

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS– UFSCAR
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA– CCET
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO– DC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO– PPGCC

FABRICIO MALTA DE OLIVEIRA

**Metaverso como ambiente de trabalho
para times ágeis: uma proposta de
requisitos de design**

FABRICIO MALTA DE OLIVEIRA

**Metaverso como ambiente de trabalho
para times ágeis: uma proposta de
requisitos de design**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Área de concentração: Computação Centrada no Humano

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Luciana Aparecida Martinez Zaina

São Carlos
2025

Oliveira., Fabricio Malta de

Metaverso como ambiente de trabalho para times ágeis:
uma proposta de requisitos de design / Fabricio Malta de
Oliveira. -- 2025.
139f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São
Carlos, campus São Carlos, São Carlos
Orientador (a): Luciana Aparecida Martinez Zaina
Banca Examinadora: Luciana Aparecida Martinez Zaina,
Fátima de Lourdes dos Santos Nunes Marques, Leticia
dos Santos Machado
Bibliografia

1. Metaverso. 2. Scrum. 3. Ambiente Virtual
Colaborativo. I. Oliveira., Fabricio Malta de. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Arildo Martins - CRB/8 7180



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Fabricio Malta de Oliveira., realizada em 08/04/2025.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Luciana Aparecida Martinez Zaina (UFSCar)

Profa. Dra. Fátima de Lourdes dos Santos Nunes Marques (USP)

Profa. Dra. Leticia dos Santos Machado (UFRGS)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por Seu constante cuidado e por sempre me guiar ao longo da vida, mostrando-me o caminho a seguir e fortalecendo minha determinação na realização dos meus sonhos, especialmente este, o tão desejado mestrado.

À minha esposa, Renata Galvão da Costa Malta, que esteve presente comigo em todo o desenvolvimento deste trabalho, agradeço pelo companheirismo, compreensão e por ter paciência em minhas ausências.

Aos meus pais, Raquel Malta da Silva Oliveira e Onâncio Aparecido de Oliveira, por todo o esforço e dedicação para que meus objetivos profissionais se tornassem realidade. Sou imensamente grato pelo apoio incondicional em cada novo desafio, sempre acompanhado de amor e carinho.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Luciana Aparecida Martinez Zaina, por me apresentar ao universo da pesquisa, ampliar minha visão acadêmica e, com sua objetividade, atenção e orientação, ser peça fundamental na concretização deste trabalho.

Às Prof.^{as} Dras. Xiaofeng Wang (Free University of Bozen-Bolzano) e Maria Ilaria Lunesu, e ao Prof. Dr. Andrea Pinna (ambos da Università degli Studi di Cagliari), pelos diálogos, colaborações e contribuições relevantes ao desenvolvimento desta pesquisa.

À banca avaliadora, composta pelas professoras Dr.^a Fátima de Lourdes dos Santos Nunes Marques e Dr.^a Leticia dos Santos Machado, pela generosidade e por aceitarem participar deste trabalho, oferecendo suas contribuições.

Aos colegas do grupo de pesquisa UXLeris, por compartilharem conhecimentos e experiências que me ajudaram em meu desenvolvimento acadêmico.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta trajetória, o meu sincero agradecimento.

*"Nada na vida deve ser temido, somente compreendido.
Agora é hora de compreender mais para temer menos."
(Marie Curie)*

Resumo

Nos últimos anos, o trabalho remoto em desenvolvimento de software tornou-se mais comum, impulsionando a busca por soluções que aprimorem a comunicação e a colaboração em equipes distribuídas. Nesse mesmo contexto, o metaverso desponta como opção promissora ao oferecer um ambiente virtual tridimensional 3D imersivo e persistente, capaz de tornar as experiências mais próximas das presenciais. Embora o Scrum seja amplamente adotado, sua aplicação em contextos remotos concentra-se no Desenvolvimento Ágil Distribuído no uso tradicional de ferramentas bidimensionais 2D, evidenciando uma lacuna sobre sua implementação no metaverso. Este trabalho propõe um conjunto de requisitos de design para adaptar o Scrum ao metaverso, visando otimizar a colaboração de equipes de software remotas. A pesquisa foi estruturada em cinco etapas principais: investigação da literatura para identificar estudos correlatos, estudo exploratório para caracterizar o metaverso e suas diversas aplicações, análise de desafios de times distribuídos para embasar os requisitos do Scrum, proposição de requisitos de design com posterior prototipagem e, por fim, avaliação desses requisitos com profissionais da área. O estudo exploratório identificou características do metaverso, como espaço imersivo, identificando atributos como personalização, interoperabilidade e compatibilidade com tecnologias imersivas. Em seguida, foi feito um estudo da literatura sobre desafios dos times ágeis que atuam remotamente, e assim foram estabelecidos requisitos transversais, como presença fidedigna por meio de avatares, e requisitos específicos para as cerimônias do Scrum, como a realização do planejamento de *sprint planning*. O protótipo incluiu avatares, quadros kanban em 3D e ferramentas interativas, sendo avaliado posteriormente por 12 profissionais experientes em desenvolvimento de software. A análise quantitativa, baseada no *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ), revelou alta percepção de presença espacial, enquanto as entrevistas semiestruturadas apontaram benefícios como maior foco, colaboração otimizada e coesão de equipe. Os resultados indicam que o metaverso pode aproximar equipes remotas da dinâmica presencial.

Palavras-chave: Metaverso. Scrum. Ambiente Virtual Colaborativo.

Abstract

In recent years, remote work in software development has become increasingly common, driving the search for solutions that enhance communication and collaboration among distributed teams. Within this context, the metaverse emerges as a promising alternative by offering a three-dimensional, immersive, and persistent virtual environment capable of making remote experiences more similar to face-to-face interactions. Although Scrum is widely adopted, its use in remote settings remains focused on Distributed Agile Development through traditional two-dimensional tools, revealing a gap regarding its implementation in the metaverse. This study proposes a set of design requirements to adapt Scrum for the metaverse, aiming to optimize collaboration in remote software teams. The research was structured into five main stages: a literature review to identify related studies; an exploratory study to characterize the metaverse and its applications; an analysis of challenges faced by distributed teams to inform Scrum requirements; the proposal of design requirements followed by prototyping; and finally, an evaluation of these requirements with professionals in the field. The exploratory study identified key characteristics of the metaverse, such as immersive space, along with attributes like personalization, interoperability, and compatibility with immersive technologies. A subsequent literature review on the challenges of remote agile teams supported the definition of both cross-cutting requirements—such as faithful presence through avatars—and specific requirements for Scrum ceremonies, including sprint planning. The prototype featured avatars, 3D kanban boards, and interactive tools, and was evaluated by 12 experienced software development professionals. Quantitative analysis using the Igroup Presence Questionnaire (IPQ) revealed a high perception of spatial presence, while semi-structured interviews highlighted benefits such as increased focus, improved collaboration, and enhanced team cohesion. The findings suggest that the metaverse can help remote teams more closely approximate the dynamics of in-person work.

Keywords: Metaverse. Scrum. Collaborative Virtual Environment.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Visão geral da metodologia do projeto de pesquisa	27
Figura 2 – Ciclo de vida do Scrum	35
Figura 3 – Exemplo VRChat	39
Figura 4 – Exemplo Spatial	40
Figura 5 – Exemplo Decentraland	40
Figura 6 – Processo de análise dos dados	49
Figura 7 – Exemplo de codificação	50
Figura 8 – Análise dos resultados	59
Figura 9 – Etapas de seleção dos artigos	61
Figura 10 – Exemplo de categorização dos desafios	69
Figura 11 – Fluxos de mitigação entre desafios remotos e características do metaverso.	72
Figura 12 – Avatar original gerado	82
Figura 13 – Avatar após adequações	83
Figura 14 – Visão geral do ambiente - Ângulo 1	84
Figura 15 – Visão geral do ambiente - Ângulo 2	84
Figura 16 – Apresentação com orientações	85
Figura 17 – Mecanismo de configuração de slides	86
Figura 18 – História de usuário	86
Figura 19 – Quadro de histórias de usuário	87
Figura 20 – Quadro kanban	88
Figura 21 – Quadro dos desenvolvedores	88
Figura 22 – Ferramentas de escrita com opções de cores	89
Figura 23 – Ativação do <i>planning poker</i>	89
Figura 24 – <i>Cards</i> após ativação	90
Figura 25 – Codificação da entrevista semiestruturada	96
Figura 26 – Distribuição das respostas	98

Lista de tabelas

Tabela 1 – Critérios adotados para identificação de plataformas	37
Tabela 2 – Plataformas selecionadas	38
Tabela 3 – Comparativo entre os trabalhos relacionados, MS: <i>Metaverse Scrum</i> , EXS: <i>Extended Reality Metaverse</i> , IVRS: <i>Immersive Virtual Reality</i> <i>Scrum</i> , ICE: <i>Immersive Collaborative Environment</i>	45
Tabela 4 – Principais categorias de características	51
Tabela 5 – Resultados quantitativos dos critérios de inclusão e exclusão	61
Tabela 6 – 13 artigos selecionados após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.	62
Tabela 7 – Método, amostra, desafios e soluções relatados nos 13 estudos analisados	68
Tabela 8 – Categorias e soluções identificadas nos estudos selecionados	70
Tabela 9 – Mapeamento entre desafios de equipes ágeis remotas e características do metaverso	75
Tabela 10 – Requisitos transversais	76
Tabela 11 – Requisitos de cerimônias do Scrum	77
Tabela 12 – Requisitos de design para os artefatos do Scrum no ambiente virtual .	77
Tabela 13 – Comparação das plataformas em relação aos requisitos propostos . . .	79
Tabela 14 – Perfil dos participantes	94
Tabela 15 – Itens do IPQ e Perguntas	97
Tabela 16 – Resultados do IPQ por participante	98
Tabela 17 – Categorias e códigos resultantes das entrevistas, incluindo sua relação com os requisitos transversais	101

Lista de siglas

API Interface de Programação de Aplicativos (*Application Programming Interface*)

AR Realidade Aumentada (*Augmented Reality*)

EXS Metaverso de Realidade Estendida (*Extended Reality Metaverse*)

GSD Desenvolvimento Global de Software (*Global Software Development*)

HMD Dispositivo de Exibição na Cabeça (*Head-Mounted Display*)

ICE Ambiente Colaborativo Imersivo (*Immersive Collaborative Environment*)

IPQ *iGroup Presence Questionnaire*

IVRS Scrum em Realidade Virtual Imersiva (*Immersive Virtual Reality Scrum*)

MR Realidade Mista (*Mixed Reality*)

MS Scrum no Metaverso (*Metaverse Scrum*)

RA Realidade Aumentada

RM Realidade Mista

RV Realidade Virtual

SDK Kit de Desenvolvimento de Software (*Software Development Kit*)

UI Interface do Usuário (*User Interface*)

UX Experiência do Usuário (*User Experience*)

VR Realidade Virtual (*Virtual Reality*)

WFH Trabalho em Casa (*Work From Home*)

WFX Trabalho de Qualquer Lugar (*Work From Anywhere*)

XR Realidade Estendida (*Extended Reality*)

Sumário

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	Contexto e Motivação	23
1.2	Objetivos	25
1.3	Abordagem Metodológica	26
1.4	Organização do Trabalho	29
2	FUNDAMENTOS E TRABALHOS RELACIONADOS	31
2.1	Fundamentos	31
2.1.1	Métodos Ágeis	31
2.1.2	Metaverso	35
2.2	Trabalhos Relacionados	38
2.2.1	Comparação dos trabalhos relacionados	43
3	ESTUDO EXPLORATÓRIO	47
3.1	Introdução	47
3.2	Planejamento	47
3.3	Execução	48
3.4	Resultados	50
3.4.1	Capacidades da tecnologia do metaverso	50
3.4.2	Características da infraestrutura do metaverso	52
3.4.3	Aspectos sociais/econômicos	53
3.5	Discussão	54
3.6	Considerações Finais	56
4	LITERATURA SOBRE TRABALHO DE TIMES DISTRI- BUÍDOS	57
4.1	Considerações Iniciais	57

4.2	Planejamento	58
4.3	Execução	61
4.4	Resultados	62
4.5	Categorização dos Desafios	67
5	METAVERSO COMO AMBIENTE DE TRABALHO	71
5.1	Conexão do Metaverso aos Desafios	71
5.2	Proposta de Requisitos de Design	73
5.3	Prototipação	78
5.3.1	Seleção de plataforma	78
5.3.2	Kit de desenvolvimento	80
5.3.3	Avatares	81
5.3.4	Protótipo do ambiente de trabalho	82
5.4	Considerações Finais	89
6	AVALIAÇÃO	91
6.1	Considerações Iniciais	91
6.2	Coleta de Dados	92
6.2.1	Questionários	92
6.2.2	Entrevista semiestruturada	93
6.2.3	Participantes	93
6.2.4	Piloto	94
6.3	Execução	95
6.4	Análise de Dados	95
6.5	Resultados	96
6.5.1	Resultados quantitativos	96
6.5.2	Resultados qualitativos	99
6.6	Discussão	103
6.7	Conclusão	104
7	CONCLUSÃO	107
7.1	Discussão com Trabalhos Relacionados	108
7.2	Contribuições	108
7.3	Trabalhos Futuros	110
	REFERÊNCIAS	111

APÊNDICES 119

APÊNDICE A	–	QUESTIONÁRIO IPQ	123
------------	---	----------------------------	-----

APÊNDICE B	–	TCLE	129
APÊNDICE C	–	QUESTIONÁRIO DE PERFIL	133

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo, será apresentado o contexto no qual este trabalho está inserido, além da motivação que originou este projeto de pesquisa. Além disso, serão apresentados os objetivos a serem alcançados, e por fim a maneira como este trabalho está organizado.

1.1 Contexto e Motivação

Popularizado nos últimos anos, o trabalho remoto em desenvolvimento de software tem alterado as dinâmicas de colaboração e comunicação entre profissionais, exigindo estratégias específicas de gestão e integração (RODEGHERO et al., 2021). Por meio de ferramentas de integração contínua e plataformas de videoconferência (FORD et al., 2022), esse modelo de trabalho viabiliza atividades fora do ambiente de escritório, trazendo benefícios como flexibilidade, redução de custos e ampliação do *pool* de talentos disponíveis para contratação. Entretanto, introduz desafios que vão além de questões técnicas, principalmente no aspecto da manutenção da cultura organizacional, estabelecimento de canais de comunicação eficazes e o alinhamento de processos de desenvolvimento. Esses fatores influenciam diretamente a produtividade e a satisfação das equipes, sugerindo a necessidade de pesquisas adicionais sobre práticas que favoreçam a colaboração de times distribuídos (RODEGHERO et al., 2021).

A criação e a utilização de um ambiente virtual colaborativo, que possibilita as equipes de software remotas de atuarem de forma integrada, contribui para auxiliar as limitações do trabalho remoto tradicional, incluindo a sensação de isolamento e barreiras de comunicação (RIZMALDI; JAYADI, 2022; YIGITBAS et al., 2023). Ao promover interações em tempo real e oferecer recursos que estimulam trocas de conhecimento, esse tipo de ambiente viabiliza um fluxo de trabalho dinâmico, reduzindo a sensação de distância ge-

ográfica entre os membros e fortalecendo práticas de desenvolvimento ágil de software. Como resultado, obtém-se a otimização dos processos e um melhor alinhamento das atividades, beneficiando a produtividade e a dinâmica entre os integrantes da equipe (MORO; BIASUZ, 2020).

Dentre os diferentes tipos de ambientes para trabalho remoto, o metaverso é uma alternativa emergente, que integra tecnologias como a Realidade Virtual (RV), possibilitando uma experiência mais imersiva do que as plataformas tradicionais de videoconferência (YIGITBAS et al., 2023). O metaverso ainda pode ser caracterizado como um espaço virtual tridimensional, descentralizado, online, persistente e imersivo (RITTERBUSCH; TEICHMANN, 2023; DINCELLI; YAYLA, 2022).

O trabalho colaborativo em equipes de desenvolvimento de software é caracterizado por um conjunto de práticas e dinâmicas que visam a maximizar a eficiência e a qualidade do produto final através de uma interação efetiva entre os membros da equipe (DINCELLI; YAYLA, 2022). Desse modo, a característica do metaverso relaciona-se com o trabalho colaborativo, pois possibilita uma comunicação e coordenação mais eficientes entre os membros da equipe (JOVANOVIĆ; MILOSAVLJEVIĆ, 2022). Além disso, o metaverso oferece experiências interativas, que podem ser adaptadas às necessidades específicas de seus usuários (SCOTT; CAMPO, 2023). Essa flexibilidade e a capacidade de personalização contribuem para o seu crescente uso em diversos contextos, incluindo o profissional e o educacional (CHEN et al., 2022).

No âmbito do desenvolvimento de software, a popularização das Metodologias Ágeis modificou as abordagens de trabalho em times de software nas últimas décadas (AL-SAQQA; SAWALHA; ABDELNABI, 2020; SCHMIDT, 2016). As Metodologias Ágeis são um conjunto de abordagens de gerenciamento de projetos em desenvolvimento de software, que enfatizam a flexibilidade, a colaboração contínua com o cliente, a resposta rápida a mudanças e a entrega interativa de produtos funcionais (CHOPADE; DHAVASE, 2017). Essa mudança não se limitou apenas à execução das tarefas, mas também alterou a percepção dos profissionais sobre seu trabalho e a cultura organizacional das empresas (HODA; SALLEH; GRUNDY, 2018). As Metodologias Ágeis incentivam um ambiente de trabalho mais colaborativo e adaptável, no qual a flexibilidade e a resposta rápida às mudanças se tornaram fundamentais (AL-SAQQA; SAWALHA; ABDELNABI, 2020).

Conforme indicado no relatório anual Digital.Ai (2022), o Scrum se destaca como o *framework* Ágil mais adotado atualmente, com grande quantidade de empresas integrando variantes de Scrum distribuído em suas operações. O Scrum é um *framework* para a condução de projetos ágeis que tem como característica ciclos curtos, geralmente de duas a quatro semanas, chamados *sprints*, nos quais as tarefas são planejadas, executadas e revisadas (SCHWABER; BEEDLE, 2001). A popularidade do *framework* é reforçada pelo fato de que, conforme o Digital.Ai (2022), projetos que utilizam o Scrum têm um índice de sucesso 60% maior em comparação com aqueles que seguem métodos tradicionais. Essa

estatística sublinha a eficácia do Scrum em ambientes de desenvolvimento de *software*, destacando sua capacidade de melhorar a gestão de projetos e aumentar as taxas de sucesso.

Ao buscar na literatura existente, o Scrum aplicado a times de trabalho remoto tem sido principalmente estudado no contexto de Desenvolvimento Ágil Distribuído (*Distributed Agile Development*) (PAASIVAARA; DURASIEWICZ; LASSENIUS, 2009; AL-ZOUBI; GILL; AL-ANI, 2016; KHMELEVSKY; LI; MADNICK, 2017; MEHTA; SOOD, 2023).

Nos últimos anos, o uso de Metodologias Ágeis, como o Scrum, ganhou relevância para o gerenciamento de equipes de desenvolvimento de software, sobretudo em ambientes de trabalho distribuído. Entretanto, embora ferramentas de colaboração em 2D (como videoconferência e compartilhamento de tela) auxiliem na comunicação, elas não conseguem reproduzir aspectos do contato presencial, como a percepção de linguagem corporal, a sensação de presença compartilhada ou a interação espontânea em um espaço comum (RODEGHERO et al., 2021). A ausência desses fatores pode comprometer a agilidade e a coesão das equipes, dificultando a implementação efetiva de práticas como reuniões e planejamentos interativos (RIZMALDI; JAYADI, 2022).

Nesse contexto, o metaverso como um ambiente virtual imersivo em 3D pode auxiliar as limitações das soluções 2D, possibilitando uma experiência de colaboração mais próxima à realidade presencial (YIGITBAS et al., 2023). Apesar de ser um tema em ascensão e com potencial para aprimorar o trabalho remoto, há carência de estudos que investiguem a adoção do Scrum (e de outras Metodologias Ágeis) em espaços do metaverso (MEHTA; SOOD, 2023). Diante disso, a proposta deste trabalho é identificar os requisitos que um ambiente virtual no metaverso deve contemplar para apoiar as dinâmicas de equipes de software que adotam Metodologias Ágeis, especificamente o Scrum, contribuindo, assim, para preencher uma lacuna na literatura.

1.2 Objetivos

O objetivo geral desta dissertação é propor um conjunto de requisitos de design para implementar um ambiente de trabalho remoto no metaverso, requisitos especificamente adaptados para equipes que utilizam o *framework* Scrum.

Para alcançar esse objetivo, a seguinte questão de pesquisa (RQ - *Research Question*) precisa ser respondida:

RQ: quais são os requisitos necessários para criar um ambiente de trabalho mais próximo da realidade no metaverso para times de Scrum?

A partir do objetivo geral, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

1. Investigar o estado da arte sobre a utilização de Metodologias Ágeis e o papel do metaverso na colaboração remota, por meio de revisão de literatura e análise de

trabalhos relacionados.

2. Identificar requisitos para a adoção de Scrum em ambientes de metaverso, considerando questões técnicas, sociais e organizacionais inerentes a equipes distribuídas.
3. Propor requisitos de design que orientem a construção de espaços virtuais capazes de apoiar práticas ágeis, fomentando a colaboração e a interatividade entre os membros do time.
4. Prototipar os requisitos propostos, desenvolvendo um ambiente virtual inicial que incorpore as funcionalidades e elementos de design identificados.
5. Avaliar o protótipo em relação à aderência às práticas do Scrum, coletando *feedbacks* de usuários e especialistas para aprimorar a solução e validar a aplicabilidade dos requisitos.

1.3 Abordagem Metodológica

Para atingir o objetivo geral proposto neste trabalho, adotou-se uma sequência de etapas integradas, apoiadas por revisão bibliográfica, estudo exploratório e validação experimental. A Figura 1 apresenta uma visão geral dessa organização metodológica.

A seguir, cada etapa é descrita em detalhes, destacando os objetivos, métodos e respectivos resultados obtidos ao longo do desenvolvimento.

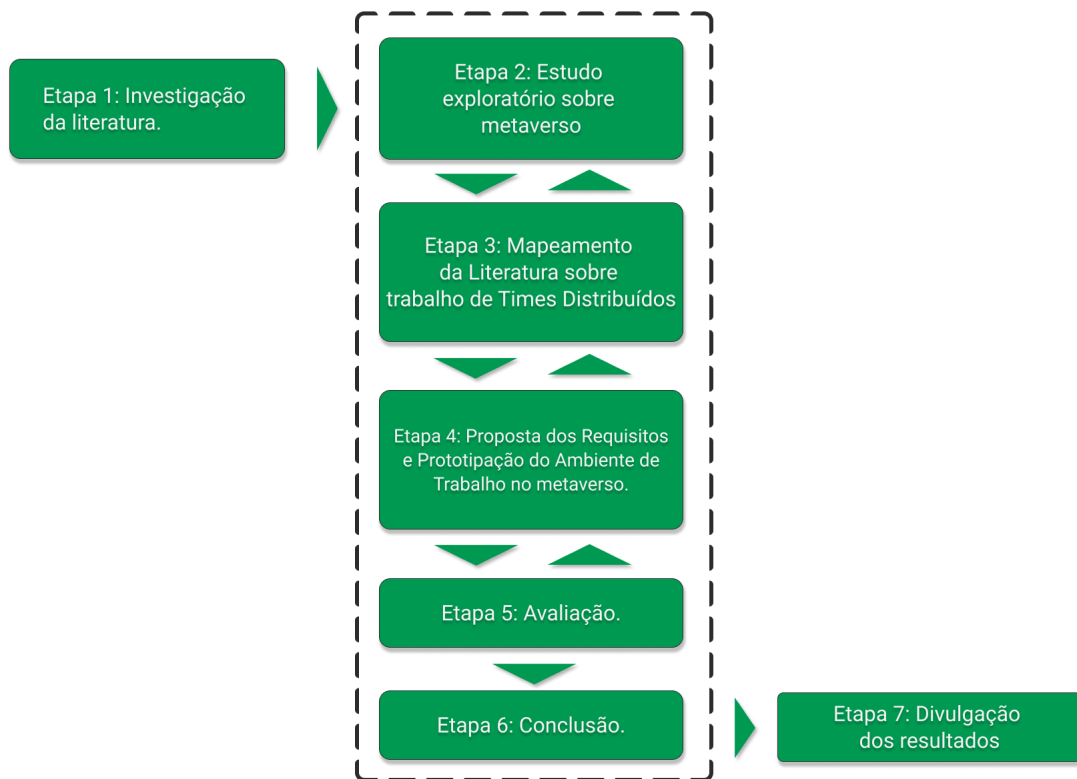
Etapa 1: investigação da literatura

- ❑ Objetivo: investigar a literatura acadêmica sobre metaverso, Metodologias Ágeis e trabalho remoto, a fim de embasar teoricamente o projeto e identificar lacunas que justifiquem o estudo.
- ❑ Método: foram consultadas bases científicas como *IEEE Xplore*, *ACM Digital Library* e *ScienceDirect*, seguindo um procedimento de busca *ad hoc* para levantar os principais trabalhos relevantes.
- ❑ Resultado: os fundamentos e trabalhos relacionados estão descritos no Capítulo 2, servindo de apoio para a delimitação do escopo e a redação da introdução deste projeto.

Etapa 2: estudo exploratório sobre o metaverso

- ❑ Objetivo: identificar características centrais do metaverso com base em relatos de profissionais que atuam em empresas fortemente ligadas a tecnologias imersivas.

Figura 1 – Visão geral da metodologia do projeto de pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor.

- ❑ Método: foi realizada a análise qualitativa de um *podcast*, segundo a abordagem de literatura cinza proposta por Garousi, Felderer e Mäntylä (2019), utilizando a técnica de *open coding* (SALDAÑA, 2012).
- ❑ Resultado: gerou-se uma classificação do conceito de metaverso em três categorias: (i) capacidade tecnológica; (ii) características de infraestrutura; (iii) aspectos sociais e econômicos. O estudo foi publicado e serviu como embasamento às próximas etapas do trabalho. Os detalhes e resultados estão descritos no Capítulo 3.

Etapa 3: mapeamento da literatura sobre trabalho de times distribuídos

- ❑ Objetivo: realizar um mapeamento da literatura para identificar aspectos relevantes relacionados ao trabalho distribuído de equipes ágeis, com ênfase nos desafios e práticas recomendadas para o contexto remoto.

- ❑ Método: foi conduzido um estudo exploratório da literatura acadêmica para identificar os principais desafios enfrentados por equipes distribuídas que utilizam métodos Ágeis, incluindo comunicação, colaboração e coordenação das atividades.
- ❑ Resultado: identificação e sistematização dos principais desafios e práticas recomendadas presentes na literatura sobre trabalho remoto distribuído, servindo como embasamento teórico para a definição dos requisitos de metaverso do trabalho proposto.

Etapla 4: proposta dos requisitos e prototipação do ambiente de trabalho no metaverso

- ❑ Objetivo: propor um conjunto estruturado de requisitos que viabilizem a aplicação das práticas ágeis do Scrum para ambiente de metaverso e, posteriormente, realizar uma prova de conceito por meio da prototipação desses requisitos.
- ❑ Método (proposta dos requisitos): a partir dos desafios identificados no mapeamento da literatura sobre trabalho distribuído do Capítulo 4, foram definidos requisitos para cada cerimônia, papel e artefato do Scrum. Esse processo foi realizado por meio de uma análise qualitativa utilizando codificação por inferência, na qual as características do metaverso obtidas no Capítulo 3 foram comparadas diretamente aos desafios identificados no Capítulo 4. Os requisitos resultantes foram organizados em dois formatos: requisitos transversais, que abrangem características gerais e comuns a todas as cerimônias e atividades do Scrum, e requisitos específicos, direcionados às particularidades individuais de cada cerimônia ágil. Ambos os formatos consideraram funcionalidades oferecidas pelo metaverso, tais como interação em tempo real, comunicação síncrona por áudio, movimentação livre no ambiente tridimensional, uso de avatares personalizados e manipulação direta de artefatos digitais do Scrum, como quadros kanban virtuais.
- ❑ Método (prototipação): em seguida, com base nos requisitos definidos, foi selecionada, das plataformas apresentadas no Capítulo 2, uma adequada para desenvolver uma prova de conceito prática. Nesse ambiente tridimensional, foi criado um protótipo funcional, que implementa parcialmente os requisitos propostos, possibilitando a realização da cerimônia de *sprint planning*, bem como a interação direta com elementos visuais e artefatos digitais adaptados ao Scrum.
- ❑ Resultado: elaboração de um conjunto aplicável de requisitos que orientam o uso do Scrum em ambientes imersivos, juntamente com um protótipo operacional que possibilita uma avaliação prática da adequação das práticas ágeis nesse contexto virtual de metaverso.

Etapa 5: avaliação do protótipo

- ❑ Objetivo: avaliar a experiência dos usuários com o protótipo desenvolvido, com destaque para aspectos relacionados à imersão, interação e experiências das práticas ágeis no contexto do metaverso.
- ❑ Método: a avaliação foi conduzida por meio da aplicação do questionário *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ), utilizado para medir o nível de imersão e presença percebidos pelos participantes no ambiente virtual. Além disso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com profissionais experientes em Scrum, buscando obter percepções qualitativas detalhadas acerca dos pontos positivos e negativos da experiência proporcionada, incluindo sugestões de melhorias para as funcionalidades e características propostas.
- ❑ Resultado: a análise quantitativa dos resultados do IPQ indicou o nível de percepção de presença dos usuários. Complementarmente, as entrevistas qualitativas descreveram detalhes sobre usabilidade, experiência dos participantes nas funcionalidades adaptadas às práticas do Scrum e sugestões concretas para refinamento do ambiente virtual.

1.4 Organização do Trabalho

Este trabalho está estruturado em sete capítulos. O Capítulo 1 apresentou o contexto da pesquisa, os objetivos e a abordagem metodológica adotada. Os demais capítulos estão organizados conforme descrito a seguir:

1. O Capítulo 2 aborda os fundamentos teóricos relacionados a Metodologias Ágeis, Scrum, trabalho remoto e metaverso, além de discutir trabalhos relacionados que embasam esta pesquisa.
2. O Capítulo 3 apresenta o estudo exploratório sobre o conceito do metaverso, identificando suas características técnicas, sociais e econômicas, e seu potencial como ambiente colaborativo para trabalho remoto.
3. O Capítulo 4 descreve o mapeamento da literatura sobre equipes distribuídas, destacando desafios específicos enfrentados por times ágeis que atuam remotamente.
4. O Capítulo 5 apresenta a proposta dos requisitos para uso do Scrum no metaverso, estruturados em requisitos transversais e requisitos específicos por cerimônia ágil, além da implementação parcial desses requisitos por meio de um protótipo funcional.
5. O Capítulo 6 trata da avaliação do protótipo desenvolvido, incluindo aplicação do questionário IPQ para medir presença e entrevistas qualitativas com usuários experientes em Metodologias Ágeis que apresentaram seus *feedbacks*.

6. Por fim, o Capítulo 7 apresenta as conclusões da pesquisa, destacando as contribuições alcançadas, limitações identificadas e sugestões para pesquisas futuras.

Capítulo 2

Fundamentos e Trabalhos Relacionados

Neste capítulo, são apresentados os principais fundamentos e trabalhos relacionados que sustentam a realização deste projeto. Na Seção 2.1, são apresentados os conceitos que fundamentam este estudo. Já na Seção 2.2, são apresentados os principais trabalhos relacionados a esta proposta, os quais foram encontrados a partir de buscas com critérios.

2.1 Fundamentos

Este trabalho tem como fundamento os conceitos relacionados a métodos ágeis com foco em Scrum, trabalho remoto de times de software e metaverso.

2.1.1 Métodos Ágeis

As abordagens ágeis de desenvolvimento de software tornaram-se populares nas últimas décadas devido à sua capacidade de produzir resultados rápidos, flexíveis e de alta qualidade (AL-SAQQA; SAWALHA; ABDELNABI, 2020). Elas enfatizam o trabalho em equipe, a comunicação efetiva, a transparência e a responsabilidade compartilhada pela entrega de produtos de alta qualidade (ABRAHAMSSON; OZA; SIPONEN, 2010). Exemplos de abordagens ágeis incluem o Scrum, Kanban, Lean, Extreme Programming (XP) e Crystal Clear (ABRAHAMSSON; OZA; SIPONEN, 2010). Todas essas abordagens partilham algumas características em comum, como a priorização constante das tarefas mais prioritárias, a insistência em um ambiente de trabalho aberto e transparente

e a preocupação com a qualidade do produto final (AL-SAQQA; SAWALHA; ABDELNABI, 2020).

A abordagem Desenvolvimento Orientado a Recursos é uma abordagem ágil de desenvolvimento de software que gerencia iterações curtas e incrementais. Criado por Jeff De Luca em 1997, foca a gestão do desenvolvimento de software com base em uma lista de recursos requeridos pelas necessidades de negócios, sendo altamente adaptável a mudanças tardias nos requisitos do software (ABRAHAMSSON; OZA; SIPONEN, 2010). O ciclo de vida desta abordagem inclui cinco processos sequenciais: desenvolvimento do modelo geral, construção da lista de recursos, planejamento por recurso, design por recurso e construção por recurso. Cada etapa é iterativa, com duração de alguns dias a duas semanas. Possui seis papéis principais: gerente de projeto, arquiteto-chefe, gerente de desenvolvimento, programador-chefe, proprietário da classe e especialista de domínio. Cada um desempenha funções específicas, desde a liderança do projeto até o design, codificação e teste de recursos (ANWER et al., 2017). Dentre as vantagens, estão a adaptabilidade a mudanças tardias e a entrega de resultados de alta qualidade em cada fase, com iterações que podem ser entregues em uma a quatro semanas. No entanto, possui limitações, como a falta de orientações sobre coleta de requisitos, análise e gerenciamento de riscos, além de requerer uma equipe com habilidades avançadas em design e modelagem (ABRAHAMSSON; OZA; SIPONEN, 2010; AL-SAQQA; SAWALHA; ABDELNABI, 2020).

O Desenvolvimento Orientado por Testes (*Test Driven Development* - TDD) é uma abordagem ágil que se baseia na criação de pequenos programas de teste automatizados seguidos pelo desenvolvimento de código que passe nesses testes, com aperfeiçoamento posterior do código. Introduzido por Kent Beck em 2003, o TDD é reconhecido por diminuir falhas e melhorar a qualidade do código (AL-SAQQA; SAWALHA; ABDELNABI, 2020). O ciclo de vida do TDD consiste em cinco etapas: adicionar um teste, executar todos os testes e falhar, escrever o código para passar nos testes, refazer os testes e refatorar o código. Essa abordagem traz vantagens como detecção antecipada de defeitos, melhoria na qualidade do código, simplificação do processo de desenvolvimento por meio da divisão em pequenas partes, e um design melhorado pela refatoração (ANWER et al., 2017). No entanto, o TDD apresenta desafios como a necessidade de habilidades extras para escrever casos de teste, dificuldades em projetos com sincronizações complexas, documentação insuficiente e, ocasionalmente, consumo excessivo de tempo devido a falhas repetidas (AL-SAQQA; SAWALHA; ABDELNABI, 2020).

O *Extreme Programming* (XP) é um conjunto de práticas propostas por Kent Beck em 1999, voltado para projetos orientados a objetos e equipes em um único local (AL-SAQQA; SAWALHA; ABDELNABI, 2020). O XP visa a adaptação rápida a mudanças frequentes de requisitos por meio de ciclos curtos de desenvolvimento, buscando a satisfação do cliente e o aprimoramento da qualidade do software. O XP enfatiza valores como comunicação, simplicidade, *feedback*, coragem e trabalho de qualidade (SCHMIDT, 2016).

O ciclo de vida do XP inclui seis fases: exploração, planejamento, iterações para lançamento, produção, manutenção e fase de morte. Essas fases abrangem desde a definição inicial de requisitos até a manutenção do sistema após o lançamento. O XP promove o desenvolvimento incremental, a refatoração contínua e a programação em pares. Dentre os papéis do XP, estão programador, cliente, testador, *tracker*, *coach*, consultor e gerente. Embora tenha vantagens como incrementos frequentes e melhoria da produtividade e qualidade, o XP enfrenta limitações como dificuldades com equipes distribuídas, necessidade de treinamento técnico adicional, dependência de documentação informal e envolvimento intensivo do cliente (BECK, 2000).

2.1.1.1 Scrum

O Scrum é um *framework* para gerenciamento de projetos em desenvolvimento iterativo de software (AL-SAQQA; SAWALHA; ABDELNABI, 2020). Fornece uma estrutura flexível para equipe de desenvolvimento para trabalhar em conjunto, comunicar-se e adaptar rapidamente às mudanças nos requisitos e na situação do projeto (SCHWABER; BEE-DLE, 2001). É centrado na equipe e define papéis específicos, além de estabelecer *sprints*, iterações curtas para desenvolvimento incremental (CHOPADE; DHAVASE, 2017). A equipe no Scrum é composta por diferentes papéis.

- ❑ **Scrum master:** responsável por garantir que a equipe siga as práticas e regras do Scrum. Este papel atua como um facilitador para a equipe e o *product owner*, removendo obstáculos e garantindo uma comunicação eficaz.
- ❑ **Product owner:** define os itens do *backlog* e as prioridades, focando o valor que o trabalho traz para o cliente. É o principal ponto de contato para requisitos e funcionalidades, garantindo que as necessidades do cliente sejam atendidas.
- ❑ **Scrum team:** equipe multifuncional de desenvolvimento responsável pela entrega do produto. Planeja como realizar o trabalho no *sprint* e é responsável pela qualidade do incremento entregue.

Além disso, o Scrum é composto por eventos que acontecem em cada ciclo.

- ❑ **Planejamento do *sprint* (*sprint planning*):** esta reunião marca o início de cada *sprint*. Durante o planejamento do *sprint*, a equipe, juntamente com o *product owner*, revisa o *product backlog* para selecionar e priorizar as tarefas ou *user stories* que serão trabalhadas no próximo *sprint*. É definido um objetivo para o *sprint*, e a equipe planeja como atingirá esse objetivo.
- ❑ **Scrum diário (*daily Scrum*):** reunião rápida, geralmente de 15 minutos, realizada todos os dias de trabalho durante o *sprint*. O objetivo é que cada membro da equipe

compartilhe progressos, planos para o dia e discuta quaisquer obstáculos que possam impedir o andamento do trabalho.

- ❑ **Revisão do *sprint*** (*sprint review*): realizada no final de cada *sprint*, essa reunião é usada para apresentar o trabalho concluído durante o *sprint* aos *stakeholders*. O objetivo é obter *feedback* e ajustar o *product backlog*, se necessário.
- ❑ **Retrospectiva do *sprint*** (*sprint retrospective*): esta cerimônia ocorre após a revisão do *sprint* e antes do próximo planejamento de *sprint*. A equipe discute o que funcionou, o que pode ser melhorado e como implementar essas melhorias no próximo *sprint*.

O Scrum possui artefatos que apoiam o gerenciamento e a transparência do trabalho durante o processo de desenvolvimento (CHOPADE; DHAVASE, 2017).

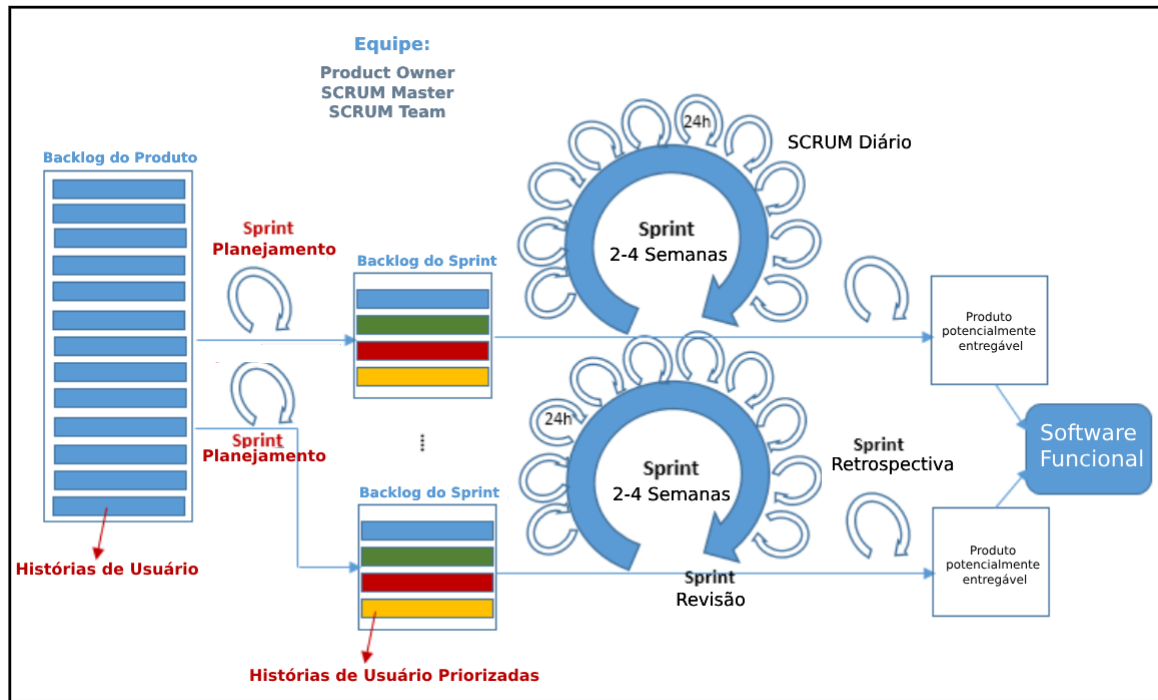
- ❑ **Backlog do produto**: uma lista ordenada de tudo que pode ser necessário no produto final. É dinâmico e constantemente revisado e atualizado pelo *product owner*. Inclui funcionalidades, melhorias e correções que são essenciais para o desenvolvimento do produto.
- ❑ **Backlog do *sprint***: uma lista de itens selecionados do *backlog* do produto, juntamente com um plano para entregar o incremento do produto e alcançar o objetivo do *sprint*. É criado durante o evento do planejamento do *sprint* e fornece uma base para o trabalho a ser realizado.
- ❑ **Incremento**: o resultado acumulado de todos os itens do *backlog* do *sprint* completados durante um *sprint*, juntamente com todos os incrementos de *sprints* anteriores. Deve ser uma versão potencialmente entregável do produto, independentemente de o *product owner* decidir realmente lançá-lo ou não.

O processo é iniciado pela etapa de planejamento inicial. Nesta etapa, estabelecem-se os objetivos gerais do sistema, bem como a formação da equipe do projeto e a definição dos recursos necessários, conforme destacado em (AL-SAQQA; SAWALHA; ABDELNABI, 2020). Em seguida, é iniciada a etapa de criação do *backlog* do produto, que serve para registrar as necessidades do cliente por meio de histórias de usuário (*user stories*). Essas histórias são priorizadas pelo *product owner*, garantindo a manutenção de um *backlog* (CHOPADE; DHAVASE, 2017).

Durante a fase de desenvolvimento, ocorrem os *sprints* em períodos de duas a quatro semanas em que a equipe trabalha nos itens selecionados do *backlog do produto* (AL-SAQQA; SAWALHA; ABDELNABI, 2020). As reuniões diárias de Scrum, lideradas pelo *scrum master*, visam a melhorar a comunicação e manter o foco da equipe (SCHWABER; BEEDLE, 2001). Após cada *sprint*, há uma revisão para apresentar o trabalho concluído e

receber *feedbacks* e uma retrospectiva para refletir sobre melhorias no processo. O projeto é finalizado quando as exigências são atendidas e o produto está pronto para lançamento e distribuição (AL-SAQQA; SAWALHA; ABDELNABI, 2020). A Figura 2 exibe o ciclo de vida do Scrum.

Figura 2 – Ciclo de vida do Scrum



Fonte: adaptado de Al-Saqqa, Sawalha e Abdelnabi (2020).

Dentre as vantagens do Scrum, estão a gestão eficaz de projetos complexos, comunicação melhorada e foco na entrega contínua de valor (ABRAHAMSSON; OZA; SIPONEN, 2010). No entanto, enfrenta desafios como a ausência de práticas de trabalho específicas e a possibilidade de responsabilidades mal definidas entre os membros da equipe (CHOPADE; DHAVASE, 2017).

2.1.2 Metaverso

Nesta subseção, são explorados os fundamentos do metaverso. Inicialmente, é apresentada a definição de metaverso com base na literatura. Em seguida, são apresentadas plataformas que apoiam o desenvolvimento do metaverso através do trabalho investigativo realizado.

2.1.2.1 Definição

Ball Ball (2022) o descreve como uma rede interoperável de mundos tridimensionais gerados em tempo real que preserva a continuidade de identidades e artefatos digitais e viabiliza a interação síncrona de usuários. O metaverso representa uma extensão da evolução da internet, com potencial para conectar-se com o mundo físico através de tecnologias como realidade virtual (RV), realidade aumentada (RA) e realidade mista (RM) (WEINBERGER, 2022). O uso dessas tecnologias está associado aos head-mounted displays (HMDs), que são dispositivos vestíveis que posicionam microtelas junto aos olhos. Ng (2022) define o metaverso como mundos virtuais digitais tridimensionais nos quais os usuários podem viver e construir identidades através de avatares, possibilitando imersão, comunicação, interação e colaboração entre os participantes. Nesse contexto, imersão é entendida, neste trabalho, como a qualidade objetiva do sistema capaz de isolar o usuário do ambiente físico por meio de head-mounted displays (HMDs) que cobrem todo o campo de visão, reproduzem áudio espacial e minimizam estímulos externos; tal encapsulamento sensorial estabelece uma forma de engajamento no mundo virtual (NILSSON; NORDAHL; SERAFIN, 2016).

A revisão sistemática da literatura conduzida por Ritterbusch e Teichmann (2023) descreve metaverso como um ambiente online tridimensional descentralizado que é ao mesmo tempo persistente e imersivo. Na perspectiva dos autores, são usuários que são encarnados por avatares e podem interagir social e economicamente em espaços virtuais que existem independentemente do mundo físico. Considerando trinta artigos de uma revisão de literatura, Chen et al. (2022) afirmou que a definição de metaverso é dividida principalmente em duas categorias: serviços relacionados ao metaverso e tecnologia usada no metaverso. Para os orientados a serviços, os autores descobriram que no metaverso é o avatar que representa os usuários, que a comunicação diária e a comunidade são essenciais e que o metaverso permite interações sociais em tempo real para muitos usuários simultaneamente. Na categoria orientada para técnicas, o metaverso é visto como a próxima geração da internet, construindo um mundo virtual 3D usando tecnologias como RA, RV e RM e explorando o *blockchain* como um sistema econômico com dinheiro virtual.

O metaverso foi considerado como a internet tridimensionais ou Web 3.0 (KAPP, 2010). Nos desenvolvimentos iniciais, surgiu como uma rede de mundos virtuais nos quais avatares poderiam transitar sem interrupções entre eles (MYSTAKIDIS, 2022). Ainda segundo o autor, é um espaço em que os usuários podem se encontrar, socializar e interagir sem restrições, representados como hologramas tridimensionais ou avatares em espaços físicos ou virtuais (MYSTAKIDIS, 2022). Atualmente, há plataformas que possibilitam encontros e interações entre plataformas e tecnologias, com alguns usuários em ambientes RV e outros em RA. Outras características do metaverso incluem a interconexão de software e a teleportação de usuários entre mundos, exigindo interoperabilidade na personalização de ambientes e avatares. O metaverso deve ser acessível a todos, aberto,

agnóstico em relação ao hardware, conectado em rede e controlado coletivamente (MYSTAKIDIS, 2022).

Para este trabalho, entende-se metaverso como um ecossistema virtual tridimensional, persistente e interoperável que: (i) pode integrar tecnologias XR (RV, RA, RM); (ii) permite a continuidade de identidade e de artefatos digitais; (iii) suporta interação social síncrona entre múltiplos usuários por meio de avatares.

2.1.2.2 Investigação de plataformas

Nesta seção, é apresentado um trabalho de investigação feito com o objetivo de identificar plataformas que utilizam o metaverso. A razão para a realização desse trabalho foi verificar potenciais plataformas para a execução deste projeto e como essas plataformas atendem às características do metaverso com base nos critérios de Mystakidis (2022). Cada critério e sua respectiva definição podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Critérios adotados para identificação de plataformas

Definição	Critério
Construção de identidade	Refere-se à capacidade da plataforma de permitir aos usuários criarem e utilizarem representações digitais. Os avatares podem ser personalizados e são usados para interagir em ambientes virtuais, auxiliando em uma experiência mais imersiva e individualizada.
Hardware agnóstico	Indica que a plataforma possui característica de flexibilidade e acessibilidade, pode ser acessada e utilizada através de diversos tipos de dispositivos, como computadores e <i>smartphones</i> .
Interoperável	Refere-se à capacidade de a plataforma operar de maneira contínua e integrada, permitindo que dados, informações e recursos sejam compartilhados e acessados entre diversos ambientes digitais sem problemas de compatibilidade.
Aberta	Descreve que a plataforma utiliza características de integração, colaboração ou descentralização. Uma plataforma de natureza aberta permite que desenvolvedores externos criem e adicionem conteúdos, funcionalidades ou integrações, estimulando a inovação e a diversidade de experiências.
Conectada em rede	Destaca a capacidade da plataforma de conectar usuários em diferentes locais através de uma rede, auxilia a interação, a comunicação e a colaboração em tempo real, independentemente da distância física entre os usuários.
Suporte à tecnologia imersiva	Envolve a característica da plataforma de integrar tecnologias de realidade virtual, realidade aumentada ou realidade estendida. Segundo o autor, essas tecnologias auxiliam na imersão da experiência do usuário.

Fonte: elaborado pelo autor.

Após a análise realizada, as plataformas identificadas foram: Gather Town, Spatial e

Decentraland, conforme listadas na Tabela 2. A tabela exibe se cada plataforma atende os respectivos critérios definidos anteriormente na Tabela 1.

Tabela 2 – Plataformas selecionadas

Plataforma	Construção de identidade	Hardware agnóstico	Interoperável	Aberta	Conectada em rede	Suporte a tecnologia imersiva
VRChat	X	X	X*		X	X
Spatial	X	X	X*	X	X	X
Decentraland	X	X	X	X	X	X

Fonte: elaborado pelo autor.

* : a plataforma atende parcialmente o requisito.

VRChat¹: plataforma social que disponibiliza um ambiente virtual em 3D, destacando-se pela possibilidade de personalização de avatares, ambientes interativos e comunicação em tempo real por meio de voz e gestos. A plataforma pode ser acessada via *desktop* (PC), dispositivos móveis e óculos de realidade virtual (RV), oferecendo suporte completo a tecnologias imersivas. Além disso, a VRChat permite que usuários criem mundos próprios, interajam com objetos virtuais e se comuniquem em espaços compartilhados. Tem sido utilizada tanto para entretenimento quanto para contextos profissionais e educacionais, especialmente em cenários colaborativos remotos (HOPP et al., 2020).

Spatial²: plataforma que permite acesso por diferentes dispositivos (tais como computador, dispositivos móveis, dispositivos RV), disponibiliza aos usuários experiência imersiva através de customização de avatares e ambientes em 3D, interação com objetos do cenário, comunicação entre usuários e participantes. É popularmente reconhecida pela ampla acessibilidade e como um ambiente ideal para socialização e eventos (ENGINEERING, 2023).

Decentraland³: plataforma baseada na tecnologia *blockchain*, online com elementos tridimensionais, permite aos usuários participarem de uma experiência digital focada principalmente em um sistema econômico, no qual os participantes podem jogar, socializar e criar, comprar ou vender itens digitais (LODGE, 2023).

2.2 Trabalhos Relacionados

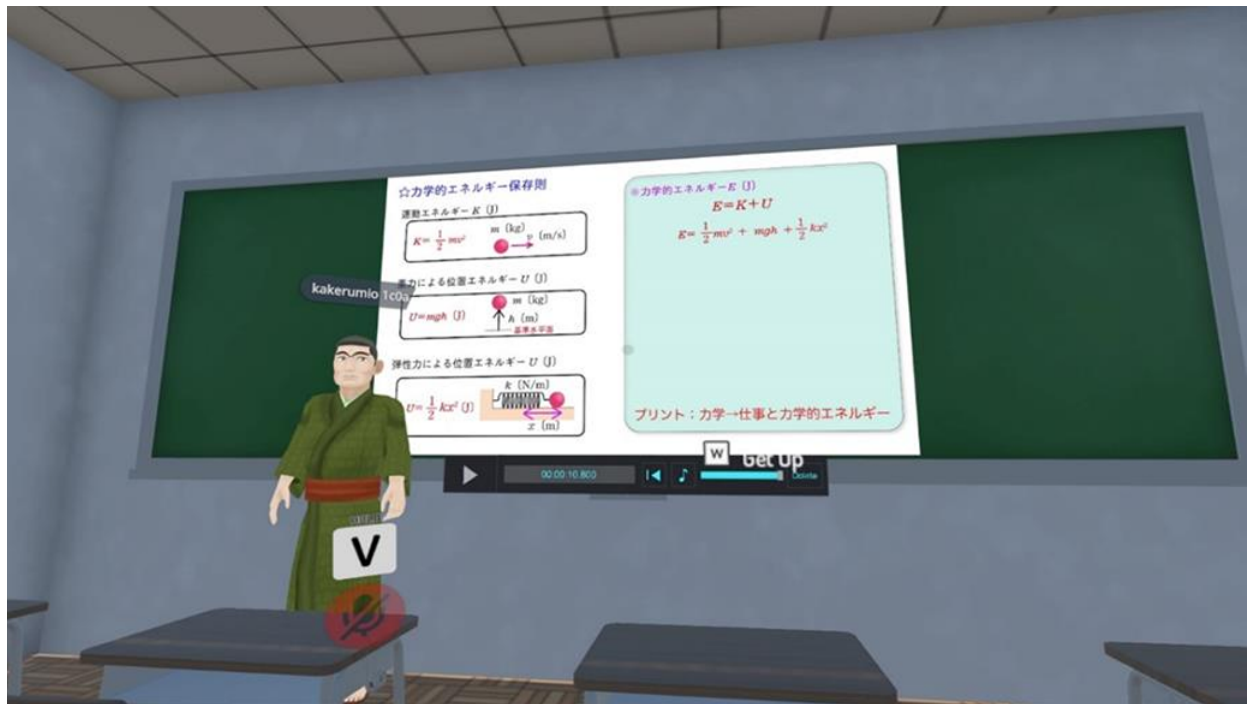
Para a coleta de trabalhos relacionados, inicialmente foi realizada uma busca por trabalhos acadêmicos focados no tema de metaverso e Scrum. Para isso, considerou-se o

¹ <https://hello.vrchat.com/>

² <https://www.spatial.io/>

³ <https://decentraland.org/>

Figura 3 – Exemplo VRChat



Fonte: retirado de Murauchi et al. (2022).

acesso às seguintes bases de dados científicas: *IEEE Explorer*⁴, *Google Scholar*⁵, *ScienceDirect*⁶, *Springer Link*⁷ e *ACM DigitalLibrary*⁸. A estratégia de busca foi *ad hoc* a partir das seguintes palavras-chave: *Metaverse Scrum*, *Extended reality Metaverse*, *Immersive virtual Reality Scrum* e *Immersive Collaborative Environments*. O critério de seleção adotado priorizou publicações dos últimos cinco anos.

Além disso, adotou-se o método de *snowballing* nos trabalhos de Yigitbas et al. (2023), Mayor e López-Fernández (2021), processo contínuo e recursivo que busca sistematicamente por trabalhos que estejam relacionados ao tema de estudo (WOHLIN, 2014). O processo de *snowballing* foi conduzido apenas na forma do *backward snowballing*, no qual a pesquisa foi feita a partir das referências citadas em certos artigos.

Após a seleção inicial baseada na leitura dos títulos, os resumos dos trabalhos escolhidos foram analisados. Aqueles cujos resumos demonstraram aderência ao tema da pesquisa foram lidos. Em seguida, foi apresentada uma síntese dos trabalhos selecionados. Além disso, uma análise preliminar da quantidade de trabalhos coletados indicou uma ausência de trabalhos relacionados diretamente com o tema Scrum + metaverso,

⁴ <https://ieeexplore.ieee.org/>.

⁵ <https://scholar.google.com.br/>

⁶ <https://www.sciencedirect.com/>

⁷ <https://link.springer.com/>

⁸ <https://dl.acm.org/>

Figura 4 – Exemplo Spatial



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 5 – Exemplo Decentraland



Fonte: elaborado pelo autor.

destacando lacunas na literatura existente.

Os autores Nankap et al. (2022) analisam a adaptação do Scrum para equipes de desenvolvimento de software em ambientes virtuais, abordando desafios de comunicação e colaboração. Eles propõem o Com-Scrum, uma extensão do Scrum, que inclui um novo papel, o *com master*, para gerenciar a comunicação; um novo evento, o *weekly com*, para revisões regulares; e um novo artefato, o *com health chart*, para monitorar a comunicação da equipe. A implementação do Com-Scrum em duas equipes virtuais mostrou que o *com*

master e o *weekly com* melhoraram a comunicação interna, enquanto o *com health chart* foi eficaz no monitoramento e aprimoramento da comunicação ao longo do tempo.

Taylor et al. (2021) conduziram um estudo de caso em RV para melhorar os processos de indução de segurança e saúde dos trabalhadores, usando o Unity e o *Oculus Quest VR*. O estudo mostrou que a interação síncrona em RV ajuda a diminuir as distâncias virtuais entre os participantes. Concluiu-se que o design colaborativo imersivo em RV é eficaz e, em alguns aspectos, superior às reuniões presenciais, apesar de limitações em comunicação não verbal e representação de avatares. A experiência de VR criou um ambiente imersivo que facilitou a colaboração e a geração de ideias, demonstrando como as ferramentas interativas podem melhorar o trabalho em equipe em ambientes virtuais.

O estudo de Yigitbas et al. (2023) propõe uma plataforma de colaboração em realidade virtual (VR), chamada de *Virtual Reality Collaboration Platform* (VRACP), para aumentar a eficiência de equipes de software que utilizam o Scrum. A VRACP oferece ferramentas para visualização e interação com artefatos Scrum em um ambiente virtual, integrando fontes de dados externas e avatares. O estudo comparou a plataforma RV com ferramentas comuns de *web/desktop* em reuniões Scrum, concluindo que, apesar de uma redução na eficiência e eficácia, o uso de RV intensificou a sensação de colaboração e proximidade, além de aumentar a dinâmica e motivação das equipes.

Mayer et al. (2023) discutem a implementação e os desafios das tecnologias de colaboração remota em ambientes virtuais colaborativos (CVE). Os desafios identificados incluem a aceitação do usuário de tecnologias imersivas, em que a eficácia dos CVE depende da imersão virtual e da aceitação do usuário. A *cybersickness*, com sintomas semelhantes aos da cinetose, é um problema comum em tecnologias imersivas, exigindo a minimização desses efeitos. A usabilidade e as modalidades de interação também são cruciais; interfaces inadequadas podem dificultar a experiência de novos usuários. Além disso, a percepção da ambientação em ambientes virtuais, como a clareza e a precisão na estimativa de distâncias e tamanhos, é influenciada por vários fatores, incluindo o peso do dispositivo, a qualidade gráfica e configurações de câmeras virtuais.

Em sua dissertação, o autor Pop (2022) buscou identificar como o Scrum pode ser adaptado para apoiar a transformação virtual das organizações. Os resultados mostraram que o Scrum é adequado para ambientes virtuais. Conforme o autor, ao tratar de adaptar o Scrum a esse ambientes, é necessário manter os princípios do Scrum. As ferramentas devem ser práticas e eficazes para apoiar a colaboração em ambientes virtuais. São cruciais a comunicação eficaz e a manutenção de sinergias entre as equipes Scrum e as partes interessadas. As práticas do Scrum requerem disciplina dos participantes, e as habilidades gerenciais do *scrum master* devem incluir competências sociais, de comunicação, *coaching*, gestão de mudanças e habilidades tecnológicas.

Na tese de Fernandes (2023), é explorada a melhoria da educação em engenharia de software através do uso do metaverso. O autor propõe uma metodologia que incorpora fer-

ramentas e métodos para facilitar o ensino em um ambiente virtual imersivo e desenvolve um *framework* para definir requisitos de aplicações de XR. Os requisitos identificados incluem: o uso de dispositivos multimodais para interação no metaverso, como *headsets* XR e interfaces cérebro-computador; uma infraestrutura baseada em arquiteturas descentralizadas e tecnologias de processamento de dados; consideração do mundo físico, como usuários e provedores de serviços, especialmente em relação à segurança para transações financeiras em aplicações XR; armazenamento de dados em ambientes descentralizados, como *blockchain*; e a utilização de tecnologias computacionais avançadas, incluindo visão computacional e inteligência artificial, para o desenvolvimento e suporte de aplicações XR.

O trabalho de Christensen e Paasivaara (2022) implementou uma simulação de Scrum no ambiente virtual, usando o jogo *Don't starve together* e ferramentas de comunicação como Discord e Trello, com a participação de 25 equipes Scrum de diversas universidades. O foco era ensinar fundamentos do Scrum, como comunicação, eventos, papéis, artefatos, e valores ágeis, além de fomentar o trabalho em equipe. A gamificação do Scrum em um ambiente de jogo digital mostrou-se eficaz, melhorando a comunicação, colaboração, organização, trabalho em equipe e priorização. Os participantes tiveram uma reação positiva, demonstrando o valor de ambientes imersivos e da gamificação para o ensino de práticas ágeis e Scrum em contextos virtuais remotos.

O estudo de Scott e Campo (2023) explora um ambiente virtual 3D adaptável para o ensino de Scrum em equipes virtuais de software, enfocando a importância do Scrum em ambientes virtuais colaborativos. A metodologia proposta ajusta-se às preferências individuais de aprendizado, apoiando o desenvolvedor com a supervisão de um *coach*. Uma avaliação experimental do ambiente mostrou que participantes que utilizaram a abordagem adaptativa apresentaram menor variação nos resultados de aprendizado, indicando que a metodologia de Scrum virtual adaptativo pode minimizar a dispersão dos ganhos de aprendizado.

O estudo de Mayor e López-Fernández (2021) explora o desenvolvimento e a avaliação de um jogo em Realidade Virtual (RV) para ensinar a metodologia Scrum. O jogo, desenvolvido para Android usando o Unity, cobre aspectos fundamentais do Scrum, como papéis, reuniões de *sprint* e técnicas como quadros kanban. Foi avaliado por professores e estudantes com conhecimento prévio em Metodologias Ágeis. Ambas as avaliações indicaram que o Scrum RV foi bem recebido, sendo considerado educativo, atraente e motivador. Os alunos destacaram a imersão e as possibilidades de interação do jogo. Os resultados apontam que o Scrum RV é eficaz no ensino de Scrum e capaz de capturar efetivamente a atenção e o interesse dos usuários.

Os autores Hidayati et al. (2022) investigaram o uso de jogos para melhorar a colaboração de equipes Scrum em Desenvolvimento de Software Global (GSD). Uma Revisão Sistemática da Literatura (SLR) foi utilizada para identificar componentes de jogos úteis

em GSD. Foram descobertos três tipos principais de jogos usados em GSD: simulação, colaboração e cooperação. A pesquisa também destacou tecnologias para suporte em comunicação, coordenação e controle em ambientes GSD, incluindo ferramentas como Web 2.0, quadro kanban, Discord, Slack, quadros brancos virtuais, GitHub e ferramentas de gerenciamento de projetos como Jira.

O estudo de Deleuze (2023) analisou o impacto da implementação do metaverso em operações de empresas B2B através de 16 entrevistas com executivos, consultores e acadêmicos. Focando a definição, benefícios, desafios e estratégias para a implementação do metaverso, o estudo identificou cinco benefícios principais: melhor colaboração, produtividade, lucratividade, experiência do cliente e marketing; e sete desafios, como segurança e aceitação do usuário. Além disso, o autor propõe uma estratégia de preparação e manutenção para ajudar as empresas a adaptarem suas operações ao metaverso.

Apesar do potencial do metaverso para intensificar a colaboração, a literatura indica circunstâncias em que sua adoção se torna inviável ou pouco recomendável. A ocorrência de *cybersickness*, caracterizada por náusea, tontura, fadiga visual e elevada carga cognitiva, reduz o tempo de permanência e a produtividade em ambientes 3D (MAYER et al., 2023; GRASSINI; LAUMANN; LUZI, 2021). Além disso, o custo associado ao investimento inicial em *head-mounted displays* (HMDs) de nível profissional, aliado à necessidade de largura de banda simétrica e de baixa latência, limita a escalabilidade em organizações que atuam em regiões com infraestrutura restrita (PARK; KIM, 2022). Questões de privacidade e proteção de dados também se impõem, uma vez que a captura contínua de telemetria corporal e voz amplia a superfície de exposição a riscos de rastreamento e reidentificação (DINCELLI; YAYLA, 2022). Por fim, barreiras de aceitação cultural, associadas a normas de trabalho estabelecidas e a preocupações com segurança da informação, têm provocado hesitação gerencial e podem levar ao fracasso de iniciativas piloto (DELEUZE, 2023).

2.2.1 Comparação dos trabalhos relacionados

A Tabela 3 apresenta uma comparação entre os trabalhos relacionados que foram apresentados na seção anterior.

Os trabalhos relacionados apresentados na Tabela 3 foram comparados de acordo com os tópicos abordados em cada estudo. A observação inicial indica a falta de estudos focados especificamente na primeira coluna do assunto pesquisado e na assimilação simultânea das demais colunas, ressaltando a necessidade de métodos mais amplos para analisar as conexões entre os temas. Para facilitar a leitura e evidenciar relações entre os estudos, os dez artigos foram reorganizados em três blocos temáticos que refletem suas contribuições: (i) extensões do Scrum para equipes virtuais, voltadas a manter a cadência do processo em contextos distribuídos; (ii) uso de jogos e realidade virtual para o ensino de Scrum, cujo objetivo é internalizar papéis e eventos por meio de experiências imersivas; e

(iii) plataformas de colaboração 3D, que discutem infraestrutura e fatores humanos para viabilizar a co-presença em trabalho remoto.

Grupo 1: extensões do Scrum em times virtuais, diversos estudos propõem adaptações do Scrum para superar barreiras de comunicação e manter a cadência ágil em equipes remotas. O Com-Scrum introduz papel, evento e artefato dedicados à gestão da comunicação (NANKAP et al., 2022). A aplicação intitulada VRACP mostra que artefatos 3D intensificam a sensação de proximidade mesmo com leve perda de eficiência (YIGITBAS et al., 2023). Por fim, recomenda-se manter princípios do framework enquanto se adotam ferramentas de suporte on-line e se reforçam as competências do Scrum Master (POP, 2022). Juntos, esses trabalhos confirmam que o Scrum continua aplicável em contextos virtuais, desde que se acrescentem mecanismos explícitos para comunicação, visualização de artefatos e disciplina de processo.

Grupo 2: jogos e realidade Virtual para ensino de Scrum, soluções baseadas em jogo tornam o ensino de Scrum mais engajador em cenários distribuídos. A simulação *“Don’t Starve Together”* melhora comunicação e priorização entre equipes (CHRISTENSEN; PAASIVAARA, 2022). O serious game *“Scrum VR”* demonstra ganho de motivação e retenção de conteúdo (MAYOR; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, 2021). Um ambiente 3D adaptativo reduz a variação dos resultados de aprendizagem (SCOTT; CAMPO, 2023). Revisão sobre jogos para colaboração de times globais reforça que mecânicas de simulação, cooperação e comunicação sustentam o aprendizado prático de Scrum (HIDAYATI et al., 2022). Em conjunto, as evidências mostram que RV e gamificação facilitam a internalização dos papéis, eventos e valores do framework.

Grupo 3: plataformas de colaboração 3D, pesquisas convergem em apontar ambientes imersivos como alternativa ao vídeo 2D tradicional. Estudos de design colaborativo em RV mostram redução da distância virtual e geração de ideias mais rica (TAYLOR et al., 2021). Análise de fatores de usabilidade em ambientes imersivos destaca desafios como cybersickness e aceitação do usuário, mas ressalta ganhos de presença social (MAYER et al., 2023). No contexto corporativo, entrevistas revelam benefícios de produtividade, mas também barreiras de segurança e custo na adoção do metaverso (DELEUZE, 2023). Essas plataformas oferecem potencial de imersão e co-presença, porém exigem mitigação de limitações técnicas, econômicas e humanas.

Tabela 3 – Comparativo entre os trabalhos relacionados, MS: *Metaverse Scrum*, EXS: *Extended Reality Metaverse*, IVRS: *Immersive Virtual Reality Scrum*, ICE: *Immersive Collaborative Environment*

Título/Autor	MS	EXS	IVRS	ICE	Contribuição
Adapting the Scrum Framework to the Needs of Virtual Teams of Game Developers with Multi-site Members (NANKAP et al., 2022)			X		Recomenda adequação de elementos do Scrum para times de software remotos.
Collaborative work enabled by immersive environments (MAYER et al., 2023)				X	Identifica fatores que influenciam a colaboração de times virtuais em ambientes remotos.
Immersive Collaborative VR Application Design: A Case Study of Agile Virtual Design Over Distance (TAYLOR et al., 2021)				X	Descreve vantagens no uso de ambiente virtual colaborativo e imersivo para treinamentos.
Virtual reality collaboration platform for agile software development (YIGITBAS et al., 2023)			X	X	Cria uma plataforma RV para auxiliar na eficiência de times de Scrum
Agile Virtualization – The importance of Scrum framework in creating synergies in global organizations (POP, 2022)			X	X	Recomenda práticas eficazes para o uso de Scrum adaptado virtualmente.
MetaSEE: An Approach to Enable the Metaverse-based Software Engineering Education (FERNANDES, 2023)		X	X	X	Propõe um <i>framework</i> com elementos para a criação de ambiente de ensino no metaverso.
Respond to change or die: An educational Scrum simulation for distributed teams (CHRISTENSEN; PAASIVAARA, 2022)			X	X	Utiliza a gamificação para o ensino de Scrum em times remotos.
Virtual reality serious video game to learn Scrum (MAYOR; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, 2021)			X	X	Valida o uso de RV para o ensino de Scrum.
An adaptive 3d virtual learning environment for training software developers in Scrum (SCOTT; CAMPO, 2023)			X	X	Relata que um ambiente adaptável virtual possui vantagens para o ensino de Scrum.
Games for Scrum team collaboration in the global software development environment.(HIDAYATI et al., 2022)		X		X	Identifica elementos e ferramentas de gamificação para auxílio no desenvolvimento de software por equipes de Scrum.
The impact of the implementation of the metaverse in b2b firms: An explorative study (DELEUZE, 2023)		X		X	Propõe, a partir de uma identificação, elementos para a implantação do metaverso.

Fonte: elaborado pelo autor.

Capítulo 3

Estudo Exploratório

Dada a crescente relevância do metaverso, neste capítulo é apresentado o estudo exploratório, etapa dois da metodologia proposta, que foi realizado com o objetivo de investigar a definição do metaverso na perspectiva dos profissionais envolvidos. Os resultados desse estudo auxiliaram na elaboração da proposta deste projeto de mestrado.

3.1 Introdução

Foi conduzido um estudo exploratório, no qual quatro pesquisadores da área de UX e Engenharia de Software (ES) analisaram qualitativamente dez episódios de um *podcast* com foco no metaverso.

A contribuição dessa etapa foi apresentar a compreensão atual do conceito de metaverso por parte dos especialistas da área, que tanto pesquisadores quanto profissionais podem usar para dar um melhor sentido ao fenômeno complexo do metaverso. Foram identificadas novas perspectivas de pessoas que se expressam a partir de avatares, e também temas emergentes de discussão, como tecnologias para conectividade e o problema de distinguir o mundo real do virtual. Este capítulo é baseado no artigo de Oliveira, Wang e Zaina (2024).

3.2 Planejamento

Considerando a lacuna na exploração da definição de metaverso na perspectiva dos profissionais, decidiu-se realizar uma análise de um tipo específico de literatura cinzenta, os *podcasts*. O estudo se concentrou em examinar a perspectiva dos profissionais que trabalham ativamente nas áreas que moldam o metaverso.

A literatura cinzenta corresponde ao conteúdo que não é publicado em fontes tradicionais revisadas por pares, como revistas acadêmicas ou conferências (GAROUSI; FELDERER; MÄNTYLÄ, 2019). Está disponível em diversas fontes (por exemplo, em relatórios técnicos, mídias de áudio e vídeo, patentes). O conteúdo da literatura cinzenta muitas vezes é produzido por profissionais que relatam sua experiência prática (GAROUSI; FELDERER; MÄNTYLÄ, 2019). Tem sido adotado como fonte de informações valiosas em pesquisas em Engenharia de Software, como pode ser visto em Melegati, Guerra e Wang (2021), Zaina et al. (2022).

Considerando a relevância de examinar a literatura cinzenta, foram analisadas as perspectivas de profissionais a partir de um *podcast* intitulado *Into the metaverse*¹. A série de *podcasts* conduziu entrevistas de 2021 a 2022, consistindo em 12 episódios e um *teaser*. Cada episódio durou de trinta minutos a uma hora. Foram selecionados dez dos 12 episódios para investigação, e dois episódios foram excluídos por não apresentarem entrevistados externos. Em cada um dos dez episódios selecionados, um *insider*, um profissional de diferentes setores da indústria (por exemplo, jogos, negócios) que atua na área do metaverso, foi entrevistado, fornecendo *insights* sobre a concepção do metaverso. Os episódios, que estavam em formato de áudio, foram transcritos para formato textual para análise dos dados. Para isso, foi utilizado o *Whisper*, uma ferramenta de código aberto² para transcrição de áudio para texto. Desenvolvido pela OpenAI, o *Whisper* é uma ferramenta de Reconhecimento Automático de Fala (ASR) com suporte multilíngue e multitarefa³, e possui uma taxa de erro de 3,52% para áudios disponíveis no idioma inglês (RADFORD et al., 2023). Foi desenvolvido um *script* em *Python* para usar o *Whisper* e obter os textos transcritos. Foram obtidos um total de 7 horas e 45 minutos de áudio de *podcast* para análise.

3.3 Execução

Levando em consideração as 135 páginas de texto transcrito, foi realizada uma análise temática em quatro etapas seguindo a técnica de codificação ilustrada na Figura 6. A técnica de codificação aberta é um procedimento de análise qualitativa de dados que envolve a decomposição de dados brutos em segmentos menores, referidos como códigos (SALDAÑA, 2012). Os códigos gerados visam representar de forma descritiva e objetiva as informações disponíveis no bloco de texto para facilitar a posterior organização, interpretação e análise dos dados (SALDAÑA, 2012). Foi utilizada a ferramenta *Atlas.ti*⁴ para o processo de codificação. É uma ferramenta de software popular para auxiliar pesquisadores na análise de dados qualitativos.

¹ <https://open.spotify.com/show/7q70azyk47FnPHnCDWuLc7>

² <https://github.com/openai/whisper>

³ <https://openai.com/research/whisper>

⁴ <https://atlasti.com>

Figura 6 – Processo de análise dos dados



Fonte: elaborado pelo autor.

Participaram da análise dos dados quatro pesquisadores (ver Figura 6), doravante denominados R1, R2, R3 e R4, sendo que R1 e R2 são alunos de mestrado com mais de dois anos de experiência em engenharia de software e R3 e R4 são pesquisadores seniores com mais de 15 anos de experiência em pesquisa qualitativa em engenharia de software. Na primeira etapa, R1 orientou a análise de cada episódio do *podcast* buscando evidências que respondessem à pergunta “O que é metaverso?”. Assim que encontrava algum trecho de texto relacionado à questão, um código era atribuído a ele. Em seguida, R1 procedeu à revisão dos códigos para identificar códigos com semelhanças substanciais, levando à criação, remoção ou fusão de determinados códigos. Essa etapa produziu 147 códigos iniciais (ver Etapa 1 na Figura 6). Posteriormente, R2 avaliou os códigos atribuídos ao texto e as respectivas definições de código. Na Etapa 2, R1 e R2 realizaram uma reunião de consenso para consolidar os resultados da codificação aberta, resultando em 104 códigos restantes (ver Etapa 2 na Figura 6).

Antes do início da Etapa 3, R1 reavaliou os episódios e códigos do *podcast* para identificar interseções no texto. Utilizando a técnica de amostragem em bola de neve nos documentos, o pesquisador descobriu relações entre diferentes códigos. Além disso, R1 e R2 trabalharam de forma colaborativa para identificar especificamente essas relações. Na segunda parte da Etapa 2, exploraram as interconexões dos 104 códigos. Na Etapa 3, R1 e R2 definiram coletivamente um conjunto de categorias nas quais os códigos foram organizados sistematicamente. Durante essa fase, os 104 códigos foram categorizados em 32 categorias. Na Etapa 4, R3 e R4 revisaram as 32 categorias, realizando uma dupla verificação dos resultados. Após uma reunião de consenso envolvendo R1, R2, R3 e R4, duas categorias foram fundidas, resultando em 31 categorias únicas. A Figura 7 fornece um exemplo ilustrativo de extração de dados. Os códigos finais e as respectivas categorias foram compilados em uma planilha⁵. Depois de examinar as categorias, 31 categorias foram organizadas em três grupos que representam *os fatores facilitadores* que tornarão

⁵ A planilha está disponível em: https://bit.ly/metaverse_spreadsheet

o metaverso uma realidade, *as principais características* que o metaverso apresenta e *o impacto* que o metaverso produzirá no mundo.

Figura 7 – Exemplo de codificação

And then the second piece, which is potentially the most transferring and there's so much to unpack on that point is we're going to manifest ourselves into the Metaverse as humans and living in the Metaverse as an avatar. And that avatar doesn't even have to be one avatar. It could be many, many, many avatars. And you and I, Matt, you can find yourself expressing yourself as individual through a wide area of avatars that maybe fit to different type of experiences. Maybe when we want to experience music in the Metaverse, we're going to use, you know, avatar-y and when we want to be more of a sportsman or play sports in the Metaverse, we're going to be avatar-x.

Fonte: Episódio 1

categoria: avatar-identity

código assimilado: living in the Metaverse as an Avatar.

Fonte: elaborado pelo autor.

3.4 Resultados

A Tabela 4 mostra as categorias das principais características do metaverso, suas subcategorias e os episódios que continham evidências para as categorias. Nas seções seguintes, cada categoria é apresentada detalhadamente.

3.4.1 Capacidades da tecnologia do metaverso

Esta categoria abrange vários recursos tecnológicos importantes que caracterizam o significado do metaverso (ou seja, *o que é metaverso*) de acordo com os profissionais entrevistados. É composta por quatro subcategorias descritas nos parágrafos abaixo.

Reino virtual: Descreve o ambiente digital em que os indivíduos podem interagir, explorar e se envolver no metaverso, confundindo as fronteiras entre os reinos físico e digital. Como declarou o vice-presidente de Omniverse e Tecnologia de Simulação da NVIDIA: *Precisamos montar um mundo virtual.*” O CEO e cofundador da SuperData é mais cauteloso: *A realidade virtual reaparece a cada década: surge, some e retorna; está sempre no futuro, sempre como a tecnologia perfeita. Acho que o Metaverso é parecido...*” Independentemente da terminologia, ou seja, ambiente virtual, realidade virtual ou mundo virtual, os profissionais entrevistados concordaram que esse é um dos aspectos essenciais do metaverso.

Identidade como avatar: Captura o conceito de indivíduos que se representam com avatares digitais no metaverso, permitindo a expressão pessoal e a adaptação com base no contexto e nas experiências, por meio de múltiplos avatares. Viver no metaverso como um avatar ou vários avatares torna-o um lugar para se manifestar. Segundo o CEO do

Tabela 4 – Principais categorias de características

Categoria de alto nível	Subcategorias	Ep. fonte
Capacidades de tecnologia do metaverso	Reino virtual	1, 2, 3, 4, 7, 9 e 10.
	Identidade como avatar	1, 5, 6 e 7.
	Representação 3D	3 e 4.
	Simulação integrada e interconectividade	2, 4, 7 e 9.
Características da infraestrutura do metaverso	Descentralizado	1, 2, 3, 5, 6, 7 e 8.
	Plataforma aberta que suporta persistência e consistência	1, 3, 5 e 8.
	Escalável	1, 2, 4, 5, 6, 7 e 9.
	Independente de dispositivo	1, 2 e 3.
	Interoperável em tempo real	1, 3, 4, 6, 7, 8, 9 e 10.
Aspectos sociais/econômicos	Ambiente imersivo	2, 3, 4, 5, 6, 7 e 9.
	Jogo como interação principal	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 e 10.
	Comoldado por comunidades tecnológicas e não tecnológicas	3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.
	Infraestrutura econômica global	6 e 8.
	Temporariedade futurista	1, 2, 4, 5, 7 e 10.

SuperSocial, os avatares são ferramentas fundamentais na experiência do metaverso, capazes de possibilitar diversas formas de experiências, dependendo do tipo de avatar. Para ele, *Talvez o aspecto mais transformador seja que nos manifestaremos no Metaverso por meio de avatares — e eles nem precisam ser únicos; podem ser muitos, muitos avatares.*” O vice-presidente de pesquisa da Round Hill Investments compartilha a mesma linha de pensamento, sugerindo que a possibilidade de avatares é um fator para a decisão de interagir nesses espaços: *O motivo de as pessoas quererem interagir nesses espaços é a autoexpressão digital via avatar; a geração mais jovem chama isso de economia do avatar.*”

Representação 3D: Esta subcategoria refere-se à necessidade de incluir objetos e ambientes digitais tridimensionais dentro do metaverso. Os profissionais entrevistados nos *podcasts* acreditam que o 3D é essencial para representar o metaverso, *queiramos ou não*” (mencionou o CEO e cofundador da SuperData). O gerente-geral da Epic Games acha que o metaverso *Nascerá da revolução do '3D em tempo real'. Quando isso virar*

meio dominante, capturar 3D será fácil e todos consumirão conteúdo interativo porque terão dispositivos potentes ou streaming em nuvem."

Simulação integrada e interconectividade: Alguns profissionais acreditam que o metaverso precisa de uma abordagem holística para combinar elementos de software e hardware. Como explica o vice-presidente de Omniverse e Tecnologia de Simulação da NVIDIA, "*Nossa contribuição singular é viabilizar todas as simulações necessárias; não é só hardware, mas a combinação de software e hardware.*" A modelagem precisa de simulações baseadas na física para garantir a representação fiel das leis da física e das interações dos objetos no ambiente virtual. Ele também destacou o conceito de colmatar a lacuna entre os mundos físico e digital, envolvendo uma ligação e interação contínuas entre a realidade tangível e os espaços virtuais.

3.4.2 Características da infraestrutura do metaverso

Reivindicada como a nova internet, existem características-chave que os intervenientes ativos na arena acreditam que a infraestrutura do metaverso deveria abraçar para existir e funcionar em escala global.

Descentralizado: o metaverso oferece maior segurança, transparência e controle descentralizado sobre o gerenciamento de dados. Para o diretor da Open Meta Foundation, a tecnologia descentralizada não é negociável: "*O Metaverso é apenas uma fase da Internet. Para mim, é inegociável: ele precisa ser descentralizado; Web 3 só existe com descentralização.*" *Blockchain* está no centro da tecnologia descentralizada. Embora alguns acreditem que se trata de uma solução opcional, considera-se necessário promover um ambiente no qual os usuários e desenvolvedores tenham a liberdade de integrar a tecnologia *blockchain* em sua experiência no metaverso. De acordo com o vice-presidente da Ubisoft, o *blockchain* representa a característica central do metaverso: "*Sou muito otimista: sem blockchain não há Metaverso. A descentralização compartilha a infraestrutura, gera confiança e permite distribuir valor de forma mais justa.*"

Plataforma aberta que suporta persistência e consistência: haverá desafios na manutenção da solidez entre os diferentes mundos virtuais no metaverso, garantindo que estes se alinhem com padrões e diretrizes partilhados. A padronização é necessária para fornecer consistência, persistência e compatibilidade entre plataformas e aplicativos. Uma plataforma aberta garante coerência, continuidade e longevidade dentro dos mundos virtuais do metaverso, como afirmou o principal estrategista entrevistado no Episódio 2: "*Teremos de criar uma nova infraestrutura — e administrar essa abertura.*" Isso pode não ser fácil, como comentou o CEO do Crisol e diretor-geral da Open Meta Foundation: "*O Metaverso desponta como a próxima grande plataforma; é por isso que Apple e Epic divergem. A Epic defende padrões abertos e um Metaverso aberto.*"

Escalável: o metaverso será um ambiente em grande escala que pode ser escalonável. "*Seja qual for o nome — Metaverso, Web 3 —, será maior do que tudo o que já*

conhecemos, ainda que não possamos prever forma ou escala exatas.”, mencionou o vice-presidente de Omniverse e Tecnologia de Simulação da NVIDIA. Portanto, o metaverso precisa ser *"upscalable"*, possível para milhões de jogadores simultâneos, e suportar a distribuição do comportamento humano pela internet e simulações em grande escala. Como o CEO do SuperSocial imaginou, *"O sonho do Metaverso não é juntar algumas centenas em um show de robôs, mas milhões de pessoas no mesmo lugar e momento para viver algo juntas"*.

Independente de dispositivo: os defensores do metaverso acreditam que ele não está vinculado a nenhum dispositivo específico e que ele pode ser acessado e experimentado em diversas plataformas e tecnologias. O CEO do SuperSocial comenta que *"É evidente que as experiências do metaverso serão acessíveis em qualquer dispositivo; a plataforma usada pouco importa, pois poderemos entrar de onde quisermos."* Essa afirmação surgiu *"para desmistificar"* que será possível acessar o metaverso a partir de um único dispositivo, como óculos RV.

Interoperável em tempo real: o metaverso é *"será um conjunto de espaços virtuais interoperáveis, síncronos e persistentes"*, afirmou o vice-presidente de pesquisa da Round Hill Investment. É em tempo real e está sempre ativo, com sincronização do usuário e *feedback* responsivo. O vice-presidente de Omniverse e Tecnologia de Simulação da NVIDIA afirmou que *"para o Metaverso existir, a interoperabilidade é indispensável"*. Os profissionais acreditam que essas características proporcionam experiências dinâmicas, interativas e imersivas aos usuários.

3.4.3 Aspectos sociais/econômicos

Esta categoria representa as características não técnicas do metaverso.

Ambiente imersivo: Neste contexto, ambiente imersivo refere-se a experiências no metaverso que isolam o usuário do mundo real ao promoverem alto nível de envolvimento sensorial. Essa imersão cria uma sensação de presença em um ambiente virtual, sustentada por tecnologias como visualização tridimensional, áudio espacial e interações em tempo real. Para alguns, a capacidade de ser imersivo é uma característica decisiva do metaverso e é *"uma espécie de porta para sua adoção"*. No entanto, quando os mundos virtual e físico se tornam indistinguíveis, o metaverso pode ser uma forma de alguns utilizadores escaparem à realidade, o que pode trazer consequências negativas para a sua vida e bem-estar pessoal e social.

Jogo como interação principal: os jogos são um foco central no metaverso, desempenhando um papel fundamental na formação e popularização de mundos virtuais. Para o vice-presidente do Laboratório de Inovação da Ubisoft, *"No futuro próximo o metaverso continuará sendo, em grande parte, sobre jogos."* As empresas de jogos construíram uma enorme base de usuários e estão investindo em jogos para ter conteúdo que apoie seus

esforços no metaverso. Portanto, os jogos continuarão a ser um fator-chave nos estágios iniciais da maturidade do metaverso.

Comoldado por comunidades tecnológicas e não tecnológicas: esta subcategoria enfatiza a compreensão de que o metaverso é cocriado e comoldado por seus desenvolvedores, comunidade e usuários. É um espaço comunitário que motiva vários tipos de colaboração e cocriação de produtos, serviços ou experiências inovadoras. Como afirmou o vice-presidente de pesquisa da Round Hill Investment, "*É isso que me entusiasma: o metaverso como lugar para experiências humanas — jogar, trabalhar, criar e fazer coisas juntos.*".

Infraestrutura econômica global: abrange os elementos que contribuem para o estabelecimento e funcionamento de um sistema com economia. Os especialistas do metaverso reconheceram a importância de uma economia que permita aos usuários comprarem, venderem e ganharem, o que pode agregar valor à experiência virtual. Como explicou o diretor da ROBLOX, "*Todas essas experiências se conectam por um tecido comum: identidade única, grafo social e um ecossistema econômico onde posso comprar, vender e ganhar a vida em diferentes ambientes.*" *aduzo o tre*". A demanda por negociações exige uma moeda digital comum ou sistema monetário para facilitar transações e atividades econômicas em escala global. Como argumentou o vice-presidente do Laboratório de Inovação da Ubisoft: "*Sem uma moeda global, não há Metaverso... O ouro já foi o padrão; o Bitcoin pode tornar-se esse novo padrão.*"

Temporalidade futurista: o conceito de metaverso tem uma dimensão temporal que engloba a compreensão de que ele "*não é algo que será concretizado da noite para o dia; provavelmente levará uma década ou mais até que exista, de fato, um metaverso plenamente implantado.*", conforme mencionou o CEO e cofundador da SuperData. Existe também a opinião de que o metaverso não é apenas um mundo virtual ou um conjunto de tecnologias. É "*um momento no tempo*" quando as pessoas param de fazer a distinta relação entre os mundos virtuais e o físico.

3.5 Discussão

Em primeiro lugar, as conclusões obtidas confirmaram que a definição única de metaverso dificilmente pode ser alcançada devido à complexidade multifacetada dos temas que o compõem. Foi observado nos resultados que existem grupos de alto nível que fornecem um ponto de vista sobre *os fatores facilitadores* para tornar o metaverso uma realidade, e *as principais características* do metaverso e *o impacto* que o metaverso produzirá no mundo. No artigo, foram concentradas na discussão do grupo *as principais características* que abrangem três categorias.

Levando em consideração os resultados apresentados no capítulo, observa-se que a representação 3D, identidade de avatar, ambiente imersivo e reino virtual, ou seja, ele-

mentos da *categoria de capacidades tecnológicas do metaverso*, apareceram no trabalho relacionado (RITTERBUSCH; TEICHMANN, 2023; ALMOQBEL et al., 2022; NG, 2022; WEINBERGER, 2022). Esse resultado semelhante reafirmou esses elementos como características centrais do metaverso que mostram um consenso a partir das definições apresentadas em outros trabalhos. Embora o uso de avatares tenha sido encontrado recorrentemente na literatura, nossos resultados revelam uma nova expressão para definir tal prática: *autoexpressão digital*. Representa uma nova forma de mostrar como as pessoas se veem a partir de uma imagem que criaram. No entanto, os resultados revelaram que os profissionais estão preocupados em conectar os usuários ao metaverso considerando o esforço de integração de um ambiente complexo com diferentes tecnologias e a conectividade disponível (ou seja, simulação integrada e interconectividade, uma nova categoria descoberta em nosso trabalho). Nosso resultado enfatiza a importância de ter dispositivos e softwares devidamente interconectados para fornecer uma simulação perfeita. Park e Kim (PARK; KIM, 2022) forneceram uma discussão semelhante, mas com uma visão mais simples da relação entre software e hardware.

Considerando a categoria *características da infraestrutura do metaverso*, os resultados revelaram que a maioria dos elementos foi discutida na literatura (ALMOQBEL et al., 2022; CHEN et al., 2022; RITTERBUSCH; TEICHMANN, 2023). No entanto, pudemos perceber que a discussão sobre a escalabilidade do ambiente metaverso (ou seja, a subcategoria escalonável) alcançou novas preocupações sobre o compartilhamento da infraestrutura do metaverso e o valor que essa prática poderia trazer para a confiança no uso do ambiente. O *device agnostic* foi outro novo elemento descoberto em nosso estudo que dá a perspectiva de que existem vários meios de acessar o metaverso que envolvem vários tipos de dispositivos.

Por fim, os resultados mostraram uma evolução na discussão sobre os *aspectos sociais/econômicos* relacionados ao metaverso. Elementos como o ambiente imersivo, a interação dos jogos, a infraestrutura econômica global e a participação de comunidades tecnológicas e não tecnológicas na coformação do metaverso foram abordados na literatura (WEINBERGER, 2022; DOLATA; SCHWABE, 2023; NG, 2022; ALMOQBEL et al., 2022; CHEN et al., 2022). Nossos resultados reafirmaram a tendência de amadurecimento das discussões sobre esses elementos no contexto industrial. Contudo, a subcategoria temporalidade futurista emergiu dos resultados como um conceito futurista que os profissionais se esforçarão para compreender. Pode representar uma ruptura no ponto de vista da comunicação online, pois pode dificultar a distinção entre a interação que acontece no mundo físico e a que ocorre no ambiente virtual. Essa perspectiva desencadeia uma discussão ética e crucial sobre a direção em que a sociedade evoluirá e o relacionamento entre as pessoas.

Embora o estudo traga contribuições para a exploração da definição do metaverso, apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, identifica-se a consciência de que o

metaverso é um conceito em evolução e que defini-lo apenas com base em *insights* de profissionais pode não abranger todas as características e desenvolvimentos futuros. Embora os profissionais entrevistados nos dez episódios do *podcast* sejam de diferentes tipos de empresas e assumam funções diversas, o tamanho da amostra é relativamente pequeno. Portanto, as descobertas não podem ser generalizadas como um entendimento compartilhado por todos os profissionais que trabalham nas áreas relacionadas ao metaverso. Coleta de mais literatura cinzenta e a realização de entrevistas diretamente com os profissionais aumentarão a generalização dos resultados obtidos nesse estudo.

3.6 Considerações Finais

O principal resultado foi a identificação das características do conceito de metaverso que foram classificadas em três categorias: capacidades tecnológicas do metaverso, características de infraestrutura e aspectos sociais. Cada categoria apresentou elementos que apoiaram a discussão de diferentes elementos que impactam a definição do metaverso.

Como contribuição, reafirmam-se elementos importantes solicitados à definição do metaverso que foram abordados na literatura, bem como novos identificados. Observa-se que alguns elementos comuns que apareceram na literatura, por exemplo, o uso de avatares, são agora reconhecidos como uma forma de os usuários expressarem a visão que têm de si mesmos. Além disso, a adoção de múltiplos dispositivos, o compartilhamento de infraestrutura e o reconhecimento dos mundos real e virtual são preocupações de profissionais industriais que merecem mais discussões. Em trabalhos futuros, é pretendido explorar mais a fundo os outros grupos principais de categorias que encontramos no nosso estudo. Essas categorias ampliam a compreensão do metaverso.

Capítulo 4

Literatura sobre Trabalho de Times Distribuídos

Nesta etapa, foi realizada uma nova investigação na literatura acadêmica, com o objetivo de fazer um mapeamento de desafios específicos abordados por times de software ágeis que atuam de maneira distribuída. O resultado dessa investigação foi utilizado como base para o mapeamento com as características do metaverso identificadas no estudo exploratório descrito no Capítulo 3. Esse mapeamento forneceu subsídios para a elaboração dos requisitos apresentados no Capítulo 5.

4.1 Considerações Iniciais

As equipes de desenvolvimento ágil de software enfrentam diversos de desafios quando trabalham de forma distribuída, seja em modelos totalmente remotos, híbridos ou distribuídos globalmente (CUCOLA§; RUSSO, 2023). Os desafios enfrentados por equipes ágeis distribuídas vão além da mera separação geográfica: eles decorrem dos chamados *custos da distância* – perda de consciência mútua, sincronização precária e barreiras à construção de confiança. (OLSON; OLSON, 2000). Ainda segundo (OLSON; OLSON, 2000) apenas quando a tecnologia consegue recriar sinais de copresença de alta resolução (voz em tempo real, gestualidade, artefatos tangíveis compartilhados) é possível obter desempenho comparável ao da co-localização. Desse modo, ao entender esses desafios é possível justificar o uso de soluções que facilitem a colaboração e a produtividade, sobretudo quando se considera a aplicação de tecnologias emergentes como o metaverso. Para isso, foi realizado um mapeamento de literatura, buscando identificar os principais desafios relatados por essas equipes. Para embasar esse estudo, adotaram-se parcialmente as recomendações metodo-

lógicas de um mapeamento sistemático da literatura conforme descrito por Kitchenham e Charters (2007). Especificamente, foram realizadas as seguintes etapas: (1) identificação das bases acadêmicas relevantes; (2) definição dos termos e critérios de busca; (3) definição de critérios de inclusão e exclusão; e (4) seleção e categorização qualitativa dos estudos encontrados. Essa estratégia de busca permitiu reunir estudos alinhados ao objetivo de identificar elementos relevantes para apoiar a definição dos requisitos de design do ambiente virtual de metaverso proposto neste trabalho. Em seguida, as descobertas foram categorizadas em temas e discutidas em termos de dificuldades identificadas e de soluções apontadas pela literatura.

Como contribuição, esse mapeamento apresenta uma investigação sobre desafios apontados por equipes de software que utilizam metodologias ágeis no contexto distribuído.

4.2 Planejamento

A literatura sobre o desenvolvimento de software geograficamente distribuído aplica diversos termos para descrever tipos de trabalho remoto (por exemplo, teletrabalho, trabalho híbrido, equipes totalmente remotas), incluindo desenvolvimento distribuído (*dispersed development*), desenvolvimento global de software (*global software development*), desenvolvimento *offshore* (*offshore development*), terceirização (*outsourcing*), trabalho em casa (*work-from-home* - *WFH*), trabalho de qualquer lugar (*work-from-anywhere* - *WFX*), trabalho remoto (*remote work*) e trabalho híbrido (*hybrid work*) (PAASIVAARA; WANG, 2024). Esses termos geralmente refletem adaptações de práticas organizacionais em equipes distribuídas globalmente, o que inclui desafios de coordenação, comunicação e integração (MÜLLER et al., 2023; ALZOUBI; GILL, 2021).

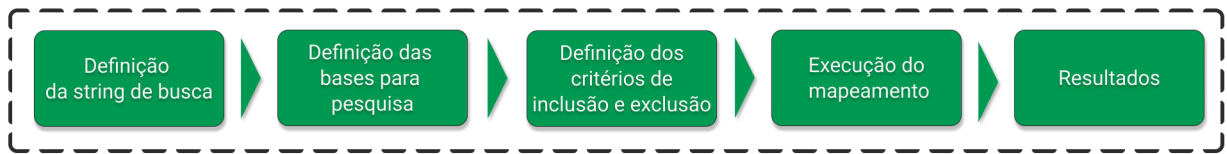
A investigação da literatura foi conduzida incorporando os seguintes elementos: combinação de palavras-chave relevantes para compor uma *string* de busca, aplicação dessa *string* em diferentes bases científicas, definição de critérios de inclusão e exclusão, além de etapas para examinar e selecionar os artigos (por exemplo, leitura de título, resumo e texto completo de forma sequencial).

Essa abordagem foi escolhida porque o foco do estudo — que abrange o trabalho remoto e o desenvolvimento de software distribuído — tornou-se amplamente adotado durante e após a pandemia de COVID-19 (NARIN, 2021; PAASIVAARA; WANG, 2024; RODEGHERO et al., 2021; CONBOY et al., 2023).

Como os estudos sobre trabalho remoto de equipes de software sofreram mudanças nos últimos anos, principalmente após a COVID-19, foram estabelecidos para esse estudo da literatura os últimos cinco anos (2019 a 2024), para a seleção de artigos.

A Figura 8 descreve as etapas de seleção dos trabalhos para extração dos dados. O processo foi realizado em cinco etapas, e, ao término da última etapa, os trabalhos resultantes foram selecionados.

Figura 8 – Análise dos resultados



Fonte: elaborado pelo autor.

String de busca: a construção da *string* de busca foi definida a partir dos seguintes trabalhos seminais: Paasivaara e Wang (2024), NARÍN (2021) e Rodeghero et al. (2021). Esses estudos foram usados como referências de apoio na orientação e seleção das palavras-chave utilizadas neste contexto. A formulação da *string* seguiu um padrão constituído por três grupos de termos conectados pelo operador AND, cada um refletindo um aspecto do foco de pesquisa.

O primeiro grupo inclui termos associados a dificuldades e barreiras enfrentadas em equipes de desenvolvimento de software. O segundo grupo compreende palavras que se referem ao desenvolvimento de software em ambientes distribuídos ou virtuais. O terceiro grupo engloba termos que caracterizam equipes que utilizam métodos ágeis de desenvolvimento. Adicionalmente, foram incluídos termos que delimitam a área de desenvolvimento de software. Por fim, o operador NOT foi utilizado para excluir contextos que não fazem parte do escopo deste trabalho, como “*education*”, “*healthcare*”, “*manufacturing*”, “*construction*” ou “*finance*”.

String de busca final: *((“challenge”OR “issue”OR “problem”OR “obstacle”OR “difficulty”OR “barrier”OR “constraint”OR “hindrance”OR “complication”OR “risk”) AND (“solution”OR “approach”OR “strategy”OR “method”OR “technique”OR “practice”)) AND (“distributed”OR “global”OR “GSD”OR “WKF”OR “work from home”OR “hybrid work”OR “work-from-anywhere”OR “dispersed”OR “offshore”OR “virtual teams”OR “virtual”OR “remote”OR “geographically distributed”OR “telework”) AND (“agile teams”OR “scrum”OR “extreme programming”OR “xp”OR “kanban”OR “lean”OR “crystal”OR “scrumban”) AND (“software development”OR “software engineering”OR “development team”OR “programming”OR “coding”OR “software projects”) AND NOT (“education”OR “healthcare”OR “manufacturing”OR “construction”OR “finance”).*

Bases de dados: as bases utilizadas foram a *IEEEExplore*¹, *ScienceDirect*², *Springer Link*³ e *ACM DigitalLibrary*⁴.

¹ <https://ieeexplore.ieee.org/>.

² <https://www.sciencedirect.com/>

³ <https://link.springer.com/>

⁴ <https://dl.acm.org/>

Foram definidos critérios de inclusão e exclusão. Esses critérios foram utilizados para selecionar artigos que se relacionassem diretamente com o objetivo dessa investigação.

Critérios de Inclusão (CI):

- ❑ **CI1 – Métodos Ágeis:** o artigo trata do **uso de Métodos Ágeis em qualquer nível de adoção** (estudos de caso, revisões sistemáticas, revisões de literatura, pesquisas empíricas etc.).
- ❑ **CI2 – Equipes distribuídas:** o artigo aborda **equipes de software distribuídas**, ou seja, que trabalham em diferentes localizações geográficas ou fusos horários distintos.
- ❑ **CI3 – Tecnologias virtuais:** as equipes analisadas utilizam **tecnologias do contexto virtual**, tais como plataformas de videoconferência e ferramentas de gerenciamento de projetos, para facilitar a comunicação e a colaboração.
- ❑ **CI4 – Desafios e soluções:** o artigo **apresenta pelo menos um desafio** enfrentado pelas equipes e **ao menos uma proposta de solução** (ou recomendação) para esse desafio.

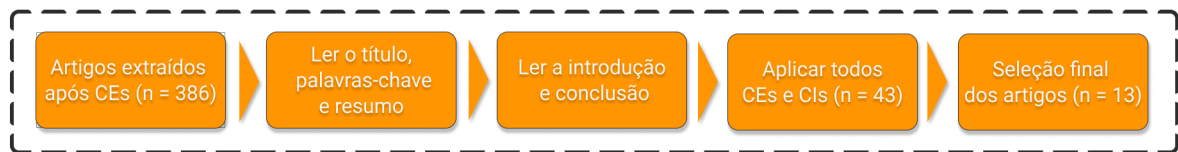
Critérios de Exclusão (CE):

- ❑ **CE1 – Idioma:** excluir artigos não escritos em inglês ou português.
- ❑ **CE2 – Duplicatas:** excluir artigos duplicados ou republicados em outro local.
- ❑ **CE3 – Apenas desafios (sem solução):** excluir artigos que apresentem apenas desafios sem propor soluções, recomendações ou perspectivas de mitigação.
- ❑ **CE4 – Apenas soluções (sem desafios):** excluir artigos que descrevam apenas soluções sem abordar explicitamente os desafios enfrentados.
- ❑ **CE5 – Equipes presenciais:** excluir artigos cujo foco seja exclusivamente equipes presenciais, sem tratar do trabalho remoto.
- ❑ **CE6 – Foco irrelevante:** excluir artigos cujo foco não seja **desenvolvimento de software**, como estudos sobre Metodologias Ágeis aplicadas em outras áreas sem relação com equipes de software distribuídas.
- ❑ **CE7 – Trabalhos em andamento:** excluir resumos, pôsteres, editoriais, anais de eventos sem texto completo e publicações incompletas.

4.3 Execução

A estratégia adotada para a seleção dos estudos é apresentada na Figura 9. Após a aplicação da *string* de busca, foi retornado um total de 4.305 artigos. Aproximadamente 90% desses artigos excluídos deixaram de atender aos critérios estabelecidos, como envolver um Método Ágil, descrever equipes de software distribuídas ou apresentar desafios identificados explicitamente e suas respectivas soluções, resultando assim em 386 artigos para serem lidos. Para selecionar os artigos para leitura, foi estabelecida uma estratégia que contemplou duas etapas de avaliação. Na primeira, foi realizada no artigo uma avaliação com base no título e no resumo. Já na segunda etapa, o artigo foi avaliado com base no texto completo. É importante observar que a avaliação por texto completo somente foi necessária quando a avaliação pelo título e/ou resumo não forneceu base precisa para a decisão (incerto). Portanto, após cada etapa, uma decisão foi tomada. Importante ressaltar que os critérios de inclusão e exclusão foram considerados novamente após a leitura da introdução e conclusão.

Figura 9 – Etapas de seleção dos artigos



Fonte: elaborado pelo autor. Abreviações: CEs = Critérios de Exclusão; CIs = Critérios de Inclusão; N = número resultante.

Na Tabela 5, são apresentados os resultados de aplicação dos critérios de inclusão e exclusão com a quantidade resultante de artigos por mecanismo de busca e a quantidade total de artigos selecionados para o estudo.

Tabela 5 – Resultados quantitativos dos critérios de inclusão e exclusão

Base	Artigos	CI	CE	Seleção final
<i>IEEEExplore</i>	31	18	13	2
<i>ScienceDirect</i>	930	102	17	2
<i>Springer Link</i>	1.634	143	14	4
<i>ACM Digital Library</i>	1.713	55	22	5
Total	4.308	645	386	13

Fonte: elaborado pelo autor.

4.4 Resultados

A Tabela 6 apresenta a lista final de 13 artigos selecionados após a aplicação desses critérios. Nos parágrafos seguintes, será discutido cada um dos trabalhos, incluindo seus métodos e resultados obtidos.

Tabela 6 – 13 artigos selecionados após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.

ID	Autores	Título	Ano
P01	Canedo, E., Calazans, A., Silva, G., Brito, I., and Masson, E. (CANEDO et al., 2023)	Navigating Remote Work: Challenges and Adaptations of Agile Teams Amidst Covid-19	2024
P02	Nur'aini, W., and Raharjo, T. (NUR'AINI; RAHARJO, 2023)	Key Challenges and Recommendations in Managing Hybrid Work Collaboration for Agile Teams: A PRISMA Systematic Literature Review	2023
P03	Neumann, M., Habibpour, D., Eichhorn, D., John, A., Steinmann, S., Farajian, L., and Mötefindt, D. (NEUMANN et al., 2022)	What Remains from Covid-19? Agile Software Development in Hybrid Work Organization: A Single Case Study	2022
P04	Yermolaieva, S. (YERMOLAIEVA, 2020)	Communication Challenges in Agile Teams from The Communication Theory Prospective	2020
P05	Cucolaş, A.-A., and Russo, D. (CUCOLAŞ; RUSSO, 2023)	The impact of working from home on the success of Scrum projects: A multi-method study	2023
P06	Butt, S. A., Misra, S., Anjum, M. W., and Hassan, S. A. (BUTT et al., 2021)	Agile Project Development Issues During COVID-19	2021
P07	Ockiya, T. F., and Lock, R. (OCKIYA; LOCK, 2024)	A Review of Human Factors in Remote Software Project Management: A Progressive Look at Human Based Issues in Remote Software Development Environments	2024
P08	Kahya, M. D., and Seneler, Ç. (KAHYA; SENELER, 2018)	Geographical Distance Challenges in Distributed Agile Software Development: Case Study of a Global Company	2019
P09	Serruya, D., and Deneckère, R. (SERRUYA; DENECKÈRE, 2023)	T-AGILE: A Guide to Teleworking in Agile Project Management	2023
P10	Sithambaram, J., Md Nasir, M. H. N. B., and Ahmad, R. (SITHAMBARAM; NASIR; AHMAD, 2021)	Issues and challenges impacting the successful management of agile-hybrid projects: A grounded theory approach	2019
P11	Alzoubi, Y., and Gill, A. (ALZOUBI; GILL, 2021)	The Critical Communication Challenges Between Geographically Distributed Agile Development Teams: Empirical Findings	2021
P12	Šmite, D., Moe, N. B., Klotins, E., and Gonzalez-Huerta, J. (ŠMITE et al., 2023)	From forced Working-From-Home to voluntary working-from-anywhere: Two revolutions in telework	2023
P13	Müller, K., Koch, C., Riehle, D., Stops, M., and Harutyunyan, N. (MÜLLER et al., 2023)	Challenges of Working from Home in Software Development During Covid-19 Lockdowns	2023

Fonte: elaborado pelo autor.

Canedo et al. (2023) investigaram a percepção de equipes de desenvolvimento ágil de software em relação ao trabalho em casa durante a pandemia de COVID-19, por meio de uma pesquisa com 127 participantes, a fim de analisar produtividade, interação, colaboração, comunicação, transparência e desafios associados. O estudo identificou diversos obstáculos, incluindo dificuldades de comunicação devido à falta de interação presencial, percepção reduzida de linguagem corporal e problemas relacionados à motivação da equipe. Foram também observados problemas comportamentais, como procrastinação ou excesso de trabalho, e barreiras técnicas, como integração inadequada de ferramentas. Para lidar com esses desafios, os autores propuseram soluções, tais como aumentar a frequência de reuniões e discussões virtuais, aprimorar a integração e a compatibilidade de ferramentas digitais, oferecer treinamentos e orientações para melhores práticas de trabalho remoto, além de implementar um monitoramento mais próximo das atividades da equipe.

Nur'Aini e Raharjo (2023) realizaram uma revisão sistemática da literatura para identificar desafios e propor soluções para a gestão de colaboração em trabalho híbrido em equipes ágeis. O estudo analisou 15 publicações e classificou os desafios em quatro domínios: pessoas, processos, organizações e tecnologia. Dentre as questões apontadas, destacam-se redução na interação social, dificuldade de coordenação, falta de confiança, aumento da duração das reuniões diárias, práticas ágeis insuficientes e acesso limitado a ferramentas. Como soluções, os autores recomendaram o estabelecimento de canais de comunicação claros por meio de ferramentas como Microsoft Teams e Slack, o incentivo a interações sociais virtuais e atividades de fortalecimento de equipe, além de treinamentos regulares para aprimorar habilidades. Também sugeriram a adaptação das práticas ágeis ao ambiente remoto com o uso de quadros virtuais (por exemplo, Jira e Trello) e a condução de reuniões mais eficazes com agendas estruturadas.

Neumann et al. (2022), através de um estudo de caso focado nos impactos de ambientes de trabalho híbrido em equipes ágeis de desenvolvimento de software, analisou duas equipes ágeis em uma empresa de desenvolvimento de software alemã. Por meio de uma pesquisa com 12 participantes, o estudo examinou as preferências entre trabalho remoto e presencial, bem como seus efeitos nas práticas ágeis. Ressaltaram-se desafios como redução na interação social, dificuldade no processo de integração de novos membros e socialização da equipe, além de limitações técnicas, como infraestrutura insuficiente para reuniões híbridas. Os autores sugeriram adaptar as práticas ágeis a cenários híbridos, como a realização de oficinas virtuais ou eventos presenciais para resolução de problemas complexos e atividades de socialização em equipe.

Yermolaieva (2020) conduziu um estudo examinando desafios de comunicação em equipes ágeis de desenvolvimento de software por meio de revisão da literatura e de uma pesquisa com 53 participantes. Foram identificados problemas como diferenças de fuso horário e localização geográfica, falta de confiança, infraestrutura de comunicação inade-

quada, questões de configuração da equipe (tamanho e coesão) e fatores organizacionais, como processos gerenciais insuficientes. Para enfrentar esses desafios, a autora sugere o aumento da frequência de comunicação para promover entendimento compartilhado, a realização de mais sessões de *brainstorm* e a priorização de consenso em detrimento de decisões por maioria. O estudo enfatiza que lidar com esses desafios de forma holística, orientando-se pela teoria da comunicação, pode melhorar significativamente a colaboração e a eficiência em equipes ágeis.

Cucolaş e Russo (2023) realizaram um estudo de múltiplos métodos para investigar o impacto do trabalho em casa no sucesso de projetos de software baseados em Scrum durante a pandemia de COVID-19. A pesquisa foi dividida em duas fases: uma análise qualitativa por meio de entrevistas semiestruturadas com 12 profissionais de Scrum e uma pesquisa quantitativa com 138 engenheiros de software. Dentre os problemas identificados, destacam-se redução na qualidade da comunicação, dificuldades em manter a motivação da equipe, aumento de distrações e falta de engajamento em eventos virtuais do Scrum, como as reuniões diárias. Também houve ausência de limites claros entre vida pessoal e profissional, gerando excesso de trabalho e redução do bem-estar. As soluções propostas incluíram estender a duração das reuniões diárias do Scrum para melhorar a comunicação, além de introduzir ferramentas online estruturadas, como Jira e Trello, para manter a transparência no trabalho.

Butt et al. (2021) exploraram os efeitos da pandemia de COVID-19 no desenvolvimento ágil de software por meio de uma pesquisa que analisou o impacto em produtividade, coordenação, custos e interação com clientes. O estudo envolveu mais de 250 participantes de quatro empresas de software que utilizam metodologias ágeis. Os autores identificaram redução na coordenação da equipe devido ao trabalho remoto, aumento de custos e atrasos nos projetos, bem como queda na produtividade causada por problemas de saúde mental e estresse. Para enfrentar essas dificuldades, propuseram soluções específicas, tais como aprimorar as ferramentas de comunicação virtual, estabelecer rotinas estruturadas para reuniões remotas e promover programas de apoio à saúde mental, visando combater a queda de produtividade relacionada ao estresse.

Utilizando uma revisão sistemática da literatura, Ockiya e Lock (2024) investigaram fatores humanos que influenciam o sucesso ou fracasso de projetos de software remotos, com enfoque em ambientes ágeis. O estudo apontou desafios como falhas de comunicação, falta de confiança, diferenças culturais, dificuldades de coordenação e gestão de conhecimento insuficiente em equipes distribuídas. Também destacou problemas como lentidão nas respostas, sistemas de *feedback* ineficazes e ausência de interações informais que normalmente estimulam a colaboração em equipes presencialmente. Para solucionar esses entraves, os autores sugeriram aprimorar a comunicação por meio de protocolos estruturados e ferramentas de colaboração avançadas, construir confiança com iniciativas regulares de fortalecimento de equipe e abordar diferenças culturais por meio de progra-

mas de treinamento em diversidade.

Por meio de um estudo de caso em uma corporação multinacional, Aydin et al. Kahya e Seneler (2018) examinaram os efeitos das distâncias geográficas em equipes distribuídas de desenvolvimento ágil de software. A pesquisa destacou quatro principais dificuldades ao realizar entrevistas detalhadas com *stakeholders* e membros de equipe em diversas localidades: falta de espírito de equipe, problemas de coordenação, questões de confiança e contato presencial restrito. A colaboração foi impactada pela comunicação presencial limitada, dificultando o *feedback* e reduzindo oportunidades de conexão pessoal. A falta de encontros informais e atividades de fortalecimento da equipe resultou em ausência de espírito de grupo, prejudicando a coesão. Para superar esses obstáculos, os autores recomendaram intensificar o número de visitas presenciais, a fim de fortalecer os vínculos entre os membros e aumentar a confiança. Além disso, sugeriram atividades virtuais de fortalecimento de equipe que promovessem inclusão para todos.

Com ênfase na adaptação do Scrum durante a pandemia de COVID-19, Serruya e Deneckère (2023) realizaram um estudo de métodos mistos para investigar a viabilidade de abordagens ágeis em cenários de teletrabalho. O estudo incluiu uma análise da literatura, uma pesquisa com 35 profissionais de TI experientes em trabalho remoto e três entrevistas semiestruturadas com *scrum masters*. Os autores perceberam problemas como comunicação enfraquecida, dificuldade em manter a coesão da equipe, flexibilidade insuficiente nas cerimônias ágeis e a necessidade de ferramentas adequadas para suprir a falta de interação presencial. Para resolver essas dificuldades, eles propuseram o guia *T-Agile*, que descreve práticas recomendadas para o teletrabalho em ambientes ágeis. Entre essas práticas, estão a manutenção das cerimônias ágeis com maior flexibilidade, o uso aprimorado de ferramentas de gestão visual (por exemplo, Jira e Klaxoon), o estabelecimento de protocolos estruturados de comunicação online e a inserção de reuniões virtuais informais para o fortalecimento da equipe.

Utilizando *Grounded Theory*, Sithambaram, Nasir e Ahmad (2021) coletaram informações de 42 profissionais experientes por meio de pesquisas e entrevistas para investigar as dificuldades encontradas por praticantes de gerenciamento de projetos ágeis-híbridos. O estudo identificou 38 problemas, agrupados em quatro categorias: técnico, processo, pessoas e organizacional. Enquanto os problemas relacionados a pessoas incluíam falta de habilidades ágeis, trabalho em equipe deficiente e resistência a mudanças, os obstáculos organizacionais englobavam interferências políticas, incompatibilidade cultural com princípios ágeis e apoio de liderança insuficiente. A respeito dos processos, destacaram-se dificuldade no acompanhamento de progresso, rigidez e gerenciamento inadequado de escopo e requisitos. As dificuldades técnicas evidenciaram integração de ferramentas ineficiente e incompatibilidade entre requisitos do projeto e a metodologia empregada. Como medidas de mitigação, os autores sugeriram oferecer treinamentos especializados para suprir lacunas de habilidades e promover uma cultura favorável ao ágil por meio de envolvimento

contínuo. Para aprimorar processos, recomendaram documentação sistemática de escopo e requisitos, adoção de métodos híbridos adaptados às características específicas de cada projeto e melhoria da comunicação com protocolos definidos. Os desafios técnicos foram tratados com a adoção de ferramentas avançadas de colaboração e treinamentos para uso efetivo dessas soluções.

Com o objetivo de examinar problemas de comunicação em equipes ágeis de desenvolvimento distribuídas geograficamente e propor estratégias de enfrentamento, Alzoubi e Gill (2021) realizaram um estudo de caso. Doze participantes foram entrevistados por meio de entrevistas semiestruturadas, e houve acompanhamento por dois meses de observação em uma empresa de desenvolvimento de software com equipes distribuídas na Austrália, China e Índia. O estudo identificou seis grandes problemas: barreiras linguísticas, diferenças culturais, divergências de fuso horário, documentação insuficiente, capacidades pessoais distintas e métodos de comunicação inadequados. Como soluções, os autores sugeriram compartilhamento de conhecimentos multiculturais, treinamentos culturais e visitas regulares de intercâmbio de equipes para fomentar respeito e entendimento das diferenças culturais. Para lidar com divergências de fuso horário, recomendaram adaptações nos horários de trabalho e plataformas de comunicação assíncrona, como o Jira. O incentivo à proficiência em inglês, a oferta de cursos de idioma e a realização de reuniões com comunicação clara contribuíram para mitigar barreiras linguísticas. A eficácia de ferramentas foi aprimorada pelo uso de diversas soluções, atualizações frequentes e avaliação periódica dos sistemas de comunicação. Programas de treinamento e mentoria ajudaram a superar lacunas de habilidades pessoais, enquanto requisitos mais robustos de documentação garantiam alinhamento e compartilhamento de conhecimento entre equipes remotas.

Mite et al. Šmite et al. (2023) conduziram um estudo de métodos mistos para avaliar o impacto do trabalho em casa obrigatório durante a pandemia de COVID-19 sobre rotina e produtividade em uma empresa multinacional de software. Foram realizadas trinta entrevistas semiestruturadas para coleta de dados. Dentre os principais problemas apontados, destacaram-se a falta de ergonomia adequada em casa, a sobreposição entre vida pessoal e profissional que resultou em jornadas de trabalho mais extensas, redução de atividades físicas, diminuição de interações sociais e queda na comunicação espontânea. Esses problemas afetam a resolução de problemas e a coesão da equipe. Como contramedidas para a sobreposição entre trabalho e vida pessoal, os autores sugeriram criar “limites rígidos” para encerrar o expediente e encorajar rotinas que simulem a transição entre casa e escritório. Agendar regularmente atividades virtuais, como almoços em equipe, pausas para café e sessões de jogos, ajudou a compensar a diminuição de contatos sociais. Enquanto a gravação de conversas no Slack aprimorou a comunicação assíncrona para melhor compartilhamento de informações, ineficiências de resolução de problemas foram tratadas por meio de salas de vídeo abertas para sessões improvisadas. O estudo recomendou ainda a

criação de pautas detalhadas para otimizar a eficiência das reuniões e a adoção de um dia sem reuniões para reduzir a fadiga gerada por encontros frequentes.

Em um estudo de métodos mistos, Müller et al. (2023) analisaram as dificuldades de implementação do trabalho em casa durante os *lockdowns* de COVID-19, com foco em desenvolvedores de software de uma empresa de médio porte cujos funcionários migraram repentinamente do ambiente de escritório para o remoto. A pesquisa envolveu 15 entrevistas semiestruturadas e uma enquete quantitativa com 64 respondentes, avaliando questões de comunicação, trabalho em equipe, gestão e ferramentas. Dentre os principais obstáculos, foram identificados a perda de interação interpessoal, problemas de coordenação decorrentes de práticas de trabalho assíncronas, carência de ferramentas para colaboração remota e efeitos negativos na conciliação entre vida pessoal e profissional, provocados pela inexistência de fronteiras e pelo aumento da fadiga em reuniões. Além disso, observou-se que, em equipes competitivas ou altamente interdependentes, o processo de tomada de decisão tornou-se mais lento e a coesão foi prejudicada. Para lidar com esses desafios, os autores propuseram estratégias específicas. Em resposta à falta de interação presencial, recomendaram a realização de encontros presenciais pontuais e atividades sociais virtuais para preservar a coesão da equipe. Problemas de coordenação foram atenuados por meio de um equilíbrio entre comunicação síncrona e assíncrona, uso eficiente de Slack e Jira, além da instituição de dias sem reuniões para reduzir a carga cognitiva.

A Tabela 7 consolida, em um único quadro, o método de pesquisa, o tamanho da amostra e a principal contribuição dos treze artigos selecionados.

4.5 Categorização dos Desafios

Nos estudos selecionados, foram identificados temas recorrentes que possibilitaram a categorização dos desafios enfrentados por equipes ágeis no trabalho remoto. Para essa identificação, foi realizada uma análise qualitativa dos artigos, na qual foram extraídos trechos que descreviam dificuldades vivenciadas pelos profissionais e trechos que apresentavam recomendações ou soluções para mitigar esses problemas. A abordagem seguiu diretrizes utilizadas com categorização temática, nas quais os achados são organizados em categorias representativas para facilitar a síntese e a compreensão dos dados. Um exemplo de extração é exibido na Figura 10. A categorização foi realizada por meio de um processo de codificação aberta, conforme abordagem qualitativa descrita por Saldaña (2012).

Como resultado desse processo, foram definidas quatro categorias principais de desafios, detalhadas na Tabela 8. Essa tabela apresenta um resumo das principais dificuldades relatadas, juntamente com as soluções propostas para enfrentá-las.

Ao analisar as quatro categorias apresentadas, nota-se que a comunicação efetiva, o fortalecimento do trabalho em equipe, a atenção a fatores humanos e sociais, além de

Tabela 7 – Método, amostra, desafios e soluções relatados nos 13 estudos analisados

ID	Método	Amostra	Desafios principais	Soluções / Recomendações
P01	Survey transversal on-line	127 profissionais	Falhas de comunicação, perda de linguagem corporal, desmotivação, overload, integração fraca de ferramentas	Reuniões virtuais frequentes, integração de ferramentas, treinamentos, monitoria de progresso.
P02	Revisão sistemática (PRISMA)	15 estudos	Menor interação social, coordenação difícil, falta de confiança, dailies extensas, acesso restrito a ferramentas	Canais claros (Teams/Slack), dinâmicas sociais virtuais, treinamentos, quadros virtuais e agendas objetivas.
P03	Estudo de caso	12 membros (2 equipes)	Redução de socialização, onboarding lento, infraestrutura híbrida limitada	Workshops virtuais; encontros presenciais periódicos para problemas complexos e coesão.
P04	Revisão + survey	53 profissionais	Diferenças de fuso, falta de confiança, infraestrutura de comunicação precária, equipes pouco coesas	Comunicação mais frequente, sessões de <i>brainstorm</i> , decisões por consenso.
P05	Entrevistas semiestruturadas (12) + survey on-line (138)	150 participantes	Comunicação frágil, distrações, baixa participação em eventos Scrum, confusão vida-trabalho	Daily mais longa, uso disciplinado de Jira/Trello, horários rígidos de expediente.
P06	Survey multi-empresa	250+ participantes	Coordenação fraca, custos/atrasos, queda de produtividade por estresse	Ferramentas de comunicação melhores, rotinas padronizadas, programas de saúde mental.
P07	Revisão sistemática	66 publicações	Falta de confiança, diferenças culturais, feedback lento, ausência de interações informais	Protocolos de comunicação, team-building, capacitação em diversidade cultural.
P08	Estudo de caso (entrevistas)	18 Stakeholders	Falta de espírito de equipe, coordenação difícil, confiança limitada	Visitas presenciais, dinâmicas virtuais inclusivas de coesão.
P09	Análise de literatura + survey (35) + entrevistas semiestruturadas (3)	38 respondentes	Comunicação fraca, cerimônias inflexíveis, ferramentas inadequadas	Guia <i>T-Agile</i> : cerimônias flexíveis, quadros visuais, protocolos online, encontros informais.
P10	Grounded Theory (survey + entrevistas)	42 profissionais	38 problemas em técnica, processo, pessoas e organização	Treinamentos, envolvimento de liderança, documentação de escopo, métodos híbridos, ferramentas colaborativas.
P11	Estudo de caso + observação	12 membros	Barreiras linguísticas/culturais, fuso horário, documentação escassa	Treinamento cultural, sobreposição de horários, plataformas assíncronas e documentação planejada.
P12	Entrevistas semiestruturadas (30) + observação das rotinas de WFH	30 participantes	Ergonomia precária, sobreposição vida-trabalho, menor interação social	Limites de expediente, rotinas de “deslocamento”, eventos sociais on-line, canais assíncronos gravados, “dia sem reunião”.
P13	Entrevistas semiestruturadas (15) + survey on-line (64)	79 participantes	Perda de interação, coordenação lenta, fadiga de reunião, equilíbrio vida-trabalho frágil	Encontros presenciais pontuais, mix síncrono/assíncrono, Slack/Jira eficaz, dias sem reunião, eventos sociais virtuais.

Fonte: elaborado pelo autor.

uma gestão mais transparente e eficiente, são fatores que ajudam a mitigar os desafios enfrentados em cenários de trabalho remoto entre os profissionais de desenvolvimento de software. As soluções propostas incluem tanto práticas para otimizar a colaboração virtual e reduzir a sobrecarga de reuniões quanto ações mais abrangentes, envolvendo cuidados com a saúde mental, definição de limites claros entre vida pessoal e profissional e adoção de políticas de trabalho flexíveis.

Os resultados apresentados neste capítulo embasam a definição dos requisitos para

Figura 10 – Exemplo de categorização dos desafios

Some practitioners mentioned difficulties or challenges, related to behavioral aspects, such as lack of eye contact with colleagues, lack of body language perception, lack of human contact, lack of interaction between team members, and lack of team motivation. Regarding the alternatives to mitigate the challenges and difficulties encountered during the WFH, some practitioners suggested some solutions: larger interaction between the platforms and tools used; more frequent meetings and discussions; periodic reports; creation of routines; more accessible working protocols; greater amount of training; coaching, with closer monitoring of workers; compliance and commitment with meeting schedules; respect working hours.

Fonte: CANEDO et al., 2023.

Categoria: Comunicação & Colaboração.

Desafio: Perda de sinais visuais e falta de interações informais

Soluções: Videoconferências interativas, ferramentas colaborativas e reuniões curtas para melhorar engajamento e alinhamento.

Fonte: elaborado pelo autor.

ambientes virtuais de metaverso a serem propostos no próximo capítulo. Esses ambientes devem integrar soluções para melhorar a interação social, otimizar a comunicação e facilitar a gestão de equipes distribuídas, atendendo às demandas do trabalho remoto em desenvolvimento de software. No próximo capítulo, com base nas categorias identificadas nesse estudo, serão apresentados os requisitos para a criação desses ambientes, alinhando suas funcionalidades às necessidades das equipes ágeis no contexto do metaverso.

Tabela 8 – Categorias e soluções identificadas nos estudos selecionados

Desafios	Soluções
Comunicação & Colaboração	
Perda de sinais visuais, sobrecarga de comunicação, falta de interações informais, complexidades de integração de novos membros.	Perda de presença física: implementar videoconferências de alta fidelidade ou expressões baseadas em avatares realistas. Sobrecarga de reuniões: introduzir atualizações assíncronas ou sessões em grupos menores para reduzir a fadiga em reuniões.
Dinâmica de Trabalho em Equipe	
Engajamento reduzido em cerimônias, compartilhamento limitado de conhecimento, espírito de equipe enfraquecido.	Baixo engajamento: dividir em subequipes menores, adotar técnicas de gamificação. Compartilhamento limitado de conhecimento: Utilizar eventos de espaço aberto virtual ou sessões de programação em dupla.
Fatores Humanos & Sociais	
Isolamento, problemas de equilíbrio entre vida pessoal e profissional, dificuldade de expressar sentimentos, diferenças socioculturais,	Isolamento: incentivar encontros virtuais sociais, agendar <i>check-ins</i> regulares. Desequilíbrio entre vida pessoal e profissional: estabelecer limites claros, implementar políticas flexíveis.
Gestão & Eficiência	
Transparência no planejamento, produtividade <i>vs.</i> confiança, sobrecarga de coordenação, distrações em ambientes remotos.	Perda de confiança/coordenação: enfatizar painéis de projeto transparentes. Distrações em reuniões remotas: fornecer diretrizes para espaços de trabalho dedicados, oferecer treinamento em gerenciamento de tempo.

Fonte: elaborado pelo autor.

Capítulo 5

Metaverso Como Ambiente de Trabalho

Neste capítulo, é apresentada a proposta de requisitos de design para utilização do metaverso como ambiente de trabalho para times de software que utilizam Métodos Ágeis. O objetivo é fornecer requisitos de alto nível que possam ser utilizados como base de apoio ao desenvolvimento de ambientes virtuais adaptados para esses profissionais.

5.1 Conexão do Metaverso aos Desafios

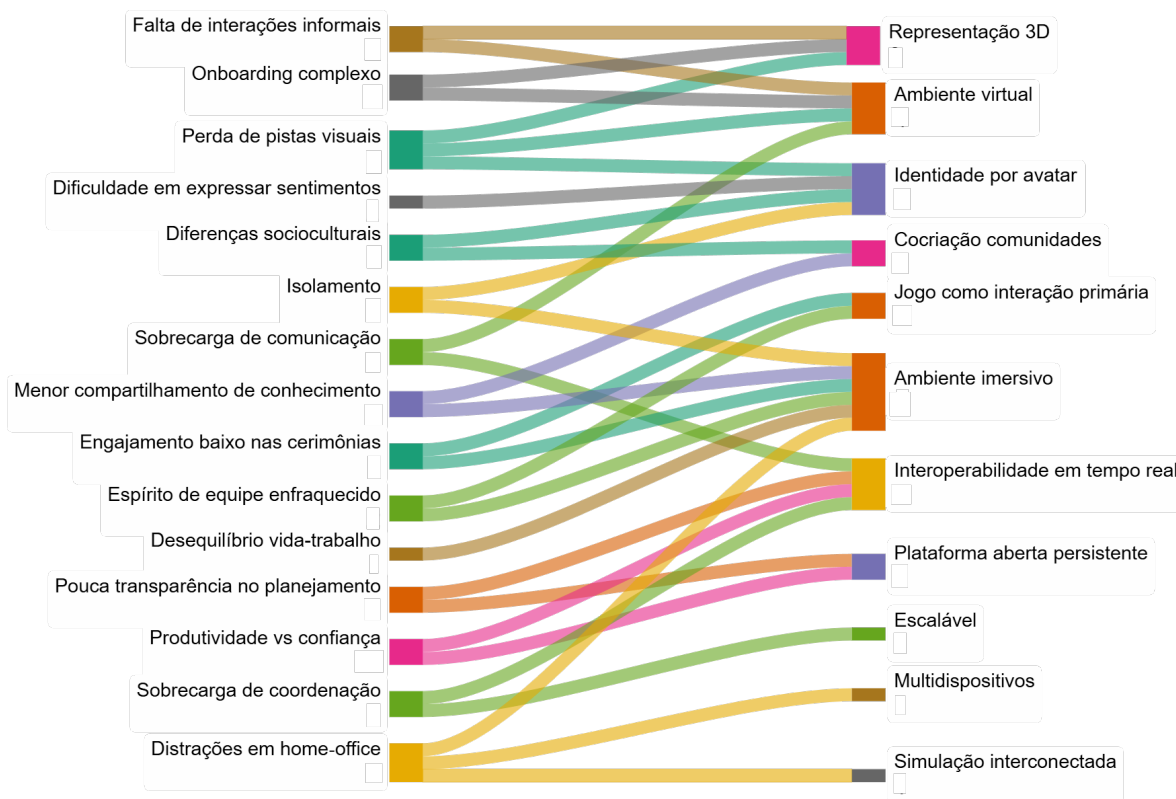
Com base nos desafios apresentados no Capítulo 4 e no estudo prévio sobre o metaverso descrito no Capítulo 3, foi examinado como o metaverso pode servir como um ambiente para o trabalho em equipe ágil de desenvolvimento de software. No estudo exploratório, foi analisada uma série de *podcasts* que apresentavam diversos profissionais envolvidos no ecossistema do metaverso. Por meio de uma análise qualitativa, utilizando técnicas de codificação, foram identificados três temas principais, com características associadas que definem o metaverso: capacidades tecnológicas, recursos de infraestrutura e aspectos sociais e econômicos.

Em seguida, cada desafio identificado (segunda coluna na Tabela 8) foi relacionado às características relevantes do metaverso a partir do trabalho anterior. Por exemplo, os desafios “*Loss of physical cues*” ou “*Team isolation*” foram vinculados a características do metaverso, como “*Immersive environment*”, “*Avatar identity*” ou “*Real-time interoperability*”. Esse mapeamento foi elaborado para identificar quais características do metaverso poderiam solucionar questões no trabalho de equipes ágeis distribuídas.

A Tabela 9 ilustra o mapeamento final para cada categoria identificada. Os parágrafos a seguir detalham os resultados.

Uma mesma característica do metaverso pode atuar sobre vários desafios simultaneamente, conforme apresentado na Figura 11, na Figura é exibido um fluxo que relaciona os desafios enfrentados por equipes ágeis remotas (à esquerda) às características do metaverso (à direita) que podem atuar como mecanismos de mitigação. Por exemplo, a identidade por avatar aparece tanto na mitigação da perda de pistas visuais quanto no combate ao isolamento e às diferenças socioculturais, enquanto a interoperabilidade em tempo real contribui para reduzir sobrecarga de comunicação e para aumentar a transparência do planejamento.

Figura 11 – Fluxos de mitigação entre desafios remotos e características do metaverso.



Fonte: elaborado pelo autor.

A comunicação e a colaboração em equipes distribuídas são prejudicadas pela *perda de pistas visuais* e pela *ausência de interações informais*. O metaverso pode mitigar esses problemas com o uso de *avatars de alta fidelidade* e *representações tridimensionais*, restaurando sinais não verbais (YIGITBAS et al., 2023). Além disso, a *interoperabilidade em tempo real* permite tanto *interações síncronas* quanto *atualizações assíncronas*, enquanto os *ambientes imersivos* criam oportunidades para *encontros informais* e integração mais natural entre os membros da equipe.

A dinâmica de trabalho em equipe é impactada negativamente pela *redução do engajamento em cerimônias ágeis*, pelo *compartilhamento limitado de conhecimento* e pelo *enfraquecimento do espírito de equipe*. *Ambientes imersivos* podem aumentar a participação, promovendo uma sensação mais próxima da presencialidade (ZHU et al., 2023). Além disso, a *gamificação de interações* e a *cocriação de espaços virtuais* entre comunidades técnicas e não técnicas favorecem a colaboração e fortalecem o engajamento da equipe.

Fatores humanos e sociais, como *isolamento* e *desequilíbrio entre vida pessoal e profissional*, são desafios comuns no trabalho remoto (??). O uso de *avatars personalizados* permite novas formas de expressão e interação social, reduzindo o *isolamento*. *Ambientes imersivos* recriam espaços informais de socialização, possibilitando *interações naturais*. A *cocriação de experiências* também pode ajudar a superar *barreiras culturais*, promovendo um ambiente inclusivo e diversificado.

Na gestão e eficiência, a *falta de transparência no planejamento* e as dificuldades de *coordenação de atividades* são desafios relevantes no contexto remoto. O metaverso pode auxiliar por meio da *integração de plataformas abertas e persistentes*, possibilitando o *rastreamento contínuo de métricas ágeis*. A *escalabilidade* e o *acesso por múltiplos dispositivos* facilitam a participação de membros da equipe, enquanto a *interconectividade* e as *simulações integradas* melhoram a organização e o acompanhamento do progresso das tarefas.

5.2 Proposta de Requisitos de Design

Os requisitos de design são diretrizes que orientam a concepção de um sistema, assegurando que suas funcionalidades atendam às necessidades dos usuários e aos objetivos do projeto. Segundo Song (2017), requisitos de design descrevem as características e restrições que uma solução deve apresentar para oferecer uma experiência eficaz, eficiente e satisfatória para seus usuários. Esses requisitos podem abranger aspectos técnicos, ergonômicos, cognitivos e sociais, influenciando diretamente a usabilidade e a adoção da tecnologia. No contexto desta pesquisa, os requisitos de design foram estabelecidos com base nas conexões entre os desafios identificados e as características do metaverso (ver Tabela 4). Foi estabelecido um conjunto de requisitos de design para apoiar o desenvolvimento de um ambiente de metaverso voltado para as cerimônias do Scrum e seus artefatos. O Scrum, um *framework* ágil projetado para gerenciamento iterativo e incremental de projetos, organiza seu processo em torno de cerimônias que garantem alinhamento e monitoramento do progresso (ABRAHAMSSON; OZA; SIPONEN, 2010).

Os requisitos foram propostos com base em um processo de codificação inferencial. A codificação inferencial é um método utilizado em pesquisa qualitativa para extrair percepções ou temas a partir dos dados, interpretando significados, padrões ou relações

subjacentes (SALDAÑA, 2012). Por exemplo, um dos desafios identificados nos dados foi a "dificuldade em manter o engajamento e a coesão da equipe em ambientes remotos". A partir desse desafio, inferiu-se que fomentar o engajamento requer que os ambientes virtuais simulem os aspectos sociais e colaborativos das interações presenciais (PAZAKOU; MYSTAKIDIS; KAZANIDIS, 2025). Essa inferência levou à formulação de requisitos como *Atividades virtuais para construção de equipes* e *Presença fiel e personalizada*.

A proposta não se limita a uma plataforma específica de desenvolvimento para o metaverso, mas apresenta requisitos que orientam a criação de ambientes virtuais voltados a equipes remotas de desenvolvimento de software.

Os requisitos são divididos em duas categorias: requisitos transversais e requisitos específicos para cerimônias do Scrum. Na Tabela 10, inicialmente são apresentados os requisitos transversais. Esses requisitos de design devem ser integrados de maneira consistente em toda a plataforma, independentemente da cerimônia ou sessão específica. O objetivo é aprimorar a imersão do usuário e ajudar a mitigar desafios, como a sensação de isolamento.

A Tabela 11 apresenta as cerimônias do Scrum e seus requisitos de alto nível. Como esses requisitos variam conforme o tipo de cerimônia, devido a suas particularidades, recomenda-se utilizar um ambiente virtual projetado para cada situação.

Os requisitos relacionados aos artefatos do Scrum são descritos a seguir na Tabela 12. Cada artefato foi proposto voltado a garantir a melhora da visibilidade, colaboração e alinhamento dos profissionais dentro do ambiente virtual.

Tabela 9 – Mapeamento entre desafios de equipes ágeis remotas e características do metaverso

Desafio observado	Característica do metaverso	Limitação técnica de hardware
Perda de pistas visuais	Avatar com captura facial e rastreamento corporal	Avatares fotorrealistas exigem HMDs com câmeras e sensores de face-tracking, GPU dedicada e maior largura de banda, aumentando carga do servidor e latência.
Sobrecarga de comunicação síncrona	Interoperabilidade em tempo real (chat, voz, quadros)	Sincronização de voz e vídeo depende de rede de baixa latência; picos de usuários podem sobrecarregar servidores, gerando cortes de áudio
Ausência de interações informais	Ambientes imersivos com “áreas de café”	Salas virtuais concorrentes requerem balanceamento de carga para manter FPS; sem otimização, ocorre travamentos de conexão durante encontros espontâneos
<i>Onboarding</i> complexo de novos membros	Representação 3D persistente do fluxo de trabalho	Cenários complexos aumentam o tempo de download e o uso de GPU na primeira entrada, prejudicando usuários com hardware limitado
Desengajamento nas cerimônias	Experiência lúdica (medalhas, feedback visual)	Elementos gamificados e animações em tempo real geram picos de GPU e podem reduzir a taxa de quadros em máquinas de entrada
Menor compartilhamento de conhecimento tácito	Cocriação 3D síncrona (quadro branco, gravação)	Sincronização de superfícies de desenho em alta frequência demanda banda constante; gravações aumentam uso de disco e largura de banda
Espírito de equipe enfraquecido	Eventos sociais virtuais (<i>happy-hours</i> , minigames)	Múltiplos avatares e objetos interativos elevam o tráfego de rede e o consumo de GPU, afetando a responsividade
Sensação de isolamento social	Áudio espacial que simula proximidade física	Processamento de áudio 3D requer fones compatíveis e CPU/GPU para reprodução do áudio. Dificuldade de expressar emoções
Avatar altamente personalizável com expressões	Animações faciais precisas demandam sensores adicionais.	
Diferenças socioculturais	Multidispositivo com tradução automática em tempo real	Tradução em nuvem adiciona latência; dispositivos móveis podem não suportar o processamento local de IA.
Pouca transparência no planejamento	Artefatos Scrum persistentes (backlog kanban 3D)	Atualizações concorrentes em artefatos 3D exigem mecanismo de lock e replicação em tempo real; sem otimização ocorrem atrasos de renderização.
Distrações no home-office	Imersão isolada via HMD que reduz estímulos externos	Uso prolongado de HMD pode causar fadiga ocular e sobreaquecimento; baterias limitam sessões longas, requerendo pausas.

Fonte: Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 10 – Requisitos transversais

Categoria	Requisito	Descrição	Exemplo
Infra-estrutura técnica	Conectividade estável	Garantir uma infraestrutura de rede de alto desempenho, possibilitando interações virtuais sincronizadas.	Uma rede que ofereça baixa latência (menos de 30 ms) e alta largura de banda (acima de 100 Mbps).
	Acessibilidade de multidispositivos	Garantir compatibilidade com PCs, tablets e <i>headsets</i> de RV, promovendo inclusão entre os membros da equipe.	Uma plataforma de metaverso compatível com diferentes sistemas operacionais e dispositivos, sincronizando dados entre esses aparelhos.
	Áudio espacial	Implementar áudio em 360 graus para criar um ambiente sonoro imersivo, facilitando a identificação da fonte e da proximidade de falas ou sons.	Cada participante ouve os demais de acordo com a posição virtual de cada um, aumentando a sensação de imersão.
	Ambientes imersivos de foco	Criar espaços virtuais projetados para ampliar foco e engajamento nas tarefas, aproveitando <i>headsets</i> de RV para alta imersão.	Um espaço de trabalho virtual acessível via HMD, com objetos em alta qualidade de textura.
Engajamento e fortalecimento de equipe	Atividades virtuais de fortalecimento de equipe	Promover regularmente eventos sociais ou jogos interativos no metaverso para aumentar engajamento e senso de pertencimento.	Uma competição colaborativa em que equipes constroem um objeto virtual, estimulando comunicação e trabalho em conjunto.
	Presença fiel e personalizada	Fornecer representação visual precisa por meio de <i>webcam</i> ou avatares 3D minimamente realistas.	Avatares com modelagem facial e corporal baseada em escaneamento ou ajustes manuais que reflitam características físicas dos usuários.
	Ambientes de trabalho personalizáveis	Permitir a customização do ambiente virtual para atender preferências individuais e demandas específicas de trabalho.	Criação de salas com <i>layouts</i> , cores e objetos ajustáveis escolhidos pelos usuários.

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 11 – Requisitos de cerimônias do Scrum

Cerimônia do Scrum	Requisito	Exemplo
<i>Sprint planning</i>	Sala virtual para planejamento colaborativo com manipulação visual do <i>backlog</i> e ferramentas de estimativa integradas.	Um ambiente 3D no qual membros arrastam histórias de usuário para priorizá-las e utilizam <i>Planning poker</i> representado por cartas virtuais ou dados interativos.
<i>Daily Scrum</i>	Espaço virtual otimizado para reuniões rápidas, com status visual das tarefas e atualizações de progresso integradas.	Uma sala na qual avatares exibem atualizações de progresso em painéis virtuais, destacando tarefas principais em um painel central.
<i>Sprint review</i>	Sala para demonstração e validação de incrementos, com <i>feedback</i> imediato e suporte para apresentação de slides sincronizados.	Um espaço no qual slides são apresentados em tempo real aos <i>stakeholders</i> , com interação direta com protótipos de software durante a apresentação.
<i>Sprint retrospective</i>	Ambiente personalizado para análise de melhoria contínua, com suporte para <i>feedback</i> visual interativo.	Uma sala simulando um café virtual com painéis para <i>feedback</i> categorizado, como "Funcionou Bem" e "Precisa Melhorar".

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 12 – Requisitos de design para os artefatos do Scrum no ambiente virtual

Artefato	Requisito de design
Backlog do produto	Utilização de um quadro persistente e interativo que possibilite a organização e priorização dinâmica dos itens. Deve possibilitar que os membros da equipe arrastem, editem e reordenem tarefas em tempo real, garantindo visibilidade contínua e refinamento do escopo do projeto.
Sprint backlog	Implementação de uma representação visual das tarefas em formato de kanban, categorizadas em colunas como "A Fazer", "Em Andamento" e "Concluído". Deve incluir indicadores do tempo alocado para cada etapa, proporcionando um acompanhamento claro do progresso do <i>sprint</i> .
Incremento do produto	Apresentação do incremento do produto em um ambiente virtual que permita aos <i>stakeholders</i> avaliar e testar os incrementos em cenários controlados. Deve incluir simulações e apresentações interativas para validação prática dos incrementos.
Planning poker	Implementação de uma ferramenta de estimativa baseada em cartas virtuais ou dados interativos tridimensionais (MAHNIČ; HOVELJA, 2012). Inspirado em Mahnič e Hovelja (2012), esse recurso deve permitir que os membros da equipe votem privadamente nas estimativas de esforço e revelem suas escolhas simultaneamente, garantindo uma tomada de decisão imparcial e colaborativa.

Fonte: elaborado pelo autor.

5.3 Prototipação

Nesta seção, é apresentada uma prova de conceito desenvolvida para validar a aplicabilidade dos requisitos definidos na Seção 5.2. O objetivo desta etapa é o desenvolvimento prático de um ambiente virtual a partir dos requisitos propostos, que será utilizado para avaliação com profissionais.

Para a criação de um protótipo que auxilie a validar a proposta de uso de metaverso em cerimônias de desenvolvimento de software, foi considerada a análise de plataformas que ofereçam soluções já estabelecidas, conforme apresentado na subseção 2.1.2.2. Nesse processo, também foi escolhida a criação de um protótipo em que tecnicamente fosse possível usar um dispositivo *Head-Mounted Display* (HMD), buscando proporcionar imersão e realismo à experiência, com o objetivo de ampliar o senso de presença e interação entre os participantes (GRASSINI; LAUMANN; LUZI, 2021).

Para alcançar o objetivo desta seção, optou-se pela seleção de uma das cerimônias ágeis, juntamente com seus artefatos, que possui as características necessárias para ser executada de forma semelhante ao modelo presencial. Entre as cerimônias do Scrum, o *Sprint planning* foi escolhido devido à possibilidade de avaliar a interação e a colaboração sem exigir um conhecimento prévio extenso sobre o projeto ou a empresa, possibilitando que o foco estivesse nos elementos disponíveis no cenário. Em contrapartida, cerimônias como a *Sprint retrospective* e a *Sprint review* geralmente requerem um conhecimento detalhado sobre o trabalho concluído e o desempenho coletivo, o que poderia limitar o envolvimento de *stakeholders* menos familiarizados com o contexto. Além disso, a *Daily Scrum* foi desconsiderada devido à sua curta duração, geralmente não envolvendo artefatos de uso específico.

Adicionalmente, para possibilitar a realização dessa cerimônia no metaverso, desenvolveu-se um ambiente capaz de reproduzir a dinâmica típica de planejamento. Nesse espaço virtual, os participantes podem interagir com objetos em três dimensões, mover cartões de história de usuário e priorizar tarefas em quadros digitais. A intenção é avaliar se o ambiente imersivo favorece o engajamento e a tomada de decisões de forma semelhante à prática presencial.

5.3.1 Seleção de plataforma

Para a escolha da plataforma para a prototipação, foi realizada uma comparação com a aplicabilidade dos requisitos transversais, descritos na Tabela 9. Esses requisitos asseguram que a plataforma escolhida possa suportar as necessidades de imersão, interação e comunicação dos times de Scrum em ambiente virtual. Os requisitos analisados incluem a possibilidade de um avatar personalizado; comunicação de alta qualidade, referindo-se à capacidade da plataforma de oferecer um canal de troca de informações síncrono e imersivo, com suporte a diferentes modalidades de comunicação (voz, chat e gestos); além

da interação em tempo real e com objetos. A Tabela 13 apresenta uma comparação do desenvolvimento dos requisitos entre as três plataformas de criação de ambientes virtuais: VRChat, Spatial e Decentraland.

Tabela 13 – Comparação das plataformas em relação aos requisitos propostos

Requisito transversal	Spatial	VRChat	Decentraland
Conectividade es-tável	Mantém servidores de uso corporativo pago, com suporte a reuniões de pequeno e médio porte.	Oferece servidores e permite a criação de instâncias personalizadas; a estabilidade varia conforme a capacidade e a localização do servidor escolhido.	Baseada em rede descentralizada, com variação de estabilidade de acordo com o tráfego.
Acessibilidade por multidispositivos	Compatível com navegadores, dispositivos móveis, <i>desktops</i> e HMD populares.	Disponível para <i>desktop</i> , HMD e dispositivos móveis.	Navegadores de <i>desktop</i> ; conta com suporte experimental a HMD, não consolidado.
Áudio espacial	Inclui áudio direcional.	Fornece áudio 3D com rastreamento de posição.	Possui áudio estéreo.
Ambientes imersivos de foco	Disponibiliza ambientes virtuais pré-configurados, com opções de criação e personalização via <i>devkit</i> , limitado a arquivos menores de 100 MB.	Disponibiliza e permite a criação de ambientes via <i>devkit</i> de desenvolvimento, permite limite de tamanho de arquivo de até 900 MB.	Apoia a exploração e a criação de ambientes virtuais, com limite definido com base no usuário. Permite a criação via <i>SDK</i>
Atividades virtuais de fortalecimento de equipe	Oferece ferramentas básicas de colaboração (por exemplo, quadros compartilhados), sem ênfase em jogos ou dinâmicas lúdicas.	Inclui atividades criadas pela comunidade, com suporte a criação de jogos interativos e eventos.	Concentra-se em eventos e negociações de itens digitais, com foco em interação social associada a criptoativos.
Presença fiel e personalizada	Conta com avatares formais e possibilidade de criação com arquivos 3D de até 100 MB.	Dispõe de avatares com alto nível de detalhamento, possibilidade de rastreamento de movimento e criação de avatares com arquivos 3D de até 500 MB.	Fornece avatares pré-definidos integrados a <i>Non-Fungible Tokens</i> (NFTs), com limitação de expressões em tempo real.
Ambientes de trabalho personalizáveis	Oferece modelos pré-definidos com escopo restrito de edição de objetos.	Apresenta alto grau de customização por meio de <i>devkit</i> , permitindo criação de ambientes de trabalho personalizados.	Depende da aquisição de terrenos virtuais e conhecimento em ferramentas baseadas em <i>blockchain</i> para manipulação de ambientes.

Fonte: elaborado pelo autor.

Ao comparar as plataformas com base nos requisitos transversais descritos na Tabela 10, o Spatial¹ atende a necessidades corporativas, mantendo foco em reuniões de pequeno

¹ <https://www.spatial.io/>

e médio porte. O nível de customização de ambientes e a variedade de atividades de fortalecimento de equipe são limitados, mas a plataforma entrega acessibilidade em navegadores, *desktops* e dispositivos HMD, o que facilita a adoção em contextos empresariais que priorizam praticidade.

O VRChat² se destaca pelo suporte a recursos de imersão e áudio 3D, além de permitir criação e edição de cenários com base na plataforma Unity. Essa flexibilidade facilita a configuração de ambientes virtuais personalizados para atividades de trabalho e interação social. Possui suporte a dispositivos com rastreamento corporal e customização de avatares, auxiliando em promover maior sensação de presença, alinhando-se a requisitos que demandam interações imersivas isoladas e dinâmicas entre os membros da equipe.

Já o Decentraland³ se concentra em eventos vinculados a criptoativos, oferecendo terrenos virtuais gerenciados por meio de *blockchain*. Foco voltado para transações digitais e experiências sociais ligadas ao conceito de NFT. A plataforma suporta navegadores e experimenta uso de dispositivos HMD, porém esse recurso não está completamente estabelecido.

Diante dessa análise, optou-se por utilizar o VRChat como base para o protótipo, pois proporciona maior liberdade de criação de ambientes, suporte nativo a dispositivos HMD, áudio espacial e possibilidade de criação de atividades que contribuem principalmente para o fortalecimento de equipe, atendendo aos requisitos transversais.

5.3.2 Kit de desenvolvimento

O VRChat disponibiliza um *Software Development Kit* (SDK) para a criação de ambientes e funcionalidades lógicas, utilizando o motor de desenvolvimento Unity. O SDK é um conjunto de ferramentas e bibliotecas que oferece recursos prontos para a implementação de funcionalidades específicas, simplificando o processo de desenvolvimento. No caso do VRChat, esse *framework* contém *scripts*, componentes e exemplos que auxiliam na construção de ambientes virtuais, na interação de objetos, na definição de avatares e na configuração de comportamentos.

Para desenvolver um ambiente dentro do VRChat, é necessário importar o SDK em um projeto Unity, criar e editar cenas com recursos visuais, sonoros e lógicos. O VRChat estabelece restrições de tamanho para cada tipo de compilação, diferenciando os limites entre a versão para *desktop* e a versão destinada ao sistema operacional Android. Este é empregado por dispositivos de realidade virtual autônomos, chamados de *standalone*; esses aparelhos não dependem de um computador ou console externo para executar o ambiente virtual, pois contam com o hardware (processamento, armazenamento e sensores) integrado ao próprio dispositivo (INC, V., 2024), (GRASSINI; LAUMANN; LUZI, 2021).

² <https://www.vrchat.com>

³ <https://decentraland.org/>

A documentação oficial do VRChat descreve as orientações para as etapas de desenvolvimento de funcionalidades na Unity. O SDK já inclui mecanismos pré-implementados para a sincronização de usuários em tempo real, áudio espacial, comunicação de voz em tempo real, manipulação de objetos por meio dos controles e movimentação dos usuários no ambiente. Essa abordagem escolhida reduz a complexidade do desenvolvimento, pois dispensa parte das implementações de baixo nível, fornecendo agilidade na construção do protótipo.

5.3.3 Avatares

O uso de avatares é um dos aspectos importantes que compõem a imersão e a interação dentro do ambiente virtual, especialmente no contexto de metaverso (PAN; STEED, 2017). Embora o VRChat permita a utilização de avatares personalizados, não oferece ferramentas nativas para a criação desses avatares, exigindo o uso de soluções externas. Conforme descrito no Capítulo 5 com a proposta de requisitos, a personalização e a representação dos usuários são importantes para promover uma experiência imersiva (ASEERI; INTERRANTE, 2018), auxiliando no senso de presença, na comunicação e na colaboração entre os membros da equipe (YIGITBAS; KALTSCHMIDT, 2024).

Para atender a essa necessidade, foi realizada uma busca por plataformas que permitissem a criação de avatares com alta fidelidade, desenvolvidos com base na aparência física dos usuários. A plataforma *Avaturn*⁴ foi selecionada devido à sua capacidade de gerar avatares personalizados a partir de fotos dos usuários. Essa funcionalidade garante que os avatares não apenas se assemelhem visualmente aos usuários, mas também possam ser customizados de acordo com preferências individuais. Para a criação do avatar na plataforma, é necessário o envio de três fotos: de frente, de lado esquerdo e de lado direito.

A plataforma fornece a disponibilidade de customização do avatar quanto a características do avatar. Além disso, fornece o download do modelo tridimensional, permitindo o uso externo dos avatares criados na plataforma, possibilitando integração com plataformas que suportem a importação de modelos tridimensional, incluindo o VRChat.

A utilização de avatares personalizados mantém a consistência visual e a imersão no ambiente do metaverso, aprimorando a experiência dos usuários e facilitando a interação (YIGITBAS; KALTSCHMIDT, 2024). A escolha de utilização dos avatares através da plataforma *Avaturn*, portanto, é realizada com o objetivo de atender o requisito da Tabela 5 **Presença fiel e personalizada**, possibilitando que a experiência no metaverso tenha autenticidade e engajamento (SEYMOUR et al., 2021).

Após a geração do avatar, realizou-se o download do arquivo 3D e sua importação no ambiente de desenvolvimento através do Unity com o SDK do VRChat, no qual foram

⁴ <https://avaturn.me/>

configurados o mapeamento de texturas e o esqueleto. Em seguida, o avatar foi carregado para a plataforma, respeitando as distinções do pacote de software do VRChat: uma versão voltada ao uso em *desktop* e outra destinada a dispositivos móveis HMD que utilizam Android. Nessa última, ocorre uma limitação na qualidade das texturas tanto de cenários quanto de avatares, demandando a redução da resolução das texturas do arquivo para se adequar ao desempenho exigido pelos HMDs. As Figuras 12 e 13 exibem a textura do avatar antes e após a redução de qualidade de textura para a versão Android. A redução de qualidade foi realizada no software *Blender*⁵.

Figura 12 – Avatar original gerado



Fonte: elaborado pelo autor.

5.3.4 Protótipo do ambiente de trabalho

O protótipo representou a criação de um escritório virtual, apresentado na Figura 14. O ambiente incluiu artefatos usualmente adotados nessa cerimônia, como um quadro kanban para organizar tarefas, histórias de usuário para detalhar e gerenciar requisitos e um sistema de *planning poker* para estimar o tempo necessário à conclusão das histórias de usuário. No centro da sala, foram dispostas uma mesa virtual de reunião e cadeiras (ver Figura 14 - item A), configurando a área principal de discussão.

⁵ <https://www.blender.org/>

Figura 13 – Avatar após adequações

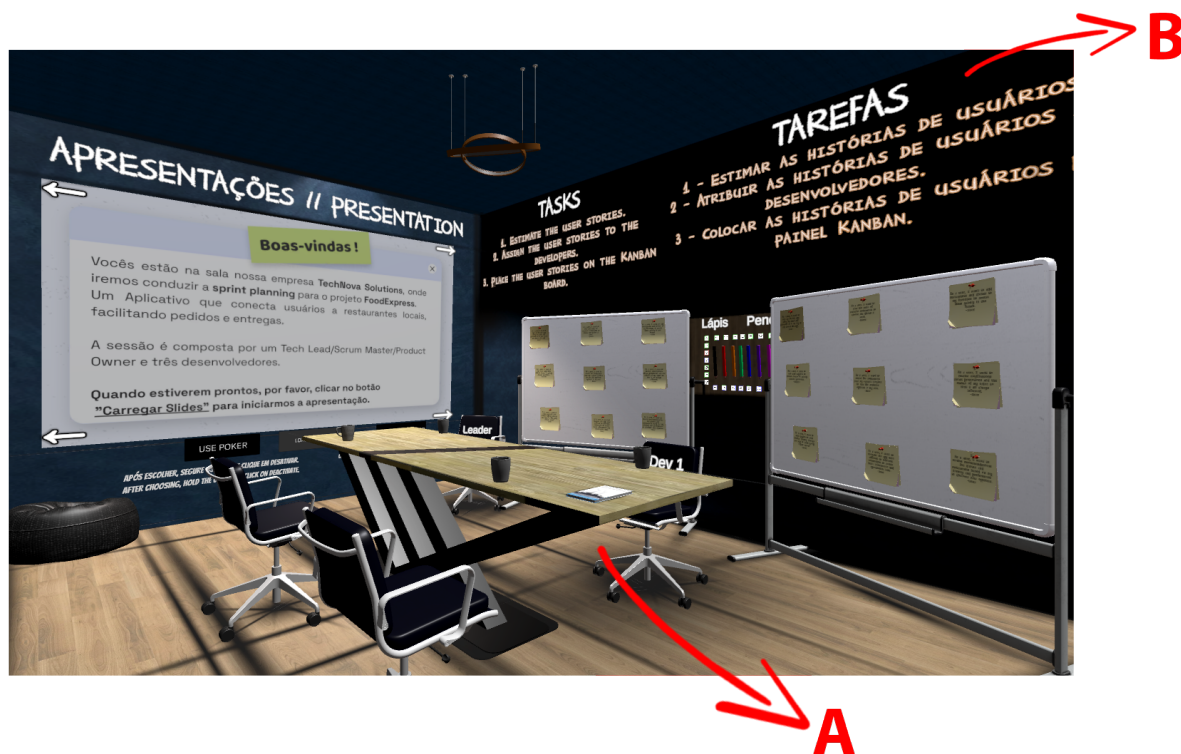


Fonte: elaborado pelo autor.

Foi simulado um projeto fictício voltado ao desenvolvimento de um aplicativo para entregas de restaurante. O conjunto de informações presentes nas histórias de usuário e no sistema de apresentação foi definido de acordo com esse projeto. As paredes do ambiente da Figura 14 - item B exibiram instruções que orientaram os participantes e forneceram suporte para o cumprimento dos objetivos da avaliação: (1) estimar as histórias de usuários; (2) atribuir as histórias aos desenvolvedores; e (3) inserir essas histórias no quadro kanban. Na Figura 15, o ambiente é exibido em outro ângulo. As hashtags nas paredes (ver Figura 15 - item C), como #criatividade, #scrum e #planejamento, foram usadas para reforçar a temática do ambiente e incentivar a adoção de boas práticas.

Na Figura 16, é mostrada a tela de apresentação virtual contendo a mensagem de boas-vindas ao projeto. A interface exibe instruções iniciais e orientações sobre o uso da sala virtual, bem como detalhes sobre o escopo do aplicativo de entregas, intitulado *FoodExpress*. Além disso, foi adicionado um mecanismo de visualização síncrona de apresentação de slides em tempo real. A configuração desse mecanismo é exibida na Figura 17, que possibilita aos participantes ver e interagir com os materiais simultaneamente. Devido às limitações do VRChat, que não possui acesso direto a arquivos PDF, o mecanismo de apresentação foi concebido com base em um link de vídeo, a partir do qual os slides são obtidos pelos quadros do vídeo conforme os segundos configurados no campo “*duração (seg)*”. Ao pressionar o botão “*Load Slides*” (ver Figura 16 - item D), a apresentação é

Figura 14 – Visão geral do ambiente - Ângulo 1



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 15 – Visão geral do ambiente - Ângulo 2

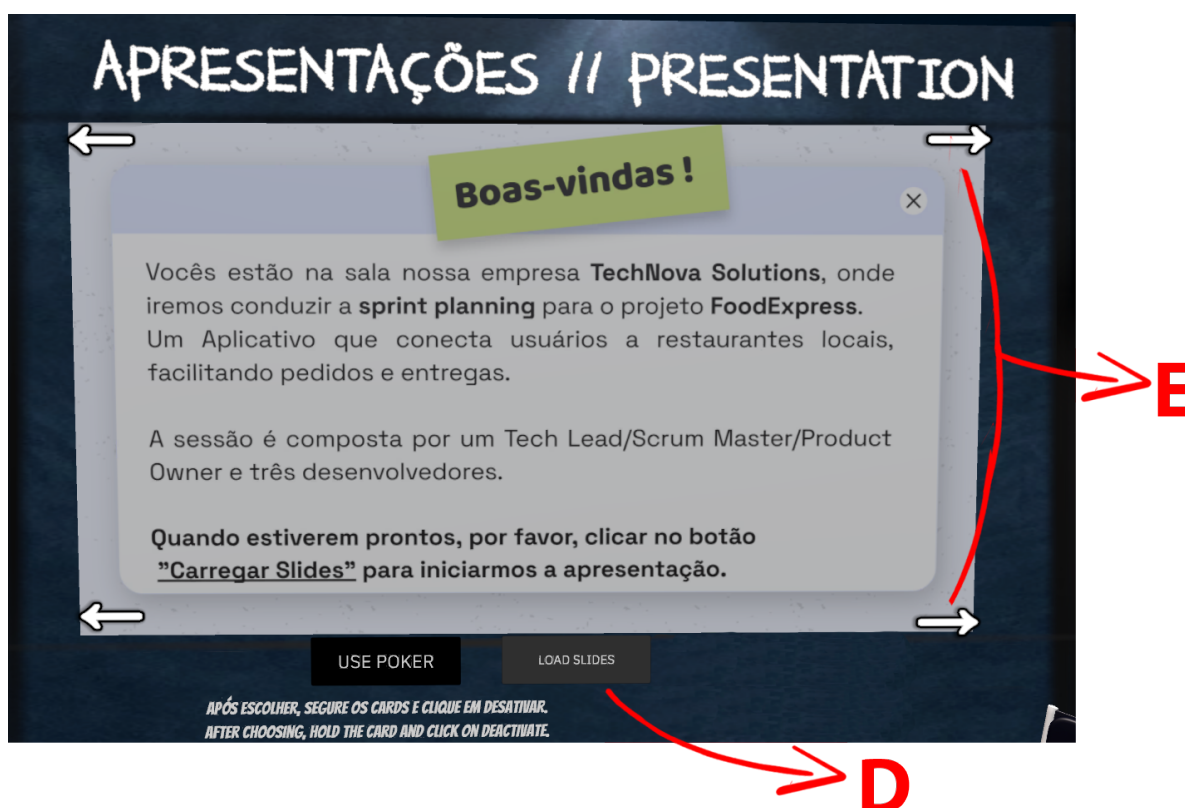


Fonte: elaborado pelo autor.

iniciada para todos os usuários, possibilitando avançar ou retroceder por meio das setas dispostas nas extremidades da Figura 16 - item E. Para fins de avaliação, elaboraram-se

slides da apresentação⁶ do projeto fictício da avaliação, orientando os participantes sobre o manuseio dos objetos tridimensionais e o objetivo da sessão. Para fins de avaliação, a configuração dos slides foi definida de maneira fixa, e os participantes não tinham acesso ao mecanismo de configuração.

Figura 16 – Apresentação com orientações



Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 18, é exibido um exemplo das histórias de usuário, desenvolvidas no formato de nota adesiva. Nesta, de número 5, o usuário expressa o desejo de localizar restaurantes próximos à sua localização atual, a fim de visualizar as opções disponíveis na região. Esse texto segue o padrão “Como usuário, quero... para...”, criado para auxiliar na identificação do objetivo da funcionalidade e do benefício esperado. Na Figura 19, são demonstradas as histórias de usuário fixadas em um quadro.

Na Figura 20, é exibido o quadro kanban desenvolvido contendo as colunas “A Fazer” (*To Do*), “Fazendo” (*Doing*) e “Concluído” (*Done*). Esse quadro serve como suporte para a gestão das tarefas da cerimônia, para o acompanhamento do progresso. A Figura 21 apresenta um quadro individualizado para cada desenvolvedor (*Dev 1*, *Dev 2*, *Dev 3*). Esse recurso permite a alocação de atribuições das tarefas pelas histórias de usuário, otimizando a visualização das responsabilidades de cada membro durante a cerimônia.

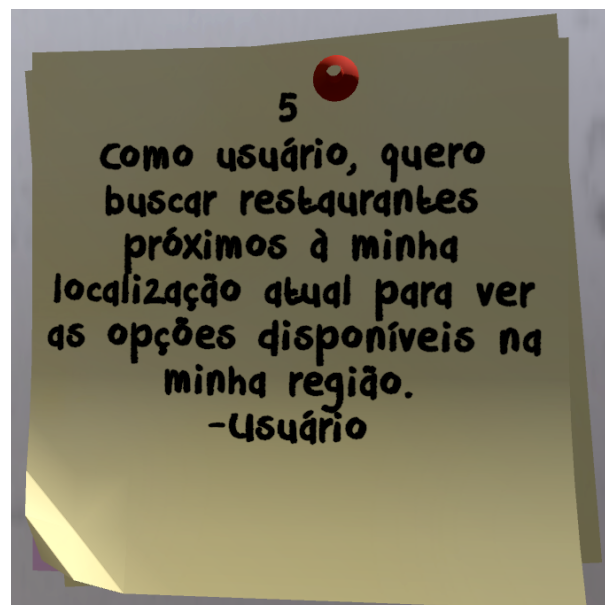
⁶ <<https://youtu.be/XPYuOQbZhjo?si=B1NvqpEhc1qa6rLM>>

Figura 17 – Mecanismo de configuração de slides



Fonte: elaborado pelo autor.

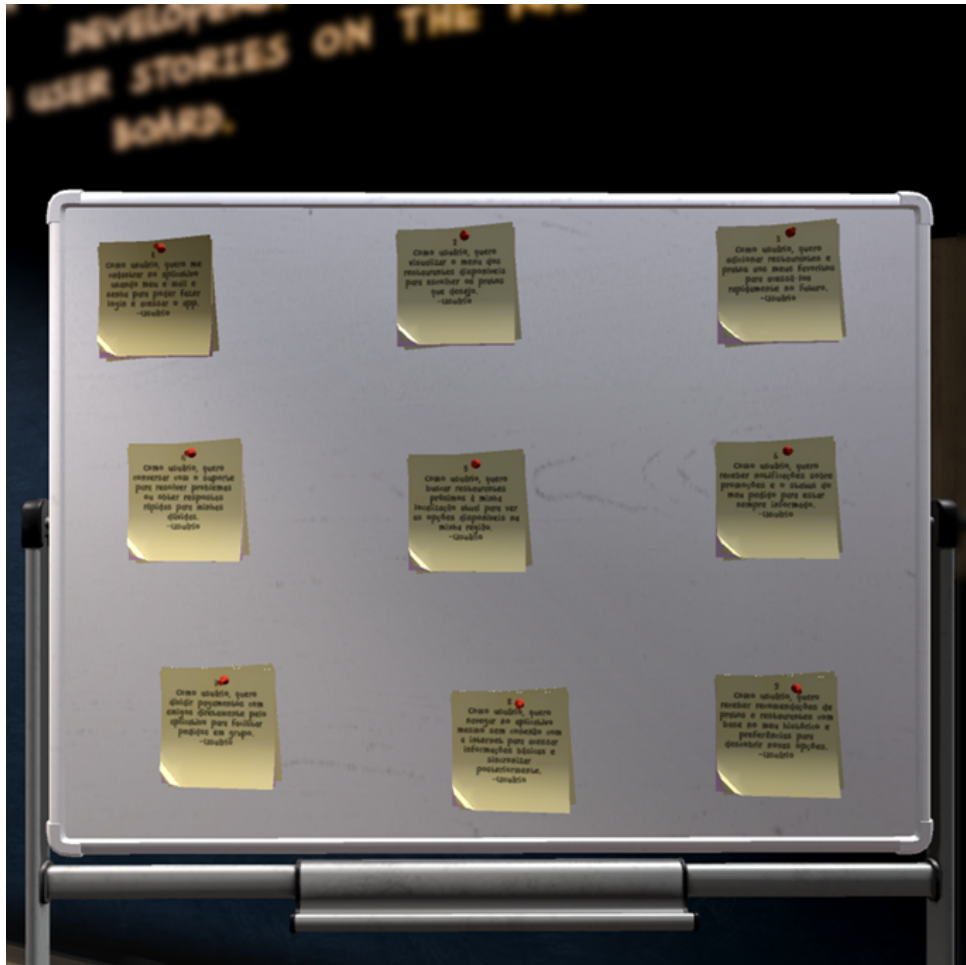
Figura 18 – História de usuário



Fonte: elaborado pelo autor.

Os participantes podiam manipular cada uma das histórias de usuário disponíveis no quadro descrito na Figura 19, as quais posteriormente deveriam ser fixadas nos quadros ilustrados na Figura 21 e na Figura 20. Para otimizar esse procedimento, foi desenvolvido um *script* de fixação que, ao posicionar a história de usuário em qualquer um desses quadros, ajustava automaticamente sua localização para pontos pré-definidos, evitando

Figura 19 – Quadro de histórias de usuário



Fonte: elaborado pelo autor.

sobreposições. Essa funcionalidade foi desenvolvida para auxiliar na organização do conteúdo, promover melhor visualização e facilitar a leitura dos requisitos.

A Figura 22 exibe o painel de seleção de cores e ferramentas de escrita, permitindo que os participantes façam anotações ou realces diretamente nos quadros digitais, favorecendo tanto a comunicação visual quanto o registro rápido de informações. O recurso foi desenvolvido para assemelhar-se ao uso de canetas coloridas em um ambiente físico. No entanto, ao optar por um dos lápis virtuais disponíveis, a escrita é realizada de forma suspensa, ou seja, sem a necessidade de um objeto de apoio. Dessa forma, a interação confere liberdade e agilidade às edições feitas pelos membros da equipe durante as discussões.

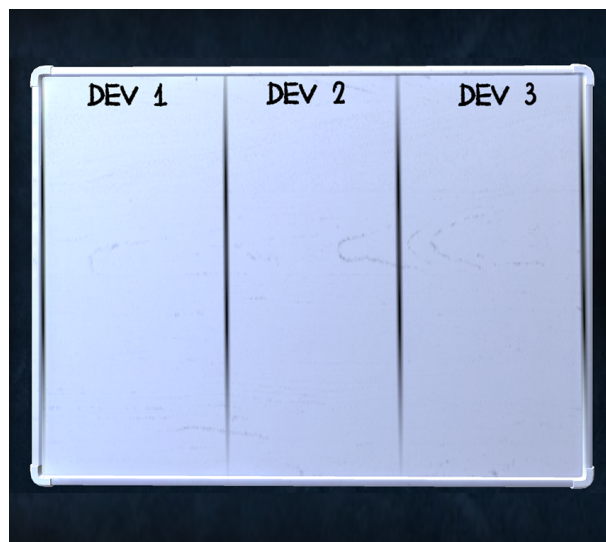
Por fim, a Figura 23 ilustra o mecanismo de *planning poker* no botão “Use Poker” com as instruções relativas à seleção e desativação de *cards* para estimativas. Esse recurso é utilizado para estimar, de forma colaborativa, o tamanho ou a complexidade das histórias de usuário, possibilitando que cada membro da equipe opine e, assim, haja um consenso sobre o esforço necessário. O artefato de *planning poker* é acionado por um botão que exibe cartas baseadas na sequência de Fibonacci, adotada por sua característica de crescimento

Figura 20 – Quadro kanban



Fonte: elaborado pelo autor.

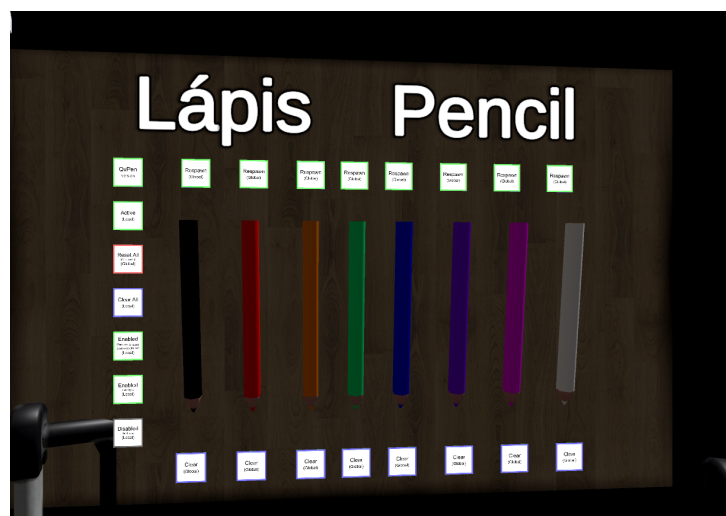
Figura 21 – Quadro dos desenvolvedores



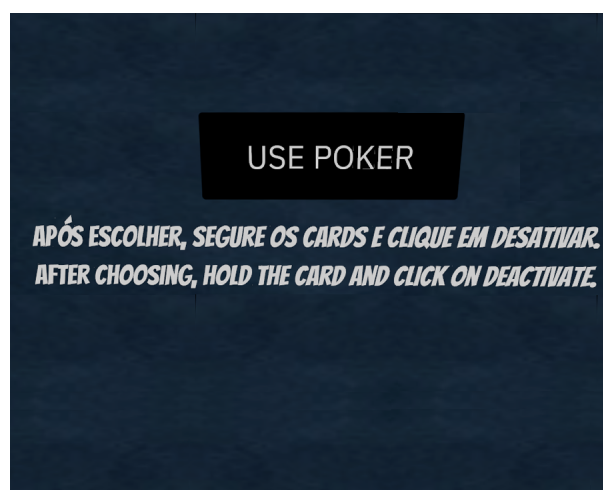
Fonte: elaborado pelo autor.

progressivo, contendo a diferenciação entre valores de esforço opinado pelo usuário. Por fim, há duas cartas especiais: "pausa para café" e NT, sendo a primeira utilizada para sinalizar a necessidade de interrupção breve, e a segunda para indicar que o participante ainda não está pronto para se manifestar sobre determinada história de usuário durante a cerimônia. Para desativação, o mesmo botão de ativação deve ser pressionado. Após a desativação, os cards desaparecem, e apenas os cards que estão sendo segurados pelos participantes continuam visíveis.

Figura 22 – Ferramentas de escrita com opções de cores



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 23 – Ativação do *planning poker*

Fonte: elaborado pelo autor.

5.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a proposta de requisitos de design para a utilização do metaverso como ambiente de trabalho para times de software que empregam Metodologias Ágeis. A análise dos desafios enfrentados por equipes distribuídas, em conjunto com a investigação das características do metaverso, possibilitaram a formulação de requisitos direcionados à melhoria da colaboração, comunicação e organização no contexto virtual.

Em seguida, foram selecionadas plataformas compatíveis com os requisitos estabelecidos, resultando na prototipação de um ambiente tridimensional. O protótipo desenvolvido foi feito para simular práticas do Scrum, proporcionando interações que replicam aspectos das cerimônias ágeis, especificamente da *sprint planning*, como a visualização de histórias

Figura 24 – *Cards* após ativação

Fonte: elaborado pelo autor.

de usuário, o uso de quadros kanban e a realização de estimativas colaborativas. Esses elementos foram implementados visando à experimentação prática e à futura validação da aplicabilidade do metaverso como espaço de trabalho.

Os resultados obtidos nesta etapa constituem a base para a avaliação da experiência do usuário no ambiente virtual. No próximo capítulo, serão discutidos os procedimentos adotados para a condução dessa avaliação, bem como a análise dos dados coletados, a fim de verificar a efetividade do protótipo e os aspectos a serem aprimorados para sua adoção em cenários reais.

Capítulo 6

Avaliação

Este capítulo descreve o processo de avaliação do protótipo desenvolvido, incluindo a caracterização dos participantes, os métodos de coleta de dados e os procedimentos adotados para analisar a aplicabilidade dos requisitos no metaverso.

6.1 Considerações Iniciais

Para avaliar os requisitos de design do ambiente de metaverso que foi prototipado na seção 5.3, foram realizadas três sessões que simularam reuniões de planejamento de *sprint*, cada uma com a participação de quatro profissionais distintos.

Para a avaliação, foi adotada uma abordagem de métodos mistos, combinando dados e análises qualitativos e quantitativos para compreender as experiências dos participantes. Na primeira perspectiva (i), os dados quantitativos serviram para avaliar a percepção de presença no ambiente virtual, oferecendo uma visão global sobre engajamento e imersão dos usuários, como no caso do áudio espacial e dos requisitos de **Ambientes de foco imersivo**. Por outro lado, os dados qualitativos possibilitaram avaliar os requisitos referentes aos artefatos do Scrum e à presença fiel e personalizada. Na segunda perspectiva (ii), para a análise qualitativa, foi utilizada a técnica de codificação, na qual os dados foram sistematicamente categorizados a fim de identificar padrões nas percepções e interações dos participantes.

A avaliação como parte desse estudo foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética (CAAE: 83583924.5.0000.5504) na Universidade Federal de São Carlos, Brasil. O estudo realizado segue as diretrizes propostas por Lazar, Feng e Hochheiser (2017), estruturando-se nas seguintes etapas:

- ❑ **Formulação da questão de pesquisa** (seção 6.1): definição do problema e delimitação dos objetivos do estudo, estabelecendo a base para a investigação.
- ❑ **Seleção dos participantes** (subseção 6.2.3): definição dos critérios de inclusão e caracterização dos participantes do estudo.
- ❑ **Coleta de dados** (6.2): planejamento e execução da coleta, incluindo os instrumentos utilizados para obtenção de dados quantitativos e qualitativos.
- ❑ **Desenvolvimento dos instrumentos de coleta** (subseção 6.2.1): descrição dos questionários e entrevistas utilizados para capturar a percepção dos participantes.
- ❑ **Execução da pesquisa** (seção 6.3): realização dos procedimentos experimentais no ambiente virtual, conduzindo os participantes na simulação do *sprint planning*.
- ❑ **Análise de dados** (seção 6.4): aplicação de métodos estatísticos e técnicas qualitativas para a interpretação dos dados coletados.
- ❑ **Interpretação e discussão dos resultados** (seção 6.5): comparação dos achados com a literatura existente, identificando tendências e implicações para o uso do metaverso em práticas ágeis.
- ❑ **Conclusões e recomendações** (seção 6.7): reflexões sobre as descobertas, limitações do estudo e sugestões para pesquisas futuras.

6.2 Coleta de Dados

Foram elaborados dois instrumentos para a coleta de dados quantitativos e qualitativos.

6.2.1 Questionários

O *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ) foi utilizado para avaliar a sensação de imersão e presença dos participantes no ambiente virtual (SCHUBERT; FRIEDMANN; REGENBRECHT, 2001), ou seja, a primeira perspectiva de avaliação (i). Foi criado um formulário no Google Forms para reunir os respectivos dados do IPQ (ver Apêndice A). Além disso, cada participante recebeu um Termo de Consentimento Informado (ver Apêndice B), assegurando compreensão e concordância com os termos de participação. Um questionário de perfil (ver Apêndice C) também foi elaborado para coletar dados demográficos, como idade, gênero, experiência profissional, formação acadêmica e as ferramentas de comunicação habitualmente utilizadas (por exemplo, Microsoft Teams, Jira etc.).

6.2.2 Entrevista semiestruturada

Foi elaborada para obter informações aprofundadas sobre as experiências e percepções dos participantes, constituindo a segunda perspectiva de avaliação (ii). As questões abordaram a experiência geral na sessão de *sprint planning* em ambiente virtual, aspectos do ambiente que influenciaram a comunicação, possíveis facilitadores e dificuldades durante a interação com a equipe, comparações com reuniões convencionais (tanto por videoconferência quanto presenciais) e sugestões para aprimorar a comunicação em futuras reuniões no metaverso. Segue a lista sucinta das principais perguntas direcionadas aos participantes:

- ☐ Como descreve a experiência geral de participar da sessão de *sprint planning* no ambiente virtual?
- ☐ Quais características do ambiente virtual influenciaram a forma de comunicação com os membros da equipe?
- ☐ Houve facilitadores ou dificuldades para se expressar ou compreender os demais durante a sessão virtual?
- ☐ Em comparação a reuniões tradicionais (por exemplo, por videoconferência ou presenciais), que diferenças foram percebidas na comunicação ao usar o ambiente virtual?
- ☐ Quais sugestões oferece para aprimorar a comunicação em encontros futuros realizados nesse ambiente virtual?

6.2.3 Participantes

Os participantes foram convidados inicialmente por meio do *LinkedIn*, plataforma em que receberam um convite e orientações sobre o estudo. Apenas aqueles com disponibilidade para participar presencialmente foram considerados. Após aceitarem, receberam um e-mail com instruções detalhadas e um formulário para preenchimento. Nesse e-mail, também foram fornecidas orientações para a geração do avatar tridimensional, que deveria ser enviado posteriormente por e-mail. Não houve qualquer tipo de remuneração, e a participação foi voluntária.

Participaram 12 desenvolvedores ágeis de software, organizados em três sessões distintas, cada uma composta por quatro integrantes (ver Tabela 14). Todos possuíam experiência em desenvolvimento de software, bem como em Scrum e gerenciamento de projetos. Em cada sessão, um dos integrantes atuou como responsável pelo *sprint planning* (semelhante a um *product owner* ou facilitador) enquanto os demais compuseram a

equipe de desenvolvimento. As ferramentas listadas na Tabela 14 referem-se a plataformas de comunicação e colaboração utilizadas pelos participantes usualmente no dia a dia, inclusive nas cerimônias do Scrum.

Tabela 14 – Perfil dos participantes

ID	Cargo	Experiência	Ferramentas utilizadas
P1	Desenvolvedor	<3 anos	Google Meet
P2	Desenvolvedor	<3 anos	Google Meet
P3	Desenvolvedor	<3 anos	Microsoft Teams
P4	Engenheiro de software	>5 anos	Zoom, Notion, Trello
P5	Desenvolvedor	3 a 5 anos	Zoom, Microsoft Teams, Jira
P6	<i>Tech lead</i>	>5 anos	Trello, Jira, Zoom, Teams, Meet, Slack
P7	Desenvolvedor	<3 anos	Whiteboard, slides, Google Meet
P8	<i>Scrum master</i>	>5 anos	Google Meet, Trello, Jira, Zoom, Notion
P9	Desenvolvedor	<3 anos	Trello, Google Meet
P10	<i>Product manager</i>	>5 anos	Microsoft Teams, Jira, Confluence
P11	Desenvolvedor	<3 anos	Google Meet
P12	<i>Tech lead</i>	3 a 5 anos	Google Meet, Discord, WhatsApp

6.2.4 Piloto

Antes de conduzir as sessões de avaliação, foi realizado um teste piloto com três participantes para validar o protocolo e os instrumentos de avaliação. O piloto foi conduzido de forma remota, com o objetivo de realizar testes iniciais de funcionamento do ambiente virtual e da logística de interação. Os participantes receberam instruções sobre a proposta do estudo, bem como orientações específicas para instalação do software VRChat, criação e configuração de suas contas e acesso ao ambiente desenvolvido. Também foram fornecidas informações sobre o uso básico da interface, incluindo movimentação, interação e comunicação no espaço virtual. Todos os participantes possuíam mais de três anos de experiência na área de Engenharia de Software, mas estavam em sua primeira experiência com tecnologias de realidade virtual. O teste piloto indicou que os participantes perceberam o espaço como excessivamente amplo, o que gerou cansaço mental ao se locomoverem repetidamente dentro do ambiente. Esse cansaço foi associado a sintomas característicos de *cybersickness*, conforme relatado pelos próprios participantes. Como consequência, foram realizados ajustes no layout do ambiente, aproximando o quadro kanban da mesa central de discussão, com o intuito de reduzir a necessidade de deslocamentos frequentes e facilitar a interação entre os elementos do espaço.

6.3 Execução

A avaliação ocorreu ao longo de uma semana, com cada sessão agendada previamente. No início, cada participante leu e assinou o termo de consentimento, recebeu informações sobre o protocolo do estudo e respondeu a um questionário de perfil. Em seguida, quatro participantes foram convidados para cada sessão, utilizando um dispositivo *Meta Quest 3 Head-Mounted Display (HMD)*¹, que oferece visão em 360 graus, áudio espacial e rastreamento de movimento. Essa escolha segue estudos que apontam que HMDs ampliam imersão e concentração (KIM; KWON; YU, 2023). As sessões foram presenciais, porém cada participante foi colocado em uma sala física separada, simulando trabalho remoto e incentivando a colaboração. Ninguém conseguia ver ou ouvir os demais fora do ambiente virtual, assegurando controle sobre comunicação e interação.

Depois da configuração inicial, os participantes foram instruídos em um cenário breve no VRChat, recebendo orientações sobre navegação, manipulação de avatares e interação com objetos. Após essa familiarização, ingressaram em um ambiente de reunião compartilhado, no qual tiveram acesso a um slide interativo com detalhes sobre um projeto fictício.

Foi solicitado que estimassem seis *user stories* exibidas em um quadro do ambiente; também foram informados sobre objetos interativos disponíveis para apoiar a colaboração. Cada equipe explorou o ambiente virtual e seus artefatos enquanto discutia as tarefas, com liberdade para circular pelo local, sentar ao redor de uma mesa, utilizar *planning poker*, entre outras ações. Ao fim da discussão, o líder da sessão acionou o botão “encerrar sessão”, finalizando formalmente o encontro. Cada sessão durou de vinte a trinta minutos. Em seguida, os participantes responderam ao *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ) e participaram de uma entrevista semiestruturada de dez minutos individualmente, a fim de registrar impressões sobre a experiência. Todas as entrevistas foram gravadas, totalizando aproximadamente 120 minutos de áudio.

6.4 Análise de Dados

Dois tipos de fonte de dados foram considerados para a análise. Realizou-se uma análise quantitativa descritiva com base nas respostas dos itens do IPQ. As traduções das perguntas do questionário foram realizadas em conformidade com o trabalho de (VASCONCELOS-RAPOSO et al., 2016), que valida a semântica do questionário originalmente elaborado em alemão. Os participantes responderam em uma escala Likert de sete pontos, e suas percepções de imersão foram exploradas a partir dos itens do IPQ (ver Tabela 15). Para a análise qualitativa, utilizou-se um processo de codificação em duas etapas. Primeiramente, aplicou-se a codificação aberta, que consiste em decompor

¹ <https://www.meta.com/quest/quest-3/>

os dados brutos em segmentos menores, denominados códigos (SALDAÑA, 2012). Esses códigos buscam representar de forma descritiva e objetiva as informações contidas no trecho de texto, facilitando a organização, interpretação e análise posteriores (SALDAÑA, 2012). Os *feedbacks* dos usuários foram codificados em tópicos para organizar as percepções de forma resumida. Em seguida, com base nos códigos identificados, foi empregada a codificação fechada, que consiste em identificar trechos de texto e categorizá-los em um conjunto de códigos previamente estabelecidos (SALDAÑA, 2012). O conjunto de códigos utilizado foi o requisito aplicado no desenvolvimento do ambiente. Essa técnica possibilitou compreender a visão dos usuários acerca dos requisitos e verificar se eles foram atendidos no protótipo. O processo de codificação foi conduzido com o software *Atlas.ti*², ferramenta popular que auxilia pesquisadores em análises qualitativas de dados. Um exemplo da análise realizada é exibido na Figura 25.

Figura 25 – Codificação da entrevista semiestruturada

Sobre a reunião de Sprint em si, eu achei que simulou muito bem o que já acontece no meu trabalho. Na empresa, a gente faz reuniões semanais de Sprint, e é basicamente o mesmo esquema: o Scrum Master conduz a reunião, e a gente vai falando sobre o que foi feito, o que falta fazer, quais os próximos passos. Foi até engraçado, porque me deu uma sensação de déjà vu, como se eu já tivesse vivido aquilo. É uma simulação bem fiel, sabe? Tanto que, em alguns momentos, eu até esquecia que tava ali na sala sozinho.

Fonte: P02.

Categoria: Imersão e Realismo.

Código assimilado: Alta sensação de imersão

Fonte: elaborado pelo autor.

6.5 Resultados

Esta seção apresenta os resultados quantitativos e qualitativos da avaliação realizada. Os resultados quantitativos permitem observar o grau de imersão percebido pelos participantes (requisito de **Ambiente imersivos de foco**), enquanto os dados qualitativos descrevem as percepções dos participantes sobre a experiência de participar da reunião de planejamento (requisitos da cerimônia de **Planejamento de sprint** e **Presença fiel e personalizada**).

6.5.1 Resultados quantitativos

Considerando a primeira perspectiva de avaliação, foi utilizado o *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ) para analisar a sensação de presença dos participantes no ambiente

² <https://atlasti.com>

Tabela 15 – Itens do IPQ e Perguntas

No.	Item IPQ	Afirmiação	Rótulos da escala
1	PRES	No mundo gerado por computador, senti que eu realmente “estava lá”.	não senti nada – senti muito
2	SP1	De alguma forma, tive a sensação de que o mundo virtual me cercava.	discordo totalmente – concordo totalmente
3	SP2	Parecia que eu estava apenas percebendo imagens.	discordo totalmente – concordo totalmente
4	SP3	Não me senti presente no espaço virtual.	não me senti – senti presente
5	SP4	Tive a sensação de atuar no espaço virtual, em vez de operar algo de fora.	discordo totalmente – concordo totalmente
6	SP5	Senti que eu estava presente no espaço virtual.	discordo totalmente – concordo totalmente
7	INV1	Quão consciente estava do mundo real ao meu redor enquanto navegava no mundo virtual? (por exemplo, sons, temperatura do ambiente, outras pessoas etc.)	extremamente consciente – moderadamente consciente – não consciente
8	INV2	Eu não estava ciente do meu ambiente real.	discordo totalmente – concordo totalmente
9	INV3	Ainda prestava atenção ao ambiente real.	discordo totalmente – concordo totalmente
10	INV4	Eu estava completamente envolvido pelo mundo virtual.	discordo totalmente – concordo totalmente
11	REAL1	Quão real o mundo virtual lhe pareceu?	completamente real – nada real
12	REAL2	O quanto sua experiência no ambiente virtual pareceu coerente com sua experiência no mundo real?	nada coerente – moderadamente coerente – muito coerente
13	REAL3	Quão real o mundo virtual lhe pareceu?	tão real quanto um mundo imaginário – indistinguível do mundo real
14	REAL4	O mundo virtual pareceu mais real do que o mundo real.	discordo totalmente – concordo totalmente

virtual. A Tabela 16 apresenta as pontuações medianas e os respectivos desvios-padrão para cada participante, de acordo com os itens do IPQ: **Presença espacial** (SP), **Envolvimento** (INV), **Realismo experienciado** (REAL) e **Presença global** (PRES). O item **Presença global** reflete diretamente a definição mais aceita de presença, isto é, a sensação de “estar lá”. O **Presença espacial** enfatiza a importância de agir no ambiente

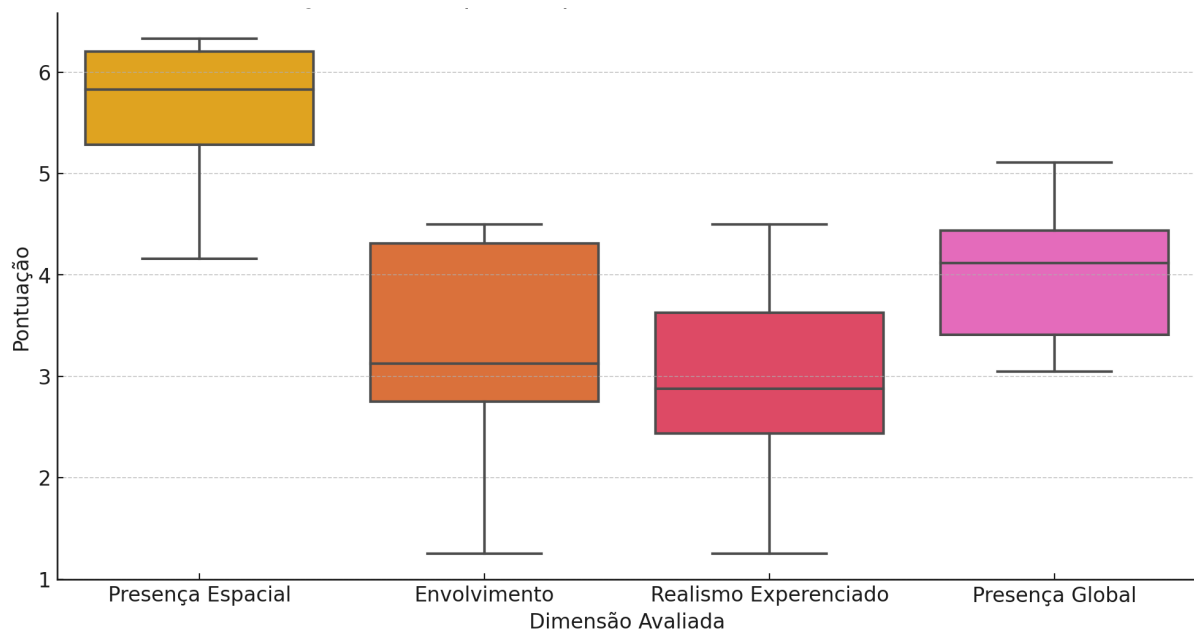
virtual (por exemplo, “senti que estava atuando no espaço virtual, em vez de operar algo de fora”). O **Envolvimento** está relacionado aos processos de atenção e alerta vinculados à sensação de presença, enquanto o **Realismo experienciado** envolve o julgamento sobre quão autêntico parece o ambiente virtual. Na Figura 26, é exibido um gráfico mostrando a distribuição das respostas para cada dimensão avaliada.

Tabela 16 – Resultados do IPQ por participante

ID	Presença espacial	Envolvimento	Realismo experienciado	Presença global
P1	6.16	3.50	2.75	4.13
P2	6.33	4.25	3.25	4.61
P3	5.33	3.00	4.00	4.11
P4	4.16	2.75	3.50	3.47
P5	6.33	4.50	3.00	4.61
P6	6.16	4.50	2.50	4.38
P7	5.66	1.25	2.25	3.05
P8	5.16	2.25	2.25	3.22
P9	5.50	2.75	2.75	3.66
P10	6.33	4.50	4.50	5.11
P11	6.00	2.75	4.25	4.33
P12	5.16	3.25	1.25	3.22
Mediana	5.83	3.13	2.88	4.12
Desvio Padrão	± 0.66	± 1.03	± 0.94	± 0.66

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 26 – Distribuição das respostas



Fonte: elaborado pelo autor.

Os valores da Tabela 16 evidenciam diferenças entre os participantes. O Participante

P10 apresentou as pontuações mais altas em todos os itens, com destaque para **Presença global** (5.11), **Presença espacial** (6.33) e **Realismo experienciado** (4.50), o que indica forte sensação de imersão e realismo. Em contrapartida, o Participante P7 obteve as menores pontuações em **Envolvimento** (1.25) e **Realismo experienciado** (2.25), resultando na menor **Presença global** (3.05), sugerindo limitado engajamento e percepção de realismo. De modo similar, o Participante P12 obteve a menor pontuação em **Realismo experienciado** (1.25), contribuindo para uma **Presença global** mais baixa (3.22).

Observou-se que **Presença espacial** recebeu notas mais elevadas do que **Envolvimento** e **Realismo Experienciado**. A mediana em **Presença espacial** foi 5.73, superando as medianas de 3.13 em **Envolvimento** e 2.88 em **Realismo Experienciado**, indicando que a maioria dos participantes relatou uma sensação mais intensa de “estar lá” em comparação ao engajamento atencional ou à percepção de realismo.

Enquanto **Presença espacial** e **Presença global** apresentaram menor desvio-padrão (± 0.66), **Envolvimento** registrou a maior variação (± 1.03), sugerindo que a atenção e o engajamento diferiram significativamente entre os participantes. Por exemplo, o Participante P7 obteve 1.25 em **Envolvimento**, um dos valores mais baixos, ao passo que os Participantes P5, P6 e P10 chegaram a 4.50, demonstrando uma ampla faixa de engajamento.

Chama atenção o fato de que os participantes com menores escores de presença tinham maior experiência em desenvolvimento e perfis etários mais altos, além de assumirem papéis de liderança no *sprint planning*. O foco em gerenciar as atividades da equipe e coordenar o processo de planejamento pode ter reduzido a sensação de presença no ambiente virtual. Ainda assim, a mediana para **Presença global** foi 4.12, sinalizando uma percepção moderada a alta de presença global entre os participantes. Porém, essa percepção não superou os valores atribuídos a **Presença espacial**, reforçando a conclusão de que a sensação de “estar fisicamente presente” no ambiente foi o aspecto mais marcante da experiência dos usuários.

6.5.2 Resultados qualitativos

A Tabela 17 apresenta as categorias e os códigos resultantes da análise das entrevistas semiestruturadas. Os resultados indicam como integrantes de equipes de desenvolvimento de software percebem o ambiente criado com base nos requisitos propostos na Tabela 10. Para cada categoria, são fornecidos a definição e os códigos que representam a experiência dos participantes. Abaixo, estão as categorias identificadas, e os códigos originados estão descritos na Tabela 17.

- **Imersão e realismo:** descreve de que forma os participantes vivenciam engajamento sensorial profundo, percebem o ambiente de maneira realista e desenvolvem uma forte sensação de presença no contexto virtual. Esses aspectos incluem a per-

cepção de uma “alta sensação de imersão”, em que o ambiente parece realista, e a consequente sensação genuína de presença dentro do cenário virtual.

- ❑ **Experiência do usuário e avatares:** trata de como os participantes interagem com o ambiente de realidade virtual, abrangendo a representação dos avatares, a facilidade de uso e a necessidade de ajustes ou melhorias na interface. Nessa categoria, destacam-se questões como a carência de sinais não verbais, a possibilidade de adicionar expressões faciais mais detalhadas nos avatares, a personalização do ambiente, a intuitividade da interface, a impressão inicial positiva do local de planejamento e ainda a percepção de que o ambiente de planejamento demanda aprimoramentos.
- ❑ **Impacto na comunicação:** enfatiza os benefícios e as limitações que a realidade virtual pode apresentar na troca de informações. Embora a clareza da comunicação e o maior foco sejam apontados como vantagens, há também possíveis barreiras técnicas e a constatação de que esse tipo de interação não equivale integralmente a um encontro presencial. Assim, são identificadas tanto oportunidades (comunicação mais efetiva, maior engajamento) quanto desafios (falhas técnicas que prejudicam a comunicação).
- ❑ **Colaboração em equipe:** discute como o uso de realidade virtual afeta a coordenação do grupo, o apoio às Metodologias Ágeis e a manipulação conjunta de objetos virtuais, levando em consideração a sobrecarga cognitiva. Isso pode envolver o fortalecimento da sinergia e da participação coletiva, a percepção de maior eficiência ao adotar práticas ágeis, a colaboração em objetos virtuais e o incremento no esforço mental dos participantes durante a interação.
- ❑ **Desempenho e dinâmica de equipe:** aborda o modo como o ambiente de planejamento repercute na coesão entre os integrantes, na compreensão das tarefas, na criatividade e na possibilidade de adoção futura dessas tecnologias, demonstrando o impacto nas rotinas de trabalho. Os pontos envolvidos incluem o fortalecimento ou comprometimento da unidade da equipe, as mudanças na compreensão das tarefas, a elevação do potencial criativo e a possibilidade de ampliar o uso do ambiente em diferentes contextos.
- ❑ **Fatores humanos e fisiológicos:** inclui elementos relacionados ao conforto, às reações emocionais e aos obstáculos enfrentados em sessões prolongadas de realidade virtual, como confusão inicial, desconforto físico ou mental e a percepção de tempo. Esses fatores podem afetar diretamente a duração das sessões, a usabilidade do ambiente e a experiência geral dos participantes.

Durante as sessões, observou-se que os participantes comparavam com frequência as características do ambiente em metaverso às de reuniões presenciais, destacando a falta

Tabela 17 – Categorias e códigos resultantes das entrevistas, incluindo sua relação com os requisitos transversais

Códigos	Requisitos transversais
Imersão e realismo	
Alta sensação de imersão; Ambiente parece realista; Sensação genuína de presença	Áudio espacial (intensifica a presença); Ambientes imersivos de foco (favorece engajamento sensorial)
Experiência do usuário e avatares	
Poucos sinais não verbais do avatar; Avatares poderiam ter expressões faciais; Ambiente pode ser personalizado; Interface precisa ser mais intuitiva; Primeira impressão positiva do ambiente de planejamento; Ambiente de planejamento requer melhorias	Presença fiel e personalizada (avatares que representem melhor os usuários); Ambientes de trabalho personalizáveis (espaços adaptáveis)
Impacto na comunicação	
Comunicação mais efetiva; Comunicação prejudicada por fatores técnicos; Maior engajamento e foco; Não equivale ao presencial	Conectividade estável (evita falhas técnicas); Atividades virtuais de fortalecimento de equipe (favorece maior engajamento)
Colaboração em equipe	
Maior sinergia e participação do grupo; Maior eficiência nas práticas ágeis; Colaboração em objetos virtuais; Aumento de esforço mental	Atividades virtuais de fortalecimento de equipe (reforça sinergia); Conectividade estável (viabiliza manipulação em tempo real); Ambientes imersivos de foco (equilibra colaboração e carga cognitiva)
Desempenho e dinâmica de equipe	
Unidade da equipe ampliada ou prejudicada; Entendimento das tarefas alterado; Maior criatividade e ideias; Potencial para uso ampliado	Atividades virtuais de fortalecimento de equipe (favorece união); Ambientes de trabalho personalizáveis (adapta-se a necessidades criativas ou de tarefas); Presença fiel e personalizada (reforça coesão)
Fatores humanos e fisiológicos	
Confusão inicial sobre uso do ambiente; Desconforto físico ou mental; Impacto negativo no tempo gasto	Ambientes imersivos de foco (considera ergonomia e redução de fadiga); Conectividade estável (evita prolongamento de sessões por reconexões)

Fonte: elaborado pelo autor.

de determinados sinais não verbais. O participante P2 comentou que “*o ambiente virtual tenta aproximar as coisas, mas ainda não é o mesmo que o presencial*”, ressaltando diferenças entre as experiências física e virtual. Além disso, constatou-se que ambientes de RV e chamadas de vídeo tradicionais (por exemplo, Google Meet, Skype) compartilham limitações. Segundo P5: “*Comparado a uma videoconferência comum, eu me senti mais imerso e focado, mas ainda precisei me adaptar aos controles virtuais [selecionar menus flutuantes, reposicionar objetos com movimentos de mão]*”. Ou seja, embora o ambiente proporcione maior engajamento, introduz desafios, como o uso de controladores para

gestos.

Os participantes apreciaram a *Alta sensação de imersão*. O participante P4 relatou: “*Achei mais fácil me concentrar na tarefa do que em um escritório físico cheio de distrações.*” Comentários sobre *Ambiente parece realista* surgiram ao tratar de áudio espacial e elementos 3D. P11 destacou: “*Ouvir pessoas de direções diferentes foi bem realista.*” Entretanto, alguns afirmaram que a *Sensação genuína de presença* não se completava (P3, P4, P7, P8, P9 e P12), sobretudo pela ausência de expressões faciais e percepção reduzida de linguagem corporal, que ainda criam limitações para a reprodução de interações mais naturais.

O ambiente gerou *Primeira impressão positiva* quanto ao planejamento de *sprint*, sobretudo pela novidade de interagir em RV. P1 afirmou: “*Foi surpreendente poder me mover virtualmente e ver os avatares em tempo real.*” Por outro lado, o código *Poucos sinais não verbais do avatar* (como expressão visual) ou *Avatares poderiam ter expressões faciais* mostrou que reações emocionais ficam menos evidentes. Segundo P3: “*Sem ver se alguém está sorrindo ou fazendo careta, é mais difícil entender as reações imediatamente.*” Além disso, evidenciou-se a necessidade de mais opções de *Personalização do ambiente*. Participantes gostariam de escolher cenários, fundos ou outros ajustes pessoais. P12 pontuou: “*Seria ótimo se eu pudesse escolher um layout mais calmo ou um fundo que reduzisse distrações.*” Também foi ressaltado que o *Ambiente de planejamento requer melhorias* devido a falhas ocorridas durante a interação e à curva de aprendizagem do sistema.

Os relatos também sugeriram *Comunicação mais efetiva*, impulsionada por recursos visuais e espaciais (por exemplo, gestos via controles ou manipulação coletiva de itens de *user story*). P7 comentou: “*Apontar tarefas ou documentos no ambiente 3D tornou a discussão mais concreta em comparação a reuniões em 2D [como Skype].*” Por outro lado, *Comunicação prejudicada por fatores técnicos* revelou problemas de lentidão de rede e travamentos de avatar: “*Quando a conexão falhou, tivemos de reiniciar a sessão, rompendo o fluxo da conversa*” (P8). Muitos destacaram *Aumento de engajamento e foco*. P4 ressaltou: “*Conseguí me concentrar mais no tema do que em reuniões de vídeo convencionais.*” Ainda assim, consideraram que *Não equivale ao presencial*. Sentiram falta de microexpressões ou linguagem corporal sutil, essenciais em discussões complexas.

A *sinergia e participação do grupo* na reunião de planejamento foi favorecida, segundo P12: “*Fizemos brainstorm com post-its virtuais, e todos contribuíram mais ativamente do que em um chat de texto [em Skype ou Google Meet].*” Reconheceu-se *Mais eficiência nas práticas ágeis*, pois tarefas como a movimentação de itens do *backlog* pareceram ágeis. Porém, surgiram queixas sobre *Aumento de esforço mental*, já que, além das tarefas de planejamento, foi preciso lidar com a interface de RV. P5 disse: “*Demorei um pouco para me acostumar com a interface, e às vezes parecia que meu cérebro trabalhava em dobro.*” A *Colaboração em objetos virtuais* foi bem-recebida, mas ocasionou problemas pontuais,

como o apontado por P6: “Às vezes pegávamos o mesmo item simultaneamente, gerando certa confusão.”

Referente a *Alteração no entendimento das tarefas* e *Maior criatividade e ideias*, participantes mencionaram que o *layout* em 3D facilitou anotações e a disposição de objetos no espaço. Em vez de usar um quadro 2D convencional, puderam agrupar anotações lado a lado. Um entrevistado resumiu: “*Surgiram funcionalidades que eu não imaginaria se não estivessem flutuando próximas umas das outras.*” Em geral, reconheceram *Potencial para uso ampliado* do ambiente para apoiar outras cerimônias ágeis, como descreveu P3: “*Com mais ajustes, conseguiremos fazer stand-ups e retrospectivas totalmente nesse tipo de ambiente.*”

Alguns pontos levantados estavam ligados diretamente à tecnologia. Vários participantes mencionaram *Confusão inicial para usar o ambiente*, como P9: “*Não fazia ideia de como me teletransportar ou pegar objetos; passei metade da reunião aprendendo isso.*” P11 relatou *Desconforto físico ou mental* em sessões mais longas, especialmente pelo uso do *headset* por período prolongado: “*Depois de vinte minutos, o visor ficou pesado e meu pescoço começou a doer.*” A perda de noção de tempo também foi citada informalmente, como P2 pontuou: “*Fiquei tão imerso que não percebi que a sessão passou trinta minutos do combinado.*”

6.6 Discussão

Os resultados da avaliação indicam que o ambiente imersivo proposto atendeu, em grande medida, aos requisitos de colaboração remota: os participantes relataram elevada presença espacial (mediana = 5,69) e destacaram a utilidade de recursos como áudio espacial, quadros *kanban* 3D e *planning poker* para organizar tarefas e estimativas de forma compartilhada. Esses achados corroboram estudos que defendem o potencial dos ambientes virtuais para mitigar ruídos de comunicação típicos de reuniões 2D, favorecendo foco e engajamento nas cerimônias ágeis.

Entretanto, surgiram limitações expressivas na mediação não verbal: a ausência de expressões faciais detalhadas e de gestos sutis nos avatares comprometeu a transmissão de expressões emocionais, reduzindo a naturalidade das interações. A literatura sobre trabalho distribuído já elenca a riqueza de sinais não verbais como fator importante de coesão (RIZMALDI; JAYADI, 2022); logo, aprimorar a fidedignidade dos avatares permanece prioridade para aproximar a experiência virtual da presencial.

Os artefatos colaborativos integrados – em especial os cartões de usuário manipuláveis e o quadro de tarefas em 3D – foram percebidos como intuitivos e eficazes, mas o índice de realismo percebido foi apenas moderado (mediana = 3,02). Sugerindo que ganhos de usabilidade podem advir de ajustes na física de interação e na fidelidade visual, ampliando a sensação de “trabalhar em um escritório real” — condição considerada importante para

sustentar a produtividade de times ágeis remotos (YIGITBAS et al., 2023).

Outro ponto recorrente foi a carência de espaços informais. Embora o ambiente tenha apoiado a colaboração formal, os participantes sentiram falta de “corredores virtuais” para conversas espontâneas, elemento reconhecido como facilitador de confiança e criatividade em equipes ágeis. Essa lacuna reforça recomendações de incorporar áreas sociais e de possibilitar maior customização do cenário virtual.

Diversas restrições metodológicas devem ser consideradas ao interpretar estes achados. Em primeiro lugar, questões ergonômicas: vários participantes relataram fadiga cervical após 20–30 min de uso contínuo do HMD, exigindo pausas curtas e ajustes de encaixe – prática alinhada a orientações de fabricantes e estudos sobre *cybersickness*. Em segundo lugar, o tamanho amostral reduzido ($N = 12$, três equipes) limita a generalização estatística; embora o desenho qualitativo permita análise profunda, investigações futuras com grupos maiores, múltiplas cerimônias e contextos industriais diversos são necessárias para validar a escalabilidade da solução. Além disso, ocorreram problemas técnicos pontuais (latência de rede, travamento de avatares) e uma curva de aprendizagem perceptível para controles de navegação, fatores que podem ter influenciado negativamente a fluidez das interações.

6.7 Conclusão

Este capítulo avaliou o protótipo de um ambiente virtual baseado na implementação dos requisitos. Inicialmente, foram propostos requisitos de projeto fundamentados no trabalho realizado apresentado no Capítulo 4, que identificou desafios relacionados às práticas ágeis em equipes remotas. Esses requisitos foram organizados em categorias e contemplaram estratégias para a realização de cerimônias e uso de artefatos do Scrum em ambientes imersivos. Em seguida, desenvolveu-se um protótipo, focado em apoiar as atividades de *sprint planning* com colaboração em tempo real, e foi avaliado com 12 profissionais de software experientes.

Os resultados indicaram que os participantes relataram elevada **Presença espacial**, sugerindo imersão efetiva. Também demonstraram satisfação com a capacidade do ambiente de otimizar a colaboração por meio de artefatos interativos, além de reduzir distrações em comparação a ferramentas remotas convencionais. Como pontos fortes, destacaram o aumento de foco e a coesão da equipe possibilitados pelas ferramentas virtuais compartilhadas. Entretanto, as limitações técnicas (por exemplo, expressividade reduzida de avatares e complexidade de interface), o desconforto físico causado pelo uso prolongado do HMD e a diferença em relação às interações presenciais foram observados como desafios.

Como contribuição, o estudo apresenta uma avaliação do conjunto estruturado de requisitos de projeto para ambientes de metaverso voltados às práticas do Scrum, focalizando o desenvolvimento de ambientes imersivos que atendam às demandas mais re-

levantantes no trabalho de equipes ágeis. Do ponto de vista prático, a pesquisa incentiva organizações a experimentarem ambientes imersivos como espaço de trabalho, potencializando novas investigações sobre o uso dessas tecnologias em desenvolvimento de software. Em trabalhos futuros, pretende-se ampliar a diversidade de participantes e avaliar outras cerimônias do Scrum (por exemplo, reuniões diárias e retrospectivas).

Capítulo 7

Conclusão

Esta dissertação teve como objetivo propor, desenvolver e avaliar requisitos de design baseados em metaverso para apoiar equipes ágeis de desenvolvimento de software em cenários distribuídos. Para tanto, foi realizado um mapeamento da literatura, identificando os principais desafios enfrentados por times que adotam práticas ágeis em contextos remotos, como comunicação limitada, sobrecarga de reuniões, dificuldades de coordenação e falta de sensação de pertencimento. Em seguida, delineou-se um conjunto de requisitos de projeto a fim de orientar a criação de um ambiente imersivo capaz de mitigar tais problemas.

Dessa forma, buscou-se responder a seguinte questão de pesquisa:

RQ: quais são os requisitos necessários para criar um ambiente de trabalho mais próximo da realidade no metaverso para times de Scrum?

Com base nos estudos realizados, identificou-se um conjunto de requisitos que endereçam aspectos para a colaboração em ambientes de metaverso imersivos, considerando fatores como comunicação síncrona, visualização de artefatos ágeis em 3D e interação entre avatares. Além disso, o protótipo desenvolvido serviu como prova de conceito para validar esses requisitos em um cenário de *sprint planning*, sendo avaliado por profissionais da área. Recursos como áudio espacial, avatares e interação síncrona em objetos virtuais possibilitaram uma experiência mais envolvente, favorecendo tanto o foco na atividade quanto a sensação de “estar ali” com os demais membros da equipe. A análise quantitativa, realizada com auxílio do *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ), mostrou índices significativos de imersão e presença, ao passo que a avaliação qualitativa, por meio de entrevistas semiestruturadas, evidenciou pontos fortes como incremento na colaboração

e engajamento, além de algumas limitações relativas à expressividade dos avatares, à usabilidade geral e ao desconforto físico no uso prolongado de *headsets*.

Ao longo dos capítulos, evidenciou-se que, embora os ambientes imersivos contribuam para minimizar lacunas na comunicação e fortalecer laços de equipe, ainda há desafios a serem superados. Especificamente, observou-se a necessidade de aprimorar recursos de comunicação não verbal, contemplar informalidades típicas do trabalho presencial e melhorar aspectos ergonômicos a fim de assegurar maior conforto em sessões mais extensas. No entanto, os resultados positivos indicam que as abordagens imersivas representam uma via para ampliar a eficiência e a coesão de equipes de desenvolvimento de softwares ágeis, incentivando seu uso.

7.1 Discussão com Trabalhos Relacionados

A presente pesquisa se diferencia dos estudos anteriores ao propor e validar requisitos específicos para ambientes de metaverso aplicados ao Scrum, com um enfoque prático baseado em prototipação e avaliação empírica. Os trabalhos analisados no Capítulo 2 abordam diferentes perspectivas do uso do metaverso para colaboração remota e Metodologias Ágeis, porém apresentam lacunas que esta pesquisa buscou preencher.

As pesquisas de Yigitbas et al. (2023) e Mayer et al. (2023) exploram o potencial do metaverso para trabalho colaborativo, mas sem um foco específico na adaptação do Scrum ou na proposição estruturada de requisitos para ambientes imersivos. Além disso, essas abordagens não incluem avaliações empíricas com participantes de times ágeis, limitando-se a revisões teóricas e experimentos controlados.

Outro trabalho relevante é o de Nankap et al. (2022), que propõe uma extensão do Scrum para equipes virtuais, denominada Com-Scrum, introduzindo novos papéis e eventos para otimizar a comunicação em times distribuídos. No entanto, essa proposta ainda se baseia em plataformas convencionais de videoconferência e ferramentas 2D, sem considerar o impacto da imersão e das interações tridimensionais na experiência dos usuários.

7.2 Contribuições

O desenvolvimento e a avaliação deste trabalho resultaram em contribuições relevantes para a área de pesquisa e para o campo de metaverso aplicado a práticas ágeis de desenvolvimento.

- **Definição de metaverso por especialistas:** a partir de um estudo exploratório sobre a adoção do metaverso, foi possível identificar como especialistas compreendem sua estrutura e aplicação, o que foi descrito no Capítulo 3. A análise incluiu literatura cinza e entrevistas com profissionais da área, possibilitando a categoriza-

ção de aspectos técnicos, sociais e econômicos do metaverso. O conhecimento obtido fundamentou a definição dos requisitos para ambientes imersivos voltados a equipes ágeis, além de contribuir para o entendimento da complexidade do metaverso e suas barreiras de adoção em diferentes contextos.

- ❑ **Mapeamento dos desafios enfrentados por equipes ágeis remotas:** a partir de uma revisão da literatura, foram sistematizados os principais desafios enfrentados por equipes distribuídas, incluindo dificuldades de comunicação, coordenação e colaboração, o que foi apresentado no Capítulo 4. Esse mapeamento fundamentou a definição de requisitos para ambientes imersivos, evidenciando limitações das abordagens tradicionais e auxiliando na justificativa de adoção do metaverso como alternativa para otimizar a dinâmica de times ágeis.
- ❑ **Definição de requisitos para ambientes em metaverso:** com base na análise dos desafios de equipes distribuídas, foi elaborada uma lista de requisitos para o uso do metaverso no contexto ágil, descrita na seção 5.2. Os requisitos englobam aspectos de comunicação, organização do trabalho e suporte às cerimônias do Scrum, considerando fatores como presença, interatividade e imersão. Essa proposta fornece diretrizes para o desenvolvimento de espaços virtuais colaborativos que favoreçam a produtividade e o engajamento da equipe.
- ❑ **Desenvolvimento de um protótipo de ambiente virtual para *sprint planning*:** um protótipo foi implementado para validar a aplicabilidade dos requisitos definidos, contemplando elementos essenciais da cerimônia de *sprint planning* (ver seção 5.3). O ambiente virtual desenvolvido inclui quadros kanban tridimensionais, ferramenta de *planning poker*, espaço para apresentações e avatares personalizados. A prototipação permitiu avaliar como prova de conceito a viabilidade dos requisitos e avaliar sua aderência às práticas ágeis.
- ❑ **Avaliação quantitativa e qualitativa da experiência no ambiente virtual:** a experiência no ambiente imersivo foi avaliada por meio do *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ) e de entrevistas semiestruturadas (ver 6). A análise quantitativa mensurou a percepção de presença dos participantes, enquanto os dados qualitativos revelaram benefícios, como maior engajamento e colaboração, além de desafios na adaptação ao ambiente virtual. Os resultados indicam que o metaverso pode reforçar a dinâmica de equipes ágeis distribuídas.
- ❑ **Reflexões sobre usabilidade e ergonomia em realidade virtual:** a avaliação do protótipo evidenciou limitações relacionadas à expressividade dos avatares, ao desconforto físico durante o uso prolongado e a desafios ergonômicos. Essas questões ressaltam a necessidade de aprimoramentos no ambiente virtual e no dispositivo para

garantir maior acessibilidade e eficácia do metaverso como ambiente de trabalho para equipes ágeis.

7.3 Trabalhos Futuros

Com os resultados apresentados, existem oportunidades de pesquisas futuras e de aprimoramento.

- ❑ **Extensão para outras cerimônias do Scrum:** embora o protótipo tenha foco na *sprint planning*, recomenda-se avaliar a abordagem em *daily scrums*, *sprint reviews* e *sprint retrospectives*, contemplando assim as demais etapas do ciclo de desenvolvimento ágil.
- ❑ **Aprimoramento dos recursos de avatar e comunicação não verbal:** melhorias em expressão facial, gestos e mapeamento corporal podem melhorar as interações entre os participantes, reduzindo a carência de pistas visuais e emocionais.
- ❑ **Investigação de estratégias de informalidade virtual:** propõe-se a inclusão de novos espaços e dinâmicas específicas para reproduzir conversas de corredor, alinhamentos espontâneos e outras interações informais que fortalecem o senso de equipe.
- ❑ **Ampliação da base de participantes e cenários de aplicação:** realizar estudos com equipes maiores, de diferentes setores, dimensões e culturas, proporcionará mais detalhes estatísticos a fim de validar a generalização dos resultados.

A comparação entre o ambiente imersivo virtual isolado e os meios convencionais de colaboração — reuniões presenciais, videoconferências e demais ferramentas 2D — indica benefícios pontuais, como a visualização tridimensional dos artefatos do *Scrum* e uma melhora na percepção de *co-presença*. Esses resultados sugerem que, em determinadas tarefas (por exemplo, o planejamento de *sprints* ou a revisão de *backlogs*), o uso de um espaço 3D pode reduzir ruídos de comunicação e facilitar o alinhamento da equipe distribuída. O presente estudo apresenta essas evidências com o objetivo de incentivar a experimentação prática dessas soluções, sem desconsiderar suas limitações conhecidas — necessidade de hardware adequado, risco de *cybersickness* e variabilidade na aceitação pelos usuários. Para que a experiência seja produtiva, recomenda-se monitorar esses fatores e evoluir gradualmente o ambiente conforme o *feedback* da equipe.

Referências

ABRAHAMSSON, P.; OZA, N.; SIPONEN, M. T. **Agile Software Development Methods: A Comparative Review**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. 31–59 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12575-1_3>.

AL-SAQQA, S.; SAWALHA, S.; ABDELNABI, H. Agile software development: Methodologies and trends. **Int. J. Interact. Mob. Technol.**, v. 14, p. 246–270, 2020. Disponível em: <<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:225548331>>.

ALMOQBEL, M. Y. et al. The metaverse: A systematic literature review to map scholarly definitions. In: **Companion Publication of the 2022 Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2022. (CSCW’22 Companion), p. 80–84. ISBN 9781450391900. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3500868.3559448>>.

ALZOUBI, Y.; GILL, A. The critical communication challenges between geographically distributed agile development teams: Empirical findings. **IEEE Transactions on Professional Communication**, v. 64, n. 4, p. 322–337, 2021.

ALZOUBI, Y. I.; GILL, A. Q.; AL-ANI, A. Empirical studies of geographically distributed agile development communication challenges: A systematic review. **Information Management**, v. 53, n. 1, p. 22–37, 2016. ISSN 0378-7206. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378720615000877>>.

ANWER, F. et al. Agile software development models tdd, fdd, dsdm, and crystal methods: A survey. **INTERNATIONAL JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY SCIENCES AND ENGINEERING**, v. 8, p. 1–10, 03 2017.

ASEERI, S. A.; INTERRANTE, V. The influence of avatar representation and behavior on communication in social immersive virtual environments. In: **2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)**. [S.l.: s.n.], 2018. p. 823–824.

BALL, M. **The Metaverse: And How it Will Revolutionize Everything**. WW Norton, 2022. ISBN 9781324092032. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=fPyqzgEACAAJ>>.

BECK, K. **Extreme programming explained: embrace change**. [S.l.]: addison-wesley professional, 2000.

- BUTT, S. A. et al. Agile project development issues during covid-19. In: PRZYBYŁEK, A. et al. (Ed.). **Lean and Agile Software Development**. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 59–70. ISBN 978-3-030-67084-9.
- CANEDO, E. D. et al. Perception of agile teams about home office during the covid-19. In: **International Conference on Enterprise Information Systems**. [S.l.: s.n.], 2023. p. 68–79.
- CHEN, T. et al. A review of research on metaverse defining taxonomy and adaptive architecture. In: **2022 5th International Conference on Pattern Recognition and Artificial Intelligence (PRAI)**. [S.l.: s.n.], 2022. p. 960–965.
- CHOPADE, M. R. M.; DHAVASE, N. S. Agile software development: Positive and negative user stories. In: **2017 2nd International Conference for Convergence in Technology (I2CT)**. [S.l.: s.n.], 2017. p. 297–299.
- CHRISTENSEN, E. L.; PAASIVAARA, M. Respond to change or die: An educational scrum simulation for distributed teams. In: **2022 IEEE/ACM 44th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET)**. [S.l.: s.n.], 2022. p. 235–246.
- CONBOY, K. et al. The future of hybrid software development: Challenging current assumptions. **IEEE Software**, v. 40, n. 2, p. 26–33, 2023.
- CUCOLAS, A.-A.; RUSSO, D. The impact of working from home on the success of scrum projects: A multi-method study. **Journal of Systems and Software**, v. 197, p. 111562, mar. 2023. ISSN 01641212. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0164121222002382>>.
- DELEUZE, F. The impact of the implementation of the metaverse in b2b firms: An explorative study. 2023. Disponível em: <<https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A3f572fa2-5c7e-43b8-9928-2c6421b8e412>>.
- DIGITAL.AI. **16º State of Agile**. [S.l.], 2022.
- DINCELLI, E.; YAYLA, A. Immersive virtual reality in the age of the metaverse: A hybrid-narrative review based on the technology affordance perspective. **The Journal of Strategic Information Systems**, v. 31, n. 2, p. 101717, 2022. ISSN 0963-8687. 2021 Review Issue. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963868722000130>>.
- DOLATA, M.; SCHWABE, G. What is the metaverse and who seeks to define it? mapping the site of social construction. **Journal of Information Technology**, v. 38, n. 3, p. 239–266, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/02683962231159927>>.
- ENGINEERING, T. **Spatial: the new metaverse platform for virtual events**. 2023. Disponível em: <<https://engineering.telefonica.com/spatial-the-new-metaverse-platform-for-virtual-events-c45fa5f3dadb>>.
- FERNANDES, F. A. **MetaSEE: An Approach to Enable the Metaverse-based Software Engineering Education**. Tese (Tese) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <<https://cos.ufrj.br/index.php/pt-BR/publicacoes-pesquisa/details/15/3095>>.

- FORD, D. et al. A tale of two cities: Software developers working from home during the covid-19 pandemic. **ACM Transactions on Software Engineering and Methodology**, v. 31, n. 2, p. 1–37, abr. 2022. ISSN 1049-331X, 1557-7392. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3487567>>.
- GAROUSI, V.; FELDERER, M.; MÄNTYLÄ, M. V. Guidelines for including grey literature and conducting multivocal literature reviews in software engineering. **Information and Software Technology**, v. 106, p. 101–121, 2019. ISSN 0950-5849. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584918301939>>.
- GRASSINI, S.; LAUMANN, K.; LUZI, A. K. Association of individual factors with simulator sickness and sense of presence in virtual reality mediated by head-mounted displays (hmds). **Multimodal Technologies and Interaction**, v. 5, n. 3, 2021. ISSN 2414-4088. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2414-4088/5/3/7>>.
- HIDAYATI, A. et al. Games for scrum team collaboration in the global software development environment: A literature review. In: **2022 Seventh International Conference on Informatics and Computing (ICIC)**. [S.l.: s.n.], 2022. p. 1–5.
- HODA, R.; SALLEH, N.; GRUNDY, J. The rise and evolution of agile software development. **IEEE Software**, PP, p. 1–1, 07 2018.
- HOPP, M. et al. A debate about implementing immersive technology for higher education: Pre-study examining the usability of virtual reality for lectures. **Human Systems Management**, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 39, n. 4, p. 565–571, 2020.
- INC, V. **VRChat Creators SDK**. [S.l.], 2024. Versão 3.7.6. Disponível em: <<https://creators.vrchat.com/sdk/>>.
- JOVANOVIĆ, A.; MILOSAVLJEVIĆ, A. Vortex metaverse platform for gamified collaborative learning. **Electronics**, v. 11, n. 3, 2022. ISSN 2079-9292. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2079-9292/11/3/317>>.
- KAHYA, M. D.; SENELER, Geographical distance challenges in distributed agile software development: Case study of a global company. In: **2018 3rd International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)**. [S.l.: s.n.], 2018. p. 78–83.
- KAPP, K. M. **Learning in 3D: adding a new dimension to enterprise learning and collaboration**. San Francisco, CA: Pfeiffer, 2010. ISBN 9780470504734. Disponível em: <<http://archive.org/details/learningin3daddi0000kapp>>.
- KHMELEVSKY, Y.; LI, X.; MADNICK, S. Software development using agile and scrum in distributed teams. In: **2017 Annual IEEE International Systems Conference (SysCon)**. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–4.
- KIM, K.; KWON, O.; YU, J. Evaluation of an hmd-based multisensory virtual museum experience for enhancing sense of presence. **IEEE Access**, v. 11, p. 100295–100308, 2023.

KITCHENHAM, B. A.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. [S.l.], 2007. Disponível em: <https://www.elsevier.com/___data/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf>.

LAZAR, J.; FENG, J. H.; HOCHHEISER, H. **Research Methods in Human-Computer Interaction**. 2. ed. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann, 2017. ISBN 9780128053904. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/book/9780128053904/research-methods-in-human-computer-interaction>>.

LODGE, M. **What Is Decentraland?** 2023. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/what-is-decentraland-6827259>>.

MAHNIĆ, V.; HOVELJA, T. On using planning poker for estimating user stories. **Journal of Systems and Software**, v. 85, n. 9, p. 2086–2095, 2012. ISSN 0164-1212. Selected papers from the 2011 Joint Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA 2011). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121212001021>>.

MAYER, A. et al. Collaborative work enabled by immersive environments. In: SHAJEK, A.; HARTMANN, E. A. (Ed.). **New Digital Work: Digital Sovereignty at the Workplace**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 87–117. ISBN 978-3-031-26490-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-26490-0_6>.

MAYOR, J.; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, D. Scrum vr: Virtual reality serious video game to learn scrum. **Applied Sciences**, v. 11, n. 19, 2021. ISSN 2076-3417. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-3417/11/19/9015>>.

MEHTA, K.; SOOD, V. M. Agile software development in the digital world – trends and challenges. In: **Agile Software Development**. John Wiley Sons, Ltd, 2023. p. 1–22. ISBN 9781119896838. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119896838.ch1>>.

MELEGATI, J.; GUERRA, E.; WANG, X. Understanding hypotheses engineering in software startups through a gray literature review. **Information and Software Technology**, v. 133, p. 106465, 2021. ISSN 0950-5849. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584920302111>>.

MORO, R.; BIASUZ, M. V. Produzindo experiências dentro de um ambiente virtual 3d: o uso do software sculptrvr. In: **Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2020. p. 179–188. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/12610>>.

MÜLLER, K. et al. Challenges of working from home in software development during covid-19 lockdowns. **ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.**, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 32, n. 5, jul. 2023. ISSN 1049-331X. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3579636>>.

MURAUCHI, K. et al. Study of vr online class for education with estimating facial expressions using deep learning (system construction and first step experiment of vr online class). **International Journal of Engineering and Artificial Intelligence**, v. 3, p. 1–8, 03 2022.

MYSTAKIDIS, S. Metaverse. **Encyclopedia**, v. 2, n. 1, p. 486–497, 2022. ISSN 2673-8392. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2673-8392/2/1/31>>.

NANKAP, L. H. et al. Adapting the scrum framework to the needs of virtual teams of game developers with multi-site members. In: **2022 The 5th International Conference on Software Engineering and Information Management (ICSIM)**. Yokohama Japan: ACM, 2022. p. 19–25. ISBN 9781450395519. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3520084.3520088>>.

NARİN, N. G. A content analysis of the metaverse articles. **Journal of Metaverse**, İzmir Academy Association, v. 1, n. 1, p. 17–24, 2021.

NEUMANN, M. et al. What remains from covid-19? agile software development in hybrid work organization: A single case study. In: **2022 10th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT)**. [S.l.: s.n.], 2022. p. 29–38.

NG, D. T. K. What is the metaverse? definitions, technologies and the community of inquiry. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 38, n. 4, p. 190–205, Nov. 2022. Disponível em: <<https://ajet.org.au/index.php/AJET/article/view/7945>>.

NILSSON, N. C.; NORDAHL, R.; SERAFIN, S. Immersion revisited: A review of existing definitions of immersion and their relation to different theories of presence. **Human Technology**, v. 12, n. 2, p. 108–134, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.17011/ht/urn.201611174652>>.

NUR'AINI, W.; RAHARJO, T. Key challenges and recommendations in managing hybrid work collaboration for agile teams: A prisma systematic literature review. In: **2023 Eighth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)**. [S.l.: s.n.], 2023. p. 1–6.

OCKIYA, T. F.; LOCK, R. A review of human factors in remote software project management: A progressive look at human based issues in remote software development environments. In: **Proceedings of the 2023 12th International Conference on Software and Information Engineering**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2024. (ICSIE '23), p. 15–21. ISBN 9798400708107. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3634848.3634858>>.

OLIVEIRA, F. de; WANG, X.; ZAINA, L. Feeling the elephant: Insiders' perspectives on the metaverse. In: HYRYNSALMI, S. et al. (Ed.). **Software Business**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 427–441. ISBN 978-3-031-53227-6.

OLSON, J. S.; OLSON, G. M. Distance matters. **Human-Computer Interaction**, v. 15, n. 2–3, p. 139–178, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1207/S15327051HCI1523_4>.

PAASIVAARA, M.; DURASIEWICZ, S.; LASSENIUS, C. Using scrum in distributed agile development: A multiple case study. In: **2009 Fourth IEEE International Conference on Global Software Engineering**. [S.l.: s.n.], 2009. p. 195–204.

PAASIVAARA, M.; WANG, X. Unveiling the spectrum of hybrid work in software engineering: Research directions. In: KRUCHTEN, P.; GREGORY, P. (Ed.). **Agile**

Processes in Software Engineering and Extreme Programming – Workshops. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 139–148. ISBN 978-3-031-48550-3.

PAN, Y.; STEED, A. The impact of self-avatars on trust and collaboration in shared virtual environments. **PLOS ONE**, Public Library of Science, v. 12, n. 12, p. 1–20, 12 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189078>>.

PARK, S.-M.; KIM, Y.-G. A metaverse: Taxonomy, components, applications, and open challenges. **IEEE Access**, v. 10, p. 4209–4251, 2022.

PAZAKOU, A.-M.; MYSTAKIDIS, S.; KAZANIDIS, I. Collaboration in a virtual reality serious escape room in the metaverse improves academic performance and learners' experiences. **Future Internet**, v. 17, n. 1, 2025. ISSN 1999-5903. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1999-5903/17/1/21>>.

POP, M. **Agile Virtualization – The importance of Scrum framework in creating synergies in global organizations.** Tese (Thesis) — Haaga-Helia, Finland, 2022. Disponível em: <<https://www.theseus.fi/handle/10024/744453>>.

RADFORD, A. et al. Robust speech recognition via large-scale weak supervision. In: **Proceedings of the 40th International Conference on Machine Learning.** [S.l.]: JMLR.org, 2023. (ICML'23).

RITTERBUSCH, G. D.; TEICHMANN, M. R. Defining the metaverse: A systematic literature review. **IEEE Access**, v. 11, p. 12368–12377, 2023.

RIZMALDI, M. A.; JAYADI, R. How remote working can affect employee performance using scrum in software development companies. v. 100, n. 24, dez. 2022. ISSN 1992-8645. Disponível em: <<https://www.jatit.org/volumes/Vol100No24/24Vol100No24.pdf>>.

RODEGHERO, P. et al. Please turn your cameras on: Remote onboarding of software developers during a pandemic. In: **Proceedings of the 43rd International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice.** IEEE Press, 2021. (ICSE-SEIP '21), p. 41–50. ISBN 9780738146690. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ICSE-SEIP52600.2021.00013>>.

SALDAÑA, J. The coding manual for qualitative researchers. **The coding manual for qualitative researchers**, SAGE publications Ltd, p. 1–440, 2012.

SCHMIDT, C. **Agile Software Development Teams.** Cham: Springer International Publishing, 2016. (Progress in IS). ISBN 9783319260556. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-26057-0>>.

SCHUBERT, T.; FRIEDMANN, F.; REGENBRECHT, H. The experience of presence: Factor analytic insights. **Presence: Teleoper. Virtual Environ.**, MIT Press, Cambridge, MA, USA, v. 10, n. 3, p. 266–281, jun. 2001. ISSN 1054-7460. Disponível em: <<https://doi.org/10.1162/105474601300343603>>.

SCHWABER, K.; BEEDLE, M. **Agile Software Development with Scrum.** 1st. ed. USA: Prentice Hall PTR, 2001. ISBN 0130676349.

SCOTT, E.; CAMPO, M. An adaptive 3d virtual learning environment for training software developers in scrum. **Interactive Learning Environments**, Routledge, v. 31, n. 8, p. 5200–5218, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1999985>>.

SERRUYA, D.; DENECKÈRE, R. T-agile: A guide to teleworking in agile project management. **Procedia Computer Science**, v. 225, p. 1997–2007, 2023. ISSN 1877-0509. 27th International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems (KES 2023). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923013480>>.

SEYMOUR, M. et al. Have we crossed the uncanny valley? understanding affinity, trustworthiness, and preference for realistic digital humans in immersive environments. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 22, n. 3, p. 591–617, 2021. ISSN 15369323. Disponível em: <<https://aisel.aisnet.org/jais/vol22/iss3/9/>>.

SITHAMBARAM, J.; NASIR, M. H. N. B. M.; AHMAD, R. Issues and challenges impacting the successful management of agile-hybrid projects: A grounded theory approach. **International Journal of Project Management**, v. 39, n. 5, p. 474–495, 2021. ISSN 0263-7863. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786321000260>>.

SONG, W. Requirement management for product-service systems: Status review and future trends. **Computers in Industry**, v. 85, p. 11–22, 2017. ISSN 0166-3615. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016636151630272X>>.

TAYLOR, S. et al. Immersive Collaborative VR Application Design: A Case Study of Agile Virtual Design Over Distance. 1 2021. Disponível em: <https://dro.deakin.edu.au/articles/journal_contribution/Immersive_Collaborative_VR_Application_Design_A_Case_Study_of_Agile_Virtual_Design_Over_Distance/20622168>.

VASCONCELOS-RAPOSO, J. et al. Adaptation and validation of the igroup presence questionnaire (ipq) in a portuguese sample. **Presence**, v. 25, n. 3, p. 191–203, 2016.

WEINBERGER, M. What is metaverse? a definition based on qualitative meta-synthesis. **Future Internet**, v. 14, n. 11, 2022. ISSN 1999-5903. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1999-5903/14/11/310>>.

WOHLIN, C. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: **Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2014. (EASE '14). ISBN 9781450324762. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2601248.2601268>>.

YERMOLAIEVA, S. Communication challenges in agile teams from the communication theory prospective. In: **Proceedings of the 2020 European Symposium on Software Engineering**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. (ESSE '20), p. 88–95. ISBN 9781450377621. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3393822.3432327>>.

YIGITBAS, E.; KALTSCHMIDT, C. Effects of human avatar representation in virtual reality on inter-brain connections. In: **Proceedings of the 8th International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR'24)**. [S.l.]: Springer, 2024.

YIGITBAS, E. et al. Virtual reality collaboration platform for agile software development. In: KADGIEN, R. et al. (Ed.). **Product-Focused Software Process Improvement**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. v. 14483, p. 3–19. ISBN 9783031492655. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-49266-2_1>.

ZAINA, L. A. et al. Preventing accessibility barriers: Guidelines for using user interface design patterns in mobile applications. **Journal of Systems and Software**, v. 186, p. 111213, 2022. ISSN 0164-1212. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121221002831>>.

ZHU, S. et al. Adopting a metaverse-based workspace to support research team collaboration: a pilot study from an academic health informatics laboratory. **JAMIA Open**, v. 6, n. 1, p. ooad010, jan. 2023. ISSN 2574-2531. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jamiaopen/article/doi/10.1093/jamiaopen/ooad010/7058968>>.

ŠMITE, D. et al. From forced working-from-home to voluntary working-from-anywhere: Two revolutions in telework. **Journal of Systems and Software**, v. 195, p. 111509, 2023. ISSN 0164-1212. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121222001856>>.

Apêndices

APÊNDICE A

Questionário IPQ

Avaliação de Presença - IPQ

Este formulário de avaliação foi elaborado para coletar feedback sobre a experiência dos participantes durante o planejamento de sprint realizado no ambiente do metaverso. Utilizando o

Igroup Presence Questionnaire (IPQ). O objetivo deste formulário é compreender sua percepção de presença, imersão e interação no ambiente virtual.

fabricao.malta@estudante.ufscar.br [Mudar de conta](#)



* Indica uma pergunta obrigatória

E-mail *

Seu e-mail

Nome Completo

Sua resposta

1 - Quão consciente você estava do mundo real ao seu redor enquanto navegava *
no mundo virtual? (ex.: sons, temperatura da sala, outras pessoas, etc.)

1 2 3 4 5 6 7

Extremamente consciente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Nada consciente

2 - Quão real o mundo virtual pareceu para você? *

1 2 3 4 5 6 7

Completamente real ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Nada real



3 - Senti que estava agindo no espaço virtual, em vez de operar algo de fora. *

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

4 - Quanto a sua experiência no ambiente virtual pareceu consistente com a sua experiência no mundo real? *

1 2 3 4 5 6 7

Nada consistente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito consistente

5 - Quão real o mundo virtual pareceu para você? *

1 2 3 4 5 6 7

Tão real quanto um mundo imaginário ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Indistinguível do mundo real

6 - Não me senti presente no espaço virtual. *

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

7 - Eu não estava consciente do meu ambiente real. *

1 2 3 4 5 6 7

Discordo totalmente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente



8 - No mundo gerado pelo computador, eu tive a sensação de "estar lá". *

	1	2	3	4	5	6	7	
De forma alguma	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Muito

9 - De alguma forma, senti que o mundo virtual me envolvia. *

	1	2	3	4	5	6	7	
De forma alguma	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Muito

10 - Me senti presente no espaço virtual. *

	1	2	3	4	5	6	7	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

11 - Ainda prestei atenção ao ambiente real. *

	1	2	3	4	5	6	7	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

12 - O mundo virtual pareceu mais realista do que o mundo real.

	1	2	3	4	5	6	7	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente



13 - Senti como se estivesse apenas percebendo imagens. *

	1	2	3	4	5	6	7	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

14 - Fui completamente cativado pelo mundo virtual. *

	1	2	3	4	5	6	7	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

Enviar

[Limpar formulário](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em Universidade Federal de São Carlos.
Este formulário parece suspeito? [Relatório](#)

Google Formulários



APÊNDICE B

TCLE

Eu, Fabricio Malta de Oliveira, mestrando pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), localizada na Rodovia João Leme dos Santos, km 110, Sorocaba/SP, CEP 18052-780, convido você a participar da pesquisa intitulada "Design de requisitos de ambientes de trabalho remoto no metaverso: uma proposta para times Scrum". Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob o CAAE 83583924.5.0000.5504. Em caso de dúvidas, estou à disposição pelo e-mail fabricio.malta@estudante.ufscar.br ou pelo telefone (18) 99682-6494.

A pesquisa será realizada presencialmente no Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus União da Vitória, com a participação voluntária dos interessados. O ambiente experimental foi projetado para simular uma sessão de “sprint planning” com uso de óculos de Realidade Virtual (RV), permitindo a análise da imersão e da comunicação entre os participantes. A atividade tem duração estimada entre 15 e 30 minutos. Ao final da interação, os participantes responderão a um questionário com 14 questões em escala Likert e participarão de uma breve entrevista semiestruturada.

O público-alvo inclui profissionais da área de desenvolvimento de software, como desenvolvedores, engenheiros de software, “UX designers”, testadores, gerentes de produto e de projeto, arquitetos de software, entre outros. Não há restrição quanto ao porte ou natureza da organização em que o participante atua. Cada sessão contará com um Tech Lead, Scrum Master, Product Manager ou Product Owner, acompanhado por três Developers. Os óculos RV serão disponibilizados pela equipe ou poderão ser substituídos por dispositivos compatíveis do participante, mediante instalação prévia do VRChat.

O participante deverá criar um avatar 3D por meio da plataforma Avaturn.me e enviá-lo ao pesquisador com antecedência, para configuração do ambiente virtual. A sala da sessão presencial será informada por e-mail.

Os dados serão coletados exclusivamente para fins acadêmicos e mantidos sob confidencialidade. O armazenamento ocorrerá em plataformas seguras com acesso restrito aos pesquisadores. As gravações incluirão apenas áudio e interação com o ambiente, sem captura de imagem dos participantes. As respostas aos questionários serão anônimas e os dados serão armazenados por cinco anos, sendo posteriormente descartados de forma segura. O participante poderá solicitar, a qualquer momento, a retirada de seu consentimento e a exclusão de seus dados.

Os possíveis riscos envolvem cansaço físico ou cognitivo decorrente do uso prolongado dos óculos RV. Em caso de desconforto, a sessão será interrompida imediatamente. Para minimizar riscos, o ambiente real será controlado (sala individual com acesso restrito) e o ambiente virtual será protegido por senha.

A participação é voluntária e não haverá compensação financeira. Custos com transporte e alimentação, quando aplicáveis, serão ressarcidos. Não há garantias de benefícios diretos, mas espera-se que a experiência promova reflexões sobre as práticas profissionais dos participantes.

O consentimento para participação envolve a concordância com todos os aspectos descritos. O participante pode, a qualquer momento, solicitar assistência, informações adicionais ou a exclusão de seus dados. Duas vias deste termo serão disponibilizadas: uma para o pesquisador e outra para o participante.

A pesquisa está registrada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSCar, localizado na Rodovia Washington Luís, km 235, São Carlos-SP, CEP 13565-905. Contato: cephumanos@ufscar.br | (16) 3351-9685. O comitê atua conforme as Resoluções CNS nº 466/12, 510/16, entre outras.

A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), órgão do Conselho Nacional de Saúde, também é responsável pela avaliação e acompanhamento de pesquisas com seres humanos no Brasil. Contato: SRTV – Via W 5 Norte – Edifício PO700 – Quadra 701, lote D – 3º andar – Asa Norte, CEP 70719-040, Brasília-DF, telefone (61) 3315-5877, atendimento de segunda a sexta-feira, das 09h às 18h.

Ao concordar com a participação, você reconhece estar ciente dos objetivos, procedimentos, riscos e garantias descritos, e autoriza o uso dos dados conforme indicado.

Declaração de Consentimento

Declaro que li e entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

() Concordo em participar () Não concordo em participar

Autorização para Gravação de Áudio

COM RELAÇÃO À GRAVAÇÃO DE ÁUDIO DE SUA VOZ DURANTE AS ENTREVISTAS, VOCÊ PODERÁ OPTAR POR UMA DAS SEGUINTE ALTERNATI-

VAS, DE FORMA LIVRE E ESCLARECIDA, SEM QUALQUER PREJUÍZO À SUA PARTICIPAÇÃO:

() SIM, AUTORIZO A GRAVAÇÃO DE MINHA VOZ PARA EFEITOS DE ANÁLISE E ENTENDO QUE NÃO SEREI IDENTIFICADO NAS PUBLICAÇÕES DA PESQUISA.

() NÃO, NÃO AUTORIZO A GRAVAÇÃO DE MINHA VOZ.

() AUTORIZO A GRAVAÇÃO DE MINHA VOZ APENAS PARA EFEITOS DE ANÁLISE, MAS NÃO AUTORIZO NENHUMA FORMA DE DIVULGAÇÃO QUE POSSIBILITE A MINHA IDENTIFICAÇÃO.

Local e Data:

Fabricio Malta de Oliveira

Pesquisador responsável

Nome do Participante:

APÊNDICE C

Questionário de perfil

Formulário de Participação/Interesse

Meu nome é Fabricio Malta de Oliveira, atualmente mestrando pela Universidade Federal de São Carlos. A pesquisa abaixo foi protocolada pelo comitê de ética com código CAAE 83583924.5.0000.5504.

Qualquer dúvida, contatar via e-mail: fabricio.malta@ifpr.edu.br

A sessão está prevista para ocorrer no campus do IFPR União da Vitória de forma presencial.

Pesquisa: "**Design de requisitos de ambientes de trabalho remoto no metaverso: uma proposta para times Scrum.**"

Este estudo tem como objetivo avaliar a imersão em ambientes virtuais e a comunicação entre os participantes durante uma simulação de um sprint planning no metaverso. **Você participará de uma sessão com previsão de duração entre 15 e 30 minutos.**

Detalhes da Participação:

- **Atividade:** participação em uma simulação de sprint planning utilizando óculos de Realidade Virtual (VR).
- **Objetivo da Simulação:** planejar as histórias de usuário de um projeto, avaliando a eficácia da comunicação e o nível de imersão proporcionado pelo ambiente virtual.
- **Requisitos para Participar:**
 - experiência com desenvolvimento ágil.
 - atuação como

atuação como **Developer / Desenvolvedor** (importante), **Tech Lead, Scrum Master, Product Manager** ou **Product Owner**.
 - **experiência no uso de ferramentas de comunicação e colaboração (Zoom, Meet, Microsoft Teams, Trello, Jira, Asana, Slack, etc.).**
 - **cada sessão será composta por 1 Tech Lead / Scrum Master / Product Manager / Product Owner + três Developers / Desenvolvedores .**

Informações Adicionais:

- Os participantes utilizarão óculos VR fornecidos pela equipe de pesquisa ou poderão usar seus próprios dispositivos compatíveis (caso queira, necessário instalar o VRChat).
- A sessão será agendada de acordo com a disponibilidade dos participantes.
- Todas as informações coletadas serão tratadas com confidencialidade e utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos.
- Após a participação, será pedido para preencher um formulário de imersão e uma breve entrevista (cinco minutos) sobre comunicação.

fabricio.malta@estudante.ufscar.br [Mudar de conta](#)



Não compartilhado



* Indica uma pergunta obrigatória

Nome completo *

Sua resposta

E-mail para contato *

Sua resposta

Idade *

Sua resposta

Quantos anos de experiência com desenvolvimento de software *

- ☐ Menos de 1 ano
- ☐ De 1 a 2 anos
- ☐ De 2 a 3 anos
- ☐ De 3 a 4 anos
- ☐ De 4 a 5 anos
- ☐ Mais de 5 anos

Conhece a metodologia Scrum? *

- ☐ Sim
- ☐ Não



Em caso da pergunta anterior ter sido Sim. Quantos anos de experiência com Scrum.

- ☐ Menos de 1 ano
- ☐ De 1 a 2 anos
- ☐ De 2 a 3 anos
- ☐ De 3 a 4 anos
- ☐ De 4 a 5 anos
- ☐ Mais de 5 anos

Participei da pesquisa enquanto *

- ☐ Scrum Master/ TechLead/ Product Owner/Product Manager / DevOps
- ☐ Desenvolvedor

Nível de escolaridade *

- ☐ Fundamental Incompleto
- ☐ Fundamental Completo
- ☐ Ensino médio incompleto
- ☐ Ensino médio completo
- ☐ Graduação Completo
- ☐ Especialização Completo
- ☐ Mestrado Completo
- ☐ Doutorado Completo



Em que tipo de empresa você trabalha atualmente? *

- ☐ Startup
- ☐ Pequena empresa (até 20 colaboradores)
- ☐ Média empresa (de 20 até 100 colaboradores)
- ☐ Grande empresa (+ 100 colaboradores)

Quais ferramentas de comunicação você utiliza com mais frequência no trabalho? Ex: Jira, Trello, Asana, Meet, Microsoft Teams, Zoom, etc...

*

Sua resposta

Já teve experiência com simulações ou treinamentos em ambientes virtuais?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Qual é o seu nível de proficiência em tecnologias digitais?

- ☐ Básico
- ☐ Intermediário
- ☐ Avançado
- ☐ Especialista

Enviar

[Limpar formulário](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em Universidade Federal de São Carlos.
Este formulário parece suspeito? [Relatório](#)



Google Formulários

