados, indicando 1,81% das instituições apuradas nos artigos da amostra. Pode-se perceber, com base nos resultados obtidos, a carência de estudos em instituições na América do Sul, Oceania bem como a ausência de estudos na África, indicando, assim, uma oportunidade de pesquisas da área nos três últimos continentes citados nesse parágrafo.

Tabela 2.

Quantidade de artigos conforme o continente que esta localizada a instituição a que estão filiados os autores

Continente ⁽¹⁾	Quantidade de instituições	Participação de instituições (%)
Europa	22	19,64
América do Norte	32	28,57
Asia	50	44,64
Oceania	06	5,35
América do Sul	02	1,81
Total	112	100,00

Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa.

Observação: 1. não houve artigos publicados em 2019. Ano de 2023 inclui artigos coletados até junho.

A Tabela 3, exhibe as três instituições com mais aparições na filiação acadêmica dos autores das publicações da amostra. Percebe-se que todas estão na Ásia, totalizando 13 aparições. Vale dizer que a Ásia foi mencionada como continente com maior quantidade de instituições às quais os autores dos artigos são filiados, conforme previamente indicado na Tabela 2.

Tabela 3.

Instituições com mais aparições na filiação acadêmica dos autores

Instituição	Continente	Número de aparições
<i>Chinese Academy of Sciences, Beijing</i>	Ásia	6
<i>University of Chinese Academy of Sciences, Beijing</i>	Ásia	4
<i>Xi'an Jiaotong University</i>	Ásia	3

Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa

A Tabela 4 mostra a segmentação dos artigos quanto à metodologia empregada. Consta-se que 47 estudos empregam metodologia quantitativos (59,49% do total da amostra), seguido de 17 artigos (21,51% da amostra) que empregam metodologia qualitativa e 15 artigos (18,98% da amostra) empregando metodologias qualitativas e quantitativas.

Tabela 4.

Quantidade de artigos quanto à metodologia empregada

Metodologia	Quantidade de artigos	Participação na amostra (%)
Quantitativo	47	59,49
Qualitativo	17	21,51
Qualitativo/Quantitativo	15	18,98
Total	79	100,00

Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa

A Tabela 5 demonstra a quantidade de artigos classificados conforme as três categorias de abordagens de metaverso previamente descritas na Figura 1, baseadas em Park e Kim (2022). Consta-se que a abordagem identificada como predominante nos artigos da amostra foi ‘Implementações’, com 46 artigos (58,22% da amostra de artigos). A Abordagem ‘Aplicações’ foi identificada em 26 artigos (32,90% da amostra de artigos).

Tabela 5.

Distribuição dos artigos conforme as categorias de abordagens de metaverso

Abordagem de metaverso	Quantidade de artigos	Participação de artigos com a abordagem (%)
Interações com usuário	7	8,86
Implementações	46	58,22
Aplicações	26	32,90
Total	79	100,00

Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa.

A Tabela 6 demonstra a quantidade de artigos da amostra segmentados por periódico onde foram publicados. Verifica-se que 29,10% dos artigos foram publicados em apenas 3 periódicos, denotando certa concentração de publicações neles. Os demais periódicos permitiram a publicação dos 56 artigos restantes (70,90% dos artigos da amostra).

Tabela 6.

Quantidade de artigos por periódico

Periódico	Quantidade de artigos	Participação na amostra (%)
<i>IEEE Access</i>	9	11,39
<i>IEEE Internet of things Journal</i>	8	10,12
<i>ACM Computing</i>	6	7,59
Demais periódicos	56	70,90
Total	79	100,00

Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa.

A Tabela 7 apresenta estatísticas descritivas referentes ao fator de impacto JCR dos periódicos em que os artigos da amostra foram publicados. Percebe-se que o valor mínimo do fator de impacto é 1,50, a moda dos fatores de impacto é 3,48. Apurou-se, dentre a distribuição dos artigos por fator de impacto JCR, que a amostra de artigos possui certo padrão de qualidade no tocante aos periódicos em que foram publicados, considerando que mais da metade dos artigos foram publicados em periódicos com fator de impacto igual ou superior a 5,01.

Tabela 7.

Estatísticas descritivas – Fator de impacto dos periódicos onde os artigos da amostra foram publicados

Estatística	Fator de impacto⁽¹⁾
Mínimo	1,50
Moda	3,48
1º Quartil	3,68
Mediana	5,01
3º Quartil	11,47
Máximo	33,84

Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa.

Observação: 1 Valores aproximados do fator de impacto JCR do periódico, com duas casas decimais.

utilizada a estatística descritiva e a técnica de elaboração de nuvem de palavras e a análise de conteúdo.

Constatou-se que a produção científica não foi uniforme no período em estudo. Verificou-se que em 2022 e em 2023 foram publicados 91,85% do total de publicações da amostra. Adicionalmente, observou-se que de um total de 112 instituições às quais os autores dos artigos estavam filiados, a Ásia concentrou 50 delas (44,64% do total das instituições). Adicionalmente, houve 3 instituições deste continente asiático que apresentaram mais aparições relacionadas com a filiação acadêmica dos autores.

Adicionalmente apurou-se que 59,49% dos artigos da amostra empregaram metodologia quantitativa. Adicionalmente, os resultados da análise de conteúdo permitiram identificar a abordagem de metaverso ‘Implementações’ em 58,22% dos artigos analisados. Em complemento, três periódicos concentraram 29,10% das publicações da amostra.

Apurou-se, na distribuição dos artigos por fator de impacto JCR dos periódicos em que tais artigos foram publicados, que os tais periódicos apresentaram padrão de qualidade, visto que mais de 50,00% dos artigos foram publicados em periódicos com fator de impacto 5,01 ou superior. No tocante à análise da nuvem de palavras, os termos ‘Reality’ e ‘Blockchain’ obtiveram 16 e 15 aparições, respectivamente. A aparição dessas palavras denota vinculação delas à temática do metaverso.

Este estudo trata um tema atual e sinaliza oportunidades de pesquisas sobre segurança no metaverso. Deve-se delimitar, contudo, que os resultados exibidos neste trabalho consideram o exame dos artigos integrantes da amostra do estudo, coletados em bases de dados específicas. Em complemento, conforme citado na metodologia, os artigos foram coletados entre maio e junho de 2023. Assim, os artigos do ano de 2023 referem-se àqueles publicados até junho do referido ano.

Finalmente, recomendam-se as seguintes sugestões para estudos futuros: pesquisas abrangendo outros períodos de análise, podendo comparar os resultados com este trabalho. Além disso, podem ser efetuados estudos com foco na Oceania, na América do Sul e na África, por oferecerem oportunidades para aprimoramento em publicações vinculadas às universidades desses continentes. Ainda, realizar estudos envolvendo a implementação de tecnologias que foram citadas entre as palavras predominantes na nuvem de palavras (blockchain, por exemplo), enfatizando-se a ligação dessas tecnologias ao tema abordado neste estudo.

6 Referências

Bardin, L. (1977). **Análise de Conteúdo**, Lisboa: Edições 70.

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (2023). **Portal de Periódicos da Capes**. Recuperado em 13.7.2023, de <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/lista-a-z-bases.html>.

Gartner Group Consultoria Global. (2023). **O que é um Metaverso?** Recuperado em 5.4.2023, de <https://www.gartner.com.br/pt-br/artigos/o-que-e-um-metaverso>.

Huang, Y, Li, Y. J., & Cai, Z. (2023). Security and Privacy in Metaverse: A Comprehensive Survey. **Big Data Mining and Analytics**, 6 (2), 234-247.

Journal Citation Reports (2023). **Journal Citation Reports**. Recuperado em 21.7.2023, de <https://jcr.clarivate.com/>.

Ning, H. et al. (2023). A Survey on the Metaverse: The State-of-the-Art, Technologies, Applications, and Challenges, " in **IEEE Internet of Things Journal**, vol. 10, no. 16, pp. 14671-14688, 15 Aug.15, 2023

Park S. M. & Kim, Y. G. (2022). A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges," in **IEEE Access**, 10, 4209-4251.

Ritterbusch G. D. & Teichmann M. R. (2023). Defining the Metaverse: A Systematic Literature Review, **IEEE Access**, 11, 12368-12377

Rossi Júnior, M. & Alves, C. A. M. (2020) Crowdfunding: uma análise da produção científica em bases de dados de 2013 a 2017. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, 7, 83-99,.

Sampieri, R. H., Collado, C. F. & Lucio, M. P. B. (2013). **Metodologia de Pesquisa**. 5^a ed. Porto Alegre: Penso.

Stevenson, W. J. (2001). **Estatística Aplicada à Administração**. São Paulo: Harper e How do Brasil.

Vadlamudi, S. (2022). The Taxonomy of Security issues and Countermeasures in the Metaverse World. **International Conference on Recent Trends in Microelectronics, Automation, Computing and Communications Systems (ICMAACC)**, Hyderabad, 553-558.