

O DESIGN NO METAVERSO: interação humano-computador em ambientes imersivos

DESIGN IN THE METAVERSE: human-computer interaction in immersive environments

ALMEIDA, Laís Maria Carvalho de; Graduada; Universidade Federal de Campina Grande

lais.maria@estudante.ufcg.edu.br

FARIAS, Juliana Ferreira; Graduada; Universidade Federal de Campina Grande

julianaffw@gmail.com.br

SILVEIRA, Nathalie Barros da Mota; Doutora; Universidade Federal de Campina Grande

nathalie.motasilveira@gmail.com

SANTOS, Danilo Freire de Souza; Doutor; Universidade Federal de Campina Grande

danilo.santos@dee.ufcg.edu.br

CLEMENTINO, Thamyres Oliveira; Doutora; Universidade Federal de Campina Grande

thamyres.oliveira.clementino@gmail.com

Resumo

O metaverso é um ambiente virtual onde os usuários podem interagir entre si e com objetos digitais em tempo real por meio de experiências imersivas interconectadas. Estudos apontam que em 2026 um quarto da população passará pelo menos uma hora por dia no metaverso. Essa concepção desafia designers a entenderem esse universo e descobrirem caminhos e estratégias de atuação. Para identificar novas questões e explorar cenários que envolvam a aplicação do design nesse ambiente imersivo, este estudo questiona: Como os métodos para análise da interação usuário-produto podem contribuir para a avaliação da usabilidade em ambientes imersivos compatíveis com o Metaverso? Para alcançar o objetivo proposto, serão adotadas as seguintes fases: a) levantamento das bases teóricas, b) Identificação de métodos de desenvolvimento de projetos desses ambientes e de análise da interação usuário-produto e c) Análise da compatibilidade desses métodos de avaliação para análise da usabilidade em ambientes imersivos, com Metaverso.

Palavras Chave: Metaverso; Design; Usabilidade.

Abstract

The metaverse is a virtual environment where users can interact with each other and with digital objects in real time through interconnected immersive experiences. Studies indicate that by 2026 a quarter of the population will spend at least one hour a day in the metaverse. This conception challenges designers to understand this universe and discover paths and strategies for action. To identify new questions and explore scenarios that involve the application of design in this immersive environment, this study asks: How can methods for analyzing user-product interaction contribute to the evaluation of usability in immersive environments compatible with the Metaverse? And to achieve the proposed objective, the following phases will be adopted: a) survey of the theoretical bases, b) Identification of project development methods for these environments and analysis of user-

product interaction and c) Analysis of the compatibility of these evaluation methods for analysis usability in immersive environments, with Metaverse.

Keywords: *Metaverse; Design; Usability.*

1 Introdução

O conceito de Metaverso é proveniente da ficção científica e foi citado pela primeira vez no romance de Neal Stephenson, publicado em 1992. O termo foi utilizado para descrever mundos virtuais tridimensionais (VWs) nos quais as pessoas interagem entre si e com o ambiente, sem as limitações físicas que o mundo real oferece (Narin, 2021).

Mais recentemente, gigantes da mídia social e grandes empresas de tecnologia anunciaram o metaverso como o futuro da internet, começando então a aproximar o conceito das massas, tornando-o mais popular. Em 2021, Marc Zuckerberg anunciou que mudaria o nome Facebook para Meta e que desenvolveria tecnologias para atuação no metaverso. Desde então, o interesse pelo assunto tem crescido significativamente, atraindo muita atenção tanto da academia quanto da indústria (Shi et. al, 2023).

Nos últimos cinquenta anos a sociedade vivenciou a evolução, das tecnologias analógicas para as tecnologias digitais e, mais recentemente, para tecnologias imersivas, a exemplo da Realidade Virtual (RV) e da Realidade Aumentada (RA). Ambas têm forte impacto no processo de comunicação e interação entre pessoas, tecnologias e espaços (Zallio; Clarkson, 2022).

Nesse cenário de evolução, que incluiu mais recentemente vários eventos significativos, como a pandemia de Covid-19, houve um avanço silencioso e constante de tecnologias imersivas que ampliaram o interesse popular pelo assunto. Zallio e Clarkson (2022, p.2. tradução nossa) explicam que “Com a importância de construir, manter e desenvolver conexões e interações sociais humanas significativas, a criação de ambientes digitais, virtuais e imersivos, como o metaverso, o omniverso ou o multiverso, floresceu recentemente.”.

De acordo com reportagem de Mickael Koziol de 31 agosto de 2022 para o IEEE - *Advancing Technology for Humanity*, organização profissional técnica dedicada ao avanço da tecnologia para o benefício da humanidade, embora o metaverso ainda não exista, provavelmente existirá nos próximos anos. Essa constatação vem do grande interesse demonstrado pela indústria e por grandes empresas como a *Google*, a *Microsoft* e a *Meta* (Koziol, 2022) em iniciar esse processo de construção. Estima-se que em 2026, pelo menos um quarto da população passará pelo menos uma hora no metaverso (Zallio; Clarkson, 2022). Essa projeção, segundo os autores, demanda desafios e oportunidades relacionados ao design no metaverso.

Há uma infinidade de definições sobre o Metaverso. Uma das mais recentes menciona um conjunto de ambientes digitais interconectados que incluem experiências imersivas em 3D que permitem que pessoas possam conectar, socializar, trabalhar e explorar vários espaços e cenários com outras pessoas que não estão fisicamente presentes (Zallio; Clarkson, 2022). A palavra “Metaverso” é composta pelo prefixo “Meta” e o sufixo “verso”. Meta é um termo grego utilizado como prefixo para depois ou além. Já o “verso” refere-se à abreviação da palavra “universo”. Dessa forma, “Metaverso” poderia ser considerado como um espaço virtual gerado por computador que está além do Universo (Dionisio, 2013).

Apesar de não haver uma única definição ou uma descrição de como será esse universo imersivo, sabe-se que tecnologias já existentes e amplamente utilizadas como a realidade virtual

(RV) e realidade aumentada (RA) provavelmente estarão envolvidas (Koziol, 2022). Shi et al. (2022, p.11. Tradução nossa), explica que “as tecnologias relacionadas não são apenas uma maneira melhor de entrar no Metaverso virtual, mas também a melhor escolha para criar cenas imersivas no Metaverso.”. Além da RV e da RA, o autor acrescenta a Realidade Mista (RM) como tecnologia potencial no aspecto da interação entre virtualidade e realidade.

Shi et al. (2022, p.11), descreve a RA e a RV como:

(...) um par de conceitos semelhantes, mas ainda existem algumas diferenças entre eles. Na realidade virtual, a percepção dos usuários sobre a realidade depende completamente da informação virtual, enquanto na realidade aumentada os usuários obtêm informações adicionais geradas por computador, além dos dados coletados na vida real, aprimorando assim sua percepção da realidade. Vale a pena notar que todas são tecnologias benéficas para melhorar a imersão dos usuários e serão tecnologias-chave do futuro Metaverso.

Em resumo, na RV, tudo é virtual e totalmente criado por computador utilizando diversas técnicas como a modelagem 3D, por exemplo, e depende de dispositivos externos como óculos e capacetes para funcionar. Na RA as coisas são criadas virtualmente e, em seguida, sobrepostas ao mundo real, ou seja, necessita da captura do ambiente real circundante. Para isto, a RA depende do suporte de uma série de aparelhos de *hardware*, como monitores, processadores, sensores e dispositivos de entrada. Sobre a Realidade Mista, Shi et al. (2022) explica que a tecnologia pode ser considerada como um híbrido de RA e RV. Nesse caso, a RM “precisa adquirir acesso em tempo real a informações efetivas sobre objetos reais, obter sua modelagem digital e, em seguida, realizar a coexistência e a interação entre os objetos reais e visuais.” (Shi et al., 2022, p.11. Tradução nossa). Sendo assim, é possível dizer que a RM possui um processo mais complexo, tendo em vista que os objetos reais precisam ser inicialmente virtualizados. Neste caso, é interessante destacar a técnica de renderização em tempo real.

Shi et al. (2022) destaca que ainda há um longo caminho até que se estabeleça uma estrutura técnica madura para dar suporte ao funcionamento do Metaverso. São muitos os obstáculos, e grande parte das pesquisas encontram-se em processo de exploração. Nessa perspectiva, o autor ressalta a grande lacuna entre a pesquisa teórica e as aplicações práticas.

Lee et al. (2022) afirma que o Metaverso é uma aplicação centrada no humano e como tal, cada um de seus componentes deve considerar o usuário em seu núcleo. Nesse sentido, Zhao et al. (2022, p. 60. Tradução nossa), explica que “a chave para explorar o metaverso é fornecer uma boa experiência para os usuários, incluindo uma interação razoável e eficaz e orientação visual acessível ou dicas para auxiliar na percepção, compreensão e análise rápidas.”.

Essa afirmação aponta possibilidades de pesquisa do âmbito da usabilidade - principal categoria teórica da Interação Humano-Computador (Cardoso, 2015). A interação humano-computador (IHC) se preocupa com "o design, a avaliação e a implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e com o estudo de fenômenos importantes que os rodeiam." (ACM Sigch, 1992, p. 6 apud Rogers, 2013, p. 29). Nesse contexto, a usabilidade é “geralmente considerada como o fator que assegura que os produtos são fáceis de usar, eficientes e agradáveis - da perspectiva do usuário. Implica otimizar as interações estabelecidas pelas pessoas com produtos interativos, de modo a permitir que realizem suas atividades (...)” (Rogers, 2013, P. 35).

Apesar do crescente interesse na área, devido ao recente surgimento de inúmeros dispositivos interativos importantes, constata-se poucos estudos sobre o assunto, fundamentais para que as tecnologias RV, RA e RM, além das ferramentas e técnicas relacionadas, base para a construção do Metaverso, atinjam a sua capacidade de aplicação.

Com o crescente desenvolvimento da RA, RV e RM – conhecidas coletivamente como *eXtended Reality* (Realidade Estendida), XR ou *Cross Reality* e o potencial de aplicação em diversas áreas, verifica-se a preocupação crescente sobre a relação entre esses sistemas imersivos e seus utilizadores, de modo a garantir que esses proporcionem uma interação mais flexível e intuitiva. Nesse sentido, vale ressaltar que estudos que permitam avaliar a qualidade do uso dessas tecnologias pelos indivíduos é crucial para o seu desenvolvimento. Essa compreensão possibilita saber se de fato esses sistemas satisfazem ou não as necessidades dos usuários.

Com base nessas reflexões, ressaltamos a necessidade da definição de métodos e parâmetros que permitam avaliar a usabilidade desses sistemas imersivos. Apesar dos métodos, técnicas e ferramentas para avaliação da usabilidade em ambientes 2D estarem bem consolidados, quando se trata de avaliação para ambientes 3D, ainda não estão bem definidos.

Diante dessa necessidade, concluímos que o Metaverso, assim como os ambientes RA, RV e RM, constituem um amplo e atual nicho de atuação para os designers, principalmente no que se refere a análise da experiência do usuário e usabilidade desses sistemas, ou ainda relativo ao desenvolvimento de interações entre as pessoas e softwares ou aplicativos que utilizam essas tecnologias imersivas. Compreender o Metaverso enquanto espaço de interação entre humano-computador possibilitará esses estudos do ponto de vista do design.

Considerando as variáveis envolvidas neste estudo, vale destacar que esta trata-se de uma pesquisa multidisciplinar - como a própria natureza do design pressupõe - e envolve a relação entre o Design e a Computação.

O elo estabelecido pelo design entre a criação e a tecnologia nos permite este pensar integrado, interrelacionado, permite a convivência interdisciplinar e aponta a abrangência transdisciplinar no sentido de derrubar barreiras, diluir fronteiras, fundir, hibridizar, tornar-se outro. São essas relações complexas que explicam a diversidade e as dúvidas com respeito à área de atuação.” (Moura e Gusmão, 2008, p. 24).

Ou seja, não há uma lógica de atuação unilateral e disciplinar dentro de um domínio singular específico do design, mas ao contrário, busca favorecer o pensar integrado e interrelacionado entre pelo menos esses dois campos, construindo assim novas relações.

Em resposta a essa prioridade emergente, esta pesquisa tem como questão principal descobrir **Como os métodos para análise da interação usuário-produto podem contribuir para a avaliação da usabilidade em ambientes imersivos compatíveis com o Metaverso?**

2 Método

Esta pesquisa, de caráter descritivo, consiste em uma revisão bibliográfica sistemática da literatura científica, cujo objetivo é mapear métodos de avaliação da interação usuário-produto em ambientes imersivos compatíveis com o metaverso, assim como, tecnologias, técnicas e ferramentas aplicadas nesses espaços virtuais.

2.1 Pesquisa bibliográfica

Para dar início a esta pesquisa, realizou-se uma busca inicial por artigos científicos cujos temas tratam de usabilidade em sistemas imersivos, metaverso, realidade virtual, aumentada e estendida. Esse levantamento inicial teve como finalidade a compreensão do contexto para elaboração de palavras-chave, definitivas para orientar o levantamento do material científico para a Revisão Sistemática, a partir da busca inicial, definiu-se a seguinte *string* de busca: (“*metaverse*” OR “*virtual reality*” OR “*Augmented Reality*” OR “*Extended Reality*” OR “*Virtual World*” OR “*Immersive*”) AND (“*User Experience*” OR “*User Interaction*” OR “*Heuristic*”) AND (“*usability testing*”

OR “usability evaluation” OR “usability analysis”).

Para viabilizar a coleta e o gerenciamento da análise dos artigos, foi utilizado o *Parsifal*, uma ferramenta *on-line* que auxilia os pesquisadores a desenvolver revisões sistemáticas da literatura, de forma mais fácil e ampla.

2.2 Revisão sistemática

Diante dos objetivos traçados e na busca por encontrar respostas para a questão da pesquisa: Como os métodos de design para análise da interação usuário-produto podem contribuir para a avaliação da usabilidade em ambientes imersivos compatíveis com o Metaverso? Foi identificada a necessidade de aplicar o método de pesquisa denominado Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS).

Segundo Santos (2018, p. 44) a revisão bibliográfica possui uma natureza descritiva, trabalhando, e compreendendo, os conhecimentos desenvolvidos, em trabalhos e projetos anteriores, sobre uma determinada temática. No que tange a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), observa-se que esse método permite realizar uma revisão da literatura de forma organizada, explícita e detalhista, o que permite produzir projetos completos, sistêmicos e replicáveis, realizáveis em tempo hábil, uma vez que há, nesses casos, um montante considerável de fontes e dados a serem lidos, analisados e selecionados.

(...) é um modo de revisão onde é explicitado o processo como foi conduzida, permitindo a rastreabilidade dos critérios adotados ao longo de sua realização. Esta sistematização possibilita que outros pesquisadores consigam replicar o mesmo processo e critérios (Santos, 2018, p. 45).

A iminência do metaverso declara uma urgência na ampliação dos estudos sobre a interação homem-máquina nesses ambientes imersivos tridimensionais. Observa-se um crescente desenvolvimento e um grande potencial de aplicação de sistemas de Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Realidade Mista, tecnologias que estão diretamente relacionadas com esse novo espaço de imersão. Tendo em vista a ampliação de pesquisas sobre usabilidade nesse âmbito e a atualidade da temática, compreendemos que há um amplo espaço para o desenvolvimento de novas pesquisas na área.

Do ponto de vista do Design, as pesquisas sobre usabilidade podem contribuir no processo de melhoria ou desenvolvimento de novos produtos. Através desses estudos, é possível identificar, por exemplo, os aspectos que causam desconforto físico e mental, e que podem trazer futuros prejuízos às pessoas. Isso pode ser considerado tanto em produtos já existentes no mercado, quanto em produtos que estão em desenvolvimento. Esses últimos precisam passar por avaliações de usabilidade que guiarão as alterações necessárias que garantam uma melhor qualidade na experiência de uso desses produtos. “Os usuários preferem sistemas que sejam fáceis de aprender e utilizar, assim como eficazes, eficientes, seguros e satisfatórios.” (Preece; Rogers; Sharp, 2005, p. 338).

Como a usabilidade tem um alcance amplo sobre diversas áreas, tocando também no desenvolvimento de produtos, observou-se que há uma farta produção de informações. Essa é uma das razões pelas quais o método de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) pode ser utilizado nessa pesquisa. De acordo com Santos (2018, p.45):

A Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) é amplamente utilizada em pesquisas na medicina, psicologia e ciências sociais, onde há grandes massas de dados e fontes de informação (Conforto; Amaral; Silva, 2011). (...). De maneira similar, pesquisadores no campo do Design beneficiam-se da aplicação deste método face o volume crescente de conhecimento

acumulado gerado ao redor do globo nas mais diferentes temáticas. Soma-se a este argumento a natureza inter/trans/multi disciplinar das pesquisas no campo do Design, o que amplia ainda mais o desafio de produção de uma estrutura teórica adequada para dar suporte a um projeto de pesquisa.

De acordo com Santos (2018), o RBS é um método descritivo, detalhado e organizado, que guia a elaboração de revisões sistemáticas, sendo esse método estruturado em três fases, sendo elas: “planejamento”, “condução de buscas” e “relatório e divulgação”. Na fase de “planejamento”, é quando se formalizam e organizam as principais informações das pesquisas, como a questão norteadora, os temas, os objetivos, os critérios de inclusão e exclusão e as *strings* de busca. Nessa fase, é produzida a tabela de Protocolo de Pesquisa de Coleta de Dados, onde encontra-se todas essas informações norteadoras. A fase de “condução de buscas” é o momento em que são aplicados os filtros de leitura e seleção, e a partir deles são realizadas leituras parciais, de título, palavras-chave e resumo, e leituras completas, guiadas para a extração das informações mais pertinentes. Um dos objetivos dessa fase é fazer a seleção dos artigos dos bancos de dados levantados, e reduzir o quantitativo inicial de artigos, retirando toda e qualquer referência que não corresponda aos critérios estabelecidos na fase anterior. Na última fase, “relatório e divulgação”, são realizadas a síntese, a análise e a reflexão de todas as informações extraídas dos artigos selecionados durante a fase anterior.

2.2.1 Fase 01: Planejamento

Seguindo o método descrito por Santos (2018), desenvolveu-se o Protocolo de Pesquisa de Coleta de Dados (**Quadro 01**), ferramenta que refere-se a fase de “planejamento”, onde são descritos o objetivo e o tema da pesquisa, as palavras-chave, o local onde a pesquisa ocorrerá, os critérios de pesquisa, os aspectos técnicos envolvidos, os critérios de inclusão e exclusão, os critérios de qualidade e validade da pesquisa e a exportação de dados, sistematizando assim uma pesquisa com resultados parciais completa, replicável e rastreável.

Quadro 1 – Protocolo de Pesquisa de Coleta de Dados.

Componente	Conteúdo
1. Objetivo da pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> • Mapear métodos de avaliação da interação usuário-produto em ambientes imersivos compatíveis com o metaverso. • O público-alvo desta pesquisa são os pesquisadores/desenvolvedores de interfaces imersivas ou indivíduos interessados nos estudos sobre a usabilidade nesses ambientes virtuais.
2. Tema da pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> • A pesquisa aborda a interação humano-computador em ambientes imersivos, com foco no Metaverso. Ela visa mapear métodos de avaliação da interação usuário-produto nesse ambiente virtual, buscando compreender a usabilidade e a relação entre os usuários e os produtos digitais no contexto do Metaverso. A pesquisa também explora o desenvolvimento de projetos para funcionamento desses ambientes virtuais, a partir da compreensão de tecnologias como realidade virtual, realidade aumentada e realidade mista.

3. Palavras-chave	<ul style="list-style-type: none">• Com as palavras-chave selecionadas, formou-se 3 strings de buscas: “metaverse” or “virtual reality” or “augmented reality” or “extended reality” or “virtual world” or “immersive”. “user experience” or “user interaction” or “heuristic”. “usability testing” or “usability evaluation” or “usability analysis”.
4. Âmbito da pesquisa	<ul style="list-style-type: none">• A pesquisa será realizada com o auxílio das seguintes ferramentas:• Google planilhas (para organizar as referências levantadas e fornecer suas principais informações- título, resumo, data de publicação, autor, base de dados, quantidade de páginas etc) (para realizar gráficos).• <i>Parsifal</i> (ferramenta online que auxilia na realização de revisões sistemáticas da literatura)• <i>Chat PDF</i> (para auxiliar na seleção de artigos e extração de suas informações)• Base de dados eletrônicas: <i>ACM Digital Library</i>, <i>IEEE Digital Library</i>, <i>Science@Direct</i> e <i>Scopus</i>.
5. Critérios de pesquisa	<ul style="list-style-type: none">• O mapeamento inicial dos artigos ocorreu a partir da verificação de atendimento dos artigos à temática da pesquisa, por meio da leitura do título, palavras-chave e resumo de cada referência. Os trabalhos foram retirados de bases de dados confiáveis, de acordo com a comunidade científica
6. Aspectos técnicos	<ul style="list-style-type: none">• A seleção das referências usadas na pesquisa ocorreu através da plataforma <i>Parsifal</i> aplicando-se os critérios de inclusão e exclusão iniciais da seguinte forma:• 1. Realização e aplicação do 1º filtro da pesquisa, para seleção dos artigos, por meio da leitura do título, palavras-chave e resumo de cada referência;• 2. Realização e aplicação do 2º filtro da pesquisa por meio da avaliação de cada referência, a partir de perguntas objetivas a serem respondidas dentro do <i>Parsifal</i> por meio de uma escala de <i>Likert</i>. Os artigos que obtiveram abaixo de 21 pontos foram desclassificados, já os que somaram entre 21 e 35 pontos seguiam para avaliação subsequente.• 3. Realização e aplicação do 3º filtro da pesquisa, com a leitura completa dos artigos selecionados, extraindo-se informações relevantes para a pesquisa, por meio de perguntas respondidas de forma dissertativa.
7. Critério de inclusão/exclusão	<ul style="list-style-type: none">• Inclusão: periódicos e artigos de conferências/ mais de 4 páginas/ método, ferramenta, processo, prática ou experimento de usabilidade/ artigos em inglês/ fale sobre teste de usabilidade, avaliação de usabilidade Exclusão: Resumos/ livros/ menos de 4 páginas/ textos não em inglês/ publicado antes de

2019/ publicado em um canal sem revisão por pares. Redes sociais, complexidade e organizações

8. Critério de qualidade e validade metodológica	<ul style="list-style-type: none"> A garantia da qualidade dos artigos foi definida por meio de <i>quality assessment</i>, a partir do qual os artigos pré-selecionados foram submetidos. As perguntas, listadas a seguir, foram dispostas em uma escala de <i>likert</i>, cuja avaliação variava entre concordo totalmente e discordo totalmente.
9. Exportação de dados	<ul style="list-style-type: none"> Os filtros de pesquisa e a extração dos dados foram sendo realizados por pelo menos dois pesquisadores do grupo (revisão dupla), de modo a assegurar que nenhum resultado se perca durante o processo

Fonte: Os autores (2024), baseado em Santos (2018).

O protocolo de pesquisa de coleta de dados acima, apresenta, de forma detalhada e organizada, as informações referentes ao tema, os questionamentos realizados, objetivos, palavras-chave, e os *strings* de buscas, entre outros componentes que estruturam esse projeto de pesquisa, bem como as decisões que já foram tomadas ao longo do processo de revisão.

2.2.2 Fase 02: Condução das buscas

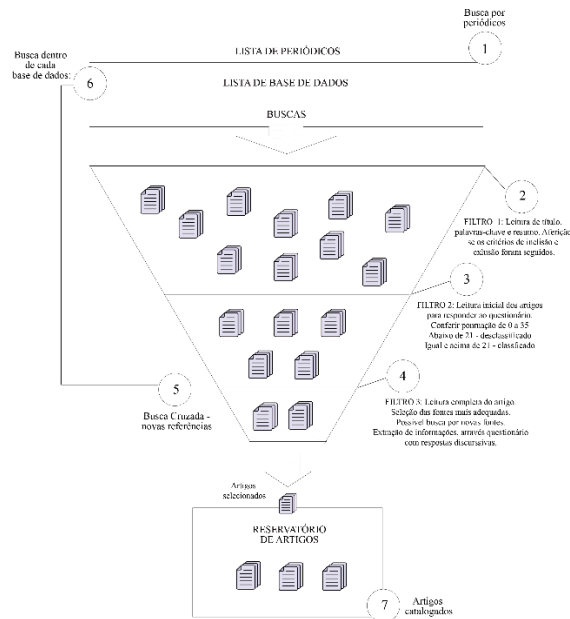
Por meio do *Parsifal* foi possível estabelecer alguns filtros de busca importantes, como os *strings* (“*metaverse*” OR “*virtual reality*” OR “*Augmented Reality*” OR “*Extended Reality*” OR “*Virtual World*” OR “*Immersive*”) AND (“*User Experience*” OR “*User Interaction*” OR “*Heuristic*”) AND (“*usability testing*” OR “*usability evaluation*” OR “*usability analysis*”), as bases de dados de pesquisa (*ACM Digital Library*, *IEEE Digital Library*, *Science@Direct* e *Scopus*), o tipo de publicação (artigos científicos), o período de publicação dos artigos (artigos publicados nos últimos 5 anos, ou seja, entre 2019 e 2023), o número de páginas (artigos com no mínimo cinco páginas). Ao aplicar a string de busca dentro dessa ferramenta, foram extraídos um total inicial de 844 artigos de dentro dos sites de publicação científica pré-definidos.

Logo em seguida, foi realizada a fase de seleção que (Carlos e Capaldo, 2009 apud Santos, 2018) recomendam a aplicação dos 3 filtros de leitura, usados com o objetivo de filtrar as principais fontes para o projeto (**Figura 01**). Para o devido funcionamento desses filtros, foram considerados na análise, a aderência aos objetivos de busca, as buscas e os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos no início do projeto.

A segunda fase da (RBS), denominada como “condução das buscas”, consiste na aplicação desses três filtros de seleção. O primeiro filtro aplicado foi a leitura do título, das palavras-chave e do resumo, além da avaliação dos critérios de inclusão e exclusão, reduzindo assim o montante inicial de trabalhos.

Para a segunda etapa, fez-se uso da ferramenta Google Planilhas para viabilizar a aplicação do primeiro filtro e organizar todas as referências levantadas pelo *Parsifal*. Cada artigo foi submetido à avaliação de dois pesquisadores a partir dos critérios iniciais de avaliação, que registravam seus pareceres também na planilha.

Figura 1 – Funil de seleção da revisão – aplicação dos 3 filtros de leitura



Fonte: Os autores (2024) baseado em Santos (2018)

Para a evolução da revisão sistemática, que corresponde à redução da quantidade dos títulos, por meio da aplicação do primeiro filtro de leitura, que permitiu a realização de análises, por meio das leituras, auxiliadas pela ferramenta do *Chat PDF*¹, que forneceram as informações necessárias para aplicação do segundo filtro no formato de um questionário objetivo presente na ferramenta *Parsifal*. Através dele, os artigos estão sendo selecionados tendo como parâmetro a pontuação para eles atribuída em cada um dos critérios pré-estabelecidos (questões norteadoras), conforme a imagem a seguir (Figura 02).

A seleção foi estruturada e estabelecida da seguinte forma: se a pontuação for abaixo de 21 pontos, os artigos são desclassificados, entre 21 e 35 pontos (pontuação máxima), os artigos seguirão para a próxima fase da revisão. Para cada questão, há possibilidades de resposta no formato de escala *Likert* (concordo totalmente, concordo, indiferente, discordo e discordo totalmente).

Cada resposta do questionário é baseada nas informações que cada fonte possui, e, portanto, é específica para cada um, em termos de respostas e, conseqüentemente, em termos de pontuação. As respostas desse questionário são padronizadas e cada uma possui um valor específico: concordo totalmente vale 5 pontos, concordo vale 4 pontos, indiferente (neutro) vale 3 pontos, discordo vale 2 pontos e discordo totalmente vale 1 pontos.

Figura 2 – Perguntas do questionário com as respostas

¹ É uma ferramenta, que de forma eficiente, extrai informações de documentos em PDF, seja por meio de resumos, seja por meio de perguntas específicas que o usuário realiza dentro do *chatbot*. Nessa pesquisa, o Chat PDF auxiliou na extração das informações necessárias para a aplicação do segundo filtro de leitura, em formato de questionário. Além disso, nos amparou no quesito do tempo, uma que fornece as informações solicitadas de forma rápida e prática.

A Comparative Performance Study on Immersive Analytics to Support Everyday Use (2021)					
O documento é bem organizado e de fácil leitura?	concordo totalmente	concordo	indiferente (neutro)	discordo	discordo totalmente
O documento descreve bem seus objetivos e motivação?	concordo totalmente	concordo	indiferente (neutro)	discordo	discordo totalmente
O documento descreve de maneira clara a metodologia utilizada no trabalho, de modo que seja possível replicar?	concordo totalmente	concordo	indiferente (neutro)	discordo	discordo totalmente
O documento apresenta e descreve o método utilizado para a avaliação de usabilidade?	concordo totalmente	concordo	indiferente (neutro)	discordo	discordo totalmente
O documento apresenta discussões sobre os resultados obtidos na criação, execução ou validação do método de avaliação?	concordo totalmente	concordo	indiferente (neutro)	discordo	discordo totalmente
O documento apresenta sugestões de melhorias e trabalhos futuros?	concordo totalmente	concordo	indiferente (neutro)	discordo	discordo totalmente
O documento apresenta uma revisão de trabalhos relacionados bem estruturada (discussão bem argumentada) e com boas referências (no máximo 5 anos de publicada)?	concordo totalmente	concordo	indiferente (neutro)	discordo	discordo totalmente

Fonte: Os autores (2024)

Após a realização desta segunda seleção, foi realizado uma análise de cada uma das fontes bibliográficas que passaram pelo segundo filtro. Nesse terceiro filtro os artigos foram lidos na sua íntegra. Após a leitura são descartados aqueles que não são coerentes com a temática e os objetivos propostos. À medida que as leituras eram realizadas os dados considerados importantes e relacionados a pesquisa eram destacados e registrados dentro da plataforma do *Parsifal*, obtendo os resultados dessa pesquisa.

2.2.3 Fase 03: Relatório e divulgação

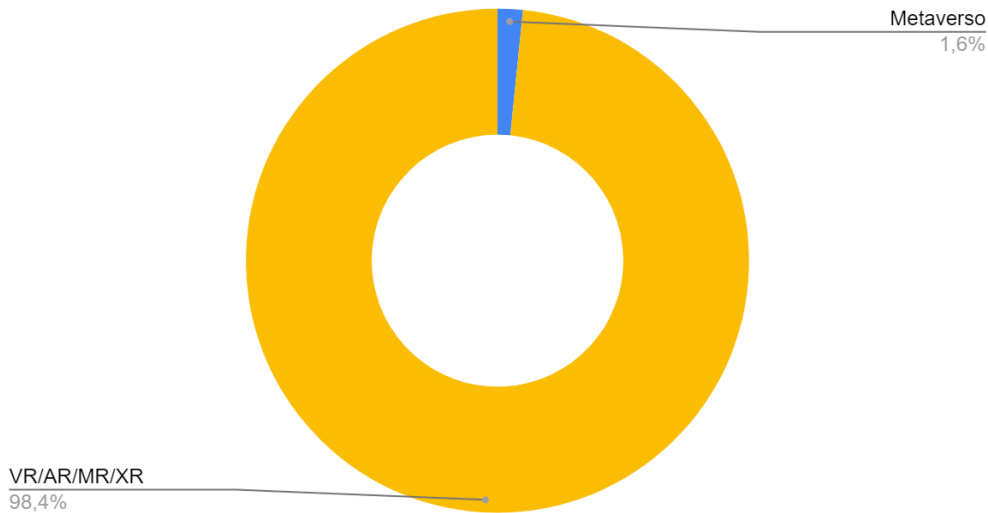
Como foi relatado anteriormente, a pesquisa encontra-se em sua fase final uma vez que após o termina da aplicação do segundo filtro, onde realizamos a segunda seleção, passamos a aplicar o terceiro o último filtro, nele os pesquisadores realizaram a leitura das fontes selecionadas em sua íntegra. A partir dessa leitura, os pesquisadores observavam quais artigos de fato trabalhavam a temática deste projeto ou não, realizando a última seleção das fontes. Além disso, por meio dessa mesma leitura são extraídas as informações pertinentes a pesquisa, registrando dentro da plataforma do *Parsifal*, que apresenta a estrutura de um formulário com perguntas em que as respostas são estruturadas de forma dissertativa. E através desses dados extraídos obtemos as informações que estruturam os resultados dessa pesquisa.

3 Resultados

Ao longo do caminho percorrido nesta pesquisa, desenvolvendo as fases que estruturam o método de Revisão Bibliográfica Sistemática, observou-se, a partir da aplicação do primeiro filtro de seleção, da etapa de condução das buscas, que o termo ‘metaverso’ é pouco recorrente dentro da literatura acadêmica. Dentre as 247 fontes selecionadas pelo primeiro filtro, apenas 4 trabalham especificamente com o termo ‘metaverso’ para definir um ambiente imersivo para interação de usuários com objetos e ambientes virtuais. Esse número corresponde a 1,6% dos títulos selecionados, enquanto que os outros 98,4% tratam sobre os outros espaços virtuais: realidade virtual (VR), realidade aumentada (AR) e realidade mista (MR) (Figura 3). Tal contexto, permite inferir que outros termos estão sendo amplamente utilizados com o mesmo sentido de Metaverso, como por exemplo: realidade estendida e computação espacial. Esse fato traz um apontamento importante para esta pesquisa.

Figura 3 – Quantitativo de referências sobre o metaverso em relação ao banco de dados levantado

Quantitativo de artigos que tratam sobre o metaverso como ambiente imersivo



Fonte: Os autores (2024)

No que se refere a compreender o funcionamento dos projetos de ambientes virtuais, bem como suas técnicas e ferramentas, observou-se que essas pesquisas, de uma forma geral, propõem estudos, atividades e/ou tarefas a serem realizadas pelos participantes nesses ambientes. Isso ocorre independente da tecnologia imersiva usada.

Dessa maneira, em alguns estudos, os participantes precisam responder inicialmente a um questionário sociodemográfico, para depois seguir com para uma fase de realização de tarefas propostas pelos pesquisadores. Posteriormente, os indivíduos respondem a um questionário sobre as tarefas realizadas e a tecnologia aplicada na interface escolhida, cujo objetivo consiste em avaliar a usabilidade do sistema. Por fim, geralmente é realizada uma entrevista semiestruturada, buscando extrair informações que o(s) questionário(s) não consegue tratar.

Com relação aos métodos empregados para avaliação de usabilidade, observou-se que, de forma ampla e generalizada, logo depois dos participantes realizarem as tarefas propostas pelas pesquisas, eles são submetidos a um questionário seguido de uma entrevista semiestruturada. A depender da natureza e do objetivo do ambiente imersivo elaborado, são aplicados mais de um método de avaliação de usabilidade. Até o momento, foram identificados os seguintes métodos listados no quadro (Quadro 02) a seguir:

Quadro 2 – Síntese dos métodos e ferramentas de usabilidade de acordo com a tecnologia utilizada

Etapas	VR		AR	
	Métodos	Ferramentas	Métodos	Ferramentas
1º Etapa	Questionário Sociodemográfico; Explicação da tarefa e primeiro contato; Simulação; Tarefas de execução; Experimento	Sala Dave; Sala Cave; HMD: Oculus Rift; Samsung gear; VIVE Pro da HT Corporation;	Estudo e licitação	Mad/mapper; Kinect Studio; Camtasia Studio (gravação em vídeo)

*Simuladores: Simulator
Sick e Freedom
Locomotion*

2º Etapa	Avaliação e coleta de dados por meio de questionário(s).	SUS EUQ SUDS SSQ <i>Thinking-aloud</i>	SUS EUQ
3º Etapa	Entrevistas semiestruturadas		

Fonte: Os autores (2024)

Como mostrado no quadro acima, embasada nos artigos avaliados, observou-se que há pelo menos 5 métodos de avaliação de usabilidade para os ambientes virtuais, sendo eles: *system usability scale* (SUS), *experience user questionnaire* (EUQ) *user experience unit scale* (SUDS) *simulator sickness questionnaire* (SSQ) *thinking-aloud*. Dentre esses métodos identificados, apenas dois deles, SUS e EUQ, são aplicados dentro de projetos de ambientes imersivos que usam as tecnologias de realidade aumentada (AR).

4 Discussão

Esta pesquisa tem como objetivo geral identificar os métodos de avaliação usuário-produto aplicados em ambientes imersivos que sejam compatíveis com o metaverso, buscando apreender que métodos são esses, como e quando eles são aplicados no projeto desses espaços virtuais e como eles funcionam. Para que essa compreensão seja alcançada, esse objetivo geral está atrelado a objetivos específicos, cuja execução vem norteando a evolução deste trabalho. Dessa forma, abaixo descrevemos os resultados em paralelo a cada objetivo específico definido:

Caracterizar o Metaverso enquanto ambiente virtual de interação entre indivíduos e artefatos e/ou ambientes tridimensionais

Por meio do levantamento de dados desta pesquisa, e das subseqüentes análises parciais, pode-se constatar que não há produções científicas suficientes que trabalhem o termo metaverso como um ambiente imersivo que propicie a interação entre usuários e artefatos, de modo que permita sua conceituação e caracterização. Como foi visto, de um total de 247 referências, 243 abordam outros ambientes virtuais, sendo eles realidade virtual (VR), realidade aumentada (AR) e realidade mista (MR) e, apenas 4 tratam o metaverso como espaço virtual de interação, fornecendo definições e caracterizações ao longo de seus textos. Entretanto, esse quantitativo não fornece bases suficientes que amparem a definição e as características do metaverso. Nesse sentido, observou-se que o vocábulo metaverso é menos frequente ou pouco utilizado dentro dos artigos analisados, sendo outros termos como: computação espacial ou realidade estendida, que é tratada como um ambiente imersivo que abarca todos outros ambientes virtuais citados anteriormente.

Compreender o funcionamento dos projetos de ambientes virtuais a partir do uso de tecnologias como a realidade virtual aumentada e mista e suas técnicas e ferramentas

Com base nas leituras, observou-se que projetos que visam desenvolver ambientes virtuais ou algum produto ou serviço que faz uso de espaços, de uma forma geral, propõem atividades e/ou

tarefas a serem executadas pelos participantes, independente de qual das tecnologias imersivas é utilizada. O que diferencia é a forma como as atividades são apresentadas aos participantes, visto que se tratam de tecnologias imersivas distintas. Dessa forma, esses projetos, de uma forma geral, submetem os participantes a responderem a um questionário sociodemográfico, buscando extrair informações que podem afetar a forma como a interação entre o indivíduo e o artefato ocorrerá. Logo em seguida, a interface criada é apresentada e os participantes, que passam por uma etapa de contato para se familiarizar e, posteriormente, responder aos questionários de avaliação de usabilidade. Por fim, é aplicado uma entrevista semiestruturada, com a finalidade de extrair informações mais subjetivas, como por exemplo, as sensações vivenciadas pelos participantes.

Identificar métodos de avaliação da interação usuário-produto compatíveis com o metaverso

Com a aplicação do segundo filtro de leitura, bem como percebido no transcórper do terceiro e último filtro do método de Revisão Bibliográfica Sistemática, foi possível identificar alguns dos métodos de avaliação de usabilidade utilizados nos projetos de ambiente imersivos. Ao longo das leituras realizadas, foram encontrados outros métodos de avaliação muito específicos, como o *rapid upper limb assessment* (RULA) que foi desenvolvido para possibilitar a investigação da exposição dos trabalhadores à situações de riscos associadas a distúrbios nos membros superiores. Dessa forma, decidiu-se por focar em métodos de usabilidade mais comuns e recorrentes, que pudessem avaliar a interação entre o produto nos espaços criados no mundo imersivo, e os usuários. É importante destacar que nessas atividades o método empregado depende muito da natureza do projeto, ao objetivo do ambiente imersivo desenvolvido ou, no caso, o produto ou serviço que faça uso desse espaço. Tais informações são necessárias para determinar se será empregado apenas um ou mais métodos para conseguir avaliar a usabilidade do ambiente desenvolvido. Isso ocorre, pois cada método possui características específicas. Nesse sentido, foi possível identificar os seguintes métodos: *system usability scale* (SUS), *experience user questionnaire* (EUQ), *user experience unit scale* (SUDS), *simulator sickness questionnaire* (SSQ) e *thinking-aloud*. Todos os cinco métodos podem ser executados para avaliação de usabilidade de ambientes imersivos baseados em tecnologias de realidade virtual (VR) e realidade aumentada (AR).

De acordo com Lewis e Sauro (2009) o *System Usability Scale* (SUS) foi criado por John Brooke, sendo uma escala de usabilidade que segue um padrão constituído por dez itens, que são distribuídos em informações positivas e negativas, sendo os itens pares negativos e os itens ímpares positivos. O método de avaliação de usabilidade do SUS, pode ser aplicado de forma vasta entre os testes realizados com o mundo imersivo, seja realidade virtual (VR) ou realidade aumentada (AR), não sendo afetado pelas atividades ou situações propostas nas experiências dos projetos desenvolvidos. Além disso, é um método de avaliação de usabilidade que pode ser usada em conjunto com outros métodos de usabilidade, como o método de *experience user questionnaire* (QUE), por ser considerada uma escala mais geral, e por vezes, de acordo com Lewis e Sauro (2009, p. 95. Tradução nossa) “uma escala de usabilidade autodescrita como ‘rápida e suja’, (...)” que se popularizou por poder realizar avaliações mais subjetivas após o término dos testes aplicados nas pesquisas.

Com relação ao *experience user questionnaire* (EUQ), é um método de avaliação que mede a experiência do usuário. De acordo com Schrepp, Hinderks e Thomaschewski (2017, p. 1. Tradução nossa) “pode ser usada na versão papel-lápis, mas também é curto o suficiente para ser usado no formato de questionário online. Ele é composto por 26 itens que são agrupados em 6 escalas diferentes.”. Cada um dos 26 itens é constituído por duas palavras com sentidos contrários, opostos. Cada uma delas é avaliada através da escala *Likert* de 7 pontos, organizadas entre os aspectos de atratividade, perspicuidade, eficiência, confiabilidade, estimulação novidade. A escala da

atratividade se separa em escalas de aspecto mais objetivo (perspicuidade, eficiência e confiabilidade) e escalas de aspecto mais subjetivo (novidade e estimulação).

Esse método tem como objetivo realizar avaliações rápidas, buscando extrair a impressão que os usuários tiveram ao longo da experiência, permitindo-lhes, de acordo com Schrepp, Hinderks e Thomaschewski (2017) expressar suas impressões, sentimentos e atitudes de maneira rápida e simples. É possível avaliar a própria experiência do usuário, como auxiliar no processo de avaliação de produtos, ou nesse caso de espaços virtuais existentes dentro do mundo imersivo.

Apesar de ter sido feita um segundo levantamento de referências para pesquisar a respeito de cada um dos métodos levantados, não foram encontradas referências acessíveis até o presente momento para entender como funciona, qual o objetivo e com que intuito é utilizado o método de avaliação *user experience unit scale* (SUDS).

O método de avaliação *simulator sickness questionnaire* (SSQ) foi desenvolvido e criado com o objetivo de realizar uma análise sobre os efeitos que as interfaces imersivas tem sobre a saúde humana, uma vez que ao entrar em contato com esses espaços alguns participantes começavam a apresentar e narrar sintomas de mal estar, que ficaram conhecidas doença do simulador ou doença cibernética. Dessa forma, buscando entender essa situação o método SSQ foi criado com o intuito de observar quais os sintomas que podem ser apresentados, no transcorrer das atividades propostas e realizadas pelos participantes da pesquisa.

Nesse método, de acordo com Bimberg, Weissker e Kulik (2020) foi listado um total de 16 sintomas que são classificados em três categorias de sintomas para náusea, distúrbio oculomotor e desorientação. Nele, os participantes classificariam cada um dos 16 sintomas em uma escala de 0 (sem qualquer percepção do sintoma) a 3 (percepção elevada do sintoma). Além disso, de acordo com Bimberg, Weissker e Kulik (2020) e Bouchard (2007) é indicado que esse método seja aplicado antes dos participantes entrarem contato com o mundo imersivo, bem como depois, objetivando fazer com que os resultados não sejam alterados, pelo fato de algum participante já apresentar algum sintoma antes mesmo de entrar no mundo imersivo.

O método *Thinking Aloud*, de acordo com Charters (2003) é um método que auxilia no processo de extração de informações e dados, no momento em que os usuários estão realizando os testes ou atividades propostas pela pesquisa, esse método visa fazer com que os participantes possam narrar o que estão fazendo, vendo ou sentido ao longo da experiência proporcionada pela pesquisa. Além disso, esse método possibilita identificar o desempenho realizado pelos participantes.

Esse método, entretanto, não pode ser aplicado para qualquer atividade. As atividades que serão selecionadas, que possibilitem a aplicação e utilização deste método nas pesquisas, não podem ser complexas demais, exigindo-se muito da cognição dos indivíduos, pois interferem na verbalização e informações podem ser perdidas, podendo deixar o participante confuso. Além disso, não podem ser atividades simples demais com atividades e ações automáticas, interferindo na verbalização dos participantes. Isso pode tornar difícil sua descrição, uma vez que as atividades podem chegar ao campo no automático e não prestando atenção aos detalhes e ao seu entorno, ou seja pelo fato de realizarem uma mesma atividade de forma contínua e interrupta, não exigindo da cognição e sem fornecer informações adicionais, faz com que o usuário realize ações de forma repetitiva, de forma automática, sem prestar atenção nas ações que realiza e no que acontece ao seu redor.

Dessa forma, esses métodos de uma forma geral, trabalham aspectos específicos como a interface, os usuários, a saúde dos mesmos, não sendo extraídas outras informações, além daquelas

específicas que o método pode obter. Como resultado disso foi observado que muitas pesquisas realizadas, que trabalharam com o mundo imersivo, acabavam aplicando mais de um desses métodos de forma conjunta.

Com isso, observa-se a necessidade e a possibilidade de desenvolver um método que permita a extração de informações e dados relativos à usabilidade e a experiência dos usuários de forma mais ampla e estruturada, mas que ao mesmo tempo permita trabalhar com apenas um tipo de informação. Ou seja, um método versátil que possa se adaptar às necessidades de futuras pesquisas que estudem a usabilidade desses espaços virtuais.

Além disso, foi observada a importância da aplicação desses métodos de avaliação, pois a partir deles, pode-se observar como se dá a relação entre os humanos e essas realidades imersivas. Por meio das respostas obtidas, o profissional designer pode atuar no desenvolvimento dos softwares e dos espaços virtuais, alterando aspectos e propondo alterações que, por exemplo, reduzam o desconforto, gerando um espaço de interação mais adequado às necessidades dos usuários e possibilitando sanar, mesmo que parcialmente, os problemas por eles apontados.

5 Conclusão

No início desse artigo foi introduzido o termo metaverso, utilizado para referir-se a mundos virtuais tridimensionais que permitiria a interação de indivíduos entre si e com o ambiente ao redor, sem as limitações físicas do mundo real. A partir desse conceito, foi observado um crescente interesse por parte das empresas voltadas ao desenvolvimento de tecnologias em continuar a inovar, na direção de possibilitar a criação desse espaço imersivo. Constata-se, portanto, uma crescente evolução nos últimos anos, com a migração das tecnologias analógicas para as digitais e, mais recente, o surgimento de tecnologias que geraram a Realidade Virtual (RV), a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Mista (RM), as quais oferecem suporte à criação do metaverso.

Esse ambiente imersivo é centrado no usuário, ou seja, deve funcionar fornecendo uma boa experiência, interação e orientação adequada aos futuros usuários, tocando o campo teórico da Interação Humano-computador e, por consequência, o campo da usabilidade. O domínio da Interação Humano-Computador visa desenvolver e implementar sistemas computacionais com design e interação voltados para o uso das pessoas, enquanto que a usabilidade garante o desenvolvimento de sistemas fáceis, eficientes e prazerosos de usar. Por meio dessas áreas, associadas ao tema do metaverso e dos ambientes imersivos, observou-se a necessidade de conhecer métodos e parâmetros que possuam a capacidade de avaliar a usabilidade desses espaços e que sejam compatíveis com o conceito do metaverso.

Diante dessa realidade, e com a intenção de compreender mais sobre essas possibilidades metodológicas, optou-se por desenvolver uma Revisão Bibliográfica Sistemática, que permite a realização de uma revisão da literatura de forma organizada, detalhada e sistematizada, sendo possível sua replicabilidade no futuro, assegurando sua validade.

A partir das leituras e das análises realizadas foi observado que o vocábulo metaverso foi pouco utilizado nos artigos. Nesse caso, os termos computação espaciais e realidade estendida foram mais frequentes, sendo utilizados como sinônimos para metaverso, ou seja, para referir-se a esse ambiente virtual tridimensional.

Além disso, foi realizada uma análise de como as pesquisas que abordam o mundo imersivo são sistematizadas. De modo geral, sua estrutura é a mesma e constitui em: conhecer melhor os participantes; promover a familiarização desses com o tipo de realidade e suas respectivas tecnologias; propor a realização das tarefas; extrair dados objetivos por meio de questionários; e

extrair dados subjetivos através de entrevistas semiestruturadas.

Em última análise, foi realizada a catalogação dos métodos de usabilidade mais utilizados nessas pesquisas e que são compatíveis com o metaverso, ou seja, com o mundo imersivo onde as realidades são interconectadas e influenciam umas com as outras. Foram identificados cinco métodos diferentes: SUS, EUQ, SUDS, SSQ e *thinking aloud*, os quais possuem objetivos, estruturas e dinâmicas diferentes, fornecendo, portanto, resultados distintos.

A partir disso, contempla-se a possibilidade futura de desenvolver métodos de usabilidade mais completos e versáteis, que possam se adequar as necessidades de cada pesquisa.

6 Referências

BALK, Stacy A.; BERTOLA, Dakota B.; INMAN, Vaughan W. Simulator sickness questionnaire: twenty years later. In: **Driving Assessment Conference**. University of Iowa, 2013.

BENYON, D. *Interação Humano-Computador*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. BIMBERG, Pauline; WEISSKER, Tim; KULIK, Alexander. On the usage of the simulator sickness questionnaire for virtual reality research. In: **2020 IEEE conference on virtual reality and 3D user interfaces abstracts and workshops (VRW)**. IEEE, 2020. p. 464-467.

BOUCHARD, Stéphane et al. Revising the factor structure of the Simulator Sickness Questionnaire. **Annual review of cybertherapy and telemedicine**, v. 5, n. Summer, p. 128-137, 2007.

BOWMAN, D A; GABBARD, J. L.; HIX, D. **A Survey of usability evaluation in virtual environments: Classification and comparison of method**. Presence. v. 11, n. 4, p. 404–424, 2002. 4

CHARTERS, Elizabeth. **The use of think-aloud methods in qualitative research an introduction to think-aloud methods**. Brock Education Journal, v. 12, n. 2, 2003.

DOS SANTOS, A. (Org.). **Seleção do Método de Pesquisa: guia para pós-graduandos em design e áreas afins**. Curitiba: Insight, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

J. D. N. Dionisio et al. **3d virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities**. ACM Computing Surveys. v. 45, n. 3, p. 1-38, 2013. Disponível em: https://digitalcommons.lmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1004&context=cs_fac. Acesso em: 26 mar. 23.

KAPTELININ, V. **Affordances and Design**. Aarhus City: Interaction Design Foundation, 2014.

KIM, G. J. **Human-Computer Interaction: Fundamentals and Practice**. Boca Raton: CRC Press, 2015.

LEE, L. et al. All one needs to know about metaverse: A complete survey on technological singularity. virtual ecosystem, and research agenda. **Journal of Latex Class Flies**. v.14, n.8, p-1-66, set. 2021. Disponível em: <http://staff.ustc.edu.cn/~pyzhou/papers/metaversearxiv.pdf>. Acesso em 26 mar. 23.

LEWIS, James R.; SAURO, Jeff. The factor structure of the system usability scale. In: **Human Centered Design: First International Conference, HCD 2009, Held as Part of HCI International 2009, San Diego, CA, USA, July 19-24, 2009 Proceedings 1**. Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 94-103.

LOWDERMILK, T. **Design Centrado no Usuário**. São Paulo: O'Reilly Novatec, 2019.

- MOGGRIDGE, B.. Designing Interactions. Cambridge: MIT Press, 2007
- MORAES, A. de. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. 4. ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2010. (Série Oficina).
- MOURA, M e GUSMÃO, C. O Design no trânsito entre a criação e a tecnologia. **Design, Arte e Tecnologia** 4. São Paulo, 2008.
- NARIN, N. G. A Content Analysis of the Metaverse Articles. **Journal of Metaverse**. v. 1, n. 1, p. 17-24, 2021. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/en/pub/jmv/issue/67581/1051382>. Acesso em: 8 mar. 23.
- NETTO, A. V.; MACHADO, L. S.; OLIVEIRA, M. C. F. Realidade virtual: definições, dispositivos e aplicações. Tutorial. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica da SBC**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 1-33, 2002.
- NIELSEN, J. **Usability Engineering**. San Francisco, Calif.: Morgan Kaufmann Publishers, 1994.
- NORMAN, D. **O Design do dia a dia**. São Paulo: Anfi teatro, 2022.
- NORMAN, D. A. **Natural User Interfaces are not Natural Interactions**, v. 17, n. 3, p. 6-10, maijun,2010. New York: ACM, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1744161.1744163>.
- Donald A.; NIELSEN, J. **Gestural Interfaces: A Step Backwards in Usability**. Interactions, vol. 17, ed. 5. New York: ACM, 2010. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1836216>.
- ROCHA, H.V. BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani. **Design e Avaliação de Interfaces HumanoComputador**. Campinas: Unicamp, 2003.
- ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE. J. **Design de interação: além da interação humanocomputador**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- SAFFER, D. **Designing for Interaction: Creating Innovative Applications and Devices**, 2aed. Berkeley CA: New Riders, 2010.
- SANTOS, Aguinaldo dos et al. **Seleção do método de pesquisa: guia para pós-graduando em design e áreas afins**. Curitiba: Insight, p. 43-56, 2018.
- SAWYERR, W.; BROWN, E.; HOBBS, M. Using a Hybrid Method to Evaluate the Usability of a 3D Virtual World User Interface. **International Journal of Information Technology & Computer Science - IJITCS**, v. 8, n. 2, p. 66–74, 2013.
- SCHREPP, Martin. **User experience questionnaire handbook**. All you need to know to apply the UEQ successfully in your project, p. 50-52, 2015.
- SHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C. **Designing the User Interface: Strategies for Effective HumanComputer Interaction**. Boston: Addison-Wesley, 2010.
- SHI, F. et al. **A new technology perspective of the Metaverse: Its essence, framework and challenges**, Digital Communications and Networks. Digital Communications and Network. p. 1-20, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352864823000524?via%3Dihub> Acesso em: 25 mar. 23.
- ZHAO, Y. et al. **Metaverse: Perspectives from graphics, interactions and visualization**. Visual Informatics. v.6, n.1, p.56-67, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468502X22000158>. Acesso em 20 mar. 23.