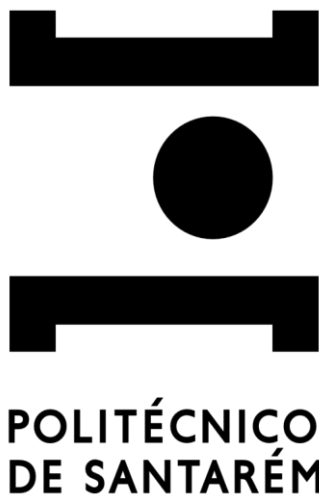


Formação em Contexto de Trabalho
INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM
Escola Superior de Educação de Santarém



e-Lounge: Desenvolvimento, programação e modulação 3D de ambientes web
imersivos no Ensino Superior / Instituto Politécnico de Santarém

Relatório Intermédio de Estágio

Curso Técnico Programador de Informática

João Pedro Lopes Pais de Andrade

Orientação:

Sandra Crucho (*Professor Orientador*)

Ana Loureiro (*Monitor da FCT*)

Santarém, 18/07/2025

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão a todos quantos tornaram possível a realização deste estágio. Em primeiro lugar, agradeço à Prof.^a Ana Loureiro pelo apoio e pela oportunidade de integrar este projeto, sempre dedicada e excecional.

À UEDIPP, o meu sincero reconhecimento por me receber de braços abertos e por proporcionar um ambiente de trabalho colaborativo e inspirador. Obrigado por todo o apoio prestado sempre que dele necessitei e pela contribuição decisiva para o meu desenvolvimento.

À minha colega de estágio, Diana Santos, agradeço pela parceria diária, pelo entusiasmo partilhado nas tarefas e pelo constante incentivo nas dificuldades. Foste a minha grande companheira e amiga ao longo desta experiência, e sinto-me profundamente grato por tudo.

Por fim, o meu agradecimento especial ao Getúlio Elias: foste tu quem me introduziu ao projeto, ensinou-me a utilizar o Blender e apoiou-me sempre que precisei, mesmo sem qualquer tipo de obrigação. Mesmo já tendo concluído o teu próprio estágio, ofereceste sempre o teu tempo e conhecimento, tornando-te o verdadeiro pilar deste projeto. Sou imensamente grato pela tua disponibilidade e, acima de tudo, pela tua amizade.

A todos vós, o meu mais sincero obrigado.

ACRÓNIMOS/SIGLAS

3D – Três Dimensões

AVA – Ambientes Virtuais de Aprendizagem

EaD – Ensino a Distância

ESAS – Escola Superior Agrária de Santarém

ESDRM – Escola Superior de Desporto de Rio Maior

ESES – Escola Superior de Educação de Santarém

ESGTS – Escola Superior de Gestão e Tecnologia de Santarém

ESSS – Escola Superior de Saúde de Santarém

FCT – Formação em Contexto de Trabalho

GPU – *Graphics Processing Unit*

IPSantarém – Instituto Politécnico de Santarém

LOD – *Level Of Detail*

RV – Realidade Virtual

UEDIPP – Unidade de Ensino a Distância e Inovação nas Práticas Pedagógicas

UTAUT – Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia

VRC – *Virtual Reality Component*

VRChat – *Virtual Reality Chat* (Plataforma de Mundo Virtual)

VRML – Linguagens para Modelagem de Realidade Virtual

RESUMO

Este relatório descreve as atividades que desenvolvi durante o meu estágio do curso Técnico de Programador de Informática da Escola Secundária Ginestal Machado, na Unidade de Ensino à Distância e Inovação nas Práticas Pedagógicas (UEDIPP) do Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior de Educação de Santarém (ESES). Reflete o trabalho que eu e a minha colega Diana Santos executámos para transformar o e-Lounge num ambiente virtual de convívio e estudo totalmente funcional no *Virtual Reality Chat (VRchat)*, leve, estável e verdadeiramente interativo. Partindo do protótipo legado e idealizado por Getúlio Elias, reestruturámos por completo o espaço no *Unity* — desde a forma de importar modelos do *Blender* até à disposição dos cenários — para garantir uma performance consistente, seja em computador ou no *Meta Quest*. Reconstruímos o plano de água “falsa” usando o *pipeline built-in* (o método interno do VRChat/Unity para processar gráficos sem suporte a renderizadores externos), vencendo um dos nossos maiores obstáculos, e integrámos *light probes* e *reflection probes* (pontos de amostragem de luz que tornam a iluminação mais realista sem pesar no desempenho) para eliminar fugas de luz, mantendo as áreas sempre bem iluminadas sem sacrificar a fluidez de frames. Simultaneamente, transformámos a biblioteca num espaço mágico e dinâmico: criámos objetos *bobbing* (movimento de “balanço” suave para simular flutuações) — livros que flutuam e velas que se elevam suavemente — e desenvolvemos um *script* que altera, em tempo real, a disposição das salas, sempre com sincronização rigorosa entre todos os utilizadores. No *Blender*, corrigi a orientação de milhares de faces e recolori mais de 2 000 capas de livros, garantindo que cada estante tivesse identidade própria sem sobrecarregar o motor de *render*, além de otimizar todos os materiais para reduzir o peso na *GPU (Graphics Processing Unit)* e nos ficheiros importados. Programámos também um sistema de limites de mapa e zonas proibidas, para que ninguém se perdesse — ou ultrapassasse fronteiras invisíveis — durante as sessões de estudo ou convívio. A interatividade ganhou novas dimensões com o arco funcional criado pela Diana e o *script* que desenvolvi, bem como com a modelação e programação de uma cana de pesca feita por mim. Adicionámos ainda um objeto que troca o *skybox* (a imagem de fundo que envolve todo o mundo 3D) conforme o humor e gosto pessoal, e pedestais de avatar onde cada utilizador exhibe o seu emblema com orgulho, escolhendo o personagem que preferir. Para tornar os objetos “pegáveis”, implementei o sistema *VR Pickup* em todas as peças interativas e um mecanismo automático de “reset” que devolve os itens ao local original após um período de inatividade, mantendo o cenário organizado mesmo após várias sessões.

Nas áreas de lazer, programei um tablet e projetores personalizados com o logótipo do Politécnico de Santarém, capazes de reproduzir vídeos do YouTube, Google Drive, GitHub, *livestreams* e partilhas de ecrã em tempo real. A discoteca possui um menu para a comunidade escolher as músicas; as luzes e a bola de espelhos reagem ao ritmo da música, a pista muda de cor em sintonia com as batidas, e um script de teletransporte permite deslocações instantâneas entre zonas. Implementámos ainda um “*BallSpawner*” para lançar cocos e um sistema de “*reset*” de latas para o jogo de tiro ao alvo — embora este mini-jogo seja interessante, devido a limitações de performance precisa de revisão futura ou possível substituição. No fim, o e-Lounge deixou de ser um mero protótipo para se tornar num espaço robusto e polido, onde cada detalhe — desde a reflorestação do mapa para otimização até aos scripts de controlo no projeto e LOD (*Level of Detail*, técnica que reduz o nível de detalhe de objetos distantes para melhorar desempenho) — foi pensado para funcionar de forma fiável e colaborativa. Tudo foi concebido para facilitar a continuação posterior do projeto, conferindo-lhe sustentabilidade. Este estágio ensinou-me a ultrapassar desafios de *pipeline*, modelação 3D em *Blender*, a conceber interatividade criativa e, acima de tudo, a desenvolver a *soft skill* mais importante: a capacidade de resolver problemas.

Palavras-chave: VrChat, Unity, Blender, Meta Quest, Pipeline Built-in, Otimizações, Socialização

Índice

AGRADECIMENTOS.....	II
ACRÓNIMOS/SIGLAS.....	III
RESUMO.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	VII
INTRODUÇÃO.....	1
ENQUADRAMENTO TEÓRICO	2
DIAGNÓSTICO	6
DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO DE ESTÁGIO.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
ANEXO 1 – GUIA DO MUNDO.....	ii
ANEXO 2 – MELHORIAS E PROPOSTAS	xi

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 – E-Lounge</i>	<i>2</i>
<i>Figura 2 - Pedagogical framework—iVRPM: Immersive Virtual Reality Pedagogical Model.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 3 – Fluxograma das etapas de trabalho.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4 – Aprendizagem em Blender da Tie Fighter.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 5 – Utilização da ferramenta Paint Trees e reposicionamento de objetos</i>	<i>11</i>
<i>Figura 6 – Segunda publicação de testes</i>	<i>11</i>
<i>Figura 7 – Arco e flecha em U#</i>	<i>12</i>
<i>Figura 8 – Modelação e Programação de uma cana de pesca</i>	<i>12</i>
<i>Figura 9 – Figura composta por duas imagens da modelação das picaretas</i>	<i>13</i>
<i>Figura 10 – Tentativa de converter materiais e Shaders em URP.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 11 – Outra tentativa com outra Pipeline</i>	<i>13</i>
<i>Figura 12 – Processo de conversão através da Unity</i>	<i>14</i>
<i>Figura 13 – A verificar o Call Stacks dos mais de 2000 livros da biblioteca</i>	<i>14</i>
<i>Figura 14 – Um simples erro de assets que solucionei</i>	<i>15</i>
<i>Figura 15 – Problemas de texturas e importação.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 16 – Interface de vídeos</i>	<i>15</i>
<i>Figura 17 – Tablet e Visual da Biblioteca</i>	<i>15</i>
<i>Figura 18 – Livros da biblioteca</i>	<i>16</i>
<i>Figura 19 – Configuração do Skybox Procedural no Shader Graph.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 20 – Início da modelação do barco</i>	<i>17</i>
<i>Figura 21 – Acampar, e cozinhar marshmallows na fogueira</i>	<i>17</i>
<i>Figura 22 – Zona de piquenique e convívio</i>	<i>17</i>
<i>Figura 23 – Referência e asset</i>	<i>18</i>
<i>Figura 24 – Resultado Final, considerando a música, mudança de cores da pista de dança e luzes</i>	<i>18</i>
<i>Figura 25 – Futura zona, jangada, scripts e simulação de água “falsa”</i>	<i>19</i>
<i>Figura 26 – Zona de escolha de avatares.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 27 – Tabela de Erros e Problemas.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 28 – Resultado final, zona inicial.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 29 – Resultado final, biblioteca</i>	<i>22</i>
<i>Figura 30 – Resultado final, praia</i>	<i>22</i>
<i>Figura 31 – Resultado final, discoteca</i>	<i>23</i>

<i>Figura 32 – Resultado final, piquenique</i>	23
<i>Figura 33 – Resultado final, zona acampamento</i>	23
<i>Figura 34 – Resultado final, zona de avatares</i>	24

INTRODUÇÃO

Este documento, intitulado “e-Lounge: Desenvolvimento, Programação e Modelação 3D de Ambientes Web Imersivos no Ensino Superior / Instituto Politécnico de Santarém”, apresenta o relatório da minha Formação em Contexto de Trabalho / estágio curricular enquanto estudante do profissional, Técnico Programador de Informática na Escola Secundária Ginestal Machado, realizado na Unidade de Ensino à Distância e Inovação nas Práticas Pedagógicas (UEDIPP) do Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior de Educação de Santarém. Cheguei à UEDIPP no dia 14 de maio, às 9:30 h, sem grande conhecimento prévio do funcionamento interno da unidade — apenas com a ideia vaga de trabalhar em “jogos didáticos”. Fui recebido pelo professor Rui Lopes na sala B004 (corredor verde), onde me foram apresentados os restantes membros: Diogo Dionísio, Maria Eduarda Baptista e Getúlio Elias. O Getúlio conduzia então a fase inicial do projeto e Lounge, um espaço virtual integrado no e Campus destinado à interação e socialização de toda a comunidade académica. Apesar de já ter concluído o seu estágio, continuou a oferecer apoio técnico e orientação a mim e a Diana Santos (colega de estágio da Ginestal Machado). A UEDIPP surgiu-me como o contexto ideal para aprofundar não só os conhecimentos técnicos adquiridos ao longo do curso — em *Unity*, *UdonSharp* e modelação 3D com *Blender* — mas também as competências de trabalho em equipa e gestão de projetos. Inserido numa iniciativa que visa consolidar o Politécnico de Santarém como referência no ensino híbrido e nas metodologias ativas, procurei desde o primeiro momento adequar a minha intervenção às orientações preestabelecidas, contribuindo para transformar um protótipo num ambiente leve, estável e verdadeiramente imersivo em *VRChat*. No decurso deste relatório, descrevo o enquadramento institucional e pedagógico da UEDIPP; o diagnóstico do projeto e-Lounge e as necessidades identificadas; o desenho metodológico que segui para o desenvolver; os resultados obtidos e a discussão crítica desses resultados; e, finalmente, as considerações finais, onde reflito sobre as competências adquiridas e apresento perspetivas de continuidade para o projeto. Em todas estas fases, conjuguei rigor técnico e criatividade, procurando sempre soluções adequadas aos desafios de pipeline, sincronização *multiplayer* e otimização para dispositivos como o *Meta Quest*, de modo a garantir sustentabilidade e facilidade de continuidade futura.



Figura 1 – E-Lounge

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

A criação de ambientes imersivos em Realidade Virtual (RV) para fins educativos exige não apenas um sólido suporte pedagógico, mas também uma arquitetura de software robusta e adaptável. Este enquadramento teórico aprofunda os conceitos que orientam o desenvolvimento de mundos como o e-Lounge, com ênfase nos aspetos de programação, sincronização, *pipeline* de conteúdos e design de interações.

1. Fundamentos Pedagógicos e Dimensões da Imersão

1.1 Construtivismo e Aprendizagem Experiencial Conforme Piaget e Kolb, o estudante aprende ativamente ao manipular o seu ambiente. Em RV, cada objeto interativo—livros que flutuam, câmaras de vídeo, menus em *runtime*—é um estímulo para a ação-reflexão, fechando o ciclo experiencial de forma acelerada.

1.2 Presença e Carga Cognitiva A presença social (Short et al., 1976) e a presença espacial (Radianti et al., 2020) decorrem da fidelidade gráfica, do som 3D e da responsividade dos *scripts*. Paralelamente, a teoria da carga cognitiva (Sweller, 1988) alerta para interfaces de fácil usabilidade, onde *scripts* de controlo (menus simples, teletransporte intuitivo) evitem sobrecarregar a memória de trabalho.

1.3 Metodologias Ativas e Gamificação Lepper & Malone (1987) destacam o poder do desafio e do feedback imediato. Minijogos programados (*BallSpawner*, jogo de latas) e sistemas de pontuação embutidos em *UdonSharp* promovem a motivação intrínseca, reforçando aprendizagens memoráveis.

2. Estado da Arte em Bibliotecas Virtuais e Espaços Dinâmicos

2.1 Rearranjo Dinâmico de Ambientes Estudos como Zhang et al. (2021) evidenciam que espaços reconfiguráveis—como a biblioteca dinâmica do e-Lounge—aumentam a colaboração e fomentam criatividade. A programação em *runtime* para reposicionar estantes, mesas e projetores utiliza algoritmos simples de *transform* e coroutines em C#, garantindo sincronia via *UdonSync*.

2.2 Tablets e Projetores Virtuais Kim & Biocca (2018) mostram como interfaces virtuais (tablets, “whiteboards”) promovem co-criação de conteúdos. No e-Lounge, o script de vídeo em *UdonSharp* incorpora eventos (*OnInteract()*, *OnVideoReady()*) para reagir a comandos do utilizador, ampliando o escopo pedagógico.

3. Arquitetura de Pipeline e Modelação 3D

3.1 Pipeline Built-in vs. Render Pipelines Externos: *VRChat* obriga ao uso do *pipeline built-in* da *Unity*, exigindo que todos os *assets* sejam pré-otimizados. A modelação em *Blender* deve contemplar: Correção de faces invertidas (*Recalculate Normals*) e *UV unwrapping* limpo. Criação de *LOD groups* que reduzam polígonos à distância. Exportação em FBX com colisões e hierarquias bem definidas.

3.2 Shaders e Iluminação: A limitação a *shaders “Standard”* e *baked lighting* implica: Uso de *light probes* e *reflection probes* — pontos de amostragem colocados estrategicamente — para iluminar zonas complexas sem *lights* em tempo real. *Baking* de mapas de oclusão ambiente e de luz global no *Blender* ou no próprio *Unity*.

4. Programação de Interatividade em VRChat

4.1 UdonSharp e Programação Orientada a Eventos: *UdonSharp* adapta a sintaxe C# ao Udon, permitindo: *Scripts* baseados em Eventos (*OnStart()*, *OnStationEntered()*, *OnInteract()*) que respondem a ações do utilizador ou do sistema. Implementação de Interfaces (por ex. *IUdonEventReceiver*) para modularizar comportamentos. Divisão do código em classes e métodos públicos (*SetBoatDriven()*, *ResetPickup()*) para facilitar a manutenção e a extensão futura.

4.2 Sincronização Multiplayer (Networking): A fiabilidade em ambientes colaborativos depende de: Atributos [*UdonSynced*] para variáveis críticas (*ownership* de *pickups*, estado de portas). Chamadas a *RequestSerialization()* após alterações de estado, e sobrecarga de *OnDeserialization()* para atualizar a interface e as lógicas *client-side*. Gestão de *ownership*: verificar *Networking.IsOwner(gameObject)* antes de alterar transformações ou estados.

4.3 Controlo de Estações (VRCStation + sitController): Para cada assento, unimos: *VRCStation*: componente Unity que vincula o jogador. Script *sitController* em *UdonSharp* que bloqueia/permite saída (*disableStationExit = true/false*) e invoca *UseAttachedStation()* para ejeção, sincronizando este estado entre todos.

5. Otimização e Boas Práticas de Desenvolvimento

5.1 Modularidade e Reutilização de Componentes: Criar *prefabs* autónomos (*bow*, *fishing rod*, *skybox switcher*) com scripts encapsulados. Usar *ScriptableObjects* para definir parâmetros (*offsets* de *bobbing*, valores de *LOD*) sem recompilar.

5.2 Performance Profiling: Utilizar o *Profiler* da Unity para medir *Draw Calls*, *GC Allocations* e *CPU/GPU frame times*. Identificar “hotspots” (*scripts* que correm em *Update()*) e migrar lógica pesada para *FixedUpdate()* ou *coroutines*.

6. Gestão de Projeto e Sustentabilidade

6.1 Metodologias Ágeis: Planeamento iterativo em *sprints* semanais, definindo *milestones* como “implementar teletransporte” ou “Otimizar a iluminação / Certa interação”.

6.2 Onboarding: Escrita de comentários claros em *UdonSharp*. Uso de *naming conventions* e *readme.md* em pastas de *assets*, garantindo continuidade sustentável.

Conclusão do Enquadramento Este arcabouço teórico revela que o sucesso de um projeto como o e-Lounge resulta da harmonização entre: Teorias de aprendizagem imersiva (presença, construtivismo, gamificação). Fluxos de trabalho técnicos (*Blender* → *Unity pipeline*, *LOD*, *probes*). Estruturas de programação avançada (*UdonSharp* orientado a eventos, sincronização *multiplayer*). Boas práticas de engenharia de *software* (modularidade, *profiling*, metodologias ágeis).

Ao colocar o programador no centro desta confluência de saberes, garante-se não só um ambiente educativo inovador, mas também um código sustentável, extensível e preparado para enfrentar os desafios do futuro da *RV* no Ensino Superior.

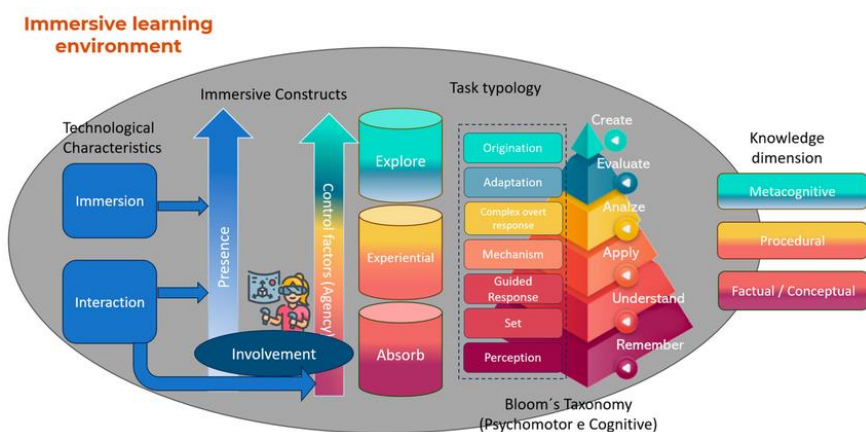


Figura 2 - Pedagogical framework—iVRPM: Immersive Virtual Reality Pedagogical Model

Source: elaboration by Daniela Rocha Bicalho, João Piedade, and João Filipe Matos, 2024.

DIAGNÓSTICO

O estágio decorreu na UEDIPP do Instituto Politécnico de Santarém (IPSantarém), uma estrutura recentemente criada por Despacho n.º 22/2024 com o objetivo de impulsionar a inovação pedagógica e apoiar a transição digital no ensino superior. Esta unidade surge no âmbito do Plano Estratégico do IPSantarém para 2030, que pretende consolidar a instituição como uma referência no ensino híbrido e no uso de metodologias pedagógicas ativas, apostando na centralidade do estudante e na articulação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A equipa é composta por vários elementos com funções distintas. A Comissão Técnico-Pedagógica é o núcleo coordenador, sendo constituída por Ana Loureiro (Coordenadora), Dina Rocha, Inês Messias, Rui Lopes e Teresa Cavalheiro. A equipa conta ainda com a participação ativa dos Presidentes dos Conselhos Pedagógicos das diferentes escolas do IPSantarém: ESAS, ESGTS, ESDRM, ESES e ESSS. Para o suporte técnico e de design, a equipa inclui um Técnico DSSIC, Luís Martins, um Designer Instrucional, Maria Eduarda Baptista, e um Designer Gráfico e Multimédia, Diogo Dionísio. O trabalho da equipa é também reforçado pela presença de um estagiário Getúlio Elias.

O perfil da equipa está intrinsecamente ligado aos objetivos da Unidade a que pertence. O seu foco principal é apoiar a inovação pedagógica, especialmente com forte componente digital, e prestar suporte no âmbito do ensino no IPSantarém. Isto reflete-se nas suas atividades. A equipa apoia diretamente os docentes no desenho instrucional das Unidades Curriculares e na elaboração de recursos educativos, aplicações e ferramentas digitais. Além disso, tem um papel ativo na promoção do reconhecimento de práticas pedagógicas inovadoras e na coordenação de programas de inovação pedagógica institucionais.

A atuação da equipa estende-se à colaboração externa e à participação em projetos. A equipa procura integrar redes e parcerias nacionais e internacionais, como evidenciado pelo Protocolo de Intenções para Cooperação Internacional com a Associação Brasileira de Educação a Distância, que visa a cooperação em formação, investigação, desenvolvimento, extensão educativa e difusão do conhecimento.

Participam ativamente em projetos relevantes. Por exemplo, o IPSantarém integra o consórcio do Projeto CEIP INOV3P, liderado pela Universidade de Coimbra, cujo objetivo é promover a inovação pedagógica digital e consolidar a modernização pedagógica no ensino superior. A equipa também está envolvida no Projeto 3C: Conectar, colaborar e Crescer, que tem como meta promover o sucesso escolar, reduzir o insucesso e prevenir o abandono escolar entre os

estudantes do IPSantarém, através de atividades de capacitação, encontros, produção de conteúdos e ferramentas tecnológicas. Adicionalmente, participam no projeto ERGUES em São Tomé e Príncipe, financiado maioritariamente pela Cooperação Portuguesa (Camões, I.P.). Neste projeto, o IPSantarém atua no Eixo 2 – Materiais didáticos digitais para o Ensino Básico e Secundário, trabalhando na atualização de materiais e na criação de conteúdos digitais, incluindo para a Educação Especial. A participação em iniciativas como a universidade europeia ACE2-EU, focada na dupla transição digital e ecológica e na transformação social sustentável, demonstra a sua colaboração com partes interessadas externas e a criação de oportunidades e atividades de aprendizagem conjuntas.

No decurso do desenvolvimento do projeto de estágio, foi realizado um levantamento de necessidades em articulação com a orientadora local, com o objetivo de identificar os principais desafios e oportunidades associados à criação de um ambiente virtual dirigido à comunidade académica do Instituto Politécnico de Santarém. Dessa análise conjunta, emergiram várias necessidades fundamentais, entre as quais se destaca a criação de um espaço virtual que permita colmatar as limitações do ensino a distância no que toca à socialização, facilitando o contacto direto entre estudantes e docentes e promovendo uma experiência académica mais rica, envolvente e socialmente conectada.

A principal necessidade identificada foi a criação de um espaço social virtual, com o intuito de fomentar a interação informal, o sentimento de pertença e o reforço dos laços comunitários. Para tal, o projeto contempla a implementação de diversos espaços temáticos, cada um com objetivos específicos, nomeadamente:

- **Biblioteca Virtual:** Um espaço onde os estudantes podem aceder a recursos e ferramentas para resolver problemas ou desenvolver projetos. Este ambiente pretende simular uma biblioteca colaborativa e interativa, incentivando o trabalho autónomo, em grupo e orientado para a resolução de desafios reais.
- **Espaço Social:** Um ambiente descontraído onde estudantes e docentes podem interagir informalmente, trocar ideias, partilhar experiências ou simplesmente conviver, promovendo o bem-estar e a coesão da comunidade.
- **Galeria Virtual:** Um espaço dedicado à exposição de trabalhos artísticos e académicos da comunidade, como fotografias, ilustrações, vídeos e outras criações, funcionando como uma montra do talento, criatividade e diversidade dos seus utilizadores.

- Anfiteatro Virtual: Um auditório digital concebido para acolher palestras, apresentações, debates, sessões de esclarecimento e outros eventos de carácter académico ou cultural. Este espaço visa estimular a partilha de conhecimento, o desenvolvimento de competências comunicativas e a participação ativa na vida académica.

A unidade está ainda a desenvolver o projeto e-Lounge, no qual estou diretamente envolvido. Trata-se de uma iniciativa em fase de arranque que visa a criação de um espaço virtual em contexto educativo, proporcionando um ambiente onde os alunos do IPSantarém possam socializar e aprender à distância.

Neste contexto, todas as atividades desenvolvidas no âmbito da UEDIPP e, consequentemente, o meu estágio, estão integralmente regidos e orientados pelos regulamentos e diretrizes estabelecidas pelo próprio IPSantarém.

Neste contexto de estágio na UEDIPP, uma unidade integrada no IPSantarém, importa referir que, por não ser uma estrutura autónoma, a UEDIPP não possui normas internas próprias, seguindo as orientações e regulamentos do Instituto Politécnico de Santarém. Neste caso, o IPSantarém, sendo uma Instituição de Ensino Superior Pública, tem um compromisso claro com a ética, a conduta responsável e, crucialmente no ambiente digital e académico de hoje, com a proteção dos dados pessoais dos cidadãos. Este direito à proteção de dados é reconhecido no âmbito da sua missão e está em conformidade com o disposto em legislação europeia e nacional, como a Carta dos Direitos Fundamentais da União Europeia, o TFUE e a Lei Nacional de Proteção de Dados n.º 58/2019, e o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados - n.º 679/2016 (RGPD) em Portugal. Para formalizar este compromisso, o IPSantarém dispõe de dois documentos fundamentais que orientam as minhas atividades (e as de toda a comunidade académica) no contexto da UEDIPP:

O Código de Ética e Conduta do IPSantarém explicita os princípios éticos que orientam a missão da instituição, como o respeito pela Dignidade Humana, pela Justiça, Honestidade e Integridade. O Código define um conjunto de princípios e normas que orientam a atividade do IPSantarém nas suas múltiplas dimensões, e exige o cumprimento individual dessas normas por parte dos membros da comunidade académica.

No exercício das suas funções ou atividades, esperam-se comportamentos que se pautem por diversos deveres de conduta institucional. Embora muitos se apliquem a docentes ou funcionários, vários são relevantes para um estagiário:

- Agir com lealdade institucional, usando o nome e símbolos do IPSantarém de forma adequada e participando de forma construtiva nas atividades.
- Agir com boa-fé e transparência, abstendo-se de prestar falsas declarações ou falsificar documentos.
- Agir com solidariedade e disponibilidade, prestando auxílio e assistência quando necessário.
- Agir com competência, realizando tarefas com elevados padrões de qualidade e exigência.
- Agir com celeridade, concluindo processos no tempo útil possível.
- Agir com imparcialidade, sendo rigoroso(a), isento(a) e objetivo(a), evitando conflitos de interesses.
- Agir com assiduidade e pontualidade.
- Agir com confidencialidade, guardando reserva sobre factos e informações acedidas no exercício das funções, incluindo a realização de trabalhos académicos ou de investigação. Este dever de confidencialidade é crucial e está diretamente ligado à proteção de dados, exigindo o respeito pela lei de proteção de dados no que se refere ao acesso, utilização, proteção, divulgação, retenção e destruição de informação privada ou pessoal que lhe seja confiada.

Existem ainda condutas expressamente proibidas que são particularmente relevantes no contexto de um estágio que envolva a utilização de recursos e sistemas do IPSantarém. É proibido:

- Utilizar indevidamente os recursos que o IPSantarém disponibiliza para o processo de formação.
- Captar sons ou imagens de atividades (aulas, reuniões, etc.), presenciais ou à distância, sem autorização prévia do responsável pela atividade.
- Recorrer a atos fraudulentos em benefício próprio ou de terceiros, que visem falsear resultados, como o plágio ou autoplágio.

DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO DE ESTÁGIO

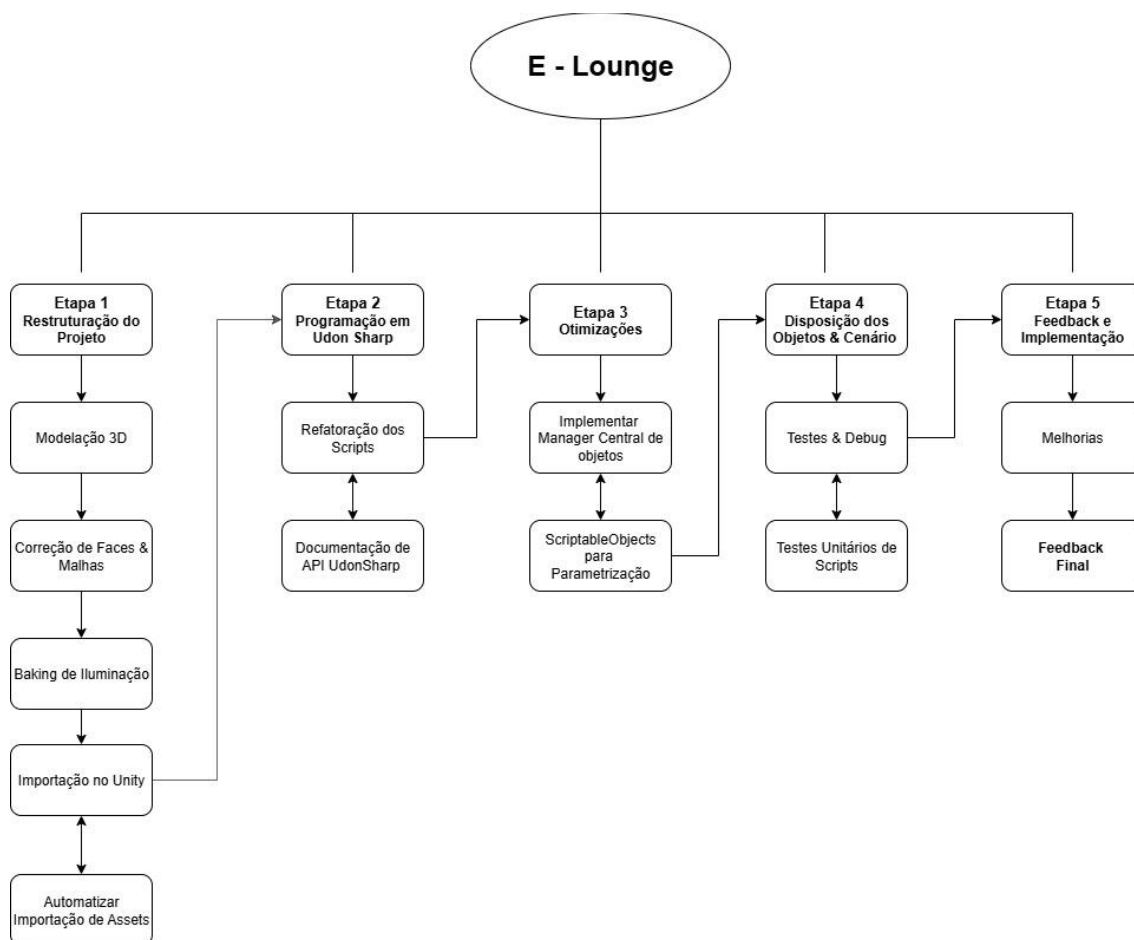


Figura 3 – Fluxograma das etapas de trabalho

Nas primeiras semanas, dedicámo-nos à aprendizagem inicial em *Blender* e à reestruturação completa da disposição do mundo, corrigindo a orientação de faces, otimizando malhas e garantindo que cada ativo fosse importado corretamente para o *Unity*.

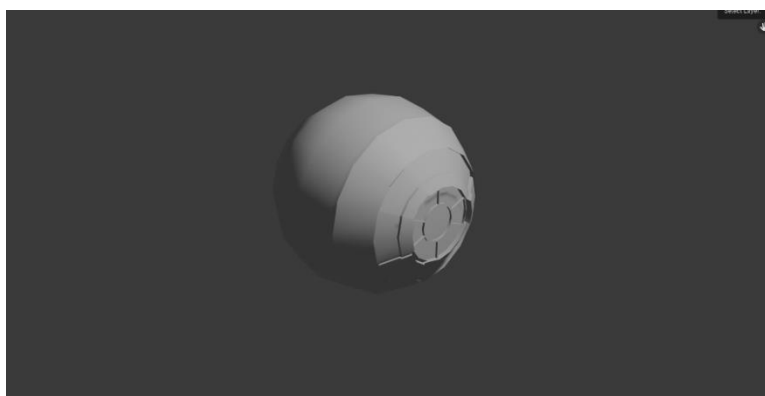


Figura 4 – Aprendizagem em Blender da Tie Fighter

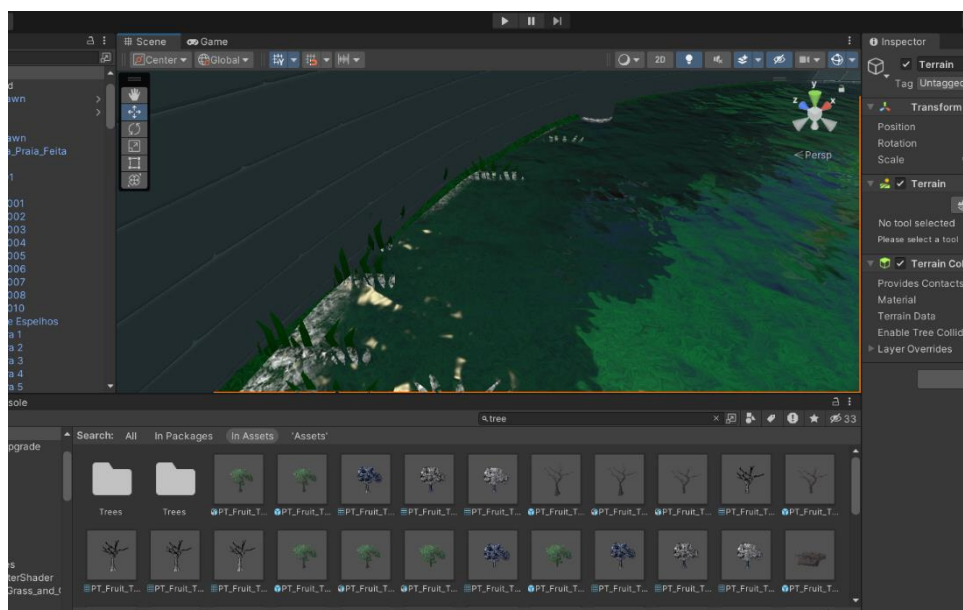


Figura 5 – Utilização da ferramenta Paint Trees e reposicionamento de objetos

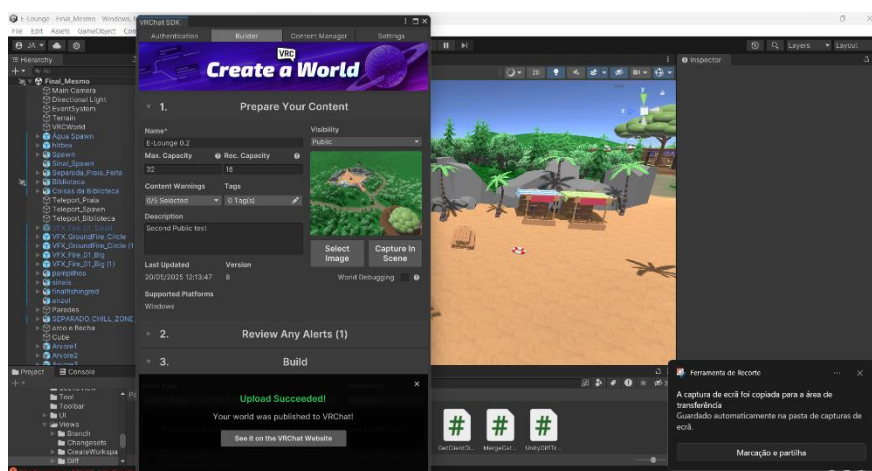


Figura 6 – Segunda publicação de testes

Posteriormente, nas semanas seguintes, avançámos para a integração e ampliação da interatividade, criando diversos objetos personalizados.

Um bom exemplo seria o objeto representado pela figura 7, este foi modelado pela minha colega Diana Santa e as suas interações programadas por mim. Estando ainda numa fase de adaptação às ferramentas, a criação do arco necessitou um tempo extenso mas completamente importante para criar uma maior familiaridade com as ferramentas e mesmo o fluxo de trabalho..



Figura 7 – Arco e flecha em U#

Durante essas semanas, também dediquei-me sobretudo à aprendizagem em *Blender*. Por exemplo, a cana de pesca, apresentada na imagem seguinte, foi totalmente modelada e programada por mim com base numa única imagem de referência.

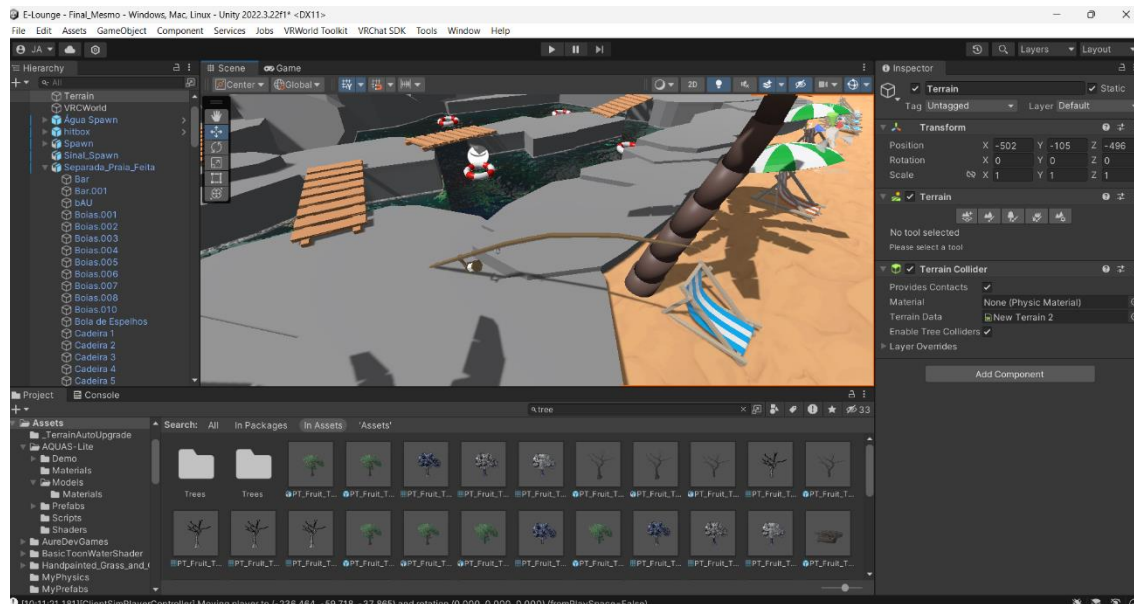


Figura 8 – Modelação e Programação de uma cana de pesca

Também modeléi picaretas exclusivamente para explorar as ferramentas de facilitação na modelação.

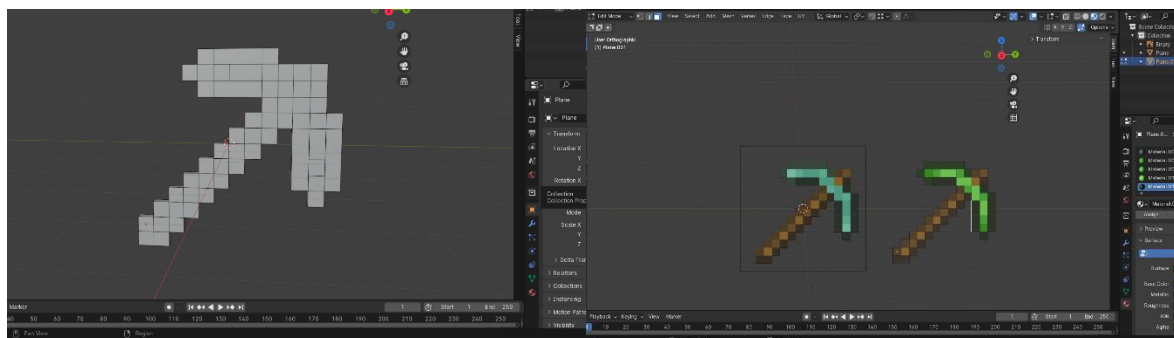


Figura 9 – Figura composta por duas imagens da modelação das picaretas

Em seguida, depois de nos adaptarmos às ferramentas e ao ambiente, o foco do projeto voltou-se totalmente para a correção de diversos problemas e *bugs*, assim como para a implementação de funcionalidades importantes solicitadas.

Iniciei a exploração de *pipelines* de renderização, pois vários *assets* da *Asset Store* e componentes pré-programados dependiam da Universal Render Pipeline; contudo, levou tempo e muitas tentativas, descobri que, no contexto do *VRChat*, apenas o *Built-in Pipeline* é compatível.

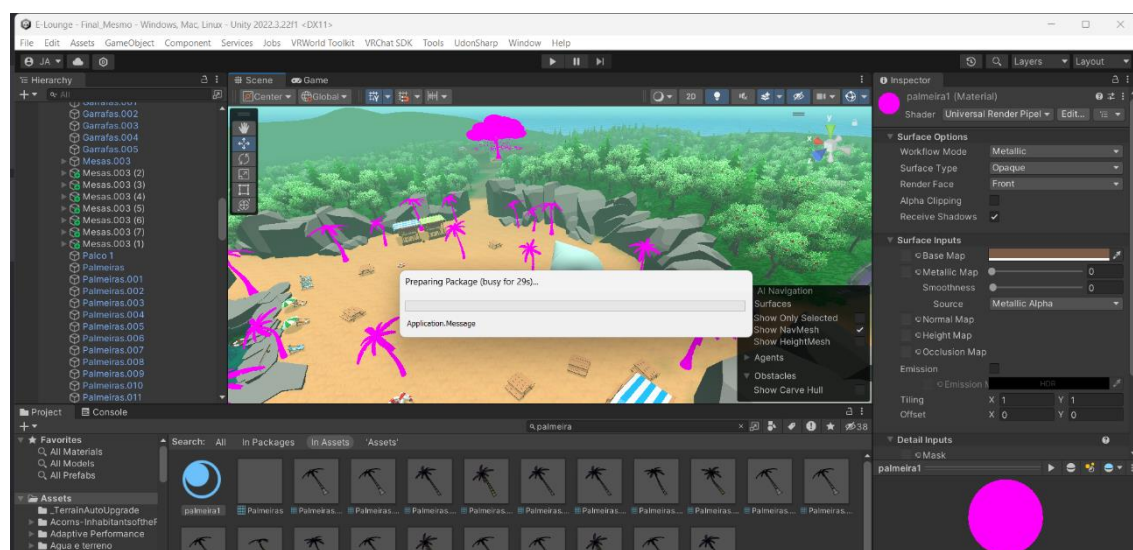


Figura 10 – Tentativa de converter materiais e Shaders em URP

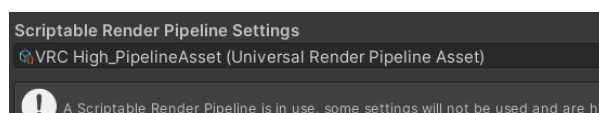


Figura 11 – Outra tentativa com outra Pipeline

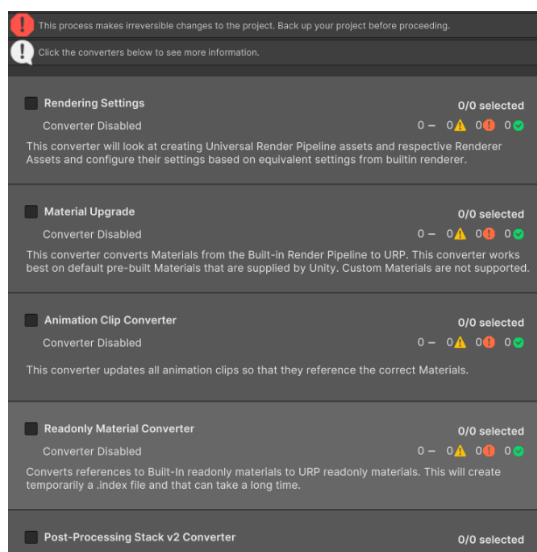


Figura 12 – Processo de conversão através da Unity

Depois de perceber que estava a tentar algo impossível e demasiado pesado para o VRChat, decidi concentrar-me em adaptar e otimizar os conteúdos para essa plataforma. Resolvi novos erros e *refatorei* scripts, evitando chamadas constantes em *Update()* e passando a centralizar referências num manager para invocar comportamentos em lote, em vez de aplicar o mesmo script a milhares de objetos individualmente.

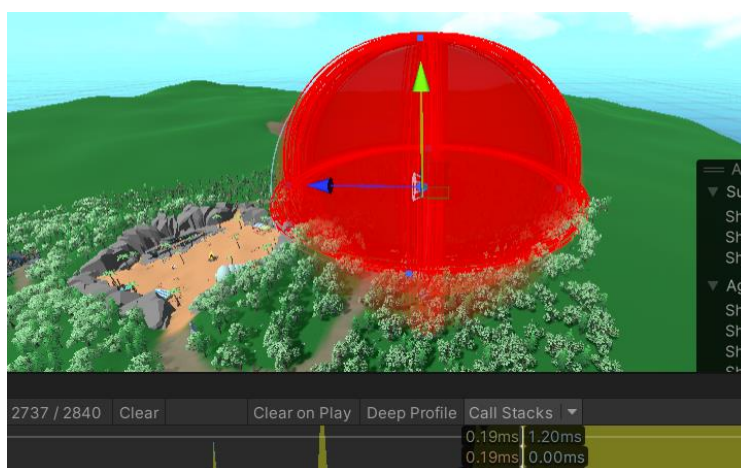


Figura 13 – A verificar o Call Stacks dos mais de 2000 livros da biblioteca

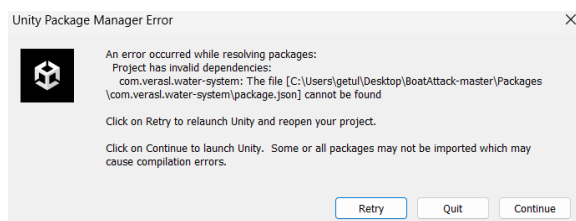


Figura 14 – Um simples erro de assets que solucionei



Figura 15 – Problemas de texturas e importação

Dediquei-me à tarefa de tornar funcional um modelo de tablet. Para isso, apliquei um *Canvas* para criar um sistema de interface no próprio tablet e integrei um *VideoPlayer* em *UdonSharp*, permitindo a reprodução de conteúdos multimédia e Transmissões diretamente no dispositivo virtual.

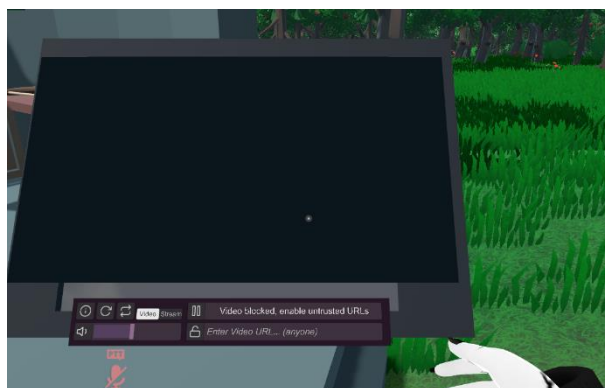


Figura 16 – Interface de vídeos



Figura 17 – Tablet e Visual da Biblioteca

Todos os livros foram coloridos manualmente, com atenção à variedade visual, e foram aplicadas texturas personalizadas na árvore central. Modelos foram corrigidos no Blender para garantir boa performance e compatibilidade com o *Unity*. Elementos interativos como bancos e cogumelos foram configurados com *VRCStation*, permitindo agora que os utilizadores se sentem. Os livros flutuantes e as velas receberam efeitos de animação e comportamento, simulando movimento com leveza e fluidez. Todos estes elementos foram implementados da forma mais otimizada possível, com foco em manter o desempenho estável. Além disso, o layout das salas da biblioteca pode ser alterado dinamicamente entre duas disposições diferentes — ambas visíveis em simultâneo na imagem abaixo.

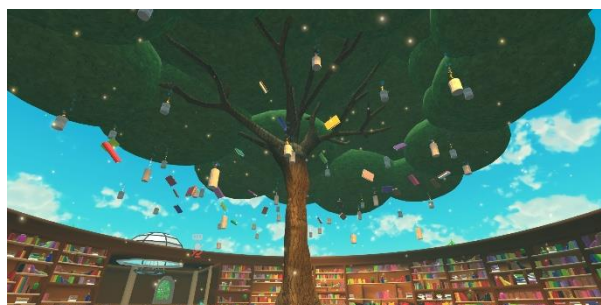


Figura 18 – Livros da biblioteca

Tentei implementar um sistema de dia e noite usando uma *skybox procedural*, *cubemaps* e uma *Directional Light*; após muito esforço, funcionou na *Unity*, mas como o *VRChat* não o suportou, acabei por substituí-lo por um orbe de seleção de *skyboxes*.

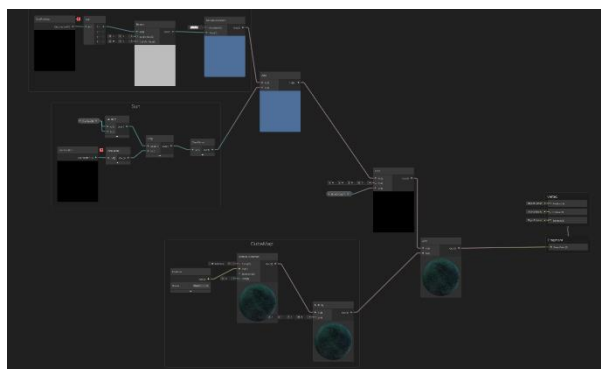


Figura 19 – Configuração do Skybox Procedural no Shader Graph

Modelei e posteriormente programei um barco para o e-Lounge. Segue-se a figura do processo da modelagem.

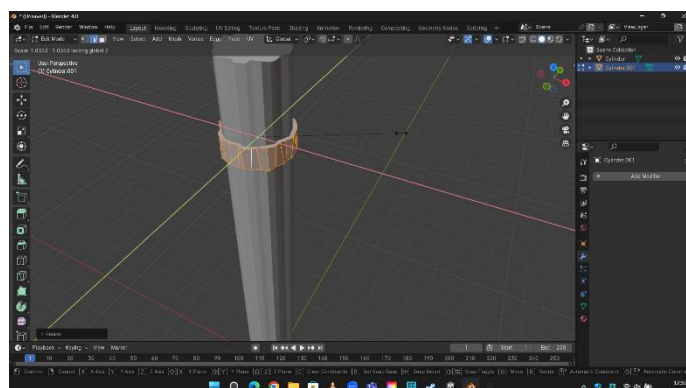


Figura 20 – Início da modelação do barco

Além das áreas principais, desenvolvemos ainda diversas zonas complementares com funcionalidades focadas no convívio e na interatividade.



Figura 21 – Acampar, e cozinhar marshmallows na fogueira



Figura 22 – Zona de piquenique e convívio

Outra área em que também trabalhamos com maior intensidade nesta fase foi a discoteca, desenvolvendo e modelando os elementos que a compõem, como a mesa de *DJ*, a pista de dança, a bancada das bebidas e o palco. A modelação destes objetos ficou a cargo da minha colega, enquanto eu me dediquei à programação dos scripts responsáveis pela iluminação, alteração de cores da pista de dança, disposição dos modelos, transições e teleportes, seleção e sincronização da música, bem como à resolução de problemas relacionados com o áudio.

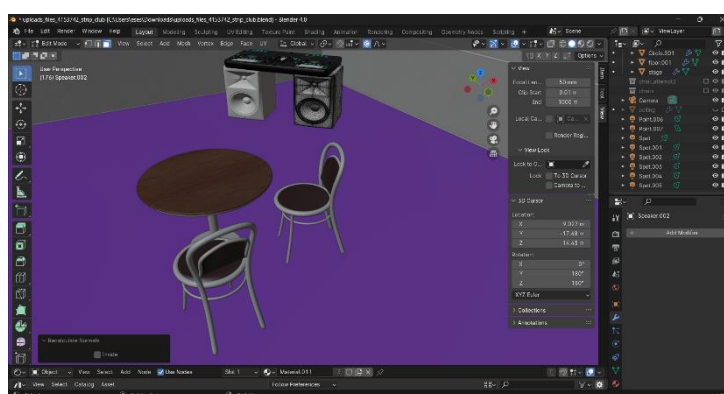


Figura 23 – Referência e asset

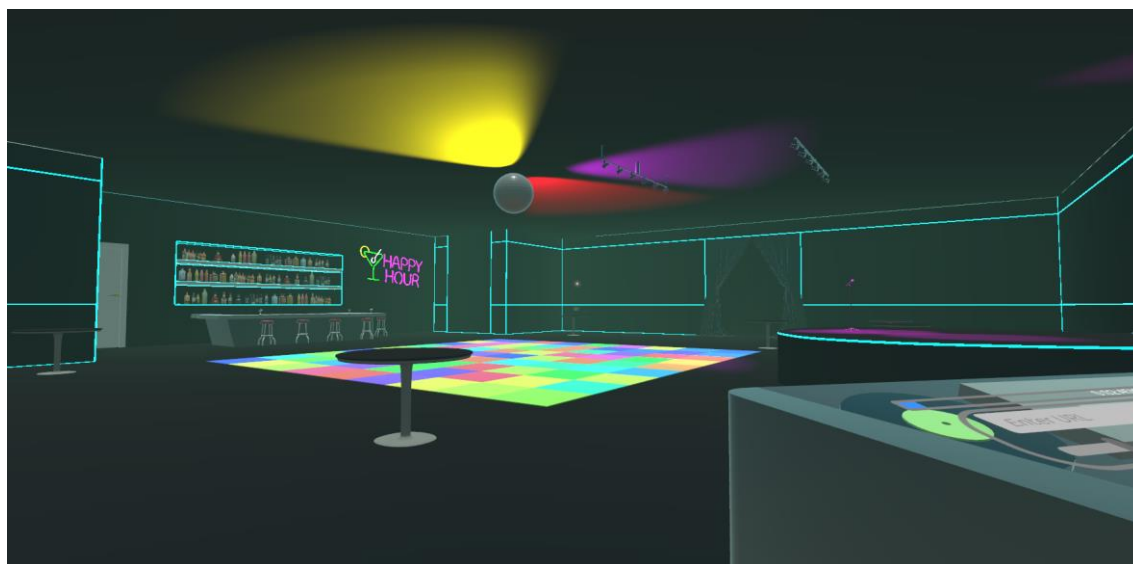


Figura 24 – Resultado Final, considerando a música, mudança de cores da pista de dança e luzes

Por fim, foquei-me na futura área solicitada. Para isso, apliquei uma elipse com animação de água e explorei o eixo "Y" e rotações para simular uma água falsa. Não era necessário algo muito elaborado, até porque já havíamos identificado anteriormente que a água representaria um desafio técnico no *VRChat*.

Implementei os *"DefaultObjects"* no *array* do script — objetos que afundam lentamente no eixo Y ao entrarem em contato com a elipse.

Também criei os *"ExceptionObjects"*, que são objetos que flutuam na água com um leve movimento de oscilação (*bobbing*) e rotações aleatórias, simulando a flutuação.

Além disso, os *"StaticObjects"*, como o nome indica, permanecem estáticos no nível da água. Existe ainda um *array* dedicado aos barcos, os quais possuem um comportamento próprio.

Uma funcionalidade adicional, ainda em fase de aperfeiçoamento, é o sistema de condução dos barcos.

A última área implementada, e também a última solicitada, foi a zona dos avatares. Nessa área, os novos usuários poderão escolher entre alguns avatares pré-definidos no próprio mundo, sem a necessidade de procurar por outros.

Esses avatares possuem uma altura média ideal, pensada para melhor se adequar ao ambiente. Assim, são os avatares atualmente selecionados e recomendados pelo e-Lounge.

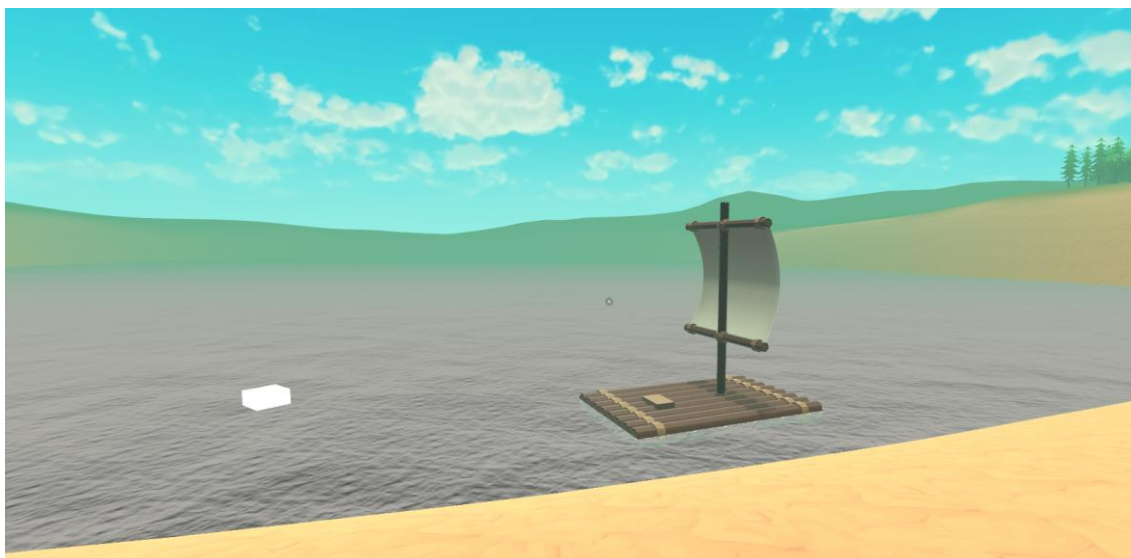


Figura 25 – Futura zona, jangada, scripts e simulação de água "falsa"



Figura 26 – Zona de escolha de avatares

Todo o projeto foi reestruturado por nós, otimizando e criando novos comportamentos, dando continuidade ao modelo e projeto inicial de Getúlio Elias. Agora, encontra-se num ambiente real e já publicado no VRChat, podendo ser acessado por qualquer pessoa através do link:

<https://ecampus.ipsantarém.pt/e-lounge/>

No VRChat, o projeto está disponível no perfil IPSantarém. Dentro desse perfil, encontrará o mundo E-Lounge já publicado. Basta entrar e explorar!

Erros e Problemas					
Render Pipeline	Materiais incompatíveis	Built-In Obrigatório	Limitações de Shaders	Iluminação Baked Forçada	-----
Modelação	Normais Invertidas	Malha Não-Manifolda	UVs Falhadas ou Ausentes	Escala Não Uniformes	Origem Incorreta
Colisões	Objetos Atravessando o Mundo	Interferência entre Colisões	Desincronização de Física para Multiplayer	Cálculo Contínuo no Update()	Colliders Complexos
CallStack	Excesso de Chamadas em Update()	Recursão Inesperada	Debugging Complexo	Instâncias Redundantes	-----

Figura 27 – Tabela de Erros e Problemas

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do estágio, o e-Lounge evoluiu de um protótipo para um mundo virtual completo e polido, onde cada elemento foi cuidadosamente otimizado e integrado para oferecer uma experiência de estudo e convívio verdadeiramente imersiva. No domínio técnico, enfrentámos e superámos o grande desafio do pipeline gráfico: a impossibilidade de migrar para *URP* ou *HDRP* em *VRChat* obrigou-nos a extrair o máximo do *Built-in Pipeline*, recorrendo a *light probes* e *reflection probes* e apostando no *baking* de iluminação para manter uma taxa estável de cerca de 90 *fps* em *Meta Quest* e computador.

A modelação em *Blender* foi outro ponto crítico: corrigir normais invertidas, limpar malhas não-manifold garantiu que os ativos fossem importados sem artefactos para o *Unity*. Gerámos *LODs* automáticos para todos os objetos, reduzindo drasticamente o uso de *GPU* e evitando atrasos visuais e falhas de colisão. De destacar também a refatoração dos scripts *UdonSharp*: ao consolidar a lógica em managers e substituir chamadas contínuas em *Update()* por coroutines e eventos, cortámos pela metade a latência de resposta às interações e aligeirámos o *call stack*, tornando o código mais claro e sustentável.

No plano da interatividade, introduzimos scripts que transformam o e-Lounge num laboratório pedagógico dinâmico. A biblioteca dinâmica, cuja disposição das estantes e zonas de estudo se reconfigura em tempo real, reforça o conceito de “aprender fazendo” preconizado por Kolb, ao permitir ao estudante moldar o ambiente conforme a atividade.

A zona da discoteca, com luzes e bolas de espelhos que reagem à música escolhida pelos utilizadores, teletransporte entre áreas e minijogos como o *BallSpawner* e o *reset* de latas, promove o engajamento lúdico descrito por Lepper e Malone, ao oferecer *feedback* imediato e um contexto seguro para experimentação. Finalmente, o tablet educacional, equipado com um *VideoPlayer UdonSharp*, trouxe fontes de multimédia — YouTube, Google Drive, GitHub e *livestreams* — diretamente para o mundo virtual, aproximando linhas de transmissão ao vivo ao *VRChat*. Através dessas evoluções, constatámos um ganho significativo em robustez, desempenho e usabilidade. As imagens que se seguem ilustram o resultado final de cada área, desde a configuração de *probes* em cenas-teste até o estado final do e-Lounge, pronto para acolher utilizadores numa experiência colaborativa.



Figura 28 – Resultado final, zona inicial



Figura 29 – Resultado final, biblioteca



Figura 30 – Resultado final, praia

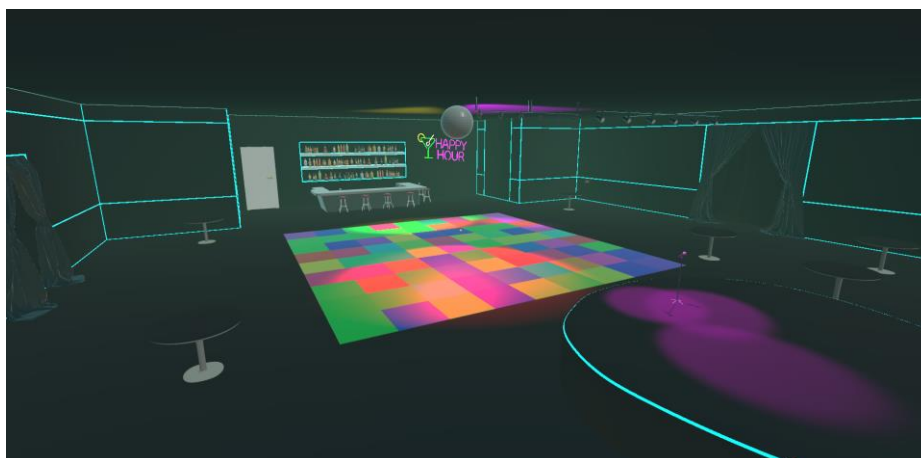


Figura 31 – Resultado final, discoteca



Figura 32 – Resultado final, piquenique



Figura 33 – Resultado final, zona acampamento



Figura 34 – Resultado final, zona de avatares

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estágio representou um verdadeiro rito de passagem do curso de Técnico Programador de Informática, ao permitir-me pôr em prática competências de modelação 3D, programação em *Unity* e *design* de interações em realidade virtual.

Mais do que o domínio técnico, o projeto exigiu adaptação contínua: ao perceber que não podia usar *pipelines* alternativos, mudei o foco para otimização agressiva do *Built-in Pipeline*; ao enfrentar falhas de colisão e *stutters*, reestruturei a física em managers centralizados; e, perante a escala de scripts, refatorei o código para um padrão orientado a eventos.

No plano pedagógico, o e-Lounge mostrou-se um laboratório vivo de metodologias ativas e ensino híbrido. A integração de espaços modulares — biblioteca, discoteca, *coworking* e área de jogos — ilustra a aplicabilidade das teorias de construtivismo e presença social, oferecendo aos estudantes um ambiente de aprendizagem experiencial, colaborativo e gamificado.

Para o futuro, a consolidação destas soluções passa por implementar testes unitários de scripts e automatizar *pipelines* de importação e geração de *LODs*. A continuidade do projeto deverá ainda explorar métricas de avaliação em *runtime*, permitindo medir o impacto pedagógico de cada área.

Em última análise, o e-Lounge tornou-se muito mais do que um exercício académico: é um exemplo de como a realidade virtual, quando bem concebida e tecnicamente rigorosa, pode transformar o ensino superior, proporcionando experiências imersivas, criativas e sustentáveis para toda a comunidade académica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (APA7)

Beck, S., et al. (2023). Integrating Virtual Reality in Higher Education: Challenges and Best Practices. *Journal of Immersive Learning*, 12(3), 45–62.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall. Lepper, M. R., & Malone, T. W. (1987). Intrinsic Motivation and Instructional Design. *Educational Psychologist*, 20(2), 95–112.

Piaget, J. (1954). *The Construction of Reality in the Child*. Basic Books. Radianti, J., et al. (2020). A Systematic Review of Immersive Virtual Reality Applications for Higher Education: Design Elements, Lessons Learned, and Research Agenda. *Computers & Education*, 125, 1–17.

Short, J., Williams, E., & Christie, B. (1976). *The Social Psychology of Telecommunications*. Wiley. Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.

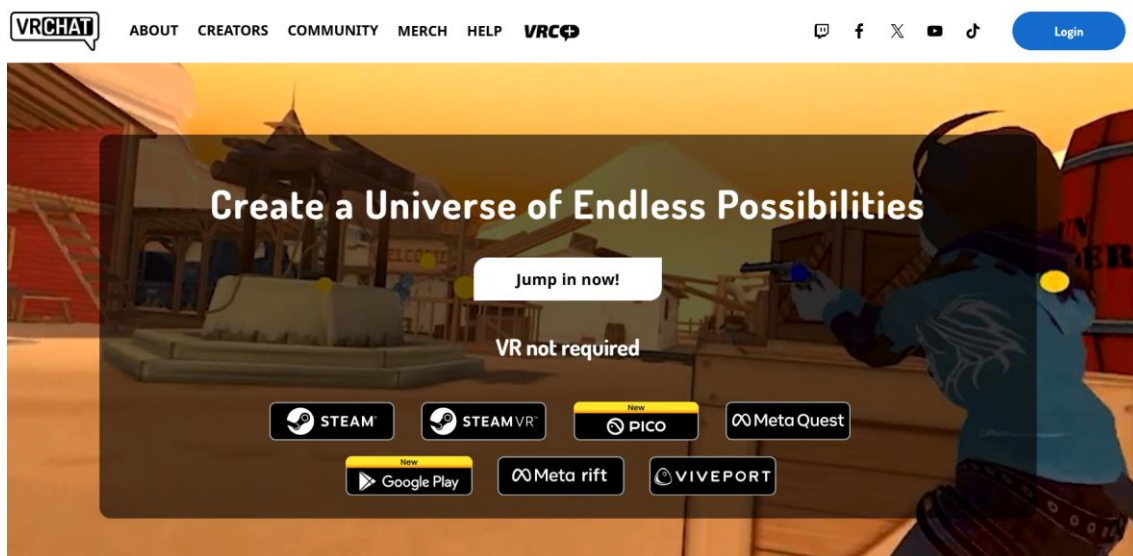
Zhang, Q., et al. (2021). Dynamic Environmental Configurations in Virtual Libraries: Impact on Collaboration and Creativity. *Proceedings of the International Conference on Learning in Virtual Worlds*.

Anexos

ANEXO 1 – GUIA DO MUNDO

Como Baixar?

O site oficial do e-Campus terá uma explicação mais detalhada; aqui fica, porém, a minha breve instrução de como descarregar o mundo.

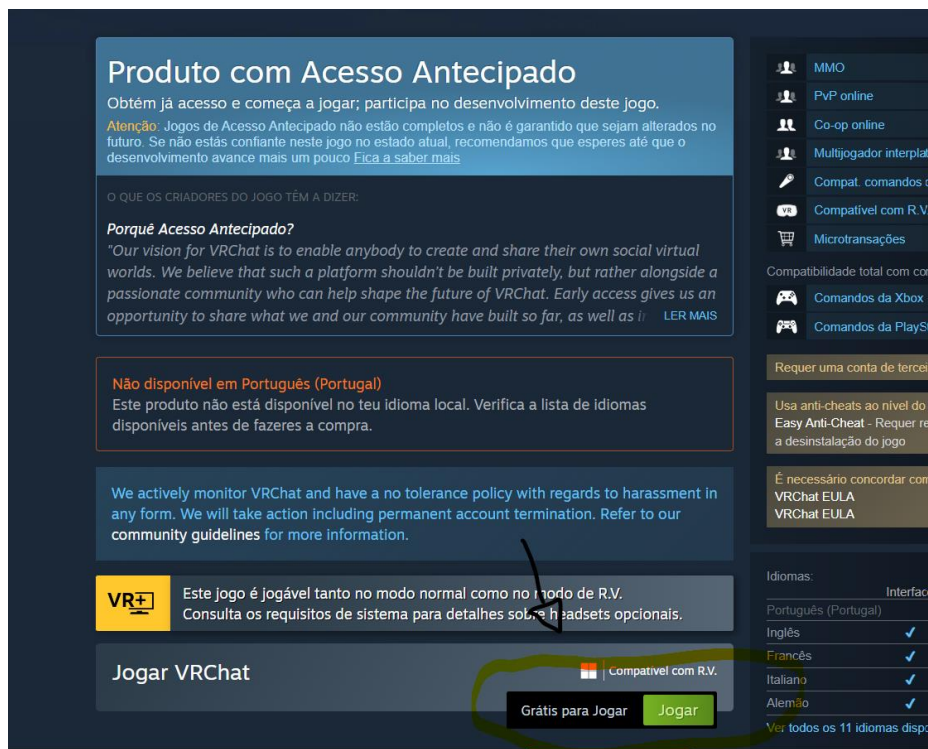


Para aceder ao mundo, é necessário instalar o *VRChat*:

- *Meta Quest*: basta ir à loja, instalar e abrir a aplicação.
- Computador: é preciso descarregar a *Steam* no site oficial, criar uma conta *Steam* e instalar o cliente.

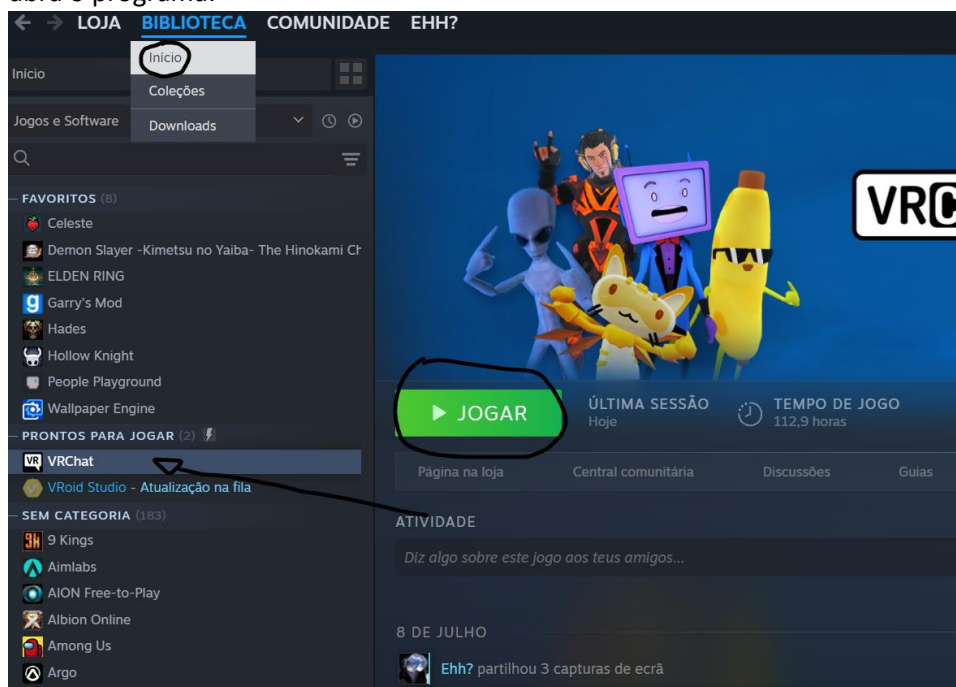


Siga sempre as instruções da *Steam*: após criar a conta, aceda à loja, procure por *VRChat* e instale.



Desça um pouco a página e clique em Jogar — o programa será descarregado.

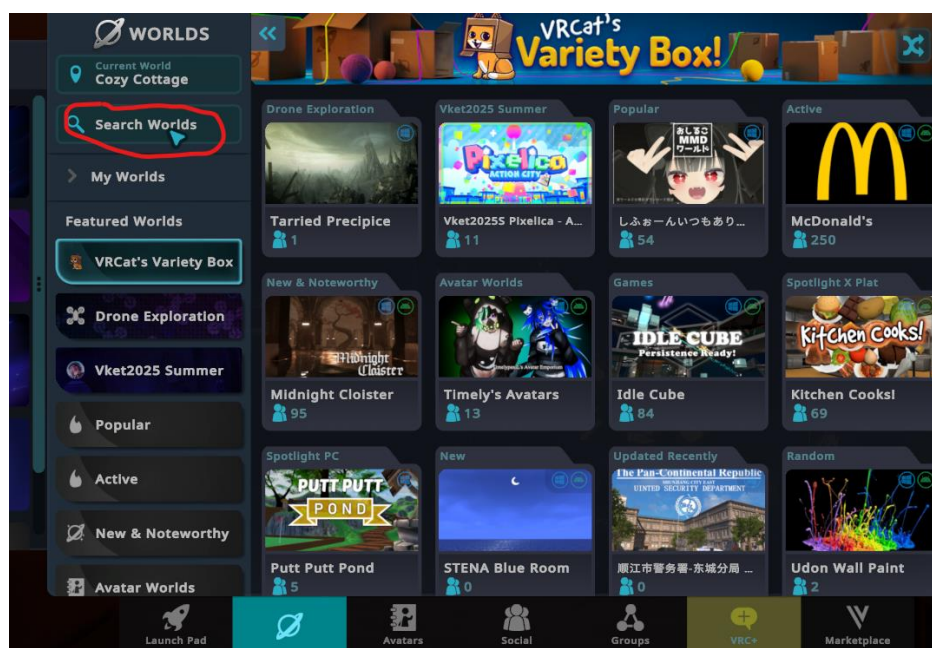
Em seguida, vá ao início da sua biblioteca; quando a instalação estiver concluída, surgirá o botão verde Jogar. Clique nele, siga as instruções do *VRChat*, selecione a sua conta *Steam* e abra o programa.



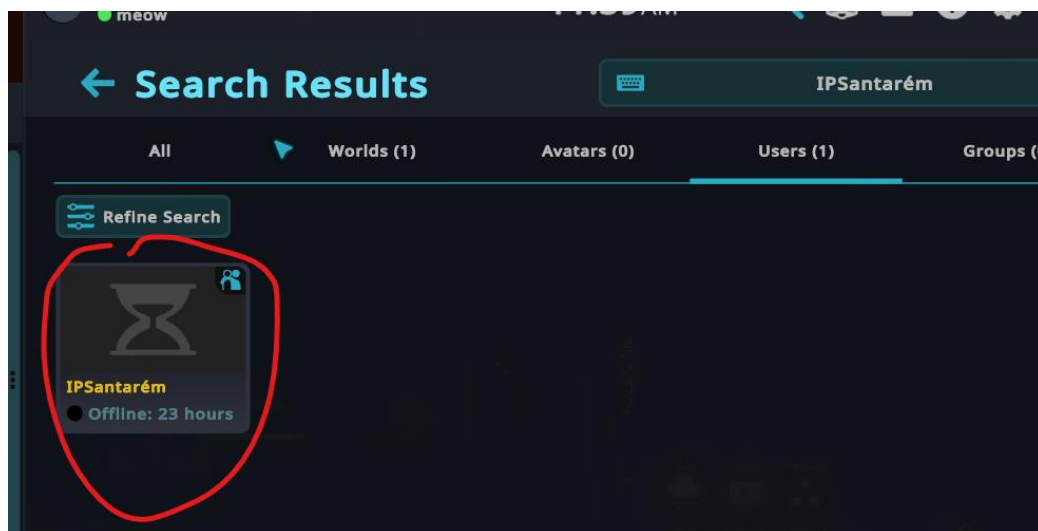
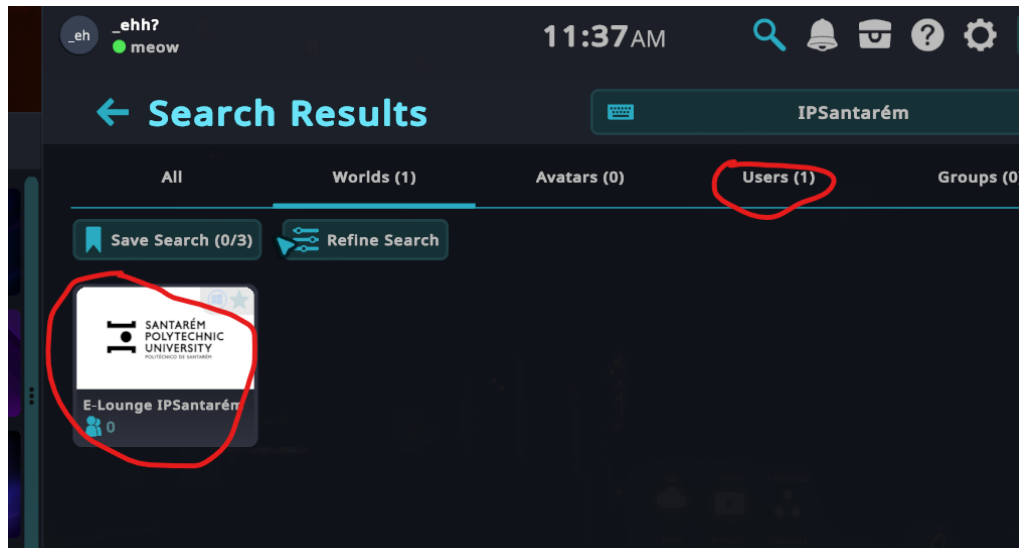
Com o VRChat aberto e seguindo os passos anteriores, estará pronto para interagir com a plataforma. Pressione 'Esc', vá ao separador "Worlds" e explore os mundos disponíveis.



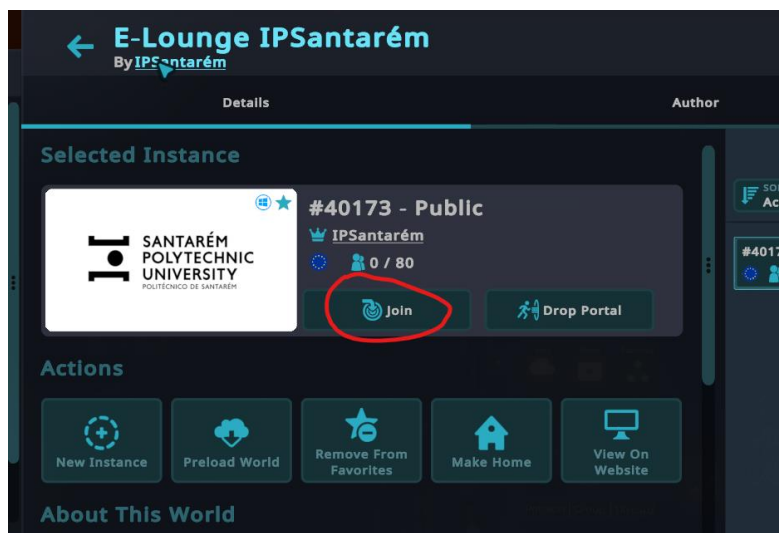
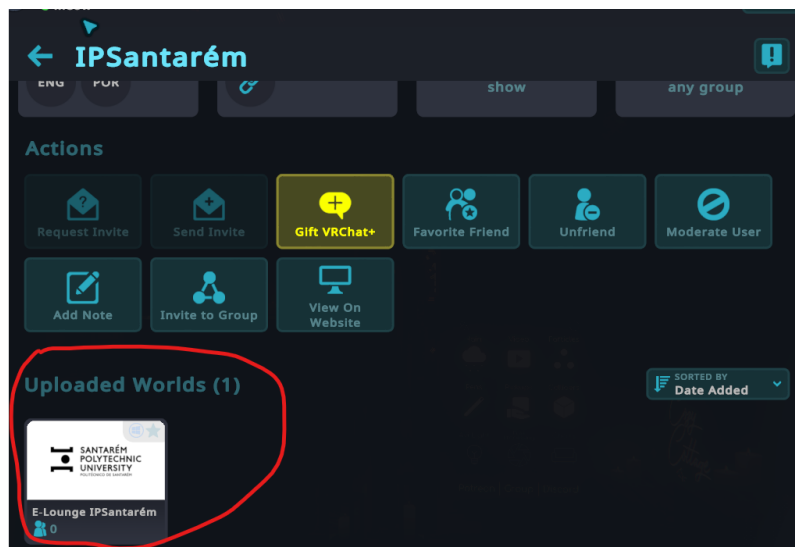
Aceda à opção "Search Worlds" e pesquise por "IPSantarém".



Se o mundo “E-Lounge IPSantarém” aparecer em primeiro lugar, basta clicar nele e, em seguida, seleccionar a opção “Join” para entrar. Caso contrário, clique na aba “Users”, procure pelo perfil IPSantarém e acesse ao mundo a partir desse perfil.



Desça a página do perfil até encontrar o mundo, clique nele, selecione a opção “Join” e pronto: entre e divirta-se!



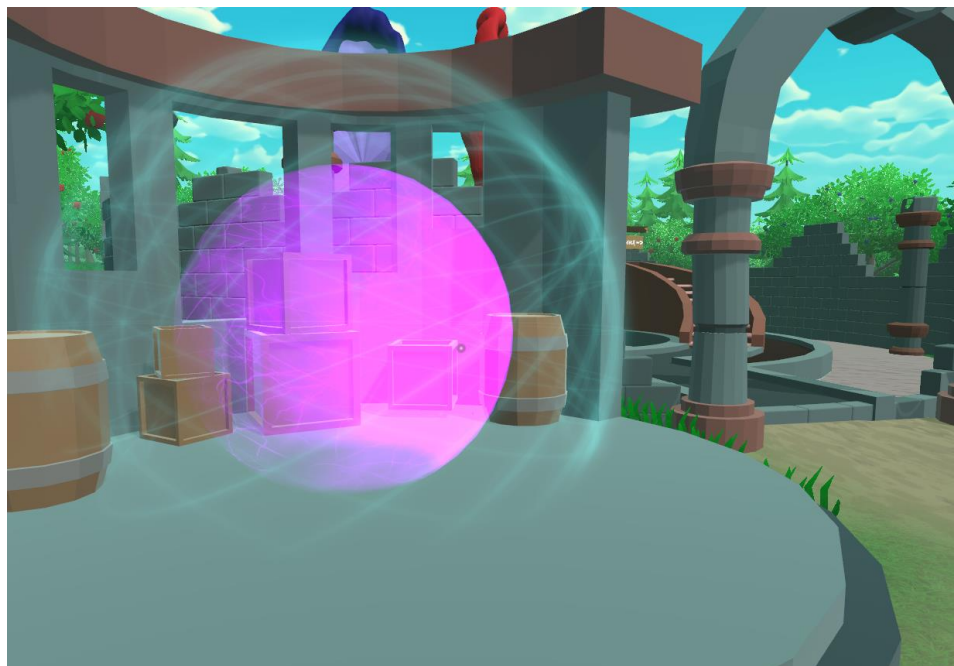
Os comandos são os seguintes:

- **W** (frente), **S** (trás), **A** (esquerda), **D** (direita) para movimentar o avatar.
- **Espaço** para pular.
- O **mouse** controla a perspetiva da câmara:
 - **Clique esquerdo** para interagir.
 - **Clique e segurar** para segurar objetos.
 - **Segurar o botão do meio do rato** enquanto segura um objeto permite rotacioná-lo.
 - **Segurar o botão direito** enquanto segura um objeto permite atirá-lo.
- **Esc** para fechar menus ou abrir o menu principal.
- **R** oferece várias opções de câmara e configurações do avatar, mas só deve ser usado se souber exatamente o que está a fazer.
- **V** segurar enquanto fala oferece a opção de ativar o microfone para falar com outros utilizadores.
- **Y** oferece uma caixa de texto que permite falar com outros utilizadores por texto.



O mapa disponibiliza várias dessas *orbs* azuis que, ao serem clicadas, acionam um mecanismo. Mecanismo que altera o aspeto do céu, ajusta a iluminação e modifica a ambientação, simulando diferentes fases do dia.

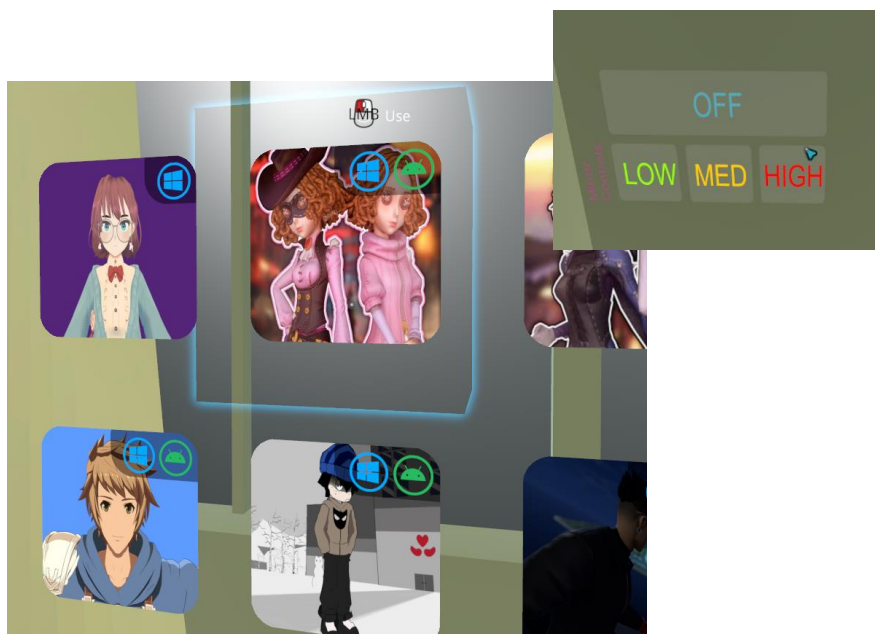
Atualmente, o mapa também conta com portal — por enquanto apenas um — que conduz à sala de escolha de avatares mencionada anteriormente no relatório. Como o próprio nome indica, trata-se de um portal que transporta o utilizador para outro local. Este portal é facilmente visível logo na área inicial de *spawn*.



Também dispomos de objetos interativos, como este *tablet*, que requer um clique para ligar e a **tecla F** para desligar. Para evitar conflitos, o estado de “ligado” é *local*, ou seja, cada utilizador precisa ativar o *tablet* individualmente. Assim, se duas pessoas desejarem assistir a um vídeo, ambas devem ligar o *tablet* por conta própria e, em seguida, uma delas seleciona e define o que vai ser reproduzido.



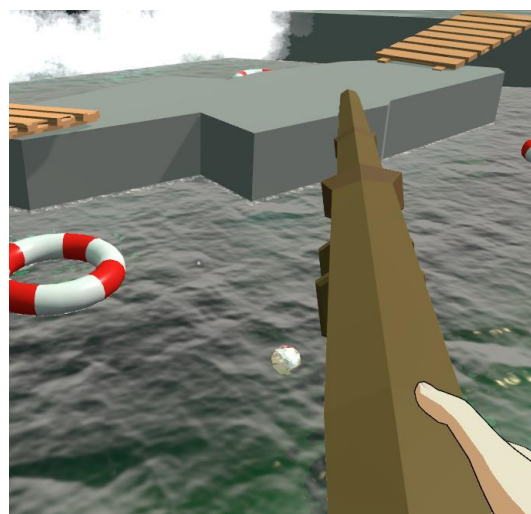
Disponibilizamos também espelhos personalizáveis, que oferecem três opções de qualidade para otimizar a performance do dispositivo. Basta clicar na opção desejada para alterar a qualidade. Da mesma forma, para selecionar um avatar, basta clicar sobre o *avatar* pretendido.



Existem também interações baseadas em mecanismos. Por exemplo, se o utilizador cair na água do rio, será automaticamente teletransportado para um ponto seguro. Outro exemplo é o *marshmallow* na fogueira, que pode queimar caso seja deixado muito tempo no fogo. Além disso, os objetos soltos no chão são automaticamente reposicionados no local original após 30 segundos de inatividade, garantindo a organização do cenário.



A maioria dos portais no mapa funciona através de clique simples ou no toque com certo objeto (*trigger*), enquanto alguns objetos contam com comportamentos específicos para maior interatividade. Por exemplo, há itens que são segurados automaticamente e possuem ações adicionais no segundo clique ou ao segurar o botão. Um exemplo disso é a cana de pesca, que lança o anzol ao clicar após ser pega, e o arco, que dispara a flecha ao manter pressionado após o *pickup*, usando o botão direito do rato para soltar o item. Além disso, certos assentos possuem restrições de saída, sendo necessário pressionar F para ejetar. Isso ocorre porque esses assentos estão associados a eventos especiais, como no caso do barco, que tem um evento de condução, desativando a saída padrão. Vale destacar que essas funcionalidades ainda são experimentais.



Dito isso, já apresentei o processo de instalação, as funcionalidades principais e os controles básicos do mundo. Agora, resta apenas explorar, interagir e descobrir tudo o que o E-Lounge tem para oferecer!

ANEXO 2 – MELHORIAS E PROPOSTAS

Categoria	Melhoria Proposta
Interatividade	Adicionar mais minijogos otimizados (ex.: substituir mini-jogo atual por outro mais otimizado).
Desempenho	Ter cuidado e sempre aplicar <i>LOD</i> dinâmico e <i>bake</i> de luzes em todas as áreas para melhor desempenho.
Funcionalidades	Criar sistema de inventário para objetos interativos e novos menus.
Compatibilidade	Melhorar otimização para <i>Meta Quest</i> reduzindo texturas e colisões desnecessárias.
Documentação	Criar manual com tutoriais internos.

Essa foi a proposta; as melhorias incluem a resolução de todos os problemas anteriormente mencionados, bem como a implementação de diversas adições e novas funcionalidades.