



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Carolina Vaz Pinto Pereira

Metaverso – Onboarding

Metaverso – Onboarding

Ana Carolina Vaz Pinto Pereira

UMinho | 2023

setembro de 2023



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ana Carolina Vaz Pinto Pereira

Metaverso – *Onboarding*

Relatório de Trabalho de Projeto de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão de
Sistemas de Informação

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Luís Gonzaga Magalhães

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-Compartilha Igual

CC BY-NC-SA

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ana Carolina Vaz Pinto Pereira

AGRADECIMENTOS

Agora que termino este capítulo da minha vida, resta-me agradecer a todos aqueles que me acompanharam nesta jornada desde o início e tornaram a realização deste trabalho possível.

- Ao meu orientador:

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão ao meu orientador Luís Gonzaga Magalhães, pelo acompanhamento constante e apoio incansável ao longo deste trabalho. Os seus conselhos foram essenciais para o término deste projeto.

- Ao meu supervisor e colegas de equipa:

À Accenture, mais especificamente ao meu supervisor, Diogo Monteiro, e ao resto da equipa, um especial obrigado pela disponibilização e apoio inesgotável ao longo deste projeto. A vossa ajuda e o vosso humor contagiável tornaram esta experiência bastante enriquecedora.

- À minha família:

Aos meus pais, Maria da Luz de Almeida Vaz e António Pinto Pereira, e aos meus irmãos, Miguel e Carina, pelo amor incondicional, encorajamento e apoio emocional dado ao longo da minha jornada académica e da minha vida. Sem vocês, não estaria aqui hoje, a celebrar o findar deste objetivo.

- Aos meus amigos:

Agradeço a todos os meus amigos, que partilharam comigo as alegrias e os desafios, ao longo destes cinco anos. Gostaria de agradecer à Beatriz Rodrigues, por me acompanhar há mais de uma década e por ter estado ao meu lado todo o percurso académico; à Daniela Ferreira e ao Nuno Peixoto, que estiveram, em todo o meu percurso universitário, presentes nos desafios que foram surgindo. Serão, certamente, amigos que levarei para a vida; à Inês Marques que, em tão pouco tempo, se tornou um dos meus maiores apoios; e, por fim, um obrigado ao Nicolas Sousa, que foi o meu maior apoio ao longo destes cinco anos, tanto a nível profissional, mas especialmente a nível emocional. Obrigada por tudo e por seres um amigo incrível.

Às minhas amigas do secundário, que mesmo não estando presentes nos desafios universitários, estiveram sempre ao meu lado, para me dar força e me motivar nos momentos em que mais precisei.

A todos deixo-vos um sincero obrigado.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio, nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Ana Carolina Vaz Pinto Pereira

RESUMO

Metaverso - Onboarding

Na fase que se seguiu logo após a pandemia do COVID-19 o processo de regresso aos escritórios da Accenture trouxe consigo algumas mudanças significativas no que toca à integração de novos funcionários da empresa. O processo de *onboarding* (integração) de um *newjoiner* (novo funcionário) tornou-se maioritariamente remoto e toda a vertente social de conhecer o ambiente da empresa e ter uma receção mais acolhedora desapareceu. Isto resultou numa menor orientação dos novos candidatos durante os primeiros dias na empresa e em desafios na transmissão de informação sobre os procedimentos de receção dos *newjoiners* dentro do ambiente físico da Accenture. Assim, de forma a lidar com esta situação, surgiu uma iniciativa de utilizar o Metaverso como meio de facilitar a integração dos novos elementos e promover a socialização entre os funcionários da organização.

O projeto consiste na criação de uma *digital twin* do escritório da Accenture no recente edifício EXEO LUMNIA, no Oriente, em Lisboa. Esta *digital twin* foi construída numa cena dentro do Unity que, seguidamente, foi publicada na plataforma AltspaceVR. Além disso, utilizou-se um SDK (*Software Development Kit*) que permitiu desenvolver, em TypeScript, quatro das tarefas de *onboarding* a serem realizadas pelos *newjoiners*: exploração do escritório, simulações do levantamento do computador e do cartão e a primeira reunião com os recursos humanos. Esta última teria ligação ao ERP SAP SuccessFactors que não foi concebida, devido ao surgimento de adversidades que impediram o sucesso do projeto. De forma a que estas *journeys* fossem disponibilizadas para todos os elementos, alojou-se a aplicação numa nuvem dentro do Microsoft Azure.

O sucesso da solução não foi plenamente atingindo devido ao surgimento de uma dificuldade que impediu o desenvolvimento completo do projeto. No entanto, ainda que este não tenha corrido de acordo com os planos, o objetivo principal, que passa pela utilidade desta ideia na integração dos *newjoiners* e na promoção da comunicação e comunicação entre funcionários, foi bem conseguido.

Palavras-chave: Metaverso; gestão de recursos humanos; *onboarding*.

ABSTRACT

Metaverse - Onboarding

In the phase immediately following the COVID-19 pandemic, the process of returning to Accenture's offices brought significant changes regarding the integration of new company employees. The onboarding process for a new joiner became predominantly remote, and the social aspect of getting to know the company environment and having a warmer reception largely disappeared. This resulted in less guidance for new candidates during their initial days at the company and challenges in conveying information about the onboarding procedures for new joiners within the physical Accenture environment. Thus, to address this situation, an initiative emerged to use the Metaverse as a means to facilitate the integration of new members and promote socialization among the organization's employees.

The project involves creating a digital twin of Accenture's office in the recently built EXEO LUMNIA building in Oriente, Lisbon. This digital twin was constructed within a scene in Unity and subsequently published on the AltspaceVR platform. Additionally, an SDK, based in TypeScript, was used to develop four of the onboarding tasks to be performed by new joiners: exploring the office, simulating computer and card pickup, and the first meeting with the human resources department. This last journey was intended to be connected to SAP SuccessFactors ERP but was not implemented due to unforeseen challenges that hindered the project's success. To make these journeys available to all members, the application was hosted on a cloud within Microsoft Azure.

The success of the solution was not fully achieved due to the emergence of a difficulty that prevented the project from being completed as planned. However, even though it did not go according to plan, the main objective, which is the utility of this idea in the integration of new joiners and in promoting communication and interaction among employees, was successfully achieved.

Keywords: Metaverse; human resources management; onboarding.

ÍNDICE

Direitos de Autor e Condições de Utilização do Trabalho por Terceiros	ii
Agradecimentos	iii
Declaração de Integridade	iv
Resumo	v
Abstract	vi
Índice	vii
Lista de Abreviaturas e Siglas	xi
Lista de Figuras	xii
Lista de Símbolos	xiii
Lista de Tabelas	xiv
1. Introdução.....	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Estruturação do Documento.....	2
2. Revisão de literatura	3
2.1 Definição de Metaverso	4
2.2 Funcionamento do Metaverso.....	5
2.3 Impactos do Covid-19 no Metaverso	9
2.4 Gestão de Recursos Humanos	11
2.5 Tecnologias para a criação de ambientes Metaverso	13
2.6 Projetos semelhantes.....	15
3. Metodologia de gestão do projeto	21
3.1 SCRUM.....	21
3.2 Product Backlog	23

3.3	Sprint Backlog.....	23
3.4	Riscos.....	25
4.	Trabalho Prático.....	27
4.1	Arquitetura do Sistema	27
4.2	Tecnologias.....	28
4.2.1	Unity.....	30
4.2.2	AltspaceVR	30
4.2.3	Microsoft Azure.....	31
4.2.4	Docker	32
4.2.5	Visual Studio Code	32
4.2.6	Visual Paradigm.....	32
4.2.7	Node.js	32
4.2.8	NPM.....	33
4.2.9	TypeScript	33
4.3	<i>Journeys</i>	33
4.3.1	<i>Journey 1: “Welcome to the office!”</i>	33
4.3.2	<i>Journey 2: Levantamento do Computador</i>	36
4.3.3	<i>Journey 3: Levantamento do Cartão de Acesso</i>	37
4.3.4	<i>Journey 4: Primeira Reunião com os Recursos Humanos</i>	38
4.4	Diagrama de Classes.....	40
4.4.1	Classes Menu e Navigation	41
4.4.2	Classe Mesh_User	43
4.4.3	Classe <i>Journey</i>	44
4.4.4	Classe App	45
4.5	Alojamento da aplicação no Microsoft Azure.....	45

4.6	Modelo de Entidades e Relacionamentos	47
4.6.1	Utilizador	47
4.6.2	Atividade	48
4.6.3	UtilizadorAtividade	49
4.6.4	Local	49
4.7	Apresentação do Artefacto	50
4.8	Possíveis alternativas	51
4.8.1	MOM (Metaverse Operative Modules)	51
4.8.2	Photon	52
4.8.3	Microsoft Mesh	54
4.8.4	Ligação à Base de Dados	57
4.8.5	Conexão ao SAP SuccessFactors	58
5.	Conclusão	60
5.1	Considerações	60
5.2	Dificuldades e limitações	61
5.3	Trabalho futuro	62
	Referências	63
	Apêndice I – Scripts	66
	Anexo I – “Welcome to the office”	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

POC	<i>Proof of Concept</i>
XR	<i>Extended Reality</i>
RV	Realidade Virtual
RA	Realidade Aumentada
MR	<i>Mixed Reality</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
RH	Recursos Humanos
MOM	<i>Metaverse Operative Modules</i>
RGPD	Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados
B2B	<i>Business to Business</i>
B2C	<i>Business to Consumer</i>
RPC	<i>Remote Procedure Call</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
DLL	<i>Dynamic Link Library</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo Conceptual para a Investigação do Metaverso	6
Figura 2: <i>Onboarding</i> virtual da Deloitte	16
Figura 3: Horizon Workrooms	17
Figura 4: Escritório virtual da Accenture	18
Figura 5: One Accenture Park.....	18
Figura 6: VR Cybersecurity Adventure	19
Figura 7: Reunião estratégica anual.....	20
Figura 8: SCRUM	21
Figura 9: Arquitetura do Sistema	28
Figura 10: Pátio exterior do edifício EXEO LUMNIA.....	34
Figura 11: Entrada do edifício EXEO LUMNIA	34
Figura 12: Sistema de navegação	35
Figura 13: Modelação da <i>journey 1</i>	36
Figura 14: Modelação da <i>journey 2</i>	37
Figura 15: Modelação da <i>journey 3</i>	38
Figura 16: Modelação da <i>journey 4</i>	39
Figura 17: Diagrama de Classes.....	40
Figura 18: Diagrama de Entidades e Relacionamentos.....	47
Figura 19: Microsoft Mesh	55
Figura 20: Microsoft Teams.....	56

LISTA DE SÍMBOLOS

% Percentagem

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Sinais não-verbais no Metaverso (Davis et al., 2009)	8
Tabela 2: Product Backlog	23
Tabela 3: Sprint Backlog	24
Tabela 4: Lista de Riscos	25
Tabela 5: Lista de Tecnologias.....	29
Tabela 6: Variáveis da classe Menu	41
Tabela 7: Variáveis da classe Navegation.....	42
Tabela 8: Variáveis da classe Mesh_User.....	43
Tabela 9: Variáveis da Classe <i>Journey</i>	44
Tabela 10: Dependências do projeto	46
Tabela 11: Tabela "Utilizador"	48
Tabela 12: Tabela "Atividade"	48
Tabela 13: Tabela "UtilizadorAtividade"	49
Tabela 14: Tabela "Local"	49

1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo serve para introduzir o trabalho, oferecendo-lhe o enquadramento e a motivação do projeto. Seguidamente, serão apresentados os objetivos estabelecidos e, por fim, uma breve descrição da estruturação do documento.

1.1 Enquadramento e Motivação

Na fase imediatamente pós-pandemia, o regresso ao escritório tornou-se algo bastante diferente da fase anterior à mesma. Uma das situações observadas está relacionada com a entrada de novos recursos na Accenture.

O processo de integração de novos elementos na empresa tornou-se bastante remoto, que por sua vez, contribui para uma falta de comunicação interpessoal (Triantoro, 2022). Verificou-se, então, uma diminuição do número de pessoas para a receção dos mesmos e, ainda, uma maior dificuldade na partilha de informação acerca dos processos de receção de um *newjoiner* dentro dos escritórios da organização.

Assim, surgiu a iniciativa de realizar a integração dos *newjoiners* dentro do Metaverso, um ambiente digital no qual as pessoas interagem utilizando tecnologias imersivas, e que está a dar forma a um novo método de interação e socialização (Zallio e Clarkson, 2022). O Metaverso tem o potencial de alargar o mundo físico utilizando tecnologias de realidade aumentada e virtual, permitindo aos utilizadores interagirem dentro de ambientes reais e simulados utilizando avatares. (Dwivedi et al., 2022).

Esta iniciativa permitirá aos novos membros da Accenture conhecerem “os cantos à casa” antes mesmo de chegarem à empresa, facilitando, tanto os seus primeiros dias, como também permitindo executar algumas funções dentro do Metaverso.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como propósito o desenvolvimento de uma simulação, em tempo real, de algumas *journeys* que fazem parte do processo de integração de novos elementos na empresa

Accenture. Esta solução permitirá ao *newjoiner* conhecer a empresa e facilitar a sua adaptação nos escritórios durante os seus primeiros dias.

Posto isto, esperam-se atingir os seguintes resultados:

- Desenvolvimento de uma POC (*Proof-of-Concept*), com programação das *journeys* dos *newjoiners* e a integração no ambiente Metaverso da Accenture;
- Integração do ambiente virtual da empresa com a plataforma de recursos humanos SAP SuccessFactors;
- Análise funcional, técnica e arquitetural da solução;
- Implementação da solução integrada e realização de testes de aceitação;
- Criação de uma apresentação utilizando a plataforma desenvolvida.

A solução em questão será realizada utilizando o ambiente Metaverso e é uma abordagem que terá como base a metodologia ágil SCRUM, que se trata de uma metodologia mais flexível e que permite a melhoria da solução ao longo do seu desenvolvimento.

1.3 Estruturação do Documento

O presente documento está dividido em cinco capítulos essenciais:

- Introdução: responsável por dar um enquadramento e motivação ao trabalho de projeto e respetivos objetivos;
- Revisão de literatura: é o resultado de uma pesquisa de conceitos essenciais à compreensão do tema do trabalho;
- Metodologia: explora a metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto, sendo neste caso, a metodologia ágil SCRUM;
- Trabalho prático: aborda todo o trabalho realizado no processo de desenvolvimento da solução idealizada, com foco na modelação e programação das *journeys* (jornadas) dos *newjoiners*;
- Conclusão: abrange algumas considerações finais acerca do documento, assim como aborda as dificuldades e limitações que foram surgindo ao longo do desenvolvimento do projeto. Por último, explica todos os aspetos a serem tidos em conta no futuro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo são explorados diversos conceitos e tópicos relevantes para o desenvolvimento e compreensão do tema do trabalho.

Esta fase iniciou-se com uma pesquisa geral sobre o tema Metaverso, no entanto, como havia diferentes temas a serem abordados, o tópico acabou por ser explorado e dividido por subgrupos.

Esta revisão de literatura inicia-se pela introdução ao Metaverso, explorando as diferentes definições que lhe são associadas e qual é a sua história ao longo do tempo. De seguida, são abordados conceitos fundamentais que tornam possível o funcionamento do Metaverso. No ponto que se segue, abordam-se os efeitos que a pandemia originada pelo vírus do Covid-19 tiveram na utilização do Metaverso, desde os seus impactos a nível social, às aplicações em diferentes áreas. Seguidamente, aborda-se o tema da gestão de recursos humanos e como é que o Metaverso pode ser importante quando implementado nesta área, dentro das organizações, assim como são mencionados possíveis desafios associados. Por fim, são exploradas um conjunto de tecnologias alternativas à que foi usada para o desenvolvimento deste projeto, seguido da apresentação de projetos semelhantes ao proposto por este projeto de mestrado em empresas internacionais e dentro da Accenture.

Esta fase do projeto iniciou-se com a definição de alguns critérios, de forma a definir quais os documentos mais relevantes para o mesmo. Seguem-se, então, as regras utilizadas:

- Utilização de serviços como Scopus, Web of Science, ScienceDirect e Google Scholar, salvo para algumas exceções, dado que ainda não existem artigos de fácil acesso que estudem alguns dos temas explorados;
- Pesquisa em português e, sobretudo, em inglês;
- A data de publicação deve ser recente, salvo as exceções utilizadas para dar uma base para a contextualização do tema;

Ainda que, na sua maioria, se tenham utilizado artigos e livros para a realização desta revisão de literatura, também foram utilizados *websites*, sobretudo para a procura de projetos semelhantes ao que é proposto ser feito neste trabalho e de tecnologias aplicáveis ao mesmo.

2.1 Definição de Metaverso

Primeiramente, é fundamental perceber qual é o conceito de Metaverso e qual a sua origem. Embora não haja uma definição certa para Metaverso, atualmente, este tem sido descrito como “uma nova iteração da internet que utiliza *headsets VR*, tecnologia *blockchain* e avatares dentro de uma nova integração do mundo físico e virtual” (Dwivedi et al., 2022, p. 2). Estes ambientes virtuais partilhados e interoperáveis permitem que os utilizadores de todo o mundo consigam interagir e socializar mais facilmente (Cheng, Wu, Varvello, Chen, & Han, 2022). De uma forma mais simples, o conceito de Metaverso é apresentado como “o futuro imersivo da internet, onde pessoas distribuídas de todo o mundo podem conectar-se através de ambientes sociais virtuais 3D” (Mirza-Babaei et al., 2022).

“Metaverso” combina as palavras “meta”, que significa “transcendência”, e “universo”, que diz respeito a “mundo” (Nah, Oh, Han, Kim, & Lee, 2022) e, segundo Zallio e Clarkson (2022), a palavra surgiu, pela primeira vez, num romance de ficção científica, “Snow Crash”, escrito, em 1992, por Neal Stephenson, no qual é apresentada como um ambiente de Realidade Virtual (RV) que utiliza a *internet* e a Realidade Aumentada (RA) através de avatares e outros *softwares*.

Em 2003, a empresa Linden Lab, sediada em São Francisco, criou o Second Life, um ambiente virtual no qual as pessoas podiam criar avatares e mergulhar numa segunda vida digital através da utilização de um computador e ligação à internet. Nos últimos anos, o Metaverso tem ganho bastante popularidade, sobretudo na indústria dos videojogos, com empresas como a Roblox Corp., a Epic Games Inc, e muitas outras, a investirem no desenvolvimento de ambientes virtuais e na possibilidade de os utilizadores poderem interagir com outros jogadores através de avatares personalizados.

O interesse das empresas de tecnologia no Metaverso também aumentou, motivando o desenvolvimento de tecnologias e serviços que permitem que os criadores visualizem o futuro deste tema. Em 2021, por exemplo, o Facebook alterou o seu nome para Meta, referindo que o seu foco seria usar o Metaverso como método de conexão entre pessoas, encontrar comunidades e crescer negócios (Kraus, Kanbach, Krysta, Steinhoff, & Tomini, 2022).

A Microsoft é outro exemplo de empresa que apostou no Metaverso, comprando, em 2022, a Activision Blizzard e trabalhando em aplicações de ambientes imersivos como a Microsoft Mesh.

No entanto, diferentes estudos referem que existem grandes diferenças entre o Metaverso da atualidade e o Metaverso da época do Second Life. Park e Kim (2022) afirmam que o Metaverso atual é baseado nos valores sociais da Geração Z, geração esta que defende que a personalidade das pessoas em ambientes *online* não difere daquela que é demonstrada pelas mesmas em ambientes reais. Ademais, existem outros aspetos que marcam a diferença entre os dois tipos de Metaverso referidos, sendo estes os seguintes:

1. O Metaverso dos dias de hoje é mais natural e providencia uma maior imersão no ambiente virtual, uma vez que, atualmente, existe um maior desempenho de reconhecimento e um modelo de geração natural possibilitados pelo desenvolvimento de *deep learning* (melhoria da precisão da visão e do reconhecimento da linguagem).
2. Atualmente existe uma maior acessibilidade e continuidade do Metaverso, dado que, no momento, existe uma maior variedade de dispositivos, nomeadamente os móveis, que permitem tal fenómeno. No passado, o Metaverso era baseado apenas na utilização de computadores.
3. A eficiência e a estabilidade do Metaverso têm melhorado, devido ao desenvolvimento de tecnologias como *blockchain* e criptomoedas;
4. Por fim, a popularidade do Metaverso tem crescido imenso após as limitações impostas pela pandemia do Covid-19.

2.2 Funcionamento do Metaverso

Existem vários conceitos essenciais que são necessários abordar para compreender como funciona o Metaverso.

Em 2009, Davis, Murphy, Owens, Khazanchi e Zigurs conduziram uma investigação com o propósito de estudar o funcionamento de equipas virtuais num ambiente do Metaverso. Assim, criaram um modelo, representado na Figura 1, que explora diferentes termos fundamentais que integram a temática. Este modelo incluía, então, as capacidades tecnológicas do Metaverso e as interações sociais que ocorrem dentro de ambientes virtuais.

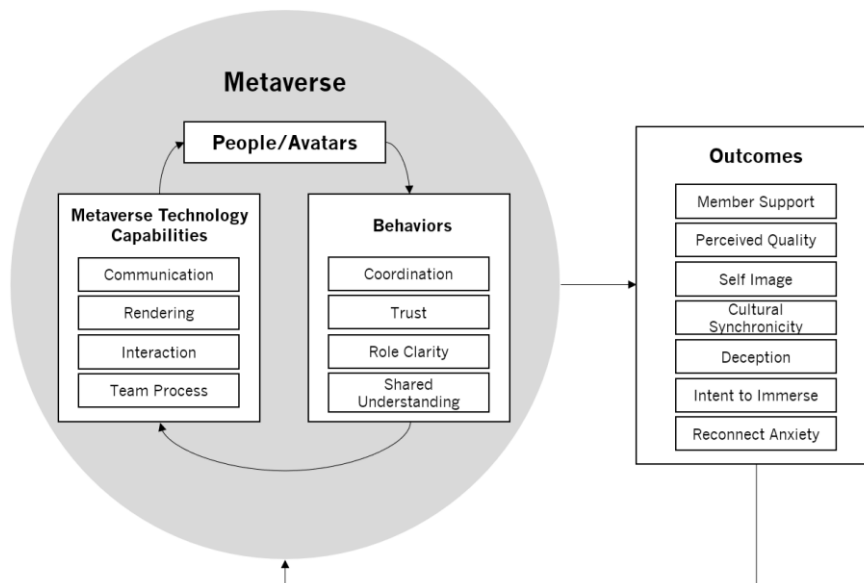


Figura 1: Modelo Conceptual para a Investigação do Metaverso (Davis, et al., 2009)

O “Metaverso” e os “Avatares” oferecem o contexto para a interação e a forma como as pessoas interagem, sendo que as restantes três componentes, “Capacidades Tecnológicas”, “Comportamentos” e “Resultados” caracterizam as relações entre conceitos essenciais nas interações e os consequentes resultados. É, então, fundamental perceber do que se tratam os estes termos.

- Os Avatares são entidades controladas por seres humanos em tempo real (Nowak & Biocca, 2003), sendo descritos por Usoh et al. (1999) como “corpos virtuais”. Um Avatar é criado por um utilizador para projetar a sua identidade e ações dentro do mundo virtual (Ducheneaut, Wen, Yee, & Wadley, 2009).
- As Capacidades Tecnológicas são definidas como “um conjunto de capacidades para a comunicação, *rendering*, interação e processo de equipa” (Davis et al., 2009, p. 9). Segundo os autores, estas capacidades podem providenciar características para funcionalidades essenciais e estão incluídas no modelo por três razões: a tecnologia é a chave essencial para as equipas virtuais, na medida em que se trata do ambiente no qual as pessoas realizam atividades; os mundos virtuais e as interações entre as pessoas são originados através das capacidades tecnológicas do Metaverso; e, por fim, as classificações existentes de capacidades tecnológicas ainda não eram contabilizadas para o Metaverso e as suas características.

1. Comunicação: capacidades dentro desta área são importantes para o Metaverso, dado que é, também, fundamental em qualquer outro ambiente onde haja colaboração. Dentro de ambientes do Metaverso existe a possibilidade de existirem *chats* que permitam a comunicação em voz, texto ou vídeo entre avatares. Existem ambientes que suportam uma variedade linguística, dado que permitem a comunicação utilizando expressões faciais, linguagem corporal ou gestos, além da manipulação da voz e a utilização de expressões da *internet* (mais recentemente, o uso de *emojis*). Além disso, a possibilidade de personalizar o avatar e de lhe poder atribuir vestuário também pode ser uma forma de enviar sinais e mensagens a outros utilizadores. Por fim, uma característica essencial que a comunicação possibilita dentro do Metaverso é a expansão de canais, ou seja, a implementação de programas de formação, tutoriais e realização de treinos utilizando os avatares dos utilizadores.
2. *Rendering*: trata-se do processo de criar ou executar imagens realistas num ecrã e é apoiado pela capacidade de personalização (Daft & Lengel, 1986). As pessoas controlam o *rendering* do seu avatar e podem personalizar a aparência do mesmo. As escolhas que os utilizadores fazem quando criam o seu avatar vai ter repercussões nas interações com outros utilizadores (Ducheneaut et al., 2009).
3. Interação: segundo Davis et al. (2009), esta componente é apoiada pela interatividade, mobilidade e criação de artefactos. Utilizadores são capazes de interagirem uns com os outros em tempo real. Alguns ambientes no Metaverso permitem que personagens se teletransportem ou voem, e se movam para qualquer localização. Além disso, existe ainda a possibilidade de criar, construir e mover objetos e modelos 3D, textos, figuras e, ainda, a oportunidade de importar ficheiros exteriores de outros objetos.
4. Processo de equipa: esta capacidade consiste num conjunto de outras capacidades relacionadas à estruturação de processos, processamento de informação e apoio à apropriação (Dennis, Wixom, & Vandenberg, 2001). É possível, dentro do Metaverso, liderar uma equipa e utilizar *softwares* que façam a gravação de reuniões e interações em vídeo. Para além disso, podem

ser implementadas ferramentas 3D que incentivam à organização e *brainstorming* de ideias, e à utilização de avatares para tomarem e apoiarem decisões.

- Os Comportamentos são caracterizados pela interação entre avatares dentro do mundo virtual. A análise desses movimentos e interações resultam em padrões comportamentais que influenciam no desempenho individual e em equipa (Davis et al., 2009; Orgaz, R-Moreno, Camacho, & Barrero, 2012).

O Metaverso providencia a sensação de que os utilizadores estão dentro do mesmo espaço e permite que estes, controlando o seu avatar, emitam sinais verbais e não verbais, sendo estes últimos limitados pelas videoconferências normais. A Tabela 1 apresenta alguns exemplos destes num ambiente virtual.

Tabela 1: Sinais não-verbais no Metaverso (Davis et al., 2009)

Tipo	Exemplo
Olhar	Avatares podem olhar um para o outro enquanto conversam via texto ou áudio.
Postura da cabeça	Avatares podem movimentar a cabeça, representando linguagem corporal.
Direção dos olhos	Avatares podem mudar o foco da cabeça ou dos olhos quando analisam um objeto ou se movimentam dentro de um ambiente.
Gesticulação dos braços	Avatares podem, por exemplo, bater palmas.
Postura do corpo	Avatares podem mudar a postura do corpo e incluir atividades como saltar, dançar ou voar.
Expressões faciais	Avatares podem sorrir, franzir a cara, e representar outras expressões faciais.

- Os Resultados são a componente resultante do modelo que abrange como uma equipa funciona dentro do Metaverso, desde a relação entre os elementos do grupo, ao seu desempenho pessoal e em conjunto.

Num estudo realizado por Park e Kim (2022), foram abordados outros conceitos considerados fundamentais do Metaverso. Além dos termos principais “Metaverso” e “Avatar”, anteriormente explorados, surge agora o termo “*Extended Reality (XR)*”.

A XR está relacionada com RV, a Realidade Aumentada (RA) e *Mixed Reality (MR)*. A RV, uma tecnologia baseada em cenários de 360º, oferece aos utilizadores uma realidade imersiva e artificialmente construída, aproximando o utilizador à sensação de que está realmente no ambiente virtual (Rauschnabel, Felix, Hinsch, Shahab, & Alt, 2022; Xi, Chen, Gama, Riar, & Hamari, 2022). A RA permite integrar facilmente elementos virtuais no espaço real, em primeira pessoa e em tempo real, através do uso de *smartphones* e *tablets*. Os filtros do Instagram e do TikTok, e jogos como Pokémon Go, são exemplos da aplicação de imagens, sons, modelos 3D, vídeos, etc., num ambiente do mundo real. A MR conjuga estas duas componentes, criando objetos virtuais que permitem que o utilizador interaja com o ambiente 3D na imersão da RV e na aplicação de conteúdo virtual da RA. Assim, a XR é um termo que abrange todas estas realidades. (Park & Kim, 2022; Prieto, Lacasa, & Martínez-Borda, 2022). Por fim, um aspeto referido por Hollensen, Kotler e Opresnik (2022) como importante para o Metaverso trata-se do *Hardware*. Esta é a componente que permite que a pessoa usufrua da experiência que o *software* oferece. Por norma, são utilizados *headsets* de realidade virtual, dispositivos móveis e luvas.

2.3 Impactos do Covid-19 no Metaverso

Mesmo antes da pandemia do Covid-19 ter surgido, a presença das pessoas nos mundos virtuais já era mais assídua. No entanto, as quarentenas obrigatórias e o medo geral da pandemia obrigaram a que as pessoas realizassem as suas atividades do dia-a-dia dentro de um formato digital. Como resultado, o número de pessoas a integrarem o Metaverso aumentou (Lee, 2022; Oleksy, Wnuk, & Piskorska, 2023).

O contexto pandémico permitiu que a população pudesse testar as diferentes possibilidades oferecidas pelos mundos virtuais. As pessoas são, então, capazes de explorar representações da realidade, desde a personalização de personagens ou de uma imagem virtual de si própria,

até à criação e descoberta de espaços e ambientes virtuais (Paul, Mohanty, & Sengupta, 2022). Além disso, o distanciamento social causado pelo Covid-19 forçou a necessidade das pessoas de encontrarem uma forma alternativa de manter a sua vida social. O Metaverso, e a sensação de realismo que este oferece, surgiu como uma solução para isso.

Oh, Kim, Chang, Park e Lee (2023) defendem que o Metaverso traz impactos positivos a nível social, especialmente nas gerações mais novas. O número de amigos de uma pessoa e o tempo que estes gastam numa plataforma de Metaverso influencia positivamente a sensação de presença num ambiente virtual. Dado que a presença social é influenciada pelo processamento de sinais de outros utilizadores, a comunicação com estes ajuda a que a pessoa visualize um cenário em que estão juntos, tornando a sua presença no Metaverso mais agradável. Além disso, as interações sociais realizadas dentro do mundo virtual podem melhorar a competência que a população tem de gerir relações sociais no mundo real e reduzir o sentimento de solidão.

A nível global, o Metaverso tem recebido imensa atenção pelas áreas da educação e o mundo dos negócios devido ao potencial que tem de juntar um número enorme de pessoas, com instituições de ensino a aplicarem aulas no Second Life, por exemplo, e empresas a utilizarem este tipo de plataformas para estratégias de *marketing* e compra e venda de produtos (Kraus et al., 2022).

Em 2021, na Coreia do Sul, nomeadamente na Universidade Politécnica da Coreia, foram lecionadas aulas no Future VR Lab, uma prática de educação em engenharia no Metaverso. A Universidade Soonchunhyan, assim como outras instituições de ensino, organizou uma cerimónia de receção aos novos estudantes, utilizando uma plataforma de ambiente Metaverso. Outro exemplo a mencionar, em termos de publicidade, trata-se da utilização do Metaverso na campanha eleitoral realizada por Joe Biden no *Animal Crossing*, em 2020. Dado que não havia a possibilidade de fazer ajuntamentos, quando foi confirmada a sua vitória, um evento festivo foi organizado no Metaverso, juntamente com os apoiantes do presidente. No *Gather Town*, ocorreu uma campanha pela proteção do ambiente, organizada pela Coca-Cola, que demonstrava o programa de reciclagem da empresa num mundo virtual (Lee, 2022). Contudo, existe a necessidade de aprofundar nas oportunidades que o Metaverso trouxe à sociedade e às próprias empresas. Assim sendo, segue-se uma exploração do caso de estudo da Nikeland, que se trata de um caso famoso e permite detalhar o modo como a Nike utilizou o Metaverso para atrair o público-alvo.

Em 2021, a Nike apostou no Metaverso ao juntar forças com a Roblox na criação de um mundo virtual, a “Nikeland”, que transporta os utilizadores para uma réplica da Nike’s Global Headquarters, situada em Beaverton, no Oregon, e lhes oferece a oportunidade de explorarem o mundo, conhecerem outros membros da comunidade, jogarem minijogos e criarem gratuitamente as suas próprias experiências com materiais de desporto. Mais especificamente, estas foram as atividades providenciadas pela Nikeland no Metaverso: (Hollensen, Kotler, & Opresnik, 2022)

- Disfrutar de jogos pré-construídos ou customizados: os utilizadores podem escolher entre os jogos já disponibilizados, como *tag* e *dodgeball*, assim como têm a oportunidade de criar desportos interativos, usando o *kit* da Nikeland;
- Transferir movimentos da vida real para o jogo *online*: os utilizadores têm a oportunidade de incorporar movimentos da vida real nos jogos da Nikeland, como saltar e correr.
- *Gamification*: à medida que os utilizadores vão completando desafios, como a construção do próprio espaço e a exploração do *open world*, vão sendo recompensados com medalhas de ouro e fitas azuis que podem trocar por peças de personalização do avatar e materiais para o espaço.
- Utilizar produtos virtuais da Nike: os utilizadores têm a possibilidade de selecionar sapatilhas, roupas e acessórios da Nikeland Showroom para personalizarem o seu avatar.

O Metaverso da Nikeland permite que clientes de todo o mundo possam experienciar, não só a sede da Nike no Oregon, como os seus produtos e desportos gratuitamente, destacando a forma como as organizações estão a avaliar o potencial de utilizarem novas formas para comercializar e promover os seus produtos e, assim, aumentar o reconhecimento da marca (Dwivedi et al., 2022).

No contexto deste projeto, é necessário explorar como é que se pode adaptar a gestão de recursos humanos de uma organização e a receção de novos funcionários no Metaverso.

2.4 Gestão de Recursos Humanos

As aplicações do Metaverso em operações nas organizações que envolvam gestão trazem muitas oportunidades para mudar as dinâmicas de trabalho, no entanto trata-se de um tópico ainda pouco explorado. (Dwivedi et al., 2022). Todavia, já foram aprofundadas ideias de como algumas destas aplicações podem ser realizadas no Metaverso: (Monteiro, 2023)

- **Oferecer a potenciais candidatos as melhores experiências virtuais:** o recrutamento e as *tours* virtuais são uma boa opção para que futuros candidatos possam interagir com funcionários e ter uma demonstração real sobre a empresa para a qual poderão vir a trabalhar e a sua cultura de trabalho.
- **Criar uma estrutura de trabalho imersiva:** o Metaverso irá transformar o trabalho ao tornar as conversas e colaborações em grupo muito mais imersivas, incentivando as interações entre avatares usando dispositivos *hands-free*, ao invés da utilização de computadores e *smartphones*. Os funcionários poderão mais facilmente desenvolver trabalho juntos e desfrutar da componente social que foi perdida nos dias de trabalho remoto.
- **Melhorar e tornar mais rápida a experiência de aprendizagem:** os recursos humanos, no Metaverso, irão testemunhar uma mudança na gestão de formações. O Metaverso pode criar experiências interativas e imersivas com os funcionários, recorrendo à utilização de RV. Os empregadores podem formar os *new joiners*, ao fazê-los percorrer cenários da vida real no formato RV (*journeys*) para os preparar para as verdadeiras funções da empresa.
- **Criar um ambiente de trabalho seguro e inclusivo:** tendo em conta que para muita gente o trabalho passou a ser remoto, existe uma maior dificuldade de manter um ambiente inclusivo. O Metaverso possibilita que membros de uma equipa e funcionários se juntem num espaço virtual para colaborar, partilhar ideias e manter a conexão, criando assim um ambiente de segurança e inclusão, ao providenciar ferramentas e funcionalidade que lhes permitem desenvolver um sentimento de comunidade.
- **Criar um ambiente de colaboração e produtividade:** com o surgimento do trabalho remoto, as organizações têm procurado soluções inovadoras que lhes ajude a conectar o mundo físico e o virtual. O Metaverso permite que as equipas colaborem em projetos

e tarefas, e disponibiliza uma panóplia de funcionalidades, como áudio espacial 3D e *chats*, que viabilizam a criação de um ambiente de colaboração e produtividade.

Dwivedi et al. (2022) também defendem que o Metaverso pode ser aproveitado para realizar a aquisição e formação de funcionários, assim como impulsionar o trabalho remoto. Além disso, mencionam que é necessário compreender como é que estes tipos de iniciativas devem ser iniciados, desenvolvidos, implementados e explorados dentro das organizações, e como o Metaverso deve ser responsabilmente governado. Poderão existir alguns desafios a nível do utilizador, devido à natureza imersiva e penetrante do Metaverso, que necessitam de ser investigados e, conseqüentemente, prevenidos:

- Compreender a motivação da utilização de tais tecnologias;
- Desenvolvimento de capacidades de inteligência cultural para a colaboração de equipas virtuais;
- Diferença de valor geracional das intenções na utilização adaptativa do Metaverso;
- Gestão de fenómenos como *stress* e *vício* causados pela tecnologia em questão, segurança cibernética e a privacidade dos funcionários e dos clientes.

2.5 Tecnologias para a criação de ambientes Metaverso

O projeto irá ser desenvolvido utilizando as plataformas Unity e Altspace VR. No entanto, existem outras tecnologias que podem ser utilizadas como alternativas à optada para o projeto. Antes que estas sejam abordadas, segue-se uma breve descrição do Altspace VR.

- **AltspaceVR**

O AltspaceVR é um espaço virtual no qual a comunidade do Metaverso se pode juntar para participar em encontros sociais e explorar mundos gerados pelos utilizadores da plataforma.

Esta ferramenta é um incentivo à imaginação, dado que permite que os utilizadores criem os seus próprios mundos de raiz. Isto é possível através da utilização de um *uploader*, que facilita a publicação de um ambiente criado no Unity para o AltspaceVR. Além disso, é disponibilizado um SDK de *mixed reality* que oferece aos membros da comunidade a possibilidade de tornarem os seus mundos mais dinâmicos, através da programação em TypeScript (Microsoft, 2022).

A utilização desta ferramenta e dos seus benefícios para o projeto será aprofundada na secção relacionada ao trabalho prático deste documento.

Apesar de já ter sido selecionada a tecnologia para o desenvolvimento do projeto, existem outras que podem ser utilizadas para a criação do ambiente Metaverso:

- **Spatial**

Esta ferramenta foi desenvolvida com o intuito de ajudar as marcas e criadores de conteúdos na conceção de espaços no Metaverso que permitam partilhar conteúdos apelativos, criar comunidades e promover a venda de trabalhos e produtos. Esta tecnologia, tal como o Altspace VR, permite que os espaços criados pelos utilizadores no Unity sejam diretamente publicados para um espaço no Spatial que pode ser acedido por vários jogadores *online*. Além disso, este *software* incentiva a uma criação mais intuitiva de espaços no Metaverso através da utilização de um *kit* (Spatial Creator Toolkit) com objetos e templates *default* gratuitos para o utilizador.

Esta plataforma oferece ao utilizador a possibilidade de personalizar o seu próprio avatar, utilizando itens de diferentes marcas, assim como lhe oferece a oportunidade de fazer *upload* dos seus próprios artigos e de expressar comportamentos através do uso de *emotes* e movimentos de dança.

Por fim, é importante referir que o Spatial é uma plataforma que pode ser utilizada com recurso a um telemóvel, óculos de RV e, ainda, em modo *desktop* através de um computador (Spatial Systems, n. d.).

- **VRChat**

O VRChat oferece uma diversidade de experiências sociais RV aos seus utilizadores através da oferta do poder de criação. Esta plataforma fornece um conjunto de funcionalidades apelativas à comunidade virtual, sendo estas a possibilidade de criação de próprios avatares, além dos *defaults* existentes, e de mundos, através do Unity SDK, que permite a publicação de *templates* criados no Unity; a facilidade com que o utilizador pode ouvir as conversas que o rodeiam, através do áudio espacializado 3D; a oportunidade de jogar diferentes jogos, como “*Capture the Flag*”, “*Battle Discs*” e jogos criados pelos próprios jogadores; a possibilidade que o utilizador tem de conversar, desenhar, esculpir, dentro de outras funcionalidades, com os amigos; e, por

fim, a exploração de centenas de mundos criados por outros membros da comunidade e a oportunidade de o jogador se envolver em eventos oficiais e da comunidade.

Os avatares têm uma amplitude de movimentos completa, sendo que abrangem o corpo todo, assim como possuem sincronização labial, seguimento dos olhos e ação de pestanejar; o utilizador pode expressar os comportamentos através de gestos com a mão, *emotes* e *emojis*.

É importante, ainda, salientar que tal como o Spatial e o Altspace, esta trata-se de uma plataforma que não requer a obrigatoriedade da utilização de Óculos RV, sendo possível ser acedida pela população através da versão *desktop* (VRChat Inc, 2023).

- **Meta Horizon Worlds**

A Meta criou uma aplicação gratuita, a Horizon Worlds, para os *headset* da mesma empresa, os Meta Quest. Esta plataforma oferece aos seus utilizadores experiências num universo virtual, além da possibilidade de conhecer pessoas novas, jogar jogos e participar em eventos, seja espetáculos musicais, de comédia ou até eventos de desporto.

A aplicação contém um sistema de construção próprio para que os jogadores possam dar vida às suas ideias, sendo-lhes disponibilizado uma diversidade de ferramentas e elementos, incluindo um sistema de *scripting*. Todo o processo de criação de um mundo e a publicação do mesmo é feito dentro do Horizon Worlds (Meta, 2023).

2.6 Projetos semelhantes

Várias empresas já exploraram a ideia de utilizar o Metaverso para a gestão de recursos humanos.

Em 2021, a Deloitte, em conjunto com a Blend Media, desenvolveu um projeto de *onboarding* para os funcionários da empresa que fossem realocados nos escritórios sediados em Londres. A Deloitte pretendia encontrar uma forma mais apelativa e inovadora de receber estes funcionários, de forma a que se familiarizassem mais facilmente com os novos escritórios e com os colegas também realocados ou que já lá trabalhavam. Assim, foi desenvolvida uma *tour* virtual do local de trabalho, criando uma experiência 360 mais envolvente e interativa.

Como resultado, a Deloitte descobriu múltiplos usos para este tipo de conteúdo, não só para mobilidade do local de trabalho, como para ser utilizado para a integração de novos funcionários na empresa e ações de recrutamento. Numa demonstração numa feira de emprego, a Deloitte registou um número acima da média de potenciais candidatos por causa desta ideia inovadora (Blend Media, 2021).

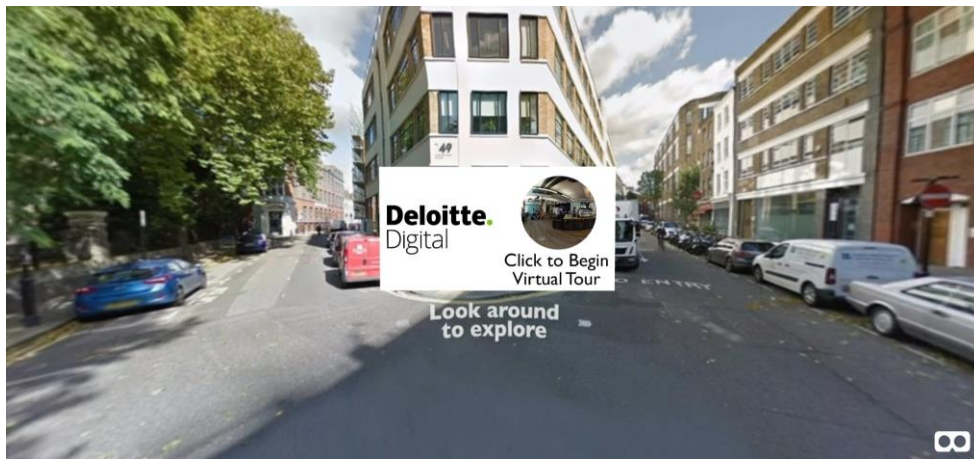


Figura 2: *Onboarding* virtual da Deloitte (Blend Media, 2021)

Nesse mesmo ano, a Meta, antigo Facebook, introduziu as Horizon Workrooms, uma nova forma de trabalhar remotamente e em equipa. Esta iniciativa permite que as pessoas possam trabalhar no mesmo espaço virtual, independentemente da distância física. Funciona tanto através da RV, como da *web*, e foi concebido para melhorar a capacidade que uma equipa tem de colaborar, comunicar e ligar-se remotamente, quer seja para fazer *brain storming*, trabalhar num relatório, receber *updates* e *feedback* dos elementos da equipa, socializar, ou simplesmente ter conversas mais naturalmente fluídas (Meta, 2021).



Figura 3: Horizon Workrooms (Meta, 2021)

Dado que já foram explorados exemplos de aplicação do Metaverso noutras empresas, é fundamental abordar os projetos implementados dentro da empresa onde este projeto se insere, a Accenture.

O Metaverso da Accenture, também conhecido como o “The Nth Floor”, é referente aos ambientes virtuais criados com o propósito de reunir as pessoas da organização para se conhecerem, colaborarem e aprenderem, dado que se trata de uma solução bastante versátil para reunir num só local funcionários geograficamente distribuídos.

Além disso, a Accenture criou réplicas virtuais de escritórios físicos (*digital twins*) de algumas cidades do mundo, como Bangalore na Índia, de forma a poder providenciar ambientes mais familiares aos funcionários que pretendam aceder a estes ambientes (Accenture, 2022).



Figura 4: Escritório virtual da Accenture (Accenture, 2022)

Uma sondagem realizada pela Gallup revelou que apenas 12% dos funcionários se mostravam felizes com as experiências de *onboarding* nas empresas. Tendo este número em conta, e uma vez que a Accenture valoriza os primeiros dias de um funcionário na empresa, a “One Accenture Park” foi criada. Esta iniciativa baseia-se num *campus* virtual que ajuda os *newjoiners* a conectarem-se com a cultura da empresa, assim como lhes oferece uma experiência imersiva que lhes permite receber a orientação que merecem de uma maneira mais pessoal.

Em março de 2022, a Accenture afirmava que 150.000 novos funcionários já trabalhavam no Metaverso no seu primeiro dia na empresa.



Figura 5: One Accenture Park (Accenture, 2022)

Nesse mesmo ano, a Accenture investiu em programas RV como meio para introduzir novas formas dos funcionários praticarem as suas *softs skills*. Um exemplo passa por ser o curso “VR Cybersecurity Adventure” que leva a que os utilizadores vivam uma jornada imersiva em ambientes reais e de fantasia. Esta formação, que é uma espécie de jogo, pede aos utilizadores que se defendam contra *hackers*, burlas, fraudes e *cyberbullies*, à medida que o conhecimento do utilizador sobre práticas de segurança cibernética é posto à prova.



Figura 6: VR Cybersecurity Adventure (Accenture, 2022)

Por fim, é importante mencionar que, desde o início da pandemia, a Accenture já organizou centenas de reuniões para a comunidade em espaços imersivos. Por exemplo, numa reunião anual de estratégia realizada com os líderes de contas de clientes da empresa, foi criada uma *lounge* virtual, usando uma combinação de espaços de reunião realistas para providenciar uma sensação mais profunda de conexão. Isto resultou em mais de 150 diretores gerais em 25 países num ambiente virtual a partir dos seus próprios locais.



Figura 7: Reunião estratégica anual (Accenture, 2022)

3. METODOLOGIA DE GESTÃO DO PROJETO

O presente capítulo destina-se a descrever e justificar a metodologia adotada.

Tendo em conta que se trata de um projeto de desenvolvimento, é necessário que seja utilizada uma metodologia ágil. Assim sendo, adotou-se a metodologia SCRUM, por ser mais flexível e por permitir a melhoria da solução ao longo do seu desenvolvimento.

3.1 SCRUM

Schwaber e Sutherland (2020) definem Scrum como sendo “uma *framework* que ajuda pessoas, equipas e organizações a gerar valor através de soluções adaptáveis para problemas complexos”. A Figura 8 apresenta uma representação da metodologia SCRUM.

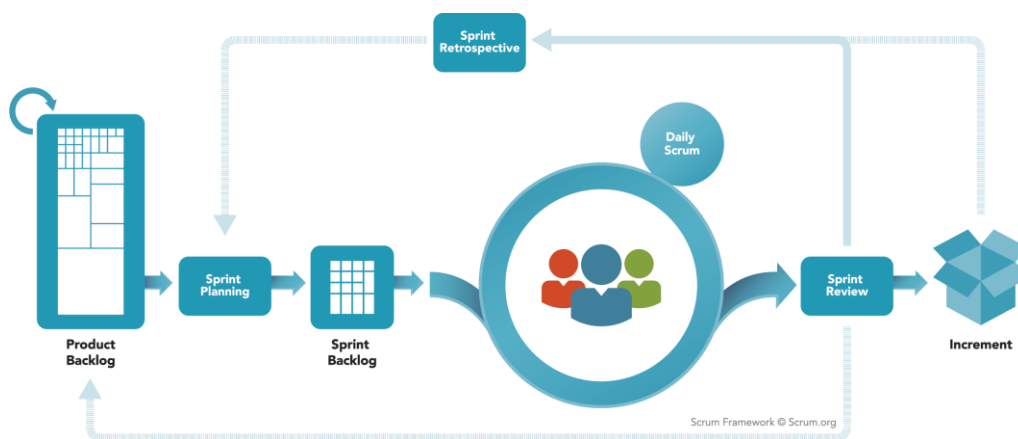


Figura 8: SCRUM (scrum.org, 2020)

Esta metodologia é bastante simples e necessita de um ambiente onde os incrementos de trabalho que tenha valor para a organização sejam entregues em ciclos curtos de um mês ou menos, chamados Sprints. Durante os Sprints existe *feedback* contínuo, o que possibilita que haja uma adaptação do processo e do que será entregue. Além disso, o SCRUM requer uma equipa constituída um *Product Owner*, um *Scrum Master* e *Developers*, que é responsável por transformar uma seleção do trabalho num incremento de valor, durante um Sprint. É, também, fundamental que esta equipa, assim como outros membros da organização e os *stakeholders*, verifique os resultados de um Sprint e definam as necessidades para o seguinte. Existem três conceitos essenciais a esta *framework*, nomeadamente as funções de equipa, os eventos e os artefactos.

1. Funções: trata-se do papel que cada elemento da equipa Scrum desempenha.
 - *Scrum Master*: a pessoa na equipa que usa o seu conhecimento em Scrum para ajudar a equipa e a organização a serem mais eficientes.
 - *Product Owner*: a pessoa na equipa que garante que o produto a ser criado é o de maior valor.
 - *Developers*: as pessoas na equipa que trabalham colaborativamente para criar o produto.
2. Eventos: são eventos que criam regularidade e minimizam outras reuniões.
 - *Sprint*: ciclos de pequena duração, durante o qual é realizado o trabalho. Este evento contém todos os outros e eventos e só se inicia quando o Sprint anterior termina.
 - *Sprint Planning*: dedica-se ao planeamento do trabalho realizado durante o *Sprint*.
 - *Daily Scrum*: evento diário no qual os *developers* participam para acompanharem o progresso em direção ao objetivo do *Sprint*.
 - *Sprint Review*: é realizado no final do Sprint com a equipa Scrum e os *stakeholders* para uma revisão do que foi realizado no Sprint e discutir os passos seguintes.
 - *Sprint Retrospective*: a equipa Scrum discute sobre a forma como o último Sprint correu e identifica as mudanças que mais ajudaram na sua eficácia.
3. Artefactos: planos e trabalho que podem ser consultados ao longo do desenvolvimento. Cada artefacto tem o seu próprio objetivo e ajuda a equipa a perceber se estão a progredir.
 - *Product Backlog*: trata-se de uma lista do que é necessário desenvolver para melhorar o produto.
 - *Sprint Backlog*: trata-se de uma lista de trabalho para o Sprint.
 - *Increments*: pequenas peças de trabalho que servem de “degraus” para o objetivo do produto.

3.2 Product Backlog

A Tabela 2 representa o Product Backlog associado a este projeto. Aqui foram estabelecidas as principais funcionalidades que devem fazer parte da solução idealizada. A coluna “Prioridade”, classificada como “Baixa”, “Média” ou “Alta”, serve para avaliar a necessidade das funcionalidades de acordo com a sua prioridade. Já a coluna “Esforço”, avaliada através de uma escala de 1 (muito baixo) a 5 (muito alto), serve para fazer uma estimativa do esforço usado para garantir que a funcionalidade esteja concluída.

Tabela 2: Product Backlog

ID	Funcionalidade	Prioridade	Esforço
1	Definição das <i>journeys</i> de <i>onboarding</i>	Alta	2
2	Desenvolvimento do ambiente Metaverso	Alta	2
3	Publicação do ambiente no AltspaceVR	Alta	2
4	Programação da <i>journey 1</i>	Alta	4
5	Programação da <i>journey 2</i>	Alta	4
6	Programação da <i>journey 3</i>	Alta	4
7	Programação da <i>journey 4</i>	Alta	4
8	Estabelecimento de uma ligação a uma base de dados	Alta	4
9	Estabelecimento de uma ligação com o SAP SuccessFactors	Alta	5

3.3 Sprint Backlog

Tendo por base o Product Backlog anterior, foi originado um Sprint Backlog, com um conjunto de *sprints* que vão de encontro ao desenvolvimento das funcionalidades apresentadas. Para cada *sprint* foi associada uma data de início e uma de fim, tendo em conta o tempo que levou até ao seu término. É necessário salientar que a execução da cada tarefa inclui o tempo necessário para aprender a utilizar as ferramentas usadas para o desenvolvimento do projeto.

Tabela 3: Sprint Backlog

Sprint	Tarefas	Início	Fim
1	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo das <i>journeys</i> mais importantes para os <i>newjoiners</i>; • Exploração das tecnologias a serem utilizadas; 	01/11/2022	21/11/2022
2	<ul style="list-style-type: none"> • Modelação de objetos 3D e da estrutura do edifício EXEO LUMNIA; • Aplicação do modelo 3D e dos objetos no Unity; • Publicação da cena do Unity no AltspaceVR; 	22/11/2022	19/12/2022
3	<ul style="list-style-type: none"> • Definição dos locais do escritório para colocar os <i>checkpoints</i>; • Desenvolvimento da lógica da <i>journey 1</i>; • Programação da <i>journey 1</i>; 	20/12/2022	16/01/2023
4	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento da lógica das <i>journeys 2, 3 e 4</i>; • Programação das <i>journeys 2 e 3</i>; • Desenvolvimento de um DER para a base de dados; 	17/01/2023	13/02/2023
5	<ul style="list-style-type: none"> • Programação da <i>journey 4</i>; • Conceção de uma base de dados; • Ligação do ambiente virtual à base de dados; 	14/02/2023	-
6	<ul style="list-style-type: none"> • Definição de uma API do SAP para a integração do ambiente Metaverso com o SuccessFactors; • Ligação com o SAP SuccessFactors 	-	-
7	<ul style="list-style-type: none"> • Ligação com o SAP SuccessFactors • Realização de testes; • Apresentação da solução final; 	-	-

3.4 Riscos

Num projeto de desenvolvimento é normal que existam dificuldades adjacentes. Assim sendo, a tabela que se segue (Tabela 4) apresenta uma lista de riscos associados a este trabalho. Para cada risco foram identificadas as respetivas probabilidades de acontecerem (P), o impacto causado pela sua ocorrência (I) e a sua magnitude (M), calculada através do produto dos dois últimos aspetos. Além disso, para cada risco foi descrita uma ação de mitigação.

De forma a poder atribuir valores à probabilidade e ao impacto, utilizou-se uma escala que varia entre 1 e 5, sendo que o 1 implica que um risco tem menor probabilidade de acontecer e menor impacto caso aconteça, e o 5 implica o inverso.

Tabela 4: Lista de Riscos

ID	Risco	P	I	M	Ação de mitigação
1	Elevado grau de complexidade do projeto	5	5	25	Estudar a utilização das tecnologias selecionadas. Procurar ajuda dos mentores ou de colegas com experiência na área.
2	Falta de experiência com as tecnologias	5	4	20	Estudar o material fornecido pelo orientador. Estudar artigos e documentação relacionada com a tecnologia. Ver tutoriais na <i>internet</i> .
3	Complexidade de conexão entre as tecnologias utilizadas	4	5	20	Procurar estudar as tecnologias utilizadas. Procurar possíveis alternativas, caso seja necessário.
4	Instabilidade das ferramentas utilizadas	3	5	15	Procurar ferramentas alternativas.
5	Planeamento inadequado	2	4	8	Identificar e priorizar as tarefas essenciais ao projeto. Atualizar/Rever plano periodicamente.

ID	Risco	P	I	M	Ação de mitigação
6	Os resultados obtidos não vão de encontro ao que era espectável	2	5	10	Adiamento da data de entrega do projeto.

4. TRABALHO PRÁTICO

Ao longo deste capítulo será relatado todo o trabalho realizado, de forma a que sejam cumpridos os objetivos do projeto. Primeiramente, é apresentada a descrição da arquitetura da solução, seguida das tecnologias utilizadas no desenvolvimento da solução, seguidas de uma descrição da arquitetura do sistema. De seguida, são introduzidas as *journeys* que os *newjoiners* deverão cumprir, sendo que para cada uma delas é dada uma descrição de como esta é realizada e o diagrama de atividades relativo ao seu processo. Seguidamente, é apresentado um diagrama de classes e respetivo detalhamento de cada uma delas. Posteriormente foi feito um resumo de como o servidor da aplicação ficou alojado e um desenho inicial do Modelo de Entidades e Relacionamentos da base de dados da mesma. Por fim, é explicada como a avaliação e apresentação do produto decorreu.

4.1 Arquitetura do Sistema

A arquitetura do sistema, representada na Figura 9, foi desenhada de modo a compreender melhor o funcionamento da solução e de que forma as diferentes tecnologias se ligam para conceber a solução ideal.

O foco do projeto trata-se do desenvolvimento de uma *proof-of-concept*, abrangindo a programação das *journeys* dos *newjoiners* e a integração destas no ambiente Metaverso da Accenture. Havia várias possibilidades para abordar este tópico, mas optou-se pela utilização do AltspaceVR pelas qualidades únicas que este traz. A utilização deste *software* implicou que a aplicação fosse desenvolvida no Unity e a programação das *journeys* realizada recorrendo ao MRE SDK. Além disso, para lidar com outro tipo de informação, como por exemplo, os dados de um utilizador, optou-se por utilizar a *cloud* da Microsoft Azure que, dentro das suas várias funcionalidades, permite o armazenamento de servidores e a utilização de bases de dados. Por último, dado que outro dos objetivos consiste na integração do ambiente virtual da empresa com o ERP de gestão e recursos humanos, tornou-se imperativa a escolha da plataforma SAP Success Factors.

Como já foi mencionado, o Unity foi utilizado como uma tecnologia de desenvolvimento, no sentido de que serviu para a criação do ambiente Metaverso, onde se encontram todos os objetos que dão vida ao escritório da Accenture, situado em Lisboa. O cenário criado neste

software foi, então, publicado no AltspaceVR, utilizando um *plug-in* previamente instalado. Assim, como foi referido anteriormente, esta última ferramenta dispõe de uma extensão (MRE SDK), que permite à comunidade tornar os seus ambientes virtuais mais dinâmicos. No entanto, para que esses objetos criados com o MRE SDK estejam disponíveis para todos os membros que acedem ao ambiente Metaverso, é necessário que o servidor seja público e, portanto, este estará alojado numa *cloud*, no Microsoft Azure. Dentro do portal do Azure, também será criada uma base de dados que permitirá guardar o progresso dos *newjoiners* à medida que realizam as *journeys*.

A utilização da extensão facilita a programação das *journeys*, da mesma forma que permite fazer pedidos à API que estabelece a comunicação entre o Metaverso e o ERP utilizado pela Accenture para fazer a gestão de recursos humanos, o SAP Success Factors.

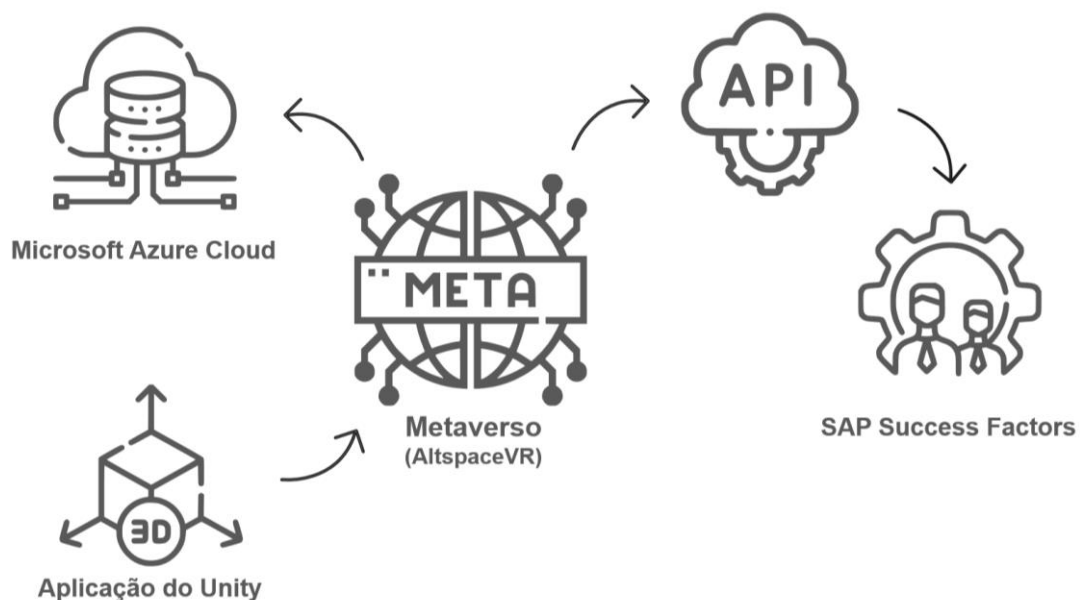


Figura 9: Arquitetura do Sistema

4.2 Tecnologias

Nesta secção são aprofundadas as tecnologias que foram utilizadas para o desenvolvimento do projeto, sendo estas listadas na Tabela 5, seguidas por uma breve justificação da sua utilização e o tipo de ferramenta de que se trata.

Ao longo do projeto estava previsto serem utilizadas um maior número de tecnologias. No entanto, no decorrer do desenvolvimento, foram encontradas adversidades que interferiram com o sucesso do trabalho e que mais tarde serão aprofundadas.

Tabela 5: Lista de Tecnologias

Tecnologia	Justificação	Tipo
Unity	Criação do ambiente Metaverso dos escritórios da Accenture.	Motor de jogo
AltspaceVR	Publicação do ambiente Metaverso da empresa.	Plataforma de realidade virtual
MRE SDK	Contém uma coleção de APIs, bibliotecas e recursos para criar experiências de MR.	Conjunto de bibliotecas, APIs e recursos para o desenvolvimento de experiências em MR
Microsoft Azure	Utilizado para alojamento do servidor criado com o MRE SDK	Plataforma de programação em <i>cloud</i>
Docker	Utilizado para criar o <i>container</i> onde a aplicação irá correr	Plataforma de execução e gestão de aplicações em <i>containers</i>
Visual Studio Code	Utilizado para fazer a programação das <i>journeys</i> dos <i>newjoiners</i> .	Ambiente de desenvolvimento
Visual Paradigm	Utilizado para fazer a modelação dos processos das <i>journeys</i> .	Ferramenta de modelação
Node.js	Utilizado para apoiar a programação das <i>journeys</i> dos <i>newjoiners</i> .	Ambiente de execução Javascript
NPM	Utilizado para gerir as bibliotecas e dependências dos <i>packages</i> do projeto.	Gestor de <i>packages</i>

Tecnologia	Justificação	Tipo
TypeScript	Linguagem de programação utilizada para a programação das <i>journeys</i> .	Linguagem de programação

4.2.1 Unity

O Unity¹ foi a tecnologia utilizada para a base do projeto, dado que é um *software* que permite criar um ambiente que dá vida e imersividade ao modelo do escritório da Accenture.

O Unity é um motor de jogo multiplataforma que permite criar jogos em três dimensões, assim como simulações interativas e outras experiências.

A utilização deste *software* justifica-se pelo seu elevado número de funcionalidades bastante úteis à realização do projeto, bem como a vantagem que fornece na possibilidade de desenvolver *scripts* em C#.

4.2.2 AltspaceVR

O Altspace foi a plataforma utilizada para a publicação da cena, criada no Unity, que constitui o escritório da empresa.

Esta ferramenta trata-se de um espaço virtual onde utilizadores de todo o mundo se juntam para participar em eventos, encontros sociais e explorar mundos criados pela extensa comunidade.

A utilização desta plataforma foi essencial ao projeto, uma vez que, para além de facilitar a publicação do escritório virtual da Accenture no Metaverso, o AltspaceVR permite o fácil acesso de vários utilizadores a um ambiente virtual, seja através de óculos de RV (ex: Oculus Meta Quest), ou do modo *desktop* disponível para PC.

- MRE SDK

Mixed Reality Extension SDK² é uma extensão que permite aos membros da comunidade do AltspaceVR programar jogos e outras experiências dinâmicas para comporem os seus mundos. Esta extensão é escrita em TypeScript, tendo como base o Node.js, e utiliza o

¹ <https://unity.com/pt>

² <https://microsoft.github.io/mixed-reality-extension-sdk/>

modelo cliente-servidor, sendo que o servidor executa toda a lógica e o cliente executa as tarefas mais intensivas (para o CPU e sensíveis à latência).

Este SDK contém uma coleção de recursos e uma diversidade de funcionalidades que foram bastante úteis para a programação das *journeys* dos *newjoiners*:

1. Modificar a cena, criada a partir do Unity, através do carregamento de *assets* glTF e outros ficheiros, ou utilizando os *assets* que já vêm com a plataforma;
2. Criar atores, sendo esta a classe associada aos objetos de jogo, com *meshes* 3D, luzes em tempo real e objetos de texto;
3. Criar, carregar e ativar animações, sons, música e texturas;
4. Atribuir propriedades de “*rigid body*”, forças físicas, colisões e ter objetos a colidirem naturalmente com o mundo criado pela plataforma ou com outras extensões;
5. Filtrar atores e comportamentos para grupos de utilizadores, ou mesmo ter atores de um único utilizador;
6. Aplicar comportamentos de deteção de cliques e aplicar *handlers* de eventos nos comportamentos;
7. Prender atores ao avatar original do Altspace;
8. Tornar os atores agarráveis e clicáveis;

4.2.3 Microsoft Azure

O Microsoft Azure³ foi a plataforma utilizada para o alojamento do servidor da extensão MRE SDK, permitindo, assim, que todos os objetos e experiências dinâmicas se tornassem públicas a todos os utilizadores dentro do Metaverso.

A utilização do Azure justifica-se pela variedade de serviços providenciados.

³ <https://azure.microsoft.com>

4.2.4 Docker

O Docker⁴ trata-se de uma plataforma de criação e gestão de *containers*, na medida em que permite criar, implementar e executar aplicações dentro de *containers*. Além disso, o Docker possibilita a criação de imagens, simplificando a gestão e distribuição das aplicações.

Esta ferramenta foi utilizada pela sua simplicidade do processo de desenvolvimento e implementação de aplicações. Neste caso, o Docker foi usado para criar o *container* para executar a aplicação criada com o MRE SDK.

4.2.5 Visual Studio Code

O Visual Studio Code⁵ foi o editor de código utilizado para a programação das *journeys* dos *newjoiners*.

Este *software* suporta uma diversidade de linguagens de programação, assim como fornece muitas funcionalidades úteis para programadores.

4.2.6 Visual Paradigm

Esta ferramenta foi utilizada para fazer a modelação dos processos referentes às *journeys*.

O Visual Paradigm⁶ oferece uma ferramenta muito útil para modelação de processos de negócio, além de que providencia uma interface *user friendly* e funcionalidades de fácil utilização, assim como suporta linguagens como UML e BPMN.

4.2.7 Node.js

O Node.js⁷ foi instalado para dar suporte à programação das *journeys*, dado que era essencial para a utilização da extensão MRE SDK.

⁴ <https://www.docker.com>

⁵ <https://code.visualstudio.com>

⁶ <https://www.visual-paradigm.com>

⁷ <https://nodejs.org/en>

4.2.8 NPM

O NPM⁸, Node Package Manager, é instalado aquando da instalação do Node.js e é necessário para fazer a gestão de todas as bibliotecas e dependências usadas ao longo do desenvolvimento do projeto.

4.2.9 TypeScript

O TypeScript⁹ é uma linguagem de programação criada pela Microsoft, baseada em JavaScript. Esta foi utilizada para fazer a programação das *journeys* do *onboarding*, uma vez que é a única suportada pela extensão MRE SDK.

4.3 Journeys

O processo de *onboarding* da Accenture engloba um conjunto de *journeys* que devem ser seguidas pelo *newjoiner* nos primeiros dias de integração na empresa. Dado que o projeto se trata de uma POC, apenas foram selecionados quatro das *journeys* existentes na lista de tarefas de um novo funcionário:

- “Welcome to the office!”;
- Levantamento do computador;
- Levantamento do cartão de acesso;
- Primeira reunião com os recursos humanos.

Estas *journeys* serão detalhadas nas secções que se seguem.

4.3.1 Journey 1: “Welcome to the office!”

Esta é a *journey* que faz uma primeira introdução do escritório ao novo funcionário. Dentro do Metaverso, a primeira perspetiva que o utilizador tem é a da fachada do edifício EXEO LUMNIA, onde está sediado o escritório da Accenture, em Lisboa. A partir daí, o candidato pode explorar o pátio exterior (Figura 10), assim como o primeiro andar, correspondente à

⁸ <https://www.npmjs.com>

⁹ <https://www.typescriptlang.org>

entrada, do prédio (Figura 11). Dirigindo-se para a zona dos elevadores à esquerda, o *newjoiner* teletransporta-se para o sexto andar, onde se encontra o escritório da Accenture.



Figura 10: Pátio exterior do edifício EXEO LUMNIA



Figura 11: Entrada do edifício EXEO LUMNIA

O utilizador entra no ambiente Metaverso com um objeto “Menu” agarrado ao seu avatar, correspondente a uma lista de locais a visitar dentro do escritório, sendo eles: “*Open Space*”, “*Lifts*”, “*Common Hall*”, “*Cafeteria*”, “*IT Room*” e “*Cafe Break Room*”. Esta lista está integrada num sistema de navegação desenvolvido para que, quando o *newjoiner* selecione qualquer um dos destinos, a seta (bússola) lhe indique a direção que este tem de seguir para lá chegar. A exploração do escritório é realizada conforme o passo a passo que lhe for apresentado. Cada local que for visitado será registado como tal, através de uma espécie de “*checkpoint*”.

Os locais possíveis de visitar dentro do escritório poderão ser consultados no [Anexo I](#).

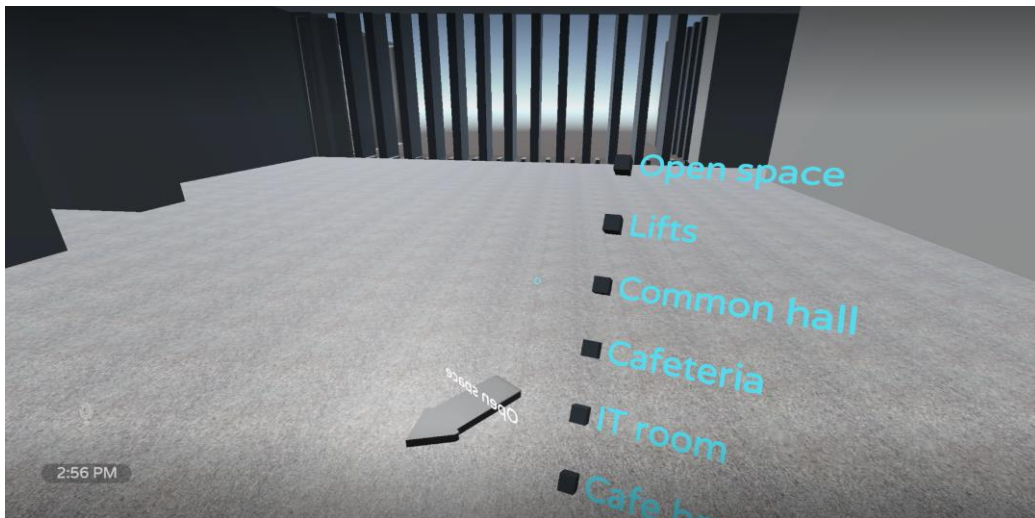


Figura 12: Sistema de navegação

- **Modelação da *journey***

Assim, como já foi descrito anteriormente, o utilizador, dentro do Metaverso, poderá selecionar o local para o qual se pretende dirigir. No momento em que o destino é selecionado, o sistema irá buscar o local à base de dados e verificar se este já foi visitado pelo utilizador. Se não tiver sido visitado pelo *newjoiner*, este poderá seguir a seta do sistema de navegação até ao local. Sempre que um *newjoiner* visita um local dentro do escritório, este fica registado na base de dados como “visitado”.

Quando todos os locais tiverem sido visitados, a atividade (*journey*) é marcada como realizada e o processo termina.

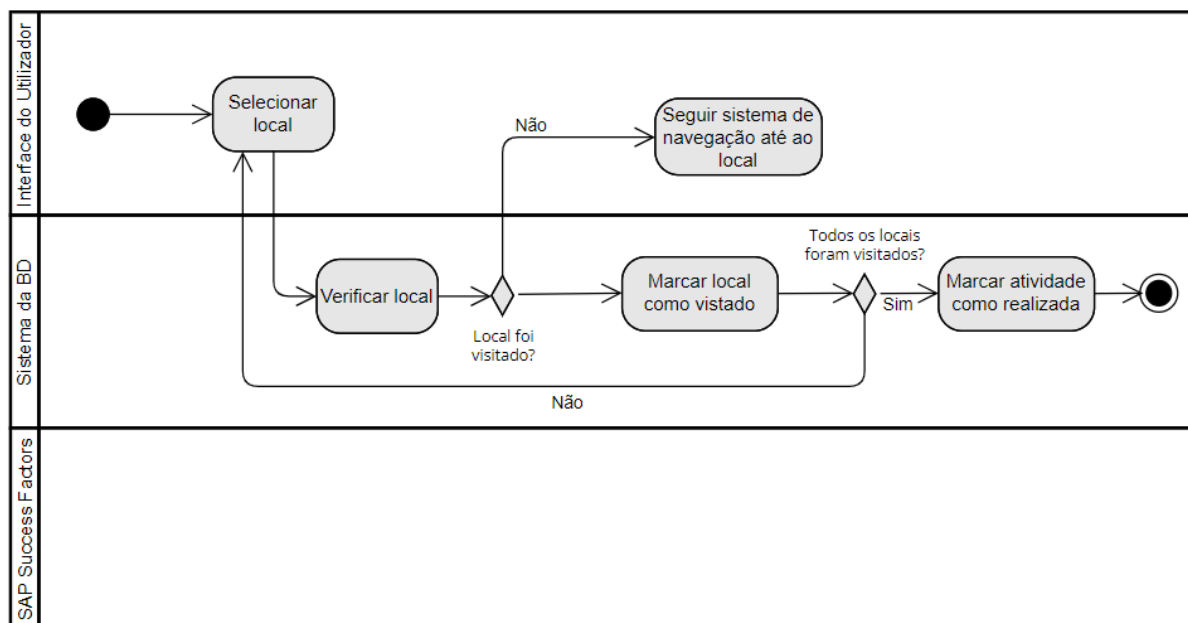


Figura 13: Modelação da *journey 1*

4.3.2 *Journey 2: Levantamento do Computador*

Esta *journey* é apenas uma simulação, dado que não é possível fazer levantamento do computador virtualmente. Assim, a integração desta *journey* nesta POC justifica-se apenas pela sua intenção informativa, ou seja, está incluída apenas para que os *newjoiners* aprendam o passo a passo do levantamento do computador para quando o fizerem presencialmente na empresa.

O “Levantamento do computador” é realizado seguindo um conjunto de passos:

1. O *newjoiner* inicia a *journey*, clicando no botão que lhe permite iniciar a simulação do levantamento do computador.
2. O *newjoiner* segue a direção que lhe é indicada para recolher o computador.
3. O *newjoiner* clica em cima do computador e a *journey* termina.

- **Modelação da *journey***

O diagrama de atividades segue os passos que foram descritos anteriormente. No entanto, também informa que, assim que o computador é levantado pelo *newjoiner*, o objeto será registado como recolhido e atividade será dada como terminada.

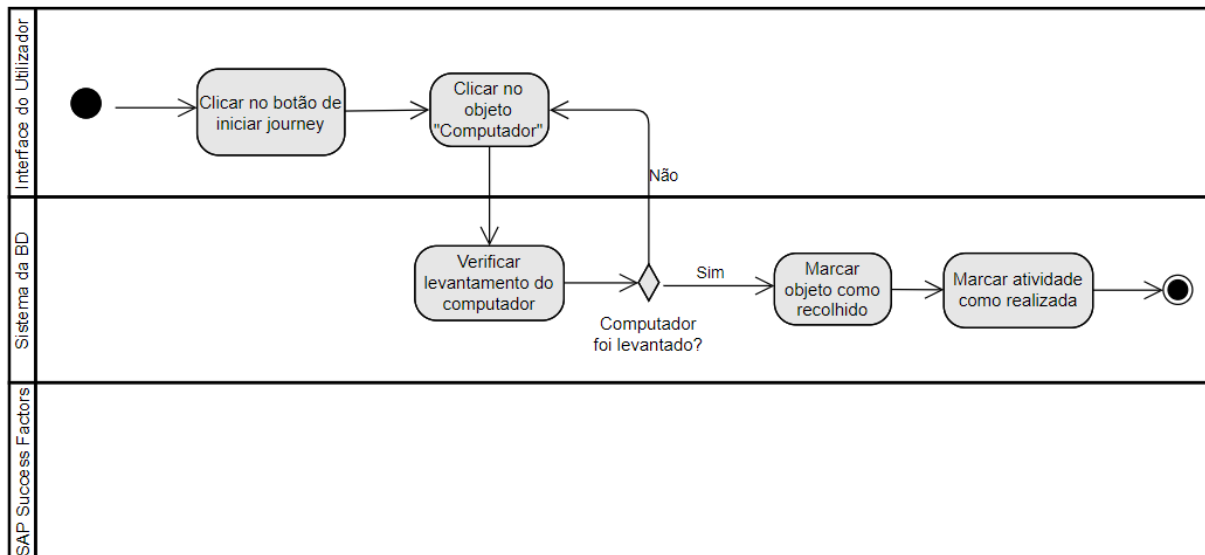


Figura 14: Modelação da *journey* 2

4.3.3 *Journey* 3: Levantamento do Cartão de Acesso

À semelhança da anterior, esta *journey* é também apenas uma simulação, dado que não é possível fazer levantamento do cartão de acesso virtualmente. Assim, a integração desta *journey* nesta POC justifica-se pela sua intenção informativa, ou seja, está incluída apenas para que os *newjoiners* aprendam o passo a passo do levantamento do cartão de acesso para quando se dirigirem ao escritório.

O “Levantamento do cartão de acesso” é realizado, assim como a segunda *journey*, seguindo um conjunto de passos:

1. O *newjoiner* inicia a *journey*, clicando no botão que lhe permite iniciar a simulação do levantamento do cartão de acesso.
2. O *newjoiner* segue a direção que lhe é indicada para recolher o cartão.
3. O *newjoiner* clica em cima do cartão e a *journey* termina.

- **Modelação da *journey***

Assim como na *journey* anterior, este diagrama de atividades segue os passos que foram apresentados. Todavia, também informa que, assim que o cartão é levantado pelo *newjoiner*, o objeto será registado como recolhido e atividade será dada como terminada.

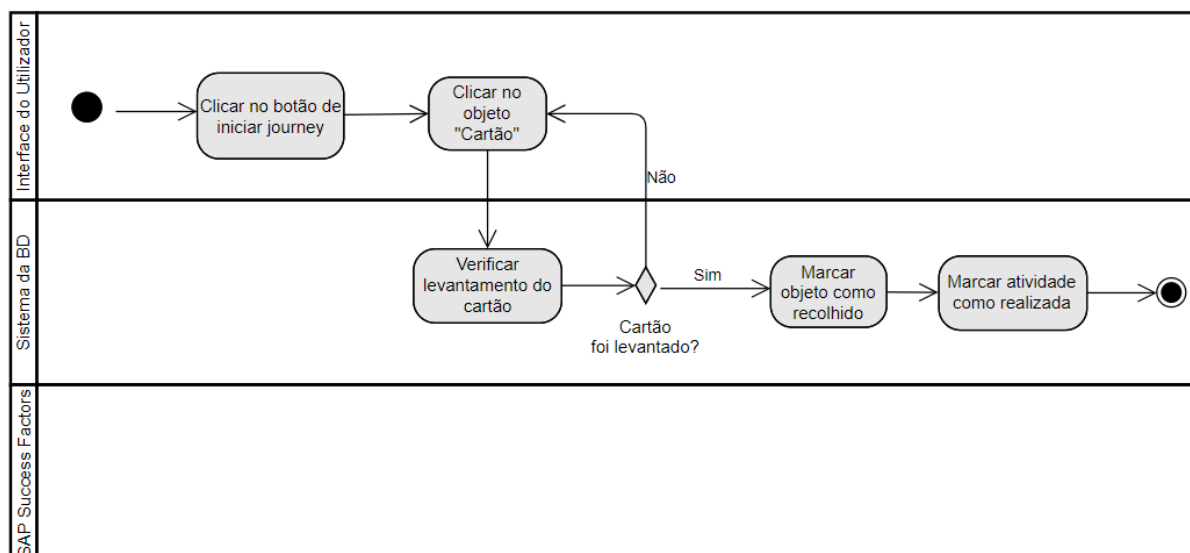


Figura 15: Modelação da *journey* 3

4.3.4 *Journey* 4: Primeira Reunião com os Recursos Humanos

A primeira reunião com os Recursos Humanos (RH) é a principal *journey* pela qual um novo elemento da empresa tem de passar para completar o *Onboarding*.

Esta é a única das *journeys* a ser integrada com o ERP Success Factors, utilizado pela Accenture como gestor de recursos humanos.

De forma a realizar este processo, foram idealizadas duas situações:

- A reunião seria realizada dentro do Metaverso, sem a utilização do Microsoft Teams, e, assim que esta terminasse, o *newjoiner* selecionaria um botão de “Concluído” que, através de uma API, marcasse como concluída a tarefa no ERP;
- Assim que o *newjoiner*, dentro do Metaverso, entrasse na sala marcada para a reunião, este seria automaticamente redirecionado para a reunião dentro do Microsoft Teams. Assim que terminasse a reunião, a tarefa seria marcada como concluída no Success Factors;

A segunda ideia apresentada seria a situação ideal, no entanto, a única integração possível do AltspaceVR com o Teams seria através de um objeto *default* que permite a transmissão, em direto, da reunião do Teams num projetor colocado dentro do ambiente Metaverso. Tendo isto em conta, a primeira ideia foi definida como a mais plausível e a segunda foi descartada.

Assim sendo, para completar esta *journey*, o *newjoiner* deve dirigir-se à sala de reuniões para ele indicada e, dentro do Metaverso, realizar a reunião com os RH. No final, o utilizador deve clicar no botão de “Concluir” para terminar a reunião e, assim, terminar este processo.

- **Modelação da *journey***

Tal como foi descrito anteriormente, o *newjoiner* dirige-se à sala de reuniões definida para a primeira reunião com os RH e esta é realizada. Assim que esta *journey* termina, a atividade é registada como realizada.

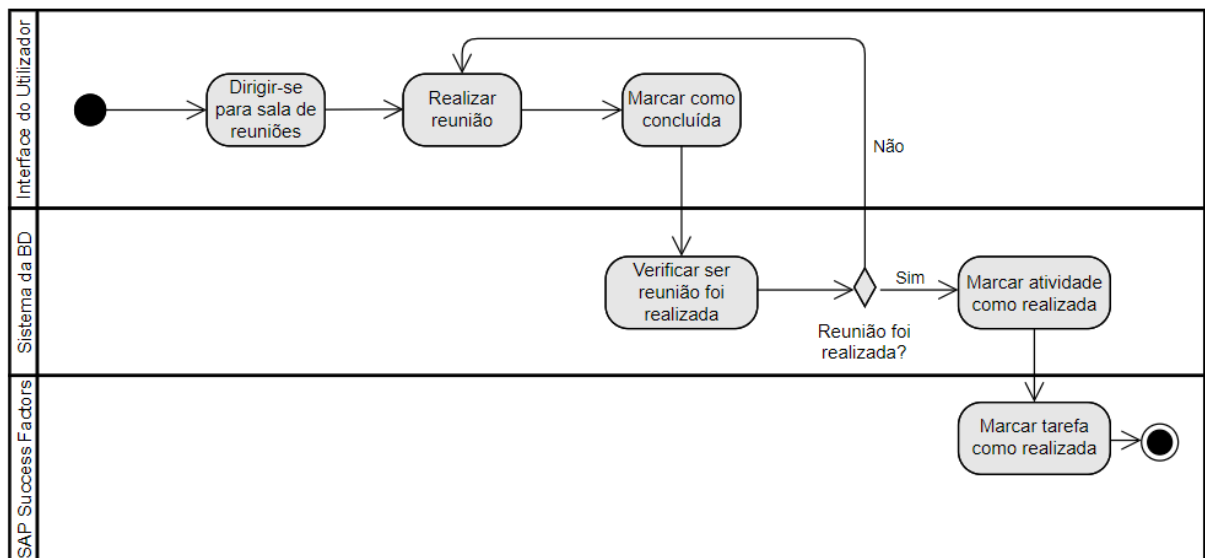


Figura 16: Modelação da *journey* 4

4.4 Diagrama de Classes

A programação das *journeys* levou à criação de um conjunto de classes, representadas no diagrama de classes na Figura 17, que serão posteriormente analisadas. Todas as *scripts* pertencentes às classes estarão anexadas no Apêndice I deste documento.

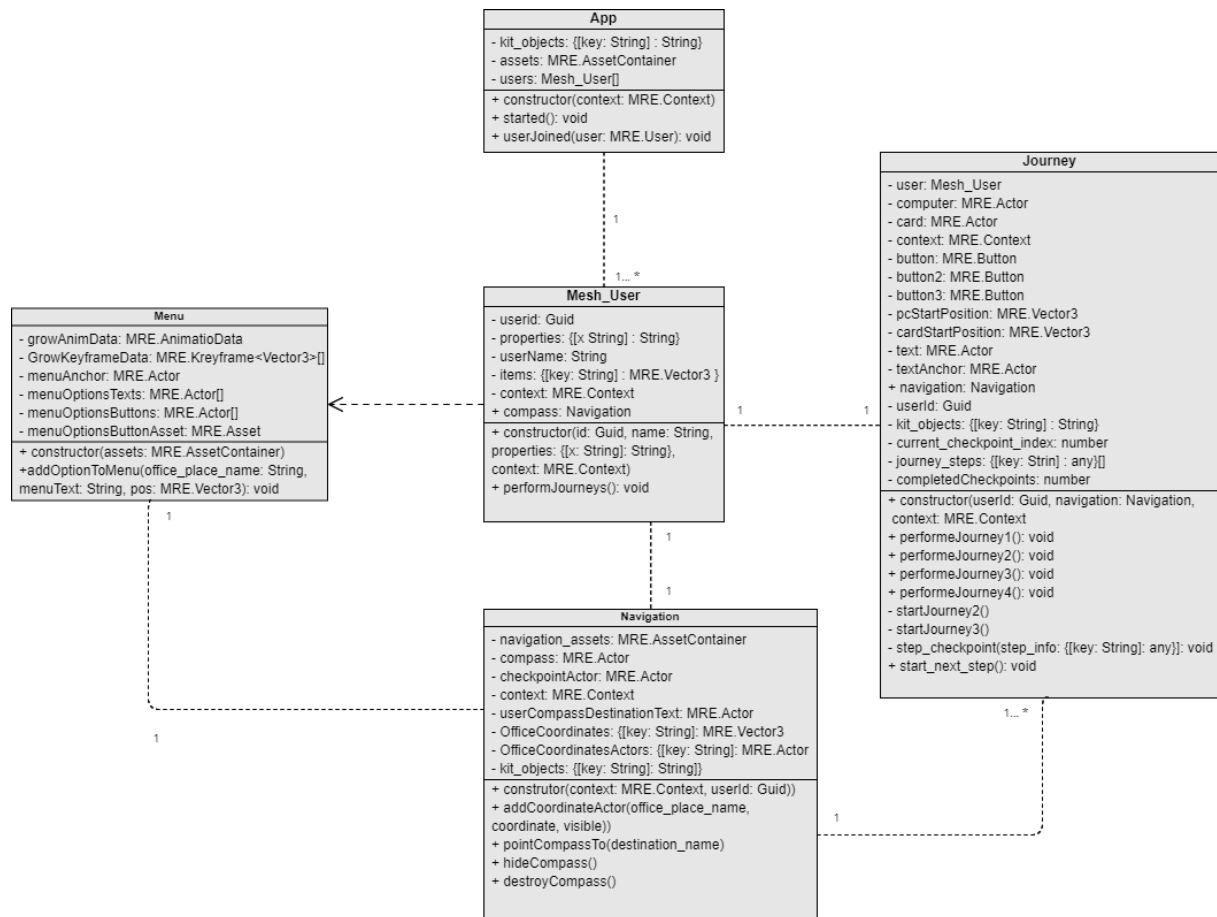


Figura 17: Diagrama de Classes

A classe *Mesh_User* possui uma associação com a classe *Navigation*, o que indica que um utilizador pode utilizar o objeto de navegação para se movimentar dentro do sistema. Além disso, a classe *Mesh_User* é dependente da classe *Menu* para realizar determinadas ações relacionadas ao menu e às opções que nele constam, e está associada à classe *Journey*, na medida em que esta classe representa o conjunto de *journeys* que cada *newjoiner* deve fazer. A classe *Navigation* e a classe *Menu* funcionam em conjunto para o sistema de navegação. Este sistema é utilizado em todas as *journeys* de todos os *newjoiners*, daí a sua associação à classe *Journey*.

A classe App está associada à classe Mesh_User, dado que pode criar uma ou mais instâncias desta classe.

4.4.1 Classes Menu e Navigation

Sistema de Navegação

O sistema de navegação baseia-se em duas *scripts*, menu.ts e navegation.ts. A interação entre estas duas classes permite que o utilizador selecione opções no menu e se oriente dentro do escritório da Accenture, utilizando a bússola, representada por uma seta. Ao selecionar um destino, a classe Menu chama um método da classe Navigation, de forma a indicar o destino correspondente.

A classe Menu engloba a criação e a gestão do menu ligado ao utilizador. Dentro desta, foram criadas as seguintes variáveis:

Tabela 6: Variáveis da classe Menu

Variáveis	Funcionalidade
growAnimData	Contém os dados de animação para uma animação em escala.
growKeyframeData	Array de <i>keyframes</i> que define a escala de uma animação. A animação dimensiona um objeto do seu tamanho inicial para um tamanho maior.
menuAnchor	Ator correspondente ao menu ligado ao utilizador.
menuOptionsTexts	Array que contém as referências aos atores de texto que representam as opções do menu (locais no escritório).
menuOptionsButtons	É um <i>array</i> que contém referências aos atores (botões) que representam as opções de menu.
menuOptionsButtonAsset	Contém a referência do <i>asset</i> para os botões de opções de menu.

De seguida, foi criado um construtor, que é chamado quando uma nova instância da classe Menu é criada e cujo parâmetro *assets* é do tipo MRE.AssetContainer. A classe AssetContainer é a raiz do sistema de *assets* do MRE SDK. Uma vez criado um AssetContainer, é possível criar materiais, texturas, sons ou carregar ficheiros glTF para os *assets* e fazer a sua gestão.

De seguida, é possível observar o método *addOptionToMenu* que se trata de uma função assíncrona cuja funcionalidade serve para adicionar uma opção ao menu.

Foram, ainda, criadas algumas animações para os botões do menu, nomeadamente animações de aumento e diminuição da escala de um ator, quando o *newjoiner* passa o rato sobre os cubos (botões) no menu, e a animação correspondente à direção da seta quando o destino é selecionado. Além disso, segue-se o código referente à origem do ator *menuAnchor* preso ao *newjoiner*.

De forma a compreender o sistema de navegação na sua íntegra, é necessário explorar a *script* relacionada com a classe Navigation, dentro da qual foram definidas as seguintes variáveis:

Tabela 7: Variáveis da classe Navigation

Variáveis	Funcionalidade
navigation_assets	Instância do MRE.AssetContainer e é usado para gerir e guardar <i>assets</i> relacionados à navegação.
compass	Ator que representa um objeto de bússola dentro do ambiente de RV. É usado para indicar a direção do destino (seta).
checkpointActor	Ator que representa um “ <i>checkpoint</i> ”. Visualmente é apresentado como um indicador ou um marcador do progresso do <i>newjoiner</i> .
context	Objeto do tipo MRE.Context que é usado para interagir com o <i>runtime</i> do MRE e para gerir o ambiente de RV.
userCompassDestinationText	Ator utilizado para apresentar o nome do destino para qual a seta aponta.
OfficeCoordinates	Objeto que armazena as coordenadas das diferentes localizações dentro do escritório pelas quais o utilizador pode navegar.
OfficeCoordinatesActors	Objeto que armazena instâncias do tipo MRE.Actor que representam objetos invisíveis posicionais em cada coordenada do escritório.
kit_objects	Objeto que mapeia nomes para IDs de objetos de kits específicos da biblioteca do MRE SDK.

A classe Context do MRE trata-se de um *container* para uma sessão da aplicação, isto é, contém todos os atores, utilizadores, *assets* e outros estados dentro de uma sessão. Já a classe Actor do MRE representa um objeto.

Dentro da classe Navigation, foi definido um construtor que recebe um parâmetro “*context*” e o ID do utilizador, e é responsável por inicializar as variáveis e configurar os elementos de navegação dentro do ambiente Metaverso.

Seguidamente, são criados os atores para representar a bússola (seta), o *checkpoint* e o texto com o nome do destino.

Depois de configurados os atores, segue-se a função *addCoordinateActor* que cria um ator do tipo caixa para representar uma coordenada do escritório. Além disso, sucedem-se três métodos, *pointCompassTo*, *hideCompass* e *destroyCompass*, sendo que o primeiro método recebe o nome de um destino e aponta a seta para esse destino, o segundo oculta a bússola e redefine o texto do destino para vazio e o terceiro destrói o ator.

4.4.2 Classe Mesh_User

A classe Mesh_User representa um utilizador no ambiente Metaverso e, dentro desta, foram declaradas as seguintes variáveis:

Tabela 8: Variáveis da classe Mesh_User

Variáveis	Funcionalidade
userId	Id do utilizador.
properties	Dicionário que contém propriedades do utilizador.
username	Nome do <i>newjoiner</i> .
items	Dicionário que mapeia nomes de itens para posições no ambiente Metaverso.
context	Contexto do MRE
compass	Instância da classe Navigation que lida com a navegação do utilizador

Nesta classe foi criado um construtor que recebe o id do utilizador, o nome, as propriedades e contexto do ambiente como parâmetros. Dentro deste construtor é criada uma instância da classe Navigation, atribuindo ao utilizador o seu sistema de navegação.

Por fim, foi criado um método *performJourneys* que executa um conjunto de métodos da classe *Journey*, associados às *journeys* que o utilizador tem de executar.

4.4.3 Classe *Journey*

A classe *Journey* representa as *journeys* que o utilizador tem de realizar dentro do ambiente Metaverso. Assim sendo, dentro desta *script* foram declaradas as seguintes variáveis:

Tabela 9: Variáveis da Classe *Journey*

Variáveis	Funcionalidade
user	Instância da classe Mesh_User que representa o <i>newjoiner</i> .
computer	Ator utilizado na segunda <i>journey</i> .
card	Ator utilizado na terceira <i>journey</i> .
context	Representa o contexto do MRE.
button, button2, button3	Objetos do tipo MRE.Button com os quais o utilizador pode interagir para iniciar uma <i>journey</i> .
pcStartPosition, cardStartPosition	Vetores que guardam as coordenadas nas quais se encontram o computador e o cartão.
text, textAnchor	Atores que apresentam texto no ambiente.
userId	Id do <i>newjoiner</i> associado às <i>journeys</i> .
kit_objects	Dicionário que mapeia nomes de objetos para os seus Ids.
current_checkpoint_index	Inteiro que representa o índice do checkpoint atual na <i>journey</i> .
<i>journey_steps</i>	Array de objetos que representam os passos da <i>journey</i> 1. Cada passo é representado por um objeto com propriedades como o tipo de passo, nome do checkpoint, a mensagem a ser exibida, opções de resposta e um período de espera.
completedCheckpoints	Inteiro que representa o número de checkpoints concluídos na <i>journey</i> .

O método *performJourney1* executa a *journey 1*, executando os passos definidos no array *journey_steps*. Para cada passo, verifica o seu tipo, sendo que, se for um *checkpoint*, chama o

método *step_checkpoint* para o processar, sendo que quando este é executado, o número de *checkpoints* concluídos é atualizado. De seguida, chama o método *start_next_step* para avançar para o próximo passo. No caso de se tratar de um passo de espera, o *newjoiner* aguarda o período de tempo especificado e, em seguida, o método *start_next_step* para avançar. Além de dar seguimento ao passo a passo da primeira *journey*, este método também verifica se todos os *checkpoints* foram concluídos e encerra a *journey*, caso esta condição seja confirmada. Contudo, caso este não seja o caso, o próximo passo é obtido tendo em conta o índice do *checkpoint* atual e executa a ação correspondente com base no tipo de passo.

Os métodos *performJourney2* e *performJourney3* iniciam as seguintes *journeys*, criando, respetivamente, um computador e um cartão interativos. Já a *performJourney4*, que se trata da função mais simples, cria um botão e um texto “Concluído” na cena.

4.4.4 Classe App

A classe App lida com a inicialização da aplicação e a lógica principal por trás da mesma. Utiliza a biblioteca MRE para criar aplicações e interage com a classe Mesh_User para a gestão de utilizadores.

Dentro desta classe foram criadas duas variáveis privadas: *assets* e *users*, sendo que o primeiro é utilizado para armazenar e gerir *assets* e o segundo trata-se de um *array* da classe Mesh_User que permite gerir utilizadores que se juntem ao ambiente no Metaverso.

O construtor desta classe define dois eventos: *onStarted*, que contém a função *started*, e é executado quando a aplicação é iniciada; e *onUserJoined* que é executada sempre que um *newjoiner* se junta ao ambiente. Neste último evento, é executada a função *userJoined*, que apresenta o nome do novo utilizador na consola e cria uma nova instância da classe Mesh_User que é depois adicionada ao *array users*.

4.5 Alojamento da aplicação no Microsoft Azure

De modo a facilitar a programação das *journeys*, utilizou-se o MRE SDK, que permite aos membros da comunidade do AltspaceVR tornarem os seus ambientes dentro do Metaverso mais dinâmicos. No entanto, para que todos os *newjoiners* possam ter acesso às experiências que foram criadas no escritório virtual, utilizando esta extensão, foi necessário alojar o

servidor num local público, neste caso, numa nuvem no Microsoft Azure. Assim sendo, é fundamental abordar os passos que foram seguidos.

Dentro do portal do Azure, foi criado um *container registry*. De seguida, de modo a poder dar *build* à aplicação, foi criado um Dockerfile, que permite instalar todas as dependências e correr a aplicação no url originado pelo Azure, sendo estas as listadas na Tabela 10.

Tabela 10: Dependências do projeto

Dependências	Funcionalidade
@microsoft/mixed-reality-extension-sdk (versão 0.20.0)	Dependência corresponde ao MRE SDK.
@types/dotenv (versão 6.1.0)	Definições de tipos para o <i>package</i> “dotenv”, que permite carregar variáveis de ambiente a partir de um ficheiro ‘.env’.
@types/node (versão 10.3.1)	Definições de tipos para o Node.js, possibilitando a verificações de tipos para APIs e módulos específicos do Node.js.
dotenv (versão 6.2.0)	Um package que carrega variáveis de ambiente de um ficheiro ‘.env’ para um objeto ‘process.env’.
Dependências de desenvolvimento	
@typescript-eslint/eslint-plugin (versão 2.17.0)	<i>Plugin</i> do ESLint específico para TypeScript, que fornece regras de <i>linting</i> para código.
@typescript-eslint/parser (versão 2.17.0)	<i>Parser</i> do TypeScript para ESLint que permite que este estenda a sintaxe da linguagem TypeScript.
concurrently (versão 5.1.0)	Permite executar vários comandos simultaneamente.
eslint (versão 6.8.0)	<i>Linter</i> para código JavaScript e TypeScript
nodemon (versão 2.0.2)	Gere mudanças no código fonte e reinicia automaticamente o Node.js.
typescript (versão 3.7.5)	Linguagem de programação baseada em JavaScript.

Estando o Dockerfile completo, correu-se o ficheiro e uma imagem foi criada. Esta imagem foi depois carregada para um *container repository* dentro do *container registry* no Azure. Posto isto, uma instância do *container* foi originado dentro do portal do Azure, de forma a poder executar esse mesmo *container*. Assim, após a configuração do *host* dentro do mundo no

AltspaceVR, os objetos e experiências concebidas através do MRE SDK ficaram disponíveis para todos os utilizadores que se juntarem ao ambiente Metaverso.

4.6 Modelo de Entidades e Relacionamentos

De forma a ser possível armazenar todos os dados referentes ao *newjoiner*, assim como o seu progresso nas *journeys*, é essencial a existência de uma base de dados. Assim, foi concebido um simples desenho inicial do Modelo de Entidades e Relacionamentos, representado na Figura 18, que apresenta o conjunto de tabelas e atributos que fariam parte da base de dados fundamental ao funcionamento da solução.

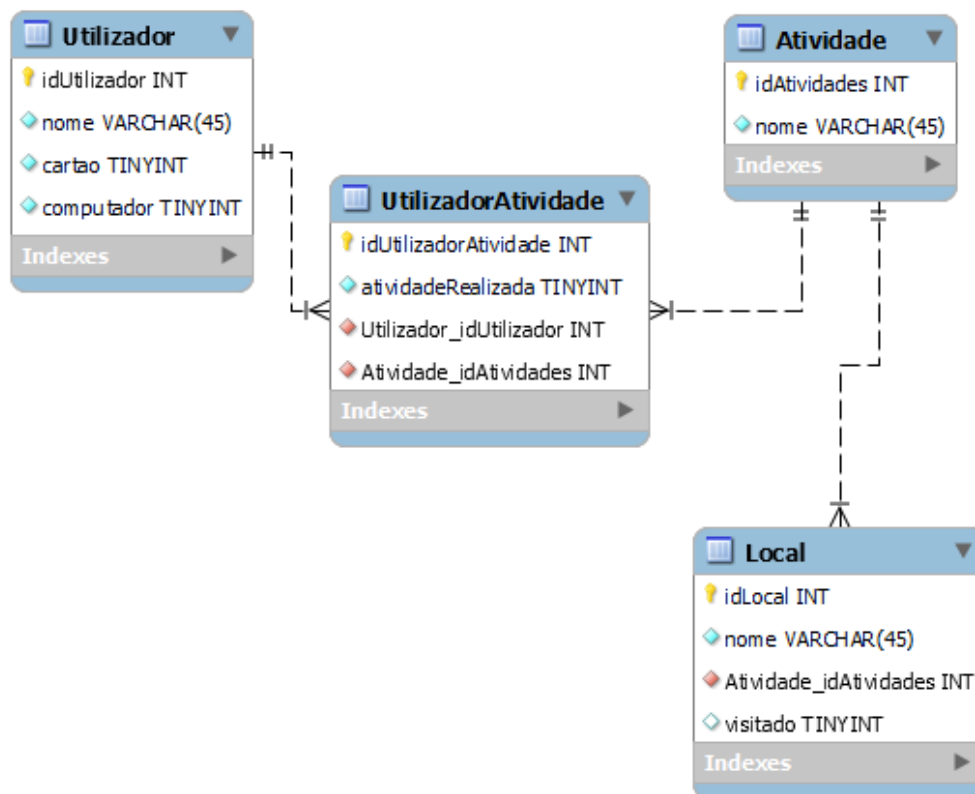


Figura 18: Diagrama de Entidades e Relacionamentos

4.6.1 Utilizador

A tabela “Utilizador” representa os *newjoiners* que se juntam ao Metaverso para realizar o *onboarding*.

Tabela 11: Tabela "Utilizador"

Atributo	Descrição	Tipo	Exemplo
idUtilizador	Trata-se da chave primária e identificador único do <i>newjoiner</i> .	INT	1, 2, 3...
nome	Este atributo representa o nome do <i>newjoiner</i> .	VARCHAR	"Luis Fernandes"
cartao	Este atributo é responsável por informar se o <i>newjoiner</i> fez o levantamento do cartão de acesso. Este campo assumirá o valor 1, caso o cartão não tenha sido levantado. Caso contrário, terá o valor 2.	TINYINT	1, 2
computador	Este atributo é responsável por informar se o <i>newjoiner</i> fez o levantamento do computador. Este campo assumirá o valor 1, caso o PC não tenha sido levantado. Caso contrário, terá o valor 2.	TINYINT	1, 2

4.6.2 Atividade

A tabela Atividade apresenta todas as *journeys* a serem realizadas pelo *newjoiner*.

Tabela 12: Tabela "Atividade"

Atributo	Descrição	Tipo	Exemplo
idAtividade	Trata-se da chave primária e identificador único da <i>journey</i> .	INT	1, 2, 3...
nome	Este atributo representa o nome da <i>journey</i> .	VARCHAR	"Journey 1"

4.6.3 UtilizadorAtividade

A tabela UtilizadorAtividade é a tabela intermediária que liga o *newjoiner* às suas *journeys*. É através desta que se consegue verificar quais *journeys* de determinado *newjoiner* foram já realizadas.

Tabela 13: Tabela "UtilizadorAtividade"

Atributo	Descrição	Tipo	Exemplo
idUtilizadorAtividade	Trata-se da chave primária e identificador único da tabela.	INT	1, 2, 3...
idUtilizador	Esta chave estrangeira provém da tabela "Utilizador" e retorna o id de um <i>newjoiner</i> .	INT	1, 2, 3...
idAtividade	Esta chave estrangeira provém da tabela "Atividade" e retorna o id de uma <i>journey</i> .	INT	1, 2, 3...
atividadeRealizada	Este atributo permite verificar se uma <i>journey</i> específica de determinado <i>newjoiner</i> foi realizada pelo mesmo. Caso a <i>journey</i> ainda não tenha sido realizada, o valor no campo assumirá o valor de 1. Caso já tenha sido executada, assumirá o valor de 2.	TINYINT	1, 2

4.6.4 Local

A tabela local apresenta todos os locais a serem visitados pelo *newjoiner* na *Journey 1*: "Welcome to the office!".

Tabela 14: Tabela "Local"

Atributo	Descrição	Tipo	Exemplo
idLocal	Trata-se da chave primária e identificador único de cada local.	INT	1, 2, 3...

Atributo	Descrição	Tipo	Exemplo
nome	Este atributo representa o nome do local.	VARCHAR	“Lifts”
idAtividade	Esta chave estrangeira provém da tabela “Atividade” e retorna o id de uma <i>journey</i> .	INT	1, 2, 3...
visitado	Este atributo permite verificar se um determinado local já foi visitado pelo <i>newjoiner</i> . Caso este ainda não tenha sido visitado, o valor no campo assumirá o valor de 1. Caso já tenha sido visitado, assumirá o valor de 2.	TINYINT	1, 2

4.7 Apresentação do Artefacto

Ainda que a solução não tenha cumprido todos os objetivos propostos, esta foi apresentada a um conjunto de funcionários da Accenture. Com o súbito anúncio de que a Microsoft iria encerrar o AltSpaceVR, a apresentação da solução final prevista para Abril foi antecipada para Março.

O conjunto de funcionários, tanto de Braga, como de Lisboa, puderam aceder ao *digital twin* do escritório EXEO LUMNIA da Accenture no Metaverso, utilizando os *headset* Meta Quest 2 ou através da versão *desktop* no PC. Deste modo, estes puderam explorar os diferentes locais apresentados pelo menu da primeira *journey*, assim como tiveram a oportunidade de experienciar as outras *journeys*, com exceção da reunião com os recursos humanos.

Mesmo que a solução não tenha sido apresentada com as funcionalidades todas, a avaliação providenciada pelos funcionários foi bastante positiva, principalmente no que diz respeito à componente social, dado que muitos dos funcionários de Braga puderam interagir e socializar com os de Lisboa através do espaço no Metaverso. Além disso, também salientaram que as *journeys*, especialmente a primeira (“Welcome to the office!”), poderiam ajudar bastante os *newjoiners*, na medida em que a *digital twin* está muito bem concebida e a maioria dos novos funcionários que chegam à empresa para o levantamento do computador ou do cartão de acesso não se sabe orientar. É importante, também, salientar que no momento em que esta

demonstração foi realizada, o edifício EXEO LUMNIA era bastante recente e até mesmo os funcionários que já estão integrados há mais tempo na empresa acharam a solução útil para a orientação dos elementos mais seniores da Accenture que foram alocados a esta nova sede. No entanto, e face aos constrangimentos ocorridos durante o processo de desenvolvimento, a solução terá naturalmente de ser melhorada no futuro com vista a realizar a ligação do ambiente Metaverso com a base de dados e com o ERP SuccessFactors.

4.8 Possíveis alternativas

Sendo que o projeto não alcançou os objetivos inicialmente estipulados, é necessário explorar alternativas que permitam que este seja concluído com sucesso. Assim sendo, após pesquisar diferentes tecnologias que possibilitam o desenvolvimento deste trabalho, considerou-se a utilização das seguintes ferramentas:

- MOM (Metaverse Operative Modules), para a criação de mundos e experiências virtuais;
- Photon, de modo a possibilitar a criação de jogos *multiplayer*;
- Microsoft Mesh.

4.8.1 MOM (Metaverse Operative Modules)

O MOM trata-se de uma *framework* do Unity criada pela Accenture como forma de simplificar os projetos de Metaverso, permitindo que as equipas criem experiências imersivas e estáveis com rapidez e sem grandes complicações.

Sendo que se trata de uma solução interna à empresa, à qual o público não tem acesso, não é possível fornecer detalhes sobre a mesma. No entanto, é possível afirmar que o MOM acaba por se tratar de uma arquitetura normalizada e modular, com um grande foco na otimização de dependências dos módulos, sendo estes relacionados com a autenticação, configuração de avatares, conexão com *cloud*, captura de imagem, realização de sessões/reuniões e identificação do utilizador;

Photon Fusion

O Photon Fusion é uma biblioteca utilizada pelos profissionais de desenvolvimento de jogos para fornecer aos jogadores a experiência de poderem jogar num modo *multiplayer*. Utilizando uma API, o Fusion suporta duas tipologias de rede diferentes, bem como um modo de jogador único sem a necessidade de conexão à rede (Photon, n. d).

O Fusion funciona de dois modos diferentes: Share Mode ou Hosted Mode.

- **Hosted Mode/Server Mode**

Neste modo, o servidor tem sempre autoridade total sobre todos os objetos. Os clientes apenas podem modificar objetos através do envio dos seus dados para o servidor ou solicitando uma alteração usando um RPC (*Remote Procedure Call*). Quaisquer alterações feitas por um cliente num estado de rede serão substituídas por *snapshots* autorizados pelo servidor, assegurando a sincronização dos clientes com o estado do servidor.

É importante salientar que o Fusion oferece suporte para *lag* (atrasos) para compensar os atrasos entre os clientes, permitindo que o servidor funcione de uma perspectiva de um cliente no momento de entrada de dados. Além disso, ao usar este modo atrás de uma *firewall* ou de um *router*, a Photon Cloud fornece transmissão de pacotes UDP ou retransmissão conforme necessário, de forma a que seja mais fácil comunicar em rede.

Por fim, caso o *host* que esteja a ser utilizado seja desconectado, o Fusion suporta a sua migração, possibilitando, assim, a transferência da autoridade da rede para um novo cliente.

- **Shared Mode**

No presente modo, a autoridade sobre os objetos de rede é distribuída entre todos os clientes, sendo que inicialmente estes têm autoridade sobre os objetos que criam. No entanto, podem transferi-la para outros clientes.

A sessão de rede no modo compartilhado é controlada pela Photon Cloud e permanece ativa enquanto um cliente se encontrar conectado. A Photon Cloud funciona como um retransmissor de pacotes e tem acesso ao estado da rede, o que permite implementar lógica de servidor leve.

Este modo é semelhante ao PUN, embora seja, no geral, mais completo.

Photon Unity Networking (PUN)

Embora o Photon Fusion seja mais completo, o PUN também é uma boa opção para implementar jogos de *multiplayer*.

O PUN é um *package* do Unity que permite que os jogadores entrem em salas onde os objetos podem ser sincronizados pela rede. No entanto, o PUN é mais limitado, na medida em que a comunicação é realizada através de servidores dedicados do Photon, de maneira a que os clientes não se possam comunicar.

Este *package* oferece três níveis de APIs (Photon, n. d.):

- O nível mais elevado é o código do PUN, que implementa recursos específicos do Unity;
- O segundo abrange a lógica de trabalho dos servidores Photon, *matchmaking*, *callbacks*, entre outros;
- O terceiro nível é composto por arquivos DDL;

Fusion vs PUN

Embora sejam desenvolvidos pela mesma empresa e sejam duas soluções para a criação de jogos *multiplayer*, ambos oferecem diferentes funcionalidades.

1. Photon Unity Networking (PUN)

- Trata-se de uma biblioteca e de um *package* do Unity específico para jogos *multiplayer*;
- Oferece um conjunto de recursos para conectar jogadores em salas, sincronizar objetos pela rede, RPCs para chamar métodos noutros jogadores, assim como propriedades personalizadas que permitem a partilha de dados entre os jogadores;
- A comunicação é realizada através de servidores próprios do Photon;

2. Photon Fusion

- Trata-se de uma plataforma mais completa para o desenvolvimento de jogos *multiplayer* em diferentes motores de jogo;
- Além de oferecer o conjunto de recursos que o PUN fornece, o Fusion providencia suporte para a lógica de jogo em tempo real, servidores dedicados, gestão de jogadores, entre outros aspetos;
- É uma plataforma mais ampla, escalável e flexível, adequada a projetos maiores e mais complexos, que exigem recurso mais avançados de gestão de servidores;

4.8.3 Microsoft Mesh

Embora ainda não esteja previsto o lançamento do Microsoft Mesh, esta é a principal alternativa para este projeto.

O Microsoft Mesh permite que as empresas criem experiências personalizadas e imersivas que proporcionam aos utilizadores uma forma mais natural de se conectarem. Esta solução permite aos criadores construir experiências personalizadas orientadas para o trabalho, como processos de *onboarding*, formações, *team building*, entre outros. Isto será possível, uma vez que o Mesh terá funcionalidades como a configuração de avatares e áudio espacial, que irão fazer com que as interações sejam mais cativantes e naturais. Além disso, tal como o AltspaceVR, esta plataforma pode ser acedida através do PC ou de *headsets* de realidade virtual (Microsoft, 2023).

A aplicação do Mesh permitirá às organizações criarem experiências personalizadas. O Microsoft Mesh providencia um conjunto de funcionalidades acessíveis aos utilizadores, sendo as principais as seguintes:

- Sincronização de experiências entre dispositivos para os utilizadores;
- Representação dos utilizadores através de avatares;
- Áudio espacial para que os utilizadores sintam o som como se estivessem num ambiente presencial;
- Capacidade de interagir com objetos e com o ambiente.
- Gestão de eventos, que permitem a construção de experiências em tempo real, facilitando apresentações de conteúdos, possibilitando o teletransporte dos utilizadores dentro do ambiente e ativando conteúdos e animações;

Estas funcionalidades irão contribuir para a criação de formações para funcionários, *onboarding* de equipas e de novos elementos das empresas, visitas guiadas e outras experiências. E, dado que o Mesh foi criado com base no Microsoft 365, a gestão de identidades e a privacidade e segurança a nível empresarial estão incorporadas.

Tal como no AltspaceVR, existem outras formas de adicionar conteúdo e interatividade às experiências já predefinidas:

- Utilização do Unity para a criação de ambientes 3D ou adaptação de espaços existentes para o próprio;
- Utilização de *scripts* em *cloud* para adicionar interatividade, através da inserção de lógica, da integração de dados no *backend* em tempo real, da utilização de *triggers* para ações, da utilização de inteligência artificial, e muito mais, usando C# e .NET Core;
- Introdução de conteúdo *web* interativo, como vídeos e *webapps*, no ambiente Metaverso;
- Utilização de componentes físicas no Mesh para a associar propriedades a objetos no espaço, utilizando gravidade ou dinamismo. Isto irá resultar numa crescida criatividade dos utilizadores, contribuindo, assim, para a criação de experiências mais realistas ou em interações incríveis para jogos e desafios;
- Diagnóstico de potenciais problemas no Mesh, através de ferramentas de desempenho.

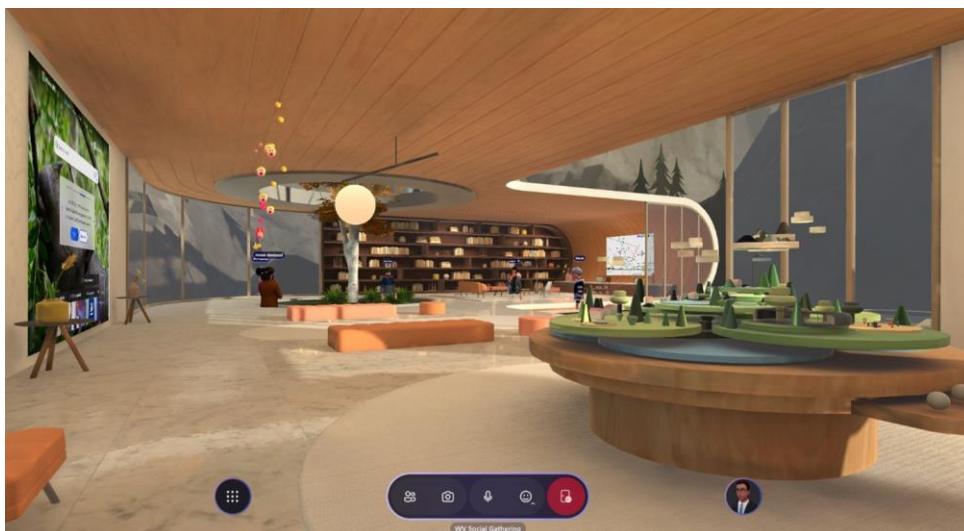


Figura 19: Microsoft Mesh (Microsoft, 2023)

Tendo em conta o que foi descrito, é possível assumir que o Microsoft Mesh será uma versão melhorada do AltspaceVR e uma plataforma mais viável para a ideia que este projeto ambiciona realizar.

Microsoft Teams

Experiências com o Mesh já estão integradas no Microsoft Teams, permitindo que os colaboradores de uma organização estabeleçam conexões onde o trabalho acontece.

O Teams atualmente disponibiliza a aplicação “Avatars” que oferece ao utilizador a oportunidade de criar um avatar personalizado e a participação em reuniões sem a necessidade de ligar a câmara. Os avatares adicionam uma nova camada de escolha às reuniões, melhorando-as e tornando-as mais divertidas e convidativas. Além disso, existe a possibilidade de ter uma presença digital maior, através da adição de espaços imersivos no Teams de modo a criar encontros sociais que proporcionam aos participantes uma sensação de união, com elementos de uma reunião presencial – incluindo a capacidade de dialogar com alguém com quem se quer pôr as conversas em dia, ou de ter várias conversas no mesmo espaço sem a necessidade de falar por cima uns dos outros (Microsoft, 2023).



Figura 20: Microsoft Teams (Microsoft, 2023)

4.8.4 Ligação à Base de Dados

Tendo em conta as adversidades que surgiram, o sistema idealizado não foi desenvolvido na sua totalidade, incluindo a ligação do ambiente Metaverso à base de dados. Contudo, para que a solução seja um sucesso, é necessário que no futuro esta funcionalidade seja cumprida. Uma vez que futuramente apenas serão utilizados o MOM ou o Microsoft Mesh, a ligação à base de dados terá de ser realizada através do Unity. Posto isto, existem três métodos comuns:

1. **Suporte de base de dados incorporado no Unity:** o Unity providencia uma *framework* de base de dados integrada, o SQLite, que permite trabalhar com bases de dados SQLite diretamente a partir do projeto do Unity. Para tal, é necessário utilizar a biblioteca System.Data.SQLite para estabelecer conexão com a base de dados, assim como executar *queries* e retornar dados.
2. **Utilização de uma Web API:** criar uma API que assume o papel de intermediário entre o Unity e a base de dados. O Unity poderá fazer chamadas à API que, por sua vez, irá interagir com a base de dados e retornar os dados pedidos em resposta. Este método permite a conexão com diferentes tecnologias, como MySQL, PostgreSQL e MongoDB.
3. **Plugins:** a Asset Store do Unity disponibiliza *plugins* que providenciam conexão a bases de dados com interfaces *user friendly*.

Tendo em conta que o plano inicial deste projeto seria a utilização do MySQL para a criação da base de dados, a segunda opção é a mais viável.

Existem várias tecnologias para desenvolver e criar web APIs que agem como intermediários entre o Unity e a base de dados. No entanto, é também necessário fazer o *design* e documentar a API. Para tal, pode-se utilizar o Swagger.

O Swagger¹⁰ abrange um conjunto de ferramentas para o desenvolvimento de APIs fáceis de utilizar para tirar o máximo partido da especificação OpenAPI. Assim sendo, será necessário seguir os seguintes passos:

1. Definir a especificação da API, através da criação de um ficheiro de especificação OpenAPI em formato YAML ou JSON, que irá descrever a estrutura, os *endpoints*, os

¹⁰ <https://swagger.io/>

formatos dos pedidos e das respostas, os parâmetros e outros detalhes da API. Para tal, o Swagger oferece um editor;

2. Definir os *endpoints* da API no ficheiro criado no passo anterior. Além disso, é necessário definir os métodos HTTP correspondentes (GET, POST, DELETE, etc.), os parâmetros dos pedidos, os *headers* e o formato das respostas;
3. Documentar os detalhes da API, utilizando as *tags* para acrescentar descrições e exemplos, assim como informação adicional nos *endpoints*;
4. Testar e validar a API usando ferramentas de teste, como o Postman.
5. Gerar código do lado do servidor ou SDKs do cliente com base na especificação OpenAPI, utilizando ferramentas como o Swagger Codegen;
6. Implementar a API;

Tendo em conta que o Swagger é apenas uma *framework* de especificação e ferramentas para o desenvolvimento de APIs, cujo foco se baseia na documentação, teste e conceção de código, ainda é necessário implementar a lógica do lado do servidor usando uma *framework* como o ASP.NET.

O ASP.NET¹¹ Web API é uma *framework* providenciada pela Microsoft para o desenvolvimento de serviços HTTP que podem ser utilizados pelo Unity. Esta estrutura faz parte da *framework* ASP.NET e permite a criação de RESTful APIs utilizando C# e .NET.

4.8.5 Conexão ao SAP SuccessFactors

A conexão do Metaverso ao SAP SuccessFactors seria realizada na última *journey*, na medida em que, assim que o *newjoiner* terminasse a sua primeira reunião com os RH, ele clicaria num botão de “Concluído”, cuja funcionalidade seria fazer disparar uma chamada para uma API de modo a marcar a tarefa como realizada no perfil do *newjoiner* dentro do ERP.

Primeiramente é necessária uma conta no CPI¹² (Cloud Platform Integration) do SAP. O CPI serve como um *middleware* que integra aplicações localmente e em *cloud* com produtos da SAP e não SAP. Neste caso, o CPI seria configurado para receber dados de um sistema externo

¹¹ <https://dotnet.microsoft.com/en-us/apps/aspnet>

¹²

https://help.sap.com/docs/SAP_INSURANCE_SALES_ASSISTANT/ef064a4704f04bf3b97498de0ac43194/33d6f90fd9a348488f71d6bb0ec2e150.html

(ambiente Metaverso) e transferir esses dados para o SuccessFactors. Tendo em conta que este projeto se trata de uma POC, numa fase inicial seria criada uma *trial account* na plataforma. No entanto, numa fase mais desenvolvida do projeto, seria necessário obter autorização.

O SuccessFactors oferece um conjunto de APIs para a integração e manipulação de dados relacionados aos recursos humanos, no entanto existe um *package* de APIs que permite fazer a gestão de tarefas de *onboarding*. Este conjunto de APIs, SAP SuccessFactors Onboarding¹³, pode ser utilizado para gerir tarefas de *onboarding* para novos candidatos, incluindo atividades de reuniões. Além disso, permite definir, modificar e aceder a detalhes das tarefas, datas, entre outras informações.

Usando a API Onboarding, seria possível criar um novo *onbordee*, através do método POST com o *path* `"/createOnbordee"`, e associá-lo à atividade de reunião de OnBoarding, no SAP SuccessFactors.

Além deste *package*, ainda existe a Employee Central API¹⁴ que permite gerir os dados dos funcionários da empresa, incluindo a capacidade de criar, alterar e recuperar tarefas atribuídas a cada um deles.

¹³ <https://api.sap.com/package/SuccessFactorsOnboarding/all>

¹⁴ <https://api.sap.com/package/SuccessFactorsEmployeeCentral/all>

5. CONCLUSÃO

Neste último capítulo são apresentadas algumas considerações finais acerca do projeto, bem como as dificuldades e limitações que foram encontradas no processo de desenvolvimento do mesmo. Tendo estes obstáculos em conta, foi desenvolvida uma secção que engloba todos os tópicos a serem melhorados e/ou realizados no futuro.

5.1 Considerações

Esta secção serve para concluir o conteúdo descrito ao longo do documento e tecer comentários acerca da elaboração do mesmo.

Numa primeira fase, foi desenvolvida uma revisão de literatura que permitiu o estudo de conceitos que acabam por ser a base deste projeto. Neste capítulo exploraram-se vários termos que o tema “Metaverso” engloba, desde a sua componente técnica ao seu impacto a nível social e a nível de gestão de recursos humanos nas organizações.

Tendo isto em conta, seguiu-se o desenvolvimento da solução em si. Primeiro, abordou-se o conjunto de tecnologias utilizadas no projeto, seguido de uma explicação geral da arquitetura do sistema.

A solução consiste na realização do processo de *onboarding* da Accenture dentro uma *digital twin* do escritório no EXEO LUMNIA, situado em Lisboa. Dentro deste ambiente, os *newjoiners* têm acesso a um conjunto de *journeys* que devem ser realizadas para que eles conclua o seu processo de chegada à empresa. Estas atividades de *onboarding* aparecem modeladas no documento através de diagramas de atividade. A solução desenvolvida permite, tal como planeado, que o novo candidato conheça os “cantos à casa” antes de terem a oportunidade de se deslocarem presencialmente ao edifício. Isto é possível graças à programação das *journeys* que é explicada através do detalhar das classes da solução.

É, no entanto, importante salientar que o progresso dos *newjoiners* não fica registado, uma vez que a ligação à base de dados não foi concebida, assim como a ligação do ambiente Metaverso ao SAP SuccessFactors, devido a uma adversidade que será abordada na próxima secção deste capítulo. Todavia, antes de qualquer complicação, foi desenhado um simples Diagrama de Entidades e Relacionamentos para a base de dados que ia ser utilizada para o projeto.

Ainda que este contratempo tenha surgido, a solução foi apresentada a vários funcionários da Accenture, tanto de Lisboa, como de Braga, que tiveram a oportunidade de testá-la utilizando os *headset* Meta Quest ou numa versão *desktop*. Desta demonstração concluiu-se que o Metaverso tem um impacto bastante positivo a nível social, uma vez que todos aqueles que experimentaram a solução puderam socializar com outros funcionários da Accenture alocados noutra cidade do país. A maior parte das pessoas em Braga, que ainda não conheceram o escritório no EXEO LUMNIA, pôde fazê-lo virtualmente. Já os que estavam em Lisboa providenciaram um *feedback* bastante positivo, salientando que a *digital twin* se encontrava fiel à realidade e referindo que as *journeys* poderão ser uma grande ajuda na orientação dos *newjoiners* e até dos elementos mais seniores, na medida em que o escritório da Accenture no Oriente é uma das sedes mais recentes da empresa e, assim, um local “por explorar” para todos os funcionários.

5.2 Dificuldades e limitações

Assim, como qualquer outro projeto, este teve um conjunto de limitações e dificuldades associadas, sendo que algumas estão relacionadas com os riscos anteriormente apresentados. A primeira limitação encontrada está relacionada com a falta de experiência com as tecnologias, especialmente com o Unity. Esta ferramenta apresenta uma diversidade de funcionalidades, cuja utilização exige tempo de aprendizagem. No entanto, esta dificuldade foi facilmente mitigada através do contínuo estudo do funcionamento do Unity.

De seguida, é fundamental abordar a adversidade que mais afetou o sucesso do projeto, sendo esta associada à instabilidade das ferramentas utilizadas, nomeadamente o encerramento da plataforma AltspaceVR, por parte da Microsoft, que tornou o plano impossível de ser realizado.

O fim da plataforma impediu a continuação da utilização da extensão MRE SDK, o que teve um grande impacto no desenvolvimento das *journeys* dos *newjoiners* e na ligação do Metaverso ao SAP Success Factors que, tal como a ligação do Metaverso à base de dados, acabou por não ser realizada. Esta situação implicou a pesquisa de soluções alternativas, ao invés da continuação progressiva do trabalho.

5.3 Trabalho futuro

Uma vez que o projeto inicial não alcançou os seus objetivos, é necessário que, no futuro, sejam exploradas alternativas para o seu sucesso, como referido anteriormente. Assim sendo, foram consideradas três ferramentas:

- MOM (Metaverse Operativo Modules): uma *framework* do Unity desenvolvida pela Accenture para simplificar projeto de Metaverso. Baseia-se numa arquitetura modular focada na otimização de dependências;
- Photon: uma biblioteca utilizada para criar jogos *multiplayer*, com dois modos de funcionamento: *Hosted Mode* e *Shared Mode*.
- Microsoft Mesh: uma plataforma que cria experiências personalizadas e imersivas.

Futuramente, também será necessário estabelecer a conexão à base de dados e ao ERP SAP SuccessFactors.

Em suma, o projeto considera diferentes tecnologias e abordagens para cumprir os objetivos finais, no entanto o Microsoft Mesh é destacado como a alternativa mais viável no trabalho futuro, dado que é uma ferramenta bastante semelhante ao AltspaceVR e são ambas produtos da mesma empresa.

REFERÊNCIAS

- Accenture. (2022, March 16). Going beyond with extended reality. Retrieved from Accenture.com website: <https://www.accenture.com/us-en/about/going-beyond-extended-reality>
- Cheng, R., Wu, N., Varvello, M., Chen, S., & Han, B. (2022). *Are We Ready for Metaverse? A Measurement Study of Social Virtual Reality Platforms*. Paper presented at the Proceedings of the ACM SIGCOMM Internet Measurement Conference, IMC.
- Daft, R. L., & Lengel, R. H. (1986). Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design. *Management Science*, 32(5), 554-571.
- Davis, A., Murphy, J., Owens, D., Khazanchi, D., & Zigurs, I. (2009). Avatars, people, and virtual worlds: Foundations for research in metaverses. *Journal of the Association for Information Systems*, 10(2), 90-117. doi:10.17705/1jais.00183
- Dennis, A. R., Wixom, B. H., & Vandenberg, R. J. (2001). Understanding Fit and Appropriation Effects in Group Support Systems via Meta-Analysis. *MIS Quarterly*, 25(2), 167-193. doi:10.2307/3250928
- Ducheneaut, N., Wen, D. M.-H., Yee, N., & Wadley, G. (2009). *Body and mind: A study of avatar personalization in three virtual worlds*.
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., . . . Wamba, S. F. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 66. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542
- Hollensen, S., Kotler, P., & Opresnik, M. O. (2022). Metaverse – the new marketing universe. *Journal of Business Strategy*. doi:10.1108/JBS-01-2022-0014
- Introducing Horizon Workrooms: Remote Collaboration Reimagined. (2021, August 19). Retrieved from About Facebook website: <https://about.fb.com/news/2021/08/introducing-horizon-workrooms-remote-collaboration-reimagined/>
- Kraus, S., Kanbach, D. K., Krysta, P. M., Steinhoff, M. M., & Tomini, N. (2022). Facebook and the creation of the metaverse: radical business model innovation or incremental transformation? *International Journal of Entrepreneurial Behaviour and Research*, 28(9), 52-77. doi:10.1108/IJEBR-12-2021-0984
- Lee, J. (2022). A study on the intention and experience of using the metaverse. *Jahr*, 13(1), 177-192. doi:10.21860/j.13.1.10
- Horizon Worlds | Virtual Reality Worlds and Communities. (2023). [www.meta.com. https://www.meta.com/horizon-worlds/](https://www.meta.com/horizon-worlds/)
- Microsoft, Walker, J., & Wen, Q. (2023, May 23). Microsoft Mesh (Preview) overview. [Learn.microsoft.com. https://learn.microsoft.com/en-us/mesh/overview](https://learn.microsoft.com/en-us/mesh/overview)
- Mirza-Babaei, P., Robinson, R., Mandryk, R., Pirker, J., Kang, C., & Fletcher, A. (2022). *Games and the Metaverse*. Paper presented at the CHI PLAY 2022 - Extended Abstracts of the 2022 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play.
- Monteiro, S. (2023, January 23). HR in the metaverse – which HR processes will convert first? Retrieved February 4, 2023, from <https://www.peoplehum.com/blog/hr-in-the-metaverse>

- Nah, K., Oh, S., Han, B., Kim, H., & Lee, A. (2022). A Study on the User Experience to Improve Immersion as a Digital Human in Lifestyle Content. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(23). doi:10.3390/app122312467
- Nowak, K. L., & Biocca, F. (2003). *The Effect of the Agency and Anthropomorphism on users' Sense of Telepresence, Copresence, and Social Presence in Virtual Environments*. Paper presented at the Presence: Teleoperators and Virtual Environments.
- Oh, H. J., Kim, J., Chang, J. J. C., Park, N., & Lee, S. (2023). Social benefits of living in the metaverse: The relationships among social presence, supportive interaction, social self-efficacy, and feelings of loneliness. *Computers in Human Behavior*, 139, 107498. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107498>
- Oleksy, T., Wnuk, A., & Piskorska, M. (2023). Migration to the metaverse and its predictors: Attachment to virtual places and metaverse-related threat. *Computers in Human Behavior*, 141, 107642. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107642>
- Orgaz, G. B., R-Moreno, M. D., Camacho, D., & Barrero, D. F. (2012). *Clustering avatars behaviours from Virtual Worlds interactions*. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series.
- Park, S. M., & Kim, Y. G. (2022). A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges. *IEEE Access*, 10, 4209-4251. doi:10.1109/ACCESS.2021.3140175
- Paul, I., Mohanty, S., & Sengupta, R. (2022). The role of social virtual world in increasing psychological resilience during the on-going COVID-19 pandemic. *Computers in Human Behavior*, 127, 107036. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107036>
- Prieto, J. d. I. F., Lacasa, P., & Martínez-Borda, R. (2022). Approaching metaverses: Mixed reality interfaces in youth media platforms. *New Techno Humanities*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techum.2022.04.004>
- Project Spotlight: Deloitte Digital Virtual Recruitment & Onboarding» Blog | Blend Media. (2021). Retrieved February 4, 2023, from app.blend.media website: <https://app.blend.media/blog/deloitte-digital-virtual-recruitment>
- Rauschnabel, P. A., Felix, R., Hinsch, C., Shahab, H., & Alt, F. (2022). What is XR? Towards a Framework for Augmented and Virtual Reality. *Computers in Human Behavior*, 133. doi:10.1016/j.chb.2022.107289
- Scrum.org. (n.d.). What is Scrum? Retrieved from Scrum.org website: <https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum>
- Spatial - Create, Share & Experience Your Creativity In 3D. (n.d.). Spatial. <https://www.spatial.io/>
- Triantoro, T. (2022). Metaverse and the Future of Work. The Effect of Individual Characteristics on User Adoption., 29.
- Unity Technologies. (2019). Unity - Unity. Retrieved from Unity website: <https://unity.com>
- Usoh, M., Arthur, K., Whitton, M. C., Bastos, R., Steed, A., Slater, M., & Brooks, F. P. (1999). *Walking > walking-in-place > flying, in virtual environments*. Paper presented at the Proceedings of the 26th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 1999.
- Vlaanderen, K., Jansen, S., Brinkkemper, S., & Jaspers, E. (2011). The agile requirements refinery: Applying SCRUM principles to software product management. *Information and Software Technology*, 53(1), 58-70. doi:<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2010.08.004>
- Vodafone - Working at Height. (2018). Retrieved February 4, 2023, from Make Real website: <https://makereal.co.uk/work/vodafone-working-at-height/>

VRChat Inc. (2023). VRChat. VRChat. <https://hello.vrchat.com/>

Xi, N., Chen, J., Gama, F., Riar, M., & Hamari, J. (2022). The challenges of entering the metaverse: An experiment on the effect of extended reality on workload. *Information Systems Frontiers*. doi:10.1007/s10796-022-10244-x

Zallio, M., & Clarkson, P. J. (2022). Designing the metaverse: A study on inclusion, diversity, equity, accessibility and safety for digital immersive environments. *Telematics and Informatics*, 75. doi:10.1016/j.tele.2022.101909

APÊNDICE I – SCRIPTS

Menu.ts

```
import * as MRE from '@microsoft/mixed-reality-extension-sdk';
import * as utility from '../utility_functions';

export class Menu {

    // Variables
    private growAnimData: MRE.AnimationData = null;
    private GrowKeyframeData: Array<MRE.Keyframe<MRE.Vector3>> = [{
        time: 0,
        value: { x: 1, y: 1, z: 1 }
    }, {
        time: 0.3,
        value: { x: 1.4, y: 1.4, z: 1.4 }
    }
    ];

    private menuAnchor: MRE.Actor = null;
    private menuOptionsTexts: MRE.Actor[] = [];
    private menuOptionsButtons: MRE.Actor[] = [];

    private menuOptionsButtonAsset: MRE.Asset = null;

    // Constructor
    constructor(assets: MRE.AssetContainer) {
        this.growAnimData = assets.createAnimationData("Grow", { tracks: [{
            target: MRE.ActorPath("target").transform.local.scale,
            keyframes: this.GrowKeyframeData
        }]});
    }

    private async addOptionToMenu(office_place_name:string, menuText: string, pos:
MRE.Vector3) {

        let numMenuOptions = this.menuOptionsButtons.length;

        const menuOptionsActor = MRE.Actor.Create(this.context, {
            actor: {
                parentId: this.menuAnchor.id,
                name: office_place_name,
                appearance: { meshId: this.menuOptionsButtonAsset.id },
                transform: {
                    local: { position: { x: 0, y: -0.2 * numMenuOptions, z: 0 } }
                }
            }
        });
    }
}
```

```

    }
  }
})
menuOptionsActor.setCollider(MRE.ColliderType.Box, true);
this.menuOptionsButtons.push(menuOptionsActor);

this.menuOptionsTexts.push(MRE.Actor.Create(this.context, {
  actor: {
    parentId: this.menuAnchor.id,
    name: menuText,
    transform: {
      local: { position: { x: 0.05, y: -0.2 * numMenuOptions, z: 0 } }
    },
    text: {
      contents: menuText,
      anchor: MRE.TextAnchorLocation.MiddleLeft,
      color: { r: 30 / 255, g: 206 / 255, b: 213 / 255 },
      height: 0.1
    },
  },
});

// Create some animations on the cube.
this.growAnimData.bind({ target: menuOptionsActor }, { name: "GrowIn", speed: 1 });
this.growAnimData.bind({ target: menuOptionsActor }, { name: "ShrinkOut", speed: -1
});

const buttonBehavior = menuOptionsActor.setBehavior(MRE.ButtonBehavior);

buttonBehavior.onHover('enter', () => {
  menuOptionsActor.targetingAnimationsByName.get("GrowIn").play();
  menuOptionsActor.targetingAnimationsByName.get("ShrinkOut").stop();
});
buttonBehavior.onHover('exit', () => {
  menuOptionsActor.targetingAnimationsByName.get("GrowIn").stop();
  menuOptionsActor.targetingAnimationsByName.get("ShrinkOut").play();
});
buttonBehavior.onClick(() => {
  this.pointCompassTo(this.userCompass, menuOptionsActor.name);
});

}

// MENU ANCHOR
this.menuAnchor = MRE.Actor.Create(this.context, {
  actor: {

```

```

        name: 'menuAnchor',
        transform: {
            local: {
                position: { x: 0.5, y: 0.5, z: 1.5 },
                rotation: utility.Unity2QuaternionRotation({ x: 30, y: 30, z: 0 } as MRE.Vector3Like)
            }
        },
        attachment: {
            attachPoint: 'hips',
            userId: user.id
        }
    }
});

for (const [office_place_name, coordinate] of Object.entries(this.OfficeCoordinates)) {
    this.addOptionToMenu(office_place_name, office_place_name, coordinate);
}

```

Navigation.js

```

import * as MRE from '@microsoft/mixed-reality-extension-sdk';
import { Guid } from '@microsoft/mixed-reality-extension-sdk';

```

```

export class Navigation {

    // Variables
    private navigation_assets: MRE.AssetContainer;
    private compass: MRE.Actor = null;
    private checkpointActor: MRE.Actor = null;
    private context: MRE.Context = null;
    private userCompassDestinationText: MRE.Actor = null;
    public OfficeCoordinates: {[key: string]: MRE.Vector3} = {
        "Open space": new MRE.Vector3(40,26,0),
        "Lifts": new MRE.Vector3(33,26,-35),
        "Common hall": new MRE.Vector3(15,26,-40),
        "Cafeteria": new MRE.Vector3(-22,26,-50),
        "IT room": new MRE.Vector3(4,26,-36),
        "Cafe break room": new MRE.Vector3(42,26,-29),
        "Outside 1": new MRE.Vector3(-4, 1, -18),
        "Info desk": new MRE.Vector3(1, 1, -42),
    };
    private OfficeCoordinateActors: {[key: string]: MRE.Actor} = {};
    private kit_objects = {
        "scroll_map": "2186482565873926841",
        "arrow": "2185786371463971789",
    };
}

```

```

    "checkpoint_1": "2198118665822405492"
};

// Constructor
constructor(context: MRE.Context, userId: Guid) {
    this.context = context;
    this.navigation_assets = new MRE.AssetContainer(context)

    // COMPASS
    this.compass = MRE.Actor.CreateFromLibrary(this.context, {
        resourceId: 'artifact:' + this.kit_objects["arrow"],
        actor: {
            exclusiveToUser: userId,
            grabbable: false,
            transform: {
                local: {
                    // rotation: Unity2QuaternionRotation({ x: 90, y: 0, z: 180 } as
MRE.Vector3Like),
                    position: { x: 0, y: 0, z: 1},
                    scale: {x: 1, y: 1, z: 1}
                }
            },
            attachment: {
                attachPoint: 'hips',
                userId: userId
            }
        }
    });

    // CHECKPOINT ACTOR
    this.checkpointActor = MRE.Actor.CreateFromLibrary(this.context, {
        resourceId: 'artifact:' + this.kit_objects["checkpoint_1"],
        actor: {
            exclusiveToUser: userId,
            grabbable: false,
            transform: {
                local: {
                    // rotation: Unity2QuaternionRotation({ x: 90, y: 0, z: 180 } as
MRE.Vector3Like),
                    position: { x: 0, y: 1, z: 0},
                    scale: {x: 3, y: 3, z: 3}
                }
            }
        }
    });

    // DESTINATION TEXT

```

```

this.userCompassDestinationText = MRE.Actor.Create(this.context, {
  actor: {
    parentId: this.compass.id,
    transform: {
      local: { position: { x: 0, y: 0.03, z: 0 } }
    },
    text: {
      contents: "",
      anchor: MRE.TextAnchorLocation.MiddleCenter,
      color: { r: 30 / 255, g: 206 / 255, b: 213 / 255 },
      height: 0.05
    },
  },
});

// Define invisible objects for each of these coordinates
for (const [office_place_name, coordinate] of Object.entries(this.OfficeCoordinates)) {
  this.addCoordinateActor(office_place_name, coordinate, true);
}
}

private addCoordinateActor(office_place_name: string, coordinate: MRE.Vector3, visible:
boolean) {

  this.OfficeCoordinateActors[office_place_name] =
MRE.Actor.CreatePrimitive(this.navigation_assets, {
  definition: { shape: MRE.PrimitiveShape.Box},
  actor: {
    appearance: {enabled: visible},
    grabbable: false,
    transform: {
      local: {
        position: coordinate,
        scale: {x: 2, y: 2, z: 2}
      }
    },
  },
  addCollider: true
});
this.OfficeCoordinateActors[office_place_name].collider.isTrigger = true;
this.OfficeCoordinateActors[office_place_name].collider.onTrigger(
  "trigger-enter",
  (actor) =>
);
}
}

```

```

public async pointCompassTo(destination_name: string) {
    // get target actor (invisible)
    let targetActor = this.OfficeCoordinateActors[destination_name]
    // point compass to the target
    this.compass.enableLookAt(targetActor.id, MRE.LookAtMode.TargetY);
    // change compass text to the target name
    this.userCompassDestinationText.enableText({
        contents: destination_name,
        color: MRE.Color3.White()
    });
}

```

```

public async hideCompass() {
    // point compass to the target
    this.compass.appearance.enabled = false;
    // change compass text to the target name
    this.userCompassDestinationText.enableText({
        contents: ""
    });
}

```

```

public async destroyCompass() {
    // point compass to the target
    this.compass.destroy();
};

```

Mesh_User.ts

```

import * as MRE from '@microsoft/mixed-reality-extension-sdk';
import { Guid } from '@microsoft/mixed-reality-extension-sdk';
import { Navigation } from './navigation';
import { Journey } from './journey';

```

```

export class Mesh_User {

```

```

    // Variables
    private userId: Guid;
    private properties: { [x: string]: string };
    private userName: string;
    private items: { [key: string]: MRE.Vector3 } = {};
    private context: MRE.Context;

```

```

    public compass: Navigation;

```

```

    // Constructor

```

```

    constructor(id: Guid, name: string, properties: { [x: string]: string }, context: MRE.Context)
    {

```

```

    this.userName = name;
    this.properties = properties;
    this.userId = id;

    // Define Journeys

    this.compass = new Navigation(this.context, this.userId);
}

public performJourneys(): void {
    const journeys = new Journey(this.userId, this.compass, this.context);

    journeys.performJourney1();
    journeys.performJourney2();
    journeys.performJourney3();
    journeys.performJourney4();
}
}
}

```

Journey.ts

```

import * as MRE from '@microsoft/mixed-reality-extension-sdk';
import { Guid } from '@microsoft/mixed-reality-extension-sdk';

import { Navigation } from './navigation';
import { Mesh_User } from './mesh_user';

export class Journey {
    // Variables
    private user: Mesh_User;
    private computer: MRE.Actor = null;
    private card: MRE.Actor = null;
    private context: MRE.Context = null;
    private button: MRE.Button = null;
    private button2: MRE.Button = null;
    private button3: MRE.Button = null;
    private pcStartPosition: MRE.Vector3 = new MRE.Vector3(4, 26, -36);
    private cardStartPosition: MRE.Vector3 = new MRE.Vector3(40, 26, 0);
    private text: MRE.Actor = null;
    private textAnchor: MRE.Actor = null;
    public navigation: Navigation;
    private userId: Guid;

    private kit_objects = {
        "checkpoint_1": "2198118665822405492",
        "computer": "2325682567693924174",

```



```

    "card": "4325198726157439286"
  };
  private current_checkpoint_index: number = -1;

  private journey_steps: {[key:string]: any}[] = [
    {
      "step_type": "checkpoint",
      "target_checkpoint_name": "Open space"
    },
    {
      "step_type": "checkpoint",
      "target_checkpoint_name": "Lifts"
    },
    {
      "step_type": "checkpoint",
      "target_checkpoint_name": "Common hall"
    },
    {
      "step_type": "checkpoint",
      "target_checkpoint_name": "Cafeteria"
    },
    {
      "step_type": "checkpoint",
      "target_checkpoint_name": "Cafe break room"
    },
    {
      "step_type": "checkpoint",
      "target_checkpoint_name": "Outside 1"
    },
    {
      "step_type": "checkpoint",
      "target_checkpoint_name": "Info desk"
    },
    {
      "step_type": "message",
      "message": "Check the information displayer in front of you to know on which side of
the building Accenture is.",
      "response_options": ["Ok"],
      "transform": {
        "position": "",
        "scale": "",
        "rotation": ""
      }
    },
    {
      "step_type": "wait",

```

```

    "waiting_period_ms": "5000"
  },
  {
    "step_type": "interact_object",
    "object": {
      "resourceId": "",
      "transform": {
        "position": "",
        "scale": "",
        "rotation": ""
      }
    }
  }
}
];

```

```
private completedCheckpoints: number = 0;
```

```
//Constructor
```

```
constructor(userId: Guid, navigation: Navigation, context: MRE.Context) {
  this.userId = userId;
  this.navigation = navigation;
  this.context = context;
}

```

```
public performJourney1(): void {
```

```
  // Percorrer todos os checkpoints
  for (const step of this.journey_steps) {
    if (step.step_type === "checkpoint") {
      // Chamada à função step_checkpoint()
      this.step_checkpoint(step);
    }
  }

```

```
  // Chamada à função start_next_step() para avançar para o próximo passo
  this.start_next_step();

```

```
  // Esperar um período de tempo antes de prosseguir para o próximo passo
  if (step.step_type === "wait") {
    const waiting_period = parseInt(step.waiting_period_ms);
    setTimeout(() => {
      // Chamada à função start_next_step() para avançar para o próximo passo após o
      período de espera
      this.start_next_step();
    }, waiting_period);
  }
}
}

```

```

public performJourney2(): void {
    // computer
    this.computer = MRE.Actor.CreateFromLibrary(MRE.context, {
        resourceId: 'artifact:' + this.kit_objects["computer"],
        actor: {
            exclusiveToUser: this.userId,
            grabbable: false,
            transform: {
                local: {
                    position: { x: 0, y: 0, z: 0 },
                    scale: { x: 1, y: 1, z: 1 }
                }
            },
        }
    });

    this.button = MRE.Actor.CreatePrimitive(MRE.context, {
        definition: {
            shape: MRE.PrimitiveShape.Box,
            dimensions: { x: 0.2, y: 0.2, z: 0.05 }
        },
        addCollider: true,
        actor: {
            transform: { position: { x: 0, y: 26, z: 0 } }
        }
    });

    this.button.setBehavior(MRE.ButtonBehavior).onClick(() => this.startJourney2());
}

public performJourney3(): void {
    // card
    this.card = MRE.Actor.CreateFromLibrary(MRE.context, {
        resourceId: 'artifact:' + this.kit_objects["card"],
        actor: {
            exclusiveToUser: this.userId,
            grabbable: false,
            transform: {
                local: {
                    position: { x: 0, y: 0, z: 0 },
                    scale: { x: 1, y: 1, z: 1 }
                }
            },
        }
    });
}

```

```

this.button2 = MRE.Actor.CreatePrimitive(MRE.context, {
  definition: {
    shape: MRE.PrimitiveShape.Box,
    dimensions: { x: 0.2, y: 0.2, z: 0.05 }
  },
  addCollider: true,
  actor: {
    transform: { position: { x: 0, y: 27, z: 0 } }
  }
});

this.button2.setBehavior(MRE.ButtonBehavior).onClick(() => this.startJourney3());
}

public performJourney4(): void {
  this.button3 = MRE.Actor.CreatePrimitive(MRE.context, {
    definition: {
      shape: MRE.PrimitiveShape.Box,
      dimensions: { x: 0.2, y: 0.2, z: 0.05 }
    },
    addCollider: true,
    actor: {
      transform: { position: { x: 45, y: 26, z: 2 } }
    }
  });

  this.button3.setBehavior(MRE.ButtonBehavior).onClick(() => this.button3.destroy());

  this.text = MRE.Actor.Create(MRE.context, {
    actor: {
      parentId: this.textAnchor.id,
      name: 'Text',
      transform: {
        local: { position: { x: 45, y: 27.5, z: 2 } }
      },
      text: {
        contents: "Concluído",
        anchor: MRE.TextAnchorLocation.MiddleCenter,
        color: { r: 30 / 255, g: 206 / 255, b: 213 / 255 },
        height: 0.3
      },
    },
  });
}
}

```

```
// Other functions
```

```

private startJourney2() {
  this.computer.transform.app.position = this.pcStartPosition;
  this.computer.grabbable = true;
  this.computer.setBehavior(MRE.ButtonBehavior).onGrab(() => this.button.destroy());
}

```

```

private startJourney3() {
  this.card.transform.app.position = this.cardStartPosition;
  this.card.grabbable = true;
  this.card.setBehavior(MRE.ButtonBehavior).onGrab(() => this.button2.destroy());
}

```

```

private step_checkpoint(step_info: {[key:string]: any}) {
  let target_checkpoint_name = step_info["target_checkpoint_name"];
  this.user.compass.pointCompassTo(target_checkpoint_name);
  this.completedCheckpoints++;
}

```

```

public start_next_step() {
  this.current_checkpoint_index += 1;

  if (this.completedCheckpoints === this.journey_steps.length) {
    this.navigation.destroyCompass();
    return;
  }

```

```

  let next_step = this.journey_steps[this.current_checkpoint_index];
  switch (next_step["step_type"]) {
    case "checkpoint":
      this.step_checkpoint(next_step);
      break;

    case "wait":

      break;

    case "interact_object":

      break;

    case "message":

      break; } } }

```

ANEXO I – “WELCOME TO THE OFFICE”

