



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DE EDUCAÇÃO
ISCED-HUÍLA

MUNDO VIRTUAL 3D PARA O MUSEU DE ORNITOLOGIA DO
ISCED-HUÍLA

Autores: Arlindo Paulo Daniel

Valdano Traquino Cristóvão Domingos

LUBANGO

2025



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DE EDUCAÇÃO
ISCED-HUÍLA

MUNDO VIRTUAL 3D PARA O MUSEU DE ORNITOLOGIA DO
ISCED-HUÍLA

Projecto apresentado para obtenção do grau
de Licenciatura em Informática Educativa.

Autores: Arlindo Paulo Daniel
Valdano Traquino Cristóvão Domingos

Tutor: Tomás Francisco Lucas Selombo, Msc.

LUBANGO

2025



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DE EDUCAÇÃO DA HUÍLA

ISCED-HUILA

DECLARAÇÃO DE AUTORIA DE TRABALHO DE LICENCIATURA

Temos a consciência de que a cópia ou plágio, além de poderem gerar responsabilidade civil, criminal e disciplinar, bem como reprovação ou retirada do grau, constituem uma grave violação da ética académica. Nesta base, eu ARLINDO PAULO DANIEL e VALDANO TRAQUINO CRISTÓVÃO DOMINMGOS estudantes finalistas do Instituto Superior de Ciência de Educação da Huíla (ISCED Huila) do curso de informática Educativa, do Departamento de Ciências Exactas, declaramos, por nossa honra, termos elaborado este trabalho, só e somente com auxílio da bibliografia que tivemos acesso e dos conhecimentos adquiridos durante a nossa carreira estudantil e profissional.

Lubango, aos 24 de Novembro de 2025

Os Autores

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, a minha amada esposa Nelsa Yolanda Adriano Daniel, aos meus afáveis filhos Vasco Daniel e Isabel Daniel, pois sempre estiveram ao meu lado, incentivando e compartilhando dos meus sonhos. Dedico também este trabalho com a devida vénia aos professores Euclides Sacupalica, Salomão Pena, Eugénio Manuel, Bernardo Matias, Manuel Teixeira, Domingos Dionisio e ao Doutor Agostinho Chipi (Em feliz memória).

Arlindo Paulo Daniel

Dedico este trabalho ao meu pai, Júlio Traquino João Domingos. Dedico-te esta conquista porque foste quem mais acreditou em mim, quem mais me incentivou, ajudou e motivou ao longo de toda minha trajectória estudantil. Desde cedo exigiste de mim excelência, não por pressão, mas por amor. Porque vias em mim um futuro que eu, muitas vezes, ainda não conseguia ver. Hoje, ao concluir este percurso, sinto que também concluo um dos teus maiores desejos. Este trabalho, esta vitória e este momento são teus também.

Valdano Traquino Cristóvão Domingos

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos vão, em primeiro lugar a Deus, pela protecção e orientação divina. Dirijo os meus agradecimentos, aos meus pais, Almeida Chilunga Daniel e Celita Vasco Daniel, aos meus irmãos, pós eles proporcionaram um ambiente sadio que permitiu o meu equilíbrio para conclusão do ensino superior. Aos meus amigos Pedro Ntyamba, António Javela, Jerónimo Mota, Adriano Nungue e outros, pela compreensão e aceitação da minha ausência em vários momentos. Ao casal Tonta e aos meus Padrinhos casal Rubem pelo apoio incondicional. De igual modo expresso os meus agradecimentos ao meu inolvidável orientador Dr. Tomás Francisco Lucas Selombo, pela sua sabedoria e não ter poupado os esforços de nos orientar, nos exortar e nos ensinar, fazendo com que este trabalho hoje fosse um facto. Os meus agradecimentos vão também a todos os meus colegas do curso de Informática Educativa do ISCED-Huíla, e especialmente aos colegas Valdano Traquino Cristóvão Domingos, José Marcos Luciano, Paulo Carlos e Feliciano Limaka.

Arlindo Paulo Daniel

Gratidão a Deus, fonte de sabedoria, luz e direcção em cada passo desta jornada. Ao nosso tutor, Dr. Tomás Francisco Lucas Selombo, expresso minha gratidão pelo apoio contínuo, orientação firme e paciência exemplar. As suas palavras e ensinamentos foram fundamentais para que este trabalho atingisse forma, rigor e significado. Ao meu grande amigo, João Chimuco, agradeço pelo apoio incondicional, foste com certeza uma peça significativa neste processo. Ao meu colega e parceiro de projecto, Arlindo Paulo Daniel, minha gratidão por esse percurso juntos, fizeste a jornada ser leve.

Por fim, agradeço a todos os que, de forma directa ou indirecta, contribuíram para que esta etapa fosse concluída. Cada gesto, cada palavra e cada incentivo ajudaram a construir este capítulo tão importante da minha vida.

Valdano Traquino Cristóvão Domingos

RESUMO

O Museu de Ornitologia do ISCED-Huíla constitui um espaço académico de elevada relevância científica, porém marcado por limitações estruturais que comprometem a acessibilidade do público e a preservação física do seu acervo. Perante este cenário, foi levantada a seguinte questão de investigação: Como contribuir para o melhoramento da acessibilidade e preservação da integridade física do Museu de Ornitologia do ISCED-Huíla? Para responder a esta questão, definiu-se como objectivo conceber um ambiente virtual 3D para o Museu de Ornitologia do ISCED-Huíla. Para tal optou-se pela pesquisa descritiva, com emprego de abordagem metodológica quantitativa, realizada por meio da Metodologia de Desenvolvimento de Artefactos para a Educação (Design-Based-Research) DBR. A população da investigação abrangeu todos os utilizadores do museu, tendo a amostra sido composta por 30 participantes distribuídos entre estudantes do curso de Biologia, professores e funcionários do museu, seleccionados por representarem os principais perfis de contacto com o museu. Os diversos autores consultados evidenciam que a realidade virtual tem um papel fundamental na modernização dos museus, pois permite recriar ambientes virtuais, expor espécies raras ou ameaçadas e apresentar informações científicas de forma interactiva. Esta tecnologia amplia o acesso ao conhecimento, reduz o desgaste de matérias sensíveis e possibilita a preservação digital de espécies que, por questões ambientais ou de conservação, não podem estar fisicamente disponíveis ao público. Assim, a realidade virtual torna-se uma ferramenta poderosa para preservar o património natural e educar as novas gerações de maneira envolvente e segura. O trabalho culminou na criação de um protótipo funcional do museu virtual de Ornitologia do ISCED-Huíla, concebido para facilitar o acesso remoto aos conteúdos expositivos e, simultaneamente, proteger a integridade física das peças originais. A análise e interpretação dos dados recolhidos levaram-nos a concluir que a criação de um museu virtual contribui para o melhoramento da acessibilidade e preservação da integridade física do museu de ornitologia do ISCED-Huíla.

Palavras-chave: Museu Virtual, Mundo Virtual 3D, Preservação Museológica, Acessibilidade Digital.

ABSTRACT

The ISCED-Huíla Ornithology Museum is an academic space of high scientific relevance, yet marked by structural limitations that compromise public accessibility and the physical preservation of its collection. Given this scenario, the following research question was raised: How can we contribute to improving the accessibility and preservation of the physical integrity of the ISCED-Huíla Ornithology Museum? To answer this question, the objective was defined as designing a 3D virtual environment for the ISCED-Huíla Ornithology Museum. To this end, descriptive research was chosen, employing a quantitative methodological approach, carried out through the Artifact Development Methodology for Education (Design-Based Research) DBR. The research population included all museum users, and the sample consisted of 30 participants distributed among Biology students, teachers, and museum staff, selected for representing the main profiles that interact with the museum. The various consulted authors highlight that virtual reality plays a fundamental role in the modernization of museums, as it allows for the recreation of virtual environments, the exhibition of rare or endangered species, and the presentation of scientific information in an interactive way. This technology broadens access to knowledge, reduces the wear and tear of sensitive materials, and enables the digital preservation of species that, due to environmental or conservation issues, cannot be physically available to the public. Thus, virtual reality becomes a powerful tool for preserving natural heritage and educating new generations in an engaging and safe manner. The work culminated in the creation of a functional prototype of the virtual Ornithology Museum of ISCED-Huíla, designed to facilitate remote access to the exhibition content and, simultaneously, protect the physical integrity of the original pieces. The analysis and interpretation of the collected data led us to conclude that the creation of a virtual museum contributes to improving the accessibility and preservation of the physical integrity of the ISCED-Huíla Ornithology Museum.

Keywords: Virtual Museum, 3D Virtual World, Museological Preservation, Digital Accessibility.

Índice

DEDICATÓRIA.....	III
AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO.....	V
ABSTRACT	VI
INDICE DE GRÁFICOS	IX
INDICE DE FIGURAS	IX
LISTA DE ACRÓNIMOS	X
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
1.1 Conceitos de Museus Virtuais	11
1.1.1 Definição	11
1.1.2 História e importância dos museus virtuais no contexto educacional e cultural.....	12
1.1.3.4 Comparação com os museus tradicionais.....	15
1.2 Importância dos museus virtuais 3D na preservação dos museus	16
1.3. Realidade Aumentada (AR) e Virtual (VR) no contexto museológico.....	17
1.3.1 Definições.....	17
1.3.2 Acessibilidade museológica com AR e VR.....	18
1.4 Tecnologia de Desenvolvimento de Mundos Virtuais.....	19
1.4.1 Ferramentas e Softwares para a Criação de Ambientes 3D.	19
1.4.2 A Frame (unity).....	20
1.4.3 Unreal Engine.....	21
1.4.4 Blender	21
1.4.5 Técnicas de Modelagem 3D e Renderização.....	22
1.6 Mundos Virtuais 3D e Metaverso	24
1.6.1 Mundos Virtuais 3D	24
1.6.2 Metaverso.....	24

1.6.3 Evolução dos Mundos Virtuais e Metaverso.....	25
1.6.4 Aplicações Educativas e Culturais dos Mundos Virtuais.	26
CAPÍTULO II - DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO	28
2.1 Introdução	29
2.2 DESCRIÇÃO DO MUSEU VIRTUAL DE ORNITOLOGIA DO ISCED - HUÍLA	30
2.3 Metodologia de Desenvolvimento de Software	35
2.3.1 Prototipagem com Storyboard.....	37
2.5 DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO.....	40
2.5.1 SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS.....	40
2.5.2 Integração dos Objectos 3D no Unity	45
CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	48
Conclusões Gerais	49
BIBLIOGRAFIA	52
APÊNDICES.....	56

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1:Resposta a questão 1	30
Gráfico 2:Resposta a questão 2	31
Gráfico 3:Resposta a questão 3	31
Gráfico 4:Resposta a questão 4	32
Gráfico 5:Resposta a questão 5	32
Gráfico 6:Resposta a questão 6	33
Gráfico 7:Resposta a questão 7	34
Gráfico 8:Resposta a questão 8	34
Gráfico 9:Resposta a questão 9	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Imagem do museu de Smithsonian	13
Figura 2: Imagem do museu do Louvre.....	13
Figura 3:Processo de 4 etapas do EPM.....	37
Figura 4:Storyboard 1.....	38
Figura 5:Storyboard 2.....	39
Figura 6:Storyboard 3.....	40
Figura 7:Tela inicial do Unity 3D.....	41
Figura 8:Tela inicial do SketchUp.....	42
Figura 9:Estrutura do Museu Virtual Modelada no SketcUP	42
Figura 10: Código fonte	43
Figura 11:Menu do Utilizador	45
Figura 12:Estrutura do Museu Virtual integrada no Unity	45
Figura 13:Avatar no interior do Museu	46
Figura 14:Avatar no interior de uma sala de exposição	46
Figura 15:Avatar no interior de outra sala de exposição	47
Figura 16:Avatar no interior de outra sala de exposição	47

LISTA DE ACRÓNIMOS

- 3D:** Três Dimensões
- AR:** Realidade Aumentada
- CEBEA:** Centro de Estudos da Biodiversidade e Educação Ambiental
- DBR:** Design - Based-Research
- EPM:** Metodologia de Prototipagem Evolutiva
- IA:** Inteligência Artificial
- ICOM:** Conselho Internacional de Museus
- IOS:** iPhone Operating System
- PhM:** Museu Físico
- SIG:** Sistemas de Informação Geográfica
- TIC:** Tecnologias de Informação e de Comunicação
- VM:** Museu Virtual (VM)
- VR:** Realidade Virtual

INTRODUÇÃO

Introdução

A evolução do ser humano, marcada pelo desenvolvimento da cognição e comunicação, levou à criação de mundos virtuais como uma extensão dessas necessidades fundamentais. Desde os primórdios, a imaginação sempre foi uma característica humana, e os ambientes virtuais permitem a exploração de realidades alternativas, ampliando as experiências disponíveis.

Com o advento da internet, a forma de comunicação e interação se transformou. Mundos virtuais oferecem plataformas para conectar pessoas de diferentes partes do mundo, promovendo a socialização e a colaboração em um ambiente dinâmico e interativo. Essa nova forma de interação reflecte a busca contínua por conexão em um mundo cada vez mais globalizado.

Museus são espaços de aprendizagem onde variadas formas de expressões, e informações ficam à disposição do visitante. Seja de arte, ciências, literatura, história ou tecnologia, cada museu traz conhecimento, informação, cultura e pesquisa através da história e conservação de cada acervo (Souza, et al., 2025)

A Realidade Virtual refere-se as experiências simuladas apresentadas intencionalmente aos sentidos do individuo. Os paradigmas de realidades virtual que foram usados até hoje podem ser distinguidos ao longo de três dimensões centrais e altamente inter-relacionadas: presença, imersão e interactividade (Yu, et al., 2021)

Os museus virtuais são vistos como ambientes virtuais que permitem aos visitantes algum grau de controlo sobre o fluxo de informações e interacções. Folador, Ovigli, & Junior (2021). Um museu virtual constitui um espaço suplementar que funciona em simultâneo com o museu físico, dando prioridade a comunicação como meio de envolver o publico e divulgar o património.

Justificação da Investigação

O Instituto Superior de Ciências da Educação (ISCED-Huíla), desde a sua fundação, integra em suas instalações um museu físico, que na actualidade conta com mais de 20 ordens e sensivelmente 80 famílias. Contudo, o museu enfrenta desafios que comprometem a sua funcionalidade e preservação.

Fundamentando essa ideia, Lonkhuijzen, et al. (2022) argumenta que os estudos epistemológicos da educação e da museologia são temas novos ou mesmo que voltaram à “tona” e carecem de aprofundamentos e reflexões. Daí que, justifica-se o estado museológico de algumas instituições.

Entre os principais problemas estão a deterioração dos espécimes devido às condições ambientais inadequadas, o risco à saúde humana devido ao contacto com os produtos químicos de preservação, dificuldades de agendamento para grandes volumes de público e a insuficiência de espaço, que obriga a manutenção de espécimes em gavetas em vez de exposições adequadas.

Segundo Ribeiro (2023), “A preservação do património museológico é a redução de toda e qualquer perda futura. Portanto, quando gestores dessas instituições protegem esses bens através de ferramentas de gestão asseguram sua permanência por séculos”. Nesse sentido, o desenvolvimento de soluções tecnológicas, como museus virtuais, surge como alternativa para superar essas dificuldades.

Sandy (2023) destaca que “ com o aumento do acesso à internet, instituições museológicas têm se adaptado ao ambiente virtual, oferecendo desde páginas interactivas até visitas guiadas e acesso remoto a exposição”.

Além disso, Ramos & Júnior (2024) argumentam que a Realidade Virtual (VR) tem se mostrado uma ferramenta inovadora e transformadora nas artes e humanidades, oferecendo novas formas de experimentar, ensinar e aprender sobre cultura, história e arte. Esta tecnologia proporciona experiências imersivas que facilitam uma conexão mais profunda com os conteúdos estudados, ampliando as possibilidades criativas e enriquecendo o entendimento e a apreciação das artes. Os museus virtuais, as exposições de artes e as recriações de eventos históricos possibilitam aos utilizadores explorarem e interagirem com os conteúdos de formas inovadoras e mais envolventes.

Com base nessas considerações, a implementação de um museu virtual no ISCED-Huíla apresenta-se como uma solução viável e necessária. Essa abordagem permitiria a preservação dos espécimes, eliminando riscos associados ao contacto físico e à deterioração. Adicionalmente, o acesso remoto

reduziria as limitações impostas pelo espaço físico e pelo número de visitantes simultâneos, ampliando o impacto educacional do museu. Conforme ressaltam Freire, et al. (2020), o uso de tecnologias em instituições culturais e de memória se mostra um grande aliado nas questões de acesso e difusão cultural.

Deste modo, o museu virtual de ornitologia do ISCED-Huíla além de solucionar os desafios actuais de gestão, também consolidará a instituição como referência no uso de tecnologias aplicadas à preservação do património natural e ao ensino científico.

Antecedentes do Tema

A concepção e o desenvolvimento do presente projecto foram precedidos por uma revisão da literatura e da produção técnica existente em repositórios académicos. O objectivo central desta pesquisa foi identificar trabalhos anteriores com temáticas ou metodológicas semelhantes, permitindo assim capitalizar sobre o conhecimento já consolidado. Desta forma, é possível evitar a redundância de esforços, estabelecer um ponto de partida sólido e direccionar a inovação para as lacunas ainda não exploradas pela área.

Um dos trabalhos consultados foi o de Martins, et al. (2022) que propuseram o desenvolvimento e aplicação da Realidade Virtual (RV) como Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) para auxiliar no processo de ensino-aprendizado de disciplinas do Ensino Médio. Este estudo revelou-se particularmente útil por abordar conceitos fundamentais relacionados a implementação de ambientes virtuais, incluindo princípios aplicáveis à construção de um museu virtual, temática de elevada relevância para o presente projecto.

Foi igualmente analisado o trabalho: Os Museus Virtuais e a Pandemia do Covid19: A experiência do Museu da Pessoa, de Henriques & de Lara (2021). O mesmo trabalho foi aproveitado porque explora um grande desafio, que foi a necessidade de repensar actividades e estruturas de forma a oferecer ao público acções mesmo com “portas fechadas”. Este artigo apresenta uma reflexão sobre as possibilidades de interacção que o universo virtual apresenta às instituições museológicas.

Outro trabalho de grande relevância para esta pesquisa foi o desenvolvido por Gervásio & Ndala (2022), que abordaram a seguinte temática: Mundo virtual para processo de ensino e aprendizagem de redes computadores no ISCED-Huila. A pertinência deste estudo destaca-se não apenas pela similaridade metodológica, mas, sobre tudo pela demonstração prática do impacto positivo que ambientes virtuais imersivos podem gerar em contextos educativos. Ao evidenciar como os mundos virtuais podem transformar experiência de aprendizagem, este artigo estabelece uma base sólida e actual que reforça a importância e aplicabilidade do presente projecto no contexto museológico digital.

Questão de investigação

Como contribuir para o melhoramento da acessibilidade e preservação da integridade física do museu de ornitologia do ISCED-Huíla?

Objectivo Geral

Conceber um ambiente virtual 3D para o museu de ornitologia do ISCED-Huíla.

Tarefas de Investigação

1. Analisar as condições actuais de acessibilidade e preservação do museu de ornitologia do ISCED-Huíla;
2. Fundamentar teoricamente sobre o impacto de mundos virtuais 3D na melhoria da acessibilidade e da preservação da integridade física dos museus. (Examinar como a criação de um mundo virtual 3D pode tornar o museu mais acessível a diferentes públicos, incluindo pessoas com mobilidade reduzida e visitantes internacionais;
3. Identificar as tecnologias e ferramentas necessárias para a implementação de mundos virtuais 3D no Museu de Ornitologia;
4. Modelar e criar o mundo virtual 3D.

Tipo de Investigação

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, com emprego de abordagem metodológica quantitativa, realizada por meio da Metodologia de Desenvolvimento de Artefactos para a Educação (Design-Based-Research) DBR.

Como aborda Júnior (2008), a pesquisa descritiva tem como objectivo principal descrever as características de determinado fenómeno ou a relação entre variáveis, sendo amplamente utilizada em ciências sociais e aplicadas. A abordagem quantitativa, por sua vez, baseia-se na mensuração objectiva e na análise estatística de dados numéricos, permitindo inferências mais precisas e generalizáveis

Na visão de Sasha & Kurt (2009), DBR é definido como um conjunto de procedimentos de investigação aplicados para o desenvolvimento de teorias, artefactos e práticas pedagógicas que sejam de potencial aplicação e utilidade em processos ensino-aprendizagem existentes.

Fica claro a sua aplicação prática, promovendo soluções inovadoras e eficazes para os desafios educacionais.

De acordo com Tinoca, et al. (2022) a Pesquisa Baseada em Design (DBR) tornou-se um método extremamente popular e relevante em contextos educacionais que se envolve em projectos iterativos para desenvolver conhecimento para práticas de qualidade.

Para o presente projecto, o uso da metodologia DBR é fundamental para garantir a eficácia educacional do projecto. O Design-Based Research (DBR) permite-nos testar e refinar o mundo virtual em contextos educacionais reais, avaliando como os visitantes e estudantes interagem com o espaço e o conteúdo ornitológico apresentado. Dessa forma, será integrada a construção técnica com a usabilidade prática, assegurando que o projecto atenda tanto às necessidades tecnológicas quanto às pedagógicas.

População e amostra

População

A população deste estudo é constituída por todos os utilizadores do museu de ornitologia do ISCED-Huila, incluindo visitantes em geral, investigadores, professores e estudantes. Estes grupos representam o universo de indivíduos que, possuem relevância para a avaliação e validação do seu correspondente ambiente virtual em 3D. Porque segundo Carmo & Ferreira (2008), pode-se definir população como a totalidade de elementos que compartilham critérios específicos. É a presença desses traços comuns que não apenas única o grupo, mas também o distingue de outros conjuntos existentes.

Técnica de Amostragem

Amostragem a ser usada é a probabilística estratificada igualitária: A técnica de amostragem probabilística estratificada igualitária será adoptada no presente trabalho para garantir a representatividade dos diferentes subgrupos dentro da população estudada.

Segundo Campos (2023), a amostragem estratificada é caracterizada pela divisão da população em grupos de acordo com alguma característica da população, esses grupos são chamados de estratos, que dá o nome a amostragem.

Para Anderson (2023), a amostragem estratificada é definida com uma técnica estatística que consiste na segmentação da população em subgrupos, denominados extractos. A constituição da amostra final ocorre através da extracção aleatória de elementos de cada um desses extractos, assegurando que todas as divisões contribuam para o estudo.

Com isso, a amostragem estratificada é separada em três tipos. A amostragem estratificada uniforme ou igualitária, a amostragem estratificada proporcional, e por fim, a amostragem estratificada óptima.

Na amostragem estratificada uniforme, ou amostragem por afixação uniforme, o número de elementos de cada estrato que fazem parte da amostra do estudo é igual (Anderson, 2023). Ou seja nesta modalidade, aplica-se uma distribuição

igualitária entre os grupos. Independentemente da dimensão populacional de cada estrato, determina-se que todos contribuam com a mesma quantidade absoluta de elementos para a composição da amostra final.

A escolha desta técnica é justificada pela sua capacidade de assegurar uma amostra equilibrada entre os estratos, o que é fundamental para obter resultados mais precisos e confiáveis, especialmente quando há variações significativas entre os grupos.

Amostra

Anderson (2023), refere que amostra diz respeito a um subconjunto da população.

A amostra utilizada foi seleccionada com base no tipo de amostragem probabilística. Assim recorreu-se à técnica de amostragem probabilística estratificada igualitária, que permite garantir a participação equilibrada de indivíduos de cada um dos grupos definidos.

A amostragem estratificada é uma técnica específica dentro da amostragem probabilística. Ela consiste em dividir a população em subgrupos, conhecidos como estratos, com base em características comuns e específicas. A partir desses estratos, uma amostra é retirada de cada um deles de forma proporcional ou igualitária, dependendo do objectivo do estudo. (Lima & Mezzomo, 2024)

Desta forma, a amostra foi composta por 30 participantes distribuídos entre estudantes do curso de Biologia, professores e funcionários do museu, assegurando que, todas as perspectivas relevantes para a validação do ambiente virtual fossem contempladas.

Instrumentos de Recolha de Dados

Inquérito por questionário: é um instrumento de investigação que está estruturado com um conjunto de perguntas para obter informações acerca do objecto a ser investigado (Montes, 2014). E que é normalmente usado quando não se pode ver pessoalmente todas as pessoas de quem se deseja respostas ou quando não há nenhuma razão para vê-las pessoalmente (Pandey & Pandey,

2015). O questionário será direccionado ao público-alvo, a distribuição do questionário será presencialmente.

Métodos de Análise de Dados: Análise estatística, Segundo Guimarães (2012) em um estudo quantitativo a codificação e caracterização são seguidos por uma análise e estatística, uma vez que será usado um questionário para a recolha de dados, e normalmente os resultados da análise são numéricos, optou-se por esse método para a análise de dados. Segundo Oliveira (2008), a utilização de testes estatísticos, torna-se possível a determinar em termos numéricos a probabilidade de acerto de uma conclusão, e também margem de erro de valor obtido.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Conceitos de Museus Virtuais

1.1.2 Definição

Segundo o dicionário português, museu é uma instituição permanente e sem fins lucrativos, ao serviço da sociedade, que adquire, conserva, pesquisa, interpreta e expõe o património material e imaterial da humanidade, com fins de educação, estudo e deleite.

Com o avanço das tecnologias digitais e a crescente necessidade de acessibilidade e inovação na forma de experienciar o património cultural, surgiu uma nova abordagem museológica: o Museu Virtual.

Um museu virtual é uma entidade digital que aproveita as características de um museu, a fim de complementar, melhorar ou aumentar a experiência museológica por meio de personalização, interactividade, experiência do utilizador e riqueza de conteúdo. (Aiello, Fai , & Santagati, 2019)

Museus virtuais são ambientes virtuais que permitem a exposição e interação com colecções culturais e científicas a partir da internet ou com tecnologias imersivas, como Realidade Virtual VR.

Desta feita, quebrassem as barreiras tanto físicas como geográficas. Segundo Trunfio, et al. (2022), os museus virtuais são ambientes que utilizam tecnologias interactivas para permitir um acesso democratizado e global a patrimónios culturais. Em complemento Schweibenz (2019), afirma que, um museu lidará com artefactos virtuais, em um ambiente virtual acessível a partir de uma rede de telecomunicações de uma maneira específica. Tal museu é um serviço, não um local.

Nessa perspectiva, segundo Henriques (2018) citado por (Junior, Brito, & Thomé, 2022), o museu virtual pode ter duas vertentes:

- 1) Pode ser outra dimensão de um museu físico, complementando-o.
- 2) O museu pode existir exclusivamente no ambiente digital, não exigindo a presença de um local físico.

1.1.2 História e importância dos museus virtuais no contexto educacional e cultural

Os museus virtuais surgiram como uma resposta tecnológica ao desejo de ampliar o acesso à arte, cultura e património histórico. Nas palavras de Cimer & Kadłuczka (2022), museus virtuais existem de alguma forma desde os anos 1990. Eles surgiram inicialmente como repositórios baseados na web de substitutos digitais de colecções de museus físicos.

O termo “museu virtual” foi usado pela primeira vez no início dos anos 1990 para descrever experiências museológicas baseadas na web, que não requerem uma visita física (Tserklevych, et al., 2021).

Inicialmente concebidos como complementos aos museus físicos, os museus virtuais evoluíram para plataformas independentes que exploram as possibilidades únicas do espaço digital (Gaia, Boiano, Bowen, & Borda, 2020).

A primeira geração de museus virtuais tinha um foco essencialmente informativo e documental. Inicialmente, esses espaços digitais actuavam sobretudo como arquivos online, oferecendo réplicas digitais de colecções físicas. Gaia, et al. (2020) confirmam este argumento nas seguintes palavras: os primeiros museus digitais eram muitas vezes simples catálogos online, mas rapidamente evoluíram com o uso de realidade virtual, interactividade e ambientes tridimensionais. Os mesmos ainda acrescentam: a transformação digital dos museus reflecte uma mudança mais ampla nas práticas culturais, onde o envolvimento online tornou-se parte integrante da experiência do visitante.

Os primeiros museus virtuais foram bastante básicos, consistindo em páginas estáticas com imagens e textos, mas foram fundamentais para estabelecer um novo modelo de acesso à informação cultural (Tserklevych, et al., 2021).

O conceito de museu virtual foi significativamente influenciado pelos desenvolvimentos da web semântica e da Web 2.0” (Cimer & Kadłuczka, 2022). Esta evolução tecnológica permitiu não apenas a disseminação de conteúdos, mas também a interacção e participação dos utilizadores. Estes espaços continuaram evoluindo até chegarem ao seu reconhecimento formal.

Em 2001, o Conselho Internacional de Museus (ICOM) reconheceu os museus virtuais como uma forma legítima de museu. (Cimer & Kadłuczka, 2022).

Segundo Tserklevych, et al. (2021), na virada do século XXI, a tecnologia permitiu que os museus virtuais evoluíssem para plataformas interactivas, com tours em 3D, realidade aumentada e experiências imersivas. Museus como o Smithsonian e o Louvre lideraram iniciativas de digitalização e disponibilização de colecções online, influenciando o crescimento dos museus virtuais em todo o mundo.



Figura 1: Imagem do museu de Smithsonian

Fonte: Google



Figura 2: Imagem do museu do Louvre

Fonte: Google

Durante a pandemia de COVID-19, desde o final do ano 2019 até início de 2023, instituições culturais e educacionais passaram a investir em soluções digitais para manter o engajamento do público, o que evidenciou a relevância desses ambientes para a continuidade das actividades educativas e culturais. Xu & Pan (2024) afirmam que, com a sociedade se tornando digital e conectada, os museus mudam rapidamente. As interacções culturais digitais permitem uma maior inclusão e acesso, promovendo a diversidade.

Em complemento, Benito e González, (2016) como citado por (Hernández, Guerrero, & Muiña, 2021) destacam que a internet proporcionou uma nova abordagem para a apresentação, educação e manutenção de canais de comunicação abertos ao público, para conhecer as suas expectativas das instituições museológicas. Os mesmos ainda afirmam também que, a proliferação de computadores e dispositivos móveis, bem como o potencial dos públicos museológicos para partilhar experiências em tempo real, constitui uma realidade cada vez mais evidente.

Os museus são classificados como centros de saber por desenvolverem procedimentos metodológicos e sistemáticos. Tais procedimentos incluem o levantamento, a identificação, a caracterização e difusão do conhecimento contido em acervos patrimoniais (de natureza artística, ambiental e cultural), que detêm significativa relevância histórica, social e científica (Henriques, 2004) citado por (Junior, Brito, & Thomé, 2022). Sendo assim, a partir do acervo de bens patrimoniais e da interacção entre o sujeito, o museu e toda informação ali disponível, o conhecimento é construído.

Museus virtuais se configuram como espaços virtuais interactivos e como campos de construção de conhecimento. (Junior, Brito, & Thomé, 2022)

Os museus virtuais desempenham um papel crucial ao remover barreiras geográficas, permitindo a disseminação de conhecimento a populações que, de outra forma, não teriam acesso aos museus físicos. Além disso, no contexto educacional, essas plataformas ampliam as oportunidades de aprendizagem, permitindo que estudantes e pesquisadores interajam com o conteúdo de

maneira activa e envolvente, o que facilita a compreensão e a retenção de informações.

A história dos museus virtuais está profundamente ligada à democratização do acesso ao conhecimento e à preservação digital do património cultural (Tserklevych, et al., 2021).

1.1.3.4 Comparação com os museus tradicionais

Partindo do pressuposto que um se encontra no formato físico e outro no formato virtual, existem várias diferenças que garantem uma comparação entre eles. Comparações essas que mostram a necessidade das existências dos museus virtuais além dos físicos.

Aiello, et al. (2019), diz que, tanto o museu físico (PhM) quanto o museu virtual (VM) compartilham um compromisso comum com a validação institucional do conteúdo e qualidade da experiência através do processo curatorial, inerente à definição do ICOM.

Segue-se algumas diferenças entre os dois tipos de museus, de acordo com Mah, et al. (2019):

- Ao contrário de outros museus tradicionais que apresentam principalmente a estrutura física, o museu virtual oferece uma plataforma apelativa que exhibe informações históricas e socioculturais.
- Os museus tradicionais, muitas vezes, limitam-se ao local físico, enquanto tours virtuais podem reduzir o desgaste de um local patrimonial, servindo como substitutos para o acesso físico.
- Os guias locais devem estar bem informados sobre o templo, mas o tour virtual oferece um complemento visual e espacial que melhora a compreensão.
- O uso de tecnologia em museus virtuais permite uma imersão maior do que em exposições físicas convencionais, especialmente com o uso de recursos de realidade aumentada e virtual.

Para complementar Xu & Pan (2024) apresentam outras diferenças:

- Enquanto os museus tradicionais exibem objectos estáticos e históricos, o museu virtual interage com os visitantes usando AR, VR e IA, tornando as experiências mais dinâmicas e envolventes.
- Os museus tradicionais muitas vezes lutam para manter a relevância em uma sociedade global e digital, enquanto os museus virtuais expandem suas exposições e actividades para audiências globais, reduzindo as limitações de mobilidade e localização.
- Embora os museus tradicionais sejam limitados pela necessidade de preservar artefactos físicos, os museus virtuais equilibram a preservação digital e o acesso global, ampliando o impacto cultural.
- O museu virtual utiliza IA para personalizar visitas, algo que os museus tradicionais dificilmente conseguem igualar em termos de adaptação ao estilo de aprendizagem e preferências de cada visitante.

Enquanto os museus tradicionais dependem de espaços físicos, colecções reais e interacção presencial, os museus virtuais oferecem a possibilidade de exploração a qualquer hora e de qualquer lugar, o que aumenta a acessibilidade. No entanto, os museus tradicionais possuem a vantagem de proporcionar uma experiência tangível e sensorial, o que muitas vezes é fundamental para a apreciação de certas obras.

Apesar das suas diferenças, está provado os dois podem funcionar em perfeita harmonia.

1.2 Importância dos museus virtuais 3D na preservação dos museus

Os mundos virtuais 3D permitem a criação de réplicas digitais de ambientes e artefactos, contribuindo para a preservação de colecções sensíveis ou de difícil acesso.

De acordo com Silva & da Silva (2024), os museus por sua vez, têm passado a fazer uso de algumas ferramentas para preservar seus objectos, utilizando os meios midiáticos para atingir uma maior visibilidade junto à sociedade. Corroborando com esse pensamento, segundo Radianti, et al. (2020), os museus estão a adoptar mundos virtuais 3D para preservar as suas colecções de forma acessível, permitindo aos visitantes interagir com exposições de uma

forma que não seria possível em ambientes físicos, garantindo assim uma maior longevidade e visibilidade do acervo.

Consequentemente, o museu virtual actua com uma ferramenta que busca democratizar o acesso ao acervo das instituições museológicas, ao mesmo tempo em que oferece um meio eficaz para a salvaguarda dos bens patrimoniais.

Os mundos 3D permitem que colecções frágeis ou artefactos arqueológicos sejam digitalizados e preservados em seu estado original, evitando danos causados pelo manuseio físico e pela exposição ao ambiente. Além disso, os museus virtuais têm a grande vantagem da facilidade de publicidade, daí que nas palavras de Hernández, et al. (2021), museus devem investir na construção de uma sólida reputação online para assegurar que os visitantes desfrutem das suas experiências e as partilhem nas redes sociais, ampliando assim o alcance do seu acervo.

A aplicação de mundos virtuais 3D tem um potencial significativo para ampliar o conhecimento, tanto no ensino quanto na conservação de sítios arqueológicos. (Mazzetto, 2024).

1.3. Realidade Aumentada (AR) e Virtual (VR) no Contexto Museológico

1.3.1 Definições

A Realidade Aumentada (AR) integra reconstruções digitais ao mundo real, enriquecendo as visitas a museus ou a locais históricos através de aplicativos de smartphones ou óculos de AR. (Mazzetto, 2024)

Segundo Trunfio, et al. (2022) a AR permite a sobreposição de informações tridimensionais (3D) em tempo real, como imagens, vídeos e projecções textuais, criando conteúdo digital interactivo nos museus. Em complemento Lewi, et al. (2021) destacam, a realidade aumentada sobrepõe conteúdo digital ao mundo real, enriquecendo a experiência com novas camadas de informação interactiva.

A realidade virtual (VR) é definida como o conjunto de sistemas de hardware e software que busca criar uma ilusão sensorial completa de estar presente em outro ambiente, (Radianti, et al., 2020). Segundo Lewi, et al. (2021) a realidade

virtual permite criar ambientes imersivos completos, permitindo que os utilizadores explorem patrimónios culturais em seu contexto histórico.

A VR, por definição, cria uma sensação de presença ao envolver os utilizadores num ambiente totalmente virtual, enquanto a Realidade Aumentada (AR) sobrepõe elementos virtuais ao mundo real, proporcionando uma experiência mista (Radianti, et al., 2020). Por esta mesma linha de pensamento Trunfio, et al., (2022) acrescenta, a Realidade Virtual (VR) cria um mundo virtual ou imaginativo onde a representação corporal do utilizador não é necessária; por outro lado, a Realidade Aumentada (AR) sobrepõe representações digitais ao mundo real, tornando a auto-representação fundamental para a experiência imersiva.

Essas tecnologias têm sido empregadas para enriquecer a experiência museológica, proporcionando camadas adicionais de informação e possibilitando simulações interactivas que replicam cenários históricos ou naturais.

1.3.2 Acessibilidade Museológica com AR e VR

AR e VR promovem a inclusão ao permitir que um público mais amplo, inclusive aqueles com limitações de mobilidade ou acesso geográfico restrito, possam experimentar exposições e interagir com colecções.

As tecnologias de realidade aumentada (AR) e realidade virtual (VR) têm o potencial de melhorar a acessibilidade e compreensão de patrimónios culturais submersos (Lewi, et al., 2021). A experiência de realidade virtual pode criar interacções mais profundas e personalizadas, facilitando o aprendizado e a apreciação do património cultural.

A acessibilidade museológica tem sido ampliada com o uso de tecnologias como a Realidade Aumentada (AR) e a Realidade Virtual (VR), permitindo que mais pessoas tenham acesso ao conhecimento e ao património cultural, independentemente de limitações físicas ou geográficas.

O uso da realidade virtual na preservação cultural não apenas mantém a integridade física dos locais, mas também permite um acesso contínuo e repetido, essencial para a educação e a transmissão cultural (Mah, et al., 2019).

Essas tecnologias são fundamentais para a inclusão dos públicos que, por limitações físicas, geográficas, ou sociais não teriam acesso fácil aos museus tradicionais, permitindo que elas interajam com exposições de maneira adaptada às suas necessidades. Pessoas com mobilidade reduzida, por exemplo, podem 'visitar' museus sem sair de casa, enquanto a AR pode oferecer descrições em áudio ou texto para pessoas com deficiências visuais ou auditivas.

1.4 Tecnologia de Desenvolvimento de Mundos Virtuais.

Os mundos imersivos caracterizam-se por serem ambientes criados e definidos com objectivo de reunir pessoas de interesses em comum a fim de trocar conhecimento e experiências de forma colaborativa por meio de mecanismos de comunicação síncronos e assíncronos.

Segundo Morgado (2011) citado por (Bos, et al., 2018). Ambientes 3D imersivos caracterizam os chamados Mundos Virtuais 3D, ou simplesmente mundos virtuais. Cada utilizador participa dos mundos virtuais através de um avatar que pode ser personalizado por uma representação gráfica de si próprio imerso no ambiente, por meio do qual pode se movimentar naquele espaço, como se estivesse fisicamente caminhando, ou ocorrendo o acto de voar no ambiente

1.4.1 Ferramentas e Softwares para a Criação de Ambientes 3D.

As ferramentas e softwares de modelagem 3D desempenham um papel essencial na criação de ambientes tridimensionais, permitindo que designers, arquitectos, desenvolvedores de jogos e artistas digitais transformem ideias em representações visuais detalhadas.

Afirma Ribeiro (2021), que esses programas oferecem ferramentas poderosas para modelagem, texturização, iluminação, e animação, tornando possível criar cenas complexas com alto nível de realismo ou com estilos artísticos variados, sem essas ferramentas, o processo de construção de ambientes virtuais seria extremamente limitado e manual.

Esses programas contribuem significativamente para a produtividade e a colaboração em projectos multidisciplinares, os softwares 3D permitem simulações realistas que ajudam na visualização e no panejamento de projectos antes de sua execução no mundo real. Zheng Ma & Jørgensen (2022) corroborando com o autor é logico afirmar que em jogos e filmes, esses softwares possibilitam a criação de mundos imersivos que aumentam a experiência do usuário, tornando o conteúdo mais envolvente.

1.4.2 A Frame (unity)

O Unity 3D é um motor de jogos, ele pode criar experiências (RV) e (RA) poderosas e eficientes. O Unity 3D tem uma API de script C# (lê-se C Sharpe) e integração com o Visual Studio. (Unity, UNITY DOCUMENTATION ., 2024)

Unity é uma das plataformas mais populares e versáteis para a criação de ambientes 3D, especialmente no desenvolvimento de jogos, aplicações interactivas e experiências em realidade virtuais (RV) e aumentada (AR), ele é um motor gráfico (engine) que combina ferramentas de modelagem básica, simulação física, iluminação, animação e programação, tudo em uma única interface acessível tanto para iniciantes quanto para profissionais. (Zheng Ma & Jørgensen, 2022)

O Unity 3D é multiplataforma e os jogos nele desenvolvidos podem ser implantados em absolutamente qualquer plataforma de forma transparente, está entre as principais ferramentas do mundo usadas para desenvolver vídeo games, animações e simulações. (Unity, UNITY DOCUMENTATION ., 2024)

Um dos principais diferenciais do Unity é sua flexibilidade e compatibilidade com diversas plataformas, como Windows, MacOS, Android, IOS, Consoles e até mesmo navegadores Web. (Unity, UNITY DOCUMENTATION ., 2024). Isso significa que projectos desenvolvidos nele podem ser exportados e executados em múltiplos dispositivos com poucas adaptações outro sim é que o Unity utiliza linguagem C# para scripts, o que oferece um bom equilíbrio entre facilidades de uso e poder de personalização.

Segundo Van-Dijck (2019), o Unity fornece aos desenvolvedores um ambiente poderoso e acessível para criar jogos e simulações em diferentes plataformas

com um único código-base. Essa característica é fundamental no contexto de mundos virtuais, pois permite a criação de experiências imersivas com maior agilidade e flexibilidade.

1.4.3 Unreal Engine

A Unreal Engine é uma das plataformas mais avançadas para o desenvolvimento de ambientes 3D e jogos. Desenvolvida pela Epic Games, ela oferece gráficos de altíssima qualidade, suporte a realidade virtual (VR) e realidade aumentada (AR), além de um sistema robusto de física e inteligência artificial. Seu uso se estende para além dos jogos, alcançando áreas como arquitetura, cinema e educação (Unreal, 2022). O uso da Unreal Engine em ambientes educacionais e culturais tem crescido significativamente, promovendo simulações altamente realistas que ampliam o engajamento dos utilizadores.

Segundo Cho & Kim (2022), seu principal destaque está na qualidade gráfica realista, possibilitada pelo mecanismo de renderização em tempo real, Lumen (iluminação global dinâmica) e Nanite (renderização de geometria altamente detalhada). Além disso, ela oferece suporte nativo a realidade virtual (VR) e realidade aumentada (AR).

1.4.4 Blender

Segundo Ribeiro (2021) o Blender é um software de código aberto amplamente utilizado para modelagem 3D, animação, texturização, simulação e renderização, ele oferece ferramentas poderosas que permitem a criação de ambientes e objectos com alto nível de realismo e complexidade. O autor acrescenta ainda que em situações práticas, o Blender é amplamente utilizado em projectos educacionais, simulações e experiências culturais imersivas. Por exemplo, em um projecto de realidade virtual para o ensino de ciências, é possível modelar um laboratório 3D com equipamentos detalhados e simulações visuais de reacções químicas.

Além disso, o Blender se integra facilmente a outras plataformas, como Unity e Unreal Engine, o que facilita sua aplicação no desenvolvimento de jogos e simulações interactivas. Em ambientes de treinamento profissional, como simulações de segurança no trabalho ou ambientes industriais, o Blender é

utilizado para criar maquinários, plantas fabris e situações de risco simuladas. Van-Dijck (2019) acrescenta, que a utilização do Blender em ambientes educacionais permite a criação de recursos visuais ricos, que facilitam a compreensão de conteúdos complexos por parte dos alunos. Outro exemplo são museus virtuais, onde artistas usam o Blender para reconstruir digitalmente artefactos históricos ou ambientes antigos, como civilizações antigas ou espaços urbanos do passado.

1.4.5 Técnicas de Modelagem 3D e Renderização.

As técnicas de modelagem 3D são escolhidas de acordo com o objectivo do projecto.

Segundo LÉVY citado por (Vilela, Lopes, & Lima, 2021) a crescente evolução das tecnologias digitais e o surgimento da realidade virtual (RV) trouxeram grandes avanços para diversas áreas do conhecimento e a possibilidade de construir virtualmente realidades que imitem o mundo real tornou-se uma ferramenta de grande potencial para simular cenários, visualizar objectos, prever resultados e, até mesmo, planejar tarefas.

Segundo Almeida (2022) a modelagem 3D envolve diversas técnicas, como modelagem poligonal, escultura digital (sculpting), modelagem por subdivisão de superfícies, entre outras. Cada técnica oferece vantagens específicas dependendo do tipo de objecto ou ambiente que se deseja criar. Essas técnicas são aplicadas nos softwares citados anteriormente e são fundamentais para garantir a qualidade visual e funcional dos mundos virtuais.

Segundo Canabarro (2021), a modelagem 3D é uma etapa fundamental na construção de mundos virtuais., a modelagem 3D possibilita a reprodução de relevos complexos em superfícies, superando as limitações das técnicas bidimensionais tradicionais.

➤ Modelagem Poligonal

Segundo Almeida (2022), a modelagem poligonal é uma das técnicas mais comuns. Nela, os objectos são criados por meio de polígonos (principalmente triângulos e quadrados) conectados por vértices, arestas e faces, segundo o mesmo autor afirma que a modelagem poligonal é amplamente utilizada devido

à sua flexibilidade e compatibilidade com a maioria dos motores gráficos em tempo real e essa técnica é usada, por exemplo, em jogos e aplicações interactivas onde a optimização de performance é essencial.

➤ **Modelagem por Escultura Digital (Sculpting)**

Segundo Almeida (2022), a modelagem por escultura digital é inspirada em esculturas reais, essa técnica permite esculpir formas com alta densidade de detalhes, como rugas, dobras e texturas orgânicas. É muito usada na criação de personagens e criaturas, a escultura digital permite a criação de formas complexas com alto nível de realismo, sendo especialmente eficaz em personagens e elementos orgânicos.

➤ **Modelagem Procedural**

A modelagem procedural usa algoritmos e regras matemáticas para gerar objectos automaticamente. Muito usada na criação de terrenos, cidades e elementos naturais. Ribeiro (2021), acrescenta que a modelagem procedural é eficaz na geração automatizada de grandes ambientes 3D, economizando tempo e recursos.

Tendo como base nas declarações dos autores referenciados podemos aferir que as técnicas de modelagem 3D são escolhidas de acordo com o objectivo do projecto: enquanto a escultura digital oferece realismo, a modelagem poligonal foca em desempenho, e a procedural em escala e automação. Entendemos que o domínio dessas técnicas é fundamental para o desenvolvimento de mundos virtuais interactivos e experiências imersivas.

Segundo Chalmers (2022), após a modelagem entra o processo de renderização, que consiste em gerar imagens realistas a partir do modelo 3D, simulando luzes, sombras, texturas e materiais. Existem duas abordagens principais:

- **Renderização em tempo real:** usada em jogos e aplicações interactivas, prioriza a velocidade.
- **Renderização offline:** usada em cinema e animação, prioriza a qualidade e realismo, mesmo que leve mais tempo.

Softwares como Blender oferecem motores de render como o **Cycles** (físico, baseado em path tracing) e o **Eevee** (em tempo real), permitindo flexibilidade entre qualidade e desempenho, a renderização é fundamental para a comunicação visual de projectos 3D, sendo responsável por transmitir sensações de profundidades, materialidade e iluminação (Chalmers, 2022).

1.6 Mundos Virtuais 3D e Metaverso

1.6.1 Mundos Virtuais 3D

Segundo Bos, et al., (2018), os ambientes virtuais em 3D são definidos como espaços digitais construídos para permitir que os utilizadores interajam entre si. O objectivo primário dessas interacções é promover a socialização e o entretenimento. Nesta vertente os Mundos Virtuais, podem proporcionar cenários envolventes, no qual os utilizadores participam das interacções uns com os outros, assim a interacção do utilizador é fundamental para que ele se sinta como sendo vigiado por um companheiro.

Segundo Guomin, Jianxin, citado por (Bos, et al., 2018) em um Mundo Virtual 3D, o utilizador é caracterizado como um avatar, na área da computação, avatar é considerado um cibercorpo inteiramente digital, uma figura gráfica de complexidade variada que empresta sua vida simulada para o transporte de cibercorpos para dentro dos mundos paralelos do ciberespaço. O utilizador é situado, vê e ouve coisas daquele ponto de vista e então com a simulação parece estar presente naquele.

Para chegar ao conceito de Mundo Virtual, Morgado citado por (Bos, et al., 2018) utiliza o conceito de ambiente virtual, ou seja, tudo aquilo em que agimos sem se poder tocar directamente com as mãos, o que a tecnologia electrónica nos mostra e só existe fisicamente sob a forma de posições, velocidades em conjunto com conceitos de multiutilização e de presença imersiva.

1.6.2 Metaverso

O conceito de metaverso, em constante evolução e com várias definições, refere-se basicamente a um espaço virtual compartilhado e colectivo que surge da

integração entre as realidades física, virtual e aumentada (Santos, Vieira, & Souza, 2024).

Tori citado por (Santos, Vieira, & Souza, 2024) define o metaverso como um ambiente digital interativo, online e multiusuário, no qual as pessoas participam e interagem tanto com o ambiente quanto com outros utilizadores, por meio de avatares que as representam e são por elas controlados.

Os metaversos são ambientes fictícios nos quais os participantes interagem através de avatares criados por si mesmos, tentando reproduzir a participação ou a vida real num ambiente metafórico virtual sem limitações espaços-temporais (Díaz, et al., 2020). De acordo aos mesmos autores o metaverso a principal característica dos metaversos baseia-se no facto de serem criados à imagem e semelhança não apenas do programador, mas também do utilizador, onde fantasia, ficção científica e tecnologia multimédia se combinam para criar cenários exóticos.

O metaverso, um ambiente virtual imersivo e interativo, marca o ponto mais alto de séculos de desenvolvimento narrativo, permitindo a criação de experiências além das restrições físicas e temporais. No contexto da educação, acoplamento refere-se à integração e conexão fluida entre humanos e sistemas tecnológicos, permitindo uma interacção contínua e simbiótica. Enquanto antigamente as civilizações recorriam a símbolos e metáforas no contexto educacional, o metaverso representa uma ruptura com os modelos tradicionais de ensino, ao oferecer experiências imersivas, interactivas e personalizadas (Santos, Vieira, & Souza, 2024).

De acordo com Cho & kim (2022), os mundos virtuais dentro do metaverso proporcionam ambientes nos quais os estudantes podem participar activamente do processo de aprendizagem, explorando conteúdos por meio de simulações, jogos, narrativas e colaboração com outros utilizadores.

1.6.3 Evolução dos Mundos Virtuais e Metaverso.

Embora o conceito de metaverso tenha sido inicialmente introduzido em 1992, a ideia de criar um mundo virtual que exista ao lado e/ou substitui a realidade tem raízes que vão muito mais atrás. O conceito de metaverso atraiu considerável

atenção desde 2021, principalmente devido ao rebranding do Facebook para META e sua promessa de entregar uma experiência online imersiva (Loannidis & Kontis, 2023).

Os metaversos têm ganhado considerável atenção devido ao seu potencial para criar ambientes virtuais imersivos e colaborativos. Sua natureza interactiva promove experiências de aprendizagem que poderiam potencialmente revolucionar as práticas pedagógicas tradicionais. Nestes reinos digitais, a física do mundo real é imitada, e os utilizadores podem explorar, interagir e manipular o seu entorno, oferecendo um nível de engajamento difícil de alcançar em configurações educacionais convencionais (Portella, et al., 2024). Baseando-se no pensamento de Portella, et al. (2024), o potencial dos metaversos para promover a aprendizagem imersiva, tem havido um crescente interesse na integração desses ambientes virtuais em contextos educacionais.

De acordo com Di Felice & Schlemmer, citado por (Santos, Vieira, & Souza, 2024), Os metaversos prometem uma grande transformação na forma como o humano interage socialmente pela internet e isso apresenta potencialidades e desafios para diferentes áreas do conhecimento e setores da sociedade, uma vez que provoca alterações na maneira como nos comunicamos, interagimos, construímos relacionamentos, trabalhamos, aprendemos, ensinamos, consumimos, enfim, no modo como vivemos e convivemos.

Analisando este ponto de vista, é imprescindível reflectir sobre como o metaverso pode modificar a forma de socialização e interacção, trazendo novas possibilidades de aprimorar a vivência humana, porém exigindo uma avaliação crítica das implicações éticas, culturais e económicas.

1.6.4 Aplicações Educativas e Culturais dos Mundos Virtuais.

De acordo com Heinsfel & Pischetola citados por (Portella, Freitas, & Santo, 2024). É fundamental reconhecer que a tecnologia por si só não é a solução para os desafios educacionais. A cultura e os valores humanos continuam a desempenhar um papel crucial na educação, moldando a forma como a tecnologia é usada e interpretada. A interacção entre cultura, educação e tecnologia exige uma abordagem sensível e reflexiva, buscando o equilíbrio

entre a preservação da cultura, a promoção da inclusão e a incorporação das possibilidades oferecidas pela tecnologia.

Os Mundos virtuais podem ser desenvolvidos com finalidades educativas específicas, como visitas a bibliotecas, museus e salas de aula universitárias, jogos de texto e arqueologia (Díaz, et al., 2020). Os mesmos autores deixam claro que: Com os mundos virtuais, contribui-se para a mudança no paradigma da educação tradicional, que converge para um modelo flexível, dinâmico, participativo e colaborativo mediado pelas TIC e tecnologias emergentes, neste caso, a partir da perspectiva dos mundos virtuais. Corroborando com os autores pensamos nós que os mundos virtuais têm o potencial de aumentar a motivação dos estudantes, incentivando a participação e o engajamento contínuo nas actividades educacionais

Mundos virtuais têm sido aplicadas com sucesso em contextos educacionais e culturais. De acordo com Bessa (2019), esses ambientes promovem aprendizagem activa, engajamento dos estudantes e possibilidade de simulações complexas que dificilmente seriam viáveis em ambientes físicos.

CAPÍTULO II - DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO

2.1 Introdução

O CEBEA - Centro de Estudos da Biodiversidade e Educação Ambiental, orienta-se pelos princípios de protecção do património biológico, educação ambiental e desenvolvimento sustentável. As suas actividades abrangem a investigação científica sobre a biodiversidade, com o foco na manutenção e documentação das colecções científicas, análises dos recursos biológicos locais e nacionais, e apoio a definição de políticas de conservação.

O centro também actua no desenvolvimento de cartografia e análise especial, utilizando sistemas de informação geográfica (SIG), e detecção remota para estudar a distribuição de espécies, eventos geográficos e dinâmicas populacionais.

Na área da educação ambiental, prove acções formativas em temas como ecologia, taxonomia, biodiversidade, SIG, alterações climáticas, e desenvolvimentos sustentável.

O CEBEA é responsável pelo museu de Zoologia, que se divide em dois ramos: Ornitologia e Mamologia. Sendo o primeiro o foco do presente estudo como um acervo com um acervo composto por 26 ordens de aves e 84 famílias.

O presente capítulo tem como objectivo descrever de forma detalhada o processo de concepção e implementação do Mundo Virtual 3D desenvolvido para o museu de ornitologia. Este ambiente virtual surge como resposta à questão de investigação proposta, procurando demonstrar o potencial das tecnologias tridimensionais na preservação e divulgação do património museológico.

Serão abordadas as diferentes fases do desenvolvimento, desde o planeamento e modelação dos objectos 3D até à sua integração no ambiente Virtual. Além disso, apresentam-se as tecnologias, ferramentas e metodologias utilizadas, evidenciando o contributo de cada uma para a criação de uma experiência imersiva e interactiva no contexto do museu virtual.

2.2 Descrição do Museu Virtual de Ornitologia do ISCED - Huíla

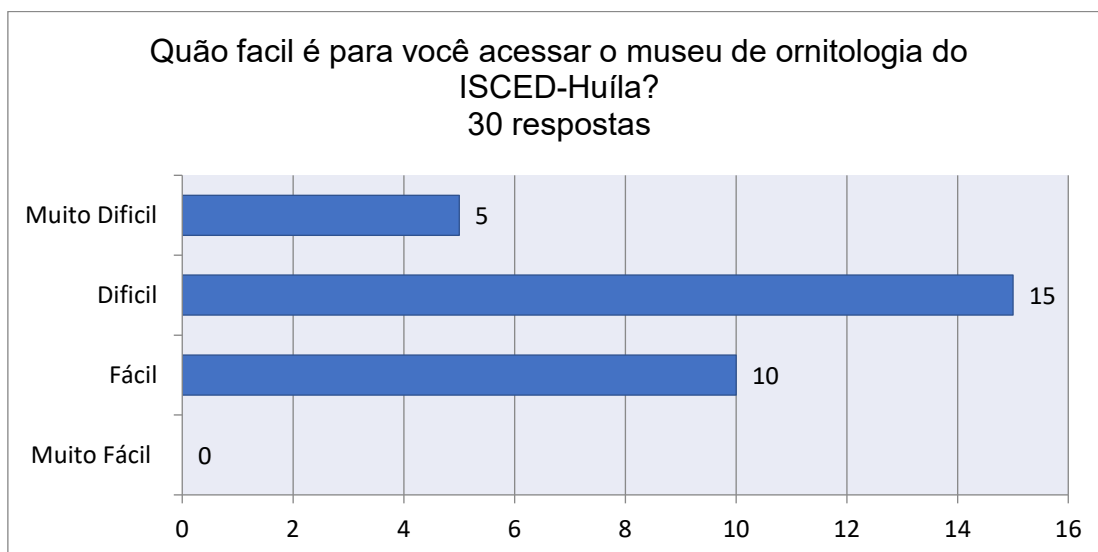
Para o levantamento de dados sobre o Museu Virtual de Ornitologia do ISCED-Huíla, aplicou-se 1 (um) inquérito por questionário, com 9 (nove) questões fechadas, submetidos a 50 Utilizadores do Museu, e obteve-se os seguintes Resultados:

Gráfico 1:Resposta a questão 1



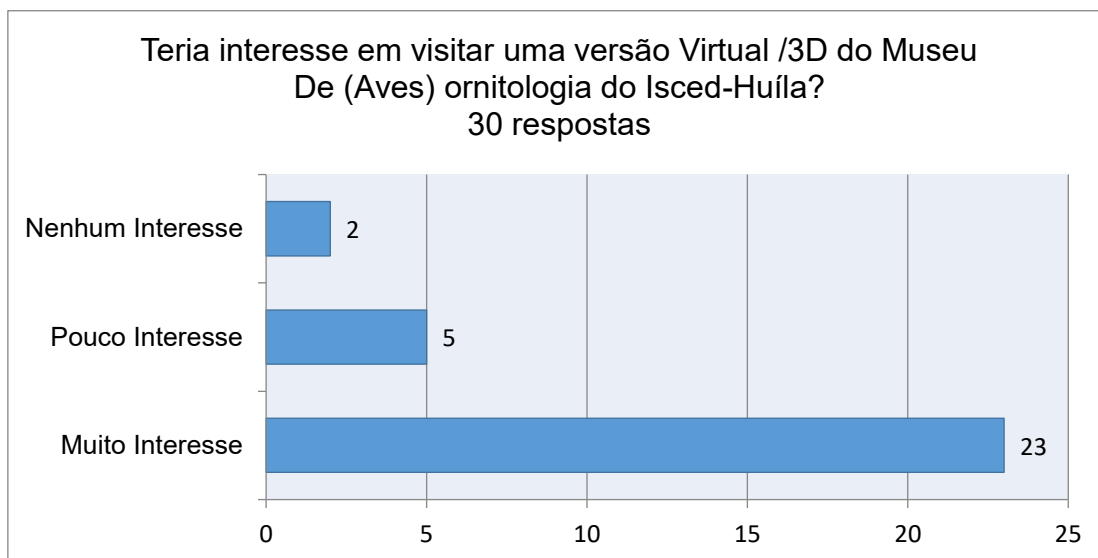
Esta questão foi colocada aos utilizadores do museu com o objectivo de saber sobre a frequência dos mesmos quanto as visitas ao museu de Ornitologia (aves) no ISCED-Huíla. Como se pode observar no gráfico 1, que 70% dos inqueridos afirmam que realizam visitas algumas vezes, e 30% afirmam realizarem visitas frequentemente, o que nos leva a concluir que maior parte dos inqueridos não realizam visitas com frequência ao Museu.

Gráfico 2:Resposta a questão 2



Esta questão foi colocada aos utilizadores do museu com o objectivo de medir a acessibilidade do museu para cada extracto. Como se pode observar no gráfico 2, dos 30 inqueridos, 20 participantes apontam a dificuldade de acessibilidade ao museu, portanto, conclui-se que o museu apresenta dificuldade de acesso.

Gráfico 3:Resposta a questão 3



Esta questão foi colocada aos utilizadores do museu com o objectivo de saber sobre o interesse dos mesmos em visitar o museu de ornitologia numa versão Virtual 3D. Como se pode observar no gráfico 3, o número de pessoas com muito interesse é significativamente superior às restantes categorias. Assim, pode-se

concluir que grande maioria dos inqueridos tem uma predisposição altamente positiva para visitar o museu no formato digital.

Gráfico 4:Resposta a questão 4



Esta questão foi colocada aos utilizadores do museu com o objectivo de avaliar a percepção dos inqueridos sobre a utilidade e o impacto do museu virtual na melhoria da acessibilidade à educação.

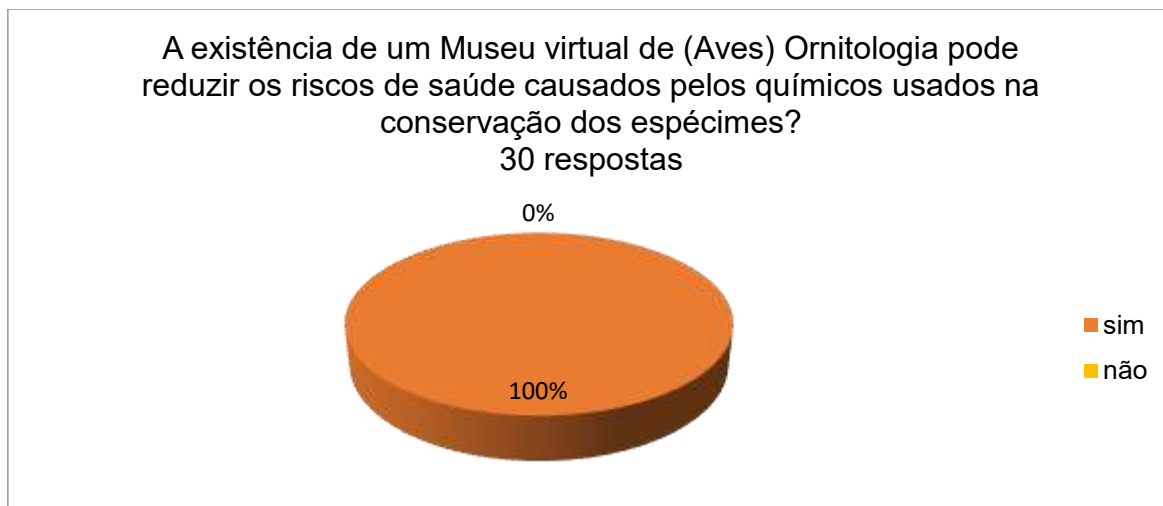
Como se pode observar no gráfico 4, que 100% dos inqueridos afirmam o mundo Virtual facilitaria o acesso à educação para mais pessoas. Concluímos assim que o museu virtual é bastante importante para a resolução do problema ligado ao acesso a educação para mais pessoas.

Gráfico 5:Resposta a questão 5



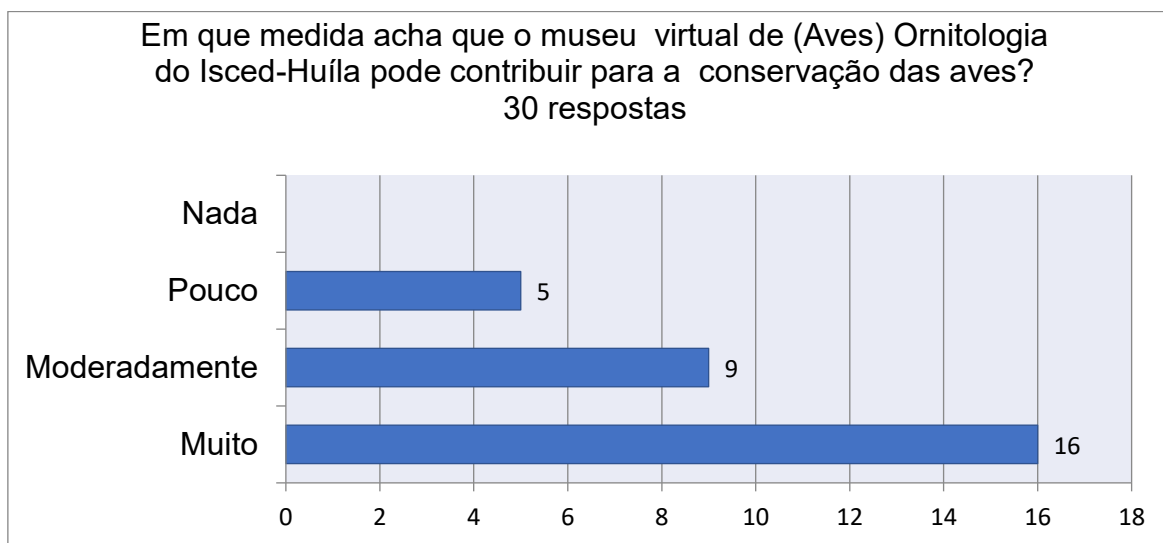
Esta questão foi colocada aos utilizadores do museu com o objectivo de saber se o espaço actual oferece condições adequadas para pessoas com limitações motoras. Como se pode observar no gráfico 5, que 100% dos inqueridos afirmam que não, logo o museu virtual de ornitologia do ISCED-Huíla seria mais inclusivo.

Gráfico 6:Resposta a questão 6



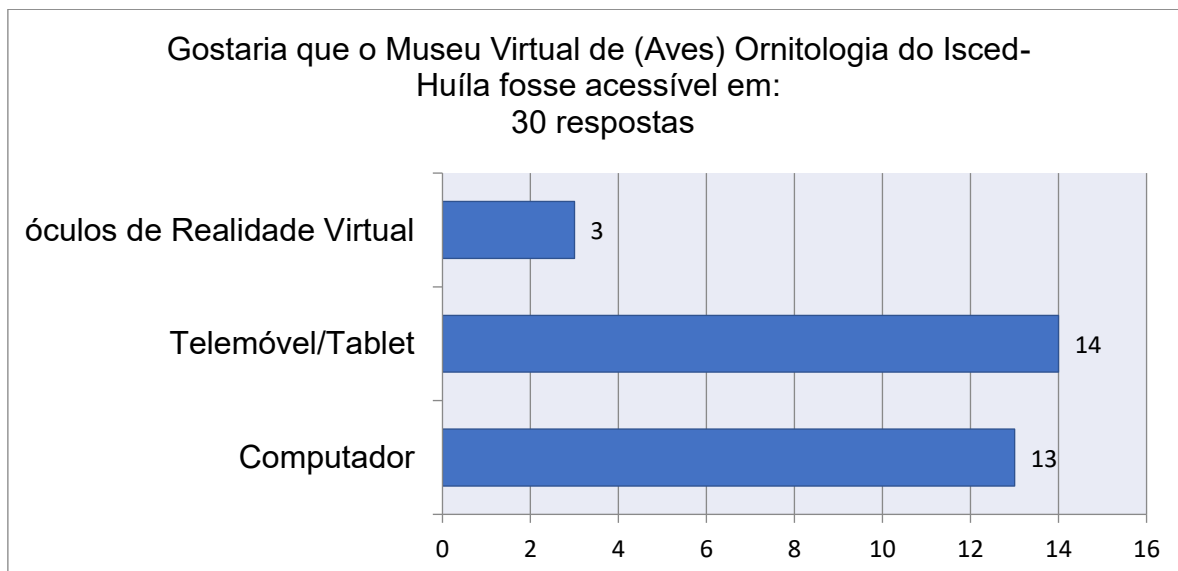
Esta questão foi colocada aos utilizadores do museu com o objectivo de saber sobre a importância de o museu Virtual reduzir os riscos de Saúde associados a visitas presenciais. Como se pode observar no gráfico 6, 100% dos inqueridos afirmam sim. O museu de Ornitologia do ISCED-Huíla, para a conservação dos espécimes usa produtos químicos, o que obriga os visitantes a usarem mascaras faciais para que se reduzam os riscos de saúde, logo o museu virtual acabaria totalmente com esse risco.

Gráfico 7:Resposta a questão 7



Esta questão foi colocada aos utilizadores do museu com o objectivo de saber sobre o contributo que o museu virtual pode proporcionar para a conservação das aves. Como se pode observar no gráfico 7, nenhum dos inqueridos afirmou que o museu virtual não contribuiria na conservação das aves. Em consequência, conclui-se que a proposta apresentada contribuirá bastante para a conservação das aves.

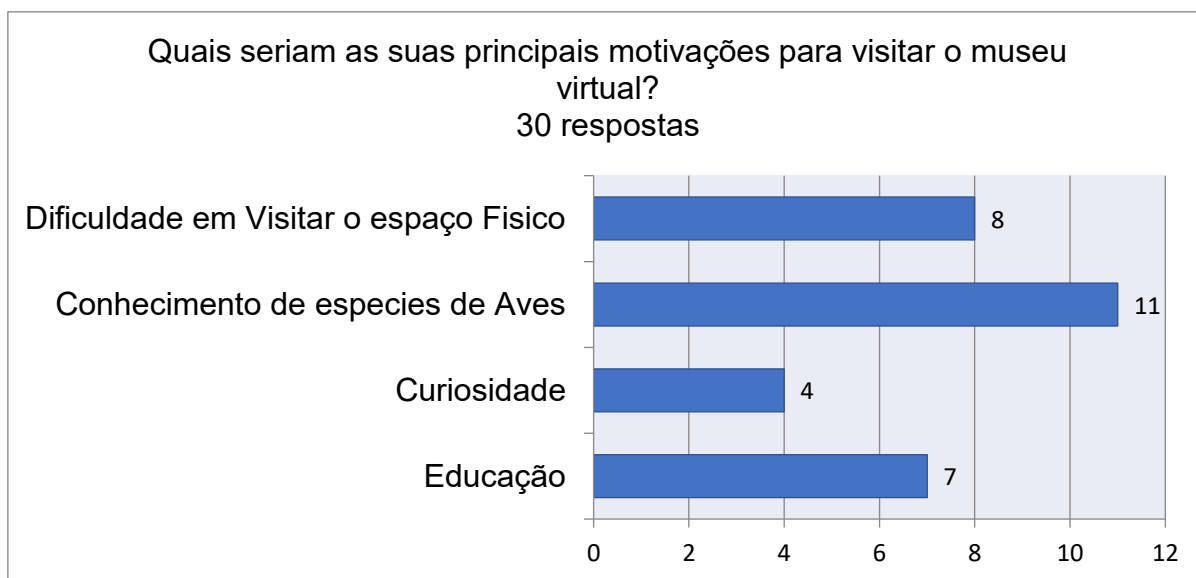
Gráfico 8:Resposta a questão 8



Esta questão foi colocada aos utilizadores do museu com o objectivo de saber sobre o dispositivo que gostariam que fosse acessível o museu virtual de Ornitologia (aves) no ISCED-Huíla. Como se pode observar no gráfico 8, há um

equilíbrio preferencial entre Telemóveis/Tablets e Computadores. Devido ao facto de serem dispositivos de maior disponibilidade e uso cotidiano na nossa realidade social.

Gráfico 9:Resposta a questão 9



Esta questão foi colocada aos utilizadores do museu com o objectivo de saber sobre as suas principais motivações para visitar o museu virtual de Ornitologia do ISCED-Huíla. Como se pode observar no gráfico 9, existe uma percentagem considerável para todas as opções, e todas elas encontram respostas no museu virtual. Os dados nos mostram claramente que um museu virtual resolve a maior parte das questões quanto a motivação da visita.

2.3 Metodologia de Desenvolvimento de Software

A proposta seguinte está assente na Metodologia de Prototipagem Evolutiva (Evolutionay Prototyping Model - EPM). Segundo Zhang, et al. (2010), trata-se de um modelo de desenvolvimento de software em que um protótipo inicial é criando e continuamente melhorado com base no feedback dos utilizadores.

O autor ainda realça que a falha de muitos sistemas é fundamentada na rapidez de implementação sem compreender os requisitos dinâmicos. Para o referido projecto, a escolha da EPM foi exactamente para captar requisitos que mudam ao longo do tempo, assegurando que o sistema se mantenha útil, funcional e adaptado ao contexto.

O EPM define 4 etapas principais:

- Levantamento de Requisitos: Nesta fase são identificadas as necessidades dos utilizadores (visitantes virtuais, professores, investigadores, etc.) e os objectivos do museu virtual
- Desenvolvimento do Protótipo Funcional: Cria-se uma versão inicial e simplificada do museu virtual. Pode incluir apenas o museu inicial, navegação básica e alguns objectos 3D de testes. O Objectivo não é a perfeição, mas a validação da ideia e da navegação.
- Aperfeiçoar o Protótipo: nesta fase foca-se em melhorias contínuas com base no feedback. O protótipo é testado por utilizadores reais ou pela equipa do museu.
- Testar e Validar o Protótipo Final: repetição do ciclo até que o produto alcance a versão final.

No âmbito deste projecto, optou-se por executar apenas as duas primeiras etapas da EPM. Esta decisão prende-se pelo facto de que as etapas finais exigem um período prolongado de interacção com os utilizadores e recolha sistemática de feedback, o que não era viável dentro do cronograma e dos recursos disponíveis para o trabalho de fim de curso. Apesar desta limitação, as etapas realizadas permitiram desenvolver e validar internamente os conceitos principais do protótipo, assegurando a consistência e a funcionalidade do modelo inicial.

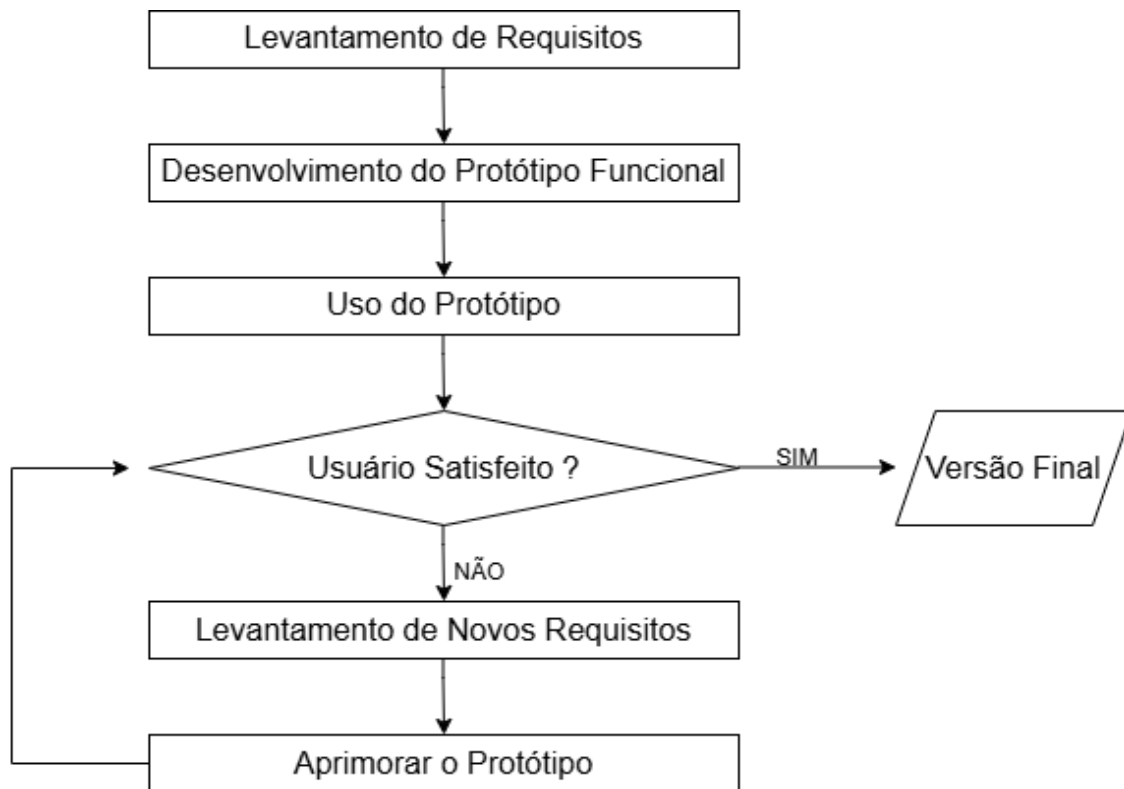


Figura 3: Processo de 4 etapas do EPM

Fonte: Zhang, et al. (2010)

2.3.1 Prototipagem com Storyboard

O Storyboard é uma sequência do fluxo do sistema que será criado de forma completa, onde imagem por imagem será organizada de acordo com sua posição, até descrever visualmente o funcionamento do software. Ele é utilizado para ajudar os desenvolvedores a elaborar o projecto passo a passo (Ariyana, et al., 2022).

Storyboard é um tipo de prototipagem que é frequentemente usada em conjunto com cenários.

Para a elaboração de um storyboard, é fundamental, antes de mais nada, definir cenários em função do perfil dos utilizadores.

Cenário 1: O avatar aparece no interior do “Museu” e, se caminhar um pouco, automaticamente lhe será mostrado uma tela com informações breves sobre os próximos passos. Segundos depois a tela de informação desaparecerá, o avatar terá à sua disposição os botões “Ver Informação” e “Realizar Visita”, se o avatar tocar num dos botões será mostrada a informação rotulada nele.

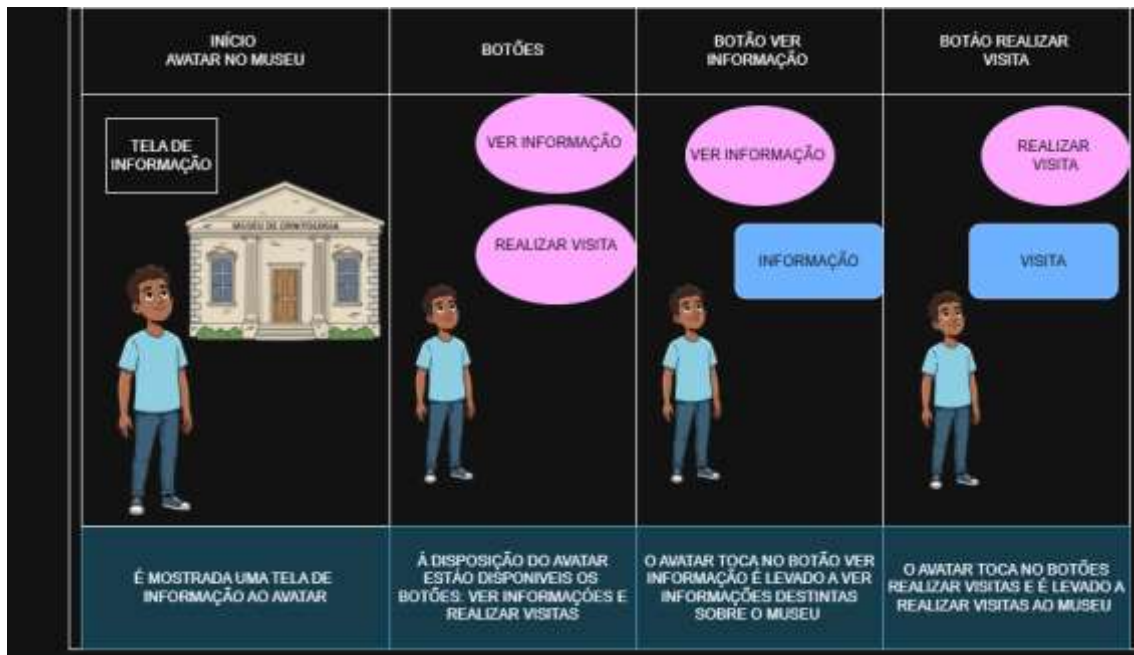


Figura 4:Storyboard 1

Fonte: Autores

Cenário 2: O Avatar é levado a seleccionar um determinado tipo de informação, uma referente ao museu e outra referente ao tipo de ordens existentes no museu. As ordens vão sendo detalhadas a medida que o avatar vai seleccionando as mesmas .

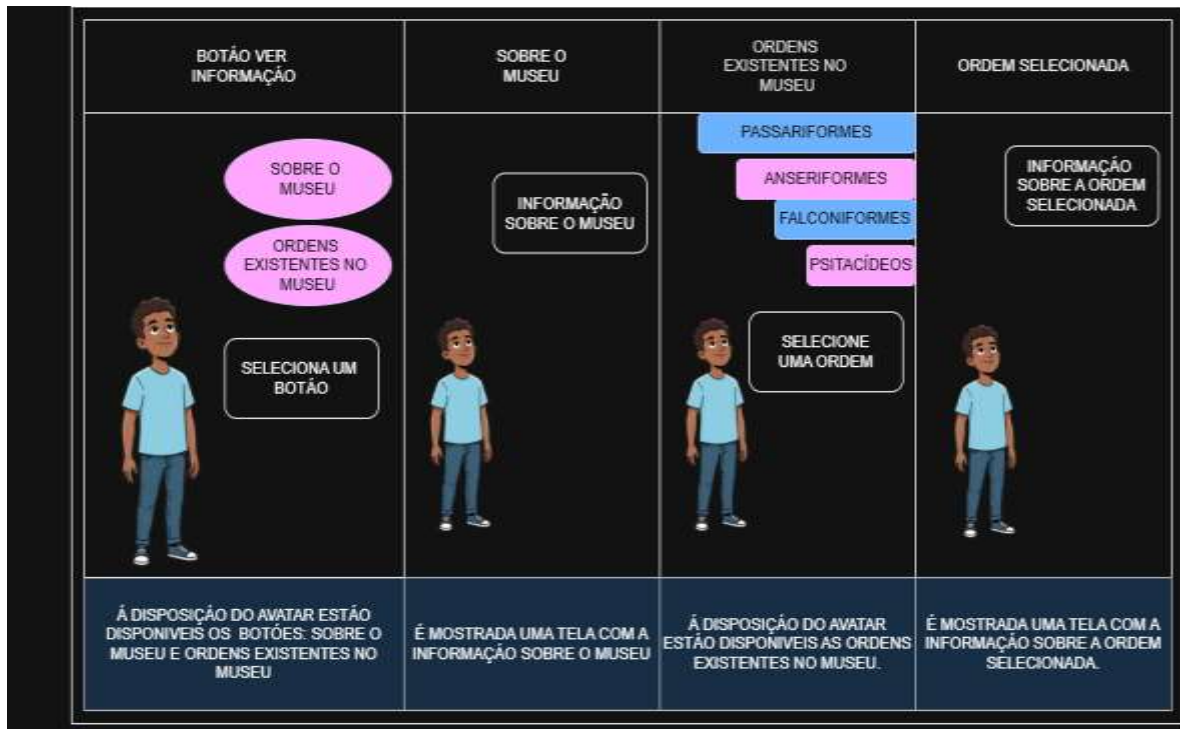


Figura 5:Storyboard 2

Fonte: Autores

Cenário 3: O avatar aparece no interior de “Museu” e, se caminhar um pouco, aproximando-se à porta de uma sala automaticamente lhe será mostrado uma tela com informações sobre a designação da sala “nome da ordem”. Segundos depois a tela de informação desaparecerá, o avatar estará no interior da sala, ao se aproximar e colidir com uma ave terá à sua disposição informações sobre a ave com a qual colidiu.

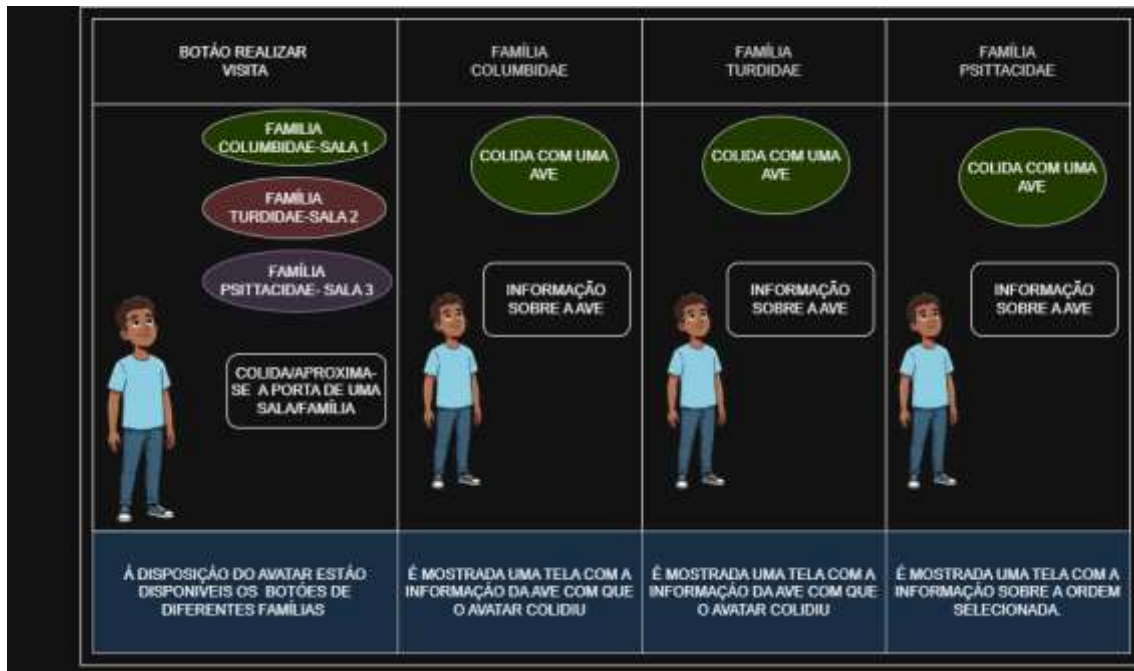


Figura 6:Storyboard 3

Fonte: Autores

2.5 DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO

2.5.1 SELECÇÃO DAS TECNOLOGIAS

Foram utilizadas duas tecnologias para a Desenvolvimento do Mundo virtual, que permitiram agilidade no desenvolvimento do Software.

Unity

O Unity 3D é um motor de Jogos, ele pode criar experiências (AV) e (RA), poderosas e eficientes. O Unity 3D tem uma API de script C# (Lê-Se C Sharp) e integração com o Visual Studio (Unity, UNITY DOCUMENTATION ., 2024).

Segundo Van-Dick (2020), o Unity, fornece aos desenvolvedores um ambiente poderoso e essencial para para criar Jogos e simulações em diferentes plataformas com um único código-base. Essa característica é fundamental no contexto de mundos virtuais, pois permite a criação de experiências imersivas com maior agilidade e flexibilidade.

No presente trabalho, o Unity 3D será utilizado como instrumento de realidade virtual para cenários Tridimensional.



Figura 7:Tela inicial do Unity 3D

Fonte: Autores

SketchUp

Também conhecido como Sketch Master, é um software de modelagem Computacional que permite incorporar soluções de design em 3D, o SketchUp é rápido para Modelar e fácil de aprender, permitindo que o utilizador domine suas funcionalidades em pouco tempo (Li, et al., 2024).

No SketchUp, o desenho gráfico é realizado utilizando ferramentas básicas como **seleccionar, apagar, linha, arco, formas** (Rectângulo, rectângulo rotacionado, círculo e poligono), **empurar e puchar, (push/pull), deslocamento(offset), mover, girar, escalar,medir, texto, material, visualização envolvente (wrap-around), panorâmica (pan)**, entre outras. Essas ferramentas estão disponíveis nas barras de ferramentas localizadas na parte superior direita da interface. O mesmo autor afirma ainda que a apresentação 3D no SkethUp é baseada em três eixos principais, Vermelho, verde e Azul que representam os eixos X, Y e Z. O desenho é construído directamente sobre o plano horizontal formado pelos eixos Vermelho e verde (Li, et al., 2024).

No presente trabalho, o SketchUp foi utilizado para criar objectos 3D, como a estrutura do Museu e os elementos que as compõem fundamentalmente desde as janelas, vidros e tetos.

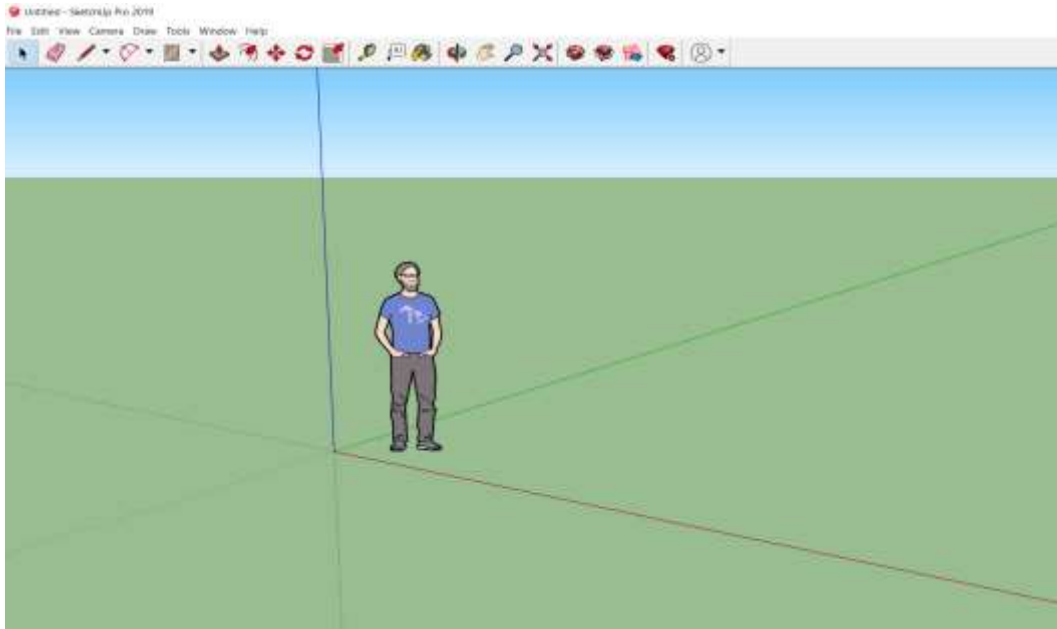


Figura 8:Tela inicial do SketchUp

Fonte: Autores

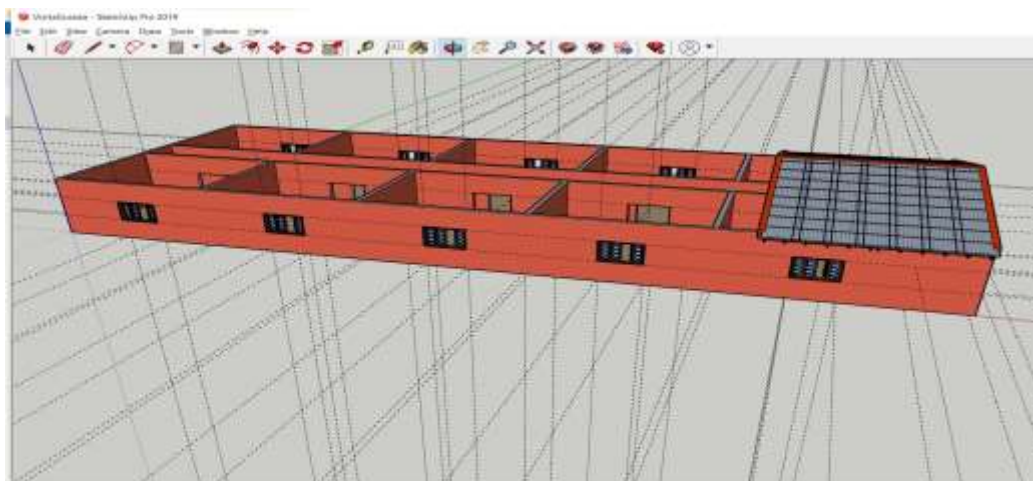


Figura 9:Estrutura do Museu Virtual Modelada no SketcUP

Fonte: Autores

Na figura 4, podemos observar a estrutura de um museu com os seguintes elementos: o tecto, as janelas e os vidros.

Linguagem de Programação C#

C# é uma linguagem de programação desenvolvida pela Microsoft no início dos anos 2000 como parte da plataforma .Net.

Segundo Sharp (2014), o C# é uma linguagem poderosa e simples, voltada principalmente para os desenvolvedores que criam aplicativos com a Microsoft.Net framework, ela herda grande parte dos melhores recursos do C++ e Microsoft Visual Basic e pouco da inconsistências e anacronismos, resultando em uma linguagem mais limpa e logica.

No presente trabalho, utilizou-se a linguagem C# para criação de scripts, fundamentais para definir a lógica, as regras e o comportamento do Mundo Virtual, cujo finalidade é, transformar cenários estáticos, num ambiente dinâmico.

```
1 using UnityEngine;
2 using System.Collections;
3
4 public class LivingBirdsDemoScript : MonoBehaviour {
5     public lb_BirdController birdControl;
6     public Camera camera1;
7     public Camera camera2;
8
9     Camera currentCamera;
10    bool cameraDirections = true;
11    Ray ray;
12    RaycastHit[] hits;
13
14    void Start(){
15        currentCamera = Camera.main;
16        birdControl = GameObject.Find ("_livingBirdsController").GetComponent<lb_BirdController>;
17        SpawnSomeBirds();
18    }
19
20    // Update is called once per frame
21    void Update () {
22        if(Input.GetKey (KeyCode.D) || Input.GetKey (KeyCode.RightArrow)){
23            camera1.transform.localEulerAngles += new Vector3(0.0f,90.0f,0.0f)*Time.deltaTime;
24        }
25        if(Input.GetKey (KeyCode.A) || Input.GetKey (KeyCode.LeftArrow)){
26            camera1.transform.localEulerAngles -= new Vector3(0.0f,90.0f,0.0f)*Time.deltaTime;
27        }
28        if(Input.GetMouseButtonDown(0)){
29            ray = currentCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);
30            hits = Physics.RaycastAll (ray);
31            foreach(RaycastHit hit in hits){
32                if (hit.collider.tag == "lb_bird"){
33                    hit.transform.SendMessage ("KillBirdWithForce",ray.direction*500);
34                    break;
35                }
36            }
37        }
38    }
39 }
```

Figura 10: Código fonte

Fonte: Autores

```

40 void OnGUI() {
41     if (GUI.Button(new Rect(10, 10, 150, 50), "Pause"))
42         birdControl.SendMessage("Pause");
43
44     if (GUI.Button(new Rect(10, 70, 150, 30), "Scare All"))
45         birdControl.SendMessage("AllFlee");
46
47     if (GUI.Button(new Rect(10, 110, 150, 50), "Change Camera"))
48         ChangeCamera();
49
50     if (GUI.Button(new Rect(10, 170, 150, 50), "Revive Birds"))
51         birdControl.BroadcastMessage("Revive");
52
53
54     if(cameraDirections){
55         GUI.Label (new Rect (170, 10, 1014, 20), "version 1.1");
56         GUI.Label (new Rect (170, 30, 1014, 20), "USE ARROW KEYS TO PAN THE CAMERA");
57         GUI.Label (new Rect (170, 50, 1014, 20), "Click a bird to kill it, you monster.");
58     }
59 }
60
61 IEnumerator SpawnSomeBirds(){
62     yield return 2;
63     birdControl.SendMessage ("SpawnAmount",10);
64 }
65
66 void ChangeCamera(){
67     if(camera2.gameObject.activeSelf){
68         camera1.gameObject.SetActive(true);
69         camera2.gameObject.SetActive(false);
70         birdControl.SendMessage("ChangeCamera",camera1);
71         cameraDirections = true;
72         currentCamera = camera1;
73     }else{
74         camera1.gameObject.SetActive(false);

```

```

74         camera1.gameObject.SetActive(false);
75         camera2.gameObject.SetActive(true);
76         birdControl.SendMessage("ChangeCamera",camera2);
77         cameraDirections = false;
78         currentCamera = camera2;
79     }
80 }
81 }
82

```

2.5.2 Integração dos Objectos 3D no Unity

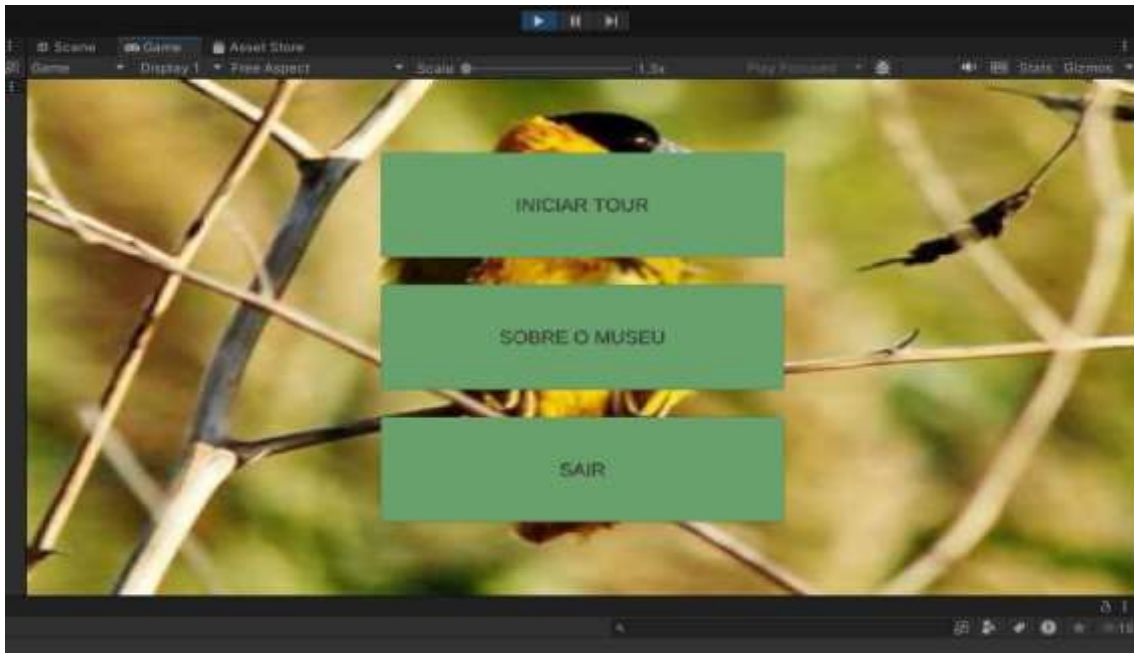


Figura 11:Menu do Utilizador

Fonte: Autores

Na figura 5, podemos ver o menu do utilizador integrado no Unity, com as seguintes opções: INICIAR TOUR, SOBRE O MUSEU e SAIR.

A opção Tour leva o utilizador a uma visita guiada pelo museu, a opção Sobre Museu, fornece ao utilizador informações precisas sobre o mesmo e a opção sair.

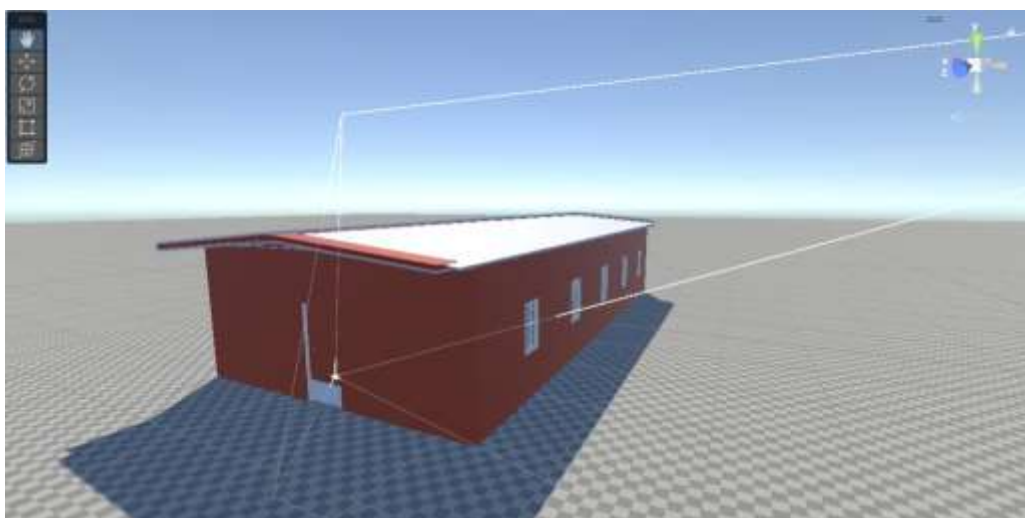


Figura 12:Estrutura do Museu Virtual integrada no Unity

Fonte: Autores

Na figura 6 vemos claramente a estrutura do Museu Virtual integrada no Motor de Jogos Unity.



Figura 13: Avatar no interior do Museu

Fonte: Autores

A figura 7 ilustra a presença do avatar dentro do museu para uma visita guiada.



Figura 14: Avatar no interior de uma sala de exposição

Fonte: Autores



Figura 15: Avatar no interior de outra sala de exposição

Fonte: Autores



Figura 16: Avatar no interior de outra sala de exposição

Fonte: Autores

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Conclusões Gerais

Quanto ao primeiro objectivo “Analisar as condições actuais de acessibilidade e preservação do museu de ornitologia do ISCED-Huíla”, foi alcançado através do questionário aplicado, consistindo na recolha, análise e interpretação dos dados. Com estes dados conclui-se que o museu de ornitologia do ISCED-Huíla para alcançar os seus verdadeiros objectivos, que são de educar e promover conteúdos sobre aves precisa virtualizar o mesmo.

Em relação ao Segundo objectivo “Fundamentar Teoricamente sobre o Impacto dos Mundos Virtuais na melhoria da acessibilidade e da preservação da integridade física dos museus”, foi alcançado no primeiro capítulo durante a fundamentação teórica, onde colheu-se opiniões de vários autores referentes assuntos relacionados:

Importância dos museus virtuais 3D na preservação dos museus, Acessibilidade museológica com (AR) e (VR), ferramentas e softwares para a criação de ambientes 3D, Mundo Virtual 3D, Realidade Aumentada (AR) E Virtual (VR) no contexto Museológico, Metaverso e Aplicações Educativas e Culturais dos Mundos Virtuais. Conclui-se que as ferramentas de RV e RA são de extrema importância para o processo de ensino e aprendizagem em várias áreas especialmente no desenvolvimento de ambientes virtuais e o Unity tem sido a ferramenta de grande destaque para a implementação destas tecnologias.

O terceiro objectivo “Identificar as Tecnologias e ferramentas necessárias para a implementação de mundos virtuais 3D no museu de ornitologia”, foi alcançado através de uma consulta exaustiva de vários artigos, os mesmos apostaram o Unity 3D e SketchUp como as ferramentas que mais se adequam as necessidades do trabalho quanto a implementação de mundos virtuais 3D no museu de ornitologia.

O quarto objectivo “**Modelar e Criar o Mundo virtual 3D**” foi alcançado com a criação do protótipo de um Mundo Virtual, simulando a estrutura de um ambiente museológico, integrando vários objectos 3D criados no SketchUp e posteriormente importados para Unity 3D.

Sugestões

O desenvolvimento de qualquer projecto acarreta em si grandes desafios, e muitas das vezes não são alcançados num determinado horizonte temporal, ficando aspectos por resolver, por causa das limitações técnicas e temporais, assim sendo para que a implementação do museu virtual de Ornitologia tenha sucesso.

Tendo em conta que o presente projecto avançou até a segunda etapa do modelo de prototipagem evolutiva (EPM), correspondente levantamento de requisitos e desenvolvimento do protótipo funcional, recomenda-se que investigações futuras prossigam com as etapas subsequentes do modelo, de forma a completar o ciclo de desenvolvimento e consolidar a solução proposta.

Em primeiro lugar sugere-se que futuros trabalhos se dediquem à **etapa 3: aperfeiçoar o protótipo**. Esta fase deverá contemplar a integração de funcionalidades adicionais, a correcção de eventuais limitações identificadas, bem como a optimização da interface e da experiência do utilizador. Recomenda-se ainda a recolha sistemática de feedbacks de especialistas e utilizadores alvos, permitindo que o protótipo seja refinado de forma iterativa, assegurando maior estabilidade, usabilidade e aderência aos requisitos reais.

Em segundo lugar, recomenda-se que investigações posteriores avancem para a **etapa 4: testar e validar o protótipo**, uma fase essencial para aferir a eficácia, a fiabilidade e o desempenho da solução desenvolvida. Esse trabalho poderá incluir a realização de testes de usabilidade, testes funcionais de validações comparativas com outras soluções existentes, adicionalmente, a validação junto do publico alvo e de especialistas da área permitira confirmar a adequação do protótipo às necessidades identificadas, contribuindo para garantir a qualidade e a sustentabilidade da solução final.

Como sugestões adicionais o Instituto Superior de Ciências da Educação da Huíla precisa ter em conta os seguintes aspectos:

- Ter uma equipa multidisciplinar para resolver as questões técnicas, isto é, garantir a manutenção do software e melhoramento na questão do scâner dos espécimes;

- Implementação de um sistema de chat local;
- Propor a implementação.

BIBLIOGRAFIA

- Díaz, J. E., Saldaña, C. A., & Avila, C. A. (2020). *Virtual World as a Resource for Hybrid Education*. learn tech lib. doi:<https://doi.org/10.3991/ijet.v15i15.13025>
- Lonkhuijzen, D. M., de Vargas, I. A., Zanon, A. M., & Wiziack, S. d. (2022). Educação Ambiental e museus: janelas epistemológicas do passado, presente e futuro. doi:[10.20435/inter.v23i3.3435](https://doi.org/10.20435/inter.v23i3.3435)
- Mah, O. B., Yan, Y., Tan, J. S., Tan, Y.-X., Tay, G. Q., Chiam, D. J., . . . Feng, C.-C. (2019). *Generating a virtual tour for the preservation of the (in) tangible cultural heritage of Tampines Chinese Temple in Singapore*. Journal of Cultural Heritage. doi:<https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.04.004>
- Trunfio, Mariapina, Jung, Timothy, Campana, & Salvatore. (2022). *Mixed reality experiences in museums: Exploring the impact of functional elements of the devices on immersive experiences and post-experience behaviours*. . Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/j.im.2022.103698>
- Aiello, D., Fai, S., & Santagati, C. (2019). *VIRTUAL MUSEUMS AS A MEANS FOR PROMOTION AND ENHANCEMENT OF CULTURAL HERITAGE*. The International Archives of the Photogrammetry. doi:<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-33-2019>
- Almeida. (2022). *Potentials of game engines for wind power*. Denmark: From Energy Informatics.Academy Conference 2022 (EI.A 2022). doi:<https://doi.org/10.1186/s42162-022-00227-2>
- Anderson, B. (05 de Agosto de 2023). Obtido de <https://statorials.org/pt/amostragem-probabilistica/>
- Ariyana, R. Y., Susanti, E., & Haryyani, P. (28 de Junho de 2022). Rancangan Storyboard Aplikasi Pengenalan Isen-Isen Batic Barbasis Multimedia interaktif. doi:[10.55123/insoligi](https://doi.org/10.55123/insoligi)
- Bessa. (2019). *Os mundos virtuais, a realidade aumentada, a realidade atual e os metaversos*. Brasil: Revista prociências. doi:[Doi 10.15210/prociencias.v7i1.27523](https://doi.org/10.15210/prociencias.v7i1.27523)
- Bos, A., Bernardi, G., Muller, F., Prestes, L. P., Zaro, M., & Pizzato, M. (2018). Agentes Conversacionais: Desenvolvimento de uma Aplicação. doi:[10.5753/cbie.wcbie.2018.1069](https://doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2018.1069)
- Campos, L. (2023). DETERMINAÇÃO DE PADRÕES PARA CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE OPERAÇÃO . 54.
- Canabarro. (2021). Potentials of game engines for wind power. doi:<https://doi.org/10.1186/s42162-022-00227-2>
- Carmo, H., & Ferreira, M. (2008). Metodologia da Investigação : Guia para Auto-Aprendizagem.

- Chalmers. (2022). *Reality+: Virtual Worlds and the Problems of Philosophy*. w.w. Norton & Company. New York: <https://consc.net/reality>.
- Cho, Y., & kim, J. (28 de 11 de 2022). A STUDY ON THE COMPARISON OF DE VIRTUAL REALITY DEVELOPMENT ENVIRONMENT IN UNITY AND UNREAL ENGINE 4. doi:10.15701/kcgs.2022.28.5.1
- Cimer, B. S., & Kadłuczka, A. (2022). *Virtual Museum. Museum of the Future?* Technical Transactions. doi:<https://doi.org/10.37705/TechTrans/e2022004>
- Freire, K., Sales, L., & Sayão, L. (2020). CURADORIA DIGITAL NO CONTEXTO ARTÍSTICO E CULTURAL :POSSIBILIDADES DE REUSO DE DADOS DE ARTE. doi:DOI: <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2020.e74280>
- Gaia, G., Boiano, S., Bowen, J. P., & Borda, A. (2020). *Museum Websites of the First Wave: The rise of the virtual museum*. Proceedings of EVA London 2020 (EVA 2020). doi:<http://dx.doi.org/10.14236/ewic/EVA2020.4>
- Gervásio, J. S., & Ndala, M. F. (2022). MUNDO VIRTUAL PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE REDES COMPUTADORES NO ISCED-HUILA.
- Guimarães, P. (2012). Métodos Quantitativos Estatísticos.
- Henriques, R., & de Lara, L. F. (2021). Os Museus Virtuais e a Pandemia do Covid19: a experiência do Museu da Pessoa. doi:10.26512/museologia.v10iEspecial.35924
- Hernández, R. F., Guerrero, T. V., & Muiña, F. G. (2021). *Online reputation and user engagement as strategic resources of museums*. <https://www.tandfonline.com/loi/rmmc20>. doi:<https://doi.org/10.1080/09647775.2020.1803114>
- Júnior, A. (2008). GLOBALIZAÇÃO E ESTADO NACIONAL: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.
- Junior, W. R., Brito, L. C., & Thomé, Z. R. (2022). *Os museus virtuais enquanto campo de conhecimento na formação inicial do pedagogo*. RBEP. doi:<https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.103i265.5160>
- Lewi, H., Smith, W., Lehn, D. V., & Cooke, S. (2021). *The Routledge International Handbook of New Digital*. Routledge. doi:<https://www.routledgehandbooks.com/doi/10.4324/9780429506765-4>
- Li, B., Pang, H., & Tian, H. (2024). Digital Intelligent Design of Interior Solutions: Exploring Embedded System For SketchUp Modeling. doi:DOI :<https://doi.org/10.14733/capadaps.2024.s8.146-165>
- Lima, G. A., & Mezzomo, I. (2024). Simulação do Cálculo de Paridade da Consulta Informal para Reitor(a) da UFERSA: Amostragem e Análise de Dados.
- Loannidis, S. A., & Kontis, A. P. (2023). *The 4 Epochs of the Metaverse*. Journal of Metaverse. doi:Doi: 10.57019/jmv.1294970

- Martins, A. S., Azevedo, A. d., Oliveira, L. S., Fiirst, W. G., de Souza, S. S., & Lima, F. P. (29 de Abril de 2022). Utilização da realidade virtual para ensino de informática através de um museu virtual sobre a evolução dos computadores. doi: 10.34117/bjdv8n5-510
- Mazzetto, S. (2024). *Integrating Emerging Technologies with Digital Twins for Heritage Building Conservation: An Interdisciplinary Approach with Expert Insights and Bibliometric Analysis*. Heritage. doi:https://doi.org/10.3390/heritage7110300
- Montes, C. E. (2014). Metodología de investigación investigación .
- Oliveira, A. (2008). TESTES ESTATÍSTICOS PARA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS.
- Pandey, P., & Pandey, M. (2015). Metodologia de pesquisa: Ferramentas e técnicas.
- Portella, C. P., Freitas, V. G., & Santo, A. C. (30 de Agosto de 2024). METAVERSES AND THEIR CHALLENGES IN EDUCATION. doi:10.54751/revistafoco.v17n9-062
- Radianti, J., Majchrzak, T., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). *A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda*. Science Direct. doi:https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778
- Ramos, R., & Júnior, W. (2024). REALIDADE VIRTUAL NA EDUCAÇÃO: Fundamentos, Dispositivos, Aplicações e Inovação no Ensino.
- Ribeiro, C. (2021). *Potentials of game engines for wind power*. Denmark: Vejle, Denmark. doi:https://doi.org/10.1186/s42162-022-00227-2
- Ribeiro, I. (03 de Abril de 2023). Um olhar contemporâneo sobre a importância da gestão como elemento de preservação do patrimônio museológico universitário.
- Sandy, D. D. (23 de Março de 2023). Visita virtual ao museu nacional: o uso da tecnologia na preservação da memória e fortalecimento da identidade brasileira.
- Santos, A. P., Vieira, F. M., & Souza, I. S. (2024). METaverse COUPLING IN EDUCATION: an experience with the. doi:http/doi.org/10.18817/vjshr.v3i2.60
- Sasha, B., & Kurt, S. (2009). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. doi:http://dx.doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1
- Schweibenz, W. (2019). *The virtual museum: an overview of its origins, concepts, and terminology*. The Museum Review. Obtido de www.TheMuseumReview.org
- Sharp, J. (2014). *Microsoft Visual C# 2013 Passo a Passo*. BOOKMAN.
- Silva, A. C., & da Silva, A. I. (11 de Fevereiro de 2024). ESPAÇOS URBANOS, MEMÓRIA E PATRIMÔNIO: OS MUSEUS VIRTUAIS CONTRIBUINDO COM A PRESERVAÇÃO E SALVAGUARDA NA ATUALIDADE. doi:10.25247/hu.2023.v10n20.p136-157

- Tinoca, L., Piedade, J., Santos, S., Pedro, A., & SaraGomes. (2022). Design-Based Research in the Educational Field: A Systematic Literature Review. doi:<https://doi.org/10.3390/educsci12060410>
- Trunfio, M., Jung, T., & Campana, S. (2022). *Mixed reality experiences in museums: Exploring the impact of functional elements of the devices on visitors' immersive experiences and post-experience behaviours*. Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/j.im.2022.103698>
- Tserklevych, V., Prokopenko, O., Goncharova, O., Horbenko, I., Fedorenko, O., & Romanyuk, Y. (2021). *Virtual Museum Space as the Innovative Tool for the Student Research Practice*. International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET). doi:<https://doi.org/10.3991/ijet.v16i14.22975>
- Unity. (2024). *UNITY DOCUMENTATION* . Obtido de <https://docs.unity3d.com/Manual>
- Unity. (2024). *UNITY DOCUMENTATION* . Obtido de <https://docs.unity3d.com/Manual>
- Unreal, e. (2022). *For architecture, real estate, and the built environment*. Obtido em AGOSTO de 2022, de [https:// www. unrea lengi ne. com/ en- US/](https://www.unrealengine.com/en-US/)
- Van-Dijck. (2019). *Metaversos y mundos virtuales, una alternativa a la*. España: Centro Universitario San Isidoro, España. doi:DOI: <https://doi.org/10.14201/fjc.28287>
- Vilela, J. P., Lopes, R. F., & Lima, F. (24 de 03 de 2021). 3D MODELING OF HISTORIC BUILDINGS: THE INFLUENCE OF LOD IN THE VIRTUAL RECONSTRUCTION PROCESS. doi:<https://doi.org/10.11606/gtp.v16i3.174398>
- Xu, J., & Pan, Y. (2024). *The Future Museum: Integrating Augmented Reality (AR) and* . Journal of Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing, and Dependable Applications (JoWUA). doi:10.58346/JOWUA.2024.13.025
- Zhang, X., Lv, S., Xu, M., & Mu, W. (19 de Março de 2010). Applying evolutionary prototyping model for eliciting system requirement of meat traceability at agribusiness level. doi:10.1016/j.foodcont.2010.03.020
- Zheng Ma, J. V., & Jørgensen, B. N. (2022). Potentials of game engines for wind power digital twin development: an investigation of the Unreal Engine. doi:<https://doi.org/10.1186/s42162-022-00227-2>

APÊNDICES



**Instituto Superior de Ciências de Educação ISCED-HUÍLA
ISCED-HUÍLA**

Inquérito por questionário para recolha e obtenção de dados

Com os melhores cumprimentos

Solicitamos encarecidamente a sua colaboração na análise e preenchimento do seguinte questionário por questionário no âmbito da elaboração do trabalho intitulado “**MUNDO VIRTUAL 3D PARA O MUSEU DE ORNITOLOGIA DO ISCED-HUÍLA**” como requisito mínimo para a obtenção do grau de licenciatura em Informática Educativa. Pretende-se com este questionário, obter opiniões sobre aspectos ligados ao tema. Comprometemo-nos a respeitar o ANONIMATO e a CONFIDENCIALIDADE dos dados, apenas para estudos académicos, pelo que a identidade será sempre salvaguardada.

Agradecemos desde já a sua colaboração e sinceridade nas respostas.

1- Com que frequência visita o museu de ornitologia do ISCED-Huíla?

Algumas vezes

Frequentemente

2- Quão fácil é para você acessar o museu de ornitologia do ISCED-Huíla?

Muito fácil

Difícil

Fácil

Muito fácil

3- Teria interesse em visitar uma versão Virtual /3D do Museu De (Aves) ornitologia do ISCED-Huíla?

Nenhum Interesse

Pouco Interesse

Muito Interesse

4- Considera que o museu Virtual de (Aves) Ornitologia do ISCED-Huíla, facilitaria o acesso a educação para mais pessoas?

Não

Sim

5- Na tua visão o Museu de (Aves) Ornitologia permite o acesso de pessoas com mobilidade reduzida?

Não

Sim

6- A existência de um Museu virtual de (Aves) Ornitologia pode reduzir os riscos de saúde causados pelos químicos usados na conservação dos espécimes?

Não

Sim

7- Em que medida acha que o museu virtual de (Aves) Ornitologia do ISCED-Huíla pode contribuir para a conservação das aves?

Nada

Pouco

Moderadamente

Muito

8- Gostaria que o Museu Virtual de (Aves) Ornitologia do ISCED-Huíla fosse acessível em:

Óculos de Realidade Virtual

Telemóvel/Tablet

Computador

9- Quais seriam as suas principais motivações para visitar o museu virtual?

Dificuldade em visitar o espaço físico

Conhecimento de espécies de aves

Curiosidade

Educação