

A person wearing a VR headset is shown from the chest up, looking directly at the camera. The background is a vibrant, futuristic cityscape with tall buildings and glowing orange and blue light trails. The VR headset is black with a white strap. The text is overlaid on the front of the headset.

UNESP

**APLICAÇÃO DA REALIDADE
VIRTUAL (VR) EM AVALIAÇÕES DE
EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO (UX):
UMA CONTRIBUIÇÃO PARA OS
MÉTODOS DE DESIGN DE PRODUTO**

RODOLFO NUCCI PORSANI

**BAURU
2024**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

RODOLFO NUCCI PORSANI

**APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL (VR) EM AVALIAÇÕES DE
EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO (UX): UMA CONTRIBUIÇÃO PARA OS
MÉTODOS DE DESIGN DE PRODUTO**

**APPLICATION OF VIRTUAL REALITY (VR) IN USER EXPERIENCE
(UX) EVALUATIONS: A CONTRIBUTION TO PRODUCT DESIGN
METHODS**

Bauru

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

**APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL (VR) EM AVALIAÇÕES DE
EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO (UX): UMA CONTRIBUIÇÃO PARA OS
MÉTODOS DE DESIGN DE PRODUTO**

RODOLFO NUCCI PORSANI

LUIS CARLOS PASCHOARELLI
(Orientador)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como requisito para obtenção do título de Doutor em Design, sob orientação do Prof. Dr. Luís Carlos Paschoarelli.

Bauru
2024

P838a

Porsani, Rodolfo Nucci

Aplicação da realidade virtual (VR) em avaliações de experiência do usuário (UX) : uma contribuição para os métodos de design de produto / Rodolfo Nucci Porsani. -- Bauru, 2024

222 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru
Orientador: Luis Carlos Paschoarelli

1. Design. 2. Realidade virtual - VR. 3. User experience - UX. 4. Semântica. 5. Metaverso. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru.
Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ATA DE DEFESA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE RODOLFO NUCCI PORSANI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 22 dias do mês de abril do ano de 2024, às 10:00 horas, no(a) Meet: <https://meet.google.com/pcn-zzv-j-fax>, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de RODOLFO NUCCI PORSANI, intitulada **APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL (VR) EM AVALIAÇÕES DE EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO (UX): UMA CONTRIBUIÇÃO PARA OS MÉTODOS DE DESIGN DE PRODUTO**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Professor Titular LUIS CARLOS PASCHOARELLI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Prof. Titular JOSE CARLOS PLACIDO DA SILVA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Professora Doutora MARIZILDA DOS SANTOS MENEZES (Participação Virtual) do(a) Programa de Pós-graduação em Design / Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Prof. Dr. ANDRÉ LEONARDO DEMAISON MEDEIROS MAIA (Participação Virtual) do(a) Design / UFMA, Prof^a. Dr^a. EMILENE ZITKUS DE ANDRADE (Participação Virtual) do(a) Loughborough University. Após a exposição pelo doutorando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: APROVADO _____. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Professor Titular LUIS CARLOS PASCHOARELLI

Documento assinado digitalmente
gov.br LUIS CARLOS PASCHOARELLI
Data: 22/04/2024 13:27:27-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

BANCA DE AVALIAÇÃO

PRESIDENTE

Professor Doutor Luis Carlos Paschoarelli (**Orientador**)

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

TITULARES

1- Professor Doutor José Carlos Plácido da Silva

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

2- Professora Doutora Marizilda de Menezes

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

3- Professor Doutor André Leonardo Demaison

Universidade Federal do Paraná – UFPR

4- Professora Doutora Emilene Zitkus

Loughborough University - UK

SUPLENTE

1- Professor Doutor Sérgio Tosi Rodrigues

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

2- Professor Doutor Galdenoro Botura Junior

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

3- Professora Doutora Paula Poiet Sampedro

Universidade Estadual de Maringá - UEMG

4- Professor Doutor Guilherme Bertolaccini

Faculdades Integradas de Bauru - FIB.

DEDICATÓRIA

A Deus, sempre, por tudo e em todas as situações.

À minha família por todo amor e apoio incondicionais.

Aos meus guias, por toda força e fé nos momentos de provação

Aos meus amigos, irmãos que a vida me deu.

Aos colegas de profissão.



Rosana Nucci Porsani (Mãe)

David Flávio Porsani Filho (Pai)

In Memoriam

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo que aprouve de me enviar

À minha família por todo carinho, amor e apoio incondicional desde o dia que vim ao mundo. Aos meus avós David Flávio Porsani†, Maria Pataro Porsani†, e especialmente Antônio Nucci Filho† (Vô Nico) e Valdívia de Carvalho Nucci (Vó Diva) por todos os cuidados e exemplos transmitidos. À minha amada mãe Rosana Nucci Porsani† e meu amado pai David Flávio Porsani Filho†, por tudo que fizeram por mim e continuam a cuidar do outro lado. Ao meu irmão Victor Nucci Porsani a quem admiro muito. Agradeço também aos meus tios e primos que nos deram muito suporte nos últimos desafios.

À minha esposa Natalia Cordeiro Noce, por ser meu porto-seguro durante as tempestades da vida, à minha sogra e toda a família do Rio de Janeiro que me acolheram com muito carinho desde minha primeira visita.

Aos amigos inseparáveis tanto no presencial quanto no remoto Salvo, Augusto, Bruno, Matheus, Jaqueline, Larissa, Nathan, João (Reserva), Guilherme, Henri, Mel, Paulinho, Vitor, Lucas, à Galera esperta maneirinha e a Confraria Marauder.

Em especial aos professores que me adotaram e aconselharam nesses anos de jornada acadêmica, Ana Beatriz Pereira de Andrade e Luiz Antônio Vasques Hellmeister que abriram as portas de suas casas a me acolher.

Aos colegas que me apoiaram nos estudos, artigos, projetos e pesquisas, Felipe Raposo, André, Ana Beatriz Trindade, Paula, Vinicius Andrade, Lucas Gregory, Mauro Jr. deixo aqui meus agradecimentos.

Ao meu orientador Luís Carlos Paschoarelli pela paciência e pelos direcionamentos e conselhos ao longo da trajetória. Ao LEI, que mais do que trabalho, foi por diversas vezes morada.

MOTIVAÇÕES

As principais motivações que me trouxeram até o desenvolvimento desta investigação foram:

A curiosidade de explorar um horizonte tecnológico novo e diferente, capaz de me fazer sair de minha zona de conforto e proporcionar uma ampliação não só de repertório, mas de visão de mundo.

A vontade de aprender e me aperfeiçoar ainda mais no campo do Design, para poder assim transmitir a diante minhas experiências e conhecimentos de forma didática, como professor e pesquisador.

A oportunidade de poder explorar diferentes processos, métodos, didáticas e a honra de poder lecionar no curso de Design, onde um dia fui aluno de graduação, muito me alegrou.

A determinação de contribuir positivamente para o cenário científico e do Design no Brasil, por meio de uma pesquisa com potencial de aplicação e revolução dos processos de Desenvolvimento de Projeto de Produto em Design.

A satisfação na realização de um desafio pessoal, profissional, e de autodesenvolvimento, por meio de uma conquista capaz de honrar minha família e orgulhar meus pais (mesmo do outro lado).

Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.

Se você quer ser bem-sucedido, precisa ter dedicação total, buscar seu último limite e dar o melhor de si.

No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem-feita ou não faz.

Deus é Grande Deus e forte, quando ele quer não tem quem não queira.

Ayrton Senna

RESUMO

O Design é um campo de conhecimento que trata do desenvolvimento de artefatos e sistemas destinados ao uso e bem-estar humano. Integra e contribui com diversas áreas disponibilizando ferramentas, métodos e conceitos capazes de melhorar artefatos serviços e sistemas aos usuários. Entre os atuais métodos do Design destaca-se a aplicação da Realidade Virtual (VR) no desenvolvimento de novos produtos. Entre as contribuições da VR destaca-se a possibilidade de simular a experiência do usuário (UX) em uma condição virtual. O presente estudo objetiva avaliar produtos de uso cotidiano nas dimensões semânticas, usabilidade aparente e resposta emocional, em Ambiente Laboratorial Real (ALR) e Ambiente Laboratorial em Realidade Virtual (ALVR), visando comparar a diferença entre seus resultados. Utilizou-se de metodologias e métricas do UX aplicadas à VR. Os achados dos estudos empíricos demonstram que é possível, de fato, avaliar qualitativamente e quantitativamente artefatos em ALVR, mantendo uma alta fidelidade nos aspectos configuracionais gerais e estéticos como forma, cor e textura. Esta conclusão é sustentada por análises quantitativas e qualitativas rigorosas, incluindo a aplicação de protocolos de avaliação como DS, SUS e GEW que revelaram similaridades estatísticas significativas entre as variáveis ALR e ALVR. A aplicação da tecnologia de VR como ferramenta metodológica na avaliação em etapas de Desenvolvimento de Projeto de Produto em Design (DPPD) pode trazer várias implicações significativas, tanto positivas quanto desafiadoras. De modo geral esta abordagem tem o potencial de transformar a maneira como os artefatos e ambientes são projetados, testados e aprimorados, oferecendo oportunidades para explorar a interação humano-artefato-ambiente em situações controladas, imersivas, realistas e de baixo risco. Proporcionando maior flexibilidade e mobilidade em futuras pesquisas no campo do Design e interação visual mantendo o rigor científico e a confiabilidade.

Palavras-chave: *Design, Realidade Virtual - VR, User Experience - UX, Semântica, Usabilidade, Emoção, Metaverso.*

ABSTRACT

Design is a field of knowledge that deals with the development of artifacts and systems intended for human use and well-being. Integrates and contributes to several areas by providing tools, methods, and concepts capable of improving artifacts, services, and systems to users. Among the current Design methods, the application of Virtual Reality (VR) in the development of new products stands out. Among the contributions of VR, the possibility of simulating the user experience (UX) in a virtual condition stands out. The present study aims to evaluate everyday products in the semantic dimensions, apparent usability, and emotional response, in Real Laboratory Environment (ALR) and Virtual Reality Laboratory Environment (ALVR), aiming to compare the difference between their results. UX methodologies and metrics applied to VR were used. The findings of empirical studies demonstrate that it is, in fact, possible to evaluate artifacts qualitatively and quantitatively in ALVR, maintaining high fidelity in general configurational and aesthetic aspects such as shape, color and texture. This conclusion is supported by rigorous quantitative and qualitative analyses, including the application of assessment protocols such as DS, SUS and GEW that revealed significant statistical similarities between the ALR and ALVR variables. The application of VR technology as a methodological tool in the staged assessment of Design Product Development (DPPD) can bring several significant implications, both positive and challenging. Overall, this approach has the potential to transform the way artifacts and environments are designed, tested and improved, offering opportunities to explore human-artifact-environment interaction in controlled, immersive, realistic, and low-risk situations. Providing greater flexibility and mobility in future research in the field of Design and visual interaction while maintaining scientific rigor and reliability.

Keywords: *Design, Virtual Reality - VR, User Experience - UX, Semantics, Usability Emotion, Metaverse.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo das necessidades humanas proposto por Maslow.....	20
Figura 2. Interesse de busca pelo termo VR 2004-2024.....	24
Figura 3. Esquema representativo do desenho de pesquisa	29
Figura 4. Sequência das etapas do estudo.	33
Figura 5. Processo de Avaliação/Apreciação de um produto.....	41
Figura 6. Comparação dos conceitos de Jordan, Lobach e Norman	44
Figura 7. Modelo de Desmet, Hekkert e Jacob interação Usuário x Produto x Emoção.	45
Figura 8. Tendência de pesquisa no mundo por “Virtual Reality”	48
Figura 9. Interesse por região em “Virtual Reality”.	48
Figura 10. Interesse por estado brasileiro em “Virtual Reality”.	49
Figura 11. Fluxo Contínuo Real-Virtual de Milgram.	53
Figura 12. Fluxo Descontínuo Realidade-Virtualidade.....	53
Figura 13. Taxonomia de Skarbez (2021).	54
Figura 14. Diagrama das Relações propostas entre os conceitos de presença.....	57
Figura 15. Conceito relacionando a conexão entre a UX e o equipamento.	59
Figura 16. Modelo teórico de UX para VR proposto por Cheiran <i>et al.</i> (2022).	61
Figura 17. Sensorama (esquerda) e Ultimate Display (direita).	63
Figura 18. Headset 1000cs e 1000sd nos anos 90.....	65
Figura 19. Bigscreen Beyond VR Headset.	65
Figura 20. Sala de Reuniões no Metaverso Horizon Workrooms	66
Figura 21. Diagrama de fluxo metodológico.	73
Figura 22. Diagrama de fluxo da RBS baseado no modelo Prisma (2020).	76
Figura 23. Equipamento VR, Central de Trabalho, Scanner 3D.	90
Figura 24. Registro fotográfico do ambiente laboratorial real - LEI e iluminação.	91
Figura 25. Visualização parcialmente transparente da sala modelada em 3D.....	92
Figura 26. Visualização do entorno do laboratório modelado em 3D.....	93
Figura 27. Visualização interna, comparativo ALR e ALVR.	94
Figura 28. Objetos selecionados para comparação a nível visual Real-Virtual.....	95
Figura 29. Processo de escaneamento do artefato SUS 2.	96
Figura 30. Processo de escaneamento do artefato SUS 2.	97
Figura 31. Processo de edição de malha do artefato SUS 2 vias GOM.....	98
Figura 32. Detalhes dos materiais do ambiente laboratorial e dos objetos.	101

Figura 33. Visão do ambiente virtual e da carta de Snellen em VR.	103
Figura 34. Visão em VR do menu interativo com funções.	104
Figura 35. Exposição geral de todos os objetos a fim de reconhecimento imagético.	104
Figura 36. Processos de integração dos softwares, hardwares e usuários.....	105
Figura 37 Video do Laboratório em VR	105
Figura 38. Macromodelo sobre Design.....	107
Figura 39. Hipóteses testadas.....	114
Figura 40: Headset Oculus Meta Quest 2 e configuração da central de trabalho.	114
Figura 41. Renderizações e simulações dos ambientes e artefatos.	115
Figura 42.Registro da imersão do participante e perguntas feitas aos participantes. .	116
Figura 43. Avaliação do espaço e objetos em VR e amostragem.....	117
Figura 44. Nuvem de palavras do Atlas.TI com base nas respostas da entrevista.	118
Figura 45. Nuvem de palavras da WordClouds baseado nas respostas.....	119
Figura 46. Objetos quotidianos utilizados para o estudo	124
Figura 47. Procedimentos de coleta de dados ALVR e protocolos.	130
Figura 48. Análise SWOT da aplicabilidade da VR em DPPD	143
Figura 49. Modelo da Interação VR + Ambientes e Artefatos + DPPD + Usuários.	148

Figura de Capa – Fonte IA Generativa Dall-e - Canva	1
---	---

Figura Capítulo 1 – Fonte IA Generativa Dall-e - Canva.....	18
Figura Capítulo 2 – Fonte IA Generativa Dall-e - Canva.....	37
Figura Capítulo 3 – Fonte IA Generativa Dall-e - Canva.....	86
Figura Capítulo 4 – Fonte IA Generativa Dall-e - Canva.....	139
Figura Capítulo 5 – Fonte IA Generativa Dall-e - Canva.....	151
Figura Capítulo 6 – Fonte IA Generativa Dall-e - Canva.....	158
Figura Capítulo 7 – Fonte IA Generativa Dall-e - Canva.....	1977
Figura Capítulo 8 – Fonte IA Generativa Dall-e - Canva.....	219

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Óculos de VR a venda em 09/2023.....	68
Tabela 2. Critérios de Pesquisa	74
Tabela 3. Strings de busca.....	75
Tabela 4. Trabalhos selecionados e números de citações.....	77
Tabela 5. Metadados dos trabalhos relacionados.	80
Tabela 6. Otimização da resolução das malhas e do tamanho dos arquivos	99
Tabela 7. Valores semânticos de Interação Significativa - protocolo DS.	126
Tabela 8. Código participante em distribuição por Quadrado Latino.....	128
Tabela 9. Resultados Estatísticos DS.	133
Tabela 10. Resultados Estatísticos SUS.....	134
Tabela 11. Resultados Estatísticos GEW.....	135

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
AD-HOC	Questionários específicos desenvolvidos a finalidade da pesquisa
AR	<i>Augmented Reality</i> – Realidade Aumentada
ALR	Ambiente Laboratorial Real
ALVR	Ambiente Laboratorial em VR
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
DCU	Design Centrado no Usuário
d.p.	Desvio Padrão
DPP	Desenvolvimento de Projeto de Produto
DPPD	Desenvolvimento de Projeto de Produto em Design
DS	Diferencial Semântico
FAAC	Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design
GEW	Genebra Emotion Wheel
HCI	<i>Human Computer Interaction</i>
IA	Inteligência Artificial
IPQ	<i>Igroup Presence Questionnaire</i>
LEI	Laboratório de Ergonomia e Interfaces
PC-VR	<i>Personal Computer – Virtual Reality (VR conectada à computador)</i>
PDI	Pesquisa Desenvolvimento e Inovação
PICO	População, Intervenção, Comparação e <i>Outcomes</i>
RBS	Revisão Bibliográfica Sistemática
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
STL	formato de <i>stereolithography</i>
SUS	System Usability Scale
VR	<i>Virtual Reality</i> – Realidade Virtual
VWs	<i>Virtual Worlds</i> - Mundos Virtuais
UE5	Unreal Engine 5
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UI	<i>User Interface</i>
UX	<i>User Experience</i>
<u>X</u>	Média

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	14
SUMÁRIO.....	15
CAPÍTULO 01: INTRODUÇÃO	19
1.1 CONTEXTO	22
1.2 JUSTIFICATIVA	25
1.3 INEDITISMO	26
1.4 QUESTÃO DE PESQUISA.....	26
1.5 HIPÓTESES.....	26
1.6 OBJETIVOS.....	27
1.6.1 Objetivos Gerais.....	27
1.6.2 Objetivos Específicos	27
1.7 DESENHO DA PESQUISA.....	28
1.8 CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS E QUESTÕES ÉTICAS	30
1.8.2 Etapas de investigação	31
1.9 ESTRUTURA DO ESTUDO	34
CAPÍTULO 02: ESTUDOS TEÓRICOS.....	38
ESTUDO REFLEXÕES SOBRE DESIGN PARA EMOÇÃO: PERCEPÇÕES NO CAMPO DA ESTÉTICA DO ARTEFATO.	38
ESTUDO DESIGN + REALIDADE VIRTUAL: REVISÃO TEÓRICA DE CONCEITOS, REFLEXÕES E PRÁTICAS DE UX	46
ESTUDO DESIGN E REALIDADE VIRTUAL: BREVE REGISTRO HISTÓRICO, CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS PARA O FUTURO	62
ESTUDO AVALIAÇÕES DE DESIGN ERGONÔMICO E EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO EM REALIDADE VIRTUAL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMATIZADA.....	71
CAPÍTULO 03: ESTUDOS EMPÍRICOS	87
ESTUDO TECNOLOGIAS DO DESIGN-VERSO. REGISTRO DO PROCESSO DE DIGITALIZAÇÃO DE OBJETOS POR SCAN PARA REALIDADE VIRTUAL..	87

ESTUDO TECNOLOGIAS DO DESIGN-VERSO: INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA DE AMBIENTE E OBJETOS EM REALIDADE VIRTUAL PARA AVALIAÇÕES VISUAIS DE UX E HCI	106
ESTUDO REALIDADE VIRTUAL NA AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO: UMA COMPARAÇÃO ENTRE ATIVIDADE LABORATORIAL REAL (ALR) E ATIVIDADE LABORATORIAL DE REALIDADE VIRTUAL (ALVR).	120
CAPÍTULO 04: DISCUSSÃO E SÍNTESE DOS ESTUDOS.....	141
CAPÍTULO 05: CONCLUSÕES	153
SÍNTESE GERAL.....	157
REFERÊNCIAS.....	159
APÊNDICES.....	198
ANEXOS	220

VR Realities



CAPÍTULO 01: INTRODUÇÃO

A área de conhecimento do Design é um campo multidisciplinar que se concentra na concepção, criação e desenvolvimento de produtos, sistemas, serviços e ambientes que atendam às necessidades dos usuários. O Design envolve uma combinação de habilidades técnicas, criatividade, sensibilidade estética e compreensão das necessidades humanas. Possui suas próprias técnicas, métodos e ferramentas específicas, que compartilham o objetivo comum de criar soluções que resolvam os problemas de forma eficaz e inovadora.

O novo papel do design é o de reinserir os valores humanos e da sensibilidade no mundo material, para tornar as interações menos impessoais e estritamente funcionais, e mais relacionais, agradáveis e confiáveis (NIEMEYER, 2008). Para a autora isso é muito mais do que fazer designs agradáveis ou divertidos. Segundo seus princípios, o objetivo é elaborar um produto que promova a expressão da heterogeneidade humana e o exercício de uma identidade individual, que, manifesta e atualizada, articule o ser com sua cultura material, de modo mais sensível e prazeroso.

Sob a ótica do Design, diversos fatores do Desenvolvimento de Projeto de Produto (DPP) podem moldar a percepção e experiência do usuário (UX). A materialidade e estética dos artefatos como forma, cor, textura, tamanho, peso; A usabilidade como desenho ergonômico, conforto, segurança, eficiência e eficácia; A subjetividade como semiótica, valores e simbologias agregadas de status ou estigmas; podem influenciar diretamente na interação humano-artefato e consequentemente nas experiências derivadas dos usos desses objetos.

Tais fatores de materialidade, usabilidade e subjetividade interferem na qualidade da UX e podem suscitar diferentes respostas cognitivas, psicológicas e emocionais, desencadeando diversas reações fisiológicas e comportamentais. Neste sentido é importante pensar no conceito de experiência fluida (Csikszentmihalyi 1990), que está relacionado à experiência favorável, envolvendo processos como interpretação, recuperação de memória e associações que fazem as pessoas gostarem de usar produtos com os quais interagem fluidamente.

Para Lobach (2001), todo bom projeto tem em seu âmago o dever de suprir as necessidades dos usuários por meio de relações fixadas durante o uso. Sendo assim, afirma que os artefatos desempenham e carregam consigo funções estéticas

(envolvem a apreciação da beleza e do design de um objeto), funções práticas (referem-se às utilidades tangíveis de um objeto, como sua capacidade de realizar uma tarefa específica ou satisfazer uma necessidade básica) e funções simbólicas (relacionam-se com os significados culturais, sociais ou emocionais).

Por sua vez, Maslow (1943) propõem que as necessidades humanas podem ser de ordem física, fisiológica, cognitiva, social e emocional. Tudo se inicia na base da pirâmide com as necessidades básicas, avança por fatores como segurança, aspectos sociais, estima, atingindo seu ápice na autorrealização (Figura1).

Figura 1. Modelo das necessidades humanas proposto por Maslow



Fonte: Adaptado de Maslow (1943)

Essas necessidades, relações e dimensões perceptivas estão interconectadas e são importantes fatores de avaliação no processo de DPP em Design, podendo ser observadas durante interações a nível visual. Para Stewart (1993) os artefatos autenticam nossas experiências e se tornam um “sinal sobrevivente” de eventos que existiram. Esse conceito está relacionado à ideia de *extended self* proposta por Belk (1988), onde artefatos adquirem valor simbólico quando associados às memórias do passado, contendo, suprimindo e desencadeando lembranças de memórias afetivas. Complementa Mugge *et al.* (2005), que produtos que lembram pessoas sobre passado, contribuem para definir e manter vivo o senso de identidade delas.

Conhecer e aplicar responsavelmente os princípios da UX pode contribuir substancialmente para o design de produto, sistema, serviços e conseqüentemente, para a melhoria da interação e atendimento das demandas e aspirações humanas e sociais (HASSENZAHL, 2014). O autor ainda complementa que uma das

contribuições da UX é sua função “guarda-chuva”, sob o qual estão integradas as diferentes disciplinas e papéis profissionais envolvidos, apresentando uma perspectiva ampla sobre como as pessoas usam a tecnologia.

No contexto metodológico de Desenvolvimento de Projeto de Produto, a Tecnologia de Realidade Virtual (VR) aliada às ferramentas de Experiência do Usuário, Design Ergonômico e Design Emocional, pode colaborar para o aperfeiçoamento de artefatos por meio da avaliação visual imersiva. Tal tecnologia pode auxiliar o processo de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação (PDI) em artefatos e consequentemente, a UX e seus índices de satisfação, usabilidade e agradabilidade.

A convergência das áreas de Experiência do Usuário (UX), Design e tecnologias emergentes, como a Realidade Virtual (VR), impulsiona as inovações e tem o potencial de influenciar significativamente nossa maneira de interagir com o ambiente ao nosso redor. Por conseguinte, a realização de estudos que investigam as experiências imersivas e sensoriais tornam-se cada vez mais importantes para compreender a interação entre o design centrado no usuário e as capacidades da VR (BU *et al.*, 2021).

Neste sentido, foram realizadas pesquisas sobre Design Emocional, percepções humanas e estética do artefato (Vygotsky, 1999; Jordan, 1999; Lisboa e Bisognin, 2003; Desmet, 2002 e 2003; Norman, 2008; Löbach, 2011; Baxter, 2012), bem como revisões bibliográficas direcionadas ao estudo da tecnologia de VR, conduzidas por Porsani *et al.* (2022, 2023, 2024). Tais investigações destacam a importância da UX bem como da VR, o crescimento das potencialidades dos equipamentos utilizados e de fatores importantes, que devem ser considerados nos projetos de VR (Porsani *et al.*, 2024; Ottosson, 2002; Mujber *et al.*, 2004; Guttentag, 2010; Freeman *et al.*, 2017; Allcoat *et al.*, 2018; Porsani *et al.*, 2023b).

Outras revisões bibliográficas (Wolfartsberger, 2019; Ribeiro *et al.*, 2020; Dermody *et al.*, 2020; Porsani *et al.*, 2023a) indicam que, apesar do aumento da pesquisa na área de Design e VR, ainda existem muitas lacunas, principalmente no que diz respeito à percepção sensorial, emocional, simbólica e de usabilidade pelos usuários da tecnologia VR.

A inserção de novas tecnologias no cotidiano das pessoas deveria ser considerada a partir das características, capacidades e habilidades desses novos

usuários (PERDOMO DELGADO, 2022). Neste sentido, a usabilidade de um artefato deveria estar associada a todas as interfaces usadas por seres humanos, visto que se caracteriza como um subconjunto relevante de uma experiência positiva vivenciada pelo usuário (KUROSU, 2007).

Posto isso, o presente estudo realiza uma investigação sobre o tema de Experiência do Usuário (UX) e Realidade Virtual (VR), com o objetivo de avaliar o potencial do uso da tecnologia VR para simular interações visuais dos usuários com ambientes e objetos virtuais em comparação com ambientes e objetos reais durante pesquisas laboratoriais e experimentais. O propósito é compreender se é viável avaliar qualitativamente (nas dimensões semântica, de usabilidade aparente e de resposta emocional) os aspectos configuracionais dos produtos (como forma, cor e textura) em um ambiente de realidade virtual (VR) e as relações desta interação tecnologia-artefato-usuário.

1.1 CONTEXTO

Atualmente testemunhamos uma revolução tecnológica que tem transformado profundamente a maneira como interagimos com o mundo ao nosso redor. Nesse cenário de rápidas mudanças, a Realidade Virtual (VR) surgiu como uma tecnologia capaz de redefinir as fronteiras da experiência humana, transcender barreiras físicas, proporcionar aos usuários a oportunidade de interações entre o real e o imaginário. Constantes inovações em *hardwares*, *softwares* cada vez mais avançados vem impulsionando o crescente interesse de diversos setores na VR.

A VR permite a criação de cenários virtuais e de apresentações de modo estimulante (RHEINGOLD, 1991). Para Kimer *et al.* (2006), trata-se de uma interface avançada que permite interações tridimensionais com ambientes, artefatos e outras pessoas em tempo real. Por sua vez, Jerald (2015) propõem que a VR é capaz de simular experiências como se fossem reais por meio da imersão virtual criada por computador. Essa imersão é obtida através do uso de dispositivos como *headsets* de realidade virtual, luvas e vestimentas sensoriais, que permitem aos usuários uma interação virtual de forma natural e envolvente (Cummings *et al.*, 2012).

Segundo Braga (2001) a técnica avançada utiliza de interface tridimensional digital por intermédio de vias multissensoriais e possuem como características principais serem: imersivas, intensivas, interativas, ilustrativas e informativas. Para Rebelo *et al.* (2010) a tecnologia VR simula a realidade através do uso de

dispositivos interativos bidirecionais de entradas e saídas (*Inputs e Outputs*) em sinergia continua com o usuário.

Os Mundos Virtuais (*Virtual Worlds* - VWs) podem potencializar as práticas de ensino e aprendizagem, e incluem uma variedade de ambientes online, como jogos, redes sociais, sistemas de gestão de espaços de aprendizagem e ambientes virtuais 3D (ZAHARIAS e MEHLENBACHER, 2012). Essas experiencias permitem que os usuários naveguem por espaços virtuais e se interajam com artefatos, ambientes e outros usuários, seja verbalmente, textualmente ou graficamente.

As tecnologias de VR fornecem modos novos e aprimorados de interação humano-computador que podem ser usados para superar as desvantagens de comunicação que prevalecem nos sistemas convencionais de Design Assistido por Computador (*Computer Aided Design* – CAD) no apoio ao design conceitual, principalmente na geração e avaliação de conceitos (YE, *et al.* 2006). Ainda de acordo com o autor a VR permite aproveitar ao máximo os canais sensoriais visuais, auditivos e táteis para criar, visualizar, tocar, manipular e ouvir modelos digitais CAD de forma mais eficaz, beneficiando a interface homem-computador (HCI) para designers durante os estágios de projeto conceitual.

Por sua vez, Bailenson (2018) explora as implicações da VR em várias áreas, incluindo psicologia, comunicação, educação e entretenimento. O autor examina como a realidade virtual está mudando a forma como interagimos com o mundo e como podemos aproveitar essa tecnologia de forma positiva e ética. Suas pesquisas e escritos oferecem uma visão e dimensão do impacto da VR na sociedade contemporânea.

No campo da engenharia, a VR permite visualização e interação inovadoras com modelos 3D complexos. Wolfartsberger (2019) observou em seus estudos uma boa usabilidade e experiência do usuário, revelando mais falhas nos modelos 3D em VR do que o software CAD tradicional, facilitando a participação de diversos profissionais de diferentes áreas projetuais. Para o autor, a VR oferece uma adição valiosa ao processo de revisão de projetos de engenharia.

Afirma Tori (2020) que a VR também possibilita a simulação de sistemas reais e de experiências imaginadas que só são possíveis no ambiente virtual. Neste sentido o potencial de aplicações é bastante amplo, a um custo relativamente baixo e poucos riscos, o que contribui para sua consolidação.

Ao investigar a satisfação de usuários de espaços de escritórios compartilhados, comparando ambiente real e simulação em VR desenvolvidos utilizando metodologias de UX, Hendy *et al.* (2022) constataram que o índice de satisfação dos usuários praticamente dobrou após a aplicação da tecnologia de VR, criando espaços mais dinâmicos e interessantes aos participantes.

Outros autores como Chandana *et al.* (2023) afirmam que as tecnologias VR e AR ganharam atenção significativa nos últimos anos, oferecendo experiências imersivas e interativas, estimulando múltiplos sentidos em vários domínios, como jogos, treinamento, visualização, saúde e educação.

Neste cenário ao observarmos o principal buscador online, o Google Trends (Figura 02), o termo VR no período de 20 anos (janeiro 2004 a janeiro 2024), observa-se um crescimento de interesse na busca pelo termo a partir de 2016 (início das comercializações de *headset* para o mercado) com o maior pico em dezembro 2016 / janeiro 2017 (lançamento óculos *rift* e *samsung gear vr*). Nota-se picos recorrentes de interesse nos meses de novembro, dezembro e janeiro, justamente quando as empresas anunciam atualizações e novos lançamentos. O gráfico de buscas por VR apresenta uma tendência de estabilidade nos últimos 8 anos, o que pode indicar consolidação do tema e a solidez do mercado.

Figura 2. Interesse de busca pelo termo VR 2004-2024.



Fonte: Adaptado de Google Trends¹.

¹ Google Trends. Disponível em: <<https://trends.google.com.br/trends/explore?date=all&q=VR&hl=pt-BR>>. Acesso em: fev de 2024.

Quanto ao cenário global, os países que mais se interessam na busca pelo tema são: Finlândia, Alemanha, Coreia do Sul, Hong Kong e Canadá. O Brasil pontua na posição 21 no *ranking* de buscas, que pode refletir um interesse menor no assunto, ou/e a não popularização da tecnologia que tem seu preço base em U\$.D.

1.2 JUSTIFICATIVA

À medida que a VR se consolida no cenário global, explorar suas implicações e potenciais impactos torna-se importante para compreendermos o papel que essa tecnologia desempenhará em nossas vidas.

Este trabalho justifica-se como pesquisa científica dada a importância em se buscar ferramentas e procedimentos metodológicos atualizados para a pesquisa na área do Design, que exige de uma maneira geral a instalação laboratórios físicos com pessoas e aparatos. Esta alternativa propõe avaliar uma emulação laboratorial em VR que pode ser útil em situações que demandem de maior flexibilidade ferramental, a baixo custo e com baixos riscos.

Para além disso, um laboratório virtual pode viabilizar a economia de recursos financeiros (na construção e manutenção de espaços físicos), permite a coleta de metadados de maneira segura, facilita a logística de transporte de voluntários e pode antecipar testes com produtos e conceitos digitais antes de sua materialização por prototipagem rápida, reduzindo erros e economizando recursos importantes como tempo, hora-máquina-homem e matéria prima.

A VR ainda proporciona flexibilidade e mobilidade de "levar o laboratório até o participante", o que facilita pesquisas com públicos vulneráveis e com restrição motora usuários de tecnologia assistiva (idosos, usuários de próteses e cadeiras de rodas), público comum às pesquisas do Laboratório de Ergonomia e Interfaces).

Caso as hipóteses se comprovem positivas e não exista diferença significativa entre os dois ambientes (Ambiente Laboratorial Real – ALR / Ambiente Laboratorial em Realidade Virtual - ALVR), abre-se a possibilidade para pesquisas científicas à campo, com foco em UX e utilizando da VR para avaliação de fatores importantes para Desenvolvimento de Projeto de Produto (DPP). Estes dados podem colaborar para futuras pesquisas, ampliando o leque de recursos, metodologias e tecnologias disponíveis ao Design, promovendo assim uma maior flexibilidade e mobilidade em futuras pesquisas na área.

1.3 INEDITISMO

O ineditismo da presente pesquisa apresenta-se na lacuna científica encontrada no estado da arte durante a etapa de revisão teórica, mais bem descritos e apresentados no capítulo 2 (teórico) da corrente tese. Em síntese, não foram encontrados trabalhos que respondessem integralmente à questão de pesquisa, bem como avaliassem a interação com VR nas dimensões a nível visual de semântica, usabilidade aparente e emoção, de maneira satisfatória.

1.4 QUESTÃO DE PESQUISA

A metodologia empregada na presente pesquisa é classificada na área de ciências sociais aplicadas, com a finalidade de desenvolvimento experimental, de caráter descritivo e exploratório, por uma abordagem transversal, de natureza quali-quantitativa com pesquisa à campo, junto a indivíduos adultos.

Esta pesquisa se norteia pelas seguintes perguntas:

Pergunta de pesquisa Geral: A aplicação de realidade virtual (VR), em métricas de experiência do usuário (UX), particularmente dimensões semânticas, de usabilidade aparente e resposta emocional, apresentam resultados com similaridade às condições reais de avaliação?

1.5 HIPÓTESES

As hipóteses surgem como possíveis respostas à pergunta de pesquisa anteriormente apresentada, são elas: h0: NÃO, a resposta é NEGATIVA; h1 SIM, contudo a resposta é PARCIAL; h2: SIM, a resposta for POSITIVA.

Hipóteses de resposta à pergunta de pesquisa Geral:

H0: NÃO é possível a aplicação de realidade virtual (VR), em métricas de experiência do usuário (UX), particularmente dimensões semânticas, de usabilidade aparente e resposta emocional, e os resultados não apresentam similaridade às condições reais de avaliação.

H1: SIM, é possível a aplicação de realidade virtual (VR), em métricas de experiência do usuário (UX), particularmente dimensões semânticas, de usabilidade aparente e resposta emocional, CONTUDO os resultados apresentam similaridade PARCIAL às condições reais de avaliação.

H2: SIM é possível a aplicação de realidade virtual (VR), em métricas de experiência do usuário (UX), particularmente dimensões semânticas, de usabilidade aparente e resposta emocional, e os resultados APRESENTAM similaridade às condições reais de avaliação.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivos Gerais

O presente estudo objetivou investigar o potencial do uso da tecnologia VR na avaliação em simulação interativa visual para usuários, comparando ambiente e artefatos reais (ALR) à ambiente e artefatos virtuais (ALVR), com a finalidade de compreender a viabilidade e compatibilidade de testes qualiquantitativos (nas dimensões semântica, de usabilidade aparente e resposta emocional) dos aspectos configuracionais dos produtos (como forma, cor e textura) em VR.

1.6.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos estão vinculados a cada um dos estudos que compõem a corrente tese, são eles:

- Realizar uma revisão teórica abrangente sobre o desenvolvimento de produtos para experiências emocionais satisfatórias, explorando conceitos de design emocional e hedonomia.
- Realizar uma investigação bibliográfica por conveniência e horizontalizada para compreender o estado da arte da Tecnologia de VR aplicada à estudos de UX, UI e avaliação no Desenvolvimento de Projeto de Produtos.
- Realizar uma investigação histórica e de mercado para compreender o cenário da Tecnologia de VR e seus potenciais de aplicação em estudos de UX, UI e avaliação no Desenvolvimento de Projeto de Produtos.
- Realizar uma investigação bibliográfica sistematizada e verticalizada para compreender o estado da arte da Tecnologia de VR aplicada à estudos de UX, UI e avaliação no Desenvolvimento de Projeto de Produtos
- Realizar um registro do desenvolvimento prático do Ambiente e Artefatos em VR, dos processos, *hardwares* e *softwares* envolvidos.

- Realizar investigações qualitativas com especialistas a nível de pós-graduação em áreas projetuais como Design e correlatas.
- Realizar investigações quantitativas com especialistas a nível de graduação em áreas projetuais como Design e correlatas.
- Apresentar discussões que tragam contribuições significativas para o campo de investigação e Desenvolvimento de Projeto de Produto em Design + UX + VR.

1.7 DESENHO DA PESQUISA

Adotou-se o fluxo de trabalho (Figura 03) a seguir como estratégia para a organização da pesquisa.

Figura 3. Esquema representativo do desenho de pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

1.8 CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS E QUESTÕES ÉTICAS

Segundo Silva *et al.* (2010), em uma investigação no âmbito do design ergonômico, é crucial considerar que o desafio/problema está inserido na esfera disciplinar do design. Neste sentido os métodos utilizados devem ser baseados em um modelo passível de ser reproduzido e a pesquisa deve ter relevância para a sociedade. Para isso é fundamental que incluir os usuários/público-alvo.

Os procedimentos metodológicos previstos e aplicados no presente trabalho são fundamentados pelo raciocínio indutivo, caracterizando um estudo teórico empírico de caráter transversal, com abordagem experimental e exploratória. Para isso, dentro da perspectiva metodológica uma combinação de diferentes métodos, ferramentas, protocolos e técnicas de pesquisa, tais como: análise documental por meio de pesquisa bibliográfica sistemática, por conveniência, análise histórica e de mercado, para além da aplicação de procedimentos investigativos por meio de escalas e questionários e análise de dados de cunho qualitativo e quantitativo com grupos de interesse (graduandos e pós-graduandos em Design e áreas correlatas), junto a indivíduos adultos do gênero masculino e feminino.

Em condições experimentais a avaliação ocorreu presencial ALR e em ALVR preparado. A participação dos indivíduos foi voluntária e individual, prevendo o mínimo risco ou constrangimento possível aos participantes. Os métodos de pesquisa incluíram o aceite prévio da participação nos procedimentos por meio de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo 1), os quais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FAAC-UNESP (através da Plataforma Brasil) buscando atender as Resoluções 466/12-CNS-MS e 510/16-CNS-MS; e o “Código de Deontologia do Ergonomista Certificado” (BRASIL, 2003) (Apêndice A).

A lógica do estudo adotada pelo pesquisador inicia-se com o estudo 0: uma revisão sobre UX com reflexões sobre design para emoção: percepções no campo da estética do artefato; seguido do estudo 01: a revisão bibliográfica por conveniência dentro do campo acadêmico (horizontalizada); estudo 02: a revisão histórica e de registro do cenário mercadológico (horizontalizada fora do meio acadêmico); e estudo 03: revisão bibliográfica sistematizada (RBS) - (verticalizada) sobre as intersecções entre VR, UX e as dimensões semântica, usabilidade e

emoção. Os resultados da investigação do estado da arte são apresentados no Capítulo 02 - Eixo Teórico.

Os desenvolvimentos empíricos começaram com a definição do ambiente e objetos reais, bem como o desenho da coleta, dos protocolos e categorias de produtos e procedimentos. Após isso, iniciou-se o processo de modelagem, digitalização e programação do ambiente e objetos em VR, seguindo as configurações do ambiente e objetos reais. Seus registros são apresentados no estudo⁴ (primeiro tópico do capítulo 03). Posteriormente foram realizadas investigações qualitativas (estudo 05) e quantitativas (estudo 06) a fim de responder à pergunta de pesquisa e suas hipóteses. Seus resultados são apresentados respectivamente no segundo e terceiro tópicos do Capítulo 03 - Eixo Empírico.

Por fim, as discussões gerais, conclusões e resultados são apresentados no Capítulo 04. Os resultados proporcionam um panorama conciso das atividades, bem como estabelecem as possíveis relações entre as variáveis analisadas e a confirmação da hipótese geral e sub-hipóteses. Todos os procedimentos metodológicos aqui apresentados foram divididos em partes específicas chamadas de “estudos”. Todos estes procedimentos serão descritos com maior riqueza de detalhes no Capítulo 02 e 03.

1.8.2 Etapas de investigação

A sequência da investigação foi dividida em 8 etapas (Figura 04), são elas:

Etapa 01: Fundamentação Teórica - contém, Estudo de UX, Desenho do Estudo, a Pergunta de Pesquisa, Revisão Bibliográfica por conveniência, Revisão Histórica e de Mercado, Revisão Bibliográfica Sistematizada;

Etapa 02: Definição - das tecnologias, ambientes e artefatos (*Headset VR*, Ambiente Laboratorial, 3 Categorias de artefatos quotidianos);

Etapa 03: Digitalização - Modelagem do ambiente, dos artefatos e escaneamento;

Etapa 04: Tratamento da malha - reparo das malhas escaneadas, remodelagem, otimização para VR.

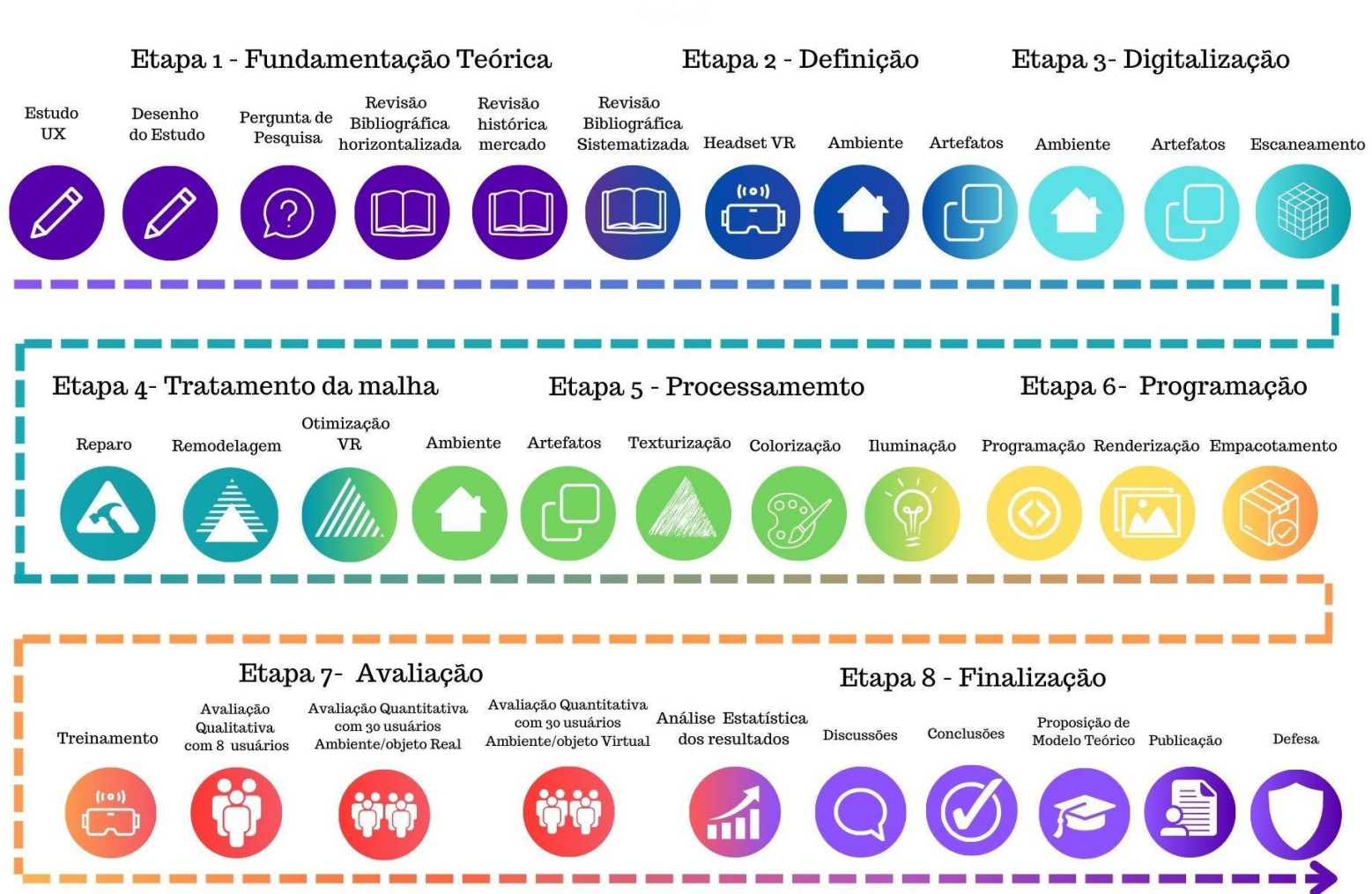
Para a Etapa 05, foram elencadas as seguintes fases: Processamento - do ambiente, dos artefatos, colorização, texturização, iluminação;

Etapa 06: Programação - Programação das ações, funções, botões, renderização geral e empacotamento para *headset* VR;

Etapa 07: Avaliação - treinamento de uso, avaliação qualitativa com 8 usuários de pós-graduação, avaliação quantitativa com 30 usuários de graduação ALR, avaliação quantitativa com 30 usuários de graduação ALVR;

Etapa 08: Finalização - Análise estatística dos resultados, discussões, conclusões proposição de modelo teórico, publicação e defesa.

Figura 4. Sequência das etapas do estudo.



Fonte: O autor

1.9 ESTRUTURA DO ESTUDO

A tese aqui apresentada segue a estrutura de teses por compêndio de publicações, também conhecido como modelo escandinavo, representa uma alternativa à forma tradicional de obtenção do título de doutor (MORENO, 2016). Nesse sentido, o *United Kingdom Council for Graduate Education-UK CGE* (1996) define o doutorado por meio de tese por compêndio de publicações como "o grau que é concedido a um doutorando cuja tese consiste total ou predominantemente de artigos publicados em revistas revisadas por pares e /ou livros que estão em domínio público". Jackson (2013) destaca que uma tese de compêndio de publicações tem de cumprir certas condições e coerência fazendo uma contribuição original e relevante em uma área de conhecimento, não consistindo em um mero agrupamento de publicações.

Este tipo de estrutura de tese apresenta algumas vantagens sobre as teses tradicionais, embora levante algumas questões sobre ela que requerem discussão. A principal vantagem é que este tipo permite maior produtividade de doutorados por essa via do que pela via tradicional das teses (LARIVIÈRE *et al.*, 2008). Posto isso, as teses por compêndio de publicações preveem que os candidatos devem realizar várias publicações antes de obter o título de doutor, que beneficia não só o candidato em sua carreira acadêmica, mas também a produtividade universitária (COURTNEY *et al.*, 2005). Para além disso permitem ao pesquisador a obtenção de maior experiência em metodologias e divulgação de pesquisas (DAVIES; ROLFE, 2009), bem como o desenvolvimento de maior capacidade de liderança, de trabalho em grupo, experiência e habilidade de colaboração em equipes com outros coautores em publicações (COURTNEY *et al.*, 2005).

A partir da consideração dos objetivos propostos, a presente tese encontra-se estruturada em dois eixos, teórico e empírico, com seus respectivos resumos a seguir:

EIXO TEÓRICO:

Revisão sobre UX | Título: Reflexões sobre design para emoção: percepções no campo da estética do artefato. Porsani, Rodolfo Nucci., Demaison, AL, Ferro Marques, LR, Martins Fernandes, N., & Paschoarelli, LC (2022). Cadernos do Centro de Estudos de Design e Comunicação, (159). <https://doi.org/10.18682/cdc.vi159.6824>. Qualis A2.

Revisão Bibliográfica (por conveniência) | Título: Design + Realidade Virtual: Revisão Teórica de Conceitos, Reflexões e Práticas de UX Porsani, Rodolfo Nucci; Raposo, Felipe, Demaison André Leonardo, Paschoarelli, Luis Carlos. CUADERNOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS DE DISEÑO Y COMUNICACIÓN, v. 225, p. 115-134, 2024. Qualis A2.

Revisão Histórica | Título: Design e Realidade Virtual: breve registro histórico, cenário atual e perspectivas para o futuro. PORSANI, R. N.; SOUZA, L. R. de, FERNANDES, RAPOSO, Felipe Pereira, DEMAISON, André Leonardo. (2023 C). Anais do Congresso Plural Design 2023, Programa de Pós-graduação em Design e Curso de Design da Universidade da Região de Joinville/Univille, DOI: 10.5151/pluraldesig2023-50>. Qualis b4

Revisão Bibliográfica Sistematizada | Título: Avaliações de Design Ergonômico e Experiência do Usuário em Realidade Virtual: Uma Revisão Bibliográfica Sistematizada. PORSANI, Rodolfo Nucci; TRINDADE, A. B. C.; DEMAISON, ANDRÉ; LUIS CARLOS PASCHOARELLI. (2023). Avaliações de Design Ergonômico e Experiência do Usuário em Realidade Virtual: Uma Revisão Bibliográfica Sistematizada. REVISTA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Argentina. Qualis A4.

EIXO EMPÍRICO:

Registro do desenvolvimento do laboratório em VR | Título: Tecnologias do Design-verso. Registro do processo de digitalização de objetos por Scan para Realidade Virtual. PORSANI, Rodolfo Nucci; JUNIOR, Mauro Inácio Alves; DEMAISON, André

Leonardo; ALMEIDA, Lucas G.G. SAMPEDRO, Paula Poiet. ANDRADE, Vinicius Santos. PASCHOARELLI, Luis Carlos. (2024) Design-verse Technologies: Registro do processo de digitalização de objetos por Scan para Realidade Virtual. CUADERNOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS DE DISEÑO Y COMUNICACIÓN Qualis A2

Estudo Qualitativo | Título: Tecnologias do Design-verso: Investigação qualitativa de ambiente e objetos em realidade virtual para avaliações visuais de UX e HCI. PORSANI, Rodolfo Nucci; SAMPEDRO, Paula Poiet. ANDRADE, Vinicius Santos. PASCHOARELLI, Luis Carlos. Aprovado pelo Ergotrip Design (2024) Qualis B1.

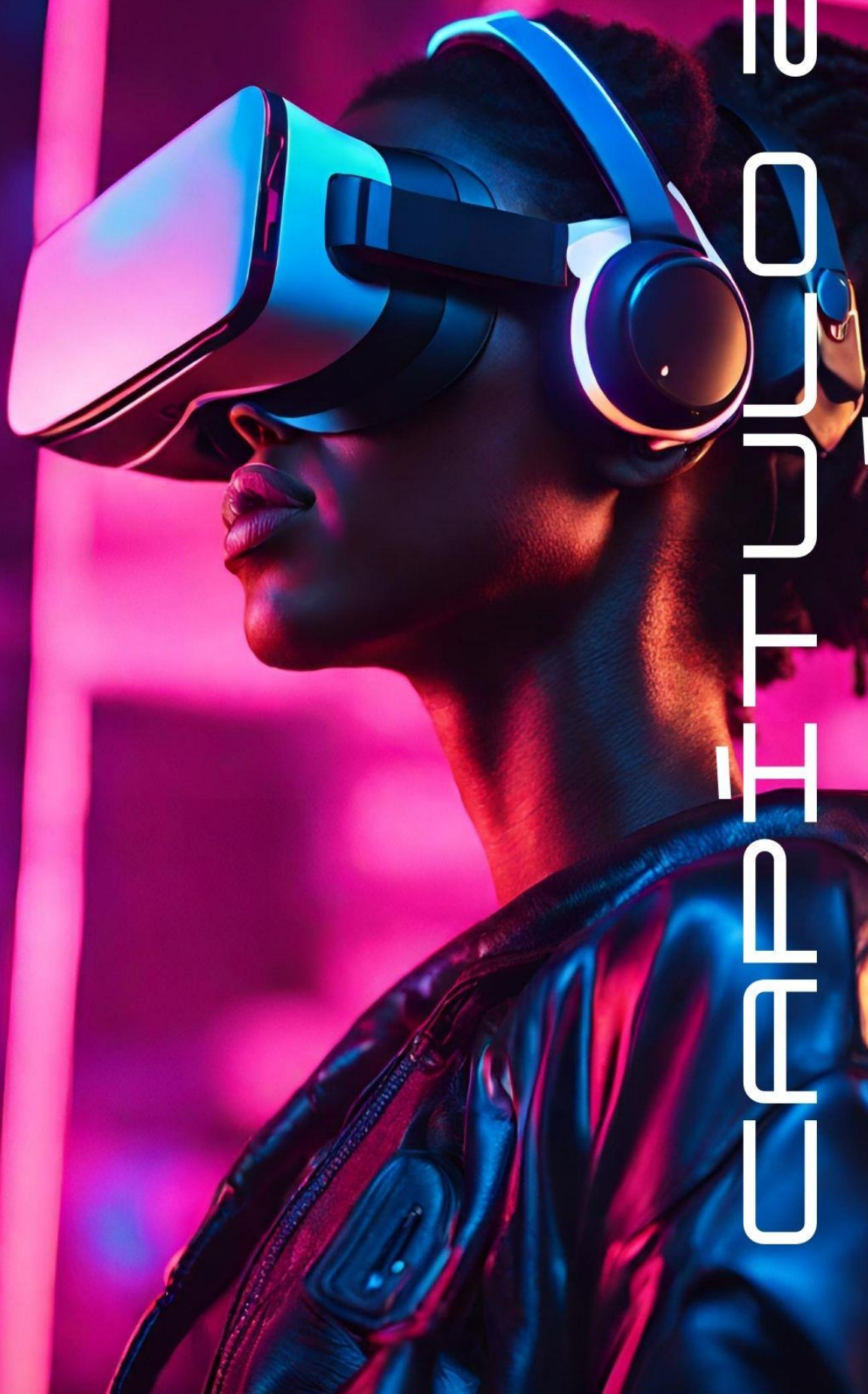
Estudo Quantitativo | Título: Realidade Virtual (VR) na avaliação da Experiência do Usuário (UX): uma comparação entre Atividade Laboratorial Real (ALR) e Atividade Laboratorial de Realidade Virtual (ALVR). Porsani, Rodolfo Nucci; Paschoarelli, Luis.Carlos, submetido e aprovado pela Revista Estudos em Design Qualis A1.

Capítulo 4 apresenta a discussão geral da tese e desempenha papel crucial de interpretar, analisar e contextualizar os resultados obtidos durante a pesquisa. Aqui são apresentados a interpretação dos resultados, relação com a literatura, implicações práticas e teóricas, limitações da pesquisa, sugestões para pesquisas futuras, validação e confiabilidade, contextualização social e ética, resumo das conclusões, contribuições da tese.

O Capítulo 05 apresenta a conclusão da tese e vem a consolidar os principais achados da pesquisa e fornecer uma resposta definitiva à questão de pesquisa. Aqui estão os elementos: revisão dos objetivos da pesquisa, síntese dos resultados, contextualização das descobertas, resposta à pergunta de pesquisa, implicações práticas e teóricas, contribuições da tese, limitações e sugestões para pesquisas futuras, reflexão pessoal, encerramento e perspectivas futuras, agradecimentos.

Ao Capítulo 6 seguem as referências bibliográficas que fundamentaram a pesquisa, bem como os Apêndices (Capítulo 7) e Anexos (Capítulo 8).

THE FUTURE IS NOW



CAPÍTULO 02: ESTUDOS TEÓRICOS

ESTUDO| REFLEXÕES SOBRE DESIGN PARA EMOÇÃO: PERCEPÇÕES NO CAMPO DA ESTÉTICA DO ARTEFATO.²

2.1.1 APRESENTAÇÃO

O presente capítulo apresenta uma contextualização teórica sobre os fatores Emoção, Percepção e Estética do artefato. Desta maneira seu objetivo foi propor uma breve abordagem da relação entre o Design, a emoção e a estética, de modo a entender o papel que cada um exerce dentro do processo de desenvolvimento de produtos e como esses fatores podem agregar na experiência de uso entre usuário-artefato.

2.1.2 ESTÉTICA, EMOÇÃO E DESIGN

Os aspectos estéticos de um produto influenciam diretamente nos seus valores simbólicos. O objeto, principalmente quando alcança um nível de iconicidade, passa a ser identificado imediatamente pela sua aparência. Esse pensamento pode ser corroborado por Baxter (2012) ao apresentar os 3 níveis de classificação da percepção atuante sobre os produtos: O nível básico onde o impacto está atrelado à imagem visual (pré-atenção); o intermediário, que envolve a capacidade de processamento visual que nos permite observar e avaliar determinadas características visuais; e o nível mais alto, que está relacionado a fatores socioculturais e econômicos.

Dessa forma, o termo “estética” abordado neste artigo é norteado pelos conceitos apresentados por Löbach (2011), que encara a estética do produto como subproduto da relação entre o objeto e a possível percepção por parte do observador. Partindo do pressuposto de que “percepção é um processo pelo qual uma aparência estética se transforma em significado”.

² Este capítulo é baseado no artigo: Reflexões sobre design para emoção: percepções no campo da estética do artefato. Porsani, Rodolfo Nucci., Demaison, AL, Ferro Marques, LR, Martins Fernandes, N., & Paschoarelli, LC (2022). Cadernos do Centro de Estudos de Design e Comunicação, (159). <https://doi.org/10.18682/cdc.vi159.6824>. Qualis A2.

Conforme Baxter (2012) a estética torna o produto atrativo e possibilita que o usuário experimente sensações conscientes e inconscientes. E fatores como forma, cor, textura (tidos como aspectos configuracionais do produto segundo Löbach (2001) e a apresentação desses produtos influenciam diretamente no conceito ou ideia formada a partir do objeto.

Se as emoções são tão significativas na experiência do usuário com o produto, de que maneira pode-se evocá-las? Conforme aborda Kindlein Júnior *et al.* (2008), a explicação encontra-se na forma como cada usuário percebe-se em relação a si mesmo e ao mundo ao seu entorno. Para compreender de forma mais ampla os fatores de estímulo, é necessário delimitar o organismo humano. Segundo Lida e Guimarães (2016), trata-se de um sistema complexo, que pode ser classificado em quatro subsistemas: Sensorial, Nervoso central, Osteomuscular e Auxiliar.

Dentre esses subsistemas destaca-se o Sensorial, classificado pelo autor como “parte que capta estímulos do meio ambiente em forma de energias (luz, vibrações sonoras, temperaturas) e substâncias químicas (paladar, odores). É composto pelos olhos, ouvidos, receptores cutâneos e outros” (Lida e Guimarães, 2016). Tais estímulos (informações) são conduzidos ao sistema nervoso central, onde são processados, transformados em decisões ou armazenados em forma de memória.

De acordo com Vygotsky (1999), as sensações precedem as emoções. Neste sentido, para que possa haver qualquer sentimento de emoção, previamente o indivíduo deve receber algum tipo de estímulo que provocará uma sensação, podendo gerar uma percepção e, posteriormente, acarretar ou não em uma emoção. A Sensação trata-se de um fenômeno de essência biológica; a Percepção envolve processamento cognitivo, progredindo do momento de recepção, constatação até a análise da informação e a sua comparação com outras já armazenadas na memória.

A Percepção é o resultado do processamento do estímulo sensorial após um processo de significação. Assim, os estímulos captados são ordenados e integram informações significativas sobre o meio ao qual o indivíduo está inserido. Nesse processo, o indivíduo utiliza-se da memória para transformar sensações em significados, relações e julgamentos.

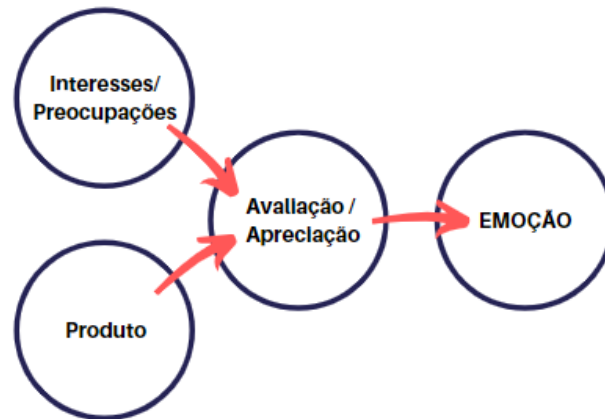
2.1.3. DESIGN PARA EMOÇÃO

O Design tem por missão satisfazer as demandas físicas e psíquicas dos usuários por meio das interações derivadas do processo de uso. Portanto, para o designer, é necessário entender e decifrar como tais demandas ocorrem. É fundamental a compreensão da função estética e saber os fatores, internos e externos, que afetam o indivíduo. Do uso dos objetos podem se derivar experiências positivas ou negativas. Questões como cultura, religião, sociedade e ideologias são apontados por Tai (2017) como possíveis limitantes em relação a uma estética que possa ser considerada universalmente bela. Esta ideia corroborada por diversos autores (NORMAN, 2002; NIEMEYER, 2008; DAMAZIO *et al.*, 2008), que abordam a importância do “bom projeto” por meio do equilíbrio estético-funcional para materializar significados e emoções, garantindo assim bons níveis de interação.

Compreende-se, então, que o observador é impactado diretamente por elementos configurativos e aspectos visuais aparentes (cor, forma, textura e acabamentos) dos produtos. Neste sentido corroboram Lisboa e Bisognin (2003), para quem produtos que possuem valores estéticos, para além dos funcionais bem desenvolvidos, podem resultar em maiores índices de agradabilidade e satisfação (necessidades físicas e psíquicas) do consumidor. Além disso, fatores endógenos e exógenos são responsáveis por moldar a percepção do usuário, percepção essa que é particular, individual e coletiva, quando decorre de interações em sociedade ou grupos sociais.

Isso torna o design orientado para aspectos cognitivos um grande desafio para a prática projetual, já que se observa ser difícil manipular ou prever o impacto emocional de um projeto. Tal fato se dá, principalmente, pelas emoções serem pessoais: diferentes indivíduos dão diferentes respostas emocionais para os mesmos produtos (DESMET, 2003). Ainda para o autor, para se projetar um produto com apelo emocional positivo, é necessário compreender e melhorar as interações entre pessoas e objetos para além das necessidades físicas. Deve-se conhecer também as necessidades psíquicas, as dores e desejos do público que fará uso desses artefatos. Dessa maneira, a ideia proposta do processo de avaliação/apreciação de um produto é apresentada na Figura 05.

Figura 5. Processo de Avaliação/Apreciação de um produto



Fonte: Adaptado de Desmet (2002).

Pesquisas de autores como Jordan (1999), Desmet (2002, 2003) e Norman (2008) buscaram desenvolver ferramentas para estudos da compreensão da inter-relação do Design com a emoção. Os autores investigam diferentes fontes de prazer relacionadas aos objetos, desde estímulos fisiológicos (sensações corporais), psicológicos (ganhos relacionados ao “eu”), sociológicos (interação social) e ideológicos (estimulação sensorial) além da forma como a aparência de um produto pode evocar emoções (positivas ou negativas) e afetar o modo como as pessoas lidam e utilizam as informações e a influência desse processo nas emoções.

Segundo Jordan (1999), os prazeres podem ser classificados em Prazer Fisiológico (relacionado ao corpo e aos sentidos); Prazer Psicológico (refere-se aos prazeres da mente, incluindo aqueles advindos de executar ou finalizar tarefas); Prazer Ideológico (proveniente de entidades “teóricas”, como livros, arte e música, oriundos da combinação entre os valores da pessoa com os dos produtos), e por fim Prazer Social (derivado das relações com outras pessoas);

Norman (2008) propôs ainda que o Design poderia seguir três diferentes estratégias: design para aparência (ou design visceral), design para conforto/facilidade de uso (design comportamental) e design para significado reflexivo (design reflexivo). demonstrando grande preocupação em compreender a relação da emoção com relação ao uso dos produtos.

Nível Visceral - Relaciona-se à ideia de instinto, ocorrendo ao primeiro contato com um novo artefato e às primeiras sensações desencadeadas. Os fatores de forte influência neste nível são a forma, cores, contornos e contrastes. Pode-se deduzir aqui que a beleza de um produto “visceral” pode instigar os observadores, que assim

se privam de analisar fatores de uso e optam pela estética, impactando diretamente numa possível compra.

Nível Comportamental - Refere-se a um processo cognitivo que ocorre de forma inconsciente, contudo responde por boa parte das tomadas de decisões diárias. Relaciona-se à aspectos como experiência tátil, ao bem-estar no uso e pós-uso, à satisfação, à rápida resposta às ações por parte do artefato e consequentemente à identificação do usuário com o produto. Neste nível existe relação não apenas com a facilidade no uso, mas com o prazer de sentir-se no controle do objeto/situação, bem como com o prazer de realizar a tarefa de forma completa, fácil e ininterrupta.

Nível Reflexivo - Terceiro nível, consciente e atento. Compete a este nível um envolvimento com o que o autor define como “Superego”, um segmento cerebral que influencia na percepção sobre si mesmo perante demais indivíduos, o que gera um estado de atenção e autocobrança. Neste contexto aplicam-se ideias de status, classes e aceitação/rejeição por parte de determinados grupos sociais pelo simples fato de consumir ou possuir o mesmo produto, marca ou serviço comum àqueles indivíduos.

Em paralelo, Löbach (2001) propõe que é preciso compreender os elementos configurativos que compõem os artefatos. Segundo o autor, estes elementos são agrupados em macroelementos (forma, material, superfície, cor etc.) e microelementos, que aparecem de forma não-imediata no processo de percepção. Ainda para Löbach, um bom projeto tem em seu âmago o ofício de suprir as demandas dos usuários por meio de relações fixadas durante o uso. Sendo assim, pode-se afirmar que os artefatos carregam consigo e desempenham funções estéticas, práticas e simbólicas.

Quanto às funções estéticas, o autor argumenta que estas dizem respeito à capacidade do produto sensibilizar os sentidos humanos, tratando-se da relação em um nível sensorial. O uso sensorial de produtos se dá, principalmente, pela percepção dos sentidos visual, tátil e sonoro por meio das funções estéticas. Ainda quanto à função estética, Löbach (2001) afirma que o uso sensorial de produtos industriais depende de fatores essenciais como as experiências anteriores com as características estéticas do produto.

Ainda conforme Löbach (2001), as funções práticas dizem respeito à capacidade do produto em atender e suprir as necessidades fisiológicas do usuário, ou seja, as que se situam no nível orgânico-corporal. Estas funções também passam a sensação de facilidade de uso, sendo as que envolvem os aspectos fisiológicos da relação humano x produto. Para além disso, tais funções aplicadas aos produtos preenchem condições fundamentais para a sobrevivência do homem e mantém a sua saúde física.

No que diz respeito às funções simbólicas, Löbach (2001) explica que estas consistem no significado, conceito ou simbologia implícito ou explícito no produto e identificado pelo usuário. É uma das funções mais complexas, pois leva em conta fatores sociais, culturais, políticos e econômicos e, também, associa-se a valores pessoais, sentimentais e emotivos, que se ligam a espiritualidade, experiências e sensações prévias do usuário. A função simbólica se relaciona com o seu consumidor por meio de toda a sua experiência prévia. Esta função está diretamente ligada à emoção que o produto transmite ao usuário.

Por fim, o autor propõe que um bom design não atende apenas uma ou duas, mas sim as três funções (prática, estética e simbólica) simultaneamente, por meio da prática durante o uso, ocasionando uma experiência estética e simbolizando algo que conecte o usuário, suas memórias e os objetos. Löbach ainda complementa que “os produtos possuem diversas funções, que podem ser hierarquizadas pela importância. (...) A função principal está sempre acompanhada de outras funções secundárias de acordo com as múltiplas necessidades e aspirações dos usuários” (2001).

Portanto, é possível correlacionar o prazer fisiológico proposto por Jordan ao nível visceral (design para aparência) proposto por Norman com as funções estéticas do produto propostas por Löbach, onde ocorrem interações nos campos dos sentidos e emoções (Figura 06). Do mesmo modo, compara-se o prazer psicológico (Jordan) com o nível comportamental (Norman) à função prática (Löbach), onde ocorrem as interações fisiológicas e são pensadas as relações de facilidade para uso, princípios ergonômicos e antropométricos. Por sua vez, o prazer ideológico (Jordan) ao nível reflexivo (Norman) pode-se relacionar à função simbólica (Löbach), onde ocorre a interação no campo dos conceitos, significados, mensagens e simbolismos, por fim o prazer social (Jordan) derivado das relações

sociais, que podem estar relacionado com mais de uma função (Löbach) e nível de interação (Norman).

Figura 6. Comparação dos conceitos de Jordan (1999), Lobach (2001) e Norman (2008).

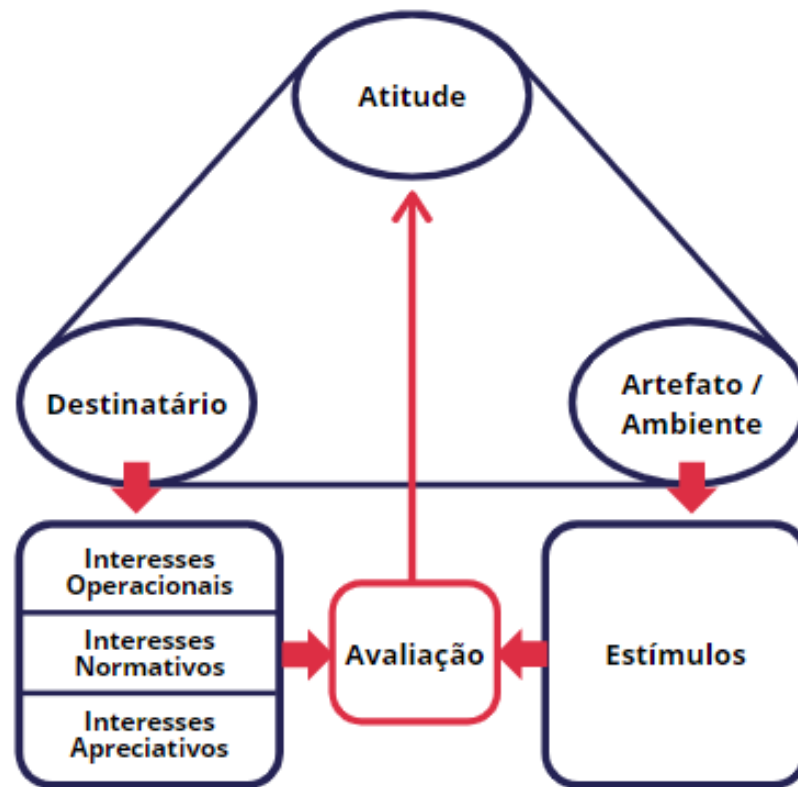


Fonte: elaborado pelos autores.

Por sua vez, Desmet, Hekkert e Jacob (2000) sugerem a ideia de um modelo de interação usuário-produto-emoção (Figura 7), descrevendo de modo geral as regras por meio das quais os produtos despertam emoções. Os autores reafirmam que o produto suscitará emoção positiva quando o indivíduo considerar determinado estímulo como causador de consequências importantes para a realização de seus interesses, sejam eles operacionais, artefatos utilitários, sociais, afetivos e cognitivos.

Por fim, Niemeyer (2008) afirma que “parece problemático discutir respostas emocionais com os usuários, porque eles, em geral, acham muito difícil expressar o que sentem e o porquê sentem”, devido ao fato de que “a maioria dos produtos leva uma mistura de emoções, porque eles se articulam com muitos interesses diferentes”. Entre a linha tênue do consciente e do subconsciente, muitas vezes torna-se difícil para o designer compreender os motivos das reações emocionais.

Figura 7. Modelo de Desmet, Hekkert e Jacob (2000) para a interação Usuário x Produto x Emoção.



Fonte: elaborado pelos autores.

ESTUDO| DESIGN + REALIDADE VIRTUAL: REVISÃO TEÓRICA DE CONCEITOS, REFLEXÕES E PRÁTICAS DE UX³

APRESENTAÇÃO

O presente capítulo apresenta uma contextualização teórica sobre os fatores de interesse do campo do Design, UX e da Realidade Virtual, apresentando conceitos, reflexões e práticas importantes a considerar. Desta maneira seu objetivo foi propor uma revisão de forma ampla e horizontalizada, o estado da arte sobre as inter-relações entre o Design (e linhas de pesquisa como Usabilidade, UX, Design for X, Ergodesign, Design Centrado no Usuário e Design para Emoção) e a Tecnologia de VR.

2.2.1. REFERENCIAL TEÓRICO

A Realidade Virtual (VR) é um ambiente interativo, criado por meio de tecnologias computacionais, que simula experiências imersivas e convincentes. Segundo Kimer *et al.* (2006), a VR é uma interface avançada do usuário, permitindo interações tridimensionais em tempo real com ambientes, objetos e outros usuários. Jerald (2015) define a VR como um ambiente criado por computador que simula experiências como se fossem reais. Essa tecnologia permite a criação de cenários virtuais e oferece uma forma interativa e estimulante de apresentar informações (Rheingold, 1991).

A VR tem sido amplamente utilizada em diversos campos, como jogos, treinamentos, simulações e terapias. Ela proporciona uma experiência imersiva que pode envolver múltiplos sentidos, como visão, audição e até mesmo tato. Essa imersão é alcançada por meio do uso de dispositivos, como óculos de realidade virtual e luvas sensoriais, que permitem aos usuários interagirem com o ambiente virtual de forma mais natural e envolvente (Cummings *et al.*, 2012).

³ Este capítulo é baseado no artigo: Revisão Bibliográfica (por conveniência) | Título: Design + Realidade Virtual: Revisão Teórica de Conceitos, Reflexões e Práticas de UX Porsani, Rodolfo Nucci; Raposo, Felipe, Demaison André Leonardo, Paschoarelli, Luis Carlos. CUADERNOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS DE DISEÑO Y COMUNICACIÓN, v. 225, p. 115-134, 2024. Qualis A2.

Além disso, a VR tem o potencial de criar novas formas de interação e comunicação. Ela pode permitir que pessoas distantes geograficamente se encontrem e interajam em ambientes virtuais compartilhados, proporcionando uma sensação de presença e proximidade (Feasel *et al.*, 2011). Essa capacidade de conectar pessoas e criar experiências imersivas torna a VR uma tecnologia promissora com aplicações em diversas áreas, como educação, medicina, arquitetura e entretenimento (Gregg & Tarrier, 2007).

A partir desta condição, faz-se necessária uma reflexão sobre as perspectivas atuais e de um possível futuro próximo da VR. Aliada às metodologias de UX, UI e Design para Emoção, a VR pode se tornar uma alternativa viável, com potencial para auxiliar e complementar os processos projetuais e metodológicos, já consolidados no campo do Design e Fatores Humanos (Porsani *et al.*, 2023).

2.2.2. METODOLOGIA

Para a elaboração metodológica, optou-se por realizar uma pesquisa exploratória por meio de uma revisão assistemática narrativa, conduzida de maneira horizontalizada, apresentando conceitos, reflexões, perspectivas e um panorama mais amplo e descentralizado das possibilidades de utilização da VR e sua interação com o Design, de modo a complementar o trabalho de Porsani *et al.* (2023). Optou-se por uma abordagem mais holística e horizontalizada para auxiliar no delineamento de um cenário de estado da arte sobre as intersecções da UX uso da VR. Apresentam-se os conceitos bases que envolvem os temas Design, UX e VR, bem como os fatores e conhecimentos específicos para a pesquisa e desenvolvimento de ambientes, artefatos e experiências em VR.

Para tal, reitera-se que o campo do Design reúne conhecimentos de diferentes áreas e disciplinas científicas e, quando o foco se concentra na interface usuário x artefato Bonsiepe (2015), justificando a necessidade de se compreender seus conceitos e suas possibilidades de aplicação e suas interações com demais áreas tecnológicas. Para além disso, realizou-se também uma busca pelo termo “Realidade Virtual” na plataforma *Google Trends*, uma ferramenta do Google que indica as buscas mais populares em um determinado intervalo de tempo e demonstra o interesse a partir de gráficos de frequência, divididos também por regiões do mundo, e em diversos idiomas.

2.2.3. ANÁLISE E DISCUSSÕES

A Realidade Virtual tem sido alvo de pesquisa no Google ao longo dos últimos cinco anos, registrando os maiores picos de popularidade em 2018 e em 2022 (Figura 08). Esse fato corrobora a observação empírica de que a área desperta interesse, porém ainda enfrenta resistência ou lentidão na oferta de alternativas aos seus usuários.

Figura 8. Tendência de pesquisa no mundo por “Virtual Reality”



Fonte: Google Trends (2023), adaptado pelos autores.

Em relação à região (Figura 09), a VR é mais buscada na Etiópia (pontuação máxima), Estados Unidos (47 de 100), Austrália (45 de 100), Canadá (43 de 100) e Reino Unido (41 de 100).

Figura 9. Interesse por região em “Virtual Reality”.



Fonte: Google Trends (2023), adaptado pelos autores.

Sob perspectiva do território brasileiro (Figura 10), os estados federativos com maior procura sobre o assunto VR são: Rio Grande do Sul (100/100), Santa Catarina (91/100), Paraná (89/100), Rio de Janeiro (87/100), São Paulo (85/100), Minas

Gerais (80/100). demonstrando um panorama de interesse tecnológico em VR principalmente nos Estados das Regiões Sul e Sudeste. Contudo, estados da Região Nordeste (Pernambuco 74/100; Ceará 69/100; e Bahia 66/100); Norte (Pará 76/100) e Centro-Oeste (Goiás 65/100) também apresentam significativos índices de busca.

Figura 10. Interesse por estado brasileiro em “Virtual Reality”.



Fonte: Google Trends (2023), adaptado pelos autores.

Conforme mencionado na Introdução e no tópico de Metodologia, devido ao caráter complementar desta pesquisa, a discussão foi realizada de forma holística e horizontalizada para auxiliar no delineamento de um cenário de estado da arte sobre as intersecções da UX uso da VR.

2.2.4. UX, DESIGN FOR X, SENSAÇÕES, PERCEPÇÕES E EMOÇÕES

O Design e suas especificidades, do ponto de vista projetual, são importantes para o desenvolvimento de artefatos, serviços, interfaces e interações mais adequadas às capacidades e anseios humanos. Chapman (2005) afirma que qualquer objeto, independentemente de sua complexidade, pode suscitar experiências intensas aos usuários e cada decisão de design, não importa quão pequena, pode influenciar na percepção dessas experiências.

Neste contexto, UX Design (User Experience Design) é o processo de projetar (criar) produtos com o objetivo de buscar melhorias na experiência do usuário. É uma abordagem centrada no usuário que busca criar experiências que sejam intuitivas, eficientes e agradáveis. Esta abordagem envolve a compreensão das

necessidades, desejos e expectativas dos usuários, além da criação de soluções que atendam a essas necessidades. O UX Design envolve métodos, técnicas e práticas que visam projetar produtos, serviços e experiências que sejam significativos e satisfatórios para os usuários (Norman, 2018).

Norman (2018) ainda propõe que o design de interação humana é tão importante quanto o design de aparência, e que qualquer produto de tecnologia deve ser projetado de forma a tornar a experiência do usuário tão intuitiva quanto possível. O autor afirma ainda que os usuários, com suas necessidades e desejos, devem ser levados em consideração durante todas as etapas do processo de desenvolvimento de um produto. Complementam Hassenzahl e Tractinsky (2006) que os usuários têm predisposição, expectativas, necessidades e motivações particulares.

Por sua vez, o Design for X propõe uma estrutura de pensamento desenvolvida para se concentrar no design de produtos e serviços acessíveis e utilizáveis por todos. A estrutura tem como foco a experiência do usuário, exigindo compreensão profunda sobre suas necessidades, o contexto e o ambiente em que o produto ou serviço será usado, a fim de criar a melhor experiência possível (Marques, 2019).

O Design for X propõe considerar a experiência e as necessidades do usuário ao desenvolver e projetar um produto ou serviço. De fato, incentiva os designers a pensarem de forma holística, e a considerar o contexto do usuário para criar um produto ou serviço mais acessível e utilizável. Segundo Huang (1996), esta metodologia é passível de aplicação no processo de desenvolvimento de produtos e serviços, podendo contribuir com a melhora na qualidade, redução de custos e no ciclo de vida, assim como na flexibilidade, produtividade, eficiência e imagem social. Esses objetivos podem ser alcançados por meio de um processo colaborativo entre equipes projetuais multidisciplinares trabalhando em conjunto e exercendo múltiplas funções.

Pode-se dizer que o Design for X tem como objetivo proporcionar sensações, experiências, interações e emoções agradáveis para os usuários. Para isso, considera aspectos da ergonomia, da estética, da funcionalidade, da usabilidade e da hedonomia. A ergonomia trata das dimensões e formas dos artefatos para que

eles se adaptem às características anatômicas e fisiológicas dos usuários (Iida & Guimarães, 2016).

2.2.5. CONCEITOS DE REAL, VIRTUAL E O METAVERSO

Inicialmente, faz-se importante explicar sobre alguns conceitos basilares. São eles a Realidade, a Virtualidade e o Metaverso. O conceito de Realidade é frequentemente debatido por autores desde o campo da Filosofia Clássica à Contemporânea. Para Platão, em seu Livro VI de “A República” (primeira edição escrita por volta de 380 a.C.), a Realidade é aquela que existe de forma independente e anterior às percepções, pensamentos e sentimentos (retirado de Platão, 2017). Complementa Aristóteles, em seus Livros IV, VII e IX de “Metafísica” (século IV a.C.), ao definir a realidade como aquela que existe fora da consciência, algo que é objetivo, existente independentemente do pensamento humano. Ele acredita que a realidade é composta de substâncias, ou seja, objetos, coisas ou eventos que existem e são permanentes (retirado de Aristóteles, 2012).

Em suas reflexões, David Hume, na obra “Investigação sobre o Entendimento Humano” (1748), infere que a realidade é o que existe, independentemente de conhecimentos ou conceitos sobre ela. Por sua vez, Immanuel Kant escreveu em seu livro “Crítica da Razão Pura” (1781) que a realidade existe independentemente de conhecimento, sentimentos ou desejos.

O contemporâneo Vilém Flusser escreveu em “O Mundo Codificado” (2017), sobre a forma como a cultura foi afetada pela tecnologia e como a mesma cultura, por sua vez, influenciou a tecnologia. Flusser previu que a tecnologia moderna, especialmente a computação e a mídia digital, levaria ao que ele chamou de “mundo codificado”. O autor argumenta ainda que a tecnologia moderna ameaçava a liberdade humana, ao mesmo tempo em que oferecia aos seres humanos uma mudança de paradigma para a interação com o mundo. O conceito de “Mundo Codificado” é uma previsão de como a tecnologia digital criará um novo tipo de realidade, que virá a moldar o comportamento humano e as relações entre as pessoas.

Por fim, o também contemporâneo John Searle (1995) define que Realidade é o estado de coisas como são objetivamente, independentemente de qualquer interpretação ou opinião. Pode-se concluir, portanto, que a realidade é aquilo que

existe independentemente da consciência humana. É a totalidade de todos os entes, objetos, processos e eventos que existem e que foram percebidos, experimentados ou descritos. É o conjunto de fatos, coisas, acontecimentos, relações e contextos que dão significado ao mundo.

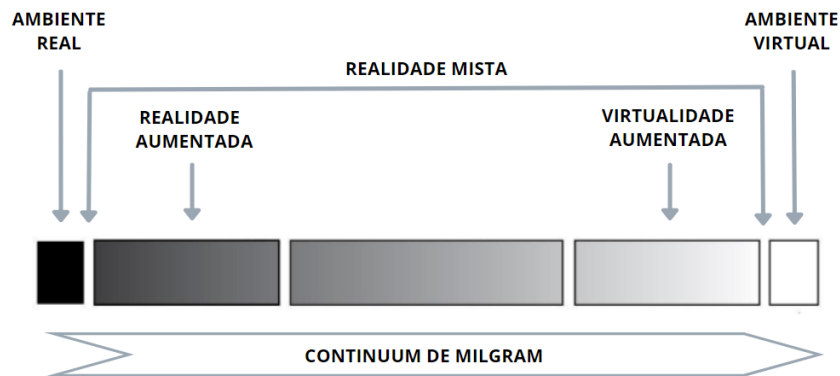
A partir de todos esses conceitos, é possível compreender melhor a importância da Realidade Virtual. A virtualidade em si é o uso de tecnologias para criar um ambiente virtual que simula a realidade, como vídeo games, aplicativos de realidade aumentada, realidade virtual, simulações de voo e design de jogos (Rheingold, 1991). Podem ser consideradas uma forma de interação com o mundo digital, que oferece experiências e informações que não estão disponíveis na vida real (Heim, 1994).

Por sua vez, a realidade virtual (VR) é definida por Kimer *et al.* (2006) como uma interface avançada do usuário, onde pode-se acessar programas feitos a partir de computadores, e onde é possível interagir com ambientes, objetos e outros usuários tridimensionais em tempo real. Uma definição mais atual, proposta por Jerald (2015), pontua que a realidade virtual é um ambiente interativo criado a partir de um computador que simula experiências como se fossem reais.

Pode-se inferir, portanto, que o design de realidade virtual permite a criação de cenários e experiências tridimensionais, que sejam imersivas e convincentes. É um meio de apresentar informações de forma interativa e estimulante, o que torna o design um elemento essencial para o seu sucesso.

Milgram *et al.* (1995) propõem o conceito que passou a ser conhecido como "Contínuo real-virtual", ou "Continuum de Milgram" (Figura 11), onde o mundo real encontra-se à extrema esquerda e a VR encontra-se no extremo direito. A realidade aumentada é obtida quando o usuário, imerso no ambiente real, interage com elementos virtuais tridimensionais no espaço físico real. Já a virtualidade aumentada acontece quando o usuário é transportado para ambiente sintético (virtual) e ali interage com elementos do mundo real.

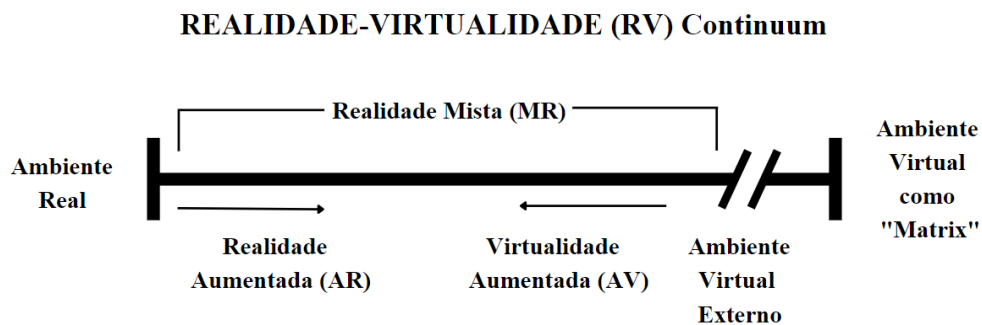
Figura 11. Fluxo Contínuo Real-Virtual de Milgram.



Fonte: Adaptado de Milgram *et al.* (1995).

Estes conceitos são debatidos e resgatados por Skarbez, Smith e Whitton (2021), que propõem uma atualização na qual o *continuum* é na verdade descontínuo, em que a realidade virtual perfeita não pode ser alcançada (Figura 12).

Figura 12. Fluxo Descontínuo Realidade-Virtualidade.



Fonte: Adaptado de Skarbez *et al.* (2021).

Os autores ainda propõem que a realidade mista é mais ampla do que se acreditava e abrange experiências da realidade virtual. Finalmente, sugerem uma taxonomia que acrescenta leva em conta o papel dos utilizadores, o que é fundamental para avaliar as experiências modernas de realidade mista. Este conceito em 3D incorpora elementos como presença e imersão, e propõe novas construções que podem ser importantes à medida que a tecnologia de realidade mista amadurece. Tal taxonomia, de Skarbez, Smith e Whitton (2021), propõe a interação de diferentes planos de abordagem levando em conta a experiência do usuário (Figura 13).

Figura 13. Taxonomia de Skarbez (2021).

	IMERSÃO (IM)	LUGAR DE ILUSÃO
	EXTENSÃO DO CONHECIMENTO MUNDIAL (EWK)	CONSCIÊNCIA MUNDIAL
	COERÊNCIA (CO)	PLAUSIBILIDADE DE ILUSÃO
	IM X EWK	ILUSÃO MUNDIAL REPLICADA
	IM X CO	PRESENÇA
	EWK X CO	ILUSÃO DE INTELIGÊNCIA DO SISTEMA
	IM X EWK X CO	ILUSÃO DE REALIDADE MISTA

Fonte: Adaptado de Skarbez R, Smith M e Whitton Mc (2021).

Para os autores, entende-se por consciência mundial “a sensação do usuário de que o sistema está ciente do mundo físico ao seu redor”; por Ilusão Mundial Replicada, “a sensação do usuário de que está em uma cópia virtual do mundo real (análogo ao conceito de telepresença descrito em Steuer (1992)”; por ilusão de inteligência do sistema, “a sensação do usuário de que o próprio sistema está consciente do seu entorno e usa essa consciência de forma inteligente, de maneiras que não violem a coerência”; por ilusão de realidade mista, “a sensação do usuário de que está em um local que combina perfeitamente estímulos reais e virtuais e responde de forma inteligente ao comportamento do usuário”. Ainda segundo os autores, não se objetivou menosprezar o trabalho do *continuum* de Milgram, que é um dos artigos mais reconhecidos na área, mas propor complementações e atualizações para que estes conceitos permaneçam relevantes dado o estado atual do cenário tecnológico.

O Metaverso tende, nestes fluxos contínuos (Milgram) e descontínuos (Skarbez) à extrema direita. É o termo usado para descrever um ambiente imersivo, interativo e persistente onde ocorrem experiências virtuais criadas digitalmente, que permite aos usuários navegarem por mundos virtuais, interagir com outras pessoas e criar conteúdo e experiências de maneira colaborativa. É uma rede de várias dimensões e múltiplos mundos virtuais como jogos, redes sociais, realidade aumentada, realidade virtual e inteligência artificial que se conectam e podem ser

acessados por meio de computadores ou dispositivos móveis. O termo foi cunhado pelo professor de computação Jaron Lanier, no ano de 1990.

Jaron Lanier é considerado o "pai" da realidade virtual, criador do termo "metaverso" e pioneiro na criação de tecnologias de realidade virtual. Lanier é um escritor prolífico, tendo publicado diversos livros sobre computação, tecnologia e realidade virtual, incluindo *"You Are Not a Gadget: A Manifesto"* (2010) e *"Dawn of the New Everything: Encounters with Reality and Virtual Reality"* (2018).

Este conceito foi popularizado por autores de Literatura Ciência-Ficção - SCI-FI. O romancista Ernest Cline, autor do *best seller* *"Ready Player One"* (Jogador Número Um), lançado originalmente em 2011, descreve o Metaverso como sendo um lugar onde a realidade é moldada pela imaginação e criatividade dos usuários. É um mundo de possibilidades infinitas onde as leis da física não se aplicam. No Metaverso, os usuários são livres para criar e explorar, e a imaginação é o único limite.

Neal Stephenson, em seu livro de 1992 *"Snow Crash"*, foca na temática cyberpunk em um metaverso futurista, no qual as pessoas podem navegar e interagir. Nele, o protagonista é transportado para um mundo virtual de programas de computador, códigos de dados e criaturas cibernéticas, onde enfrenta diversos desafios para salvar a humanidade.

Por fim, William Gibson, autor de *"Neuromancer"* (publicado originalmente em 1984, considerado o romance de cyberpunk mais influente de todos os tempos), fala sobre a relação da tecnologia e o futuro. O livro descreve um mundo futuro em que as tecnologias avançadas da computação, da inteligência artificial, da cibernética e da informática se entrelaçam e se fundem para criar possibilidades para as pessoas e para a sociedade. Também avalia os benefícios e os perigos, destacando a dependência das pessoas da tecnologia, bem como as consequências da falta de controle sobre ela. O livro também discute a interação entre a realidade virtual e a realidade física, destacando as vantagens e as desvantagens de ambas.

2.2.6 FATORES IMPORTANTES DA INTERAÇÃO COM A TECNOLOGIA VR

O principal e mais importante fator quando se trata de realidade virtual é a qualidade da imersão. Segundo Slater e Wilbur (1997), a imersão está diretamente relacionada à qualidade da experiência de realidade virtual que é oferecida ao

usuário. Refere-se à precisão do equipamento ao oferecer ao usuário a ilusão de uma realidade diferente daquela na qual este se encontra, é o nível objetivo em que um sistema de VR envia estímulos aos receptores sensoriais do usuário. Esta imersão é alcançada usando algoritmos, sensores, display e outros componentes para criar um ambiente virtual passível de interações.

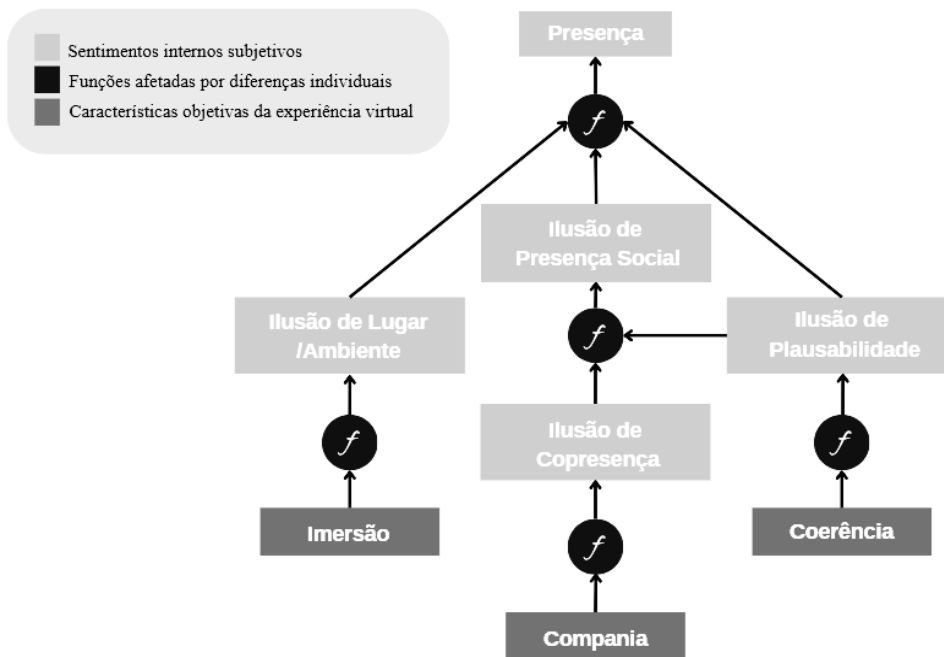
A capacidade imersiva é passível de métricas e pode ser mensurada por algumas variáveis (Cummings *et al.*, 2012). São elas: a qualidade de imagem e resolução; o campo de visão; a estereoscopia; o rastreamento dos movimentos (graus de liberdade); a abrangência de estímulos sensoriais (visão, tato, audição) e a combinação e envolvimento destes estímulos; a vivacidade (realismo); a interatividade com o ambiente e objetos ao redor; o contexto de enredo qual o usuário está inserido e, por fim, a sensação de presença.

Segundo Lombard e Ditton (1997) e Lombard e Jones (2015) a presença é a ilusão perceptiva de não mediação. É um estado de consciência no qual o usuário realmente acredita estar fisicamente presente em um ambiente virtual (Slater & Wilbur 1997). Segundo Tori *et al.* (2020), “por ser uma percepção subjetiva é muito difícil fazer uma avaliação objetiva de quão presente um usuário está se sentindo em determinado ambiente. Por esse motivo, a técnica mais difundida de se medir a percepção de presença é por meio de questionários” (p.14).

Tori, Hounsell e Kirner (2020) ainda afirmam que, mesmo com a capacidade de mensurar tais dados e isso auxiliar o desenvolvimento de sistemas melhores, não se pode garantir que o mais imersivo dos ambientes irá de fato fazer o usuário se sentir presente ao utilizá-lo. Segundo Jerald (2015), existem quatro tipos de ilusão de presença: a Presença Espacial (sentir-se em determinado local), a Presença Corporal (sentir que tem um corpo), a Presença Física (poder interagir com os elementos do cenário) e a Presença Social (poder se comunicar e interagir com os personagens do ambiente).

Complementam Skarbez, Brooks e Whitton (2017), apresentando um diagrama de interação de elementos para a formação da sensação de presença (Figura 14).

Figura 14. Diagrama das Relações propostas entre os conceitos de presença.



Fonte: adaptado de Skarbez, *et al.* (2017, 96: p23), tradução própria.

A sensação de presença pode ser compreendida/construída por três vias: via Imersão, na qual os indivíduos, por meio de uma ilusão de lugar/ambiente, atingem a sensação de presença (espacial); via Companhia, na qual as empresas geram uma ilusão de copresença e os usuários, por meio de uma ilusão de presença social, atingem uma sensação de presença; e via Coerência, na qual os usuários, por meio de uma Ilusão de Plausibilidade (nível mais avançado de imersão), podem seguir à uma ilusão de presença social ou sensação de presença. Ressalta-se que fatores intrínsecos, particulares e individuais dos usuários podem afetar subjetivamente e objetivamente tais interações.

É importante ressaltar também o fator de realismo percebido pela experiência do usuário. Bridge *et al.* (2007) notaram que o realismo percebido foi positivamente relacionado à melhoria no desempenho e à sensação de prazer. Complementam Bae *et al.* (2012), para quem a sensação de presença é diretamente proporcional ao realismo percebido. Park *et al.* (2018), por sua vez, reforçam a importância do realismo e reafirmam que o nível de qualidade da experiência está diretamente ligado ao realismo fornecido pelos aplicativos e *hardwares*.

O nível de realismo e interação está diretamente ligado ao nível de presença. Quando bem desenvolvidos em objetos e ambientes de realidade virtual, podem

suscitar fortes respostas cognitivas e emocionais como prazer e excitação, o que pode contribuir com uma boa experiência do usuário (Lethonen *et al.*, 2005).

Convém registrar também alguns problemas de interação dos usuários com a VR. Uma delas é a chamada Cybersickness, que se trata de um dos efeitos colaterais mais comuns da realidade virtual. É um sentimento de desconforto ou náusea que pode ocorrer quando se está imerso em um ambiente de realidade virtual. É causada pelo desequilíbrio entre o movimento percebido pelos olhos e o movimento real do corpo (Billinghurst & Kato, 2002; Billinghurst & Kato, 2003).

A Cybersickness é um sintoma comum entre jogadores e usuários de dispositivos de realidade virtual, pois o cérebro é incapaz de processar a discrepância entre o que os olhos veem e o que o corpo sente. Rebenitsch (2021) pontua que a Cybersickness, também conhecida como doença de movimento visualmente induzido, oferece sintomas que podem incluir tonturas, náuseas, vertigem, dores de cabeça, sudorese e visão turva.

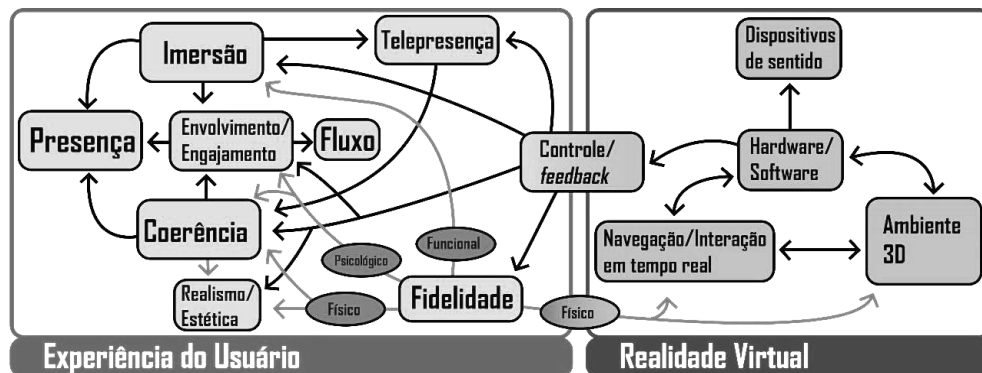
Para prevenir a Cybersickness, é importante que os usuários tomem descansos regulares e limitem o tempo gasto em realidade virtual. Também é importante certificar-se de que os jogos e aplicativos de realidade virtual estejam configurados corretamente para minimizar o desequilíbrio entre o movimento percebido e o movimento real (Billinghurst & Kato, 2001).

Sampedro (2021) desenvolveu uma pesquisa bibliográfica sobre UX em ambientes de VR, na qual foram constatados os componentes que definem a experiência, como eles se relacionam e como podem influenciar na sensação de presença do usuário. A pesquisa foi seguida de entrevistas e questionários, e avaliação de diferentes equipamentos, os resultados apontam para elementos com potencial para trazer impacto na interação em VR. Tais elementos podem trazer desconforto ou causar estranheza “[...] e diminuir a sensação de envolvimento com o ambiente ou provocar repulsa pelo mesmo” (Sampedro 2021 p.135). São exemplos desses fatores:

1. Tempo de resposta (feedback) dos comandos;
2. Movimentação restrita ao invés de liberdade de movimentação;
3. Restrição de interação apenas ao visual (olhar para o objeto),
4. Falta de feedbacks dos comandos.

Sampedro (2021) ainda propõe uma imagem-conceito relacionando a conexão entre a UX e o equipamento utilizado (Figura 15), onde as setas indicam a influência entre os termos.

Figura 15. Conceito relacionando a conexão entre a UX e o equipamento.



Fonte: Sampedro (2021, p.70).

Exemplificando: a imersão influencia a presença, telepresença e envolvimento/engajamento ao mesmo tempo em que é influenciada pelo controle/*feedback*, fidelidade e equipamento. Nesta estrutura proposta, a Sensação de Presença é entendida como elemento principal da UX em VR. Por fim, Sampedro (2021 p.136) indica parâmetros para construção de ambientes virtuais que incentivam o envolvimento e participação dos usuários. Segundo o autor,

A avaliação do público e como esse vai interagir com o ambiente VR (se será sozinho, por muito tempo ou apenas alguns instantes) e definir o que será necessário, para que problemas com controles e desconfortos (como náuseas e dores de cabeça sejam evitados). Aqui também se enfatiza a importância da escolha dos aparelhos utilizados; as limitações do próprio sistema VR e o que esse traz de pontos positivos e negativos. Para que não sejam aplicados cenários muito realistas em aparelhos que não suportam renderizar corretamente as formas 3D, iluminação e mapas de textura detalhados, prejudicando a UX, ou sistemas que incentivam muita movimentação do usuário, mas mantém o HMD conectado a computadores por meio de fios; Atenção aos *feedback* dos comandos dados pelos usuários, independente da interface que esses são recebidos (esteiras, luvas, *leap motion*, *joysticks*, movimentos do corpo próprio usuário, entre outros). Uma resposta atrasada ou inesperada, está diretamente ligada a quebras na sensação de Presença; os *feedbacks* do sistema (devem ser condizentes aos seus objetivos) como já

mencionados por Nielsen (Nielsen, 1993). Por mais simples que a aplicação em VR seja, é importante que esta mostre ao usuário o que está acontecendo”

Outros fatores como: baixo peso do equipamento, ampla resolução de imagem e realismo/estabilização de imagem (Whitton, *et al.* 2005), processamento rápido, quantidade elevada de sensores, amplo grau de liberdades nos movimentos, curto tempo de resposta dos controles / latência - *frames per second* - (Meehan, *et al.*, 2003; Feasel, Whitton e Wendt, 2008), narrativa envolvente, naturalidade de interação e VR-UI (Coomans E Timmermans, 1997); movimentos naturais, e marcha (Usoh *et al.*, 1999; Feasel *et al.*, 2011) e interação intuitiva com objetos, ambientes e outros players (Bowman e Wingrave, 2002; Bowman, Rhoton e Pinho, 2002; Bowman *et al.*, 2003; Bowman e McMahan 2007; Andersen *et al.*, 2019), *feedbacks* e estímulos multissensoriais como o visual, háptico, sonoro, vibração, entre outros (Piumsomboon, *et al.*, 2017; Chen *et al.*, 2017), quando bem desenvolvidos podem ser fatores significativamente positivos na sensação de presença, copresença e presença social (Skarbez *et al.*, 2017; estímulos e experiências emocionais (Baños *et al.*, 2004; Baños *et al.*, 2008, Bernal & Maes, 2017), para além de significativas interações de UX e UI em VR (Slater e Wilbur, 1997; Sanchez-Vives, e Slater, 2005; Slater e Sanchez-Vives, 2016).

Por sua vez, Cheiran *et al.* (2022) propõem um modelo teórico adaptado tendo como base o modelo *Components of User Experience* (CUE) para UX (Mahlke, 2008) e introduz elementos de VR *sickness* e sensação presença na avaliação de interação humano-computador (Figura 16). Inclui também a reestruturação de subfatores e a simplificação de dimensões fundamentadas em modelos de UX para VR e relações entre componentes da experiência em VR.

Figura 16. Modelo teórico de UX para VR proposto por Cheiran *et al.* (2022).



Fonte: Adaptado de Mahlke (2008).

Em suma, enfatiza-se a importância de avaliar como o público interage em ambientes de Realidade Virtual (VR) e como evitar desconfortos como náuseas. Também se menciona a necessidade de escolher dispositivos apropriados e compreender as limitações da VR, além de equilibrar realismo com capacidade técnica e objetivando o conforto e a segurança do usuário. A resposta rápida aos comandos também é vital para manter a imersão. O sistema deve fornecer feedback claro e alinhado aos objetivos, mesmo em aplicações simples, e utilizar de recursos, métricas e metodologias de UX para melhorar a experiência geral do usuário.

ESTUDO| DESIGN E REALIDADE VIRTUAL: BREVE REGISTRO HISTÓRICO, CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS PARA O FUTURO⁴

APRESENTAÇÃO

O presente capítulo apresenta uma contextualização teórica sobre os fatores de interesse do campo do Design, UX e da Realidade Virtual, apresentando uma revisão histórica da evolução da tecnologia e um registro atual dos principais equipamentos encontrados no mercado (disponíveis para compra até 09/2023). para além disso apresenta fatores importantes a se pensar ao se projetar para VR.

2.3.1. História e Timeline da VR

A primeira menção à realidade virtual vista através de óculos pode ser datada de 1930, pelo escritor de ficção científica Stanley G. Weinbaum. Tal conceito contém a ideia de um par de óculos que permitem que o usuário possa experimentar um mundo fictício por meio de holografia, olfato, tato e paladar (Aciiid, 2020).

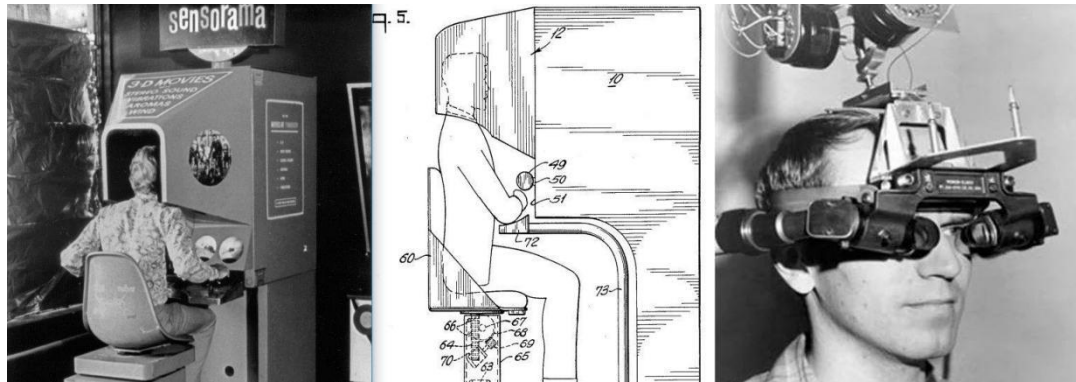
Frisa-se que as pesquisas na área da realidade virtual não são tão recentes quanto aparentam ser. Nos anos 1950, o cineasta Morton Heilig, considerado o pioneiro na criação de sistemas imersivos, já projetava o que seria o então chamado “cinema do futuro” (Goulart, 2022). Com isso, produziu um equipamento batizado de “Sensorama” (Figura 17), que consistia em uma máquina na qual o usuário era submetido a diversos estímulos sensoriais, como odores e visão estereoscópica que forneciam uma experiência imersiva única (Romão, 2014).

Em 1960, o engenheiro Ivan Sutherland desenvolveu o primeiro aparelho que apresentava o conceito visual compreendido atualmente, como o instrumento que viria a possibilitar e inspirar o que hoje é conhecido como óculos de realidade virtual: o Ultimate Display. Por mais distinto que seja, Sutherland produziu o primeiro

⁴ Este capítulo é baseado no artigo: Design e Realidade Virtual: breve registro histórico, cenário atual e perspectivas para o futuro. PORSANI, R. N.; SOUZA, L. R. de, FERNANDES, RAPOSO, Felipe Pereira, DEMAISON, André Leonardo. (2023 C). Anais do Congresso Plural Design 2023, Programa de Pós-graduação em Design e Curso de Design da Universidade da Região de Joinville/Univille, DOI: 10.5151/pluraldesig2023-50>. Qualis b4

capacete de realidade virtual. Essa tecnologia contava com a presença de duas câmeras fixadas a um *display* óptico (Tori e Kirner, 2006).

Figura 17. Sensorama (esquerda) e Ultimate Display (direita).



Fonte: Aciid (2005).

Já o termo realidade virtual (VR) que se utiliza atualmente originou-se no fim da década de 1980, quando o cientista computacional e artista Jarion Lanier uniu dois conceitos considerados imiscíveis em um único conceito inovador. Tal proposta anunciava então o que poderia ser uma nova era da tecnologia: a busca pela fusão do real com o virtual (Tori *et al.*, 2006).

2.3.2. CONCEITOS BASES DE REAL, VIRTUAL E O METAVERSO

Para uma melhor compreensão dos termos, inicialmente faz-se importante explicar sobre alguns conceitos basilares. São eles a Realidade, a Virtualidade e o Metaverso. Tori e Hounsell (2020) definem a realidade como tudo aquilo que é captado por nossos sentidos. Logo, todos os estímulos oriundos do meio externo, incluindo imagens projetadas por computadores, podem ser considerados realidade. A Virtualidade é o uso de tecnologias para criar um ambiente virtual que simula a realidade, como vídeo games, aplicativos de realidade aumentada e simulações de voo. Tais ambientes podem ser considerados uma forma de interação com o mundo digital, que oferecem experiências e informações que não estão disponíveis na realidade (Slater e Steed, 2018).

⁵ Disponível em: <<https://aciid.com/virtuality-genesis-evolution-of-virtual-and-augmented-realities/>>. Acesso em fev. De 2024.

Aqui vale também explicar o termo Realidade Aumentada (AR), que consiste em uma tecnologia que permite sobrepor elementos virtuais ao ambiente real, por meio do uso de dispositivos eletrônicos como smartphones e tablets. Segundo Cabral e Pereira (2015), a Realidade Aumentada é capaz de criar uma experiência imersiva e interativa para o usuário, possibilitando a integração de informações digitais com o mundo físico. Para Tori e Hounsell (2020), a realidade aumentada é obtida por meio da criação de um ambiente virtual, no qual o usuário pode interagir diretamente com objetos tridimensionais e ter a sensação de estar em um ambiente real. Já a virtualidade aumentada, ainda segundo os autores, “ocorre quando o usuário interage com uma realidade sintética enriquecida com elementos do mundo real” (Tori e Hounsell, 2020 p. 13).

A realidade virtual (VR) é um meio de apresentar informações de forma interativa e estimulante, o que torna o design um elemento essencial para o seu sucesso. O design de realidade virtual permite a criação de cenários e experiências em três dimensões que são imersivas e convincentes. A realidade virtual pode ser considerada uma interface avançada do usuário, na qual pode-se acessar programas feitos a partir de computadores, e a partir desse acesso é possível interagir com ambientes tridimensionais em tempo real (Kimer *et al.*, 2006). Uma definição mais atual, proposta por Jerald (2015), pontua que a realidade virtual é um ambiente interativo criado a partir de um computador que simula experiências como se fossem reais.

Inicialmente, com o uso de gráficos primitivos e programação básica, era bastante difícil criar experiências convincentes. No entanto, a evolução das tecnologias tem permitido que os desenvolvedores criem experiências mais ricas e imersivas, com gráficos de alta qualidade, interação e som de qualidade. Observa-se nos anos 1990 que a utilização da tecnologia de realidade virtual era pouco acessível, limitada em aparelhos demasiadamente grandes, pesados, conectados a cabos e com poucos softwares, que também careciam de resolução gráfica e interação (Figura 18), conforme exposto por Slater e Steed (2018).

Figura 18. Headset 1000cs e 1000sd nos anos 90.



Fonte: Virtuality⁶.

Atualmente, porém, a tecnologia evoluiu. Os *headsets* estão menores, mais leves, com maior capacidade de duração da bateria, maior resolução de imagens e melhor placa gráfica, sensores de movimento e processadores mais rápidos e modernos. Possibilitam ainda *feedbacks* mais rápidos, com conexão *wi-fi* sem a necessidade de cabos, o que não limita o movimento dos usuários e proporcionam maior conforto e segurança no uso (Figura 19).

Figura 19. Bigscreen Beyond VR Headset.



Fonte: Roth, 2023⁷.

Por fim, o termo Metaverso é usado para descrever um ambiente virtual imersivo, interativo e persistente, no qual os usuários podem interagir uns com os

⁶ Disponível em: <<https://virtuality.com/>>. Acesso em fev. de 2024.

⁷ Disponível em: <<https://www.theverge.com/2023/2/13/23597808/bigscreen-vr-beyond-headset-custom-fit>>. Acesso em fev. de 2024.

outros e criar conteúdo. Ele é formado por várias dimensões e mundos virtuais (Figura 20), como jogos, redes sociais, realidade aumentada, realidade virtual e inteligência artificial. Pode-se afirmar, assim, que o metaverso é uma plataforma que permite que os usuários conectem seus mundos virtuais e criem conteúdos e experiências de maneira colaborativa.

Figura 20. Sala de Reuniões no Metaverso Horizon Workrooms



Fonte: Marketing (2022)⁸.

A partir dos conceitos apresentados, é possível compreender de forma mais aprofundada as possibilidades oferecidas pelas tecnologias mencionadas. No caso da Realidade Virtual (VR), por exemplo, algumas das utilizações possíveis envolvem o projeto de produtos virtuais que permitem a interação dos usuários por meio do uso de *headsets*. Além disso, nos metaversos, destaca-se a interação entre usuários, permitindo a criação de conteúdos, atividades e redes sociais e agrupamentos por interesses. A imersão trazida por essas tecnologias apresenta-se como uma nova oportunidade mercadológica para o Design, principalmente considerando as vantagens como a redução de custos, deslocamento e minimização do uso de recursos físicos. É importante ressaltar que a VR não substitui o produto físico, sendo recomendado seu uso como tecnologia complementar no desenvolvimento projetual, principalmente em fases de análise.

De acordo com Bouchard *et al.* (2008), a Realidade Virtual (VR) é uma tecnologia que permite a criação de ambientes virtuais imersivos em que o usuário pode interagir com objetos e pessoas. Essa tecnologia tem sido utilizada em

⁸ Disponível em: <<https://eduvem.com/treinamento-corporativo-e-o-metaverso-um-novo-local-de-trabalho/>>. Acesso em fev. de 2024.

diversos campos, como na medicina, reabilitação, educação, treinamento e entretenimento. No campo do Design, a utilização da VR tem se mostrado uma nova oportunidade mercadológica, principalmente considerando as vantagens já mencionadas. É importante destacar, no entanto, que a VR não substitui o produto físico, mas pode ser utilizada como tecnologia complementar no desenvolvimento projetual, principalmente em fases de análise (Bouchard *et al.*, 2008).

2.3.3. HARDWARES NO MERCADO CONTEMPORÂNEO

Para Manis e Choi (2019), *hardwares* de realidade virtual são tecnologias de computação imersiva que permitem ao usuário interagir, visualizar e experimentar conteúdos de realidades virtuais. Os autores ainda pontuam que “uma experiência de realidade virtual é definida como um encontro, no qual o usuário é efetivamente imerso em conteúdo de realidade virtual por meio de hardware de realidade virtual” (p. 504). Deste modo, torna-se razoável inferir que os hardwares presentes no mercado são peças fundamentais na boa experiência do usuário com o produto

Diversos novos modelos e marcas de aparelhos de Realidade Virtual estão em implementação e venda no mercado. A Tabela 1 serve de registro temporal para futuras pesquisas, e neste sentido apresenta um breve comparativo entre alguns dos *hardwares* disponíveis para aquisição no mercado na data de setembro/2023, apresentando fatores importantes na escolha do mesmo, como: resolução de imagem, tempo de bateria, memória, peso e preço médio em dólares americanos.

Assim, observando a oferta dos *hardwares* disponíveis, pode-se inferir que o futuro do design de realidade virtual é animador e a tecnologia permite explorar diferentes abordagens e aplicações de design. Como observado em Al-Ansi *et al.* (2023), com novas tecnologias, como a realidade aumentada, holografia e VR de fonte aberta acessível, é possível afirmar que mais pessoas terão acesso a experiências de realidade virtual e aplicarão essas experiências para fins educativos, de entretenimento e comerciais. Além disso, novos dispositivos, como óculos de realidade virtual, tornarão a experiência ainda mais imersiva.

Tabela 1. Óculos de VR a venda em 09/2023.

	Resolução	Tempo de Bateria	Memória	Peso	Preço Médio
Quest 2	1832 x 1920 pixels por olho	2h em uso leve	6GB de RAM e 128GB ou 256GB de HD	546 g	US\$ 399
Quest Pro	2064x2209 pixels por olho	3h em uso leve	12GB de RAM e 256GB /512GB de HD	515 g	US\$ 499
Pico 4	2160 x 2160 pixels por olho	2h	8GB de RAM e 256GB de HD	586 g	US\$ 430
Microsoft Hololens	1268 x 720 pixels por olho	2h a 3h de uso ativo	2GB de RAM e 64Gb de HD	570 g	US\$ 3000
Playstation VR	960 x 1080 pixels por olho	Necessita console Playstation 5	Necessita console Playstation 5	600 g	US\$ 299
HP Reverb G2	2160 x 2160 pixels por olho	Necessita de computador	16GB de RAM	550 g	US\$ 599
Samsung Odyssey	1440 x 1600 pixels por olho	Necessita de computador	8GB de RAM	644 g	US\$ 499
Pimax	3840 x 2160 pixels por olho	8h e necessita de computador	Necessita de computador	472 g	US\$ 1850
HTC Vive	2.448 x 2.448 pixels por olho	10 h e necessita de computador	Necessita de computador	850 g	US\$ 1399
Apple Vision Pro	7680 x 4320 pixels por olho	Até 6 horas	16GB RAM e 256GB ou 512GB de HD	380 g	US\$ 3499

Fonte: elaborada pelos autores.

2.3.4. FATORES IMPORTANTES AO SE PROJETAR PARA VR

Ao projetar uma experiência em VR, deve-se considerar diversos fatores para garantir uma imersão envolvente e uma experiência satisfatória para os usuários. Autores como Bailenson (2018), Jerald (2015), McMahan (2016), Billinghurst (2018) e Slater (2020) propõem que, ao projetar uma experiência em VR, deve-se observar diversos pontos que contribuem para a criação de uma experiência imersiva, cativante e memorável para os usuários. São eles:

- Interação intuitiva: A experiência deve permitir que os usuários interajam utilizando movimentos e gestos que sejam naturais, intuitivos e realistas.
- Otimização da performance e gráficos: O desempenho deve ser otimizado para evitar atrasos e tornar a experiência fluida mantendo a resolução dos gráficos em alta qualidade para proporcionar uma imersão realista.
- Conforto: Evitar tremores, movimentos bruscos ou desorientadores para minimizar a possibilidade de enjoo ou desconforto durante a experiência.
- Áudio imersivo: O uso de áudio espacial e tridimensional pode tornar a experiência mais realista e envolvente.
- Narrativa e storytelling: Ter uma história narrativa sólida ajuda a manter a atenção e proporciona uma experiência mais envolvente.
- Demanda do usuário: Entender as expectativas e necessidades do público-alvo para adaptar a experiência às suas preferências e interesses.
- Facilidade de uso: A interface e os controles devem ser simples e de fácil aprendizado às diferentes faixas etárias e limitações de fatores humanos.
- Tempo de duração da experiência: É importante para evitar que os usuários se sintam frustrados, cansados, sobrecarregados ou entediados.
- Feedback visual, auditivo e tátil: Fornecer feedback visual e tátil para as ações dos usuários aumenta a sensação de realismo e interatividade na VR.
- Testes de UX: Realizar testes com usuários em diferentes estágios do desenvolvimento da experiência para identificar possíveis problemas e desenvolver melhorias.

Neste sentido, a UX (User Experience) tem como objetivo avaliar a percepção e comportamento durante a interação com produtos ou sistemas. Ao avaliar a UX, características como a funcionalidade, o conteúdo, a estética, o contexto de uso, a percepção e as emoções do usuário em relação ao produto devem ser consideradas. PARK *et al.* (2018) apresentam três fatores importantes na avaliação da experiência do usuário dentro das realidades virtuais: telepresença, realismo percebido e emoções.

A telepresença é a experiência etérea, onde o usuário está presente em um ambiente criado por um meio (WEIBEL *et al.*, 2008). Ela é definida pela interação do usuário com o ambiente, conferindo uma sensação de presença instigada pelo meio (STEUER, 1992, p. 76). Segundo PARK *et al.* (2018, p.3), “a telepresença é uma

variável crítica para descrever a experiência de VR porque a sensação de um usuário estar em um ambiente criado virtualmente determina o sucesso da experiência de VR”.

Outro fator importante na experiência do usuário com a VR é o realismo percebido, que se trata do nível de realismo fornecido pelas aplicações e hardwares (PARK *et al.*, 2018). Ao examinar a interação e a imersão em ambientes tridimensionais para a educação clínica, BRIDGE *et al.* (2007) notaram que o realismo percebido estava relacionado à melhoria no desempenho e à sensação de prazer do usuário. Pode-se inferir também que a sensação de presença é diretamente proporcional ao realismo percebido (BAE *et al.*, 2012).

Dependendo do nível de telepresença fornecido por ambientes de realidade virtual, emoções como prazer e excitação podem ser desencadeadas. A telepresença criada pelo ambiente de VR permite que seus usuários desfrutem de estímulos sensoriais, tornando a interação mais real e, conseqüentemente, pode gerar fortes respostas emocionais, o que pode contribuir com uma boa experiência do usuário (LETHONEN *et al.*, 2005).

Cabe também evidenciar certos problemas de interação dos usuários com as VR's. O mais frequente entre eles são as chamadas Cybersickness, que se trata de uma série de sintomas de desconfortos causados no usuário durante e após o uso do aparelho (WEECH *et al.*, 2019). REBENITSCH (2015) pontua que as cybersickness, também conhecidas como doença de movimento visualmente induzido, oferecem sintomas que são causados pelo desequilíbrio entre o movimento percebido pelos olhos e o movimento real do corpo.

Normalmente, existem sintomas semelhantes aos da cinetose, caracterizada pela “intolerância ao movimento, real ou aparente, resultante de um conflito sensorial entre os sistemas vestibular, visual e proprioceptivo” (DORIGUETO *et al.*, 2012, p. 51). Porém, no caso das Cybersickness, os sintomas são desencadeados por estímulos virtuais que ocorrem com frequência quando se está imerso em um ambiente de realidade virtual (REBENITSCH e OWEN, 2021).

ESTUDO| AVALIAÇÕES DE DESIGN ERGONÔMICO E EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO EM REALIDADE VIRTUAL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMATIZADA⁹

2.4.1. APRESENTAÇÃO

O presente capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sistematizada sobre os fatores de interesse do campo do Design, UX e da Realidade Virtual. Investigando nas plataformas Web of Science, Scopus e ACM Library artigos que respondam à pergunta de pesquisa: Como os usuários alteram comportamento na interação visual com diferentes artefatos em ambiente real e virtual e como isto influencia na percepção (emocional, semântica e de usabilidade) dos indivíduos?

2.4.2. A TECNOLOGIA DE REALIDADE VIRTUAL E SEUS POTENCIAIS

A realidade virtual (V.R.) é descrita por Braga (2001) como técnica avançada de interface, na qual o usuário realiza imersão, navegação e interação em um ambiente artificial tridimensional, modelado digitalmente, gerado pelo computador por intermédio de vias multissensoriais. A autora complementa que essas interfaces baseadas em V.R. possuem como características principais serem imersivas, intensivas, interativas, ilustrativas e informativas.

Portanto, a V.R. pode ser compreendida de maneira resumida a partir dos conceitos propostos por Jerald (2015), para quem a tecnologia é definida como um ambiente digital computacional passível de experimentação interativa como se fosse um ambiente real. Já para Tori (2020), esta tecnologia possibilita a criação de realidades alternativas capazes de simular ambientes e sistemas reais, como também a criar experiências que só são possíveis no ambiente virtual. O autor ainda complementa afirmando que o potencial de aplicações desta tecnologia é amplo, pois permite presenciar experiências do mundo real e outras que possam ser

⁹ Este capítulo é baseado no artigo: Avaliações de Design Ergonômico e Experiência do Usuário em Realidade Virtual: Uma Revisão Bibliográfica Sistematizada. PORSANI, Rodolfo Nucci; TRINDADE, A. B. C.; DEMAISON, ANDRÉ; LUIS CARLOS PASCHOARELLI. (2023). Avaliações de Design Ergonômico e Experiência do Usuário em Realidade Virtual: Uma Revisão Bibliográfica Sistematizada. REVISTA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Argentina. Qualis A4.

imaginadas, a baixo custo e praticamente sem riscos ao usuário. A V.R. pode também influenciar nas emoções dos usuários: Caldas *et al.* (2020) sugerem que estratégias de cenários podem ser usadas para influenciar separadamente as dimensões da emoção e da presença e podem inferir no envolvimento emocional e excitação.

Utilizar das métricas do campo da Experiência do Usuário, Design Ergonômico e Design Emocional, aliadas à Tecnologia de Realidade Virtual como ferramenta auxiliar, pode proporcionar um maior dinamismo e flexibilidade metodológica na pesquisa em Design. Neste cenário, a V.R. surge como alternativa que pode colaborar para o aperfeiçoamento de ambientes e artefatos, facilitando o processo de desenvolvimento, projeto e avaliação de produtos, nas dimensões de satisfação, usabilidade aparente, agradabilidade, percepção emocional e percepção semântica, que envolvem especialmente a interação visual.

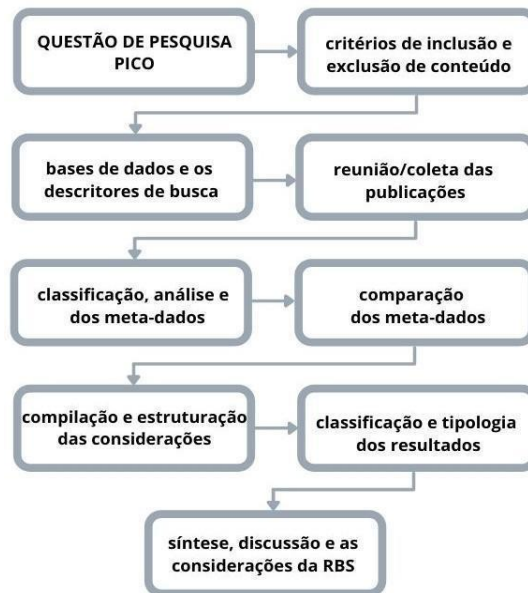
É com base nas potencialidades metodológicas dos campos do Design supracitados, nas potencialidades tecnológicas da V.R. e no cenário científico atual, onde medidas sanitárias de isolamento social foram impostas advindas da pandemia de COVID-19, causadas pelo novo Coronavírus, que se justifica a pertinência desta pesquisa. Estudos acerca do uso da V.R. como ferramenta auxiliar do pesquisador no momento da coleta de dados podem traçar uma nova maneira de utilizar protocolos sem que haja contato direto com usuários, situação que permitiria a continuidade das pesquisas mesmo em casos de lockdown. Torna-se necessária a busca de estudos já existentes na área, entendendo seus métodos e técnicas, para uma compreensão mais holística e ao mesmo tempo aprofundada sobre o tema.

Portanto, diante o escopo abordado no presente estudo, definiu-se como propósito a elaboração de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) acerca do estado-da-arte da V.R. e suas aplicações como ferramenta auxiliar para coletas de dados na área do Design Ergonômico, buscando compreender a viabilidade do método e da tecnologia, suas potencialidades e aplicações em protocolos de pesquisa.

2.4.3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Adotou-se como base para esta revisão bibliográfica os procedimentos metodológicos propostos por Crossan e Apaydin (2010), que orientam a coleta, análise e síntese de informações. As etapas definidas estão na Figura 21.

Figura 21. Diagrama de fluxo metodológico.



Fonte: Adaptado de Crossan e Apaydin (2010) realizada pelos autores (2022).

Trabalhou-se aqui com a revisão bibliográfica sistemática (RBS) de classificação integrativa, mista, sequencial exploratória e explanatória, de caráter quantitativo e qualitativo, conforme a metodologia PICO, estruturada em: (P) Pessoa - (I) Intervenção - (C) Comparação - (O) Outputs (resultados) (METHLEY, *et al.* 2014). Desta maneira, a questão de pesquisa estruturou-se em: Como os usuários alteram comportamento na interação visual com diferentes artefatos em ambiente real e virtual e como isto influencia na percepção (emocional, semântica e de usabilidade) dos indivíduos?

Identificam-se, portanto, como (P) os usuários, (I) a alteração comportamental, (C) a comparação entre os ambientes reais e virtuais e (O) a percepção dos indivíduos. Para além da questão, seguem-se as recomendações do check list PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses Prisma Checklist* - 2015), entre as quais se propõe o desenvolvimento do estudo em grupo de três pesquisadores.

2.4.4. CRITÉRIOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Após a estruturação da questão de pesquisa, iniciou-se o planejamento e delimitação dos parâmetros de busca para construção dos critérios do protocolo a ser aplicado (Tabela 2). Foram compreendidos estudos publicados no período temporal de 2017 a 2021. O ano de 2017 foi escolhido como início pois, de acordo com Facin (2016), a partir deste ano uma nova vertente de tecnologia V.R. seria comercializada e que revolucionaria o mercado, com produtos como o PlayStation V.R., o HTC Vive, o Microsoft HoloLens e o Oculus Rift II. Os estudos foram buscados nas bases de dados da Web of Science, Scopus e ACM Library, consideradas bases de dados seguras e confiáveis, projetadas para apoiar pesquisas científicas e acadêmicas com cobertura nas áreas de ciências, ciências sociais, artes, humanidades, computação e tecnologia (RIBEIRO, 2018).

Tabela 2. Critérios de Pesquisa

Base de Dados	<i>Web of Science, Scopus e ACM Library</i>
Tipos de Documentos	Artigos completos
Período:	2017-2021
Idioma:	Inglês
Critérios de Inclusão:	a. artigos originais, b. escritos em idioma inglês c. publicados em periódicos científicos indexados às bases de dados definidas, d. no período temporal de abril 2017 (lançamento na tecnologia Rift) à maio de 2021. e. que apresentem resultados qualitativos e/ou quantitativos a respeito da interação visual do usuário com artefato ou ambiente real e/ou digital. f. participantes saudáveis pertencentes ao público jovem e adulto entre 18 a 60 anos.
Critérios de Exclusão:	a. trabalhos não originais ou duplicados, b. escritos em idiomas que não inglês c. publicados como livros e anais de eventos, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, relatórios ou resumos expandidos, d. não indexados nas bases de dados definidas, e. fora do período temporal estabelecido, f. artigos teóricos que não apresentem resultados qualitativos e/ou quantitativos a respeito da interação do usuário com artefato/ambiente real e/ou digital/virtual. g. com participantes pertencentes ao público infantil, idoso, ou que possua algum nível de deficiência ou restrição visual, cognitiva, intelectual ou motora, h. não atendessem aos critérios de elegibilidade PICO, i. que não respondam aos <i>strings</i> de busca em título, resumo ou palavra-chave

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na etapa seguinte, foram elaboradas as *strings* de busca que balizaram os procedimentos de rastreio de artigos nas plataformas citadas. Para tanto, implementou-se a busca seguindo novamente o processo PICO (METHLEY, *et al.* 2014), conforme observado na Tabela 3.

Tabela 3. Strings de busca

Plataforma	Strings	Resultados
Web of Science	<i>(Virtual Reality) AND (Interaction) OR (Evaluation) AND (Perception) AND (Emotion) AND (Semantic) AND (Usability) AND (User) -</i> Títulos, 2017-2021	92
Scopus	<i>(virtual AND reality) AND (interaction) OR (evaluation) AND (perception) AND (emotion) OR (semantic) AND (user)</i> - Títulos, Resumo e Palavra chave, 2017- 2021	12
ACM Library	<i>(virtual reality) AND (interaction) OR (evaluation) AND (perception) AND (emotion) OR (semantic) AND (user)</i> - Títulos, Resumo e Palavra chave, 2017- 2021	07

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

As strings foram padronizadas para as três plataformas (Web of Science, Scopus e ACM Library) e a busca foi realizada no dia 02 de junho de 2021, seguindo o protocolo estabelecido previamente. Após o total de 111 artigos obtidos por meio destas strings nas três plataformas, foram estabelecidas as etapas de filtragens para refino do processo de busca, seguindo os critérios de inclusão e exclusão previamente definidos:

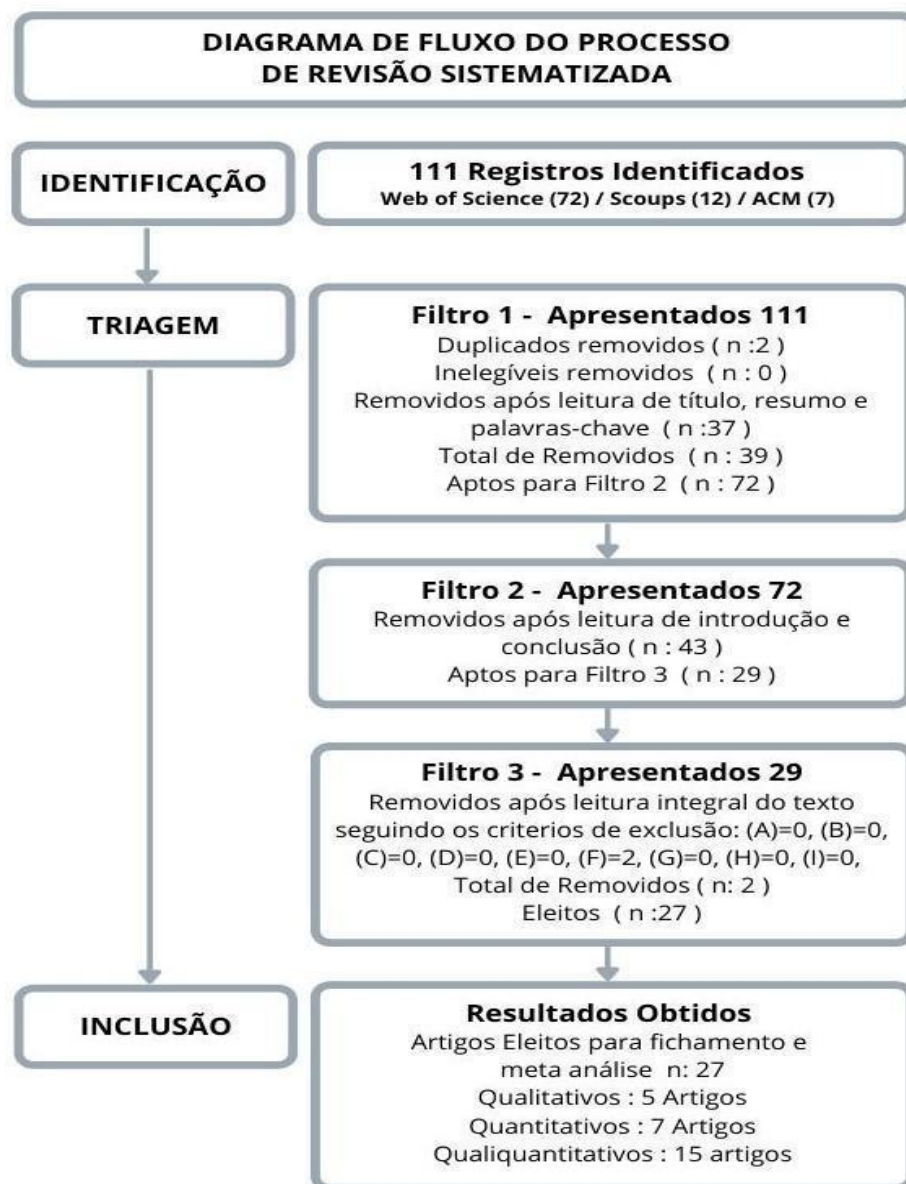
1º Filtro - Foi realizada a leitura do título, resumo e palavras-chave de todos os 111 artigos, com previsão média estipulada pelos pesquisadores de aprovar 50~100 artigos. Resultado: 72 artigos aprovados e 39 artigos excluídos

2º Filtro - Foi realizada a leitura da introdução e conclusão dos 72 artigos aprovados na primeira etapa, com previsão média estipulada pelos pesquisadores de aprovar 30~50 artigos. Resultado 29 artigos aprovados e 43 artigos excluídos

3º Filtro - Foi realizada a leitura dos 29 textos completos aprovados. A partir de uma análise crítica geral e de fichamentos, foram levantadas questões como o local de pesquisa e o local de publicação, além da coerência quanto ao assunto abordado, a qualidade metodológica, as dimensões analisadas (semântica, emocional, usabilidade, entre outras), a natureza de abordagem (qualitativa, quantitativa ou quali-quantitativa), o número da amostra (n), os protocolos utilizados, os resultados, conclusões e possíveis limitações. Dessa maneira, foi estipulada pelos autores a previsão máxima de aprovação dos 29 artigos. Resultado: 27 artigos aprovados, sendo que dois (2) foram removidos por serem considerados completamente teóricos.

Para seleção e organização dos registros obtidos, foi utilizada a plataforma Google Drive em sua versão cloud. Após o download, os artigos foram indexados para análise e classificados em pastas de acordo com cada filtro. Fez-se também a utilização de planilhas para registros e fichamentos. Todos os procedimentos descritos no processo da RBS foram registrados dentro do diagrama de fluxo PRISMA (PAGE et. al., 2020) (Figura 2), obedecendo a ordem e critérios apontados na ferramenta.

Figura 22. Diagrama de fluxo da RBS baseado no modelo Prisma proposto por Page et al. (2020).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Por fim, foram então selecionados 27 (vinte e sete) artigos para fichamento e foram realizadas investigações de meta-análise, conforme as 7 etapas propostas por Cooper (2010) - [1] Identificação/formulação do problema de pesquisa; [2] coleta da literatura; [3] coleta das informações de cada estudo; [4] avaliação da qualidade dos estudos; [5] análise e síntese dos resultados dos estudos; [6] interpretação dos dados coletados; e [7] apresentação dos resultados de pesquisa.

Estes dados são apresentados na Tabela 4 em ordem cronológica decrescente (do mais recente ao mais antigo - de 2021 até 2017) e pela quantidade de citações. Ainda na tabela são apresentados autores e título, universidade (abreviado para uni.), ano/revista, DOI e o número de citações, baseadas em dados do Google Scholar no dia 02 de junho de 2021.

Tabela 4. Trabalhos selecionados e números de citações.

Trabalhos Selecionados			nº cit.
1	Autores e Ano:	Ebnali, M. et al. (2021)	7
	Título	Virtual reality tour for first-time users of highly automated cars: Comparing the effects of virtual environments with different levels of interaction fidelity	
	DOI	https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103226	
	Uni.	University at Buffalo, Buffalo, USA	
2	Autores e Ano:	Nezami, FN. et al. (2021)	1
	Título	Westdrive X LoopAR: An Open-Access Virtual Reality Project in Unity for Evaluating User Interaction Methods during Takeover Requests.	
	DOI	https://doi.org/10.3390/s21	
	Uni.	Universität Osnabrück, Alemanha	
3	Autores e Ano:	Li, JY. et al. (2021)	1
	Título	Rear-Seat Productivity in Virtual Reality: Investigating VR Interaction in the Confined Space of a Car	
	DOI	https://doi.org/10.3390/mti5040015	
	Uni.	Media Informatics, Alemanha	
4	Autores e Ano:	Lou, XL. et al. (2021)	0
	Título	Hand-adaptive user interface: improved gestural interaction in virtual reality.	
	DOI	https://doi.org/10.1007/s10055-020-00461-7	
	Uni.	College of Digital Media and Design, Hangzhou Dianzi University - CHINA	
5	Autores e Ano:	Chinazzo, G. et al. (2020)	5
	Título	Temperature-Color Interaction: Subjective Indoor Environmental Perception and Physiological Responses in Virtual Reality.	
	DOI	DOI: 10. 1177/ 0018 7208 19892383	
	Uni.	Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL), Suíça	
6	Autores e Ano:	Pallavicini, F. et al. (2020)	8
	Título	What Is the Relationship Among Positive Emotions, Sense of Presence, and Ease of Interaction in Virtual Reality Systems? An On-Site Evaluation of a Commercial Virtual Experience.	
	DOI	https://doi.org/10.1162/PRES_a_00325	
	Uni.	University of Milano Bicocca, Itália	

7	Autores e Ano:	Felip, F. et al. (2020)	4
	Título	Influence of presentation means on industrial product evaluations with potential users: a first study by comparing tangible virtual reality and presenting a product in a real setting.	
	DOI	https://doi.org/10.1007/s10055-019-00406-9	
	Uni.	Universitat Jaume I, Espanha	
8	Autores e Ano:	Cho, Y. et al. (2020)	3
	Título	X-person asymmetric interaction in virtual and augmented realities.	
	DOI	https://doi.org/10.1002/cav.1985	
	Uni.	Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity	
9	Autores e Ano:	Springer, A. et al. (2020)	3
	Título	Progressive Disclosure: When, Why, and How Do Users Want Algorithmic Transparency Information?	
	DOI	https://doi.org/10.1145/3374218	
	Uni.	University of California at Santa Cruz, Estados Unidos	
10	Autores e Ano:	Li, ZX. et al. (2020)	1
	Título	Gaze-based Kinaesthetic Interaction for Virtual Reality.	
	DOI	doi: 10.1093/iwc/iwaa002	
	Uni.	Faculty of Information Technology and Communication Sciences, Finlândia	
11	Autores e Ano:	La Scaleia, B. et al. (2020)	0
	Título	Visuomotor Interactions and Perceptual Judgments in Virtual Reality Simulating Different Levels of Gravity	
	DOI	doi: 10.3389/fbioe.2020.00076	
	Uni.	University of Rome Tor Vergata, Itália	
12	Autores e Ano:	Oprea, S. et al. (2019)	17
	Título	A visually realistic grasping system for object manipulation and interaction in virtual reality environments.	
	DOI	DOI: 10.1016/j.cag.2019.07.003	
	Uni.	Universidade de Alicante, Espanha	
13	Autores e Ano:	Agullo, B. et al. (2019)	16
	Título	Making interaction with virtual reality accessible: rendering and guiding methods for subtitles	
	DOI	https://doi.org/10.1017/	
	Uni.	Universitat Autònoma de Barcelona, Espanha	
14	Autores e Ano:	Zibrek, K. et al. (2019)	14
	Título	Is Photorealism Important for Perception of Expressive Virtual Humans in Virtual Reality?	
	DOI	https://doi.org/10.1145/3349609	
	Uni.	Trinity College Dublin, Irlanda	
15	Autores e Ano:	Sun, LY et al. (2019)	10
	Título	Cross-objects user interfaces for video interaction in virtual reality museum context	
	DOI	http://doi.org/10.1007/s11042-018-6091-5	
	Uni.	Zhejiang University, China	
16	Autores e Ano:	Krompiec, P. et al. (2019)	7
	Título	Enhanced Player Interaction Using Motion Controllers for First-Person Shooting Games in Virtual Reality	
	DOI	http://10.1109/ACCESS.2019.2937937	
	Uni.	Chung-Ang University, Coreia do Sul	

17	Autores e Ano:	Kalarat, K. et al. (2019)	0
	Título	Real-Time volume rendering interaction in virtual reality	
	DOI	https://doi.org/10.14716/ijtech.v10i7.3259	
	Uni.	Walailak University, Tailândia	
18	Autores e Ano:	Yang, Y. et al. (2019)	3
	Título	A Human-Computer Interaction System for Agricultural Tools Museum Based on Virtual Reality Technology.	
	DOI	https://doi.org/10.1155/2019/2659313	
	Uni.	College of Information and Electrical Engineering, China	
19	Autores e Ano:	WeiB, Y. et al. (2018))	5
	Título	2D, 3D or speech? A case study on which user interface is preferable for what kind of object interaction in immersive virtual reality.	
	DOI	DOI: 10.1109/CW.2018.00021	
	Uni.	Karlsruhe University of Applied Sciences e Ludwig Maximilian University of Munich	
20	Autores e Ano:	Hudson, S. et al. (2018)	95
	Título	With or without you? Interaction and immersion in a virtual reality experience	
	DOI	https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.062	
	Uni.	Rennes School of Business e Institut de Recherche Technologique b-com	
21	Autores e Ano:	Han, D.T. et al. (2018)	36
	Título	Evaluating Remapped Physical Reach for Hand Interactions with Passive Haptics in Virtual Reality	
	DOI	DOI: 10.1109/TVCG.2018.2794659	
	Uni.	University Texas, Estados Unidos	
22	Autores e Ano:	Nanjappan, V. et al. (2018)	14
	Título	User-elicited dual-hand interactions for manipulating 3D objects in virtual reality environments.	
	DOI	https://doi.org/10.1186/s13673-018-0154-5	
	Uni.	Xi'an Jiaotong-Liverpool University, China	
23	Autores e Ano:	Debarba, H.G. et al. (2017)	74
	Título	Characterizing first and third person viewpoints and their alternation for embodied interaction in virtual reality.	
	DOI	https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190109	
	Uni.	Université de Bretagne Occidentale, França	
24	Autores e Ano:	Han, S. et al. (2017)	39
	Título	A Study on Immersion of Hand Interaction for Mobile Platform Virtual Reality Contents.	
	DOI	doi:10.3390/sym9020022	
	Uni.	Catholic University of Pusan, Coreia do Sul	
25	Autores e Ano:	Tcha-Tokey, K. et al. (2017)	12
	Título	Effects on user experience in an edutainment virtual environment: Comparison between CAVE and HMD.	
	DOI	DOI: 10.1145, 3121253.3121254	
	Uni.	Arts et Métiers ParisTech, França	
26	Autores e Ano:	Kang, J. et al. (2017)	8
	Título	Effect of Interaction Based on Augmented Context in Immersive Virtual Reality Environment	
	DOI	https://doi.org/10.1007/s11277-017-4954-0	
	Uni.	Dankook University, Coreia do Sul	
27	Autores e Ano:	Ray, A.B. et al. (2017)	2
	Título	Creating an interaction interface to improve user engagement in virtual reality systems.	
	DOI	http://dx.doi.org/10.1080/09720510.2017.1395179	
	Uni.	Department of Computer Science and Engineering National Institute of Technology Agartala, India	

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Seguindo a mesma ordem proposta na Tabela 4, apresenta-se na sequência a tabela de metadados (Tabela 5), compilando informações relacionadas aos autores e seus respectivos títulos, além das dimensões analisadas, da natureza da pesquisa (abordagens qualitativas, quantitativas ou quali/quantitativa), amostragem (número de participantes) e os protocolos utilizados para a coleta de dados.

Tabela 5. Metadados dos trabalhos relacionados.

Tabela de Metadados		
1	Autores e Títulos	Ebnali, M. <i>et al.</i> (2021)- Virtual reality tour for first-time users of highly automated cars: Comparing the effects of virtual environments with different levels of interaction fidelity
	Dimensão	Confiabilidade e dimensão emocional
	Natureza	Quali/Quantitativa
	Amostragem	97 participantes
	Protocolos	The Igroup Presence Questionnaire (IPQ), Escala Likert e Simulator Sickness Questionnaire (SSQ).
2	Autores e Títulos	Nezami, FN <i>et al.</i> (2021)- Westdrive X LoopAR: An Open-Access Virtual Reality Project in Unity for Evaluating User Interaction Methods during Takeover Requests
	Dimensão	Usabilidade
	Natureza	Qualitativa
	Amostragem	11 participantes
	Protocolos	System Usability Score (SUS)
3	Autores e Títulos	Li, JY <i>et al.</i> (2021). Rear-Seat Productivity in Virtual Reality: Investigating VR Interaction in the Confined Space of a Car
	Dimensão	Usabilidade e dimensão emocional
	Natureza	Quantitativa/Quali
	Amostragem	33 participantes
	Protocolos	Escala Likert, Task Load Index (NASA-TLX) e The Igroup Presence Questionnaire (IPQ).
4	Autores e Títulos	Lou, XL. <i>et al.</i> (2021). Hand-adaptive user interface: improved gestural interaction in virtual reality.
	Dimensão	Precisão/curácia da tecnologia
	Natureza	Quantitativa
	Amostragem	Primeira amostra 10 participantes, segunda amostra 24 participantes
	Protocolos	Slater Usoh - Steed presence Questionário (SUS-PQ), System Usability Scale (SUS), Scale from Borg (1982) e NASA TLX.
5	Autores e Títulos	Chinazzo, G. <i>et al.</i> (2020). Temperature-Color Interaction: Subjective Indoor Environmental Perception and Physiological Responses in Virtual Reality
	Dimensão	Percepção de cor e temperatura
	Natureza	Quantitativa
	Amostragem	57 participantes
	Protocolos	Questionário AD-HOC
6	Autores e Títulos	Pallavicini, F. <i>et al.</i> (2020). What Is the Relationship Among Positive Emotions, Sense of Presence, and Ease of Interaction in Virtual Reality Systems? An On-Site Evaluation of a Commercial Virtual Experience
	Dimensão	Emocional e sensação de presença
	Natureza	Quantitativa
	Amostragem	61 participantes
	Protocolos	Visual Analógic Escala (VAS) e UCL Presence Questionnaire

7	Autores e Títulos	Felip, F. <i>et al.</i> (2020) Influence of presentation means on industrial product evaluations with potential users: a first study by comparing tangible virtual reality and presenting a product in a real setting
	Dimensão	Dimensão semântica
	Natureza	Quantitativo
	Amostragem	77 participantes
	Protocolos	Diferencial Semântico (DS) e Escala Likert.
8	Autores e Títulos	Cho, Y. <i>et al.</i> (2020). X-person asymmetric interaction in virtual and augmented realities.
	Dimensão	sensação de presença e imersão
	Natureza	Quantitativa
	Amostragem	20 participantes
	Protocolos	Questionário de experiência de jogo (GEQ).
9	Autores e Títulos	Springer, A. <i>et al.</i> (2020). Progressive Disclosure: When, Why, and How Do Users Want Algorithmic Transparency Information?
	Dimensão	Emocional e usabilidade
	Natureza	Quali/Quanti
	Amostragem	Teste 1 - 74 participantes / Teste 2 - 42 participantes / Teste 3 - 53 participantes / Teste 4 - 10 participantes.
	Protocolos	E-meter, por Springer e Escala Likert.
10	Autores e Títulos	Li, ZX <i>et al.</i> (2020). Gaze-based Kinaesthetic Interaction for Virtual Reality.
	Dimensão	Interação, usabilidade e controle
	Natureza	Quantitativa
	Amostragem	32 participantes
	Protocolos	HandGaze - Touch
11	Autores e Títulos	La Scaleia, B. <i>et al.</i> (2020). Visuomotor Interactions and Perceptual Judgments in Virtual Reality Simulating Different Levels of Gravity
	Dimensão	Percepção espacial e temporal
	Natureza	Quantitativa
	Amostragem	16
	Protocolos	Questionário AD-HOC
12	Autores e Títulos	Oprea, S. <i>et al.</i> (2019). A visually realistic grasping system for object manipulation and interaction in virtual reality environments.
	Dimensão	Interação e Usabilidade
	Natureza	Quali/Quanti
	Amostragem	10 pessoas
	Protocolos	Questionário qualitativo de 14 perguntas randomizadas, Escala Likert, Análise quantitativa de conflitos e erros a partir de software próprio
13	Autores e Títulos	Agullo, B. <i>et al.</i> (2019). Making interaction with virtual reality accessible: rendering and guiding methods for subtitles
	Dimensão	Acessibilidade, usabilidade e imersão
	Natureza	Quali/Quanti
	Amostragem	8 participantes
	Protocolos	Igroup Presence Questionnaire (IPQ) e Questionário AD-HOC produzido pelo próprio autor para esta pesquisa.
14	Autores e Títulos	Zibrek, K. <i>et al.</i> (2019). Is Photorealism Important for Perception of Expressive Virtual Humans in Virtual Reality?
	Dimensão	Emocional
	Natureza	Quantitativo
	Amostragem	797 participantes
	Protocolos	Escala Likert.
15	Autores e Títulos	Sun, LY <i>et al.</i> (2019). Cross-objects user interfaces for video interaction in virtual reality museum context
	Dimensão	Usabilidade aparente
	Natureza	Qualitativo
	Amostragem	45 participantes
	Protocolos	Entrevista semi-estruturada e System Usability Scales.

16	Autores e Títulos	Krompiec, P. <i>et al.</i> (2019). Enhanced Player Interaction Using Motion Controllers for First-Person Shooting Games in Virtual Reality
	Dimensão	Usabilidade
	Natureza	Quali/Quanti
	Amostragem	10 participantes
	Protocolos	Escala Likert
17	Autores e Títulos	Kalarat, K. <i>et al.</i> (2019). Real-time volume rendering interaction in virtual reality
	Dimensão	Usabilidade
	Natureza	Quali/Quanti
	Amostragem	20 participantes
	Protocolos	Tarefas pré-definidas e escala Likert
18	Autores e Títulos	Yang, Y <i>et al.</i> (2019). A Human-Computer Interaction System for Agricultural Tools Museum Based on Virtual Reality Technology
	Dimensão	Emocional e usabilidade aparente
	Natureza	Qualitativa
	Amostragem	10 participantes
	Protocolos	Questionário AD-HOC
19	Autores e Títulos	WeiB, Y. <i>et al.</i> (2018). 2D, 3D or speech? A case study on which user interface is preferable for what kind of object interaction in immersive virtual reality
	Dimensão	Usabilidade Aparente
	Natureza	Quali/Quanti
	Amostragem	30 participantes
	Protocolos	Execução de 17 tarefas nas 3 interfaces pré-definidas e Escala Likert
20	Autores e Títulos	Hudson, S. <i>et al.</i> (2018). With or without you? Interaction and immersion in a virtual reality experience
	Dimensão	Usabilidade aparente e dimensão emocional
	Natureza	Quali/Quanti
	Amostragem	Grupo de foco: duas sessões com 8 participantes cada Teste: 234 participantes
	Protocolos	Grupo de foco e questionário com Escala Likert
21	Autores e Títulos	Han, D.T. <i>et al.</i> (2018). Evaluating Remapped Physical Reach for Hand Interactions with Passive Haptics in Virtual Reality
	Dimensão	Usabilidade aparente
	Natureza	Quali/Quanti
	Amostragem	Primeira etapa: 16 participantes Segunda etapa: 12 participantes
	Protocolos	Questionário AD-HOC
22	Autores e Títulos	Nanjappan, V. <i>et al.</i> (2018). User-elicited dual-hand interactions for manipulating 3D objects in virtual reality environments.
	Dimensão	Usabilidade aparente
	Natureza	Qualitativo
	Amostragem	12 participantes
	Protocolos	Questionário AD-HOC
23	Autores e Títulos	Debarba, HG <i>et al.</i> (2017). Characterizing first and third person viewpoints and their alternation for embodied interaction in virtual reality.
	Dimensão	Usabilidade aparente
	Natureza	Quali/Quanti
	Amostragem	48 participantes
	Protocolos	Galvanic Skin Response (GSR) e Mental Ball Drop (MBD).
24	Autores e Títulos	Han, S. <i>et al.</i> (2017). A Study on Immersion of Hand Interaction for Mobile Platform Virtual Reality Contents.
	Dimensão	Usabilidade aparente
	Natureza	Quali/Quanti
	Amostragem	50 participantes
	Protocolos	Escala Likert

25	Autores e Títulos	Tcha-Tokey, K. <i>et al.</i> (2017). Effects on user experience in an edutainment virtual environment: Comparison between CAVE and HMD.
	Dimensão	Experiência do Usuário
	Natureza	Quali/Quanti
	Amostragem	21 participantes
	Protocolos	<i>Presence Questionnaire (PQ)</i> , <i>Immersive Tendencies Questionnaire (ITQ)</i> , <i>Flow in education (Flow4D16 atual EduFlow2)</i> , <i>Computer Self-Efficacy (CSE)</i> , <i>Achievement Emotions Questionnaire (AEQ)</i> , <i>System Usability Scale (SUS)</i> , <i>Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)</i> e <i>Perceived hedonic and pragmatic quality (AttracDiff)</i> , <i>Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)</i> .
26	Autores e Títulos	Kang, J. <i>et al.</i> (2017). Effect of Interaction Based on Augmented Context in Immersive Virtual Reality Environment
	Dimensão	Usabilidade aparente e dimensão emocional
	Natureza	Quali/Quanti
	Amostragem	30 participantes
	Protocolos	Questionário de avaliação com escalas de 10 pontos
27	Autores e Títulos	Ray, AB <i>et al.</i> (2017). Creating an interaction interface to improve user engagement in virtual reality systems
	Dimensão	Usabilidade aparente
	Natureza	Qualitativo
	Amostragem	34 participantes
	Protocolos	Questionário AD-HOC

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

2.4.5. RESULTADO E DISCUSSÃO

Inicialmente destacam-se alguns artigos com significativo índice de citações: Hudson *et al.* (2018), com 95 citações; Debarba *et al.* (2017), com 74 citações; Han *et al.* (2017), com 39 citações; e Han *et al.* (2018), com 36 citações. Isto, dentro de um curto período temporal (2017-2021), pode sugerir um crescimento no interesse de pesquisa na área. Dentre esses artigos, dois deles foram desenvolvidos em universidades americanas, outros dois na França e outros dois na Coreia do Sul, evidenciando a popularização desta pesquisa em diferentes continentes.

Todas as instituições ou centros de pesquisa apareceram apenas uma vez em relação à sua frequência em quantidade de artigos publicados. Tal fato pode sugerir que as pesquisas que envolvem UX, Design Ergonômico, Design Emocional e Design Centrado no Usuário, correlacionadas à Realidade Virtual, podem estar em fases iniciais ou ser um tema recente/novo a estes centros/instituições.

Além disso, foi identificada a frequência de publicação por continente. Os países europeus apareceram com maior frequência, estando presente em 14 artigos. Os países asiáticos apareceram em 11 artigos e América do Norte em 2 artigos, enquanto países sul-americanos, africanos e da Oceania não aparecem nos resultados. Esse fato pode corroborar a ideia apresentada por Ribeiro *et al.* (2020), quanto à possível lacuna de pesquisa com potencial de exploração na intersecção entre V.R. e Ergonomia.

Observa-se que a distribuição dos resultados de pesquisas encontradas contempla os países do hemisfério norte, o que também pode sugerir uma carência de pesquisas deste tipo em nações do hemisfério sul, principalmente os países em desenvolvimento, como o caso do Brasil. De modo global, os dados apresentados apontam que o interesse de pesquisa desta tecnologia é liderado pelos países presentes no topo do Índice Mundial de Inovação de 2021, índice este que avalia o registro de patentes, o investimento em educação e produtividade (Global Innovation Index, 2021).

Analisando os metadados nota-se uma quantidade significativa de artigos de natureza Quantitativa (7), Qualitativa (5) e Quali-Quantitativa (15), o que pode indicar a necessidade de um cruzamento maior dos dados. A maioria das pesquisas buscou não somente explicar a razão por trás dos fenômenos, mas também indicar resultados estatísticos para complementar o trabalho.

Quanto às amostragens, observa-se uma variação grande no número de participantes, variando conforme a natureza da pesquisa, que vai desde amostras compactas (N = 8 participantes para método qualitativo) até amostras maiores (N = 797 participantes para método quantitativo). Destaca-se o artigo de Springer *et al.* (2020), que trabalhou com 4 hipóteses testadas em etapas com quatro amostragens diferentes (teste 1 com 74 participantes, teste 2 com 42 participantes, teste 3 com 53 participantes e teste 4 com 10 participantes).

Em relação às dimensões avaliadas, as que aparecem com maior frequência e destaque entre os trabalhos selecionados são a dimensão emocional, a usabilidade da tecnologia e a usabilidade aparente da interface digital, envolvendo a sensação de presença, o que pode indicar um direcionamento de foco das pesquisas para estas temáticas. As dimensões com menor frequência são a experiência do usuário, a percepção espacial e temporal e a percepção da cor e da temperatura. Dentre os protocolos utilizados nos artigos selecionados, os que aparecem com maior frequência são a Escala Likert, o The Igroup Presence Questionnaire (IPQ) e os questionários específicos desenvolvidos caso a caso (AD-HOC).

Com base em todos os dados coletados nessa revisão observa-se claramente uma lacuna de pesquisa nesta área, principalmente nos chamados países em desenvolvimento. Esta tecnologia poderia ser mais bem explorada e empregada,

principalmente nesta nova perspectiva pós-isolamento social, na qual o sistema híbrido está se tornando uma constante no ambiente de ensino, no trabalho e até mesmo nas relações pessoais.

A aplicação da tecnologia de V.R. em pesquisas pode propiciar uma melhor compreensão e análise da sensação de imersão e interação com objetos e espaços virtuais, servindo de instrumento para análises ergonômicas de artefatos, ambientes e condições situacionais projetadas nas quais haja o desejo de se conduzir estudos. Como exemplo, podem ser citadas simulações de atividades de trabalho, atividades quotidianas, lazer, relações sociais e até mesmo situações de risco, que de outra forma fora da V.R. poderiam colocar a vida do participante em perigo (Ribeiro et. al. 2020).

Abrem-se aqui possibilidades como a de buscar alternativas para protocolos de coleta de dados sem contato direto com o usuário, por meio do uso da tecnologia V.R. para emular a interação humano x produto x ambiente. Para pesquisas no campo da Ergonomia e do Design Ergonômico, a V.R. pode surgir como uma ferramenta viável, capaz de auxiliar e complementar os processos metodológicos e de avaliações qualitativas e quantitativas já consolidados em laboratórios físicos.

VR CONTENT CREATION



CAPÍTULO 03: ESTUDOS EMPÍRICOS

ESTUDO| TECNOLOGIAS DO DESIGN-VERSO. REGISTRO DO PROCESSO DE DIGITALIZAÇÃO DE OBJETOS POR SCAN PARA REALIDADE VIRTUAL¹⁰

3.1.1. APRESENTAÇÃO

O presente capítulo teve como objetivo registrar, dentro do âmbito do Design, como as tecnologias emergentes de Escaneamento 3D e Realidade Virtual podem contribuir para área projetual, abrangendo aspectos relacionados à sua inserção no contexto da pesquisa e do desenvolvimento de artefatos, sistemas e serviços inovadores. Estão registrados neste artigo os principais desafios enfrentados na interação com as ferramentas, softwares, hardwares e aprendizado da tecnologia e a estratégia utilizada para superar tais obstáculos.

3.1.2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nas últimas duas décadas, aconteceram profundas mudanças tecnológicas apoiadas por novos avanços disruptivos, tanto em softwares quanto nos *hardwares*. Esta fusão de informação, comunicação e inteligência artificial (IA), bem como demais mudanças, estão provocando uma grande transformação digital (DIDEM *et al.* 2002). Neste cenário Indústria 5.0 coloca um conceito visionário que objetiva a sustentabilidade, a centralidade no ser humano, a resiliência organizacional e a HCI (*Human Computer Interaction*) e a colaboração humano-máquina como uma tendência para o futuro da indústria (EUROPEAN COMMISSION, 2020 e 2021; DINARDO e YU, 2021).

¹⁰ Este capítulo é baseado no artigo: Tecnologias do Design-verso. Registro do processo de digitalização de objetos por Scan para Realidade Virtual. PORSANI, Rodolfo Nucci; JUNIOR, Mauro Inácio Alves; DEMAISON, André Leonardo; ALMEIDA, Lucas G.G. SAMPEDRO, Paula Poiet. ANDRADE, Vinicius Santos. PASCHOARELLI, Luis Carlos. (2024) Design-verse Technologies: Registro do processo de digitalização de objetos por Scan para Realidade Virtual. CUADERNOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS DE DISEÑO Y COMUNICACIÓN Qualis A2

O termo Indústria 5.0 vem descrever a próxima geração de fábricas inteligentes. Estas fábricas usam tecnologias como computação em nuvem, Internet das Coisas (IoT), realidade aumentada (AR), realidade virtual (VR) e inteligência artificial (IA) para conectar todos os aspectos da produção. A Indústria 5.0 também se concentra na automação de processos, produção personalizada e manufatura aditiva. Seus principais objetivos são melhorar a eficiência, reduzir os custos e melhorar a qualidade dos produtos, serviços, ambientes e experiências ofertadas (Elangovan, 2021).

Neste panorama, a Tecnologia de Escaneamento Tridimensional se apresenta na indústria aplicada em modelagem, onde permite agilizar o processo de adaptação de elementos físicos para o ambiente virtual, permitindo maior acuracidade e velocidade no momento da obtenção dos resultados. No geral, três tipos de tecnologias são as mais implementadas no funcionamento de um scanner, sendo essas o Escaneamento a Laser, Escaneamento por Luz Estruturada e o Escaneamento por Fotometria e Processamento de Imagem, Bartol (2021).

Por sua vez, a VR é uma interface avançada de interação com usuário, que permitem interação com pessoas, inteligências artificiais, ambientes e objetos tridimensionais em tempo real (KIMER *et al.*, 2006). Uma definição proposta por Jerald (2015) pontua que a VR é um ambiente digital, imersivo e interativo que simula experiências como se fossem reais. Segundo Tori e Hounsell (2020), esses ambientes podem oferecer experiências e informações que não são encontradas na realidade. São capazes de criar simulações imersivas que permitem aos usuários novas formas de interação e exploração de novos lugares, atividades e experiências lúdicas, dinâmicas e cativantes.

A VR é uma tecnologia que permite interação de forma imersiva em um ambiente digital, sendo frequentemente utilizada para jogos, entretenimento, simulação de treinamento, aprendizagem e ensino, prestação de serviços, pesquisas científicas, tratamentos na área da saúde e demais aplicações (PORSANI *et al.* 2023b). Neste sentido faz-se importante levar em conta o Design para o humano, como proposto por Noman (2006) “Bons designs incluem tudo isto – prazer estético, arte, criatividade e ao mesmo tempo são usáveis, de fácil operação e prazerosos.” Todos estes fatores, bem como questões individuais e particulares dos usuários para o desenvolvimento de projetos e experiências em VR. LETHONEN *et al.* (2005)

corroborar com esta ideia ao propor que artefatos e ambientes em VR quando bem desenvolvidos e projetados, permitem aos usuários respostas cognitivas e emocionais prazerosas, e contribuem para uma boa experiência do usuário-tecnologia.

3.1.3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo apresenta como principal característica a forma de pesquisa aplicada (PRODANOV e FREITAS, 2013), associado a uma abordagem exploratória e explicativa (GIL, 2010). Neste sentido, foram utilizados instrumentos tecnológicos e, a partir destes, aplicados procedimentos de intervenção, cujos resultados puderam ser analisados, permitindo explicar e concluir as limitações e contribuições dos estudos.

3.1 INSTRUMENTOS

O Headset escolhido para esta pesquisa foi o Meta-Quest 2, que possui uma resolução de 1832 x 1920 pixels por olho, Oled, 6GB de RAM e 128GB de memória, Processador Qualcomm Snapdragon XR2, 6 sensores de rastreamento, Microfone embutido, Conectividade Wi-Fi de 6 GHz, Fones de ouvido de 3,5mm, Dois controles Oculus Touch e Sistema Operacional Oculus Android, pesando 546g e custando à época US\$ 399. Foi realizado um upgrade com acessórios de conforto, strap BOBOVR M2Pro, *power bank* extra de 5.200mah (elevando autonomia para 5h), máscara de silicone, e capas de proteção para o equipamento e controles, bem como maleta de transporte. A escolha deste equipamento justifica-se por investigação histórica e comparativo de mercado, custo-benefício e acessibilidade ao orçamento. Esses critérios são mais bem descritos por Porsani (2023 C) (Figura 24: à esquerda).

O notebook utilizado para modelagem, programação e renderização em VR: Acer Nitro 5 - AN 515-57, 15', com 15GB de Ram, 11th Gen Intel(R) Core (TM) i7-11800H @ 2.30GHz, com Sistema operacional de 64 bits, processador baseado em x64, Placa de Vídeo Intel UHD Graphics 128MB e NVIDIA GeForce RTX 3060 GPU,

com 1,5TB de memória SSDNvme XPG, e um segundo monitor AOC Full HD 19", para auxílio na programação e visualização. (Figura 24: à direita).

Figura 23. Equipamento VR, Central de Trabalho, Scanner 3D.



À esquerda headset Oculus Meta Quest2, à direita configuração da central de trabalho. Inferior EinScan-SE em uso. Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O Scanner utilizado foi cedido pelo LEI- Laboratório de Ergonomia e Interfaces, UNESP- Bauru. O modelo trata-se do EinScan-SE, fornecido pela SHINING 3D, com software próprio EXScan S v3.1.0.1 (Figura 24: inferior), instalado em um notebook LENOVO IDEAPAD Z400. O equipamento utiliza um emissor de luz e dois sensores ópticos aliados à câmera. O emissor projeta um padrão de luz sobre a estrutura a ser escaneada, e os sensores fazem a leitura da reflexão de luz por meio de triangulação. Dessa forma, o software EXScan S v3.1.0.1 interpreta o posicionamento das estruturas e gera uma nuvem de pontos tridimensionais. O scanner possui uma mesa giratória no qual o objeto deve ser disposto e possui os seguintes requisitos mínimos: Windows 7/8/10 (64 bits), Memória RAM de 16GB ou

superior, processador i5 3ª geração ou superior, Placa gráfica 2GB de VRAM ou superior, e monitor: 1920x1080.

As condições ambientais da sala de testes do Laboratório de Ergonomia e Interfaces - LEI foram adequadas, objetivando o conforto aos voluntários da pesquisa. Está caracterizada como uma sala branca, onde se encontram duas mesas dispostas frontalmente e uma cadeira de escritório azul. A iluminação artificial foi controlada seguindo as recomendações da NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE TRABALHO e a NHO (2018) - AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE ILUMINAMENTO EM AMBIENTES INTERNOS DE TRABALHO. Tal norma apresenta especificações para Sala de Aplicação e Laboratórios, de maneira que as pessoas possam desempenhar tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança durante todo o período de trabalho.

Conforme a norma, o nível de iluminação deve estar próximo a 500 Em lux, 19 UGRL, 80 Ra. Tais níveis atendem também o recomendado na NR 17.5.3 de 26/10/2018, na qual é previsto que em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, seja ela natural ou artificial, geral ou suplementar, sempre apropriadas à natureza da atividade, onde a iluminação geral deve ser uniformemente distribuída e difusa, projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos. Para a medição e controle ambiental da luminosidade utilizou-se o Luxímetro Digital MINIPA MLM - 1332. O equipamento apontou para o valor de 540 lux, o que atende as diretrizes aqui recomendadas (Figura 25).

Figura 24. Registro fotográfico do ambiente laboratorial real - LEI e iluminação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

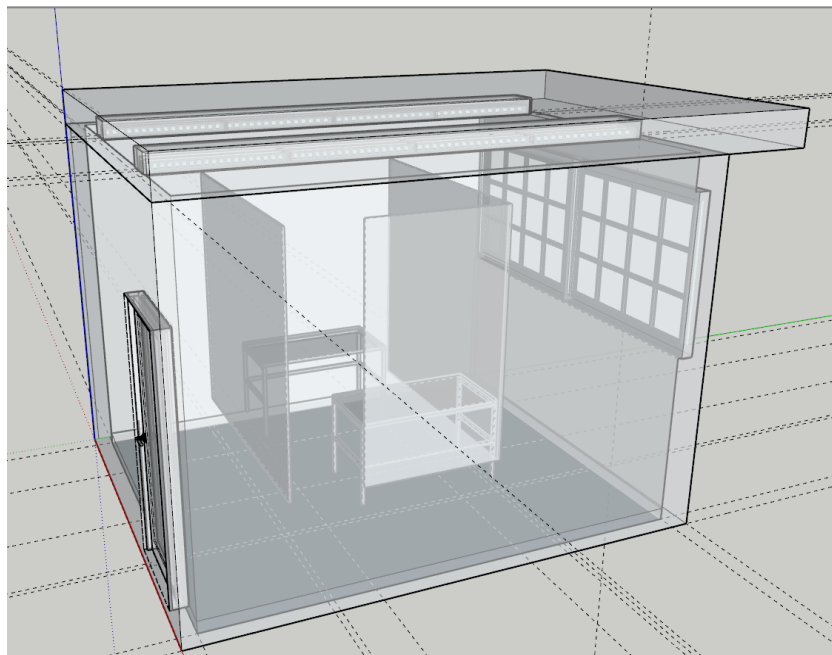
O ambiente e os mobiliários tiveram suas dimensões tomadas e serviram de base para uma modelagem e construção do ambiente 3D Virtual, no qual os objetos

foram posicionados e serão avaliados sob aspectos simbólicos, emocionais e de usabilidade aparente.

3.1.4. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

A modelagem do ambiente deu-se por software 3D SketchUp Pro 2021, (Figura 26) programa desenvolvido pela companhia de tecnologia Trimble. Este programa é comumente utilizado no ramo de arquitetura e engenharia civil, é considerado extremamente versátil, de fácil uso e rápido aprendizado. Após desenvolvida a modelagem do ambiente e das mesas, uma poltrona e notebook similares foram importados da biblioteca virtual 3D Wharehouse, também da Trimble, que é compatível ao SketchUp.

Figura 25. Visualização parcialmente transparente da sala modelada em 3D Sketchup.

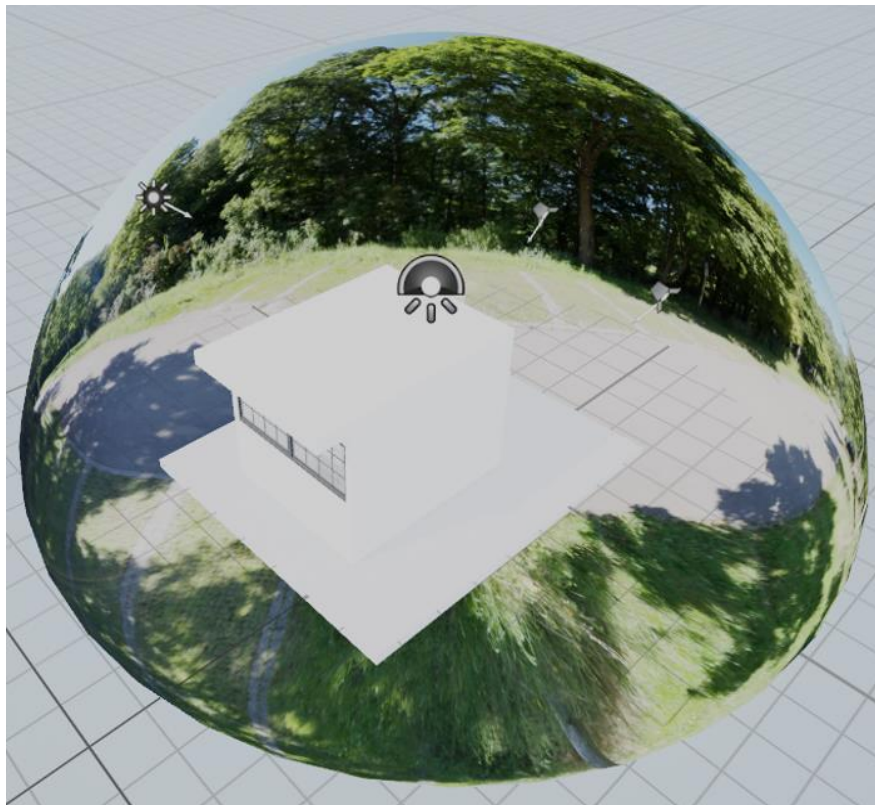


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O ambiente e mobiliários foram transferidos via Datasmith, (recurso de compatibilidade entre diferentes softwares do mercado) para a Unreal Engine (UE) 5.3 - (Motor Gráfico da empresa Epic Games). A UE oferece uma gama de recursos visuais avançados, incluindo renderização de iluminação dinâmica, efeitos de partículas, materiais físicos realistas e gráficos em tempo real, uma variedade de recursos de simulação, como física, movimento, som, AI e uma diversidade de ferramentas de desenvolvimento de cenas realistas.

Dentro da UE implementou-se à iluminação luzes de HDRIBackdrop ambiente, luzes artificiais s de temperatura de 6.000k (branco frio) para as 8 lâmpadas tubulares e 4.000k (quente) para os 6 *spots* direcionais (Figura 27). Foram adicionados também as configurações de materiais e suas características (rugosidade, refletividade, emissividade, normal de textura, metalicidade, cor de base e oclusão ambiental).

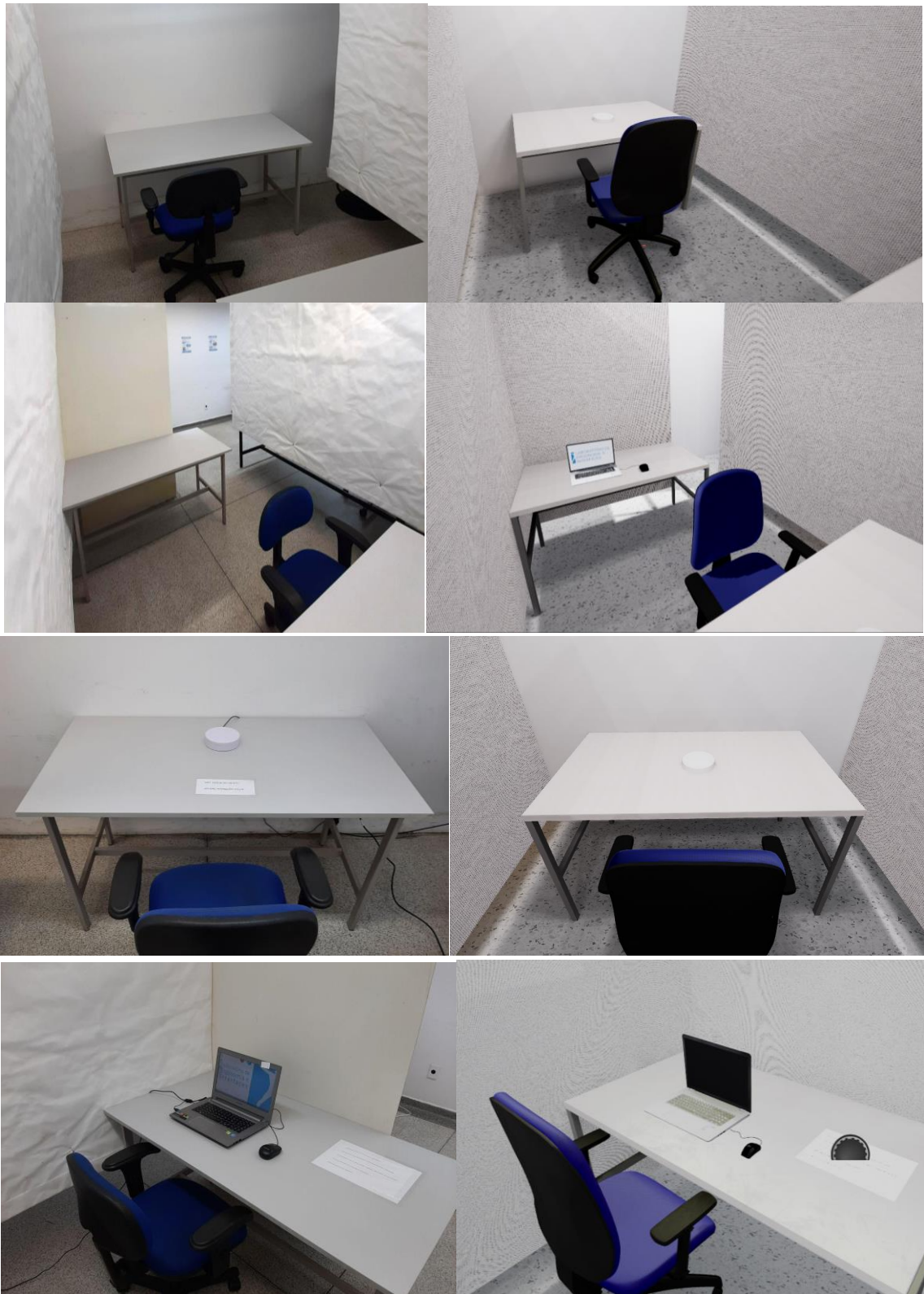
Figura 26. Visualização do entorno do laboratório modelado em 3D.



Visualização da bolha do HDRIBackdrop semiesférico aplicado ao entorno do laboratório modelado em 3D na Unreal Engine 5. Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Foram priorizadas as texturas dos elementos internos que estão à visão dos participantes a partir de uma interação estacionária do usuário (sentado na cadeira). (Figura 28). Objetivou-se o equilíbrio entre a qualidade da resolução e o tamanho do arquivo, uma vez que a otimização da performance é fundamental para exibição no modo *standalone* (sem fio, desvinculado do computador e utilizando somente o processador interno), no dispositivo Meta Quest.

Figura 27. Visualização interna, comparativo ALR e ALVR.



Visualização da aplicação da iluminação e texturização interna, comparativo, as imagens à esquerda ambiente real e à direita ambiente VR Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

3.1.5 OBJETOS REAIS

Foram utilizados para este experimento um total de nove artefatos de uso diário, subdivididos em três categorias com três artefatos cada. São elas: CATEGORIA DE HIGIENE PESSOAL - total de três escovas de dentes encontradas no mercado, de cores branca e azul (comuns à categoria) com formas e texturas diferentes; CATEGORIA DE PREPARAÇÃO DE BEBIDAS - total de três espremedores de cítricos encontrados no mercado, com diferentes formas e modos de uso, tendo sua cor padronizada em preto fosco; CATEGORIA DE PREPARAÇÃO DE ALIMENTOS - total de três conchas culinárias encontradas no mercado, com diferentes formas, funcionalidades e apelos estéticos, tendo sua cor padronizada em preto fosco (Figura 29).

Figura 28. Objetos selecionados para comparação a nível visual Real-Virtual.



Objetos foram nomeados da esquerda para a direita de baixo para cima: DS1, DS2, DS3, SUS1, SUS2, SUS3, GEW1, GEW2 e GEW3. Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

3.1.6 ESCANEAMENTO DOS OBJETOS

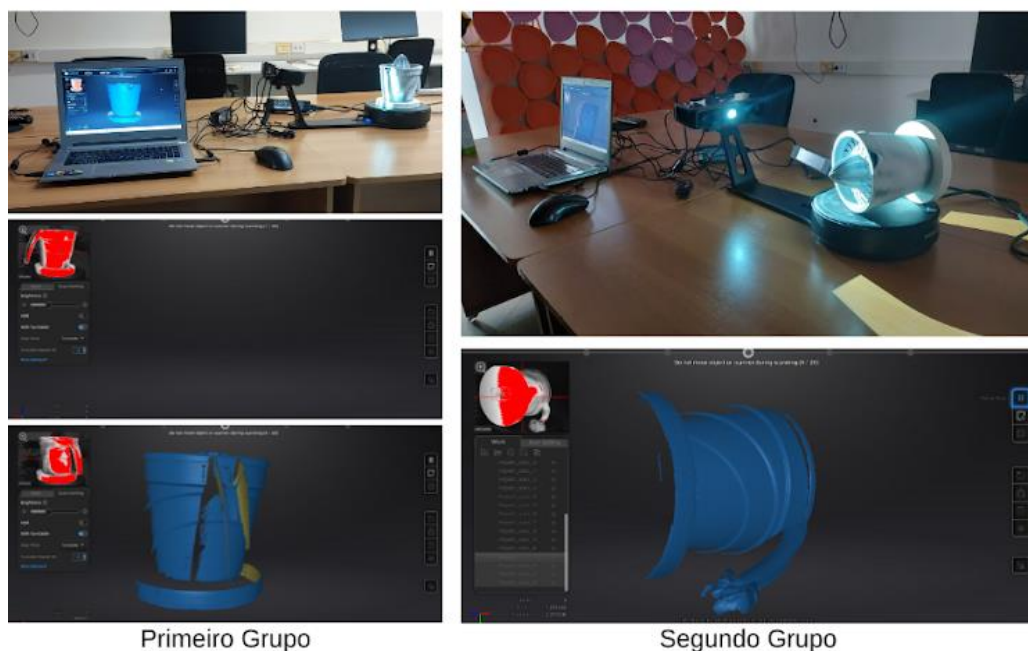
Para o processo de escaneamento dos artefatos, o scanner foi posicionado sobre uma mesa e mantiveram-se as luzes apagadas e as cortinas fechadas para que a iluminação baixa pudesse favorecer a atuação dos padrões de luz gerados pelo scanner, evitando a interferência de luz externa. Foram aplicadas sobre os artefatos uma camada de spray líquido revelador SPOTCHECK - SKD-S2 da

Magnaflux para permitir a leitura dos objetos transparentes ou de cores escuras e com detalhes. Estes artefatos também tiveram diferentes posicionamentos sobre a mesa giratória do scanner, de modo que o padrão de luz, fixo no modelo EinScan - SE, pudesse cobrir toda a superfície do objeto.

Após calibragem do equipamento, cria-se um “work”, um arquivo que se divide em “projects”, os quais apresenta as pastas “group” e, estes, organizam os “takes”. Cada “take” constitui-se em uma nuvem de pontos, sendo obtidos durante a rotação total da mesa. Os “groups” podem ser alinhados entre si para complementar furos, ou regiões que não foram alcançadas entre os “takes”, facilitando a obtenção de dados. Em relação aos parâmetros, pode-se definir o brilho do padrão de luz, ajustando-o de acordo com a coloração do objeto. Também é possível definir a quantidade de “takes”, sendo possível obter entre 8 e 36 “takes”. Pode-se também selecionar entre o uso de cores e texturas, ou somente o escaneamento tridimensional. Possibilitando ajustar o escaneamento de acordo com cada objeto.

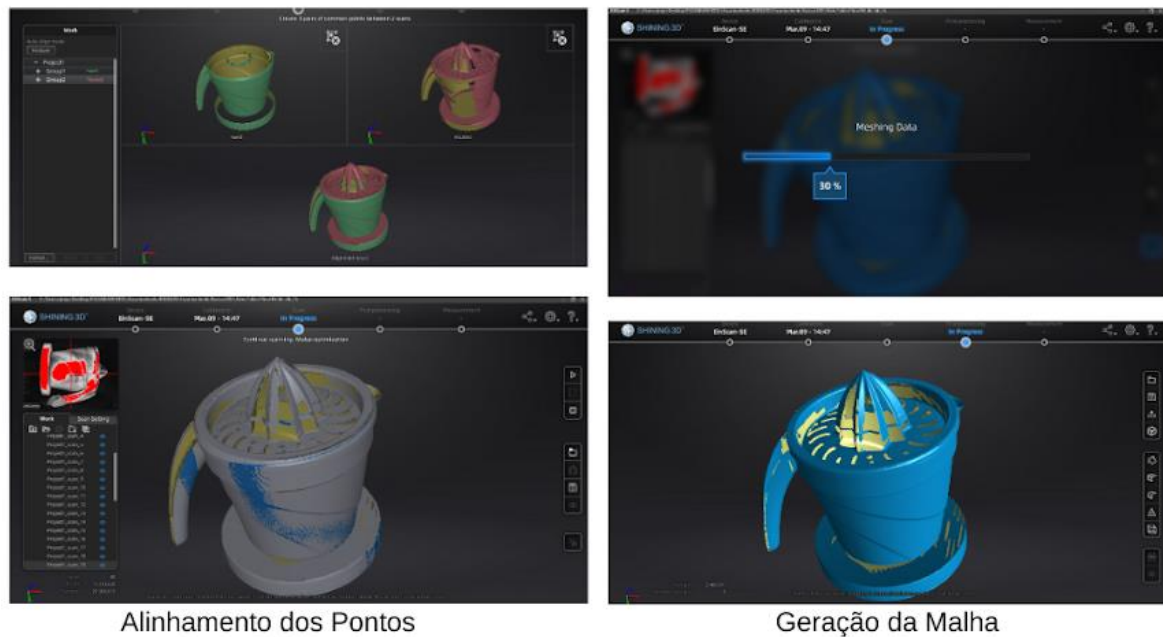
Com as configurações ajustadas, iniciou-se a aquisição dos dados (Figura 30 e 31), com o posicionamento do objeto sobre a mesa e rotação do mesmo. Após finalizar a primeira coleta observou-se quais regiões do objeto não foram escaneadas com sucesso, dessa forma posiciona-se o objeto de forma que o padrão de luz alcance essas regiões.

Figura 29. Processo de escaneamento do artefato SUS 2.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 30. Processo de escaneamento do artefato SUS 2.

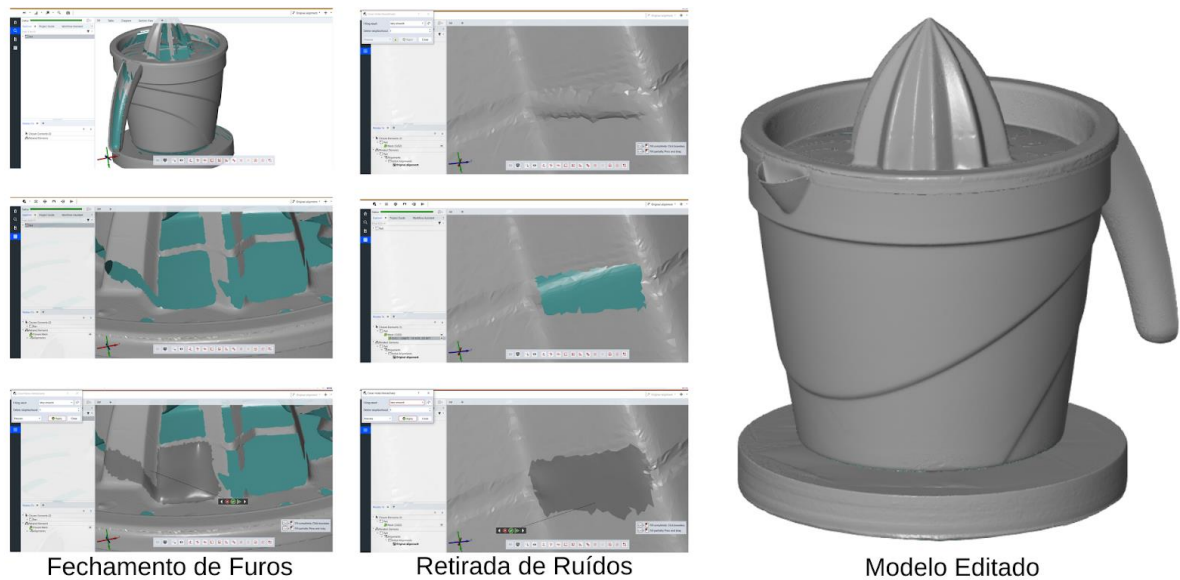


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Com a obtenção do segundo grupo de pontos pode-se fazer o alinhamento dos grupos, alinhando os pontos a partir da forma geométrica do objeto, assim conseguindo completar a malha em relação aos furos presentes anteriormente. Com os grupos alinhados, gera-se a malha, que seria conectar todos os pontos obtidos formando triângulos uniformemente. Essa malha pode ser editada posteriormente em outros softwares.

Com o processo de escaneamento completo, iniciou-se a edição das malhas obtidas. Para isso foi utilizado o software GOM Inspect 2022, da ZEISS Quality Suite. A edição foi realizada com o uso das ferramentas da seção de análise e edição de malhas. Com o processo seguindo o fechamento de furos e retirada de ruídos utilizando das ferramentas *Repair*, *Fill Holes*. Para além do GOM Inspect, foi também utilizado o Software gratuito 3DBuilder2023 da Microsoft Apps que possui uma ferramenta de reparo automático de malhas danificadas por meio de IA (Figura 32). Ainda com este programa as malhas foram convertidas do formato. STL para .OBJ. (um dos formatos aceitos pela UE5).

Figura 31. Processo de edição de malha do artefato SUS 2 vias GOM.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Também foi utilizado o Software de modelagem digital gratuito BLENDER 3D 2023, da *Blender Foundation*, para edição das malhas em formato .obj. Os principais recursos utilizados foram: *Mesh by Distance* (para unificar e agrupar toda nuvem da malha 3D); *Decimate* (para reduzir a quantidade de pontos da malha e consequentemente o tamanho do arquivo, otimizado para ambiente VR); *Subdivide Surface* (para aumentar a quantidade de pontos da malha e consequentemente a resolução da malha quando necessário); Recurso de *Modeling* para criação de planos de cortes, furos e separação de partes de interesse do objeto (a exemplo das escovas as partes com cores e materiais diferentes; encaixes, subpartes e separação do objeto e da base redonda); Ferramenta *Sculpting* (com os *brushes* de adição, subtração e suavização dos materiais, para uma modelagem de superfície visando uma maior uniformidade, textura lisa e melhor acabamento do objeto.) A otimização de cada um dos objetos, tanto na resolução da malha por faces, quanto no tamanho final do arquivo pode ser verificadas na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6. Otimização da resolução das malhas e do tamanho dos arquivos.

artefato	malha crua do scan .stl	tamanho do arquivo	malha pós tratamento .obj	tamanho do arquivo	otimização da malha	otimização do tamanho
SUS1	2.497.812 faces	172,38mb	71.442 faces	2,39mb	97.14%	98.61%
SUS2	2.486.991 faces	183,20mb	130.808 faces	9,70mb	94.74%	94.71%
SUS3	2.116.243 faces	100,92mb	211.371 faces	17,60mb	90.01%	82.56%
DS1	747.082 faces	284,20mb	78.975 faces	5,69mb	89.43%	98.00%
DS2	540.515 faces	311,73mb	65.189 faces	5,27mb	87.94%	98.31%
DS3	530.187 faces	133,80mb	57.905 faces	5,15mb	89.08%	96.15%
GEW1	2.058.753 faces	192,19mb	61.918 faces	4,79mb	96.99%	97.51%
GEW2	1.744.323 faces	83,20mb	65.542 faces	5,33mb	96.24%	93.59%
GEW3	1.723.748 faces	188,75mb	50.364 faces	3,88mb	97.08%	97.94%
total	14.445.654 faces	1.650,37mb	793.514 faces	59,80mb	94.51%	96.38%

Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.7 IMPLEMENTAÇÃO DOS ARTEFATOS NA VR

Após a captura, modelagem e otimização do ambiente e objetos virtuais, iniciou-se a etapa de implementação destes objetos no espaço laboratorial em ambiente VR. Utilizando da UE5, os objetos 3D em formato .OBJ foram posicionados como *static meshes* dentro da categoria *Blueprint Class*, onde é permitido a configuração de diversas características de interação diferente, programação de movimentos, animações, ações e interações com menus e demais elementos em cena.

A classe de blueprint (BP) que permite criar lógica, instâncias e comportamentos interativos para objetos, onde cada instância da classe pode ter propriedades e comportamentos exclusivos definidos dentro do blueprint. Isso permite uma grande flexibilidade, pode definir variáveis, funções, eventos, e conexões lógicas para controlar como o objeto se comporta e interage com o ambiente do jogo e com o jogador. Foram utilizadas *blueprints* para todos os objetos móveis (*actors*) interativos (9 produtos, mensagens que aparecem e desaparecem, teste para aferição de visão, menu interativo, player e para cada material e textura aplicados na cena.

3.1.8 DAS TEXTURAS E MATERIAIS DOS OBJETOS 3D EM CENA

As texturas dos componentes do ambiente como piso, paredes, tapumes, teto, luminárias, mesas, cadeira e computador apesar de não ser o foco de observação do usuário (que deve analisar os objetos na base rotativa ao centro da mesa) foram configurados com materiais otimizados que pudessem transmitir sensação de realismo ao tempo que não desviasse a atenção do observador.

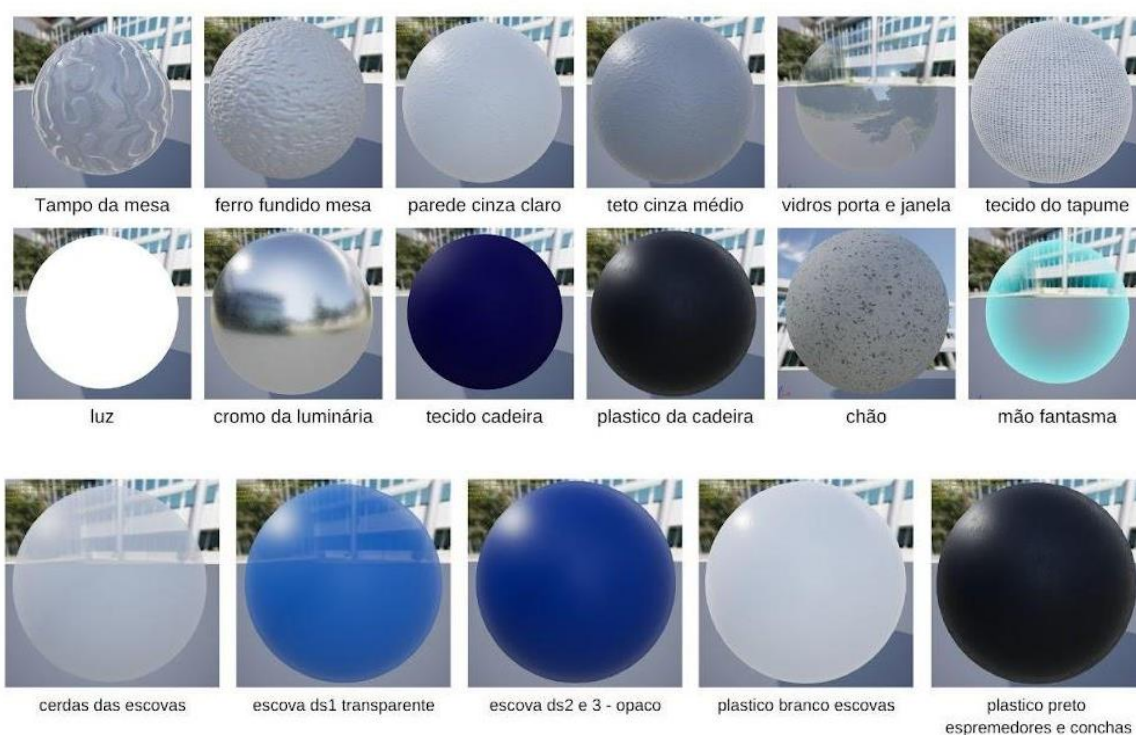
Por padrão adotado pela UE5, todas as texturas devem ser importadas com resolução em proporção 1x1 ou 1x2, em múltiplos de 2 (ex: 512x512 ;512x1024; 1024x1024; 1024x2048; 2048x2048 pixels), para construção do *lightmap* (efeito aplicado da luz) e adequação das proporções dos objetos. As resoluções recomendadas para execução em modo *standalone* (usando o processamento interno do headset) são de texturas de 1024x1024 pixels de acordo com a complexidade da cena, onde deve-se sempre levar em conta a taxa de FPS (*frames per second*) mínima de 60fps, e o limite de processamento máximo de renderização para o Oculus Quest 2 de 200MiB por imagem (aproximadamente 210mb), devendo manter-se abaixo disso para não incorrer em atrasos de imagem, e problemas de visualização.

Para aplicações em modo PC-VR (via cabo, com renderização utilizando o processamento e placa de vídeo de um computador ou laptop conectado ao headset), as resoluções, complexidades dos cenários, objetos, texturas e iluminação podem ser maiores, melhores e mais realistas, desde que respeite a taxa de atualização recomendada de 60fps, se adequando ao potencial da placa gráfica do equipamento de renderização.

São apresentadas na imagem a seguir as texturas do ambiente: tampo da mesa em fórmica e base de ferro, parede e teto, vidros da porta e janela, tecido do tapume, material emissivo da luz, cromado dos espelhos internos da luminária, tecido azul e plástico preto da cadeira, chão de granilite e material *fresnel* fantasma para mão. E as texturas aplicadas aos objetos foco do estudo, que podem ser separadas em dois grupos: Grupo multimaterial (DS1, DS2 e DS3) e Grupo monomaterial (SUS1, SUS2, SUS3, GEW1, GEW2, GEW3). No primeiro grupo os objetos escolhidos apresentam características projetuais de variadas partes, conexões e com materiais distintos, onde é possível de se notar indícios do processo

produtivo por injeção plástica (encaixes dos moldes e pontos de injeção). Neste mesmo grupo observa-se que para além da diferença dos materiais e da cor aplicada, é visível diferenças nas configurações de textura na rugosidade, brilho e transparência entre as partes componentes. O segundo grupo (monomaterial) é composto por 3 espremedores de cítricos e 3 conchas culinárias que eram inicialmente de cor preta todos opacos, contudo com diferentes características de refletividade e rugosidade foram propositadamente envolvidos com uma pintura preta fosca em spray, padronizando tais características e mantendo o aspecto plástico (Figura 33).

Figura 32. Detalhes dos materiais do ambiente laboratorial e dos objetos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Tais características observadas nos modelos reais foram emuladas nos modelos virtuais, cerdas levemente transparentes para imitar os fios de nylon, corpo em branco opaco com variedades de reflexos e rugosidades, empunhaduras em azul opaco, rugoso, simulando PU ou emborrachado, e na escova DS1, material mais claro, translúcido e reflexivo para transmitir a característica de transparência. Nos espremedores e conchas aplicado material opaco, na cor preta, com baixa refletividade e brilho, que lembra textura plástica original dos artefatos.

Estas características visuais podem associar a aparência dos objetos a percepções táteis como aspereza ou lisura, dureza ou maciez, temperatura e conforto ao toque. Podem também, por uma percepção sinestésica, resgatar até mesmo a outros sentidos como olfato, audição e paladar, baseadas em experiências prévias dos observadores, influenciando assim em suas percepções acerca do ambiente e artefatos ao seu entorno, como apontam Spence (2017); Norman (2018), Lupton e Lipps (2018), Porsani *et al*, (2022).

Da interface “mão do usuário” optou-se por uma programação de “mão fantasma” que apresenta como características a possibilidade de interação com um menu de ações gerais e a não interação de pega ou manuseio de objetos (variável de restrição escolhida justificada no plano de pesquisa, uma vez que a mesma pesquisa preza pela interação a nível visual sem contato direto usuário-artefato, princípio adotado na etapa de avaliação de objetos reais no ambiente real); e uma caracterização estética que envolve um efeito *shader fresnel*, que permite a transparência ao ponto que realça os contornos de modo suave, onde adotado em conjunto a uma cor azul clara, colabora para sensação estética da “mão fantasma imaterial” que não pode tocar nos objetos, mas interage com o menu.

No modo aferir visão, o participante é apresentado a uma Escala Snellen. Esta ferramenta foi desenvolvida por Hermann Snellen em 1862 (apud Zapparoli *et al*, 2009), considerada fundamental na avaliação visual, frequentemente empregada e já consolidada na prática oftalmológica. Esse teste visa mensurar a acuidade visual do indivíduo, avaliando sua capacidade de discernir detalhes de objetos a uma determinada distância. Consiste em linhas de letras de tamanho decrescente, sendo as letras maiores no topo e as menores na base. A padronização e simplicidade do teste de Snellen proporcionam uma avaliação rápida e eficaz da função visual, tornando-o uma ferramenta valiosa na detecção de problemas oculares e na monitorização da acuidade visual. Este recurso foi adotado para auxiliar o participante ao ajuste de foco do equipamento de VR.

No modo avaliação, apresenta-se um menu com 9 opções de botões (SUS1, SUS2, SUS3, DS1, DS2, DS3, GEW1, GEW2, GEW3) cada botão referente ao objeto real e de mesmo código, que foi previamente escaneado, modelado, otimizado, programado e implementado, obedecendo aos critérios visuais de forma, cor, textura e dimensão do modelo de base. Estes objetos são apresentados sobre

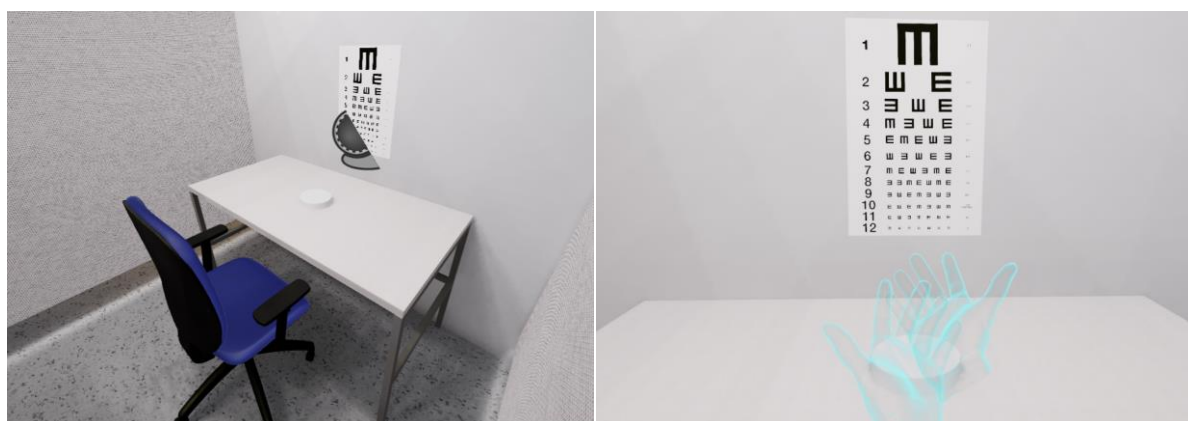
uma base cilíndrica rotativa, a 6 rpm (36° por segundo) em sentido horário, por um tempo pré-estabelecido de 60 segundos. Posteriormente o objeto é retirado (omitido da renderização), aparece um informativo ao voluntário para retirar o headset e responder os respectivos protocolos na interface do computador fora da VR. Ao término dos 9 objetos e seus respectivos protocolos, o participante é guiado ao botão modo “Finalizar e sair” que encerra a aplicação e imersão em VR.

3.1.9 RESULTADOS

Os resultados apontam para a viabilidade da transposição de objetos reais para o ambiente de realidade virtual por meio de tecnologia de escaneamento 3D o que indica uma resposta positiva à hipótese levantada. São apresentados a seguir, imagens do ambiente e dos objetos em VR (Figura 34, 35 e 36). Observa-se potenciais significativos para o campo da Usabilidade e Experiência do Usuário e estudos envolvendo UX, Design e VR. A constatação da possibilidade de manter características essenciais, como dimensões, forma, cor e textura, ao transferir objetos para o ambiente virtual destaca o potencial dessas tecnologias para análises visuais.

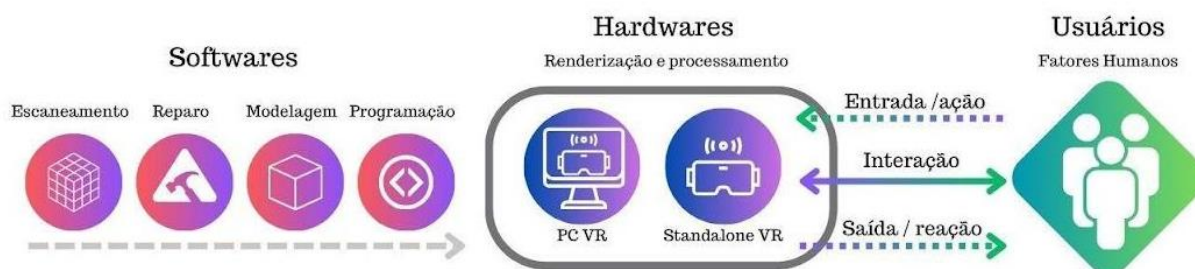
A representação visual realista e eficaz dos artefatos em VR abre caminho para avaliações aprimoradas das dimensões estéticas, simbólicas, emocionais e de usabilidade aparente. Essa pesquisa contribui também para a definição de diretrizes e considerações para futuros estudos, promovendo um diálogo valioso entre a inovação tecnológica e as demandas das disciplinas relacionadas à interação humano-computador.

Figura 33. Visão do ambiente virtual e da carta de Snellen em VR.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 36. Sequência dos processos de integração dos softwares, hardwares e usuários.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Uma melhor visualização do laboratório em VR pode ser observada acessando link disponível no QRCode a seguir Figura 37.

Figura 37 Video do Laboratório em VR



Fonte: Elaborado pelos autores.

Neste ponto são expostos áreas e conhecimentos específicos relevantes para o desenvolvimento de experiências em VR, observadas pelos pesquisadores deste presente artigo. Reitera-se que o material apresentado não segue uma descrição hierarquizada, contudo são de importância e se integram no desenvolvimento de um bom projeto em VR.

O estudo de linguagens de programação VR: Dominar C++, C#, *JavaScript* e lógica de *Blueprint*. Modelagem 3D para criar objetos, texturas e animações visando interações e experiências. A utilização de motores como a *Unreal Engine* para experiências VR, destacando-se em jogos, visualizações arquitetônicas e simulações realistas. Os conhecimentos de hardware e configuração de dispositivos VR, sensores e interpretação de movimentos são cruciais. UX/UI e princípios de design garantem experiências acessíveis e intuitivas. Bases em Game Design, abrangendo narrativa, mecânica, estética e jogabilidade, são recomendados.

ESTUDO| TECNOLOGIAS DO DESIGN-VERSO: INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA DE AMBIENTE E OBJETOS EM REALIDADE VIRTUAL PARA AVALIAÇÕES VISUAIS DE UX E HCI ¹¹

3.2.1 APRESENTAÇÃO

O presente capítulo teve como objetivo investigar no âmbito do Design, como as tecnologias emergentes de Realidade Virtual (VR) contribuem para a área projetual, abordando sua inserção na pesquisa e desenvolvimento de artefatos, sistemas e serviços inovadores. São apresentados registros da etapa de avaliação qualitativa com especialistas a nível de pós-graduação, sobre suas experiências após imersão em laboratório de VR e interação observacional com objetos destinados à pesquisa a nível visual nas dimensões de semântica, usabilidade aparente e reações emocionais.

3.2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

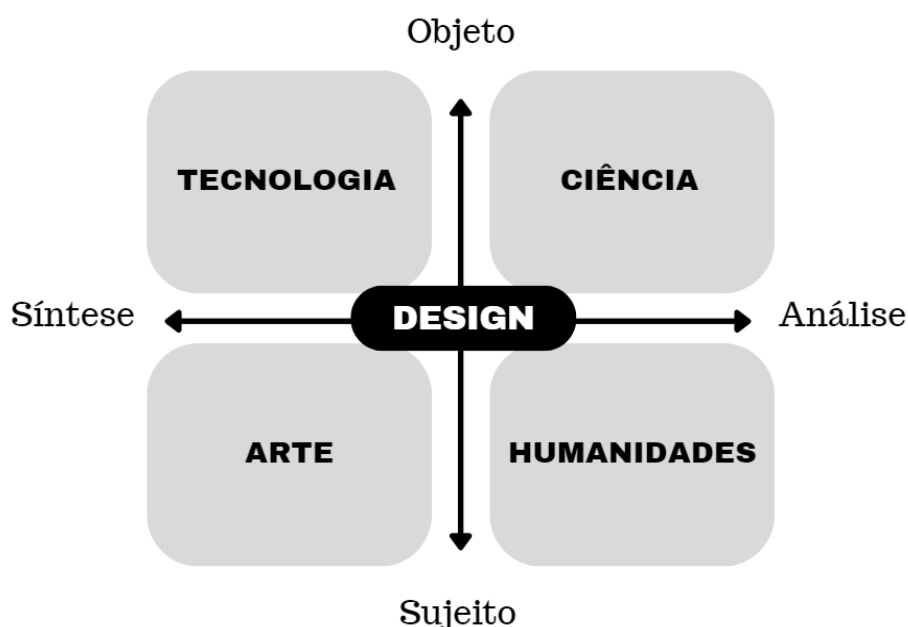
O Design consolidou-se de forma transdisciplinar, interagindo com diversas áreas como Arte, Arquitetura, Engenharia e Medicina. Envolve pesquisa, criação, desenvolvimento, produção e distribuição de artefatos, ambientes e serviços, com foco na experiência e nos fatores humanos. Ao longo dos anos, o Design inovou metodologias, tecnologias e materiais, proporcionando soluções acessíveis, sustentáveis, seguras e satisfatórias aos usuários (Porsani *et al*, 2022). Sua abordagem holística considera demandas do usuário, limitações, condições ambientais, inspiração na natureza, tecnologia disponível e diretrizes de projeto. (Porsani *et al*, 2023a)

O Design é conceituado por Bezerra (2008), como uma área do conhecimento responsável pela inovação, dada sua conexão com as dimensões humanas, das Artes, da Ciência e da Tecnologia. Em seu modelo (Figura 38). Análise, compreende

¹¹ Este capítulo é baseado no artigo: Tecnologias do Design-verso: Investigação qualitativa de ambiente e objetos em realidade virtual para avaliações visuais de UX e HCI. PORSANI, Rodolfo Nucci; SAMPEDRO, Paula Poiet. ANDRADE, Vinicius Santos. PASCHOARELLI, Luis Carlos. Ergotrip Design (2024) Qualis B1

o entendimento do problema, síntese, envolve a criação ou resolução do problema. No eixo vertical, o "objeto" refere-se ao concreto no mundo real, e o "sujeito" remete ao abstrato e interno em nossas mentes. Complementa (Bezerra 2008, p.21) “é importante e fundamental para o inovador navegar em várias dimensões do conhecimento e entender que as soluções inovadoras se encontram nas encruzilhadas intelectuais e nas conexões de conhecimentos.”

Figura 38. Macromodelo sobre Design.



Fonte: Adaptado de Bezerra (2008).

Quando consideramos o usuário sob o ponto de vista da Ergonomia, Hedonomia e Fatores Humanos, é essencial contemplar diversas variáveis que impactam na interação entre humano e artefato. Porsani *et al.* (2022) alerta para a necessidade de se manter esforços no objetivo de explorar e conhecer mais sobre a pessoa “para quem se projeta”, devendo-se sempre levar em conta as questões ergonômicas, hedônicas, emocionais, pensando em projetar mais do que artefatos, sistemas, ambientes e serviços, mas também o desenvolvimento de relações de *affordance* humano-artefato mais saudáveis, seguras, prazerosas, satisfatórias, responsivas que propiciem uma boa experiência ao usuário.

Autores como Manu (1995) propõem que, geralmente buscamos objetos que atendam às nossas necessidades emocionais, não apenas aqueles que solucionam

necessidades mecânicas essenciais, mas que também proporcionam satisfação e um sentimento de completude. As emoções não devem ser encaradas apenas como um resultado, mas como algo que o designer deve ponderar desde as fases iniciais do projeto.

Por sua vez, Jordan (1999) oferece exemplos de prazeres resultantes dessas interações, como o prazer Fisiológico (relacionado ao corpo e aos sentidos), Psicológico (ligado às atividades mentais e conclusão de tarefas), Prazer Ideológico (oriundo de conceitos teóricos, como livros e arte), e Prazer Social (derivado das interações em sociedade).

Sob seu ponto de vista, Norman (2002) afirma que o bom projeto é quando a beleza e a usabilidade estão em equilíbrio. Norman (2008) propõe três estratégias de design para influenciar positivamente o usuário através de um artefato: design para aparência (ou design visceral), design para conforto/facilidade de uso (design comportamental) e design para significado reflexivo (design reflexivo).

Já para Löbach (2011) sugere compreender os elementos configurativos dos artefatos, onde a estética é resultado da relação entre o objeto e a percepção do observador. Ele destaca macroelementos (forma, material, superfície, cor etc.) e microelementos, que surgem não imediatamente na percepção. Um bom projeto, segundo Lobach, atende às demandas dos usuários por meio de relações estabelecidas durante o uso, carregando funções estéticas, práticas e simbólicas.

Neste sentido Baxter (2012) categoriza a percepção sobre produtos em três níveis: o básico, ligado à imagem visual (pré-atenção); o intermediário, envolvendo a capacidade de processamento visual para observar e avaliar características específicas; e o mais alto, relacionado a fatores socioculturais e econômicos.

Portanto, evidencia-se que o observador é influenciado por elementos configurativos e aspectos visuais aparentes dos produtos, como cor, forma, textura e acabamentos. Lisboa e Bisognin (2003) concordam que produtos com valores estéticos bem desenvolvidos, além de funcionais, podem aumentar a credibilidade e satisfação do consumidor, sendo a percepção do usuário moldada por fatores endógenos e exógenos, tanto individual quanto coletivamente em interações sociais.

Complementa Kindlein (2008) que o Design é comumente relacionado à sua capacidade de conferir forma e função a um objeto, contudo, há outro aspecto relevante: a emoção que pode ser obtida através do design consciente e a maior

exploração dos sentidos desde o início de seu desenvolvimento. Ainda segundo Kindlein a percepção pelos sentidos, é o acesso ao conhecimento e nossa forma de interagir com o mundo. Esta realidade percebida gera respostas emocionais vinculadas aos referenciais individuais, dinâmica fundamental para as escolhas de produtos. A interação entre produto e emoções é essencial no processo de design.

Portanto deve-se sempre considerar fatores da HCI como a percepção visual de forma Abegaz *et al* (2015) e cor (Liu *et al.* 2021), experiência emocional positiva Yoon *et al.* (2021) e Desmet *et al.* (2021) e as características físicas e psicocognitivas dos usuários Sonderegger (2010 e 2016). O estado emocional é influenciado por diversos elementos na interação entre ser humano e produto, tais como valores pessoais, significado atribuído ao produto, contexto de utilização, características intrínsecas do produto (Haddon, 2007) e experiências prévias (Yoon, *et al.* 2021).

A interpretação dessa interação complexa é o resultado de uma combinação complexa de características e, associações de conceitos relacionados à cor (Ng e Chan, 2018), preferências individuais, significados culturais (Prado-León ,2015; Won, *et al.* 2018), avaliação de valor (Hsieh *et al.* 2018) e memória emocional (Yu, *et al.* 2017).

Em meio a essas múltiplas condições, o elemento cor pode desempenhar um papel de variável visual de grande importância e estímulo emocional. Isso pode ativar processos cognitivos e impactar o comportamento do indivíduo (Ding, *et al.* 2021). Por sua vez, Lanutti (2019) investiga o papel do design na aceitação e adoção bem-sucedida de cadeiras de rodas. A autora questiona quais fatores estéticos, como cor, forma e customização, são mais relevantes para uma percepção positiva do objeto, enfatizando a necessidade de investigar aspectos subjetivos, especialmente os simbólicos e emocionais, para combater o estigma negativo associado às tecnologias assistivas.

Quanto ao elemento cor, Alves *et al.*(2022a), discutem a relação sobre as características da cor e seu papel relevante nos fatores humanos e no design orientado por emoções. Alves *et al.*(2022b) e Alves *et al.* (2022c) investigaram empiricamente o elemento cor aplicado à utensílios de cozinha e observaram que a cor e idade são variáveis importantes na usabilidade destes objetos e destacaram a importância de uma abordagem mista (quali-quantitativa) para investigações na

área. E Alves e Paschoarelli (2022d) registram que elemento cor pode interferir na percepção e na avaliação de produtos físicos e digitais.

Quanto às texturas dos objetos, Kindlein (2008, p.91), a primeira impressão de um produto está fortemente associada à superfície do material, que serve como a interface entre o usuário e o objeto, sendo o local tangível da transferência de informação. A conexão emocional entre o produto e o usuário pode ser estabelecida através do uso da textura, pois o relevo influencia tanto a percepção visual quanto tátil e atrai a atenção, facilita a concentração e compreensão dos aspectos físicos do material. Neste sentido Kunzler (2003) considera três aspectos importantes na percepção da textura (a rugosidade, a dureza e a condutividade térmica) que podem ser observadas tanto na interação visual quanto tátil com os objetos.

Quanto ao elemento configurativo da forma e modo de uso (Usabilidade aparente do artefato), são explorados por autores já consolidados como Norman (2008 e 2018) que aborda como objetos cotidianos podem ser mais intuitivos e usáveis, enfatizando a importância de uma interface amigável, criticando o design que leva a confusões e erros por parte dos usuários, promovendo a ideia de que o design deve se adequar à mente humana para proporcionar uma melhor experiência.

Por sua vez, Petroski (1997) explora a história e evolução de objetos cotidianos, desde sua concepção até a forma atual. Destacando como o design de objetos é influenciado por necessidades práticas, inovações e ajustes ao longo do tempo, oferecendo uma perspectiva sobre as complexidades do desenvolvimento de itens comuns e seu impacto na sociedade.

Cardoso (2022) propõe que é essencial ter uma compreensão prévia e coesa do propósito que se pretende alcançar ao projetar. As configurações dos artefatos não são dotadas de significados fixos, as formas materializam os conceitos subjacentes à sua criação, seguindo uma "lógica construtiva", que resulta da combinação das ideias presentes em seu design com os materiais e as condições de fabricação. Ao mesmo tempo que, formas e artefatos são suscetíveis à adaptação pelo uso e estão sujeitos a mudanças na percepção por meio do julgamento individual.

Cardoso (2022) ainda aponta que a "Forma" não é um quantum estável, eterno e imutável desde sempre, mas sim o resultado de uma transformação. E

compreender a lógica pela qual as formas são constituídas revela que elas podem passar por mudanças e adquirir novos significados ao longo do tempo faz-se necessário. Para o autor, atualmente onde a crescente influência do mundo virtual e seu impacto na visualidade, através de processos como manipulação, simulação e emulação, está propensa a redefinir todos os parâmetros para a discussão da forma.

Neste cenário, a Realidade Virtual (VR) é reconhecida como uma avançada interface de interação que possibilita o acesso a programas computacionais que viabilizam a interação com pessoas, inteligências artificiais, ambientes e objetos tridimensionais em tempo real (KIMER *et al.*, 2006). De acordo com uma definição proposta por Jerald (2015), a VR é caracterizada como um ambiente digital, imersivo e interativo que simula experiências de maneira convincente. Conforme observado por Tori e Hounsell (2020), têm a capacidade de proporcionar experiências e informações que não estão disponíveis na realidade convencional. Estes ambientes podem criar simulações imersivas, permitindo aos usuários explorarem novos lugares, atividades e experiências de forma lúdica, dinâmica e envolvente, indo além das possibilidades oferecidas pelos ambientes reais.

Desse modo, observa-se que a VR viabiliza a interação imersiva, sendo amplamente empregada em diversas áreas, como jogos, entretenimento, simulação de treinamento, aprendizado e ensino, prestação de serviços, pesquisas científicas, tratamentos na área da saúde, e outras aplicações (PORSANI *et al.*, 2023b).

Pesquisas envolvendo VR aplicadas ao contexto de patrimônio arquitetônico, a fins de preservação, restauração, registro e educação, são abordadas por diferentes autores (ANDERSON *et al.*, 2010; MORTARA *et al.*, 2014; OLIVEIRA, 2016; ABDELMONEM, 2017; IOANNIDES *et al.* 2017; LINHARES e GROETELAARS, 2019a; 2019b; 2021a; 2021b; 2022); PINHEIRO, 2020; SILVA, 2022). Acerca de elementos da Experiência do Usuário e na linha de Tecnologias Midiáticas, SAMPEDRO (2021), aponta para fatores importantes que devem ser priorizados como: presença, imersão, envolvimento, engajamento, fluxo, telepresença, coerência, realismo e fidelidade. Por sua vez, Almeida, *et al.* (2023) adentram estudos ao campo das experiências multiplayer (multijogadores) e dos princípios de UX e UI em ambiente de VR, com foco no avanço de projetos envolvendo metaversos imersivos voltados ao treinamento industrial.

Ressalta-se a importância do fator de realismo percebido pelo usuário. Bridge *et al.* (2007) afirmam que o realismo está positivamente relacionado à melhoria do desempenho, prazer e interação. Tal ideia é corroborada por Park *et al.* (2018), que reforçam que a qualidade da experiência geral em VR está diretamente ligada a este fator oferecido pelos aplicativos e hardwares. Por fim, Bae *et al.* (2012) propõem que o realismo percebido está diretamente relacionado à imersão e à sensação de presença.

Quanto à imersão, Slater e Wilbur (1997) afirmam ser um estado de consciência no qual o usuário realmente acredita estar fisicamente presente em um ambiente virtual. Segundo Lombard e Ditton (1997), a sensação de presença é a percepção ilusória de não mediação tecnológica. Por sua vez, Jerald (2015) classifica quatro categorias de ilusão de presença: a Presença Espacial (referente a perceber-se em determinado local), a Presença Corporal (referente a perceber-se em um determinado corpo), a Presença Física (percepção e interação com os artefatos do cenário) e a Presença Social (interação com demais usuários e personagens do ambiente).

Ainda segundo Jerald (2016, p.183), outro fator importante é a latência ou tempo de reação do sistema e resposta resultante dessa interação para o olho do usuário. O fator tempo de latência baixo, recomenda a Tori *et al.* (2018), estar abaixo de 20 milissegundos, é fundamental, posto que a reprodução de imagens atrasadas pode acarretar uma percepção negativa por parte do usuário, causando enjoos, dores de cabeça e degradação da acuidade visual, comprometendo o desempenho da aplicação, o realismo, a sensação de presença e dificultando o aprendizado (JERALD, 2015).

Ainda sobre os fatores relacionados à tecnologia de VR, Cummings *et al.* (2012) elenca diversas variáveis. São elas: a resolução e qualidade da imagem; o tamanho do campo visual; a estereoscopia (referente a percepção de proporções, volume e profundidade); os graus de liberdade (referente ao rastreamento dos movimentos humanos); a variedade de estímulos sensoriais e a combinação destes (visão, tato, audição, dentre outros); a interatividade e o realismo dos ambientes e artefatos; o contexto de enredo qual o usuário está imerso e a sensação de presença e pertencimento.

Por fim, recomenda-se o Design Centrado no Humano, conforme proposto por Norman (2008) “Bons designs incluem tudo isto – prazer estético, arte, criatividade –, e ao mesmo tempo são usáveis, de fácil operação e prazerosos.” Esses elementos, juntamente com as questões individuais e específicas dos usuários, são essenciais para o desenvolvimento de projetos e experiências em VR. LETHONEN *et al.* (2005) endossam essa perspectiva, sugerindo que artefatos e ambientes em VR, quando bem desenvolvidos e projetados, têm o potencial de evocar respostas cognitivas e emocionais agradáveis nos usuários, contribuindo para uma experiência positiva com a tecnologia.

No contexto tecnológico atual, há conexão rápida entre pessoas, máquinas e ferramentas reduz custos, otimiza processos e recursos Pereira e Santos (2022), neste cenário a Tecnologia da Informação (TI) facilita a otimização, projeção e fabricação de produtos, fortalecendo a relação entre Indústria 5.0 e Design, possibilitando criação de produtos e serviços inovadores.

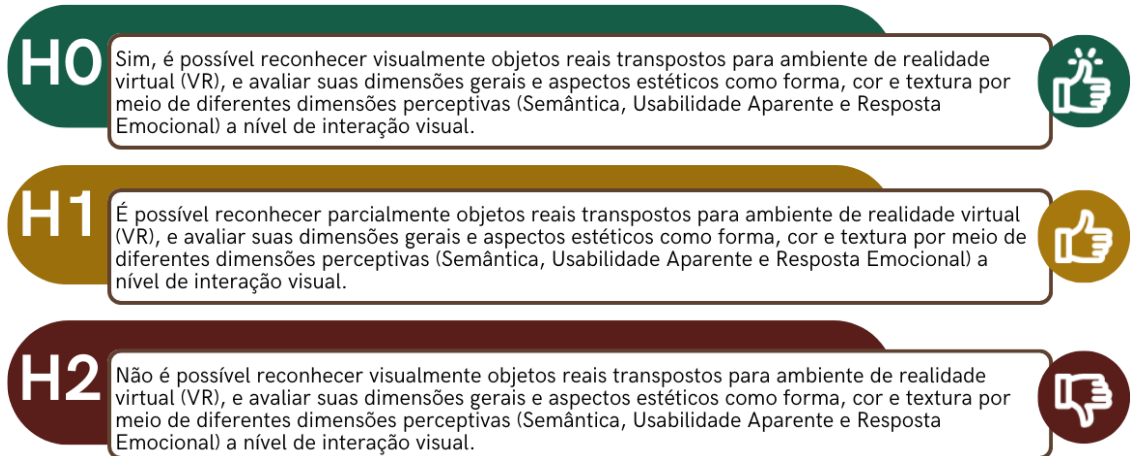
3.2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa se norteia pela seguinte pergunta: É possível reconhecer visualmente objetos reais transpostos para ambiente de realidade virtual (VR), e avaliar suas dimensões gerais e aspectos estéticos como forma, cor e textura por meio de diferentes dimensões perceptivas (Semântica, Usabilidade Aparente e Resposta Emocional)?

Os objetivos foram avaliar os potenciais e limitações das tecnologias abordadas, bem como tentar compreender as variáveis condicionantes do desenvolvimento do ambiente e dos artefatos em realidade virtual, por meio de uma abordagem qualitativa com pesquisadores de pós-graduação em Artes, Arquitetura e Design após experiência imersiva.

As hipóteses testadas (Figura 39) são:

Figura 39. Hipóteses testadas.



Fonte: Os autores (2023).

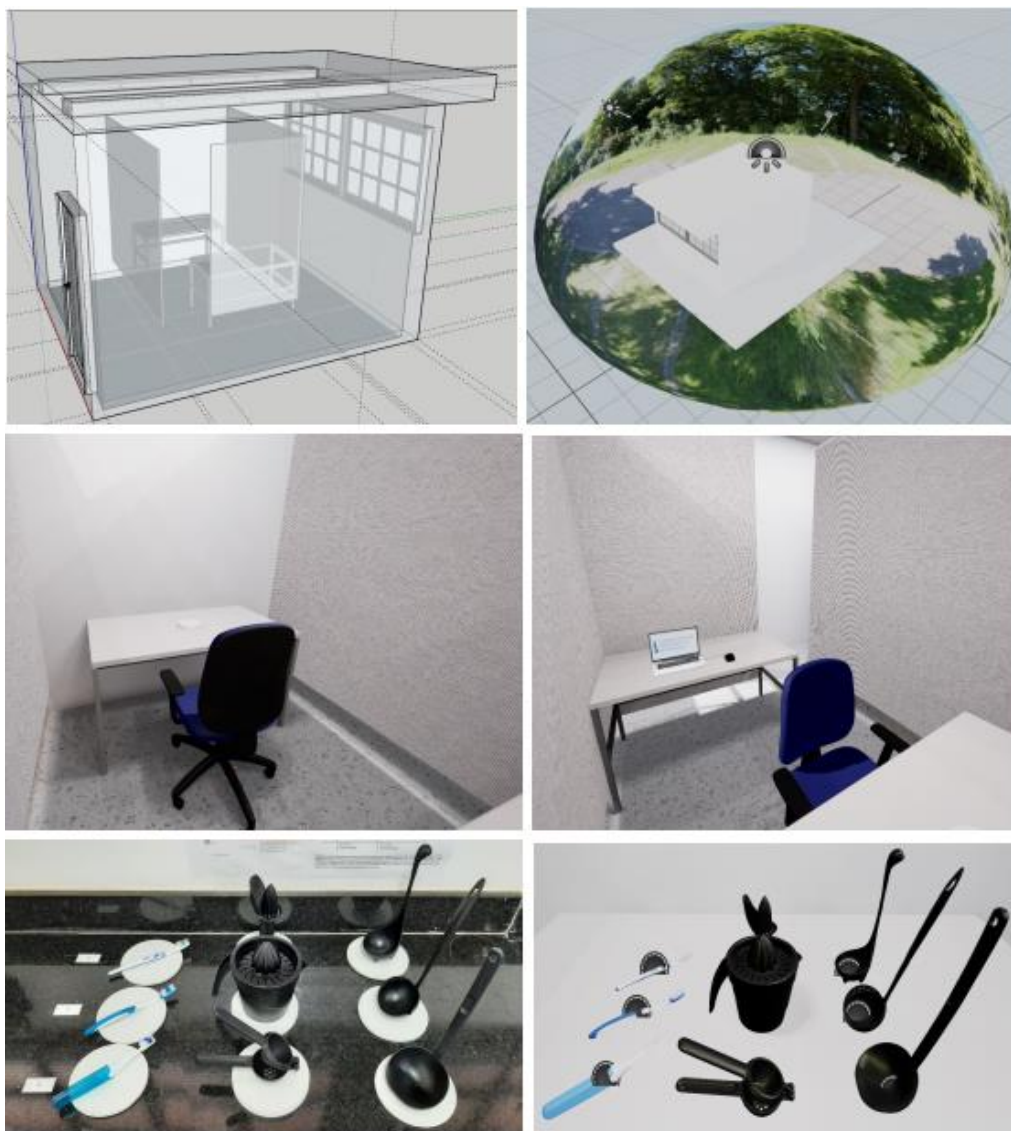
O Headset escolhido para esta pesquisa foi o Meta-Quest 2 (Figura 40), os critérios de escolha são mais bem descritos por Porsani (2023 C) e o detalhamento do Headset, computador utilizado no escaneamento, modelagem e renderização, bem como modelo do scanner, especificações e registro da etapa prática do desenvolvimento do ambiente e objetos em VR (Figura 41) são detalhadamente descritos no trabalho Porsani *et al.* (2023 D).

Figura 40: Headset Oculus Meta Quest 2 e configuração da central de trabalho.



Fonte: Porsani *et al* (2023 D).

Figura 41. Renderizações e simulações dos ambientes e artefatos.



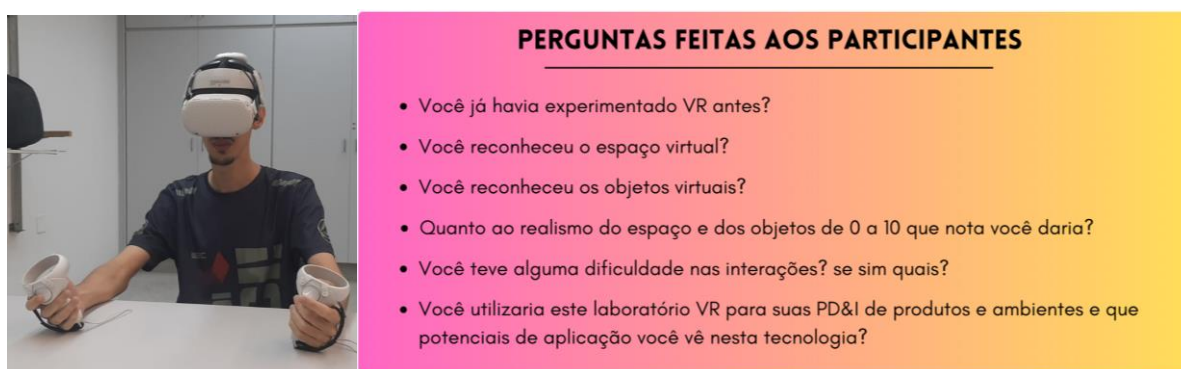
Visualização parcialmente transparente da sala modelada em 3D Sketchup (superior à esquerda) e Visualização da bolha do HDRI backdrop semiesférico aplicado ao entorno do laboratório em 3D na Unreal Engine 5 (superior à direita); registros internos do espaço laboratorial VR (central); Comparação objetos reais ambiente real (inferior esquerda) e objetos virtuais em ambiente virtual (Inferior direita). Fonte: Porsani *et al* (2023D).

As etapas descritas e suas sequências de execução do processo são apresentadas resumidamente: Softwares de escaneamento, reparo de malha, modelagem e otimização, programação para implementação em PC VR e StandAlone, seguindo os critérios de renderização e processamento de dados; Posterior teste com usuários para verificação da interação, seguindo princípios da HCI e fatores humanos.

3.2.3. AVALIAÇÃO

Finalizado a prototipação do ambiente, dos objetos e sua implementação interativa em ambiente de VR, iniciou-se uma verificação de possíveis problemas de interação usuário-interface como um Teste Qualitativo. Foram selecionados 8 especialistas a nível de pós-graduação (mestrado e doutorado) com conhecimento na área de UX, Design, Artes, Arquitetura e Computação, que foram mantidos em anonimato e, que já haviam tido contato com o laboratório físico e/ou os objetos reais. Realizou-se uma experiência de imersão no laboratório em VR para o reconhecimento do espaço e dos objetos. Após a experiência imersiva sem restrição de tempo, foram realizadas entrevistas com sequências de perguntas (Figura 42) e respostas orais gravadas.

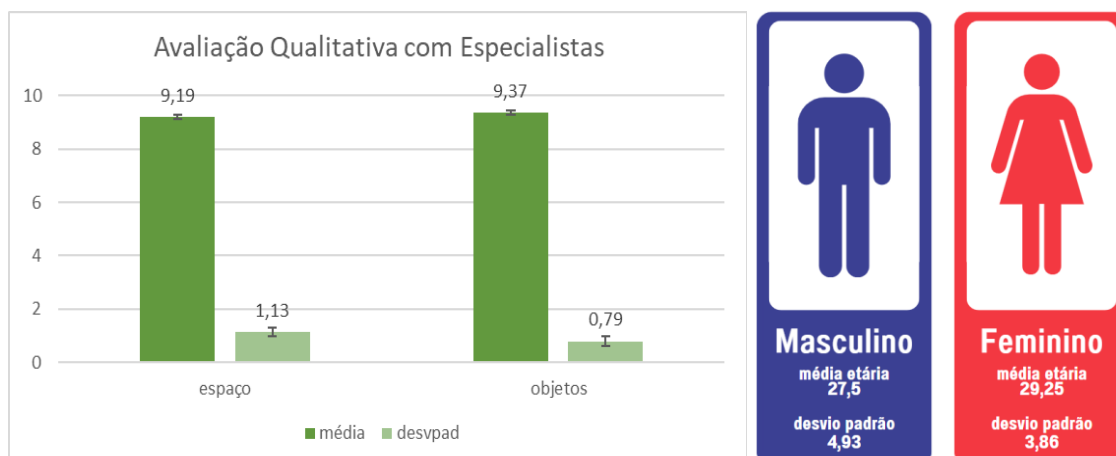
Figura 42.Registro da imersão do participante e perguntas feitas aos participantes.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Efetuada a gravação em áudio das entrevistas, os dados foram transcritos em texto, avaliados qualitativamente. Da amostragem de 8 participantes distribuídos igualmente entre os gêneros masculino (média etária 27,5 anos, desvio padrão 4,93) e feminino (média etária 29,25 anos, desvio padrão 3,86). A nota média relatada para o ambiente foi 9,19pts e 1,13pts de desvio padrão e para os objetos 9,37 pts. e desvio padrão de 0,79 pts. em uma escala de 0 a 10pts (Figura 43).

Figura 43. Avaliação do espaço e objetos em VR e amostragem.



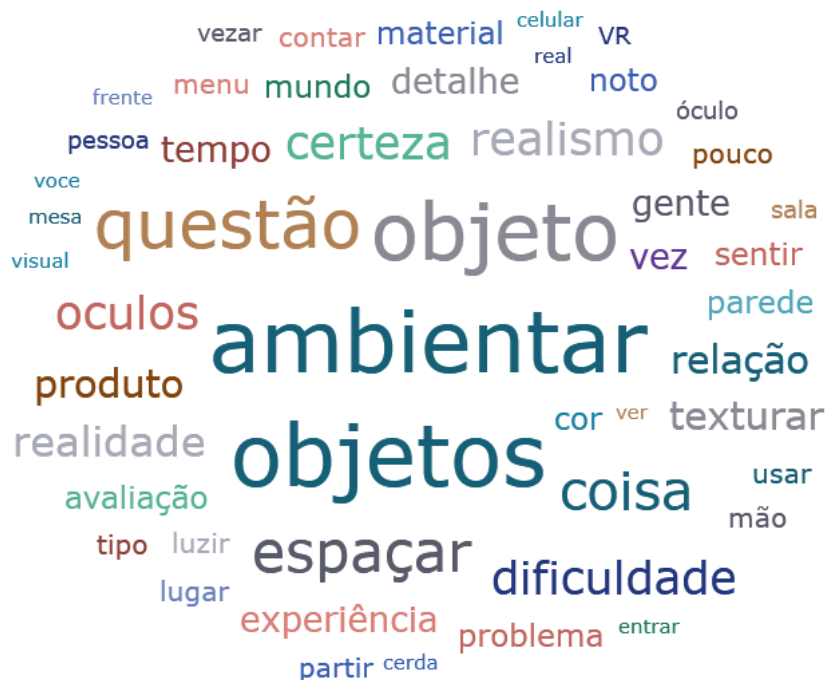
Nota de avaliação do espaço e objetos em VR (média e desvio padrão) e caracterização da amostragem (média etária e desvio padrão). Fonte: Elaborada pelos autores

3.2.4. RESULTADOS

As respostas dos participantes da entrevista apontam para uma percepção positiva acerca do ambiente e dos objetos, bem como do potencial da tecnologia de VR para avaliação da interação usuário-artefato quanto à percepção visual nas dimensões semântica, usabilidade aparente e reação emocional. A maioria relatou pouca ou nenhuma experiência prévia com a tecnologia, dois participantes (nº 7 e 8) relataram experiência com a tecnologia. De modo geral foram sugeridas melhorias quanto às resoluções e realismos de alguns objetos e do cenário, da iluminação e texturização. Também foram apontadas dificuldades iniciais da interação com os controles e menus (que serão aprimorados). De modo amplo a avaliação por parte dos especialistas foi positiva, todos relataram que fariam o uso da VR para PD&I de produtos e ambientes, antecipando etapas de avaliação a nível visual para ambiente virtual, reduzindo riscos, custos, tempo e otimizando recursos.

Utilizou-se da Inteligência Artificial Atlas.TI para análise qualitativa dos dados em nuvem de palavras (Figura 44) e em avaliação e síntese textual das respostas. Segundo a plataforma de IA:

Figura 44. Nuvem de palavras do Atlas.TI com base nas respostas da entrevista.



Fonte: Elaborada pelos autores.

“Em resumo, os participantes da entrevista observaram alguns problemas de qualidade visual, mas elogiaram a fidelidade dos objetos escaneados na realidade virtual. Embora tenham enfrentado breves dificuldades com os controles e poucos desconfortos com os óculos, acreditam no potencial da realidade virtual para pesquisas de percepção visual. Destacaram a importância de experimentar a tecnologia e expressaram interesse em utilizar o laboratório de VR para suas pesquisas. Os usuários tiveram uma boa experiência, destacando a facilidade de construir cenários e a imersão proporcionada pela tecnologia. Apontaram áreas de melhoria, como iluminação e reflexos, mas consideraram a experiência geral como positiva. Não relataram problemas de náusea ou desconforto ao usar os óculos de VR, reconhecendo o realismo dos objetos virtuais. Eles elogiaram a UX e visualizaram aplicações em prototipagem, avaliação estética, educação e entretenimento, reconhecendo o potencial logístico e o realismo da VR.”

Foi utilizado também a Inteligência Artificial gratuita *WordClouds* (<https://www.wordclouds.com/>) sobre a base de respostas dos participantes (excluindo conectivos, pontuações e repetições), obteve-se a nuvem de palavras a seguir, que representa graficamente os termos utilizados com maior frequência nas respostas (Figura 45).

ESTUDO | REALIDADE VIRTUAL (VR) NA AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO (UX): UMA COMPARAÇÃO ENTRE ATIVIDADE LABORATORIAL REAL (ALR) E ATIVIDADE LABORATORIAL DE REALIDADE VIRTUAL (ALVR).¹²

3.3.1. APRESENTAÇÃO

O presente capítulo teve como objetivo investigar no âmbito do Design, como as tecnologias emergentes de Realidade Virtual (VR) contribuem para a área projetual, abordando sua inserção na pesquisa e desenvolvimento de artefatos, sistemas e serviços inovadores. São apresentados registros da etapa de avaliação quantitativa com 60 indivíduos estudantes de graduação, onde são comparados protocolos de avaliação de UX para interação visual (dimensões de semântica, usabilidade aparente e reações emocionais), aplicados à duas condições: Ambiente Laboratorial Real (ALR) e Ambiente Laboratorial em Realidade Virtual (ALVR).

3.2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A associação entre os campos da Experiência do Usuário (*User Experience*, ou UX) e das tecnologias imersivas têm apresentado grande evolução nas últimas décadas, com destaque para a Realidade Virtual (*Virtual Reality*, ou VR), a qual favorece o desenvolvimento de métodos de design e contribui para a inovação nos produtos, sistemas e serviços e, conseqüentemente, satisfação final dos usuários e consumidores. A Realidade Virtual (RV) é uma “interface avançada do usuário” para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador (Kirner e Siscoutto 2007). De acordo com Jerald (2016) VR é um ambiente digital, imersivo e interativo, o qual simula experiências como se fossem reais. Para Tori e Hounsell (2018), esses ambientes podem oferecer experiências e informações que, por vezes, não podem ser verificadas na realidade.

¹² Este capítulo é baseado no artigo: Realidade Virtual (VR) na avaliação da Experiência do Usuário (UX): uma comparação entre Atividade Laboratorial Real (ALR) e Atividade Laboratorial de Realidade Virtual (ALVR). Porsani, Rodolfo Nucci; Paschoarelli, Luis.Carlos , aprovado Revista Estudos em Design Qualis A1 – no prelo.

Trata-se de uma tecnologia que permite interação de forma imersiva em um ambiente digital, sendo frequentemente utilizada para entretenimento, aprendizagem e ensino, simulação e treinamentos, prestação de serviços, pesquisas científicas, intervenções na área da saúde, bem como para a prática do design, arquitetura e engenharia (PORSANI *et al.*, 2023).

No campo do design, a VR tornou-se um instrumento poderoso para o aperfeiçoamento dos métodos de projeto (ROBERTS *et al.*, 2020) e, até mesmo, para avaliações de usabilidade de novos produtos, o que pode ser uma interessante alternativa para abordagens de UX. De acordo com Bu *et al.* (2021), investigações sobre as experiências imersivas e sensoriais, a fim de compreender a interação entre o design centrado no usuário e as potencialidades da VR, se fazem cada vez mais necessários. Desde o final do século XX que estudos têm explorado as potencialidades da área, a evolução das tecnologias imersivas e os parâmetros que devem ser considerados nos sistemas de VR (BERG e VANCE, 2017; ALLCOAT *et al.*, 2018; BERNI e BORGIANNI, 2020). Por outro lado, outras investigações (KULIGA *et al.*, 2015; WOLFARTSBERGER, 2019; DERMODY *et al.*, 2020; PORSANI *et al.*, 2023) apontam que, apesar desta expressividade e potencialidade, ainda existem lacunas metodológicas, principalmente quando se trata de questões relacionados às métricas de UX (CHANDANA *et al.*, 2023), com destaque para atributos de percepção emocional, estética e simbólica. De acordo com Kurosu (2010), a satisfação de uso deve ser considerada uma qualidade subjetiva da interação entre usuário e interface, ou seja, a satisfação seria o resultado de todas as características e atributos, representando a qualidade total dos artefatos durante o uso. Neste sentido, entende-se que a mensuração da satisfação de uso em VR deveria englobar, necessariamente, métricas de UX. Alguns estudos têm realizado comparações de interação entre VR e condições reais no design de produto (KHALAJ e PEDGLEY, 2014; PIZZOLANTE *et al.*, 2024), mas não se conhecem estudos que, particularmente, visam comparar os resultados de métricas de UX neste contexto.

O objetivo do presente estudo foi verificar em uma condição experimental, se as respostas à três diferentes métricas de UX, que avaliam dimensões semânticas (DS), de usabilidade aparente (SUS) e resposta emocional (GEW), são correspondentes (não apresentam diferenças) entre uma Atividade Laboratorial Real

(ALR) e uma Atividade Laboratorial em Realidade Virtual (ALVR). Acredita-se que a equivalência (ou, correspondência) entre elas, poderá contribuir para um melhor uso e aplicação de VR em avaliações de UX.

3.3.3 Materiais e Método

Característica do estudo e aspectos éticos

O presente estudo baseia-se em raciocínio indutivo (FEENEY e HEIT, 2007), natureza aplicada, abordagem quali-quantitativa e transversal, com finalidade descritiva e procedimento experimental (THOMAS, 2021). Considerando a participação de seres humanos no estudo, foram aplicados todos os cuidados éticos, incluindo a submissão e aprovação do projeto de pesquisa pelo “Comitê de Ética em Pesquisa” da FAAC-Unesp (CAAE: 60029722.3.0000.5663 – Parecer 5.833.413) em conformidade com as Resoluções 466/12-CNS-MS e 510/16-CNS-MS; e o “Código de Deontologia do Ergonomista Certificado”.

Foi aplicado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para informar sobre os objetivos, os procedimentos de coleta de dados, os modos com que se dariam a preservação da identidade e imagens, além de esclarecer sobre a divulgação dos resultados, estritamente no meio acadêmico e científico.

Amostragem

Para o presente estudo foi considerada uma estratégia de amostragem não probabilística, ou seja, de conveniência intencional. Com vistas a atender a representatividade dos usuários, foram definidos como critérios de inclusão a idade entre 18 e 30 anos (jovens adultos), e nunca ter tido contato prévio com VR; e como critérios de exclusão: apresentar relato de alguma restrição visual; relato de dificuldades de controle motor fino e habilidade manual, diagnóstico de enxaqueca, cefaléia, náuseas e vertigem crônica.

Participaram 60 indivíduos, igualmente distribuídos em duas amostras independentes (participantes de uma amostra, não participaram das atividades da outra amostra):

- **ALR - Atividade Laboratorial Real**, N=30, igualmente distribuídos quanto aos gêneros masculino e feminino, com idade média 21,57 anos (d.p. 2,42); e

- **ALVR - Atividade Laboratorial em Realidade Virtual**, N=30, igualmente distribuídos quanto aos gêneros masculino e feminino, com idade média 22,17 anos (d.p. 2,42).

Variáveis dependentes e independentes

As variáveis independentes do estudo foram a condição de interação com produtos em ALR e ALVR. Já as variáveis dependentes abrangeram os índices de UX, particularmente os resultados dos protocolos de Diferencial Semântico (DS), *System Usability Scale* (SUS) e *Geneva Emotion Wheel* (GEW).

Objetos de Estudo

Foram definidos como objetos de estudo, nove artefatos de uso cotidiano, adquiridos no mercado nacional, e cujas funcionalidades eram explícitas e comuns aos participantes. Os objetos foram categorizados em três funcionalidades distintas: (higiene pessoal - escova de dente; espremer cítricos - espremedor de frutos cítricos; e servir alimentos - concha de cozinha), sendo cada categoria avaliada (e codificada) pelos protocolos de DS, SUS e GEW (Figura 46).

Com o protocolo DS foram avaliados os artefatos de higiene pessoal, particularmente três distintas escovas de dentes (Figura 1, primeira linha): DS1 (escova de dentes portátil para viagem - Marca Condor), DS2 (escova de dentes - Marca Green/WavePlus); DS3 (escova de dentes - Marca Oral-B). Todos os objetos reais dessa categoria eram poliméricos, foram escolhidos na cor branca e azul, com funções e manuseios similares, contudo, com variações estéticas.

Com o protocolo SUS foram avaliados os artefatos para espremer cítricos, particularmente três distintos espremedores (Figura 1, segunda linha): espremedor de pressão por alavanca (SUS1); espremedor de torção da fruta no artefato (SUS2); e espremedor de torção do artefato na fruta (SUS3). O artefato SUS1 é produzido em metal (alumínio) e os demais eram poliméricos, apresentando distintas formas de manuseio, com variação quanto à funcionalidade).

E com o protocolo GEW foram avaliados os artefatos para servir alimentos, especificamente três distintas conchas de cozinha (Figura 1, terceira linha): concha padrão (GEW1); concha com escorredor (GEW2); e concha lúdica (GEW3). Todos os objetos reais desta categoria eram poliméricos, sendo um deles com dupla funcionalidade (GEW2) e outro com expressivo apelo simbólico (GEW3).

Todos os artefatos apresentados permitiam a completa visualização de seus atributos funcionais, estéticos e simbólicos. Considerando que a variação de cores poderiam influenciar a percepção aparente de uso (ALVES *et al.*, 2019) e que a cor não foi considerada uma variável independente, os artefatos DS1, DS2 e DS3 foram padronizados quanto às cores Branco e Azul; e os artefatos SUS1, SUS2, SUS3, GEW1, GEW2 e GEW3 foram padronizados na cor Preta.

Figura 46. Objetos cotidianos utilizados para o estudo



Objetos de estudo, categorizados em 3 funcionalidades distintas: higiene pessoal (primeira linha, escovas os dentes DS1, DS2 e DS3); espremer cítricos (segunda linha, espremedores de frutos cítricos SUS1, SUS2 e SUS3); e servir alimentos (terceira linha, conchas de cozinha GEW1, GEW2 e GEW3). Fonte: Os Autores (2024).

3.3.3 Instrumentos de Pesquisa

Os instrumentos empregados no presente estudo foram:

- TCLE;
- Cadastro de identificação;
- **Protocolo DS** (baseado em OSGOOD *et al.*, 1957) - métrica com característica psicofísica, constituída por pares de adjetivos antagônicos, diametralmente dispostos em uma escala de categoria (do tipo “*Likert*”) com cinco âncoras. Após a interação visual com o artefato, e de modo arbitrário, o participante julga sua concordância com um dos dois adjetivos, e discordância com o adjetivo oposto, tendo a liberdade para indicar qual âncora na escala representa sua opinião. Esta característica confere robustez para capturar dados subjetivos em um teste de usabilidade aparente, propiciando a análise fatorial de expressivos conjuntos de dados (ALBERT e TULLIS, 2023). Além de medir a conotação dos termos e seus conceitos, no design esta técnica também é aplicada como forma de avaliação de diferentes possibilidades de interação usuário x produto (SANTA ROSA e MORAES, 2012). Além disso, diferentes estudos relatam o uso deste protocolo para compreender aspectos específicos de um produto, incluindo forma, cor, estilo, entre outros atributos do design (HSU *et al.*, 2000; KHALAJ e PEDGLEY, 2014; PASCHOARELLI *et al.* 2016; PETITO *et al.*, 2023). Uma das principais vantagens do DS é que se pode aplicar os adjetivos conforme o problema a ser investigado e dependendo da finalidade do estudo (LOPES, *et al.*, 2011). No presente estudo, foram escolhidos adjetivos propostos por Lanutti (2013) para avaliar objetos de uso cotidiano; e agrupados em quatro valores semânticos de Interação Significativa (Tabela 7), conforme preconizado por Medeiros (2014). Além disso, a ordem de apresentação dos adjetivos foi randomizada, objetivando não apresentar adjetivos com características positivas ou negativas em apenas um dos lados do protocolo.

Tabela 7. Valores semânticos de Interação Significativa no protocolo DS.

ATRIBUTO SEMÂNTICO	DESCRIÇÃO	ADJETIVOS REPRESENTATIVOS	
CRÍTICO	Operam na fronteira entre as dimensões denotativa e conotativa, abrangendo associações como confortável, funcional e amigável.	Lento	Rápido
		Eficiente	Ineficiente
		Uso Fácil	Uso Difícil
		Muito Esforço	Pouco Esforço
		Inseguro	Seguro
LÚDICO	Envolvem interpretações emocionais individuais dos usuários, refletindo um 'estado de espírito' projetado no produto, como monótono, alegre e infantil.	Divertido	Sério
		Atrativo	Repulsivo
		Extravagante	Discreto
		Formal	Informal
		Diferente	Comum
IDEOLÓGICO	Emergem de paradigmas simbólicos e arbitrários nos produtos, refletindo significados relacionados a padrões sociais e status do usuário.	Clássico	Moderno
		Humilde	Requintado
		Dispensável	Essencial
		Decorativo	Funcional
		Usual	Raro
PRÁTICO	Relacionados aos atributos físicos dos produtos, como ergonomia, estabilidade e solidez.	Resistente	Frágil
		Estável	Instável
		Leve	Pesado
		Pequeno	Grande
		Bonito	Feio

Valores semânticos de Interação Significativa (MEDEIROS, 2014) e respectivos pares de adjetivos antagônicos aplicados no protocolo DS. Fonte: os autores (2024).

- **Protocolo SUS** (*System Usability Scale*) - métrica desenvolvida por Brooke (1996) e preconizada por Albert e Tullis (2023) para avaliação de produtos. O protocolo consiste em dez declarações afirmativas, em que os participantes classificam sua concordância ou discordância. Metade das declarações apresentam afirmação positiva e a outra metade apresentam afirmação negativa (organizadas alternadamente no protocolo), cujo propósito não é avaliar cada uma delas individualmente, mas um resultado que representa uma medida global. De acordo com Kortum e Bangor (2013), o SUS apresenta-se como um instrumento robusto para a avaliação da usabilidade de produtos. O Protocolo SUS contou com as seguintes declarações: 1) Eu acho que gostaria de usar esse produto com frequência; 2) Eu acho o produto desnecessariamente

complexo; 3) Eu acho o produto fácil de usar; 4) Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o produto; 5) Eu acho que as várias funções do produto estão muito bem integradas; 6) Eu acho que o produto apresenta muita inconsistência; 7) Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse produto rapidamente; 8) Eu acho o produto incômodo de usar; 9) Eu me sentiria confiante ao usar o produto; 10) Eu precisaria aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o produto.

- **Protocolo GEW** (*Geneva Emotion Wheel*) - é uma métrica proposta por Scherer (2005), baseada em um círculo sistemático para mensurar a emoção dos indivíduos durante uma atividade. Apresenta-se estruturado em um plano cartesiano, organizado sistematicamente em duas dimensões: no eixo horizontal indica as valências (negativas e positivas); e no eixo vertical representa a ativação (alta e baixa), separando-as em quatro quadrantes, conforme preconizado por Sacharin *et al.* (2012). O protocolo utilizado (PORSANI, 2020) apresenta-se na versão 2.0 em forma circular, e é composto por 20 reações emocionais (10 positivas e 10 negativas). Para cada emoção é apresentada uma escala de cinco âncoras em formato radial, que variam a intensidade emocional conforme o tamanho apresentado (pequeno: pouca intensidade; grande: elevada intensidade). No centro encontram-se as opções de “nenhuma emoção” e “outra emoção”, a qual abre a possibilidade de o participante descrever qual emoção está sentindo e qual a intensidade percebida, atendendo os pressupostos de Scherer *et al.* (2013).
- **Headset VR** - marca Meta, modelo Quest 2, o qual é preconizado por Pereira *et al.* (2023) e Carnevale *et al.* (2022) para este tipo de estudo. Apresenta resolução de 1832 x 1920 pixels/olho, Oled, 6GB de RAM e 128GB de memória, processador *Qualcomm Snapdragon XR2*, 6 sensores de rastreamento, microfone embutido, conectividade wi-fi de 6 GHz, fones de ouvido de 3,5mm, dois controles *Oculus Touch* e Sistema Operacional *Oculus Android* e peso 546g. Também apresenta *strap BOBOVRM2Pro*, *power bank* extra de 5.200mah (elevando autonomia para 5h), máscara de silicone e capas de proteção.
- **ALVR** - desenvolvido em quatro etapas (PORSANI *et al.* 2024). A primeira foi de digitalização dos objetos de estudo, com uso do scanner *Shining 3D EinScan SE & SP* e software *EXScan S* (versão 3.1.0.1). A segunda foi de edição das

malhas, utilizando os softwares *GOM Inspect Quality Suite* (versão 2022), *3DBuilder2023* (versão 2023) e *BLENDER 3D 2023* (versão 3.6). Nesta etapa objetivou-se simular as características visuais dos artefatos reais. Na versão virtual dos artefatos DS1, DS2 e DS3, o corpo (branco) apresentou superfície reflexiva, a empunhadura (azul) apresentou-se opaca simulando uma superfície emborrachada, e as cerdas ficaram levemente transparentes. Na versão virtual dos artefatos SUS1, SUS2, SUS3, GEW1, GEW2 e GEW3, foi aplicada textura opaca, com baixa reflexividade ou brilho e na cor preta, demonstrando a mesma textura plástica dos artefatos originais. A etapa seguinte foi de modelagem do ambiente, com uso do software *3D SketchUp Pro* (versão 2021). A quarta (e última) etapa foi de implementação dos objetos virtuais (em formato .obj) no ambiente virtual.

3.3.4 Procedimentos de Coleta e Análise de Dados

Anterior ao processo de recrutamento, organizou-se uma estratégia para a sequência de apresentação dos objetos de estudo, visando minimizar o desgaste cognitivo, o cansaço visual e possíveis vieses em abordagens de UX (Albert e Tullis, 2023). Neste sentido, optou-se por organizar uma sequência de avaliação com base na distribuição matricial por Quadrado Latino (DELAHAYE, 2006), o qual proporciona controle das fontes de variação em desenhos de estudos experimentais (RICHARDSON, 2018). Considerando que seriam avaliados nove artefatos, optou-se por uma distribuição 3x3, em que cada conjunto de cinco participantes recebeu uma sequência de apresentação dos produtos, sendo uma para cada protocolo (Tabela 8).

Tabela 8. Código participante em distribuição por Quadrado Latino.

Participantes em ALVR										Participantes em ALR										SEQUÊNCIAS DE AVALIAÇÃO DOS ARTEFATOS
Homens					Mulheres					Homens					Mulheres					
VH01	VH02	VH03	VH04	VH05	VM01	VM02	VM03	VM04	VM05	RH01	RH02	RH03	RH04	RH05	RM01	RM02	RM03	RM04	RM05	DS1 - DS2 - DS3 SUS1 - SUS2 - SUS3 GEW1 - GEW2 - GEW3
VH06	VH07	VH08	VH09	VH10	VM06	VM07	VM08	VM09	VM10	RH06	RH07	RH08	RH09	RH10	RM06	RM07	RM08	RM09	RM10	DS2 - DS3 - DS1 SUS2 - SUS3 - SUS1 GEW2 - GEW3 - GEW1
VH11	VH12	VH13	VH14	VH15	VM11	VM12	VM13	VM14	VM15	RH11	RH12	RH13	RH14	RH15	RM11	RM12	RM13	RM14	RM15	DS3 - DS1 - DS2 SUS3 - SUS1 - SUS2 GEW3 - GEW1 - GEW2

Codificação de cada um dos participantes e sequência de avaliação dos artefatos, conforme distribuição matricial por Quadrado Latino (DELAHAYE, 2006) Fonte: os autores (2024).

O processo de recrutamento iniciou-se com o convite e o esclarecimento dos objetivos do estudo. Os participantes que aceitaram o convite, preencheram o TCLE e o cadastro de identificação.

Tanto ALR, quanto ALVR, ocorreram na sala de experimentos do Laboratório de Ergonomia e Interfaces - LEI, visando o controle de iluminação (em torno de 500 lux), considerando a NBR ISO/CIE 8995-1; e o controle de ruído (entre 50 e 60dB), considerando a NBR 10152. Também houve o controle da temperatura ambiental (entre 22°C e 24°C). Neste ambiente e de modo individual, o participante foi direcionado a um assento e mesa (especialmente organizados para tal) e orientado a manter postura sentada. Foi instruído de que cada etapa possuía uma sequência específica de avaliação dos produtos e alertado para ler atentamente as instruções e responder com atenção todos os protocolos.

Na ALR, cada artefato foi apresentado individualmente em uma base giratória (6 RPM) instalada sobre a mesa, por um período de 60 segundos. Após esta apresentação, o artefato era retirado e o participante respondia o protocolo correspondente (DS, SUS ou GEW) diretamente no computador. Esse processo se repetia até o participante avaliar os 9 artefatos e preencher os 9 protocolos correspondentes.

Na ALVR, além das instruções já descritas, foi orientado sobre os controles do equipamento, as maneiras de como manuseá-los e as funções dos botões e do menu interativo, seguindo as recomendações de Porsani *et al.* (2024). O equipamento foi ajustado ao participante. No ambiente em VR, inicialmente o participante foi orientado a rotacionar o assento no seu próprio eixo, permitindo observar todo seu entorno e familiarizar-se com o ambiente virtual. Na sequência, o participante era direcionado ao menu, para função “aferir visão”, onde era apresentada uma tabela de *Snellen* a qual serviu para ajustar o foco da visão ao participante. Por fim, o participante foi instruído a acessar o menu “avaliação” e acionar os botões na sequência de avaliação dos artefatos (última coluna à direita da Tabela 2). Cada um dos artefatos foi apresentado em uma base rotativa (6 RPM), por um período de 60 segundos, emulando todas as condições da ALR. Ao final do tempo, o artefato era ocultado e surgia um alerta para o voluntário retirar o Headset VR e responder o protocolo correspondente no computador (Figura 47).

Figura 47. Procedimentos de coleta de dados ALVR e protocolos.



Coleta de dados ALVR (superior) e registro dos protocolos (inferior). Fonte: Os autores (2024).

O tempo aproximado de coleta de dados em ALR foi de aproximadamente 40 minutos por participante e em ALVR, devido as etapas de instruções, ajustes do Headset VR e familiarização, foi de aproximadamente 60 minutos por participante. Ao final da ALVR, nenhum participante relatou a ocorrência de *cybersickness* (náusea, desorientação e desconforto visual).

Ao final da etapa de coleta de dados, os resultados foram organizados em planilhas eletrônicas, contabilizando 150 metadados por participante (60 metadados para DS, 30 metadados para SUS e 60 metadados para GEW). No total, foram reunidos 4500 metadados para ALR e 4500 metadados para ALVR. Para cada um dos protocolos aplicou-se uma análise estatística específica.

Para os metadados do DS, foi aplicada uma análise estatística descritiva para cada par de adjetivo, obtendo-se média e desvio-padrão. Para o SUS foi calculado a pontuação (*score*) de cada indivíduo, preconizado por Brooke (1996) e Albert e Tullis

(2023); e a partir desta pontuação foi aplicada análise estatística descritiva, obtendo-se média e desvio padrão. E para o GEW, foi adotado o procedimento de análise estatística descritiva, para cada uma das 20 reações emocionais, obtendo-se média e desvio padrão.

Considerando a necessidade de comparar as variáveis independentes ALR, com ALVR, a partir das variáveis dependentes (resultados dos protocolos DS, SUS e GEW), foi aplicado um teste de hipóteses, utilizando-se o software JASP (versão 0,18,1,0). Com vistas a verificar os pressupostos de normalidade da distribuição das amostras, foi aplicado um teste de *Shapiro-Wilk* (conforme preconiza Gupta *et al.*, 2019). Em apenas três condições apontou normalidade ($p > 0,05$) da amostra na condição ALR: SUS1 ($p = 0,076$); SUS2 ($p = 0,240$) e SUS3 ($p = 0,113$). Entretanto, na condição ALVR, nenhuma das amostras atendeu o pressuposto de normalidade ($p \leq 0,05$). Assim sendo, para todas as comparações foi aplicado o Teste de *Mann-Whitney* ($p \leq 0,05$) para amostras independentes. É importante destacar que dados de estudos sobre interação de uso utilizam habitualmente a mediana como elemento de apresentação dos resultados; entretanto, considerando que o objetivo do presente estudo foi comparar duas amostras (ALR e ALVR) em condições controladas, optou-se por apresentar apenas a média (e respectivo desvio-padrão), assim como o valor de “ p ”.

3.3.5 Resultados

Resultados do DS

Os resultados gerais do protocolo DS, comparando ALR e ALVR na avaliação dos artefatos DS1, DS2 e DS3 são apresentados na Tabela 9. Quanto ao artefato DS1, e considerando-se apenas a análise dos valores de “ p ” do teste de *Mann-Whitney*, constata-se que em todos os 20 pares de adjetivos analisados confirma-se a hipótese de não diferença significativa ($p > 0,05$) entre os pontos médios de ALR e ALVR, a saber: Lento-Rápido (0,648); Ineficiente-Eficiente (0,878); Uso Difícil-Uso Fácil (0,693); Muito Esforço-Pouco Esforço (0,147); Inseguro-Seguro (0,383); Sério-Divertido (0,192); Repulsivo-Atrativo (0,099); Estravagante-Discreto (0,083); Formal-Informal (0,145); Diferente-Comum (0,091); Clássico-Moderno (0,700); Humilde-Requintado (0,286); Dispensável-Essencial (0,999); Decorativo-Funcional (0,654); Raro-Usual (0,999); Frágil-Resistente (0,999); Instável-Estável (0,597); Pesado-Leve

(0,986); Pequeno-Grande (0,688); e Feio-Bonito (0,190). Quanto ao artefato DS2, e considerando-se apenas a análise dos valores de “ p ” do teste de *Mann-Whitney*, constata-se também que em todos os 20 pares de adjetivos analisados confirma-se a hipótese de não diferença significativa ($p > 0,05$) entre os pontos médios de ALR e ALVR, a saber: Lento-Rápido (0,932); Ineficiente-Eficiente (0,999); Uso Difícil-Uso Fácil (0,797); Muito Esforço-Pouco Esforço (0,301); Inseguro-Seguro (0,856); Sério-Divertido (0,951); Repulsivo-Atrativo (0,146); Estravagante-Discreto (0,249); Formal-Informal (0,135); Diferente-Comum (0,243); Clássico-Moderno (0,932); Humilde-Requintado (0,622); Dispensável-Essencial (0,878); Decorativo-Funcional (0,539); Raro-Usual (0,180); Frágil-Resistente (0,518); Instável-Estável (0,368); Pesado-Leve (0,557); Pequeno-Grande (0,646); e Feio-Bonito (0,190).

E quanto ao artefato DS3, considerando-se apenas a análise dos valores de “ p ” do teste de *Mann-Whitney*, constata-se que dos 20 pares de adjetivos analisados, em 19 deles confirma-se a hipótese de não diferença significativa ($p > 0,05$) entre os pontos médios de ALR e ALVR, a saber: Lento-Rápido (0,241); Ineficiente-Eficiente (0,929); Uso Difícil-Uso Fácil (0,819); Muito Esforço-Pouco Esforço (0,573); Inseguro-Seguro (0,265); Sério-Divertido (0,506); Repulsivo-Atrativo (0,255); Estravagante-Discreto (0,279); Formal-Informal (0,268); Diferente-Comum (0,897); Clássico-Moderno (0,623); Humilde-Requintado (0,439); Dispensável-Essencial (0,454); Decorativo-Funcional (0,418); Frágil-Resistente (0,648); Instável-Estável (0,471); Pesado-Leve (0,566); Pequeno-Grande (0,960); e Feio-Bonito (0,486).

Tabela 9. Resultados Estatísticos DS.

DS ADJETIVOS ANTAGÔNICOS	DS1			DS2			DS3		
	ALR Me (d.p.)	ALVR Me (d.p.)	p	ALR Me (d.p.)	ALVR Me (d.p.)	p	ALR Me (d.p.)	ALVR Me (d.p.)	p
Lento	3,03	2,83		3,73	3,53		3,63	3,20	
Rápido	(1,13)	(0,99)	,648	(1,11)	(1,11)	,932	(1,03)	(1,00)	,241
Ineficiente	3,73	4,23		4,37	4,63		4,07	4,60	
Eficiente	(1,11)	(0,77)	,878	(0,72)	(0,67)	,999	(1,08)	(0,50)	,929
Uso Difícil	3,40	4,33		4,63	4,73		4,63	4,70	
Uso Fácil	(1,43)	(0,92)	,693	(0,49)	(0,52)	,797	(0,56)	(0,65)	,819
Muito Esforço	3,17	4,10		4,17	4,33		3,93	4,47	
Pouco Esforço	(1,29)	(0,96)	,147	(0,95)	(0,88)	,301	(1,08)	(0,63)	,573
Inseguro	3,23	4,07		4,60	4,80		4,20	4,57	
Seguro	(1,43)	(1,14)	,383	(0,67)	(0,41)	,856	(0,96)	(0,63)	,265
Sério	3,33	3,17		2,30	2,77		2,13	2,67	
Divertido	(1,03)	(1,18)	,192	(1,12)	(1,17)	,951	(1,17)	(1,09)	,506
Repulsivo	3,23	3,77		3,67	3,97		3,30	3,83	
Atrativo	(1,36)	(1,07)	,099	(0,96)	(0,81)	,146	(1,02)	(0,79)	,255
Extravagante	3,44	3,23		4,00	3,77		3,93	4,07	
Discreto	(1,19)	(1,22)	,083	(0,98)	(1,14)	,249	(1,20)	(0,94)	,279
Formal	3,67	3,43		2,83	3,00		2,77	3,13	
Informal	(1,12)	(1,17)	,145	(1,14)	(1,14)	,135	(1,45)	(0,97)	,268
Diferente	3,47	3,30		4,60	4,23		4,50	4,57	
Comum	(1,43)	(1,39)	,091	(0,86)	(1,17)	,243	(0,94)	(0,82)	,897
Classico	3,63	3,23		2,00	3,00		2,03	2,97	
Moderno	(1,03)	(1,14)	,700	(1,29)	(1,23)	,932	(1,19)	(1,27)	,623
Humilde	2,13	2,17		2,13	2,50		1,90	2,07	
Requintado	(1,04)	(0,99)	,286	(1,05)	(1,01)	,622	(1,06)	(0,98)	,439
Dispensável	3,50	4,27		4,67	4,50		4,63	4,67	
Essencial	(1,36)	(1,14)	,999	(0,66)	(0,78)	,878	(0,72)	(0,61)	,454
Decorativo	4,23	4,60		4,63	4,47		4,50	4,80	
Funcional	(1,10)	(0,67)	,654	(0,76)	(0,90)	,539	(0,78)	(0,40)	,418
Raro	4,20	4,33		4,87	4,67		4,87	4,73	
Usual	(0,96)	(0,92)	,999	(0,35)	(0,76)	,180	(0,43)	(0,52)	,027
Frágil	2,13	3,47		4,53	4,10		4,07	4,00	
Resistente	(1,01)	(1,28)	,999	(0,63)	(0,92)	,518	(1,11)	(1,08)	,648
Instável	2,43	3,90		4,70	4,73		4,17	4,60	
Estável	(1,28)	1,27)	,597	(0,47)	(0,45)	,368	(1,05)	(0,56)	,471
Pesado	4,27	4,60		4,17	4,60		4,73	4,83	
Leve	(1,11)	(0,81)	,986	(0,95)	(0,72)	,557	(0,58)	(0,38)	,566
Pequeno	3,57	3,87		3,17	4,07		3,53	4,13	
Grande	(1,38)	(1,07)	,688	(0,95)	(0,87)	,646	(1,01)	(0,78)	,960
Feio	2,47	2,90		3,47	3,73		2,60	3,70	
Bonito	(1,31)	(1,18)	,190	(1,11)	(1,01)	,939	(1,30)	(1,06)	,486

Resultados de média (Me), desvio-padrão (d.p.) e valor de “p” do Teste de *Mann-Whitney*, para os adjetivos antagônicos aplicados nos protocolos DS, referentes às condições ALR e ALVR dos objetos DS1, DS2 e DS3. As células grifadas na cor ‘laranja’ apresentam (em negrito) os valores não significativos ($p > 0,05$) da comparação entre ALR e ALVR, confirmando a hipótese de não diferença significativa entre os pontos médios. Fonte: os autores (2024).

Resultados do SUS

Os resultados gerais do protocolo SUS, comparando ALR e ALVR na avaliação dos artefatos SUS1, SUS2 e SUS3 (Tabela 10), a partir da análise dos valores de “*p*” do teste de *Mann-Whitney*, permitiu confirmar a hipótese de não diferença significativa ($p>0,05$) entre os pontos médios de ALR e ALVR para os três artefatos.

Tabela 10. Resultados Estatísticos SUS

SUS	SUS1			SUS2			SUS3		
	ALR	ALVR	p	ALR	ALVR	p	ALR	ALVR	p
	Me (d. p.)	Me (d. p.)		Me (d. p.)	Me (d. p.)		Me (d. p.)	Me (d. p.)	
PONTUAÇÃO	80,75 (13,90)	87,42 (10,41)	,070	77,33 (14,85)	81,25 (14,32)	,276	42,00 (25,27)	40,83 (25,57)	,882

Resultados de média (Me), desvio-padrão (d.p.) e valor de “*p*” do Teste de *Mann-Whitney*, para a pontuação dos protocolos SUS, referentes às condições ALR e ALVR, dos objetos SUS1, SUS2 e SUS3. As células grifadas na cor ‘laranja’ apresentam (em negrito) os valores não significativos ($p>0,05$) da comparação entre ALR e ALVR, confirmando a hipótese de não diferença significativa entre os pontos médios. Fonte: os autores (2024).

Resultados do GEW

Os resultados gerais do protocolo GEW, comparando ALR e ALVR na avaliação dos artefatos GEW1, GEW2 e GEW3 são apresentados na Tabela 5. Quanto ao artefato GEW1, e considerando-se apenas a análise dos valores de “*p*” do teste de *Mann-Whitney*, constata-se que das 20 reações emocionais analisadas, em 15 delas confirmou-se a hipótese de não diferença significativa ($p>0,05$) entre os pontos médios de ALR e ALVR, a saber: Desprezo (0,668); Ódio (0,112); Raiva (0,710); Tristeza (0,189); Culpa (0,117); Arrependimento (0,992); Vergonha (0,399); Interesse (0,941); Diversão (0,271); Orgulho (0,956); Prazer (0,060); Contentamento (0,140); Amor (0,062); Admiração (0,424); e Compaixão (0,064).

Quanto ao artefato GEW2, e considerando-se apenas a análise dos valores de “*p*” do teste de *Mann-Whitney*, constata-se que das 20 reações emocionais analisadas, 17 delas confirmou-se a hipótese de não diferença significativa ($p>0,05$) entre os pontos médios de ALR e ALVR, a saber: Medo (0,393); Desprezo (0,360); Ódio (0,784); Tristeza (0,418); Culpa (0,406); Arrependimento (0,441); Vergonha (0,213); Interesse (0,158); Diversão (0,596); Orgulho (0,418); Alegria (0,198); Prazer (0,117);

Contentamento (0,229); Amor (0,452); Admiração (0,316); Alívio (0,074); e Compaixão (0,425).

Por fim, quanto ao artefato GEW3, e considerando-se apenas a análise dos valores de “*p*” do teste de Mann-Whitney, também constata-se que das 20 reações emocionais analisadas, em 17 delas confirmou-se a hipótese de não diferença significativa ($p > 0,05$) entre os pontos médios de ALR e ALVR, a saber: Medo (0,164); Nojo (0,402); Desprezo (0,168); Ódio (0,999); Tristeza (0,521); Culpa (0,280); Vergonha (0,820); Desapontamento (0,164); Interesse (0,674); Diversão (0,438); Orgulho (0,582); Alegria (0,127); Prazer (0,631); Alívio (0,093); e Compaixão (0,429).

Tabela 11. Resultados Estatísticos GEW.

GEW REAÇÕES EMOCIONAIS	GEW1			GEW2			GEW3		
	ALR	ALVR	p	ALR	ALVR	p	ALR	ALVR	p
	Me (d. p.)	Me (d. p.)		Me (d. p.)	Me (d. p.)		Me (d. p.)	Me (d. p.)	
Medo	1,27 (0,58)	1,17 (0,46)	,001	1,43 (0,86)	1,37 (0,72)	,393	1,07 (0,37)	1,13 (0,35)	,164
Nojo	1,37 (0,76)	1,33 (0,71)	,015	1,53 (0,86)	1,40 (0,72)	,001	1,10 (0,40)	1,10 (0,31)	,402
Desprezo	1,80 (1,24)	1,60 (1,04)	,668	1,53 (1,11)	1,53 (0,90)	,360	1,10 (0,40)	1,07 (0,25)	,168
Ódio	1,40 (0,89)	1,20 (0,48)	,112	1,50 (1,07)	1,13 (0,35)	,784	1,07 (0,37)	1,07 (0,25)	,999
Raiva	1,63 (1,10)	1,47 (0,94)	,710	1,67 (1,30)	1,27 (0,58)	,047	1,03 (0,18)	1,03 (0,18)	,999
Tristeza	2,10 (1,30)	1,40 (0,67)	,189	1,50 (0,82)	1,23 (0,63)	,418	1,10 (0,31)	1,10 (0,31)	,521
Culpa	1,37 (0,85)	1,13 (0,35)	,117	1,20 (0,66)	1,17 (0,38)	,406	1,10 (0,31)	1,07 (0,25)	,280
Arrependimento	1,67 (1,27)	1,37 (0,93)	,992	1,50 (1,14)	1,43 (0,90)	,441	1,07 (0,25)	1,07 (0,25)	,913
Vergonha	1,40 (0,81)	1,20 (0,48)	,399	1,43 (0,94)	1,23 (0,63)	,213	1,30 (0,60)	1,13 (0,35)	,820
Desapontamento	2,23 (1,28)	2,13 (1,41)	,010	1,80 (1,30)	1,70 (1,09)	,003	1,20 (0,61)	1,13 (0,43)	,164
Interesse	2,47 (1,22)	2,47 (1,11)	,941	4,10 (1,24)	3,93 (0,94)	,158	4,53 (0,82)	4,30 (0,70)	,674
Diversão	1,73 (1,01)	1,97 (1,00)	,271	3,20 (1,40)	2,77 (1,10)	,596	4,80	4,60	,438

						(0,48)	(0,62)		
Orgulho	1,27 (0,58)	1,57 (0,97)	,956	2,43 (1,55)	1,93 (1,14)	,418	3,03 (1,40)	2,40 (1,33)	,582
Alegria	1,73 (0,87)	2,10 (1,16)	,044	3,07 (1,28)	2,57 (1,33)	,198	4,70 (0,53)	4,43 (0,68)	,127
Prazer	1,80 (1,10)	2,13 (1,43)	,060	2,63 (1,50)	2,67 (1,49)	,117	3,93 (1,31)	3,63 (1,19)	,631
Contentamento	2,47 (1,36)	2,87 (1,43)	,140	3,10 (1,45)	3,03 (1,59)	,229	4,23 (1,04)	4,00 (1,11)	,018
Amor	1,70 (1,09)	1,93 (1,26)	,062	2,10 (1,52)	1,67 (1,06)	,452	3,93 (1,31)	3,40 (1,45)	,004
Admiração	1,97 (1,22)	2,10 (1,32)	,424	2,97 (1,50)	2,87 (1,36)	,316	3,73 (1,34)	3,93 (1,11)	,007
Alívio	1,93 (1,23)	2,00 (1,34)	,049	2,23 (1,52)	2,27 (1,46)	,074	2,73 (1,41)	2,67 (1,40)	,093
Compaixão	1,57 (1,04)	1,80 (1,06)	,064	1,83 (1,37)	1,67 (0,92)	,425	3,23 (1,30)	3,03 (1,50)	,429

Resultados de média (Me), desvio-padrão (d.p.) e valor de “p” do Teste de *Mann-Whitney*, para as reações emocionais aplicadas nos protocolos GEW, referentes às condições ALR e ALVR, dos objetos GEW1, GEW2 e GEW3. As células grifadas na cor ‘laranja’ apresentam (em negrito) os valores não significativos ($p > 0,05$) da comparação entre ALR e ALVR, confirmando a hipótese de não diferença significativa entre os pontos médios. Fonte: os autores (2024).

3.3.6 Discussões

A VR pode ser considerada uma das principais aplicações tecnológicas nas últimas décadas, e está sendo disseminada nas mais diferentes áreas da vida humana, tais como o entretenimento, aprendizagem e treinamentos, ciência, saúde e, sobretudo, no campo projetual: design, arquitetura e engenharia. Nestes campos, a VR foi acompanhada pela progressão do conhecimento científico e tecnológico, despontando importantes investigações sobre seu emprego. E embora tenha esta representatividade, a VR ainda apresenta lacunas, entre as quais destaca-se a sua aplicação na UX (CHANDANA *et al.*, 2023).

O presente estudo, com característica empírica, teve como propósito verificar se as respostas de distintas métricas de UX (DS, SUS e GEW), que avaliam dimensões semânticas, de usabilidade aparente e de resposta emocional, apresentam similaridade (não apresentam diferenças) quando comparadas entre uma ALR e uma ALVR. No presente estudo, o controle metodológico adotado demonstra que os

resultados são robustos, visto o emprego de análise estatística com teste de hipóteses, com efetiva aplicabilidade nos campos do Design.

Quanto aos achados com o protocolo DS, o qual avaliou as dimensões semânticas, os resultados apontam que, tanto para o artefato DS1, quanto para o DS2, não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$), entre ALR e ALVR, em 100% dos pares de adjetivos que compuseram o protocolo, permitindo afirmar que a ALVR resultou em dados análogos ao ALR.

Já em relação ao artefato DS3, os resultados indicam que em 95% dos pares de adjetivos não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$) entre ALR e ALVR. De fato, só foi constatada diferença no par de adjetivo “Raro-Usual”, em que a média da ALR ($4,87 - \pm 0,43$) foi significativamente maior ($p=0,027$) que a média da ALVR ($4,73 - \pm 0,52$). De acordo com Medeiros (2014), este par de adjetivos refere-se ao atributo semântico “ideológico” e, provavelmente, este fator pode ter contribuído para esta condição. De fato, observa-se no artefato DS3 a ocorrência de elementos visuais (aletas emborrachadas), as quais provavelmente colaboraram para que os participantes respondessem diferentemente na condição ALR (na qual foi possível visualizar com mais detalhamento estes elementos), quando comparado à ALVR (cujos elementos, com pequena área, podem não ter sido demonstrados com igual naturalidade). Portanto, em aplicações de VR no design de produto, deve-se tomar muito cuidado para a aplicação de pequenos detalhes nos artefatos estudados, visto que interpretações sobre superfícies, texturas, brilhos e outros elementos visuais podem interferir negativamente para a emulação da atividade real.

Quanto aos achados com o protocolo SUS, os resultados apontam que para 100% dos artefatos analisados, SUS1, SUS2 e SUS3, não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$) entre ALR e ALVR. Neste caso, podemos considerar que em abordagens de UX, o protocolo SUS parece demonstrar máxima consistência. Provavelmente isto ocorre pois o SUS é um protocolo mais focado a usabilidade percebida (ALBERT e TULLIS, 2023), e o modo com a ALVR foi aplicado é mais compatível com uma interação estritamente visual (não tátil e, nem tão pouco, operacional). Este é um aspecto interessante a ser considerado, pois, apesar da VR ter demonstrado grande possibilidade de aplicação (usando SUS) em abordagens de UX, ainda apresenta limitações quanto a sua condição unidimensional (estritamente a visão), apesar de já existirem outras tecnologias que

permitem uma maior imersão no contexto virtual, como por exemplo, a complementação com sistemas hápticos (KIM *et al.*, 2017) ou envolvendo outras condições ambientais (HAN *et al.*, 2018) e operacionais.

E quanto aos achados do GEW, os resultados apontam que em relação ao artefato GEW1, não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre ALR e ALVR em 75% das reações emocionais. Nas reações em que se observou diferença significativa ($p \leq 0,05$), nota-se que aquelas de valência negativa (“Medo”, “Nojo” e “Desapontamento”), o artefato foi mais mal avaliado na condição ALR, quando comparado com ALVR. Já naquelas de valência positiva (“Alegria” e “Alívio”), o artefato foi mais bem avaliado na condição ALVR, quando comparado ao ALR. É importante destacar que o artefato GEW1 apresenta desenho extremamente funcional e, provavelmente, o fato de receber piores avaliações em valências negativas na ALR, em contrapartida às melhores avaliações em valências positivas na ALVR, deu-se devido à prováveis experiências pregressas de interação real dos participantes com este artefato. Além disso, a experiência em VR pode ter influenciado (positivamente) a avaliação do GEW1, uma vez que a experiência em VR reflete significativamente no envolvimento e afeto positivo nas experiências virtuais, quando comparado às condições reais (PIZZOLANTE, 2024).

Já em relação ao artefato GEW2, não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre ALR e ALVR em 85% das reações emocionais, o que pode ser considerado um índice bastante expressivo. Além disso, parece ter havido comportamento similar ao GEW1, quanto ao tipo de valência predominante. De fato, apesar de não haver diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em nenhuma reação emocional de valência positiva, nas reações emocionais “Nojo”, “Raiva” e “Desapontamento”, cuja valência é negativa, os resultados foram significativamente piores ($p \leq 0,05$) na ALR, quando comparados aos resultados da ALVR. Neste caso, o artefato GEW2 não apresenta apelo estético em seu design, senão a complementação de uma funcionalidade (um “escorredor”). Provavelmente esta característica funcional influenciou os participantes a avaliarem com maior intensidade as reações emocionais de valência negativa, na condição ALR, reforçando o que já foi explicado sobre os resultados do GEW1.

E por fim, em relação ao artefato GEW3, também não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre ALR e ALVR em 85% das reações

emocionais. Neste caso, tais diferenças se concentraram nas reações emocionais de valência positiva, sendo que em “Contentamento” e “Amor”, o artefato recebeu melhor avaliação na ALR e, na reação emocional “Admiração”, o artefato foi mais bem avaliado na ALVR. Independente destes resultados, o que se destaca é o fato das diferenças significativas ($p \leq 0,05$) se concentrarem em reações emocionais de valência positiva e, provavelmente, isto se deve ao fato deste artefato ser o de maior apelo estético e simbólico (quando comparado aos GEW1 e GEW2). O GEW3 é um produto da linha “Nessie” (inspirado no “monstro do lago Ness”), desenvolvido pela Ototo Design, e que apresenta características bem funcionais, associado a um design “inusitado” (OTOTO, 2024). Além disso, Lanutti *et al.* (2012) já haviam observado comportamento similar, mas em condições de interação real e com aplicação de protocolo DS. De qualquer forma, os resultados obtidos com o protocolo GEW, apesar de expressivos (entre 75% e 85% das reações emocionais não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre ALR e ALVR), indicam que a VR pode ser um fator de interferência na avaliação de reações emocionais, o que deve ser fortemente considerado em avaliações de UX.

De modo geral, vale observar que os índices de similaridades entre ALR e ALVR, quando da aplicação dos protocolos DS, SUS e GEW, foram bastante representativos, principalmente com os artefatos DS1, DS2, SUS1, SUS2 e SUS3, que em 100% das análises não houve diferença significativa entre ALR e ALVR. E com relação ao protocolo GEW, os índices variaram entre 75 e 85% de similaridade. Isto pode ser corroborado por Pizzolante *et al.* (2024), os quais compararam condições reais com condições em VR no campo do design de produto e sugerem a viabilidade e o potencial da VR como instrumento de avaliação de UX, visto que resultam na replicação dos resultados de experiências reais. Por outro lado, Markowitz e Bailenson (2023), alerta que medir efeitos emocionais com VR exige que as interações apresentem “alta energia” (elevado envolvimento cognitivo), o que não parece ser a proposta do presente estudo.

THE FUTURE IS NOW



CAPÍTULO 04: DISCUSSÃO E SÍNTESE DOS ESTUDOS

O presente capítulo apresenta a discussão geral da tese e desempenha papel de interpretar, analisar e contextualizar os resultados obtidos durante a pesquisa. Aqui são apresentados a interpretação dos resultados, relação com a literatura, implicações práticas e teóricas, limitações da pesquisa, sugestões para pesquisas futuras, validação e confiabilidade, contextualização social, ética e contribuições.

Desenvolver o capítulo de discussão em um campo tão dinâmico e interdisciplinar como o Design e UX com aplicações envolvendo a tecnologia de VR, exige uma combinação de reflexão crítica, análise aprofundada dos dados e uma conexão clara com o quadro teórico, os objetivos de pesquisa e as perguntas de pesquisa estabelecidas no início do trabalho.

A relembrar, o presente estudo objetivou avaliar produtos de uso cotidiano nas dimensões semânticas, usabilidade aparente e resposta emocional, em Ambiente Laboratorial Real (ALR) e Ambiente Laboratorial em Realidade Virtual (ALVR), visando comparar a diferença entre seus resultados. Respondendo à pergunta de pesquisa: A aplicação de realidade virtual (VR), em métricas de experiência do usuário (UX), particularmente dimensões semânticas, de usabilidade aparente e resposta emocional, apresentam resultados com similaridade às condições reais de avaliação?

Os resultados encontrados no decorrer dos estudos teóricos de revisão auxiliaram no delineamento do estado-da-arte do tema proposto e apontam para a existência de lacuna científica e os potenciais da tecnologia de VR, o que justifica o investimento de recursos na corrente investigação. (Porsani, R. N., Trindade, A. B. C., Demaison, A., Mont’Alvão, C. R., & Paschoarelli, L. C. (2023).

Os estudos empíricos apontam para a confirmação da hipótese H2: SIM, A aplicação de realidade virtual (VR), em métricas de experiência do usuário (UX), particularmente dimensões semânticas, de usabilidade aparente e resposta emocional, apresentam resultados com similaridade às condições reais de avaliação.

Os estudos qualitativos com um grupo focal de 8 especialistas de pós-graduação mostraram que há um reconhecimento do potencial da Realidade Virtual (VR) como uma ferramenta metodológica para validação em Experiência do Usuário (UX) no Desenvolvimento de Projeto de Produtos em Design (DPPD). Todos os

especialistas expressaram interesse em utilizar VR para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) de produtos e ambientes, antecipando etapas de avaliação visual para VR para otimização projetual.

Por sua vez, os estudos quantitativos com estudantes a nível de graduação, comparando ALR (n 30 participantes) e ALVR (n 30 participantes), para três protocolos distintos: DS – Diferencial Semântico (dimensão simbólica/semântica) aplicados à categoria artefatos de higiene pessoal (escovas de dente) apresenta resultados de: DS1 100%; DS2 100%; DS3 95% de similaridade entre ALR e ALVR; SUS – *System Usability Scale* (dimensão de usabilidade aparente) aplicados à categoria artefatos de preparação de bebidas (espremedores de cítricos) apresenta resultados de: SUS1 100%; SUS2 100%; SUS3 100% de similaridade entre ALR e ALVR; e GEW – Genebra Emotion Wheel (dimensão emocional) aplicados à categoria artefatos de preparação de alimentos (conchas culinárias) apresenta resultados de: GEW1 75%; GEW2 85%; GEW3 85% entre as variáveis ALR e ALVR

A aplicação dos protocolos DS, SUS e GEW aos objetos das categorias de uso diário escolhidas, com foco a comparação de ALR e ALVR propostos são inéditos, não havendo assim comparações diretas com outros autores ou estudos diretamente similares. Contudo os resultados quantitativos complementam os dados qualitativos encontrados em etapas anteriores e juntos corroboram as conclusões de outros autores que trabalharam com a tecnologia de VR em outras aplicações como Jerald (2015), Hudson *et al.* (2018), Debarba *et al.* (2017), Han *et al.* (2017), Han *et al.* (2018), Tori e Hounsell (2020) que demonstram o potencial da tecnologia.

Com base nos dados obtidos durante as investigações teóricas e empíricas foi possível discutir os potenciais e limitações da aplicação da tecnologia de VR como ferramenta de avaliação em DPPD. Por meio do registro do processo, dificuldades, soluções, análises, resultados foi possível reconhecer implicações de investigações sobre a tecnologia e assim trazer contribuições significativas para o campo de investigação e DPP com VR.

Posto este cenário, foi desenvolvida uma Análise de Gestão Estratégica SWOT - Forças (Strengths), Fraquezas (Weaknesses), Oportunidades (Opportunities) e Ameaças (Threats) – (Figura 48), para avaliar fatores que podem afetar a aplicação da VR em DPPD. A análise SWOT é frequentemente utilizada como parte do processo de planejamento estratégico para ajudar em otimizações e tomadas de

decisões, informadas sobre como aproveitar pontos fortes, superar suas fraquezas, explorar oportunidades e lidar com possíveis ameaças.

Figura 48. Análise SWOT da aplicabilidade da VR em DPPD



Fonte: O autor.

A aplicação da tecnologia de VR como ferramenta metodológica na avaliação em etapas de DPPD pode trazer várias implicações significativas, tanto positivas quanto desafiadoras. De modo geral esta abordagem tem o potencial de transformar a maneira como os artefatos e ambientes são projetados, testados e aprimorados, oferecendo oportunidades para explorar a interação humano-artefato-ambiente em situações controladas, imersivas, realistas e de baixo risco. **Dentre as possíveis implicações positivas, podemos citar:**

Prototipagem Rápida Iterativa: A capacidade de criar rapidamente modelos tridimensionais realistas e iterativos é um avanço significativo, permitindo ajustes e melhorias no design de forma mais eficiente e com custos reduzidos.

Apresentação e Avaliações Realistas: Facilita a comunicação de ideias e conceitos de design, melhorando o processo de validação e feedback com stakeholders.

Mobilidade na Aquisição de Dados: A facilidade de coleta de dados em diversos ambientes enriquece o processo de design, permitindo uma abordagem mais holística e informada.

Colaboração Remota Imersiva: A possibilidade de colaboração à distância em um ambiente virtual compartilhado potencializa o trabalho de equipes geograficamente dispersas.

Otimização de Recursos: A redução de custos com prototipagem física e a possibilidade de simular experiências de usuário de forma realista são aspectos cruciais para o desenvolvimento de produtos mais alinhados às necessidades dos usuários.

UX Aprimorada: A VR permite experiências mais imersivas, interativas e estimulantes aos projetistas e usuário, contribuindo com um processo de DPP em Design e metodologias de UX mais envolventes e dinâmicas.

Quanto às oportunidades de aplicação da VR em DPP destacam-se:

Expansão do Mercado: A implementação da VR pode ser um diferencial para projetos desenvolvidos com base em Pesquisa Desenvolvimento e Inovação (P&D+I) atraindo clientes que valorizam inovação tecnológica.

Integração com outras tecnologias: No contexto de Indústria 5.0 a VR tem oportunidade de integrar ações junto à outras tecnologias emergentes como Inteligência Artificial, Realidade Aumentada, Prototipagem Rápida, *E-commerce* etc. criando soluções inovadoras.

Customização de Produtos: A VR pode permitir a customização de suas experiências, ambientes e objetos aos desejos do público. Isso é um diferencial na crescente demanda pela personalização por parte dos consumidores.

Acessibilidade e Inclusão: A VR pode ajudar em tratamentos, cuidados, reabilitação e na identificação necessidades específicas de usuários com diferentes capacidades físicas, fisiológicas e cognitivas. Isso possibilita, para além de uma maior inclusão desse público, uma melhoria em sua qualidade de vida.

Sustentabilidade: O equipamento em VR pode contribuir para redução de erros e de gastos energéticos e de matéria prima em etapas de prototipagem de

espaços e *mockups*; em deslocamentos e viagens para reuniões. A convergência entre VR, DPP e Sustentabilidade promove uma abordagem holística e inovativa.

Contudo a introdução desta tecnologia VR como ferramenta metodológica e avaliativa aplicada a DPP também pode representar o surgimento de novos reveses aos profissionais da área. **Dentre os principais desafios encontrados e considerações, podemos citar para categoria Fraqueza:**

O custo de implementação: A VR pode apresentar um custo inicial elevado, incluindo hardware, softwares específicos, treinamentos e cursos, bem como despesas com programador especializado (profissional escasso no mercado).

A curva de aprendizado: A adoção da VR exige treinamento específico de motor gráfico, bem como estudos em programação direcionada ao modelo de hardware escolhido. Também são importantes os conhecimentos referentes à escaneamento, modelagem e renderização 3D de objetos e ambientes; e de áreas como UX, UI, UCD, HCI, Design Ergonômico, Design Emocional, Game Design dentre outras. Isso pode resultar em uma curva de aprendizado desafiadora quando se trata da integração e implementação da VR em processos de design existentes.

Limitações Tecnológicas Atuais: incluem restrições de hardware, como processadores e memória, que afetam a capacidade de processamento e armazenamento de dados. As telas e displays impactam a resolução e fidelidade gráfica, enquanto as baterias afetam o peso e a autonomia dos dispositivos. A escolha entre Stand-alone e PC-VR influencia a mobilidade do usuário, enquanto controladores precisam ser confortáveis e responsivos. A incompatibilidade entre hardware e software pode prejudicar a experiência de VR, mas atualizações frequentes estão em andamento para melhorar essas limitações.

As principais ameaças de implementação da VR no DPP são:

A concorrência tecnológica: Rápidas mudanças no cenário tecnológico podem resultar no estímulo à competição, uma vez que, outros profissionais e empresas podem se interessar em adotar processos e tecnologias similares.

Problemas de Compatibilidade: Divergências em termos de hardware, software e padrões de VR podem criar problemas de compatibilidade, limitando a interoperabilidade entre diferentes sistemas.

Fatores Humanos: Os fatores de HCI são cruciais no desenvolvimento de projetos eficazes, abrangendo o conforto físico e saúde do usuário, interação

intuitiva e imersão sensorial de qualidade. Acessibilidade, personalização, segurança e carga cognitiva também são considerações essenciais, juntamente com a definição estética e narrativa. A aceitação do público pode ser um desafio devido a preocupações com tecnologia, privacidade e desconforto físico. Avaliação contínua com foco no usuário é fundamental.

Essa análise SWOT revela que, apesar dos desafios e limitações, a aplicação da VR no DPP tem um potencial considerável para revolucionar o processo de design, promovendo maior eficiência, inovação e inclusão. É fundamental, porém, que os designers e empresas estejam preparados para enfrentar as barreiras de implementação e adaptação à nova tecnologia, garantindo que os benefícios possam ser plenamente realizados.

Os detalhes metodológicos da pesquisa incluem a seleção cuidadosa de participantes para os testes em VR, equilibrando amostragens qualitativas e quantitativas para garantir representatividade. Foram reduzidos vieses conhecendo o público-alvo, controlando estímulos e considerando fatores éticos, como privacidade e consentimento. O fator "WOW" de surpresa e novidade, proposto por (Kulzer, M., & Burmester, M. 2020) foi considerado, especialmente para participantes sem experiência prévia com a tecnologia. O rigor científico foi mantido em todos os aspectos da pesquisa.

Na corrente investigação, são registradas algumas limitações, que podem ser categorizadas em metodológicas, amostrais e de recursos.

Limitações Metodológicas: apesar do controle rigoroso de variáveis externas e ambientais, as avaliações demoraram de 40 minutos a 1 hora por participante, possivelmente causando fadiga. O tempo total de imersão em VR foi limitado a cerca de 15 minutos para evitar *cybersickness*, mas o tempo de resposta e a quantidade de protocolos foram significativos. As tecnologias de escaneamento, renderização e simulação, bem como a escolha dos objetos podem ter afetado a qualidade da simulação devido a fatores como cores, materiais e dimensões.

Limitações Amostrais: a amostragem foi restrita a um público da UNESP Bauru, com público da Faculdade de Artes, Arquitetura, Comunicação e Design – FAAC, potenciais futuros utilizadores da tecnologia. Compostos por 8 participantes especialistas de pós-graduação para etapa qualitativa; e 60 participantes alunos de graduação (30 ALR + 30 ALVR) para etapa quantitativa.

Limitações de Recursos: outro fator significativo foi a questão financeira. O pesquisador só foi contemplado com bolsa de pesquisa CAPES no segundo ano de pesquisa. Não houve recurso técnico para investimentos nos equipamentos necessários à pesquisa. Todos os equipamentos, notebook, headset VR e adicionais, cursos, treinamentos, despesas com viagens, publicações foram realizados com recursos próprios. Com exceção do scanner 3D utilizado em etapa de digitalização dos objetos e das instalações da sala de teste que foram cedidos pelo laboratório LEI.

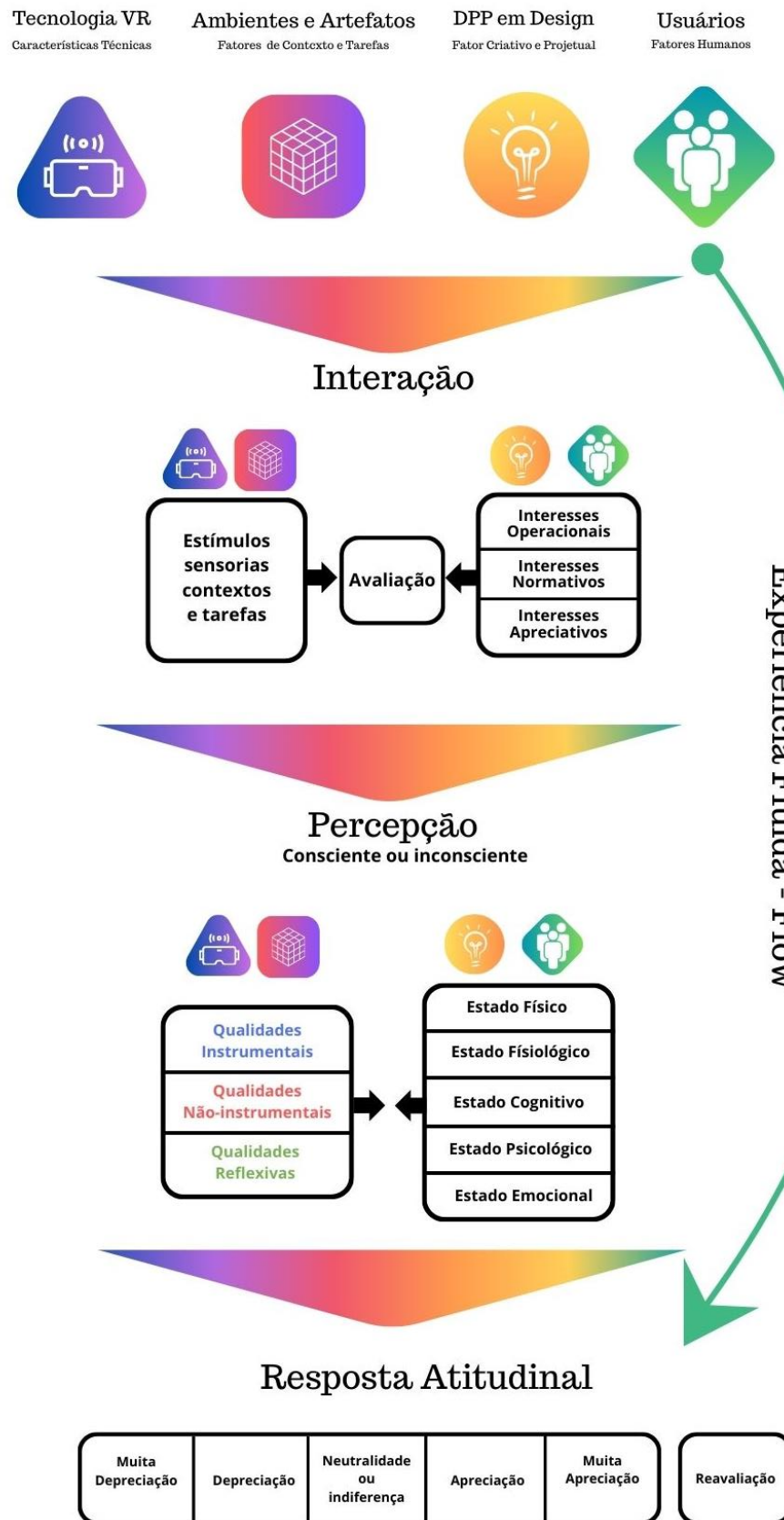
Reconhecer e discutir essas limitações não diminui a contribuição da corrente investigação; ao contrário, demonstra rigor acadêmico e ajuda a estabelecer a confiabilidade dos resultados.

Como sugestões gerais para as futuras pesquisas, recomenda-se investigações multicentro, com público similar de outras instituições de ensino em outras regiões do Brasil. Para além disso sugere-se investigar uma maior variedade de amostragem, (p.e. público externo do meio acadêmico, variando faixa etária, ensino, classes sociais, etnias, gêneros etc.). Outra possibilidade interessante é a aplicação destes testes com outras categorias de artefatos de diferentes escalas dimensionais (p.e. meios de transporte, mobiliário, moda, interiores, arquitetura, artefatos do dia a dia etc.). Para além da verificação e validação de outros protocolos e testes que também apresentam potencial de aplicação junto a VR.

PROPOSIÇÃO DE MODELO TEÓRICO

Com base nos estudos previamente apresentados e a experiência teóricos-empíricas desenvolvidas durante esta investigação de doutoramento, propõem-se o modelo metodológico teórico-prático da Figura 49.

Figura 49. Modelo da Interação VR + Ambientes e Artefatos + DPPD + Usuários.



Fonte: O autor

O campo da Tecnologia VR é composto por todo conteúdo técnico e as características que estão descritas nos estudos teóricos da corrente tese. Faz referências as potencialidades, limitações, aplicabilidade e tecnicidade como os apresentados por Tori e Hounsell (2020), Felip *et al* (2020), Skarbez, *et al* (2021), Chinazzo (2021) entre outros.

O campo de Ambientes e Artefatos envolve características ergonômicas e referem-se aos elementos que podem influenciar o desempenho, conforto e segurança como: iluminação, ruído, temperatura, layout, mobiliário. Tais fatores são considerados importantes para garantir a adequação do ambiente às tarefas e atividades realizadas pelos indivíduos. Estão descritas nos Estudos 4, 5 e 6.

O campo de Desenvolvimento de Projeto de Produto (DPP) em Design é caracterizado como área criativa e projetual. Envolve ferramentas, processos e métodos avaliativos e fabris, com a finalidade de desenvolver ambientes e artefatos que atendam as necessidades humanas. É abordado nas revisões teóricas da corrente tese e por autores como Lobach (2001), Noman (2008), Baxter (2012), Cardoso (2022), Bonsiepe, (2015) dentre outros.

O campo de Usuários engloba os participantes da pesquisa, fatores humanos e áreas investigativas como HCI, UX, UCD, Ergonomia, Hedonomia etc. Estão descritos nos estudos teóricos e práticos e nas abordagens com foco no humano como as apresentadas por Paschoarelli e Menezes (2009), Moraes e Mont'Alvão (2009), Moraes e Santa Rosa (2012), Mont'alvão, Damazio e Moraes (2012), dentre outros autores que inspiraram a pesquisa.

No contexto de Interação destes diferentes campos ocorre o processo de Avaliação, que é influenciado pelos estímulos sensoriais, contextos e tarefas advindos da Tecnologia VR, Ambientes e artefatos; e dos interesses Ocupacionais, Normativos e Apreciativos advindos dos Usuários e das ações em DPP em Design. Similar ao conceito proposto por Desmet, Hekkert e Jacob (2000).

Da avaliação deriva uma Percepção consciente ou inconsciente, onde o ambiente, artefatos e tecnologia oferecem Qualidades Instrumentais, (Comportamental / Função Prática - como usabilidade, eficiência, eficácia, facilidade em aprendizagem); Não-Instrumentais (Visceral / Função Estética – Estética visual clássica, estímulo) e reflexivas (Função Reflexiva / Simbólica – mensagem, cultura e

significados). Similar ao proposto por Norman (2018), Lobach (2001) e Cheiran *et al.* (2022).

Essa percepção quando observada sobre o usuário e o Processo de DPP em Design levam ao reconhecimento de percepções de diferentes estados do humano, como Estado Físico (condições dos órgãos sensoriais, VR *sickness*), Estado Fisiológico (frequência cardíaca, respiratória, sudorese etc.) Estado Cognitivo (sobrecarga sensorial / mental), Estado Psicológico (condição de saúde mental, pensamentos, comportamento, experiências prévias etc.); Estado Emocional (aspectos de ânimo, humor e reações emocionais).

Dessas percepções conscientes ou inconscientes derivam repostas atitudinais que podem ser depreciativas, neutras ou apreciativas, podendo ser avaliadas por protocolos e formulários de UX (como no decorrer desta tese SUS, DS e GEW)

Isso é corroborado pelo conceito de experiência fluida proposto por Csikszentmihalyi (1990), em que os usuários amam os produtos com os quais interagem fluidamente. Essa experiência favorável envolve para além do estado físico e fisiológico, um estado mental de atividades como interpretação, recuperação de memória e associações.”

Vale ressaltar que as condições externas e internas ao usuário, bem como seus estados e a percepção das qualidades apresentadas, interferem uns nos outros, tornando assim a percepção uma ação complexa. Para avaliação destas experiências humanas existem várias métricas, como as utilizadas nesta pesquisa: DS, SUS e GEW, entre outras do campo do Design Ergonômico, HCI, UX. O resultado desta percepção é individual e singular a cada usuário, acarretando Respostas Atitudinais como:

- Muita apreciação (forte aprovação podendo envolver percepções físicas, fisiológicas, cognitivas, psicológicas e principalmente emocionais, superando as expectativas do usuário).
- Apreciação (aprovação da experiência envolvendo diferentes percepções menos intensas, mas ainda assim positivas, atendendo as expectativas do usuário).
- Neutralidade ou Indiferença (não ocorre apreciação/aprovação nem depreciação/reprovação da experiência, normalmente envolvem poucos estímulos, baixa percepção ou expectativas do usuário)
- Depreciação (reprovação da experiência envolvendo diferentes percepções menos intensas, mas ainda assim negativas, decepcionando o usuário).

- Muita depreciação (forte reprovação podendo envolver percepções físicas, fisiológicas, cognitivas, psicológicas e principalmente emocionais, decepcionando intensamente usuário).
- Reavaliação (o usuário opta por repetir a experiência para assim absorver mais informações e estímulos, na sequência reavaliar e chegar a uma resposta atitudinal).

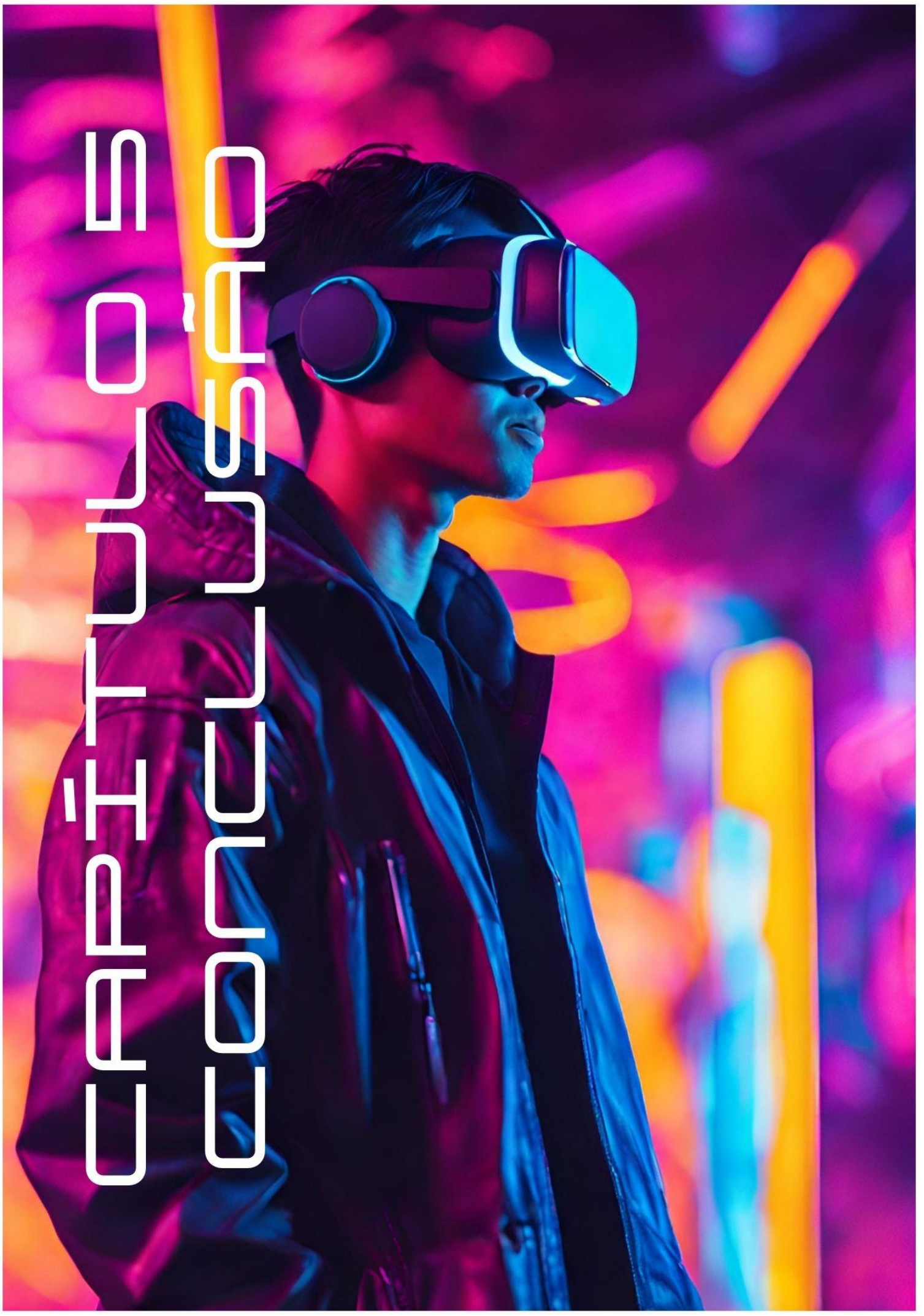
Todos estes fatores devem ser considerados na escolha do equipamento e no desenvolvimento da simulação para utilização em DPP, pois afetam diretamente a experiência do usuário. O equipamento Oculus Quest 2 mostrou-se eficaz, corroborando Holzwarth *et al* (2021) que afirmava ser adequado para uma ampla gama de aplicações em pesquisa e indústria, principalmente considerando seus menores custos de aquisição, maior mobilidade e configuração mais fácil

Em resumo, a integração da tecnologia de oferece oportunidades inovadoras, mas é importante estar ciente dos desafios técnicos, éticos e práticos dessa abordagem estratégica

Por fim recordados os processos, resultados e discussões relevantes, toma-se como base as descobertas para vislumbrar campo aberto à futuras pesquisas envolvendo novos contextos, populações, métodos, ferramentas, métricas e tecnologias emergentes.

No cenário das metodologias de UX aplicados ao processo de DPP em Design utilizando VR ainda há muito a ser explorado. A presente pesquisa entrega uma expressiva contribuição para o este campo científico e almeja servir de plataforma para alavancar o desenvolvimento de futuras investigações na área

VR CONNECTION



CAPÍTULO 05: CONCLUSÕES

O presente capítulo apresenta as conclusões específicas de cada estudo e as conclusões gerais da tese.

O primeiro estudo intitulado "Reflexões sobre design para emoção: percepções no campo da estética do artefato." Conclui ser necessário manter esforços no objetivo de explorar e conhecer mais sobre "para quem se projeta", levando em conta as questões ergonômicas, hedônicas, emocionais, pensando em projetar mais do que artefatos, sistemas, ambientes e serviços, mas também o desenvolvimento de relações de *affordance* humano-artefato mais saudáveis, seguras, prazerosas, satisfatórias, responsivas que propiciem uma boa experiência ao usuário.

O segundo estudo intitulado "Design + Realidade Virtual: Revisão Teórica de Conceitos, Reflexões e Práticas de UX" conclui que o design para realidade virtual oferece um panorama promissor com o avanço das tecnologias de fonte aberta, tornando as experiências imersivas mais acessíveis. Inicialmente desafiador devido às limitações gráficas e de programação, a evolução tecnológica tem possibilitado experiências mais convincentes, com alta qualidade de gráficos e interação aprimorada. No futuro, espera-se uma maior imersão e realismo, com a integração de realidade mista e aumentada, melhor interação humano-máquina e experiências multiplataforma. Na área do design, a realidade virtual pode melhorar a criação de produtos e ambientes, facilitar a colaboração entre designers e proporcionar experiências mais ricas e intuitivas para os usuários.

O terceiro estudo intitulado "Design e Realidade Virtual: breve registro histórico, cenário atual e perspectivas para o futuro" conclui que Nos últimos anos, houve um avanço notável na tecnologia de Realidade Virtual (VR), tornando-a mais acessível devido ao contínuo desenvolvimento tecnológico e à competição entre as empresas do setor. Isso resultou na redução dos custos de produção e na disponibilidade de uma variedade de dispositivos no mercado. A VR tem sido utilizada em diversos campos, como medicina, treinamento militar e educação, proporcionando experiências imersivas e interativas. A competição entre as empresas impulsionou a

oferta de preços competitivos, tornando a VR uma opção viável para entusiastas de tecnologia e profissionais de vários setores. A colaboração entre designers e outras áreas é fundamental para garantir que os produtos atendam aos objetivos do projeto. Além disso, a combinação da VR com inteligência artificial e metodologias de design pode aprimorar ainda mais as experiências virtuais, abrindo novas possibilidades de pesquisa e interações humano-computador.

O quarto estudo intitulado “Avaliações de Design Ergonômico e Experiência do Usuário em Realidade Virtual: Uma Revisão Bibliográfica Sistematizada.” examinou as dimensões mais pesquisadas e os trabalhos mais citados na área da interação humano-ambiente, em Realidade Virtual. Observou-se que as pesquisas nesse campo ainda estão em estágios iniciais, principalmente focando em imersão, usabilidade, resposta visuo-motora e dimensão emocional em ambientes virtuais. Não foram encontrados estudos comparativos diretos entre interações em ambientes real e virtual em Realidade Virtual (VR). O estudo identificou uma lacuna na pesquisa e propõem uma abordagem holística sobre a interação usuário-ambiente-artefato em VR, propondo novas oportunidades de pesquisa para explorar essa lacuna. Por fim, o estudo sugere que os dados coletados colaboraram para o pensamento metodológico e estratégico de desenvolvimento de projeto de produtos baseados em princípios de design ergonômico e experiência do usuário, onde a VR pode promover avaliações e simulações de produtos e ambientes.

O quinto estudo intitulado “Tecnologias do Design-verso. Registro do processo de digitalização de objetos por Scan para Realidade Virtual” conclui que a Tecnologia de Realidade Virtual (VR) oferece aos profissionais de design a capacidade de desenvolver produtos com mais facilidade, rapidez e precisão, abrindo possibilidades para criar produtos mais acessíveis, eficientes e satisfatórios. A VR pode ser uma ferramenta metodológica valiosa não apenas para o ensino e prototipagem, mas também para testes e validações em áreas como Projeto de Produto, Interiores, Design Ergonômico, Experiência do Usuário e Interação Humano-Computador (HCI). No entanto, foram identificadas algumas dificuldades, como restrições no processo de escaneamento devido ao tamanho e textura das peças, limitações nos programas utilizados e a falta de mão de obra especializada em VR na América Latina. Estas

limitações foram enfrentadas com a busca por apoio em comunidades de desenvolvedores, investimento em capacitação e adaptação às restrições devido ao prazo e orçamento limitado.

O sexto estudo intitulado “Tecnologias do Design-verso: Investigação qualitativa de ambiente e objetos em realidade virtual para avaliações visuais de UX e HCI” conclui que Sim, é possível transpor objetos reais para ambiente de realidade virtual, por meio de tecnologia de escaneamento 3D, mantendo suas dimensões gerais e aspectos estéticos como forma, cor e textura, permitindo o reconhecimento e interação visual humano-artefato.” apresentou-se como verdadeira aos pesquisadores. O uso da tecnologia de realidade virtual pode enriquecer o campo do design, não apenas como uma ferramenta metodológica para ensino e prototipagem, mas também para testes e validações em diversas áreas, incluindo projeto de produto, interiores, design ergonômico e experiência do usuário. A implementação da VR pode antecipar avaliações em fases precursoras de prototipagem, economizando tempo e recursos. A capacidade de renderização realista da VR oferece uma visualização precisa de ambientes e objetos, ainda subutilizada no campo do design.

O sétimo estudo intitulado “Realidade Virtual (VR) na avaliação da Experiência do Usuário (UX): uma comparação entre Atividade Laboratorial Real (ALR) e Atividade Laboratorial de Realidade Virtual (ALVR).’ teve como finalidade verificar se as respostas de distintas métricas de UX (DS, SUS e GEW), apresentam similaridades quando comparadas entre ALR e ALVR. Os principais achados apontam que não foram encontradas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) na maioria das interações analisadas (com predominância nos protocolos DS e SUS). Portanto, considerando a característica empírica do presente estudo e os resultados de sua análise estatística, podemos afirmar que a VR é uma alternativa metodologia robusta para avaliação de UX, durante a interação usuário x artefato.

Entre as principais limitações, destacam-se o prolongado tempo de coleta de dados, principalmente em ALVR (± 60 minutos), o qual pode contribuir para o desconforto do participante e provável interferência nas avaliações; e as limitações

decorrentes da rápida evolução das tecnologias de VR, contribuindo para a obsolescência dos resultados

Entre as recomendações para estudos futuros, destacam-se: incluir outros fatores que possam contribuir para a percepção dos produtos, com destaque ao uso de cores (que foi controlada no presente estudo) e/ou atividades operacionais (em que o usuário possa experimentar a funcionalidade dos produtos); incluir outras métricas de UX, como por exemplo *Think-aloud*, ou ferramentas fisiológicas (eletroencefalografia ou resposta galvânica da pele); incluir outros grupos de participantes, representativos de outros nichos de mercado; incluir profissionais de outros campos de conhecimento, como p.e. psicólogos, sociólogos e outros, na preparação, aplicação e análise das avaliações; e desenvolver cada vez mais estudos empíricos, nos quais possam ser analisados diferentes fatores e situações de interação.

A principal conclusão deste estudo é que a VR tem um elevado potencial para ser usada em avaliações de UX, o que representa uma expressiva contribuição para os métodos de design de produto, especialmente quando se desenvolvem projetos em diferentes regiões do mundo, cujas avaliações de UX não precisam necessariamente serem realizadas nos escritórios ou ateliês, mas sim próximo aos usuários/consumidores finais.

SÍNTESE GERAL

A presente tese investigou a viabilidade e eficácia da Realidade Virtual (VR) como uma ferramenta metodológica inovadora no campo do Design e da Experiência do Usuário (UX), com foco específico na avaliação qualiquantitativa de artefatos em um Ambiente Laboratorial em Realidade Virtual (ALVR) em comparação com um Ambiente Laboratorial Real (ALR). Através de uma abordagem interdisciplinar que englobou o Design Ergonômico, o Design de UX e o Design Emocional, este estudo visou preencher uma lacuna científica identificada na literatura, explorando as dimensões perceptivas - semântica, usabilidade aparente e resposta emocional - de artefatos avaliados em ambos os ambientes.

Os resultados dos estudos empíricos demonstram que é possível, de fato, avaliar qualiquantitativamente artefatos em ALVR, mantendo uma alta fidelidade nas dimensões gerais e aspectos estéticos como forma, cor e textura. Esta conclusão é sustentada por análises quantitativas e qualitativas rigorosas, incluindo a aplicação de protocolos de avaliação como DS, SUS e GEW que revelaram similaridades estatísticas significativas entre as variáveis ALR e ALVR.

Este trabalho contribui expressivamente para a prática e pesquisa em Design e UX, oferecendo insights valiosos sobre o uso da VR como uma ferramenta robusta para avaliação de design. As implicações são vastas, sugerindo que a VR pode otimizar o processo de DPP ao permitir avaliações visuais antecipadas em um estágio inicial, economizando tempo e recursos.

Apesar dos resultados promissores, reconhecem-se limitações. Futuras pesquisas poderiam explorar uma gama mais ampla de produtos e ambientes, bem como incorporar outros fatores para validar e expandir os achados atuais.

Por fim, o estudo demonstrou que a VR tem o potencial não apenas para replicar, mas também para enriquecer a experiência de avaliação de design e UX. Essa tecnologia emergente apresenta uma fronteira promissora para o desenvolvimento de produto, oferecendo um meio de avaliar e validar designs de maneira inovadora e imersiva. Consequentemente, este trabalho não apenas preenche uma lacuna identificada na literatura existente, mas também abre novos caminhos para a exploração futura da VR no campo interdisciplinar do Design e UX.

Metaverse



REFERÊNCIAS

ABDELMONEM, M. G. Virtual heritage: global perspectives for creative modes of heritage visualization. *In: Virtual Heritage Cair*. E-book. Nottingham: [s.n.], 2017.

ABEGAZ, Tamirat; DILLON, Edward; GILBERT, Juan E. Exploring affective reaction during user interaction with colors and shapes. *Procedia manufacturing*, v. 3, p. 5253–5260, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.602>>.

ABERGO - Disponível em:

<http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia>. Acesso em 19/02/2024.

AGULLÓ, Belén; MONTAGUD, Mario; FRAILE, Isaac. Making interaction with virtual reality accessible: rendering and guiding methods for subtitles. *Artificial intelligence for engineering design, analysis, and manufacturing: AI EDAM*, v. 33, n. 4, p. 416–428, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/s0890060419000362>>.

AL-ANSI, Abdullah M.; JABOUB, Mohammed; GARAD, Askar; *et al.* Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social sciences & humanities open*, v. 8, n. 1, p. 100532, 2023. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>>.

ALBERT, Bill; TULLIS, Tom. *Measuring the user experience: Collecting, analyzing, and presenting UX metrics*. 3. ed. Oxford, England: Morgan Kaufmann, 2022.

ALBERT, Bill; TULLIS, Tom: *Measuring the User Experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. 3a Ed. Waltham, Morgan Kaufmann. 2023. 320p.

ALLCOAT, Devon; VON MÜHLENEN, Adrian. Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion, and engagement. *Research in learning technology*, v. 26, n. 0, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.25304/rlt.v26.2140>>.

ALMEIDA, Lucas G. G.; VASCONCELOS, Nalini V. de; WINKLER, Ingrid; *et al.* *Innovating industrial training with immersive metaverses: A method for developing*

cross-platform virtual reality environments. *Applied sciences* (Basel, Switzerland), v. 13, n. 15, p. 8915, 2023. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/app13158915>>.

ALVES, A. L.; PASCHOARELLI, L. C. El Color En La Interacción Persona-Producto: Un Área De Investigación En Diseño Ergonómico. *In: VILLAFANEZ, G.; PASCHOARELLI, L. C. (Orgs.). Diseño ergonómico, desarrollo y investigacion*. [s.l.: s.n.], 2022 (D), p. 68–72.

ALVES, A. L.; DE GIULI, M. R.; PASCHOARELLI, L. C. Color influence on the usability of kitchen utensils: An empirical study in Ergonomic design. *In: Proceedings of the International Colour Association (AIC) Conference 2022*. Toronto, Canada: [s.n.], 2022 (B), p. 96–102.

ALVES, Ana Laura; DE GIULI, Mirela Riquena; ZITKUS, Emilene; *et al.* Color influence on the use satisfaction of kitchen utensils: An ergonomic and perceptual study. *International journal of industrial ergonomics*, v. 90, n. 103314, p. 103314, 2022 (C). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2022.103314>>.

ALVES, Ana Laura; NARDONI MARTELI, Letícia; MOREIRA DA SILVA, Fernando; *et al.* Design, emotion, and color: Analysis study of the scientific production in the international color association (AIC) proceedings. *In: Advances in Fashion and Design Research*. Cham: Springer International Publishing, 2023 (A), p. 759–770.

ANDERSEN, Benjamin J. H.; DAVIS, Arran T. A.; WEBER, Gerald; *et al.* Immersion or diversion: Does virtual reality make data visualisation more effective? *In: 2019 International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC)*. [s.l.]: IEEE, 2019.

ANDERSON, Eike Falk; MCLOUGHLIN, Leigh; LIAROKAPIS, Fotis; *et al.* Developing serious games for cultural heritage: a state-of-the-art review. *Virtual reality*, v. 14, n. 4, p. 255–275, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10055-010-0177-3>>.

ARISTÓTELES. *Metafísica*. Original IV a.C. Tradução Edson Bini. [s.l.: s.n.], 2012. Editora Edipro; 2ª edição. Idioma: Português. 368 páginas.

ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 - Iluminação de ambientes de trabalho. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas Técnicas. [s.l.: s.n.], 2013.

ABNT NBR ISO 10151. Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. [s.l.]: Associação Brasileira de Normas Técnicas, [s.d.]. Rio de Janeiro - RJ. 2020.

ABNT NBR ISO 10152. Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Associação Brasileira de Normas Técnicas, [s.d.]. Rio de Janeiro - RJ. 2020.

ABNT NBR ISO 9241-11:2011- Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual. p. 9241–9252, Associação Brasileira de Normas Técnicas, [s.d.]. Rio de Janeiro - RJ 2011.

BAE, Sangwon; LEE, Haein; PARK, Hyejin; *et al.* The effects of egocentric and allocentric representations on presence and perceived realism: Tested in stereoscopic 3D games. *Interacting with computers*, v. 24, n. 4, p. 251–264, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.intcom.2012.04.009>>.

BAILENSON, J. *Experience on Demand: What Virtual Reality Is, How It Works, and What It Can Do*. [s.l.]: W. W. Norton & Company, 2018.

BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale. *J Usability Stud*, v. 4, p. 114–123, 2009.

BAÑOS, R. M.; BOTELLA, C.; ALCANIZ, M.; *et al.* Immersion and emotion: Their impact on the sense of presence. *Cyberpsychology & behavior: the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society*, v. 7, n. 6, p. 734–741, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1089/cpb.2004.7.734>>.

BAÑOS, Rosa M.; BOTELLA, Cristina; RUBIÓ, Isabel; *et al.* Presence and emotions in virtual environments: The influence of stereoscopy. *Cyberpsychology & behavior: the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society*, v. 11, n. 1, p. 1–8, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1089/cpb.2007.9936>>.

BARTOL, Kristijan; BOJANIC, David; PETKOVIC, Tomislav; *et al.* A review of body measurement using 3D scanning. IEEE access: practical innovations, open solutions, v. 9, p. 67281–67301, 2021. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1109/access.2021.3076595>>.

BAXTER, Mike. Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos. 3. ed. São Paulo: Blucher, 342p. 2012.

BELK, R. W. Possessions, and the Extended Self. Journal of Consumer Research, p. 139–168, 1998.

BENFORD, Steve; GIANNACHI, Gabriella. Performing mixed reality. Londres, England: MIT Press, 2011. Language:English, Hardcover :,p 312 ISBN-10: 0262015765/ ISBN-13: 978-0262015769.

BERG, Leif P.; VANCE, Judy M. Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey. Virtual reality, v. 21, n. 1, p. 1–17, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10055-016-0293-9>>.

BERNAL, Guillermo; MAES, Pattie. Emotional beasts: Visually expressing emotions through avatars in VR. *In*: Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York, NY, USA: ACM, 2017. doi:10.1145/3027063.3053207

BERNI, Aurora; BORGIANNI, Yuri. Applications of virtual reality in engineering and product design: Why, what, how, when, and where. Electronics, v. 9, n. 7, p. 1064, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/electronics9071064>>.

BEZERRA, C. O. Designer Humilde: Lógica e Ética para a Inovação. São Paulo. 2.ed. São Paulo: Rosari. 2008.

BILLINGHURST, M.; KATO, H. Reducing cybersickness in virtual environments. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, v. 10, n. 4, p. 397–406, 2001.

BILLINGHURST, M.; KATO, H. Measurement of cybersickness in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, v. 11, n. 2, p. 111–119, 2002.

BILLINGHURST, M.; KATO, H. Evaluation of cybersickness in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, v. 12, n. 5, p. 449–457, 2003.

BILLINGHURST, M. Understanding Natural Human Communication to Build More Engaging and Effective Virtual Reality. *ACM SIGGRAPH Asia*, 2018.

BOMFIM, Gustavo. Notas de Aula sobre Design e Estética. Departamento de Artes & Design, Laboratório da Representação Sensível. PUC-Rio, Rio de Janeiro: 62p. [s.n.], 2001.

BONSIEPE, Gui. DO MATERIAL AO DIGITAL. Editora Blucher, 234p. [s.l.: s.n.], 2015. ISBN:9788521208716

BOUCHARD, Stéphane; ST-JACQUES, Julie; ROBILLARD, Geneviève; *et al.* Anxiety increases the feeling of presence in virtual reality. *Presence (Cambridge, Mass.)*, v. 17, n. 4, p. 376–391, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1162/pres.17.4.376>>.

BOWMAN, Doug A.; MCMAHAN, Ryan P. Virtual reality: How much immersion is enough? *Computer*, v. 40, n. 7, p. 36–43, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/mc.2007.257>>.

BOWMAN, D. A.; WINGRAVE, C. A. Design and evaluation of menu systems for immersive virtual environments. *In: Proceedings IEEE Virtual Reality 2001*. [s.l.]: IEEE Comput. Soc, 2002. <doi:10.1109/vr.2001.913781>

BOWMAN, Doug A.; NORTH, Chris; CHEN, Jian; *et al.* Information-rich virtual environments: Theory, tools, and research agenda. *In: Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*. New York, NY, USA: ACM, 2003. < doi:10.1145/1008653.1008669 >

BOWMAN, Doug A.; RHOTON, Christopher J.; PINHO, Marcio S. Text input techniques for immersive virtual environments: An empirical comparison. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society ... Annual Meeting*. Human Factors and Ergonomics Society. Annual Meeting, v. 46, n. 26, p. 2154–2158, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1177/154193120204602611>>.

BRAGA, Mariluci. Realidade virtual e educação. *In: Revista de biologia e ciências da terra*. v. 1, n. 1, [s.l.: s.n.], 2001.

BRIDGE, Pete. The development and evaluation of a virtual radiotherapy treatment machine using an immersive visualization environment. *Computers & Education*, v. 49, n. 2, p. 481–494, 2007.

BROO, Didem Gürdür; KAYNAK, Okyay; SAIT, Sadiq M. Rethinking engineering education at the age of industry 5.0. *Journal of industrial information integration*, v. 25, n. 100311, p. 100311, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jii.2021.100311>>.

BROOKE, John. SUS: a “quick and dirty” usability scale. *In: JORDAN, Patrick; THOMAS, Bruce; McCLELLAND, Ian; WEERDMEESTER, Bernard. Usability Evaluation in Industry*. London: Taylor and Francis, p. 189-194, 1996.

BROWN, T. *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. [s.l.]: Harper Business, 2009.

BU, Lingguo; CHEN, Chun-Hsien; NG, Kam K. H.; *et al.* A user-centric design approach for smart product-service systems using virtual reality: A case study. *Journal of cleaner production*, v. 280, n. 124413, p. 124413, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124413>>.

BUCCINI, M.; PADOVANI, S. Métodos para mensuração de emoções no design. *In: Anais do 5º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005.

BURDEK, Bernhard E. *Design, História, Teoria e Prática do Design de Produtos*. Editora Blucher, 2 Edição, 2010

CABRAL, Diogo; PEREIRA, João Madeiras. Realidade Aumentada: Fundamentos e Aplicações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

CALDAS, Oscar I.; AVILES Oscar F.; RODRIGUEZ-GUERRERO, Carlos; Effects of Presence and Challenge Variations on Emotional Engagement in Immersive Virtual Environments, IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL SYSTEMS & REHABILITATION ENGINEERING, VOL. XX, NO. X, NOVEMBER 2019, Authorized licensed use limited to: University of Exeter. Downloaded on May 03, 2020.

CARDOSO, Rafael. Design para um mundo complexo, São Paulo: Editora: Ubu Editora; 1ª edição 264 páginas. 2022. ISBN-10 : 8592886015 / ISBN-13 : 978-8592886011

CARNEVALE, Arianna; MANNOCCI, Ilaria; SASSI, Mohamed Saifeddine Hadj; CARLI, Marco; DE LUCA, Giovanna; LONGO, Umile; DENARO, Vincenzo; SCHENA, Emiliano. Virtual reality for shoulder rehabilitation: Accuracy evaluation of Oculus Quest 2. Sensors (Basel, Switzerland), v. 22, n. 15, p. 5511, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/s22155511>>.

CHANDANA, Hari B.; SHAIK, Nazeer; CHITRALINGAPPA, P. Exploring the frontiers of user experience design: VR, AR, and the future of interaction. *In*: 2023 International Conference on Computer Science and Emerging Technologies (CSET). Bangalore: IEEE, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1109/CSET58993.2023.10346724>.

CHANG, Eunhee; KIM, Hyun Taek; YOO, Byounghyun. Virtual reality sickness: a review of causes and measurements. International Journal of Human-Computer Interaction, v. 36, n. 17, p. 1658-1682, 2020.

CHAPMAN, J. Emotionally Durable Design -Objects, Experiences and Empathy, First published by Earthscan in the UK and USA in 2005, Reprinted 2006, 2009, ISBN: 978- 1-84407-181-4.

CHEIRAN, Jean F. P.; BANDEIRA, Denise R.; PIMENTA, Marcelo S.. Proposta de questionário padronizado para avaliação de Experiência de Usuário em Realidade Virtual imersiva. *In*: WORKSHOP DE TESES E DISSERTAÇÕES - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS (IHC),

21., 2022, Diamantina. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 183-191.

DOI: https://doi.org/10.5753/ihc_estendido.2022.225622.

CHEN, Hao; DEY, Arindam; BILLINGHURST, Mark; *et al.* Exploring the design space for multi-sensory heart rate feedback in immersive virtual reality. *In*: Proceedings of the 29th Australian Conference on Computer-Human Interaction. New York, NY, USA: ACM, 2017. doi:10.1145/3152771.3152783

CHINAZZO, Giorgia; CHAMILOTHORI, Kynthia; WIENOLD, Jan; *et al.* Temperature–color interaction: Subjective indoor environmental perception and physiological responses in virtual reality. *Human factors*, v. 63, n. 3, p. 474–502, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1177/0018720819892383>>.

CHO, Y.; KIM, J. Production of Mobile English Language Teaching Application Based on Text Interface Using Deep Learning. *Electronics* 2021, 10, 1809. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics10151809>

CLINE, Ernest. Jogador Número Um. tradução de Giu Alonso. Editora: Intrínseca; 1ª edição Idioma: português, 432 página, 2011.

COCHRAN, W. G. Recent advances in mathematical statistics: Recent work on the analysis of variance. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 101, n. 2, p. 434, 1938. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2307/2980213>>.

COOMANS, M. K. D.; TIMMERMAN, H. J. P. Towards a taxonomy of virtual reality user interfaces. *In*: Proceedings. 1997 IEEE Conference on Information Visualization (Cat. No.97TB100165). doi:10.1109/iv.1997.626531 [s.l.] 1997.

COOPER, H. Research synthesis and meta-analysis: A step-by-step approach (3. ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. 2010.

COURTNEY, M. *et al.* Emergent forms of doctoral education in nursing. *In* MCKENNA, H. P.; KETEFIAN, S. (Eds.) *Doctoral education in nursing: international perspectives*. Routledge: United Kingdom, 2005. p. 163-183.

CROSSAN, Mary M.; APAYDIN, Marina. A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *The journal of management studies*, Blackwell Publishing Ltd and Society for the Advancement of Management Studies v. 47, n. 6, p. 1154–1191, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x>>.

CSIKSZENTMIHALYI, M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: HARPER, 1990.

CUMMINGS, James J.; BAILENSEN, Jeremy N.; MAILYN, J. How Immersive is Enough?: A Foundation for a Meta-analysis of the Effect of Immersive Technology on Measured Presence. *In: Proceedings of the International Society for Presence Research Annual Conference*. [s.l.: s.n.], 2012.

DAMAZIO, V. M.; LIMA, J.; MEYER, G. C. Marcas que marcam” e Antropologia do Consumo: Caminhos para projetar produtos “marcantes. *In: Claudia Mont’Alvão; Vera Damazio. Design Ergonomia Emoção*. 1ª ed. Rio de Janeiro: FAPERJ / MAUAD X, 2008, p. 65–87.

DAVIES, Ruth E.; ROLFE, Gary. PhD by publication: A prospective as well as retrospective award? Some subversive thoughts. *Nurse education today*, v. 29, n. 6, p. 590–594, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2009.01.006>>.

DEBARBA, Henrique Galvan; BOVET, Sidney; SALOMON, Roy; *et al.* Characterizing first and third person viewpoints and their alternation for embodied interaction in virtual reality. *PloS one*, v. 12, n. 12, p. e0190109, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0190109>>.

DELAHAYE, Jean-Paul. The science behind Sudoku. *Scientific American*, v. 294, n. 6, p. 80–87, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0606-80>>.

DEMIR, E.; DESMET, P.M.A.; HEKKERT, P. Experiential concepts in design research; a (not too) critical review. *In: DESMET, P.M.A.; KARLSSON, M.A.; VAN ERP, J. (orgs) Design & Emotion - Proceedings of The International Conference on*

Design and Emotion. Gothenburg, Sweden: Chalmers University of Technology, 2006.

DERMODY, Gordana; WHITEHEAD, Lisa; WILSON, Graham; *et al.* The role of Virtual reality in improving health outcomes for community-dwelling older adults: Systematic review. *Journal of medical internet research*, v. 22, n. 6, p. e17331, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2196/17331>>.

DESMET, P. Designing emotions. Delft, The Netherlands. Tese de Doutorado. Delft University of Technology, 225 p. 2002.

DESMET, P. M. A.; HEKKERT, P.; JACOBS, J. When a car makes you smile development and application of an instrument to measure product emotions. In: HOCH & MEYER (eds.) *Advances in consumer research*, v. 27, p. 111–117, 2000.

DESMET, P.; DIJKHUIS, E. A Wheelchair can be Fun: A Case of Emotion-driven Design, *Proceedings of the 2003 International conference on Designing pleasurable products and interfaces*, ACM, Pittsburgh-Nova York, p. 22-27, 2003.

DESMET, Pieter M. A.; FOKKINGA, Steven F.; OZKARAMANLI, Deger; YOON, J. Emotion-driven product design. In: Meiselman, H.L. (ed) *Emotion Measurement*. [2nd edn, pp. 645–670. Woodhead Publishing, United Kingdom.]: Elsevier, 2021, p. 645–670. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821124-3.00020-X>

DI NARDO, Mario; YU, Haoxuan. Special issue “Industry 5.0: The prelude to the sixth industrial revolution.” *Applied system innovation*, v. 4, n. 3, p. 45, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/asi4030045>>.

DING, Man; SONG, Meijia; PEI, Huining; *et al.* The emotional design of product color: An eye movement and event-related potentials study. *Color research and application*, v. 46, n. 4, p. 871–889, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/col.22614>>.

DORIGUETO, Ricardo Schaffeln; KASSE, Cristiane Akemi; SILVA, Rodrigo Cesar. Cinetose. *Revista Equilíbrio Corporal e Saúde*, v. 4, n. 1, 2012.

EASTMAN, Charles M. (Ed.). Design for X: concurrent engineering imperatives. Springer Science & Business Media, 2012.

EBNALI, M. *et al.* Virtual reality tour for first-time users of highly automated cars: Comparing the effects of virtual environments with different levels of interaction fidelity. *Applied Ergonomics* 90 (2021) 103226, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103226>

ELANGO VAN, U.. Industry 5.0: The Future of the Industrial Economy. 1. ed. Boca Raton, CRC Press. 2021.

EUROPEAN COMMISSION. Industrial research and Innovation, 2020. Disponível em: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en. Acessado em: 08/03/2023.

EUROPEAN COMMISSION. Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human-Centric and Resilient European Industry. Luxembourg, Directorate-General for Research and Innovation. 2021.

FACIN, Heloisa. Saiba o que esperar dos óculos de realidade virtual nos próximos anos. 2016 acesso em 20/09/2021. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2016/10/saiba-o-que-esperar-dos-oculos-de-realidade-virtual-nos-proximos-anos.html>

FEASEL, Jeff; WHITTON, Mary C.; WENDT, Jeremy D. LLCM-WIP: Low-latency, continuous-motion walking-in-place. *In*: 2008 IEEE Symposium on 3D User Interfaces. [s.l.]: IEEE, 2008. <doi:10.1109/3dui.2008.4476598>.

FEASEL, Jeff; WHITTON, Mary C.; KASSLER, Laura; *et al.* The integrated virtual environment rehabilitation treadmill system. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, v. 19, n. 3, p. 290–297, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/tnsre.2011.2120623>>.

FEENEY, Aidan; HEIT, Evan (Orgs.). Inductive reasoning: Experimental, developmental, and computational approaches. [s.l.]: Cambridge University Press, 2007.

FELIP, Francisco; GALÁN, Julia; GARCÍA-GARCÍA, Carlos; *et al.* Influence of presentation means on industrial product evaluations with potential users: a first study by comparing tangible virtual reality and presenting a product in a real setting. *Virtual reality*, v. 24, n. 3, p. 439–451, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10055-019-00406-9>>.

FLUSSER, Vilém. O Mundo Codificado: por uma filosofia do design e da comunicação. Organizado por Rafael Cardoso, Tradução: Raquel Abi-Sâmara. São Paulo, Ubu Editora, 224pg. 2017.

FREEMAN, D.; REEVE, S.; ROBINSON, A.; EHLERS, A; CLARK, D.; SPANLANG, B.; & SLATER, M. Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological medicine*, v. 47, n. 14, p. 2393–2400, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/s003329171700040x>>.

GIBSON, William. Neuromancer. Tradução de Fábio Fernandes. Editora Aleph; 5ª edição. Idioma: português. 320 páginas, 2016.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas. 2010.

GLOBAL INNOVATION INDEX. GII 2021 at a glance. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII2021/GII_at_a_glance.pdf> Acesso em: 25 de outubro de 2021

GOOGLE TRENDS. Disponível em: <<https://trends.google.com.br/home>>. Acesso em: julho de 2023.

GOULART, Paula Spesse. Um olhar sobre a imersão: do conceito às tecnologias imersivas. 2022. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Cinema e Audiovisual) - Instituto de Arte e Comunicação Social, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2022.

GREGG, Lynsey; TARRIER, Nicholas. Virtual reality in mental health. *Social psychiatry and psychiatric epidemiology*, v. 42, n. 5, p. 343-354. 2007.

GUPTA, Anshul; MISHRA, Prabhaker; PANDEY, Chandram; *et al.* Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Annals of cardiac anaesthesia*, v. 22, n. 1, p. 67, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4103/aca.aca_157_18>.

GUTTENTAG, Daniel A. Virtual reality: Applications and implications for tourism. *Tourism management*, v. 31, n. 5, p. 637–651, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tourman.2009.07.003>>.

HADDON, Leslie. Roger Silverstone's legacies: domestication. *New media & society*, v. 9, n. 1, p. 25–32, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1177/1461444807075201>>.

HAN, Dustin T.; SUHAIL, Mohamed; RAGAN, Eric D. Evaluating remapped physical reach for hand interactions with passive haptics in virtual reality. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, v. 24, n. 4, p. 1467–1476, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/tvcg.2018.2794659>>.

HAN, Ping-Hsuan; CHEN, Yang-Sheng; LEE, Kong-Chang; *et al.* Haptic around: Multiple tactile sensations for immersive environment and interaction in virtual reality. *In: Proceedings of the 24th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*. New York, NY, USA: ACM, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3281505.3281507>>.

HAN, Seunghun; KIM, Jinmo. A study on immersion of hand interaction for mobile platform virtual reality contents. *Symmetry*, v. 9, n. 2, p. 22, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/sym9020022>>.

HASSENZAHN, Marc; TRACTINSKY, Noam. User experience - a research agenda. *Behaviour & information technology*, v. 25, n. 2, p. 91–97, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01449290500330331>>.

HASSENZAHN, Marc. User Experience and Experience Design. The Interaction Design Foundation. 2014 Disponível em: <<https://www.interaction->

design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/user-experience-and-experience-design>. Acesso em: 23 mar. 2024.

HEIM, Michael. The metaphysics of virtual reality. Nova Iorque, NY, USA: Oxford University Press, 208p, 1994.

HENDY, Mohamed. The integration of virtual reality (VR) and user experience design (UXD) in the design of shared office spaces. MSA Engineering Journal, v. 1, n. 4, p. 59–78, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21608/msaeng.2022.273851>>.

HERDER, Johann Gottfried. PLÁSTICA. Edusp; 1ª edição (24 outubro 2018), Idioma: português, 144 páginas, ISBN 10: 8531417139, ISBN 13: 9788531417139, original 1778.

HOLZWARTH, Valentin; GISLER, Joy; HIRT, Christian; KUNZ, Andreas. Comparing the accuracy and precision of SteamVR tracking 2.0 and oculus quest 2 in a room scale setup. In: 2021 the 5th International Conference on Virtual and Augmented Reality Simulations. (ICVARS 2021). New York, NY, USA: ACM, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3463914.3463921>>.

HSIEH, Yi-Ching; CHIU, Hung-Chang; TANG, Yun-Chia; *et al.* Do colors change realities in online shopping? Journal of interactive marketing, v. 41, p. 14–27, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.intmar.2017.08.001>>.

HSU, Shang H.; CHUANG, Ming C.; CHANG, Chien C. A semantic differential study of designers' and users' product form perception. International journal of industrial ergonomics, v. 25, n. 4, p. 375–391, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/s0169-8141\(99\)00026-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0169-8141(99)00026-8)>.

HUANG, Guo Q. (guo Quan). Design for X: Concurrent engineering imperatives. 1996. ed. . Publisher by Springer Dordrecht. Edition Number 1, Pages 489, Londres, England: Chapman and Hall, 1996. ISBN 978-0-412-78750-8.

HUDSON, Sarah; MATSON-BARKAT, Sheila; PALLAMIN, Nico; *et al.* With or without you? Interaction and immersion in a virtual reality experience. Journal of business research, v. 100, p. 459–468, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.062>>.

HUME, David. *Investigação Sobre o Entendimento Humano / Original 1748*. Editora Lafonte; 1ª edição, Idioma: português, 176 páginas, 1 janeiro 2017.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L.B.M. *Ergonomia: Projeto e Produção*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 3a ed., 2016. ISBN: 9788521209331.

IOANNIDES, Marinos; MAGNENAT-THALMANN, Nadia; PAPAGIANNAKIS, George (Orgs.). *Mixed reality and gamification for cultural heritage*. Cham: Springer International Publishing, 2017.

JACKSON, Denise. *Completing a PhD by publication: a review of Australian policy and implications for practice*. Higher education research & development, London, v. 32, n. 3, p. 355–368, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/07294360.2012.692666>>.

JERALD, Jason. *The VR Book. Human-centered design for virtual reality*; Association for Computing Machinery, ACM Books ,2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2792790>>.

JORDAN (eds.), *Human factors in product design: Current practice and future trends*. London, Taylor & Francis, p. 206-217.1999.

JORDAN, P. *Pleasure with products: Human factors for body, mind, and soul*. In: W.S. GREEN; P.W. (eds.), *Human factors in product design: Current practice and future trends*. London, Taylor & Francis, p. 206-217. 1999.

JORDAN, Patrick W. *An introduction to usability*. London: Taylor & Francis, 1998.

KALARAT, Kosin; KOOMHIN, Phanit. *Real-time volume rendering interaction in virtual reality*. International Journal of Technology, v. 10, n. 7, p. 1307-1314, ISSN 2086-9614, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14716/ijtech.v10i7.3259>>.

KANG, Jiyoung. *Effect of interaction based on augmented context in immersive virtual reality environment*. Wireless personal communications, v. 98, n. 2, p. 1931–1940, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11277-017-4954-0>>.

KANT, Immanuel. Crítica da Razão Pura. Original em alemão 1781. Idioma: português, 624 páginas, ISBN-10: 8532643248, ISBN-13: 978-8532643247. Editora Vozes; 4ª edição, 2015.

KHALAJ, Javad; PEDGLEY, Owain. Comparison of Semantic Intent and Realization in Product Design: A Study on High-End Furniture Impressions. *International Journal of Design*. v. 8, p. 79–96, 2014.

KIM, Mingyu; JEON, Changyu; KIM, Jinmo. A study on immersion and presence of a portable hand haptic system for immersive virtual reality. *Sensors (Basel, Switzerland)*, v. 17, n. 5, p. 1141, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/s17051141>>.

KIRNER, C. SISCOOTTO, R. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. **Realidade virtual e aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. p.7, 2007. Disponível em: http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2007_svrps.pdf acesso:23/05/2024.

KIMER, Claudio; ZORZAL, Ezequiel R.; KIRNER, Tereza G. Case studies on the development of games using augmented reality. *In: 2006 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*. p. 1636-1641, IEEE, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ICSMC.2006.384953>>.

KINDLEIN JÚNIOR, Wilson; COLLET, Iara Barata; DISCHINGER, M. C. T. Desenvolvimento de Texturas como fator de design emocional. *In: Claudia Mont'Alvão; Vera Damazio. (Org.). Design, ergonomia e emoção*. 1ed. Rio de Janeiro: Mauad X, v. p.87-104, (p. 91). 2008.

KORTUM, Philip T.; BANGOR, Aaron. Usability ratings for everyday products measured with the system usability scale. *International journal of human-computer interaction*, v. 29, n. 2, p. 67–76, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/10447318.2012.681221>>.

KROMPIEC, Przemyslaw; PARK, Kyoungju. Enhanced player interaction using motion controllers for first-person shooting games in virtual reality. *IEEE access: practical innovations, open solutions*, v. 7, p. 124548–124557, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/access.2019.2937937>>.

KRUG, Steve. Don't make me think! Web & Mobile Usability: Das intuitive Web. 2014. ed. Frechen, Germany: MITP, 2018.

KULIGA, S. F.; THRASH, T.; DALTON, R. C.; HÖLSCHER, C. Virtual reality as an empirical research tool — Exploring user experience in a real building and a corresponding virtual model. *Computers, environment and urban systems*, v. 54, p. 363–375, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.09.006>>.

KULZER, Manuel; BURMESTER, Michael. Towards explainable and sustainable wow experiences with technology. *Multimodal technologies and interaction*, v. 4, n. 3, p. 49, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/mti4030049>>.

KUNZLER, L. S. Q. Estudo das variáveis de rugosidade, dureza e condutividade térmica aplicado à percepção tátil em design de produto. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. 120p. Disponível em: <<http://www.ndsm.ufrgs.br/portal/downloadart/48.pdf>>

KUROSU, Masaaki. Concept of usability revisited. *In: Human-Computer Interaction. Interaction Design and Usability*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, p. 579–586. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-73105-4_64>.

KUROSU, Masaaki. Nigel Bevan and concepts of usability, UX, and satisfaction. *J. Usability Studies*, v. 14, n. 3, p. 156–163, 2019. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/3532694.3532700>>.

LA SCALEIA, Barbara; CECCARELLI, Francesca; LACQUANITI, Francesco; *et al.* Visuomotor interactions and perceptual judgments in virtual reality simulating different levels of gravity. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, v. 8, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3389/fbioe.2020.00076>>.

LANIER, Jaron. You are not a gadget: A manifesto. Nova Iorque, NY, USA: Random House, 223p. 2011.

LANIER, Jaron. Dawn of the new everything: Encounters with reality and virtual reality. 368p. Ed. Picador, USA. 2018.

LANUTTI, Jamille Lima.; FERNANDES, Fabiane Rodrigues; CAMPOS, Livia Albuquerque; PASCHOARELLI, Luis Carlos. Usabilidade de objetos de uso cotidiano: comparativo de técnicas de avaliação subjetiva (SUS e DS). In: Anais Ergodesign&USIHC 2013. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, p. 1-11, 2013.

LANUTTI, Jamille N. de L. *et al.* - USABILIDADE DE OBJETOS DE USO COTIDIANO: COMPARATIVO DE TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO SUBJETIVA (SUS E DS). 13 congresso internacional de ergonomia e usabilidade de interfaces humano-tecnologia: produto, informações, ambiente construído e transporte. 2013.

LANUTTI, Jamille Noretza De Lima. Compreensão dos aspectos emocionais em diferentes cadeiras de rodas: Uma contribuição para o Design Ergonômico e Inclusivo / 292 f.: il. Tese (Doutorado)–Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2019.

LANUTTI, Jamille; CAMPOS, Livia; PEREIRA, Douglas; MATTOS, Liar, INOKUTI, Élen; PASCHOARELLI, Luis Carlos. Aesthetic and symbolic aspects versus usability: Evaluation of daily use product - lemon squeezer. In: REBELO, Francisco; SOARES, Marcelo. Advances in Usability Evaluation Part II. Boca Raton, CRC Press, p. 527-536. 2012.

LARIVIÈRE, Vincent; ZUCCALA, Alesia; ARCHAMBAULT, Éric. The declining scientific impact of theses: Implications for electronic thesis and dissertation repositories and graduate studies. *Scientometrics*, v. 74, n. 1, p. 109–121, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11192-008-0106-3>>.

LEHTONEN, Miika; PAGE, Tom; THORSTEINSSON, Gisli. Emotionality Considerations in Virtual Reality and Simulation Based Learning. In: CELDA. p. 26-36. 2005. ISBN: 972-8924-05-4.

LI, Jingyi; GEORGE, Ceenu; NGAO, Andrea; *et al.* Rear-seat productivity in virtual reality: Investigating VR interaction in the confined space of a car. *Multimodal technologies and interaction*, v. 5, n. 4, p. 15, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/mti5040015>>.

LI, Zhenxing; AKKIL, Deepak; RAISAMO, Roope. Gaze-based kinaesthetic interaction for virtual reality. *Interacting with computers*, v. 32, n. 1, p. 17–32, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1093/iwcomp/iwaa002>>.

LINDEMANN, U., 1999, Experiences from Student Development Projects at Technical University Munich, Germany. Private communication, 25 April 1999.

LINHARES, G.; GROETELAARS, N. J. Tecnologias digitais para a representação do patrimônio arquitetônico: estudo de métodos para modelagem geométrica. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E PATRIMÔNIO CULTURAL, 1. São Carlos, SP. Anais [...]. São Carlos: IAU-USP, 2019 (a)

LINHARES, G.; GROETELAARS, N. J. Realidade virtual para a visualização e difusão do patrimônio arquitetônico: conceitos e aplicações. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E PATRIMÔNIO CULTURAL, 1., 2019 (b), São Carlos, SP. Anais [...]. São Carlos: IAU-USP.

LINHARES, G.; GROETELAARS, N. J. Reconstrução digital do patrimônio arquitetônico para ambientes virtuais interativos 3D: estudo de métodos para modelagem geométrica de edificações existentes. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 61-77. DOI: 10.11606/gtp.v16i3.172369. 2021 (a)

LINHARES, G.; GROETELAARS, N. J.. Uso de modelos BIM em realidade virtual e aumentada: panorama de aplicações e ferramentas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 21., 2021, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC. DOI: 0.46421/sbtic.v3i00.565. 2021 (b).

LINHARES, G.; GROETELAARS, N. J. Modelagem geométrica do museu Anita Garibaldi a partir de produtos fotogramétricos. In: PATRIMÔNIO 4.0, 1., 2022, Goiânia, GO. Anais [...]. Goiânia: UFG. 2022.

LISBOA, Maria da Graça; BISOGNIN, Edir. Estética e Design. In: *Disciplinarum Scientia*. Série: Artes, Letras e Comunicação, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 77-86. 2003.

LIU, Weilin; CAO, Yaqin; PROCTOR, Robert W. How do app icon color and border shape influence visual search efficiency and user experience? Evidence from an eye-tracking study. *International journal of industrial ergonomics*, v. 84, n. 103160, p. 103160, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103160>>.

LÖBACH, Bernd. *Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais*. 1. ed. São Paulo: Blucher. 206 p. 2001.

LOMBARD, Matthew; DITTON, Theresa. At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of Computer-Mediated Communication*, v. 3, n. 2, p. 0-0. 1997.

LOMBARD, Matthew; JONES, Matthew T. Defining presence. In: *Immersed in Media*. Springer International Publishing, p. 13-34. 2015.

LOPES, Juliana de Lima; NOGUEIRA-MARTINS, Luiz Antonio; ANDRADE, Alexsandro Luiz de; *et al.* Escala de diferencial semântico para avaliação da percepção de pacientes hospitalizados frente ao banho. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 24, n. 6, p. 815–820, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-21002011000600015>>.

LOU, Xiaolong; LI, Xiangdong A.; HANSEN, Preben; *et al.* Hand-adaptive user interface: improved gestural interaction in virtual reality. *Virtual reality*, v. 25, n. 2, p. 367–382, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10055-020-00461-7>>.

LUPTON, Ellen; LIPPS, Andrea. *The senses: Design beyond vision*. (Design Book Exploring Inclusive and Multisensory Design Practices Across Disciplines). Nova Iorque, NY, USA: Princeton Architectural Press, 224p. ISBN1616897104. 2018.

MAHLKE, S. *User Experience of Interaction with Technical Systems*. Doktor der Ingenieurwissenschaften, Technische Universität Berlin, Fakultät V, Alemanha. 2008.

MANIS, Kerry T.; CHOI, Danny. The virtual reality hardware acceptance model (VR-HAM): Extending and individuating the technology acceptance model (TAM) for virtual reality hardware. *Journal of Business Research*, v. 100, p. 503-513, 2019.

MANU, Alexander. Tendências Futuras: A forma acompanha o estado de espírito. *Anais/ Fórum Internacional Design e Diversidade Cultural*. Florianópolis: Senai/LBDI. 1995.

MARKETING. Artigos Treinamento Corporativo e o Metaverso – Um Novo Local de Trabalho. *Eduvem*, 2022. Disponível em: <<https://eduvem.com/treinamento-corporativo-e-o-metaverso-um-novo-local-de-trabalho/>>. Acesso em 23 jun, 2023.

MARKOWITZ, David; BAILENSEN, Jeremy. 'Virtual Reality and Emotion: A 5-Year Systematic Review of Empirical Research (2015–2019)'. In: NABI, Robin; MYRICK, Jessica (eds). *Emotions in the Digital World: Exploring Affective Experience and Expression in Online Interactions*. New York, Oxford Academic Press, p. 134-C7P106. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1093/oso/9780197520536.003.0008>.

MARQUES, Larissa Raquel Ferro. AS METODOLOGIAS DE DESIGN DE SERVIÇOS (DS) E O DESIGN FOR X (DFX): equivalências, disparidades e aplicações no desenvolvimento de negócios disruptivos. Monografia apresentada ao curso de Design da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do grau de Bacharel em Design. SÃO LUÍS, Maranhão, Brasil 2019.

MASLOW, A. H. A theory of human motivation. 1943. Disponível em: <psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm>. Acesso em: 20 fev. 2024.

MATTOS, L.M.; LANUTTI, J.N.L; ALVES, A.L.; MEDOLA, F. O.; PASCHOARELLI, L.C. Personalidade de Produtos Assistivos e proposta de escala de agradabilidade de cores em muletas axilares. *Revista Ergodesign & HCI*, v. 4, p. 16-24, 2017

MCCLOY, Rory; STONE, Robert. Virtual reality in surgery. *Bmj*, v. 323, n. 7318, p. 912-915, 2001.

MCMAHAN, R. Virtual Reality in the Classroom: A Framework for (as) Design. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*. 2016.

MEDEIROS, W. G.; ASHTON, P.. Meaningful interaction of users with product shapes. In: *Design and Emotion Conference*, 2006, Gotenburgo. *Design and Emotion*, 2006.

MEDEIROS, Wellington Gomes. Meaningful interaction with products. *Design issues*, v. 30, n. 3, p. 16–28, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1162/desi_a_00275>.

MEEHAN, M.; RAZZAQUE, S.; WHITTON, M. C.; *et al.* Effect of latency on presence in stressful virtual environments. In: *IEEE Virtual Reality, 2003. Proceedings*. [s.l.]: IEEE Comput. Soc, Los Angeles, CA, USA, pp. 141-148, Disponível em: <doi: 10.1109/VR.2003.1191132 2003>.

MENEZES, MS., and PASCHOARELLI, LC., orgs. *Design e planejamento: aspectos tecnológicos* [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 277 p. ISBN 978-85-7983-042-6.

METHLEY, Abigail M. *et al.* PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC health services research*, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2014.

MIGUEL, Fabiano Koich. Psicologia das emoções: uma proposta integrativa para compreender a expressão emocional. *Psico-USF*, v. 20, n. 1, p. 153–162, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1413-82712015200114>>.

MILGRAM, Paul; TAKEMURA, Haruo; UTSUMI, Akira; *et al.* Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. In: *DAS, Hari (Org.). Telemanipulator and Telepresence Technologies* p. 282-292, SPIE, 1995.

MONT´ALVÃO, Claudia; DAMAZIO, Vera; MORAES, Anamaria de. *Design Ergonomia e Emoção*. Editora Mauad X; 3ª Edição 2012, 128p. ISBN-13 978-8574782645

MORAES, Anamaria de; Mont'Alvão, Claudia. Ergonomia: Conceitos e Aplicações. Rio de Janeiro: 2AB, 2009 (4ª edição ampliada) 224p. ISBN 978-85-86695-49-0.

MORAES, Anamaria de; SANTA ROSA, José Guilherme. Design Participativo, técnicas para inclusão de usuários no processo de ergodesign de interfaces. Rio de Janeiro: Rio Books, 1ª Edição, 2012. ISBN 978-85-61556-16-7.

MORENO, A. Q. Ventajas de la realizacion de tesis doctoral por compendio de publicaciones. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracaibo, v. 26, n. 4, 2016. Disponível em: <https://link.gale.com/apps/doc/A505303957/IFME?u=anon~233fe8e1&sid=googleScholar&xid=55109513>. Acesso em: 16/02/2024.

MORTARA, Michela; CATALANO, Chiara Eva; BELLOTTI, Francesco; *et al.* Learning cultural heritage by serious games. Journal of cultural heritage, v. 15, n. 3, p. 318–325, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2013.04.004>>.

MUGGE, R; SCHOORMANS, J. P. L.; SCHIFFERSTEIN, H. N. J. Design strategies to postpone consumers' product replacement: The value of a strong person-product relationship. The Design Journal, v.8, n.2, p. 38-48, 2005.

MUJBER, T. S.; SZECSI, T.; HASHMI, M. S. J. Virtual reality applications in manufacturing process simulation. Journal of materials processing technology, v. 155–156, p. 1834–1838, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2004.04.401>>.

NANJAPPAN, Vijayakumar; LIANG, Hai-Ning; LU, Feiyu; *et al.* User-elicited dual-hand interactions for manipulating 3D objects in virtual reality environments. Human-centric computing and information sciences, v. 8, n. 1, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/s13673-018-0154-5>>.

NEVES F.A., JUNGES F. Sistema de informação em saúde como instrumento de avaliação da saúde da população. Proceedings of the VI Mostra de Produção Científica da Pós-Graduação Lato Sensu da PUC Goiás; 2011; Goiânia. p. 1-18.

NEZAMI, Farbod N.; WÄCHTER, Maximilian A.; MALEKI, Nora; *et al.* Westdrive X LoopAR: An open-access virtual reality project in Unity for evaluating user interaction methods during takeover requests. *Sensors* (Basel, Switzerland), v. 21, n. 5, p. 1879, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/s21051879>>.

NG, Annie W. Y.; CHAN, Alan H. S. Color associations among designers and non-designers for common warning and operation concepts. *Applied ergonomics*, v. 70, p. 18–25, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2018.02.004>>.

NIEMEYER, Lucy. Design Atitudinal: Uma abordagem Projetual in: *Design Ergonomia e Emoção*. Rio de Janeiro: Mauad X: FAPERJ, p.49-64. 2008.

NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL: avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho: procedimento técnico / Fundacentro; equipe de elaboração: Irlon de Ângelo da Cunha ... [et al.]; colaboração: Milda Jodelis. – São Paulo. 2018.

NORMA REGULAMENTADORA NR 17. - Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora 17. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Brasília: MIE, SIT. 2002.

NORMAN, D. A. Emotion and Design: Attractive things work better. *Interactions Magazine*, IX (4), p.36-42. 2002.

NORMAN, Donald A. Design emocional: por que adoramos (ou detestamos) os objetos do dia a dia. Rocco, 2008.

NORMAN, D. A. O Design do dia a dia, Rio de Janeiro. 328pg. Ed.: Anfiteatro. 2018.

OLIVEIRA, G.M. Realidade Virtual em Apresentação de Projeto Arquitetônico. Master's Thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brazil. 2016.

OPREA, Sergiu; MARTINEZ-GONZALEZ, Pablo; GARCIA-GARCIA, Alberto; *et al.* A review on deep learning techniques for video prediction. *IEEE transactions on pattern*

analysis and machine intelligence, v. 44, n. 6, p. 2806–2826, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/tpami.2020.3045007>>.

OSGOOD, Charles; SUCI, George; TANNENBAUM, Percy. The Measurement of Meaning. Champaign, University of Illinois Press, 1957. 360p.

OTOTO DESIGN. About us. In: <https://ototodesign.com/pages/about-us>. Acesso em 12.03.2024.

OTTOSSON, Stig. Virtual reality in the product development process. Journal of engineering design, v. 13, n. 2, p. 159–172, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/09544820210129823>>.

OTTOSSON, S., Qualified product concept design needs a proper combination of PAD–MAD before PDM. Journal of Engineering Design, 9(2), 107–119. 1998c.

OTTOSSON, S., Dynamic concept development—a key for future protable innovations and new product variants. International Conference on Engineering Design ICED01, Glasgow, 21–23 August, pp. 331–338. 2001b.

OTTOSSON, Stig. Virtual reality in the product development process. Journal of engineering design, v. 13, n. 2, p. 159–172, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/09544820210129823>>.

OVERBEEKE, C. J., & Hekkert, P. (Eds.). Proceedings of the 1st International Conference on Design and Emotion. Delft: Delft University of Technology. 1999.

PADRINI-ANDRADE, L., BALDA, R. DE C. X., ARECO, K. C. N., BANDIERA-PAIVA, P., NUNES, M. DO V., MARBA, S. T. M., CARVALHO, W. B. DE ., RUGOLO, L. M. S. DE S., ALMEIDA, J. H. C. DE ., PROCIANOY, R. S., DUARTE, J. L. M. B., REGO, M. A. S., FERREIRA, D. M. DE L. M., ALVES, N., GUINSBURG, R., DINIZ, E. M. DE A., SANTOS, J. P. F. DOS ., TESTONI, D., SILVA, N. M. DE M. E ., ... BOMFIM, O.. (2019). EVALUATION OF USABILITY OF A NEONATAL HEALTH INFORMATION SYSTEM ACCORDING TO THE USER'S PERCEPTION. Revista Paulista De Pediatria, 37(1), 90–96. <https://doi.org/10.1590/1984-0462/;2019;37;1;00019>

PAGE, Matthew. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. MetaArXiv. 2020.

PALLAVICINI, Federica; PEPE, Alessandro; FERRARI, Ambra; GARCEA, G.; ZANACCHI, A.; MANTOVANI, F. What is the relationship among positive emotions, sense of presence, and ease of interaction in virtual reality systems? An on-site evaluation of a commercial virtual experience. *Presence* (Cambridge, Mass.), v. 27, n. 2, p. 183–201, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1162/pres_a_00325>.

PARK, Minjung; IM, Hyunjo; KIM, Do Yuon. Feasibility and user experience of virtual reality fashion stores. *Fashion and Textiles*, v. 5, n. 1, p. 1-17, 2018.

PASCHOARELLI, LC.; MENEZES, MS. Design e ergonomia: aspectos tecnológicos [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 279 p. ISBN 978-85- 7983-001-3.

PASCHOARELLI, Luis Carlos; MEDOLA, Fausto Orsi; LANUTTI, Jamille Lima. Design, Ergonomia e Semântica. In: DOMICIANO, Cassia Leticia Carrara (Org.). *Ensaio em Design: ações inovadoras*. 1ed. Bauru: Canal 6, p. 158-187, 2016.

PAZMINO, Ana Veronica. *Como se cria: 40 métodos para design de produtos*. Editora Blucher, 2015.

PERDOMO DELGADO, Cristina Nieves. Análise dos fatores de usabilidade de aplicativo de cuidado remoto para adultos seniores e idosos: características do design, fatores cognitivos e sociodemográficos / Cristina Nieves Perdomo Delgado, Tese (Doutorado)—Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru, 2022.

PEREIRA, R.; SANTOS, N. (2022). Indústria 5.0: reflexões sobre uma nova abordagem paradigmática para a indústria. *Anais do XLVI Encontro da ANPAD - EnANPAD 2022*. Maringá. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração.

PEREIRA, Diogo; OLIVEIRA, Vitor; VILAÇA, João; CARVALHO, Vítor; DUQUE, Duarte. Measuring the Precision of the Oculus Quest 2's Handheld Controllers. *Actuators*. v. 12, n. 6, 257. 2023. Disponível em: DOI: <<https://doi.org/10.3390/act12060257>>.

PEREIRA, R.; SANTOS, N. dos. Indústria 5.0: reflexões sobre uma nova abordagem paradigmática para a indústria. *XLVI ENCONTRO DA ANPAD*, 46., 2022, on-line. *Anais eletrônicos [...]*. Maringá: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, 2022.

PETITO, Gustavo; PASCHOARELLI, Luis Carlos; MARCHIZELLI, Caio Cesar; RODRIGUES, Sergio Tosi. Percepção de usabilidade de joysticks para equipamentos agrícolas cabinados automotrizes: um estudo do design ergonômico. *Human Factors in Design*. v.12, n.23, p. 162-177. 2023. Disponível em DOI: <https://doi.org/10.5965/2316796312232023162>

PETROSKI, Henry. The evolution of useful things: How everyday artefacts - from forks and pins to paperclips and zippers - came to be as they are. Nova Iorque, NY, USA: Vintage Books. English, 304 pages ISBN-10: 0679740392, ISBN-13: 978-0679740391 , 1997.

PINHEIRO, P. S. J. Realidade Virtual como ferramenta de avaliação de Arquitetura: uma experiência museológica. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - São Paulo -SP. 239p. 2020.

PIUMSOMBOON, T., LEE, G., LINDEMAN, R. W., & BILLINGHURST, M. Exploring natural eye-gaze-based interaction for immersive virtual reality. 2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI). 2017. Disponível em: <[doi:10.1109/3dui.2017.7893315](https://doi.org/10.1109/3dui.2017.7893315)>

PIZZOLANTE, Marta; BARTOLOTTA, Sabrina; SARCINELLA, Eleonora; CHIRICO, Alice; GAGGIOLI, Andrea. Virtual vs. real: exploring perceptual, cognitive and affective dimensions in design product experiences. *BMC Psychology*. v. 12, n. 10, 2024. Disponível em DOI: <<https://doi.org/10.1186/s40359-023-01497-5>>.

PLATÃO. A República. Original 380 a.C. - Editora Lafonte; 1ª edição. Idioma: português, 344 páginas. 2017.

PORSANI, Rodolfo Nucci, *et al.* Arte e Tecnologia – Aplicação de arduino na montagem de um monitor 3D “Cube LED” (Cubo de Diodo Emissor de Luz), X World Congress on Communication and Arts WCCA, DOI 10.14684/WCCA.10.2017.62-67, 2017.

PORSANI, RODOLFO NUCCI. “AVALIAÇÃO DO DESIGN NA EXPERIÊNCIA EMOCIONAL DO USUÁRIO POR MEIO DA PRODUÇÃO DE CARENAGENS CUSTOMIZÁVEIS PARA PRÓTESES TRANSTIBIAIS” / 181 f. Orientador: Luís Carlos Paschoarelli, Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2020.

PORSANI, R. N., TRINDADE, A. B. C., DEMAISON, A., MONT’ALVÃO, C. R., & PASCHOARELLI, L. C. Evaluations of Design and User Experience in virtual Reality: A systematized bibliographic review. Revista De Ciencia Y Tecnología, n. 40, p. 38–49, 2023 (a). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.36995/j.recyt.2023.40.005>>.

PORSANI, R. N.; RAPOSO, F.; MARQUES, L. R. F.; DEMAISON, A. L. La biomimética y su influencia en el diseño de productos Una breve cronología y el estado del arte. CUADERNOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS DE DISEÑO Y COMUNICACIÓN, v. 178, p. 203-222. 2023 (b), disponível em DOI: <<https://doi.org/10.18682/cdc.vi278.8645>>.

PORSANI, Rodolfo Nucci, DEMAISON, André Leonardo, MARQUES, Larissa Raquel Ferro, FERNANDES, Nathan Martins e PASCHOARELLI, Luís Carlos. Reflexões sobre design para emoção: percepções no campo da estética do artefato. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación Universidad de Palermo. Facultad de Diseño y Comunicación. Instituto de Investigación en Diseño. Argentina. Año 25. Cuaderno 159. ISSN 1668-0227. 2023 (d).

PORSANI, R. N.; SOUZA, L. R. de, FERNANDES, RAPOSO, Felipe Pereira, DEMAISON, André Leonardo. Design e Realidade Virtual: breve registro histórico, cenário atual e perspectivas para o futuro. Anais do Congresso Plural Design 2023,

Programa de Pós-graduação em Design e Curso de Design da Universidade da Região de Joinville/Univille, 2024, disponível em: < DOI: 10.5151/pluraldesig2023-50>.

PORSANI, Rodolfo Nucci, RAPOSO, Felipe Pereira, DEMAISON, André Leonardo, PASCHOARELLI, Luís Carlos. Design + Realidade Virtual: Revisão Teórica de Conceitos, Reflexões e Práticas de UX. CUADERNOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS DE DISEÑO Y COMUNICACIÓN. 2024.

PORSANI, Rodolfo Nucci; ALVES JUNIOR, Mauro; DEMAISON, André; ALMEIRA, Lucas; SAMPEDRO, Paula, ANDRADE, Vinícius; PASCHOARELLI, Luis Carlos. Tecnologias do Design-verso. Registro do processo de digitalização de objetos por Scan para Realidade Virtual. Cadernos do Centro de Estudos em Design e Comunicação. v. 00, n. 00, p. 00-00. 2024.

PORSANI, Rodolfo Nucci; SAMPEDRO, Paula Poiet. ANDRADE, Vinicius Santos. PASCHOARELLI, Luis Carlos. Tecnologias do Design-verso: Investigação qualitativa de ambiente e objetos em realidade virtual para avaliações visuais de UX e HCI. Revista dos encontros internacionais Ergotrip Design 2023, 2024(c)

PRADO-LEÓN, Lilia R. Color preferences in household appliances: Data for emotional design. Procedia manufacturing, v. 3, p. 5707–5714, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.798>>.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 5. ed. Novo Hamburgo, FEEVALE. 2013.

RANCIÈRE, Jacques. O inconsciente estético. Editora 34; 1ª edição, 80 páginas, ISBN-10:8573264381, ISBN-13: 978-8573264388. 2009.

RAPOSO, Felipe Pereira. Agradabilidade percebida em home offices: um estudo de caso com usuários leigos, designers e arquitetos. 2022.

RAY, Ananda Bibek; DEB, Suman; DEVI, Suraksha. Creating an interaction interface to improve user engagement in virtual reality systems. *Journal of Statistics and Management Systems*, v. 20, n. 4, p. 593–600, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/09720510.2017.1395179>>.

REBELO, DUARTE, NORIEGA, SOARES. "Virtual reality in consumer product design: methods and applications". In: Karwowski, W., Soares, M.M. and Stanton, N. *Human factors and ergonomics in consumer product design*. Chapter 24. Boca Raton, CRC Press, 2010. p. 381-404.

REBENITSCH, Lisa. Gerenciando a doença cibernética em realidade virtual. *XRDS: Crossroads, A Revista ACM para Estudantes*, v. 22, n. 1, pág. 46-51, 2015.

REBENITSCH, Lisa; OWEN, Charles. Estimating cybersickness from virtual reality applications. *Virtual Reality*, v. 25, n. 1, p. 165-174, 2021.

REIJNEVELD, K.; DE LOOZE, M.; KRAUSE, F.; DESMET, P. Measuring the Emotions Elicited by Office Chairs. *International conference on designing pleasurable products and interfaces – Pittsburgh*. Nova York: ACM Press, 2003. p. 6-10.

RHEINGOLD, Howard. *Virtual Reality: The Revolutionary Technology of Computer-Generated Artificial Worlds - and how it promises and threatens to transform business and society*. Summit Books, 1991.

RIBEIRO, Daniel, Dica para TCCs: 7 melhores sites de pesquisa acadêmica, Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/listas/2018/03/dica-para-tccs-7-melhores-sites-de-pesquisa-academica.ghtml>, acesso em: 06/10/2021.

RIBEIRO, Luiz Ricardo Gonzaga; MENEGON, Nilton Luiz; CAMAROTTO, João Alberto. Realidade Virtual aplicada à projetos em Ergonomia: revisão sistemática da literatura, XL Encontro Nacional De Engenharia De Produção “Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis” Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 20 a 23 de outubro de 2020.

RICHARDSON, John T. E. The use of Latin-square designs in educational and psychological research. *Educational research review*, v. 24, p. 84–97, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2018.03.003>>.

ROBERTS, Sarah; PAGE, Rowan; RICHARDSON, Mark. Designing in virtual environments: The integration of virtual reality tools into industrial design research and education. In: BOESS, Stella, CHEUNG, Ming and CAIN, Rebecca (eds.), *Synergy - Design Research Society International Conference 2020*. p. 1628-1643. Disponível em: <<https://doi.org/10.21606/drs.2020.284>>.

ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; PREECE, Jennifer. *Design de interação*. Bookman Editora, 2013.

ROMÃO, V.P. Agudo O efeito da realidade aumentada aplicada ao design de informação de emergência / Viviane Pellizzon Agudo Romão; orientadora, Marília Matos Gonçalves – Florianópolis, SC, 2014.

ROTH, Emma. Bigscreen VR's \$999 Beyond headset is custom-made to fit your face. *The Verge*, 2023. Disponível em: <<https://www.theverge.com/2023/2/13/23597808/bigscreen-vr-beyond-headset-custom-fit>>. Acesso em 23 jun, 2023

SACHARIN, V., SCHLEGEL, K., & SCHERER, K. R. Geneva Emotion Wheel Rating Study. Geneva Switzerland: University of Geneva, Swiss Center of Affective Sciences, 2012.

SAMPEDRO, Paula Poiet. Elementos da experiência do usuário em ambientes de realidade virtual / Paula Poiet Sampedro, 211 f. Tese (Doutorado)– Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2021.

SANCHEZ-VIVES, Maria V.; SLATER, Mel. From presence to consciousness through virtual reality. *Nature reviews. Neuroscience*, v. 6, n. 4, p. 332–339, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/nrn1651>>.

SANTA ROSA, J.G.; MORAES, A. Design Participativo - Técnicas para Inclusão de Usuários no Processo de Ergodesign de Interfaces. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 170p. 2012.

SCHERER, Klaus R. What are emotions? And how can they be measured? Social sciences information. Information sur les sciences sociales, v. 44, n. 4, p. 695–729, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1177/0539018405058216>>.

SCHERER, K.R., SHUMAN, V., FONTAINE, J.R.J, & SORIANO, C. The GRID meets the Wheel: Assessing emotional feeling via self-report. In Johnny R.J. Fontaine, Klaus R. Scherer & C. Soriano (Eds.), Components of Emotional Meaning: A sourcebook (p. 281-298). Oxford: Oxford University Press, 2013.

SCHILLER, Friedrich Kallias, Objetos trágicos, objetos estéticos; original em alemão 1792-93. Tradução de Vladimir Vieira, Editora Autêntica; 1ª edição, Idioma: português, 208 páginas, 2018. ISBN-10:8551303791, ISBN-13:978-8551303795.

SCHILLER, Friedrich Kallias. A educação estética do homem numa série de cartas. Original em alemão 1794-95. 4 ed. Trad. Roberto Schwarz e Márcio Suzuki. Introdução e notas Márcio Suzuki. São Paulo: Iluminuras, 123 p, 2002.

SCHLEMMER, A. A emoção no design: uma discussão sobre as práticas e abordagens. 2º GAMPI PLURAL, Univille, Joinville, SC. 2012.

SEARLE, John R. Intencionalidade: Um ensaio em Filosofia da Mente. Trad. Julio Fischer e Tomás Rosa Bueno. São Paulo: Martins Fontes.1995.

SHUMAN, VERA & SCHLEGEL, KATJA & SCHERER, KLAUS. Geneva Emotion Wheel Rating Study. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/280880848_Geneva_Emotion_Wheel_Rating_Study acesso em :24/03/2024.

SILVA, Gabriela Linhares da. Realidade virtual para a visualização e difusão do patrimônio arquitetônico [manuscrito]: estudo de métodos e técnicas para a criação de ambientes virtuais interativos 3D..Dissertação 350, p.: il. – Universidade Federal

da Bahia, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. 2022. Salvador, BA, Brasil.

SILVA, J. C. P.; PASCHOARELLI, L. C.; SILVA, F. M. Design ergonômico: estudos e aplicações. Bauru: Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP, 2010.

SKARBEZ, Richard; BROOKS, Frederick P., Jr; WHITTON, Mary C. A survey of presence and related concepts. *ACM computing surveys*, v. 50, n. 6, p. 1–39, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/3134301>>.

SKARBEZ, Richard; SMITH, Missie; WHITTON, Mary C. Revisiting Milgram, and Kishino's Reality-Virtuality Continuum. *Frontiers in virtual reality*, v. 2, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3389/frvir.2021.647997>>.

SLATER, Mel; USOH, Martin; STEED, Anthony. Depth of presence in virtual environments. *Presence (Cambridge, Mass.)*, v. 3, n. 2, p. 130–144, 1994. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1162/pres.1994.3.2.130>>.

SLATER, Mel; WILBUR, Sylvia. A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence (Cambridge, Mass.)*, v. 6, n. 6, p. 603–616, 1997. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>>.

SLATER, Mel; STEED, Anthony. A virtual presence counter. *Presence (Cambridge, Mass.)*, v. 9, n. 5, p. 413–434, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1162/105474600566925>>.

SLATER, Mel; SANCHEZ-VIVES, Maria V. Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in robotics and AI*, v. 3, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>>.

SLATER, Mel; GONZALEZ-LIENCRES, Cristina; HAGGARD, Patrick; *et al.* The ethics of realism in virtual and augmented reality. *Frontiers in virtual reality*, v. 1, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3389/frvir.2020.00001>>.

SLATER, Mel; STEED, Anthony. Realidade Virtual. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

SMYTHE, Kelli Cristine Assis da Silva. Inclusão do usuário na fase inicial do processo de design para sistemas de wayfinding em ambientes hospitalares já construídos. 2014.

SONDEREGGER, Andreas; SAUER, Juergen. The influence of design aesthetics in usability testing: Effects on user performance and perceived usability. *Applied ergonomics*, v. 41, n. 3, p. 403–410, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2009.09.002>>.

SONDEREGGER, Andreas; SCHMUTZ, Sven; SAUER, Juergen. The influence of age in usability testing. *Applied ergonomics*, v. 52, p. 291–300, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2015.06.012>>.

SPENCE, C. *Gastrophysics: The New Science of Eating*. London. Penguin Books. 2017.

SPRINGER, Aaron; WHITTAKER, Steve. Progressive disclosure: When, why, and how do users want algorithmic transparency information? *ACM transactions on interactive intelligent systems*, v. 10, n. 4, p. 1–32, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/3374218>>.

STEPHENSON, Neal. SNOW CRASH, tradução por Fábio Fernandes. Editora Aleph; 2ª edição, Idioma: português. 496 páginas. 2015, ISBN-10: 8576572044, ISBN-13: 978-8576572046

STEUER, Jonathan. Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *The Journal of communication*, v. 42, n. 4, p. 73–93, 1992. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>>.

STEWART, S. *Objects of desire. Part I: The Souvenir, On Longing: Narratives of the miniature, the Gigantic, the Souvenir, the collection*. Durham, NC: Duke University Press, 1993, p. 132-151.

SUN, Lingyun; ZHOU, Yunzhan; HANSEN, Preben; *et al.* Cross-objects user interfaces for video interaction in virtual reality museum context. *Multimedia tools and applications*, v. 77, n. 21, p. 29013–29041, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11042-018-6091-5>>.

TABACHNICK, Barbara G.; FIDELL, Linda S. *Computer-assisted research design and analysis*. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2000.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. *Experimental designs using ANOVA*. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole. 2007.

TAI, Hsuan-An *Design: conceitos e métodos / Tai Hsuan-An*. — São Paulo: Blucher, 2017. 320 p.: il. color. ISBN 978-85-212-1010-8.

TCHA-TOKEY, Katy; LOUP-ESCANDE, Emilie; CHRISTMANN, Olivier; *et al.* Effects on user experience in an edutainment virtual environment: Comparison between CAVE and HMD. *In: Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2017*. New York, NY, USA: ACM, 2017.

THOMAS, George. *Research Methodology and Scientific Writing (2a ed)*. Cham, Springer. 2021.

TONETTO, Leandro Miletto; COSTA, Filipe Campelo da Xavier. Design emocional: conceitos, abordagens e perspectivas de pesquisa. *Strategic Design Research Journal*, v. 4, n. 3, p. 132-140, 2011.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Porto Alegre: Editora SBC, 2006.

TORI, R.; HOUNSELL, M. S.; KIRNER, C. Realidade Virtual. *In: TORI, R.; HOUNSELL, M. S. (org.). Introdução a realidade virtual e aumentada*. Porto Alegre: SBC, 2018.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva; KIRNER, Claudio. Realidade Virtual; *in: TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva (org.). Introdução a Realidade Virtual e Aumentada*. 3. ed. Porto Alegre: Editora SBC 2020.

TULLIS, T.; ALBERT, W. Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics. Burlington: Morgan Kaufman, 2008.

UK COUNCIL FOR GRADUATE EDUCATION. The Award of the Degree of Phd on the Basis of Published Work in the Uk. Lichfield: UKCGE, 1996

USOH, M., ARTHUR, K., WHITTON, M. C., BASTOS, R., STEED, A., SLATER, M., & BROOKS JR, F. P. Walking> walking-in-place> flying, in virtual environments. In Proceedings of the 26th annual conference on Computer graphics and interactive techniques (pp. 359-364). 1999.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. Psicologia Da Arte. São Paulo, Martins Martins Fontes, 1999.

WEECH, Séamas; KENNY, Sophie; BARNETT-COWAN, Michael. Presence and cybersickness in virtual reality are negatively related: a review. *Frontiers in psychology*, v. 10, p. 158, 2019.

WEIBEL, David *et al.* Playing online games against computer-vs. human-controlled opponents: Effects on presence, flow, and enjoyment. *Computers in human behavior*, v. 24, n. 5, p. 2274-2291, 2008.

WEIß, Y.; HEPERLE, D.; SIEß, A.; WOLFEL, M. What user interface to use for virtual reality? 2d, 3d or speech—a user study. In 2018 International Conference on Cyberworlds (CW), pp. 50–57. IEEE, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/CW.2018.00021>

WHITTON, M. C., COHN, J. V., FEASEL, J., ZIMMONS, P., RAZZAQUE, S., POULTON, S. J., ... BROOKS, F. P. Comparing VE locomotion interfaces. *In: IEEE Proceedings. VR 2005. Virtual Reality, 2005.* [s.l.]: IEEE, 2005.

WOLFARTSBERGER, Josef. Analyzing the potential of Virtual Reality for engineering design review. *Automation in construction*, v. 104, p. 27–37, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.018>>.

WON, Seahwa; WESTLAND, Stephen. Colour meaning and consumer expectations. *Color research and application*, v. 43, n. 1, p. 100–109, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/col.22167>>.

WU, Min-Yu; TING, Pai-Wen; TANG, Ya-Hui; *et al.* Hand pose estimation in object-interaction based on deep learning for virtual reality applications. *Journal of visual communication and image representation*, v. 70, n. 102802, p. 102802, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jvcir.2020.102802>>.

YANG, Ying; FAN, Yiyi; SUN, Ruizhi. A human-computer interaction system for agricultural tools museum based on virtual reality technology. *Advances in multimedia*, v. 2019, p. 1–15, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2019/2659313>>.

YE, J.; CAMPBELL, R. I.; PAGE, T.; *et al.* An investigation into the implementation of virtual reality technologies in support of conceptual design. *Design studies*, v. 27, n. 1, p. 77–97, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2005.06.002>>.

YOON, Jungkyoon; POHLMAYER, Anna E.; DESMET, Pieter M. A.; *et al.* Designing for positive emotions: Issues and emerging research directions. *The design journal*, v. 24, n. 2, p. 167–187, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/14606925.2020.1845434>>.

YU, Chia-Yin; KO, Chih-Hsiang. Applying FaceReader to recognize consumer emotions in graphic styles. *Procedia CIRP*, v. 60, p. 104–109, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.014>>.

ZAHARIAS, Panagiotis; MEHLENBACHER, Brad. Exploring User Experience (UX) in virtual learning environments. *International journal of human-computer studies*, v. 70, n. 7, p. 475–477, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2012.05.001>>.

ZAPPAROLI, Marcio; KLEIN, Fernando; MOREIRA, Hamilton. Avaliação da acuidade visual Snellen. *Arquivos brasileiros de oftalmologia*, v. 72, n. 6, p. 783–788, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0004-27492009000600008>>.

ZIBREK, Katja; MARTIN, Sean; MCDONNELL, Rachel. Is photorealism important for perception of expressive virtual humans in virtual reality? *ACM transactions on applied perception*, v. 16, n. 3, p. 1–19, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/3349609>>.

VR RESEARCH



APÊNDICES

APÊNDICE 01 - TCLE APRESENTADO AOS PARTICIPANTES



Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design.
Programa de Pós-Graduação em Design

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(TERMINOLOGIA OBRIGATÓRIA EM ATENDIMENTO A RESOLUÇÃO 196/96 –CNS-MS)

A investigação intitulada **Avaliações de Design Ergonômico e Experiência do Usuário em Ambiente Real e Virtual** tem como justificativa a busca por ferramentas, tecnologias e procedimentos metodológicos para a pesquisa na área do Design Ergonômico. Objetiva a comparação de protocolos de avaliação de interação visual usuário-artefato (nos campos de usabilidade aparente, emoção e semântica) em ambiente laboratorial real e virtual.

O objetivo principal deste estudo é obter dados que possam contribuir para compreensão de como ocorrem as percepções cognitivas, emocionais e semânticas, durante avaliação visual de produtos tanto em ambiente real como virtual, verificando a compatibilidade ou não destes dados e a viabilidade ou não de pesquisas utilizando a tecnologia de Realidade Virtual.

A pesquisa está dividida em duas etapas. A primeira a etapa com objetos reais e ambiente real os participantes **NÃO** terão contato com a tecnologia de Realidade Virtual. A segunda etapa será realizada com objetos virtuais em ambiente virtual, onde os participantes **TERÃO** contato com a tecnologia de Realidade Virtual. As etapas serão executadas em datas diferentes e com participantes diferentes.

Sua participação nesta pesquisa é muito importante e consistirá na **OBSERVAÇÃO E ANÁLISE VISUAL** de diferentes artefatos, seguido da seção de respostas a perguntas estruturadas em **questionários** que serão aplicados em interface digital (tablet/computador). A pesquisa está subdividida em avaliações de **3 categorias diferentes** de produto onde **cada categoria contém 3 artefatos** diferentes (totalizando 9 produtos a serem avaliados).

Para cada uma das categorias será utilizado um protocolo específico. As perguntas contidas nesses protocolos abordam sobre **sua percepção em relação à interação visual com o produto**, a estética, semiótica, aparência, forma, cor, design e demais elementos observados no objeto. Bem como **as suas percepções ao observá-lo, suas sensações, observações, pensamentos e emoções**.

Cada produto será apresentado a você sobre uma base giratória para **análise visual por observação** (não pode interagir com a mão / tocar), **estará disponível para olhar por 1 minuto** (60 segundos) após este tempo o produto será retirado, e lhe será entregue um computador/tablet para responder aos formulários. (Não existe tempo limite mínimo ou máximo para responder os protocolos, certifique-se de suas respostas e de ter completado todo o formulário). Após responder o formulário completo comunique ao pesquisador, que dará seguimento aos demais produtos e protocolos.



Não existe tempo mínimo ou máximo para responder a pesquisa, podendo demorar em média 10 minutos por protocolo. Portanto certifique-se de não ter outro compromisso e de ter esse tempo disponível para responder a pesquisa com calma.

Solicita-se também que o participante desligue, desative ou silencie seus *gadgets*, aparelhos celulares, smartwatches, relógios e alarmes, a fim de manter total concentração tanto do participante quanto do pesquisador.

DOS RISCOS

Nenhum procedimento será invasivo, porém para participantes da segunda etapa (virtual) **algum risco decorrente da sua participação pode estar relacionado à sintomas característicos do uso de equipamentos de realidade virtual**, em função das limitações das tecnologias utilizadas, particularmente o *Cybersickness* que são sintomas que ocorrem quando se faz uso da realidade virtual por períodos de tempo elevado (uma hora ou mais). São esses sintomas: enjoo, náusea, tontura ou desequilíbrio, cefaléia (dor de cabeça), e cansaço visual, que normalmente passam após descanso visual de alguns minutos (fechar os olhos). Reforçamos que estes sintomas normalmente são leves, rapidamente reversíveis/controláveis e não ocorrem com frequência.

Como forma de prevenção destes efeitos, **o equipamento será aferido seguindo as suas especificações anatômicas**, principalmente a distância entre os olhos (distância pupilar / entre as pupilas). A utilização do equipamento será ministrada em curtos períodos de tempo, seguida da remoção do aparelho para responder os protocolos (focando a avaliação dos produtos apresentados).

Para além disso **a iluminação da tela do aparelho será ajustada a um nível confortável a sua visão**, e você poderá **a qualquer momento solicitar qualquer esclarecimento ou assistência** durante e após o estudo.

As condições ambientais laboratoriais estarão seguindo as diretrizes das Normas Técnicas para iluminação, temperatura e ruído (NBR ISO/CIE 8995-1(2013) -Iluminação em Ambientes de Trabalho e a NHO (2018) - Avaliação dos Níveis de Iluminamento em Ambientes Internos de Trabalho; ABNT NBR 10151(2019) e ABNT NBR 10152 (2020) relativas à ruídos sonoros; e condições de conforto térmico (ISO 9241 e NR17).

Caso você apresente algum dos sintomas de *cybersickness*, comunique ao pesquisador. O uso do equipamento será suspenso, e você será monitorado pelo pesquisador até sua recuperação. Normalmente fechar os olhos para descansar a vista por alguns minutos é mais do que suficiente para sua recuperação. Reiteramos que **você terá a plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, ou desistir da pesquisa, a qualquer momento e sem qualquer tipo de prejuízo.**

Como medida de segurança para evitar quedas provenientes do desequilíbrio, tanto a coleta em ambiente real quanto em ambiente virtual será conduzida com você sentado em uma cadeira estofada e confortável de frente para a mesa onde estará o objeto a ser avaliado.



Faculdade de
Arquitetura, Artes,
Comunicação
e Design



Para além disso é garantido o total SIGILO e PRIVACIDADE, durante todas as fases do estudo. Não há qualquer despesa prevista para a sua participação, e são resguardados totais direitos de buscar o ressarcimento ou indenização diante eventuais danos decorrentes do estudo. Em caso de DÚVIDAS, comunique ao pesquisador e você receberá total esclarecimento pelo responsável deste estudo antes, durante e após sua participação.

Por fim, dadas as atuais condições sanitárias advindas com a Pandemia Covid-19, **você será orientado a utilizar máscara facial protegendo boca e nariz durante toda atividade e antes do início da atividade terá sua temperatura aferida por termômetro a laser. O pesquisador compromete-se a também utilizar máscara, disponibilizar álcool gel / líquido 70% e higienizar todas as superfícies nas quais o participante terá contato em coleta, o que engloba cadeira, mesa, caneta, periféricos (teclado e mouse) notebook/tablet e dispositivo de realidade virtual (preferencialmente à vista do participante, antes do início da coleta e após o término da mesma).**

Durante todo o procedimento você receberá acompanhamento e assistência dos pesquisadores e, caso ache necessário, garantiremos o acompanhamento e assistência após eventual cancelamento ou encerramento da pesquisa. Também tomaremos todas as providências para evitar e/ou reduzir efeitos e condições adversas.

Suas respostas serão tratadas de forma anônima e confidencial, ou seja, em nenhum momento será divulgado o seu nome ou qualquer informação que possa lhe identificar. Sendo assim, você tem plena garantia que toda e qualquer informação que você fornecer será mantida em sigilo e a sua privacidade será guardada durante e após todas as fases da pesquisa. Quando for necessário exemplificar determinada situação no relatório dessa pesquisa, sua privacidade será assegurada uma vez que serão suprimidas todas e quaisquer informações que possam identificar qualquer um dos participantes do estudo.

A recolha de imagens (fotográficas e vídeo) serão utilizadas exclusivamente pelos pesquisadores e para a presente pesquisa, não sendo publicadas com nenhuma informação que possa contribuir para a sua identificação ou de qualquer outro participante; o mesmo acontecerá com os áudios a serem gravados durante a pesquisa. Os dados coletados serão utilizados apenas nesta pesquisa e os resultados divulgados em eventos e/ou revistas científicas.

Você terá plena garantia de acesso aos resultados da pesquisa após a publicação científica.

Duas vias deste documento serão assinadas por você e pelo coordenador da pesquisa. Uma delas será entregue a você, para que tenha garantia dos compromissos éticos aqui apresentados.

Você será ressarcido (receberá de volta) toda e quaisquer despesas para participar deste estudo, tais como de transporte. Além disso, não será exigido que você renuncie ao direito à indenização por eventuais danos.

APÊNDICE 02 – CADASTRO PARTICIPANTE

25/03/2024, 23:49

Cadastro Participante

Cadastro Participante

Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Unesp Bauru

Ao preencher este cadastro declaro ciente da leitura e aceitação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido TCLE.

1. Nome Completo

2. E-mail

3. Telefone

4. Gênero

25/03/2024, 23:49

Cadastro Participante

5. Idade

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 18
- ☐ 19
- ☐ 20
- ☐ 21
- ☐ 22
- ☐ 23
- ☐ 24
- ☐ 25
- ☐ 26
- ☐ 27
- ☐ 28

6. Cursando

Marcar apenas uma oval.

- ☐ FEB
- ☐ FAAC
- ☐ FC

7. Código - Cadastro Participante

8. Ambiente

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Real
- ☐ Realidade Virtual - VR

APÊNDICE 03 – PROTOCOLO DIFERENCIAL SEMÂNTICO

25/03/2024, 23:05

DS - Diferencial Semântico

DS - Diferencial Semântico

Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Unesp Bauru

A presente pesquisa tem por objetivo avaliar aspectos da semântica dos objetos apresentados. Após observar o produto por 60 segundos, responda o questionário baseado em suas primeiras impressões. Você deverá preencher de maneira imediata sua resposta para cada item, em vez de ficar pensando nos itens por muito tempo. Todos os itens devem ser preenchidos e verificados. Se sentir que não pode responder a um determinado item, você deverá marcar o ponto central da escala. Este protocolo foi projetado para ser simples e de fácil aplicação, é composto por aditivos, sendo metade deles positivos e metade negativos, estruturados dentro de uma escala de likert com 5 âncoras, você deverá apontar um de concordância com um adjetivo (seja ele positivo ou negativo). Quanto mais próximo a âncora do adjetivo, maior é a sua concordância com o mesmo. A construção, inclusão e alternância dos adjetivos positivos e negativos é realizada a fim de evitar distorções causadas pela resposta dos entrevistados que não querem se preocupar em ler com calma. Portanto recomendamos atenção à leitura e preenchimento. Não existe tempo limite, mínimo ou máximo, para o preenchimento deste formulário. Portanto faça no seu ritmo. Também não existe resposta certa ou errada, apenas se registre suas percepções

1. Identificação

2. Código Participante

Observe atentamente o objeto e responda o questionário

3. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	lento	<	-	>	rápido
.	☐	☐	☐	☐	☐

25/03/2024, 23:05

DS - Diferencial Semântico

4. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	eficiente	<	-	>	ineficiente
.	☐	☐	☐	☐	☐

5. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	uso difícil	<	-	>	uso fácil
.	☐	☐	☐	☐	☐

6. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	muito esforço	<	-	>	pouco esforço
.	☐	☐	☐	☐	☐

7. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	inseguro	<	-	>	seguro
.	☐	☐	☐	☐	☐

8. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	divertido	<	-	>	sério
.	☐	☐	☐	☐	☐

25/03/2024, 23:05

DS - Diferencial Semântico

9. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	atrativo	<	-	>	repulsivo
.	☐	☐	☐	☐	☐

10. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	extravagante	<	-	>	discreto
.	☐	☐	☐	☐	☐

11. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	formal	<	-	>	informal
.	☐	☐	☐	☐	☐

12. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	diferente	<	-	>	comum
.	☐	☐	☐	☐	☐

13. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	classico	<	-	>	moderno
.	☐	☐	☐	☐	☐

25/03/2024, 23:05

DS - Diferencial Semântico

14. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	humilde	<	-	>	requintado
-	☐	☐	☐	☐	☐

15. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	dispensável	<	-	>	essencial
-	☐	☐	☐	☐	☐

16. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	decorativo	<	-	>	funcional
-	☐	☐	☐	☐	☐

17. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	usual	<	-	>	raro
-	☐	☐	☐	☐	☐

18. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	resistente	<	-	>	frágil
-	☐	☐	☐	☐	☐

25/03/2024, 23:05

DS - Diferencial Semântico

19. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	estável	<	-	>	instável
-	☐	☐	☐	☐	☐

20. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	leve	<	-	>	pesado
-	☐	☐	☐	☐	☐

21. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	pequeno	<	-	>	grande
-	☐	☐	☐	☐	☐

22. .

Marcar apenas uma oval por linha.

	bonito	<	-	>	feio
-	☐	☐	☐	☐	☐

Fim desta etapa

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE 04 – PROTOCOLO SYSTEM USABILITY SCALE

25/03/2024, 23:32

SUS - System Usability Scale

SUS - System Usability Scale

Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Unesp Bauru

A presente pesquisa tem por objetivo avaliar aspectos da usabilidade dos objetos apresentados. Após observar o produto por 60 segundos, responda o questionário baseado em suas primeiras impressões. Você deverá preencher de maneira imediata sua resposta para cada item, em vez de ficar pensando nos itens por muito tempo. Todos os itens devem ser preenchidos e verificados. Se sentir que não pode responder a um determinado item, você deverá marcar o ponto central da escala. Este protocolo foi projetado para ser simples e de fácil aplicação, é composto por afirmações de visão global sendo metade de forte acordo (afirmativas), e metade de discordância (negativa), estruturadas dentro de uma escala likert com 5 âncoras, onde uma declaração é feita e em seguida você deverá apontar um de concordância ou discordância com a afirmação. Quanto mais próximo das extremidades maior é sua intensidade. A construção, inclusão e alternância de sentenças positivas e negativas é realizada a fim de evitar distorções causadas pela resposta dos entrevistados, que não querem se preocupar em ler todas as declarações. Portanto recomendamos atenção à leitura. Não existe tempo limite, mínimo ou máximo, para o preenchimento deste formulário, portanto faça ritmo. Também não existe resposta certa ou errada, apenas registre suas percepções.

1. Identificação

2. Código Participante

Observe atentamente o objeto e responda o questionário

3. 1: Eu acho que gostaria de usar esse objeto com frequência.

Marcar apenas uma oval por linha.

discordo completamente	<	-	>	concordo completamente
☐	☐	☐	☐	☐

25/03/2024, 23:32

SUS - System Usability Scale

4. 2: Eu acho o objeto desnecessariamente complexo.

Marcar apenas uma oval por linha.

discordo completamente	<	-	>	concordo completamente
☐	☐	☐	☐	☐

5. 3: Eu achei o objeto fácil de usar.

Marcar apenas uma oval por linha.

discordo completamente	<	-	>	concordo completamente
☐	☐	☐	☐	☐

6. 4: Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o objeto.

Marcar apenas uma oval por linha.

discordo completamente	<	-	>	concordo completamente
☐	☐	☐	☐	☐

7. 5: Eu acho que as várias funções do produto estão muito bem integradas.

Marcar apenas uma oval por linha.

discordo completamente	<	-	>	concordo completamente
☐	☐	☐	☐	☐

25/03/2024, 23:32

SUS - System Usability Scale

8. 6: Eu acho que o produto apresenta muita inconsistência.

Marcar apenas uma oval por linha.

discordo completamente	<	-	>	concordo completamente
☐	☐	☐	☐	☐

9. 7: Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse produto rapidamente.

Marcar apenas uma oval por linha.

discordo completamente	<	-	>	concordo completamente
☐	☐	☐	☐	☐

10. 8: Eu achei o produto incomodo de usar.

Marcar apenas uma oval por linha.

discordo completamente	<	-	>	concordo completamente
☐	☐	☐	☐	☐

11. 9: Eu me senti confiante ao usar o produto.

Marcar apenas uma oval por linha.

discordo completamente	<	-	>	concordo completamente
☐	☐	☐	☐	☐

25/03/2024, 23:32

SUS - System Usability Scale

12. 10: Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o produto.

Marcar apenas uma oval por linha.

	discordo completamente	<	-	>	concordo completamente
-	☐	☐	☐	☐	☐

Fim desta etapa

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE 05 – PROTOCOLO GENEVRA EMOTION WHEEL



Avaliação Emocional

GEW

Tradução para Português-BR e digitalização

[INICIAR](#)

Cadastro

Preenchendo os campos abaixo, atesto estar ciente das informações anteriormente lidas, concordo em participar da pesquisa e entendo que as informações cedidas por mim são confidenciais, sendo que a minha identidade será totalmente preservada, autorizando a divulgação da pesquisa no meio científico e acadêmico de forma anônima e global.

NOME GENERO ☐ M ☐ F IDADE RG TELEFONE EMAIL SEQUÊNCIA: ☐ X ☐ Y ☐ Z[CONTINUAR](#)

Instruções

Na próxima etapa serão apresentadas algumas telas, onde será emitido um sinal sonoro e exibidos à você, à esquerda as imagens de objetos de estudo desta pesquisa e à direita uma roda de emoções com escalas de pontuação de intensidade.

O tempo da atividade não será contabilizado, não existe resposta certa ou errada, apenas seja sincero em sua resposta.

Observe atentamente a imagem, reflita sobre ela e as emoções que ela desperta em você e CLIQUE EM TODAS AS EMOÇÕES a intensidade percebida.

Quanto maior o tamanho do círculo, maior a intensidade da emoção

EMOÇÃO FRACA



EMOÇÃO FORTE

Clicando no centro da roda você também pode escolher outro termo/emoção que considere mais apropriado

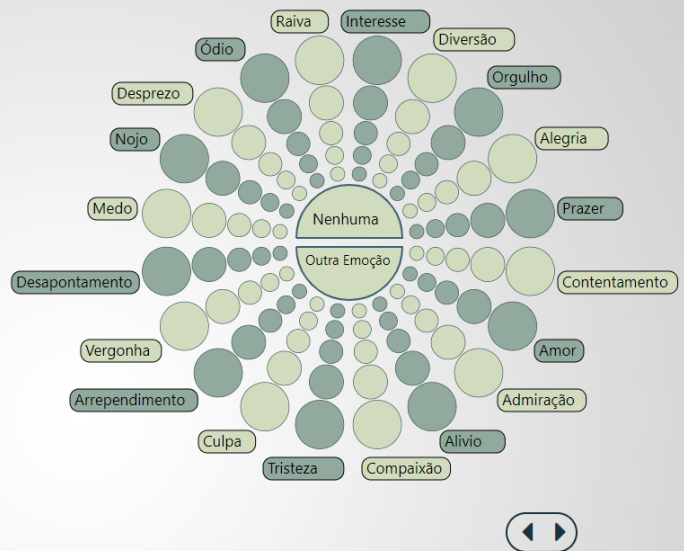
Caso não tenha percebido/sentido nada, selecione "NENHUMA"

Clique em prosseguir após preencher TODAS AS EMOÇÕES da roda, selecionando a intensidade de cada emoção.

CONTINUAR

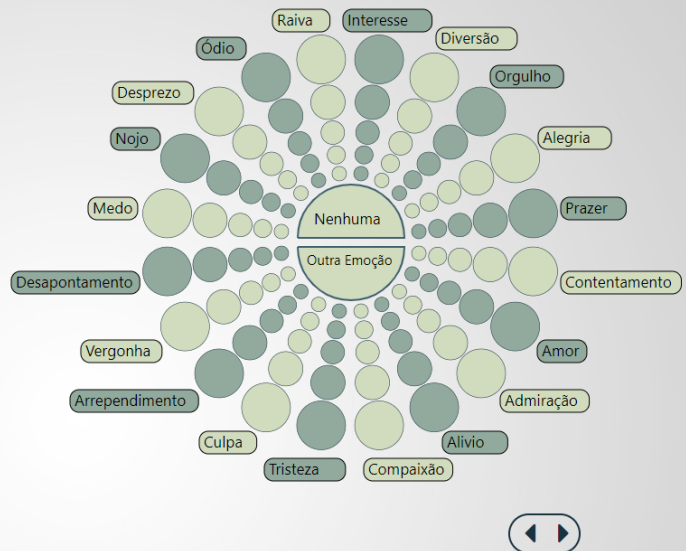
GEW 1

aguarde orientação para virar
observe o produto por 60 segundos
na sequência responda o protocolo
ao término comunique o pesquisador



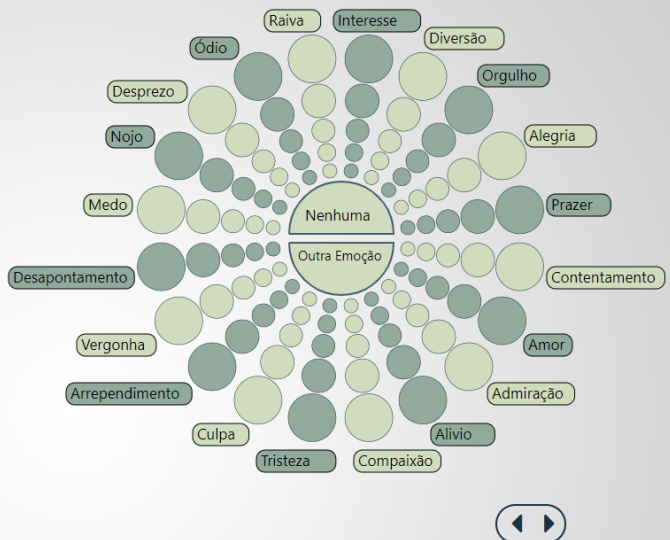
GEW 2

aguarde orientação para virar
observe o produto por 60 segundos
na sequência responda o protocolo
ao término comunique o pesquisador



GEW 3

aguarde orientação para virar
observe o produto por 60 segundos
na sequência responda o protocolo
ao término comunique o pesquisador



APÊNDICE 06 - MATERIAL DE PUBLICIDADE & DIVULGAÇÃO

* As imagens a seguir foram divulgadas em grupos específicos do facebook, whatsapp, instagram do pesquisador e de maneira impressa nos murais da universidade, e via convite.

Publicidade Digital



***avaliação de produto
em realidade virtual***

***pesquisa de doutorado
dias 06/11 a 10/11***

- 18 - 30 anos
- Estudantes de Design (2º ano ou +)
- Não usuários de óculos
- Sem restrição visual e manual
- Tempo de coleta (30 minutos)

LOCAL: LABORATÓRIO DE ERGONOMIA
E INTERFACES - LEI
(MUNDO PERDIDO - SALA DA CAVEIRA)

AGENDAMENTO - DAS 8H AS 23H
WHATSAPP (21) 99614 1458
PESQUISADOR - RODOLFO PORSANI



Impresso A4 para murais universitários



pesquisa de doutorado

avaliação de produto em realidade virtual

06/11 - 10/11
DAS 8 AS 23H

- 18 - 30 anos
- Estudantes da FAAC (2º ano ou +)
- Não usuários de óculos
- Sem restrição visual e manual
- Tempo de coleta (30 minutos)

**LOCAL: LABORATÓRIO DE
ERGONOMIA E INTERFACES - LEI
(MUNDO PERDIDO - SALA DA CAVEIRA)**

**AGENDAMENTO
WHATSAPP (21) 99614 1458
PESQUISADOR - RODOLFO PORSANI**



Convites impressos, recortados e distribuídos nos espaços da universidade.



**avaliação de produto
em realidade virtual**

pesquisa de doutorado **06/11 - 10/11**
DAS 8 AS 23H

- 18 - 30 anos
- Estudantes da FAAC (2º ano ou +)
- Não usuários de óculos
- Sem restrição visual e manual
- Tempo de coleta (30 minutos)

LOCAL: LABORATÓRIO DE
ERGONOMIA E INTERFACES - LEI
(MUNDO PERDIDO - SALA DA CAVEIRA)

AGENDAMENTO
WHATSAPP (21) 99614 1458
PESQUISADOR - RODOLFO PORSANI

LABORATÓRIO DE
ERGONOMIA E
INTERFACES

Design
POS-GRADUAÇÃO
UNESP-RAIJURI

faac

unesp

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

CAPES



**avaliação de produto
em realidade virtual**

pesquisa de doutorado **06/11 - 10/11**
DAS 8 AS 23H

- 18 - 30 anos
- Estudantes da FAAC (2º ano ou +)
- Não usuários de óculos
- Sem restrição visual e manual
- Tempo de coleta (30 minutos)

LOCAL: LABORATÓRIO DE
ERGONOMIA E INTERFACES - LEI
(MUNDO PERDIDO - SALA DA CAVEIRA)

AGENDAMENTO
WHATSAPP (21) 99614 1458
PESQUISADOR - RODOLFO PORSANI

LABORATÓRIO DE
ERGONOMIA E
INTERFACES

Design
POS-GRADUAÇÃO
UNESP-RAIJURI

faac

unesp

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

CAPES



**avaliação de produto
em realidade virtual**

pesquisa de doutorado **06/11 - 10/11**
DAS 8 AS 23H

- 18 - 30 anos
- Estudantes da FAAC (2º ano ou +)
- Não usuários de óculos
- Sem restrição visual e manual
- Tempo de coleta (30 minutos)

LOCAL: LABORATÓRIO DE
ERGONOMIA E INTERFACES - LEI
(MUNDO PERDIDO - SALA DA CAVEIRA)

AGENDAMENTO
WHATSAPP (21) 99614 1458
PESQUISADOR - RODOLFO PORSANI

LABORATÓRIO DE
ERGONOMIA E
INTERFACES

Design
POS-GRADUAÇÃO
UNESP-RAIJURI

faac

unesp

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

CAPES

APÊNDICE 07 – Vídeo do Laboratório em VR



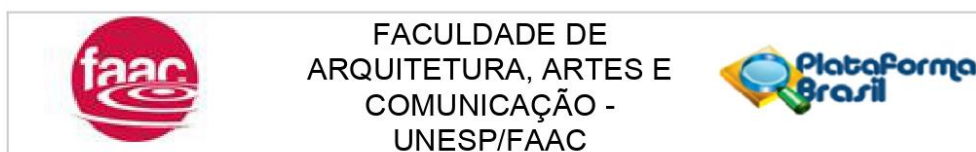
https://www.youtube.com/watch?v=TEFnsI_gQ4E&ab_channel=RodolfoNucci

معرض الافتراضي



ANEXOS

ANEXO 01 - PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP-FAAC)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Avaliações de Design Ergonômico e Experiência do Usuário em Ambiente Real e Virtual

Pesquisador: RODOLFO NUCCI PORSANI

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 60029722.3.0000.5663

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.833.413

Apresentação do Projeto:

De acordo com o Autor, "(...) Diversos fatores de Projeto de Produto podem moldar a percepção e experiência no uso de artefatos e sistemas. Fatores da Materialidade e Estética dos artefatos como forma, cor, textura, tamanho, peso; Fatores de Usabilidade como desenho ergonômico, conforto, segurança, eficiência e eficácia; Fatores Subjetivos como semiótica, valores e simbologias agregadas de status ou estigmas; exclusividade ou banalidade; poder ou fraqueza; e ascensão ou decréscimo de classes sociais, podem influenciar diretamente na interação humano x artefato e consequentemente nas experiências derivadas dos usos desses objetos. Dentro do campo de Projeto de Produto, fatores cognitivos, psicológicos e emocionais também podem passar despercebidos e interferir na qualidade da experiência do usuário. De modo geral os artefatos podem disparar diferentes gatilhos emocionais principalmente quando associados a memórias prévias de seus usuários, desencadeando diversas reações fisiológicas e comportamentais, as quais são intrínsecas aos indivíduos. Neste contexto, a Tecnologia de Realidade Virtual (V.R.) aliada às ferramentas de Experiência do Usuário, Design Ergonômico e Design Emocional podem colaborar para o aperfeiçoamento da avaliação visual de artefatos oferecidos, melhorando os métodos de desenvolvimento de projeto e, consequentemente, os índices de satisfação, usabilidade, acessibilidade e agradabilidade dos usuários".

Endereço: Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01

Bairro: VARGEM LIMPA

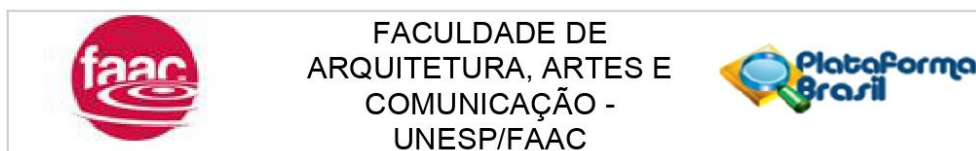
CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-4825

E-mail: sta.faac@unesp.br



Continuação do Parecer: 5.833.413

Objetivo da Pesquisa:

Ainda de acordo com o Autor, "(...) Utilizar as Metodologias, Ferramentas e Métricas do Design Ergonômico, U.X. Design, Design Emocional, realizando avaliações em ambiente físico (laboratório real) em ambiente virtual (laboratório digital em V.R. (em ambiente real controlado), possibilitando comparar os resultados para cada ambiente de coleta e verificar se existe, ou não, diferença significativa nos resultados coletados para os dois ambientes (real e virtual)".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos foram bem detalhados pelo Autor no texto, tanto nos aspectos físicos quanto nos virtuais. O autor explica que "(...) Nenhum procedimento será invasivo, porém algum RISCO decorrente da sua participação pode estar relacionado a sintomas característicos do uso de equipamentos de realidade virtual, em função das limitações das tecnologias utilizadas, o Cybersickness. Quando utilizado por longos períodos de tempo, o usuário poderá apresentar sintomas como enjoo, náusea, tontura ou desequilíbrio, cefaléia (dor de cabeça), e cansaço visual, sendo nestes casos, recomendado a suspensão do uso do equipamento. Como forma de prevenção destes efeitos, o equipamento será aferido seguindo as especificações (distância pupilar) de cada indivíduo".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Bem estruturada e fundamentada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Não há.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há.

Considerações Finais a critério do CEP:

O comitê acata o parecer e aprova o projeto.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_202177_E1.pdf	28/09/2022 21:31:06		Aceito

Endereço: Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01

Bairro: VARGEM LIMPA

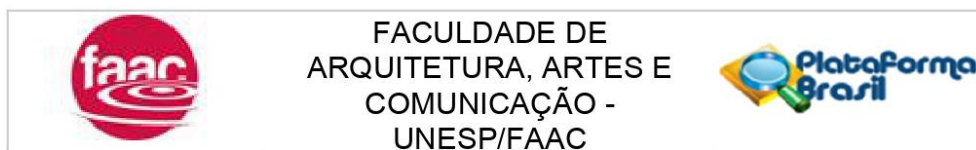
CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-4825

E-mail: sta.faac@unesp.br



Continuação do Parecer: 5.833.413

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEDoutoradoRodolfo.pdf	28/09/2022 21:28:19	RODOLFO NUCCI PORSANI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PlanoDePesquisaCEPDoutoradoRodolfo.pdf	28/09/2022 21:21:18	RODOLFO NUCCI PORSANI	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_rodolfo_porsani.pdf	03/05/2022 18:26:16	RODOLFO NUCCI PORSANI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BAURU, 21 de Dezembro de 2022

Assinado por:
Luiz Antonio Vasques Hellmeister
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01
Bairro: VARGEM LIMPA **CEP:** 17.033-360
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)3103-4825 **E-mail:** sta.faac@unesp.br