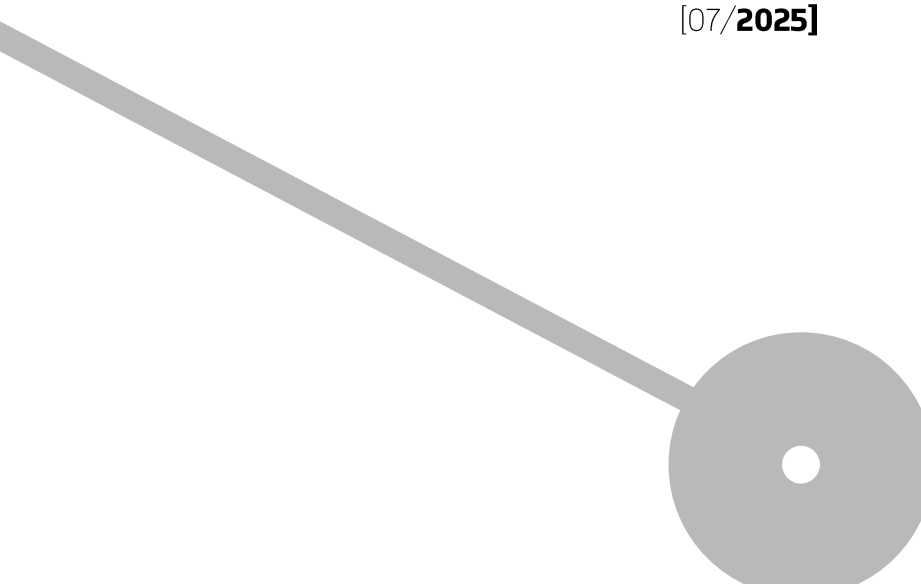




Experiência do Utilizador em Ambientes de Realidade Virtual Terapêutica

Inês Sofia Antunes Moura Reis

[07/2025]



Politécnico do Porto
Escola Superior de Media Artes e Design

Inês Sofia Antunes Moura Reis

**Experiência do Utilizador em Ambientes de Realidade Virtual Terapêutica:
Uma simulação multissensorial para pacientes hospitalizados**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Media Digitais Interativos

Orientação: Prof. Doutor Rui Pedro Costa Rodrigues (ESMAD)

Coorientação: Prof.^a Doutora Ana Raquel Simões de Almeida (E2S)

Vila do Conde, julho de 2025

Inês Sofia Antunes Moura Reis

Experiência do Utilizador em Ambientes de Realidade Virtual Terapêutica:
Uma simulação multissensorial para pacientes hospitalizados

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Media Digitais Interativos

Membros do Júri

Presidente

Prof.^(a) Doutor(a) João Pedro Sampaio de Matos Antunes de Azevedo
Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Vogal - Orientador

Prof.^(a) Doutor(a) Rui Pedro Costa Rodrigues
Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Vogal - Arguente

Prof.^(a) Doutor(a) Bruno Sérgio Gonçalves Giesteira
Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto – Faculdade do Porto

Vila do Conde, julho de 2025

AGRADECIMENTOS

Depois de um caminho tão longo, o fim chegou. É estranho pensar que não é só o fim da minha dissertação: é o fim da minha escolaridade, da minha licenciatura e, agora, do meu mestrado. E o início de uma nova etapa (o meu desemprego...).

Quero agradecer aos que cá estão, mas também àqueles que já não estão.

A quem esteve diretamente ligado:

Quero agradecer à casa que me acolheu, a ESMAD, durante cinco anos. Nela deixo parte de mim e trago muitas, muitas memórias que nunca vou esquecer. Fui aluna, fui representante dos estudantes e até guitarrista fui. Foi aqui que me encontrei e percebi quem eu realmente quero ser.

Um obrigada a todos os professores do mestrado – e um ainda mais especial àqueles que também foram meus na licenciatura.

Um obrigada à minha coorientadora, professora Raquel, por todo o apoio e orientação, tanto na dissertação como fora dela. Foi um gosto trabalhar consigo.

Ao meu orientador, o professor Rui, um agradecimento muito, muito especial. O professor foi, ao longo de cinco anos, o meu mentor. Foi graças a si que percebi que havia um lugar para mim neste ramo – um lugar onde pudesse juntar tudo aquilo de que gosto. Foi com a sua ajuda e orientação que cheguei onde estou hoje: conquistei os meus trabalhos, os meus objetivos, o meu caminho profissional e até as minhas aspirações. Com a sua inspiração, levo comigo a vontade e o desejo de um dia seguir os seus passos e ter, na vida de alguém, o impacto que teve na minha. O desejo de um dia vir a lecionar nasceu daquilo que vi em si: alguém que acredita verdadeiramente nos seus alunos e que lhes mostra que têm potencial para serem muito grandes. Obrigada, professor, por tudo.

Por último, mas não menos importante, à Viviana – a minha “amiga” do coração (entre outras porque é, literalmente, a tua alcunha). Uma das minhas melhores amigas e companheira de mestrado (e de vida). Só nos começámos a dar mais no final da licenciatura, mas o valor de uma amizade não se mede pelo tempo que dura – mede-se pelo impacto que tem. E o valor que tu me trouxeste, amiga... não se explica. Já passámos tantos bons momentos juntas – e também já passámos pelo inferno. Viemos juntas para este mestrado e juntas o vamos completar. Nunca me vou esquecer de todas as vezes que

ficámos na ESMAD a trabalhar até às tantas, nem das tuas montanhas de batatas no BK. Nada teria sido o mesmo sem ti (até porque, se tu não fosses ao mestrado, a probabilidade de eu ir descia imenso). Foste o meu apoio, o meu sorriso, as minhas gargalhadas e a minha força. Para ti, um até já – e um adoro-te.

A quem me acompanhou fora do papel:

Aos meus pais, à “Tata” Ana e ao meu cãozinho Noni, um agradecimento muito especial e um beijinho muito grande. Ao meu pai, obrigada por me dares tanto na cabeça e por nunca me deixares ir abaixo. À minha mãe, obrigada por seres a calma na minha tempestade e por me fazeres sorrir quando parece que não tenho motivos para isso. À Tatá, obrigada pelo carinho que me tens – por sermos muito mais do que simples tia e sobrinha – e por tudo o que fazes para que esta ligação seja tão especial. Sabem o valor que têm para mim e o impacto que têm na minha vida. Todas as minhas escolhas e conquistas têm a vossa força por trás. São por vocês, e também com vocês.

Um agradecimento muito especial à minha avó Rosa e à tia Nocas, que apesar de já cá não estarem em pessoa, estão sempre em espírito e alma.

Aos meus amigos que foram da escola para a vida – o Nuno e a Rita – foi convosco que realmente compreendi o significado de uma amizade que resiste ao tempo, à distância e às mudanças. E como isso nos transforma enquanto pessoas. Vou guardar comigo para sempre as nossas sessões de terapia mensais, no carro uns dos outros, o apoio e o carinho que trocámos, e o quanto acompanhámos o nosso crescimento e o salto para a vida adulta. Tenho tanto orgulho em ambos. Nada disto seria possível sem vocês, meus totós.

Um agradecimento também a todos os meus amigos – João, Rúben, Vasco, Tiagos e Bruna – e a todas as memórias que me deram neste período. A vossa presença marcou esta etapa de forma única.

Ao meu irmão Dani, que não é só um irmão, mas também o meu melhor amigo e companheiro nesta vida. Com ele cresci e partilho o meu dia a dia. Somos a família um do outro, e sei que temos uma conexão muito rara. Sem ele, não teria conseguido nada do que conquistei até hoje. É graças ao meu irmão que me esforço, que não perco a motivação e que levanto sempre a cabeça. Tudo o que faço é por ti, Kikinho. Levo-te comigo em tudo o que sou e tudo o que ainda hei de ser.

À Diana, aquela que sempre disse ser mais do que mera melhor amiga – porque assim o é. Nestes dois últimos anos, tornámo-nos próximas como nunca fomos, desde os nossos 10 aninhos. És a minha conselheira pessoal, aquela que sabe sempre o que dizer, aquela que me entende quando mais ninguém entende. Aquela que não me deixou congelar a matrícula em todas as vezes que me passei e entrei em pânico. A vida não seria – nem é – a mesma sem ti. Obrigada por todo o apoio incondicional que me dás e por todos os momentos bonitos que temos vivido. És tu aquela que me “ajuda a plantar as flores deste jardim a que chamo de vida”. Quero-te a meu lado para sempre.

Ao meu namorado, André – chegaste a meio deste percurso, mas é para o resto da vida que te quero levar. Foi quando menos esperava que chegaste e me acolheste, com todas as minhas imperfeições e inseguranças. Contigo, experienciei a vida de forma diferente, como nunca tinha experienciado. Vi a vida com outra cor. Ensinaste-me o que é amar e ser amada. Deste-me todo o teu apoio, que me permitiu chegar onde estou. Foste o meu maior fã neste passo tão grande que agora completo. Despertaste em mim a felicidade e a cor que há muito guardava. Obrigada, mô. Parte de mim, e desta vitória, será sempre tua também.

Durante este mestrado, tatuei a frase “I am a mosaic of everyone I’ve ever loved”, precisamente por isto: eu sou um pedaço de todas as pessoas que já ameí. Muito do que sou vem das pessoas e das coisas que elas me foram passando ao longo do tempo.

Como dizia Adélia Prado: “O que a memória ama, fica eterno.” E é com esse princípio que me guio. Obrigada – e veremos o que a vida me espera.

RESUMO ANALÍTICO

A hospitalização, sobretudo quando prolongada, tende a retirar ao indivíduo o controlo sobre o seu quotidiano, afastando-o do contacto com o exterior e privando-o de estímulos naturais. Este contexto pode gerar um impacto emocional e psicológico significativo, dificultando não só o bem-estar momentâneo como também o próprio processo de recuperação. Nos últimos anos, têm surgido propostas inovadoras que procuram atenuar estes efeitos, recorrendo a experiências imersivas baseadas em realidade virtual multissensorial, especialmente concebidas para contextos terapêuticos.

A presente dissertação insere-se nesta linha de investigação e propõe-se a desenvolver diretrizes de design para experiências terapêuticas em realidade virtual, com especial enfoque na experiência do utilizador e na terapia de floresta. O trabalho assenta numa abordagem em duas frentes complementares: por um lado, uma análise crítica de soluções imersivas já existentes, com o objetivo de identificar boas práticas, tendências e limitações; por outro, o estudo aprofundado de uma aplicação terapêutica concreta – baseada em ambientes naturais – através da sua avaliação e posterior otimização com recurso a métodos centrados no utilizador.

A triangulação destas duas dimensões permitiu reconhecer elementos fundamentais para a criação de experiências mais eficazes, acolhedoras e emocionalmente significativas para os pacientes. A partir destes dados, foram formuladas diretrizes de design orientadas para a construção de soluções digitais em realidade virtual mais adequadas ao contexto clínico e ao bem-estar de quem as utiliza.

Palavras-chave: realidade virtual; experiência do utilizador; design centrado no utilizador; bem-estar; terapia de floresta

ABSTRACT

Prolonged hospitalization often strips individuals of control over their daily lives, removing them from contact with the outside world and depriving them of natural stimuli. This context can have a profound emotional and psychological impact, not only affecting patients' well-being but also hindering their recovery process. In recent years, immersive experiences based on multisensory virtual reality have emerged as innovative strategies to mitigate these effects, particularly in therapeutic settings.

This dissertation aligns with that line of inquiry and aims to develop user experience design guidelines for therapeutic virtual reality environments, with a particular focus on forest therapy. The research followed a dual approach: on one hand, a critical analysis of existing immersive solutions, identifying best practices, trends, and limitations; on the other, an in-depth study of a specific therapeutic application – inspired by natural environments – including its user experience evaluation and subsequent redesign, using user-centred methods.

By triangulating insights from both perspectives, key elements were identified to foster more effective, welcoming, and emotionally meaningful therapeutic experiences. Based on this evidence, a set of design guidelines was developed to support the creation of future digital solutions in clinical virtual reality settings, promoting emotional comfort and user well-being.

Keywords: virtual reality; user experience; user-centred design; well-being; forest therapy

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	12
Lista de Tabelas	13
Lista de Siglas	14
INTRODUÇÃO.....	15
Contextualização	15
Motivações Pessoais	17
Questões de Investigação.....	18
Objetivos Gerais e Específicos.....	19
Estrutura do Documento	22
1 REVISÃO DA LITERATURA.....	24
1.1 A Hospitalização e os Impactos no Bem-estar Psicofisiológico.....	24
1.2 Realidade Virtual como Resposta Terapêutica.....	26
1.2.1 Aplicações Clínicas e Estratégias Participativas em Realidade Virtual	27
1.2.2 Estímulos Multissensoriais e Personalização da Experiência.....	29
1.2.3 Natureza Virtual como Recurso Terapêutico.....	30
1.3 Experiência do Utilizador em Realidade Virtual Terapêutica	33
1.3.1 Fundamentos, Imersão e Desafios Específicos.....	34
1.3.2 Avaliação e Design Centrado no Utilizador.....	35
1.3.3 Considerações Éticas e clínicas.....	37
1.4 Síntese e Implicações para o Estudo.....	39
2 METODOLOGIA.....	41
2.1 Enquadramento Metodológico.....	41
2.1.1 Tipo e Estratégia de Investigação	41
2.2 Contexto da Investigação	42
2.2.1 Caracterização Institucional e Técnica	42
2.2.2 Participantes e Critérios de Inclusão.....	43
2.3 Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados	43

2.3.1 Recursos Tecnológicos Necessários.....	44
2.3.2 Avaliação Heurística.....	44
2.3.3 Focus Group.....	47
2.3.4 Testes de Usabilidade.....	48
2.4 Consentimento e Confidencialidade.....	49
2.5 Estratégia de Análise de Dados.....	51
2.5.1 Análise Qualitativa.....	51
2.5.2 Análise Quantitativa.....	52
2.5.3 Triangulação Metodológica.....	52
2.6 Plano de Investigação.....	54
2.6.1 Cronograma de Atividades.....	56
2.7 Limitações Metodológicas e Planos de Contingência.....	57
3 DESENVOLVIMENTO.....	59
3.1 Enquadramento Geral.....	59
3.2 Artefactos de Design Centrado no Utilizador.....	59
3.2.1 Personas.....	60
3.2.2 Mapas de Empatia.....	63
3.2.3 Mapas da Jornada do Utilizador.....	66
3.3 Conversa Informal com Especialistas.....	69
3.3.1 Contextualização.....	69
3.3.2 Descrição da Sessão.....	69
3.3.3 Resultados Exploratórios.....	70
3.4 Avaliações Heurísticas.....	72
3.4.1 Procedimento e Sessões.....	72
3.4.2 Implicações para o Design.....	73
3.5 Redesign da Interface de Utilizador.....	74
3.5.1 Prototipagem Inicial: Baixa Fidelidade.....	74
3.5.2 Prototipagem de Alta-Fidelidade.....	76
3.5.3 Limitações de Integração e Adaptação do Novo Design.....	79
3.6 Testes de Usabilidade.....	81
3.6.1 Resultados do UEQ.....	83

3.6.2 Resultados da Observação Direta	88
3.6.3 Discussão Integrada dos Resultados	90
3.7 Diretrizes de UX Design para Ambientes Virtuais Terapêuticos.....	97
3.7.1 Orientação e Controlo do Utilizador	98
3.7.2 Estímulos Sensoriais e Bem-estar	98
3.7.3 Usabilidade e Acessibilidade em Contexto Clínico.....	99
3.7.4 Personalização da Experiência.....	100
3.8 Limitações e Trabalhos Futuros.....	103
CONCLUSÃO.....	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
APÊNDICES.....	121
Apêndice A – Artefactos de Design (Personas, Empathy Maps e Customer Journey Maps).....	122
Apêndice B – Avaliação heurística da investigadora.....	123
Apêndice C – Estudo heurístico.....	124
Apêndice D – Estudo para a conversa informal	125
Apêndice E – Protótipos (Baixa e Alta-Fidelidade)	126
Apêndice F - Questionário UEQ preenchido pelos pacientes	127
Apêndice G – Resultados UEQ	128
Apêndice H – Grelha de observação	129
Apêndice I – Guião para os facilitadores.....	130
Apêndice J – Infografia das Diretrizes de UX Design.....	131
Apêndice K – Documentação completa	132
ANEXOS.....	133
Anexo A – Questionário da Sessão 0.....	134

Lista de Figuras

Figura 1 - Cronograma planeado para a dissertação.....	56
Figura 2 - Persona Rute Oliveira, a paciente	61
Figura 3 - Persona Simone Ribeiro, a psiquiatra.....	62
Figura 4 - Persona Joel Lima, o Terapeuta Ocupacional	63
Figura 5 - Empathy Map de Rute.....	64
Figura 6 - Empathy Map de Simone	65
Figura 7 - Empathy Map de Joel.....	66
Figura 8 - Customer Journey Map de Rute.....	67
Figura 9 - Customer Journey Map de Simone.....	68
Figura 10 - Customer Journey Map de Joel.....	68
Figura 11 - Sketches realizados para cada ecrã	75
Figura 12 - Os quatro ecrãs principais em wireframe	76
Figura 13 - <i>Moodboard</i> realizado (paleta, tipografia e inspirações visuais).....	78
Figura 14 - Diferentes menus (Ecrã inicial, escolha de sessão opção 1, escolha de sessão opção 2, menu de definições	78
Figura 15 - Principais ecrãs redesenhados (seleção de sessão, confirmação de sessão, menu de opções e barra de progressos).....	80
Figura 16 - Onboarding, página 1.....	80
Figura 17 - Infografia Diretrizes de UX Design para Ambientes Virtuais Terapêutico ...	102

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Síntese de Problemas Críticos e Soluções Planeadas para o Redesign do <i>NaturalVR</i>	73
Tabela 2 - Resultados do UEQ por dimensão.....	84
Tabela 3 - Média de qualidades	85
Tabela 4 - Consistência interna das escalas.....	86
Tabela 5 - Comparação com benchmark	87

Lista de Siglas

CIR	Centro de Investigação em Reabilitação
CHUSJ	Centro Hospitalar Universitário do São João
E2S	Escola Superior de Saúde
EEG	Eletroencefalograma
ESMAD	Escola Superior de Media Artes e Design
HSJ	Hospital de São João
LabRP	Laboratório de Reabilitação Psicossocial
PSPT	Perturbação de Stress Pós-Traumático
RA	Realidade Aumentada
RM	Realidade Mista
RV	Realidade Virtual
UCD	<i>User Centred Design</i>
UX	<i>User eXperience</i> , Experiência do Utilizador
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
UEQ	<i>User Experience Questionnai</i>

INTRODUÇÃO

Contextualização

Estar hospitalizado durante longos períodos pode revelar-se uma experiência profundamente desafiante. Para além das limitações físicas inerentes ao internamento, muitos pacientes enfrentam um quotidiano marcado pela solidão, pela ausência de contacto com o exterior e, em particular, pela privação de estímulos naturais. A literatura demonstra o impacto dos ambientes naturais no bem-estar psicológico. Por exemplo, Chan et al. (2023) descobriram que a falta de contacto com a natureza contribui para a ansiedade e o stress, que podem ser mitigados através de cenários florestais virtuais que aumentam a conexão com a mesma e reduzem o impacto negativo. Em contrapartida, Ulrich (1984) mostrou que pacientes em quartos com luz natural e vegetação usavam menos medicamentos para dor e tinham recuperações mais rápidas do que aqueles sem essas características ambientais.

Neste cenário, os avanços tecnológicos abrem novas possibilidades de intervenção, sendo a Realidade Virtual (RV) uma que se indica das mais promissoras. Vários estudos destacam o seu potencial terapêutico, nomeadamente ao nível da regulação emocional, da redução do stress (Freeman et al., 2017), do alívio da dor e da melhoria geral da experiência hospitalar (Jerdan et al., 2018; Teh et al., 2024). A RV parece, assim, oferecer aos pacientes hospitalizados uma via alternativa para o conforto, a distração e a sensação de controlo – mesmo que em ambiente virtual.

Foi essa possibilidade que motivou a presente investigação: compreender de que forma a RV pode contribuir para o bem-estar psicológico de pacientes hospitalizados. Trata-se de um estudo aplicado, baseado num caso prático real, centrado na experiência do utilizador (UX) em cenários virtuais com fins terapêuticos, com destaque para a aplicação da terapia de floresta.

O ponto de partida para o estudo foi a aplicação *NaturalVR*, desenvolvida pelo Centro de Investigação em Reabilitação (CIR) do Laboratório de Reabilitação Psicossocial (LabRP), integrado na Escola Superior de Saúde do Politécnico do Porto (E2S). Em colaboração com o investigador Gonçalo Oliveira, responsável pela

componente técnica e de programação, foi possível acompanhar o desenvolvimento da aplicação e analisá-la com um olhar crítico e centrado no utilizador.

A investigação decorreu em várias fases. Numa etapa inicial, foi realizada uma revisão integrativa da literatura, centrada nos impactos da hospitalização no bem-estar, nas potencialidades terapêuticas da RV, na integração de estímulos multissensoriais e naturais e nos princípios de UX aplicados a espaços imersivos com fins clínicos. A pesquisa recorreu à *b-on* e a motores de busca académicos como *SciSpace* e *ResearchGate*, com critérios de inclusão definidos (relevância temática, publicação entre 2010 e 2025, com ênfase nos estudos publicados nos últimos três anos e acesso a texto integral), permitindo reunir evidência atualizada e multidisciplinar sobre o tema. Seguiu-se a adoção de uma metodologia de investigação-ação, orientada pelos princípios do design centrado no utilizador (UCD), para investigar o *NaturalVR*. Foram integrados métodos e técnicas qualitativas – como a criação de *personas*, *empathy maps* e *customer journey maps*, a recolha de opinião de profissionais de saúde e a avaliação heurística da interface – e métodos quantitativos, mediante testes de usabilidade com pacientes hospitalizados, utilizando o *User Experience Questionnaire* (UEQ).

Os dados recolhidos permitiram identificar necessidades, falhas de usabilidade e oportunidades de melhoria, bem como aspetos ligados ao design emocional – incluindo a perceção de conforto, o envolvimento sensorial e o impacto das interações na experiência afetiva dos utilizadores. No contexto da RV terapêutica, estas dimensões enquadram-se no conceito de *design emocional* (Norman, 2004), que considera três níveis de resposta: visceral (reação imediata a estímulos sensoriais, como cor, som ou textura), comportamental (ligada à usabilidade, eficácia e sensação de controlo) e reflexiva (associada ao significado pessoal e à valorização da experiência). Integrar estas camadas na análise permitiu compreender não apenas a eficiência funcional do *NaturalVR*, mas também o seu potencial para gerar conforto, envolvimento e significado para os utilizadores em contexto hospitalar. Através da análise crítica do processo de desenvolvimento e avaliação do *NaturalVR*, bem como da reflexão sobre os estudos realizados anteriormente, foi possível elaborar um conjunto de diretrizes de UX design orientadas para contextos clínicos. Estas diretrizes procuram não só informar futuros projetos de RV terapêutica – especialmente os que exploram o conceito de terapia de

floresta – como também reforçar a importância de colocar a UX no centro do desenvolvimento tecnológico em saúde.

Motivações Pessoais

Desde a adolescência que me fascino com a forma como a mente humana funciona – e, sobretudo, a origem dos seus desequilíbrios. Por causa das experiências pessoais que vivi desde muito nova, nasceu em mim um desejo de compreender aquilo que sentia e de procurar explicações para aquilo que, tantas vezes, parecia não ter nome. O meu interesse pela filosofia, pela arte e pela história que cada uma transporta foi alimentado por esse impulso de entender as emoções, as suas repercussões e formas de expressão.

A escolha deste tema de dissertação está ligada a essas vivências, em particular às inúmeras consultas que frequentei e à hospitalização prolongada dos meus avós nas fases mais frágeis das suas vidas. Estar próxima dessas realidades tornou evidente o peso do isolamento e da ausência de estímulos durante o internamento. Cada um, à sua maneira, mostrou-me o valor da empatia, da escuta ativa e da proximidade, bem como o impacto que algo tão simples como apanhar ar fresco, ver uma flor desabrochar ou sentir o cheiro da maresia pode ter.

Foi assim que cresceu em mim a vontade de me aproximar desta causa: tornar o quotidiano das pessoas hospitalizadas um pouco mais leve, mesmo que através de pequenas mudanças. Quero compreender melhor as suas dores e contribuir, dentro do possível, para o seu bem-estar.

Este propósito acabou por se entrelaçar naturalmente com o meu gosto pela tecnologia, em particular pelos videojogos, que me acompanham desde muito cedo. Ao surgir a oportunidade de colaborar no projeto *NaturalVR*, percebi que estava perante uma conjugação rara dos meus interesses pessoais, académicos e humanos. Esta investigação nasce, assim, da conjugação entre aquilo que me move, aquilo que aprendi e aquilo em que acredito: que a tecnologia, quando utilizada com sensibilidade, pode criar pontes de conforto e humanidade, mesmo nos contextos mais difíceis.

Questões de Investigação

As questões de investigação orientam o percurso desta dissertação e constituem a base para todas as opções metodológicas realizadas. Partindo dos princípios de UCD, estas questões procuram explorar três dimensões fundamentais da RV aplicada ao contexto clínico: acessibilidade, usabilidade e personalização, articuladas com aspetos de design sensorial e potencial de experiências transformacionais.

1. Como pode a RV, aplicada em contextos hospitalares através de soluções como o *NaturalVR*, contribuir para o bem-estar emocional e a perceção de suporte terapêutico por parte dos pacientes?

a) *Como experienciam e interpretam os efeitos da RV os utilizadores hospitalizados durante o internamento?*

2. Quais são os principais fatores de usabilidade, acessibilidade e design sensorial que influenciam a eficácia e a aceitação de intervenções terapêuticas em RV no contexto hospitalar?

a) *Que fatores podem ser otimizados para responder às necessidades emocionais e físicas específicas dos pacientes internados?*

3. Como pode uma abordagem de UCD, aplicada a um caso prático como o *NaturalVR*, apoiar o desenvolvimento de diretrizes replicáveis e centradas no utilizador para soluções de RV terapêutica em diferentes contextos clínicos?

a) *De que forma estas diretrizes se mantêm relevantes para públicos e finalidades terapêuticas diversas?*

A qualidade de uma experiência terapêutica de RV assenta em três dimensões inter-relacionadas: usabilidade, acessibilidade e personalização. De acordo com a norma ISO 9241-210, a usabilidade refere-se à eficácia, eficiência e satisfação com que os utilizadores alcançam objetivos específicos, enfatizando instruções claras, interação fluida e um esforço físico ou cognitivo mínimo. A acessibilidade garante que os sistemas de RV possam ser utilizados por indivíduos com diferentes capacidades físicas, sensoriais

ou cognitivas, minimizando barreiras de design que possam excluir utilizadores. Já a personalização envolve adaptar elementos sensoriais, temporais e de interação às necessidades e estados emocionais únicos de cada utilizador, aumentando assim a relevância terapêutica e o nível de envolvimento.

Estas dimensões cruzam-se com o conceito de *design sensorial*, que prioriza o uso intencional de estímulos multissensoriais para promover o bem-estar do utilizador. Esta abordagem é apoiada pela *somaestética* – conforme definida por Shusterman (2012) –, que enfatiza a consciência corporal e o refinamento da experiência física, e por perspectivas de *embodied design*, que reconhecem a importância da interação corporal nos processos de construção de significado.

Num nível mais profundo, a RV terapêutica pode também servir como plataforma para experiências transformacionais – aquelas que modificam a forma como os utilizadores percebem a si próprios ou o seu contexto. Com base no modelo de *Transformational Experience Design* de Pine II & Gilmore (2002) e em investigações sobre design experiencial, tais intervenções podem promover resiliência emocional, autoestima e até mesmo autorrealização, quando alinhadas com narrativas significativas e imersivas. Em contextos clínicos, isto abre a possibilidade de ir além do tratamento dos sintomas, criando experiências simultaneamente restauradoras e capacitadoras do ponto de vista psicológico.

Estas perguntas estruturam não só o plano de investigação, mas também a visão desta dissertação: compreender, com rigor e sensibilidade, de que forma a tecnologia pode ser concebida para servir verdadeiramente quem mais precisa.

Objetivos Gerais e Específicos

Após formular as questões de investigação, é essencial explicitar os objetivos que orientam o estudo. Estes não só servem de guia, como também expressam a finalidade da investigação.

Esta dissertação pretende explorar o valor da RV multissensorial como ferramenta de apoio ao bem-estar emocional de pacientes hospitalizados, reconhecendo os desafios associados ao internamento prolongado, à ausência de contacto com a

natureza e ao impacto psicológico que daí pode resultar. Pretende-se compreender como as experiências imersivas – compostas por estímulos visuais, auditivos, táteis e olfativos – podem ajudar a suavizar o quotidiano hospitalar e proporcionar aos pacientes momentos de conforto, distração e presença emocional.

O *NaturalVR* surge aqui como caso prático, ou seja, não como objetivo final, mas como meio para observar, testar e refletir sobre os benefícios e limitações da RV terapêutica. Através da análise e melhoria da sua UX, procura-se gerar conhecimento aplicado e formular um conjunto de diretrizes que informem o desenvolvimento de futuras soluções digitais com fins terapêuticos – sensíveis às exigências clínicas e às necessidades emocionais, físicas e cognitivas dos pacientes.

Para operacionalizar este percurso, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. Explorar o potencial da RV multissensorial em contexto hospitalar

- Investigar de que forma cenários virtuais, especialmente os inspirados na natureza, podem promover o bem-estar generalizado dos pacientes internados;
- Analisar o impacto da estimulação sensorial (visual, auditiva, tátil e olfativa) na perceção de conforto, relaxamento e suporte terapêutico;
- Refletir sobre os efeitos da ausência de contacto com a natureza e com a sociedade durante o internamento, identificando oportunidades de intervenção através da RV.

2. Avaliar a usabilidade e a experiência de utilização da aplicação *NaturalVR*

- Identificar os elementos de design e usabilidade – e aspetos de acessibilidade cognitiva – que influenciam a eficácia terapêutica e a aceitação da aplicação;
- Recolher perceções de pacientes hospitalizados e profissionais de saúde envolvidos na sua implementação;

- Aplicar métodos e técnicas de UX design – como personas, *empathy maps*, *customer journey maps* e avaliação heurística – adaptando estas ferramentas às limitações contextuais identificadas;
- Integrar dados qualitativos (como observações e entrevistas informais) e quantitativos (como o UEQ) para sustentar propostas de melhoria;
- Desenvolver o protótipo a integrar na aplicação antes da realização dos testes com os utilizadores finais.

3. Desenvolver diretrizes de UX design orientadas para soluções terapêuticas em RV

- Sistematizar recomendações práticas com base nos princípios UCD e nos resultados da investigação;
- Formular essas diretrizes de modo a adaptarem-se a diferentes perfis de pacientes e realidades clínicas, incorporando barreiras, facilitadores e considerações de ordem técnica, emocional e ética.

No âmbito desta investigação, os estímulos sensoriais são considerados numa perspetiva integrada, reconhecendo a interdependência entre corpo e cérebro na experiência imersiva. Embora o foco recaia principalmente sobre os canais visual, auditivo, tátil e olfativo, importa reconhecer a relevância de outros sistemas sensoriais, como o vestibular – responsável pela perceção do equilíbrio e orientação espacial – e o proprioceptivo, que informa sobre a posição e movimento das diferentes partes do corpo no espaço (Kandel et al., 2013; Purves et al., 2001). A estimulação adequada destes sentidos pode contribuir para reforçar a presença e o realismo em ambientes de RV, mas exige especial atenção para prevenir desconfortos como a *cybersickness* – um conjunto de sintomas como náuseas, tonturas e desconforto visual, induzidos pela utilização de tecnologias imersivas, especialmente em ambientes de realidade virtual (Rebenitsch & Owen, 2016).

Quanto à acessibilidade cognitiva, esta diz respeito ao conjunto de características e estratégias de design que facilitam a compreensão, a aprendizagem e a interação por parte de pessoas com dificuldades cognitivas temporárias ou permanentes (por exemplo, decorrentes de défices de memória, atenção ou processamento da

informação). Em ambientes digitais e de RV, tal implica o uso de instruções simples e consistentes, linguagem clara, apoio contextual e uma organização visual que reduza a sobrecarga cognitiva.

Estas abordagens alinham-se com as orientações do *World Wide Web Consortium* (W3C), em particular com o trabalho da *Web Accessibility Initiative* (WAI), que define padrões internacionais para promover o acesso universal a conteúdos digitais (World Wide Web Consortium (W3C), 2018). Embora desenvolvidas sobretudo para a Web, as suas diretrizes – centradas na perceção, operabilidade, compreensão e robustez – são transferíveis para o design de experiências imersivas, reforçando a importância de uma conceção inclusiva desde as fases iniciais do desenvolvimento.

Estrutura do Documento

A estrutura da dissertação foi concebida para acompanhar o percurso desenvolvido ao longo da investigação, desde a fundamentação teórica até à aplicação prática e, por fim, à definição de diretrizes. Cada capítulo representa uma etapa distinta deste processo, estando organizado de forma lógica e sequencial.

A introdução apresenta o contexto da investigação e as razões que levaram à escolha deste tema. São partilhadas as motivações pessoais, as questões que orientaram o percurso e os objetivos definidos para a investigação. A secção termina com uma descrição geral da estrutura do documento, de modo a facilitar a sua leitura.

O Capítulo 1 – Revisão da Literatura reúne e organiza o conhecimento existente sobre os principais fatores que sustentam esta investigação, com destaque para os impactos psicofisiológicos da hospitalização e o potencial da RV como resposta terapêutica. A revisão desenvolve-se em torno de cinco alicerces fundamentais: (1) os efeitos da hospitalização no bem-estar dos pacientes; (2) as possibilidades terapêuticas da RV em ambiente clínico; (3) a importância da personalização e da estimulação multissensorial em ambientes imersivos; (4) o papel da natureza e da terapia de floresta como intervenções restauradoras; e (5) os princípios de UX aplicados ao design e avaliação de experiências virtuais em saúde, incluindo as suas implicações éticas. Este

enquadramento teórico foi essencial para fundamentar todas as fases do projeto – desde o planeamento metodológico até à formulação das diretrizes de design.

O Capítulo 2 – Metodologia descreve o caminho seguido para estruturar e concretizar a investigação. É explicada a abordagem metodológica adotada, o contexto institucional em que decorreu o estudo, os participantes envolvidos nos estudos e os instrumentos utilizados para recolher e analisar os dados. Esta secção inclui também reflexões sobre as limitações encontradas e as soluções concebidas para superar obstáculos práticos e metodológico.

No Capítulo 3 – Desenvolvimento apresenta-se a vertente prática da investigação. São descritos os artefactos de UX desenvolvidos, as contribuições dos especialistas, os testes realizados com os utilizadores e as melhorias introduzidas na aplicação *NaturalVR*. Este culmina numa discussão integrada dos resultados e na apresentação das diretrizes de design propostas com base nessas evidências – recomendações que se esperam orientar projetos futuros com o mesmo propósito.

Por fim, na secção de Conclusão, são sintetizados os principais resultados da investigação, respondem-se às questões inicialmente colocadas e sugerem-se possíveis caminhos para investigações futuras.

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 A Hospitalização e os Impactos no Bem-estar Psicofisiológico

Embora a hospitalização seja frequentemente indispensável para garantir cuidados médicos adequados, os seus impactos na esfera emocional e psicológica dos pacientes são frequentemente secundarizados. O quotidiano hospitalar tende a ser marcado pela ausência de estímulos sensoriais e sociais, pela interrupção das rotinas habituais e por uma perda de controlo sobre o próprio corpo e tempo. Estes fatores contribuem para o surgimento de sintomas como ansiedade, desconforto emocional e stress prolongado – afetando não só a experiência subjetiva de quem está internado, como também o seu processo de recuperação, tanto física como emocional.

Estudos recentes demonstram que hospitalizações prolongadas estão associadas a sofrimento psicológico. Num estudo conduzido nos Emirados Árabes Unidos, Ahmed et al. (2022) observaram que, embora a maioria dos pacientes hospitalizados com COVID-19 apresentasse níveis normais de ansiedade e depressão, períodos de internamento mais longos estavam associados a um agravamento do sofrimento emocional.

Adicionalmente, importa sublinhar que os ambientes de internamento psiquiátrico tendem a ser ainda mais desprovidos de estímulos sensoriais positivos, apresentando características físicas frequentemente monótonas, fechadas e pouco humanizadas. Hagerup et al. (2024) destacam que o design minimalista e o acesso restrito a vistas ou espaços ao ar livre podem agravar a sensação de isolamento e dificultar o processo de recuperação. Simonsen et al. (2024) alertam que a utilização de natureza artificial – como plantas simuladas ou murais – pode ser percebida como inautêntica, reduzindo, em vez de aumentar, a sensação de vitalidade dos pacientes. Na sua revisão sistemática, Rodríguez-Labajos et al. (2024) concluem que elementos de design terapêutico – como o acesso à luz natural, zonas de privacidade e vistas para a natureza – permanecem pouco explorados em contextos psiquiátricos, apesar da sua associação com melhorias no bem-estar. Por fim, Faerden et al. (2022) demonstram que a reformulação de salas de isolamento com base em princípios centrados no utilizador –

como a dignidade, a privacidade, a luz natural e o contacto com a natureza – foi associada a melhorias na perceção dos profissionais e no apoio prestado aos pacientes.

Neste contexto, o ambiente hospitalar – enquanto espaço físico, sensorial e social – assume um papel central na experiência emocional dos doentes. A presença de luz natural, vegetação, silêncio, privacidade e oportunidades de personalização dos espaços têm sido consistentemente associadas a níveis mais baixos de stress e maior conforto emocional (Al Khatib et al., 2024; Topf, 2000; Ulrich, 1984). O trabalho pioneiro de Ulrich (1984) demonstrou que simples vistas naturais a partir da janela do quarto hospitalar estavam associadas a recuperações mais rápidas, menor perceção da dor e menor necessidade de medicação. Por outro lado, fatores como o ruído hospitalar excessivo são apontados como causas de perturbação do sono, aumento da ansiedade e atraso na cicatrização (Topf, 2000).

Estes efeitos não são só emocionais. O stress hospitalar crónico tem consequências fisiológicas mensuráveis, nomeadamente a ativação prolongada do eixo Hipotálamo-Hipófise-Adrenal, com consequente aumento do cortisol – uma hormona que, em excesso, compromete o sistema imunitário, dificulta a regeneração dos tecidos e agrava o risco de infeções (Alotiby, 2024; Harvard Health, 2023). Assim, torna-se clara a necessidade de repensar o espaço hospitalar como parte integrante do cuidado.

Diversos estudos têm reforçado o valor dos chamados *ambientes restauradores* – espaços naturais ou simulados que promovem a recuperação emocional e física. Andrade et al. (2016) demonstraram que a presença de elementos como jardins, janelas com vista para o exterior e interações sociais positivas contribuem para a redução do stress hospitalar. De forma semelhante, Raanaas et al. (2012) observaram melhorias no humor, redução da medicação e internamentos mais breves entre pacientes com acesso visual a áreas arborizadas.

Para além do seu impacto direto, os ambientes restauradores encontram sustentação teórica em três modelos fundamentais da psicologia ambiental:

- A Teoria da Redução do Stress, de Ulrich et al. (1991), que propõe que os estímulos naturais desencadeiam uma resposta automática de relaxamento fisiológico e emocional;

- A Teoria da Restauração da Atenção (ART), de Kaplan (1995), que defende que a natureza facilita a recuperação da atenção dirigida;
- A Hipótese da Biofilia, de Wilson (1986), que sugere uma afinidade inata dos seres humanos com a natureza, com efeitos benéficos ao nível cognitivo e emocional.

Mesmo em formatos não físicos – como vídeos ou simulações visuais – os estímulos naturais demonstram efeitos positivos. Bratman et al. (2015) mostraram que a simples visualização de imagens naturais influencia positivamente o estado emocional e a função cognitiva, reforçando a ideia de que o contacto com a natureza pode ser benéfico mesmo em contextos restritivos como o hospitalar.

Em síntese, os efeitos da hospitalização podem ultrapassar a dimensão clínica da doença. Ao interferirem com a estabilidade emocional e o equilíbrio fisiológico, os espaços hospitalares podem tornar-se fatores de vulnerabilidade ou, pelo contrário, aliados no processo de cura. A integração consciente de elementos restauradores – naturais ou digitais – aponta para um modelo de cuidados mais humano, onde o bem-estar emocional e a recuperação integral são reconhecidos como parte essencial da experiência terapêutica.

1.2 Realidade Virtual como Resposta Terapêutica

Face a este cenário, a investigação tem procurado soluções que suavizem a experiência hospitalar e promovam ambientes mais restauradores – mesmo em contextos clínicos restritivos. É neste cenário que a RV tem vindo a destacar-se como uma ferramenta terapêutica promissora, pela sua capacidade de criar experiências imersivas, controladas e personalizáveis.

A RV permite a construção de cenários tridimensionais imersivos, nos quais os utilizadores interagem em tempo real através de dispositivos como óculos, auscultadores e controladores. O seu principal apelo terapêutico reside na indução da sensação de presença – a perceção de ‘estar lá’ –, que facilita a desconexão do ambiente hospitalar e transporta o utilizador para uma realidade alternativa.

Além disso, a RV permite aos terapeutas gerir cuidadosamente os estímulos apresentados, garantindo contextos seguros, graduais e emocionalmente ajustados às necessidades dos pacientes (Freeman et al., 2017; Maples-Keller et al., 2017).

Estudos recentes confirmam este potencial, demonstrando efeitos na redução da ansiedade e do stress. Uma meta-análise conduzida por Zeng et al. (2025), com base em 33 ensaios clínicos randomizados e mais de 3.100 participantes, demonstrou uma redução dos sintomas de ansiedade, em comparação com intervenções convencionais (diferença média padronizada de $-0,95$; IC 95% $-1,22$ a $-0,69$).

Para além dos benefícios emocionais, a RV associa-se a alterações fisiológicas mensuráveis: reduções na frequência cardíaca, estabilização da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e menor ativação dos sistemas de resposta ao stress. Vários estudos apontam ainda para mudanças nos padrões de atividade cerebral compatíveis com estados de relaxamento profundo e autorregulação emocional, reforçando o valor clínico da RV em contextos de internamento marcados por sobrecarga emocional e limitada estimulação sensorial.

Um dos aspetos que distingue a RV de outras tecnologias terapêuticas é o seu elevado potencial de personalização. As intervenções terapêuticas podem ser ajustadas consoante as preferências sensoriais, emocionais e cognitivas dos utilizadores, respeitando o seu ritmo, conforto e necessidades específicas. Esta flexibilidade torna a RV especialmente adequada a áreas como a saúde mental, a oncologia ou os cuidados intensivos, onde a diversidade de perfis clínicos exige abordagens centradas na pessoa.

Quando orientada por princípios de neuropsicologia e apoiada por evidência empírica, a RV evidencia-se não apenas como uma inovação tecnológica, mas como um recurso terapêutico humanizado. Na secção seguinte, são exploradas com maior profundidade as aplicações clínicas da RV, com destaque aos contextos hospitalares e às estratégias de personalização sensorial.

1.2.1 Aplicações Clínicas e Estratégias Participativas em Realidade Virtual

A aplicação da RV em contexto clínico tem demonstrado benefícios concretos na promoção do bem-estar emocional, cognitivo e fisiológico de pacientes hospitalizados. Com o aumento da acessibilidade e da sofisticação sensorial, têm surgido

novas oportunidades para integrar intervenções imersivas nas rotinas terapêuticas, adaptadas às necessidades de diferentes populações clínicas.

A evidência empírica aponta para melhorias em diversos marcadores psicofisiológicos. Kalantari et al. (2022) observaram aumentos na VFC e na ativação de padrões neuronais associados ao relaxamento e bem-estar, após a exposição a cenários virtuais naturais em RV. De modo semelhante, Pardini et al. (2023) reportaram efeitos positivos na atenção e no humor, sobretudo em ambientes sensorialmente enriquecidos.

Um dos aspectos mais promissores da RV clínica é a sua capacidade de adaptação sensorial. Intervenções que combinam estímulos personalizados – como aromas, sons naturais ou ambientes visualmente suaves – têm demonstrado maior eficácia na regulação emocional e no conforto subjetivo. Hung et al. (2025) mostraram que a integração da aromaterapia em sessões de RV aumentou o conforto emocional entre idosos hospitalizados, enquanto Kalantari et al. (2022) confirmaram melhorias no humor e atenção com cenários naturalistas. Spano et al. (2023) reforçam que o ajuste sensorial potencia os efeitos terapêuticos.

Em paralelo, tem-se verificado um movimento crescente no sentido de adotar metodologias de design empático e participativo, que envolvem diretamente profissionais de saúde e pacientes na criação de intervenções clínicas em RV. Prats-Bisbe et al. (2024) documentam um caso na área da neuroreabilitação, no qual fisioterapeutas, neuropsicólogos e participantes colaboraram em todas as fases de design. O resultado foi uma aplicação imersiva adaptada aos fluxos clínicos, com elevada motivação, ausência de sintomas relevantes de *cybersickness* e excelente usabilidade (pontuação média de 37 em 40 – equivalente a 92,5/100 na Escala de Usabilidade do Sistema, SUS).

Numa linha semelhante, Matsangidou et al. (2023) conduziram um estudo com pessoas com demência, criando ambientes virtuais emocionalmente significativos. O envolvimento direto permitiu ajustes sucessivos ao protótipo, resultando em maior adesão ao treino físico, envolvimento afetivo e satisfação com a experiência.

Estes estudos evidenciam que o valor terapêutico da RV reside não exclusivamente na tecnologia em si, mas na forma como é desenhada e adaptada aos utilizadores. Nas secções seguintes, será aprofundado o papel da personalização multissensorial neste processo.

Importa ainda reconhecer os desafios. A RV pode causar cybersickness – náuseas, fadiga visual e desorientação (Chang et al., 2020; Souchet et al., 2023) – e desconforto emocional em utilizadores psiquiátricos (Gorini et al., 2011; Park et al., 2019). A estes riscos juntam-se barreiras como custos, falta de infraestrutura e complexidade técnica (Halbig et al., 2022), que podem agravar desigualdades no acesso. Também se levantam preocupações éticas sobre privacidade, consentimento informado e adequação dos conteúdos ao estado emocional (Bozkir et al., 2023; Kim, 2022).

1.2.2 Estímulos Multissensoriais e Personalização da Experiência

A eficácia das interações terapêuticas em RV não depende unicamente da qualidade visual ou da narrativa dos ambientes virtuais. O impacto mais significativo ocorre quando o utilizador sente que está "dentro" do espaço. Aí reside a importância da estimulação multissensorial: ao envolver vários canais sensoriais, as experiências tornam-se mais imersivas e eficazes, tanto a nível emocional como terapêutico.

A integração coordenada de estímulos visuais, auditivos, táteis, térmicos e olfativos potencia a sensação de presença, a ligação emocional ao ambiente e os efeitos clínicos desejados. Helfenstein-Didier et al. (2021) demonstraram que o uso de estímulos térmicos, como fluxos de ar quente ou frio, aumentava o realismo percebido e o desempenho em tarefas de RV, em comparação com ambientes somente audiovisuais.

Estímulos olfativos têm mostrado particular relevância em contextos como a geriatria e a saúde mental. Hung et al. (2025) relataram que a combinação de ambientes virtuais com aromaterapia aumentou o conforto emocional em idosos hospitalizados. De forma similar, Archer et al. (2022) observaram reduções no stress e ansiedade em pacientes psiquiátricos após sessões com estimulação olfativa. Gao & Spence (2025) destacam o papel do feedback tátil na intensificação da presença e da interação significativa.

Amores et al. (2018) demonstraram que a combinação de fragrâncias com cenários costeiros, monitorizada por eletroencefalograma (EEG), aumentou o bem-estar subjetivo em 26,1% e os indicadores fisiológicos em 25%. De Jesus Junior et al. (2023), reportaram melhorias sustentadas na VFC, atenção e sintomas emocionais em pacientes

com Perturbação de Stress Pós-Traumático após exposições repetidas a ambientes multissensoriais.

No contexto dos ambientes de floresta – particularmente relevantes para este estudo - Lopes & Falk (2024) mostraram que aromas naturais em sessões imersivas aumentavam o relaxamento e a sensação de presença. Sunami et al. (2025), observaram, em idosos, melhorias no processamento cognitivo e na memória visuoespacial durante jogos imersivos com estímulos olfativos.

No domínio tátil, o *feedback* háptico tem-se afirmado como um recurso valioso em contextos de reabilitação sensório-motora. Pacheco-Barrios et al. (2024) verificaram que o uso de vibrações e resistência em sessões de RV favorecia ganhos funcionais em pacientes pós-AVC, estimulando a neuroplasticidade. Camardella et al. (2023) documentaram melhorias semelhantes em crianças com paralisia cerebral, com coletes hápticos a aumentarem o conforto, a adesão à terapia e os progressos motores.

Apesar dos avanços, persistem desafios. A calibração dos dispositivos, a padronização dos estímulos e a variabilidade dos protocolos clínicos dificultam a aplicação generalizada. Ainda assim, a tendência é clara: expandir a experiência para além da visão e do som é não só possível, como desejável, sobretudo em contextos hospitalares onde a privação sensorial é frequente.

Num ambiente clínico frequentemente repetitivo e despersonalizado, a multissensorialidade surge como via de reconexão. Permite criar vivências que não só distraem, mas envolvem, reconhecendo e respeitando a complexidade sensorial e emocional de quem as experiencia.

1.2.3 Natureza Virtual como Recurso Terapêutico

O contacto com a natureza – seja físico ou simulado – afirma-se como um recurso terapêutico relevante, especialmente em contextos hospitalares com monotonia sensorial e ausência de estímulos restauradores. A literatura científica demonstra que intervenções digitais baseadas em natureza podem induzir respostas psicofisiológicas benéficas, promovendo o relaxamento, a regulação emocional e a melhoria de marcadores clínicos objetivos.

Programas de terapia florestal demonstram reduções na pressão arterial, nos níveis de cortisol e na condutância da pele (Qiu et al., 2023), bem como melhorias na VFC, em marcadores imunológicos e no humor (Ochiai et al., 2025). Estes efeitos, associados à exposição direta à natureza, têm sido replicados no desenho de experiências em ambientes virtuais.

Através da RV, é possível simular caminhadas por florestas, visitas a jardins ou até janelas com vista para zonas verdes – mantendo o utilizador no contexto hospitalar. Estudos com estudantes universitários demonstraram que sessões com caminhadas florestais em RV promovem melhorias claras na VFC e reduções na frequência cardíaca basal (Kumpulainen et al., 2024; Lundstedt et al., 2023). Em ambientes clínicos, simulações de quartos com vegetação e vista natural promoveram relaxamento e clareza mental, mesmo após a exposição a estímulos de stress induzido (Henton, 2025).

Estes efeitos foram igualmente observados em contextos laboratoriais. Blum et al. (2019) demonstraram que integrar ambientes naturais de RV em sessões de *biofeedback* potencia a atividade parassimpática - responsável por respostas fisiológicas de relaxamento, como a desaceleração cardíaca e a recuperação do organismo após situações de stress. Knaust et al. (2020) observaram diminuições na condutância da pele perante cenários de praia virtuais, e Reese et al. (2022) confirmaram que tanto a natureza real como a simulada reduzem a frequência cardíaca e a pressão arterial. Mattila et al. (2020) evidenciaram melhorias na atenção em ambientes florestais virtuais, enquanto Chan et al. (2023) registaram reduções de stress e aumentos no humor em várias faixas etárias.

Meta-análises recentes consolidam estes resultados. Browning et al. (2023) concluíram que os efeitos restauradores da natureza virtual são comparáveis aos da natureza real, e Abdullah et al. (2021) demonstraram que experiências florestais cuidadosamente curadas em RV promovem bem-estar, mesmo em contextos altamente restritivos como o hospitalar.

Ainda assim, importa salientar que o impacto da natureza virtual depende também do tipo de tecnologia utilizada. Estudos como o de Li et al. (2021) demonstram que experiências de natureza em RV são mais eficazes na redução do stress do que vídeos em 2D, e que ambientes gerados por computador com possibilidade de interação (CG-VR) tendem a produzir maior envolvimento emocional do que vídeos 360°, mais

passivos. Esta distinção é relevante para o desenho de intervenções terapêuticas eficazes, sublinhando a importância de experiências imersivas, interativas e cuidadosamente curadas.

A compreensão destes benefícios pode ser aprofundada através de três teorias da psicologia ambiental que ajudam a explicar por que razão a natureza – mesmo simulada – exerce efeitos marcantes sobre o bem-estar humano. A Hipótese da Biofilia, proposta por Wilson (1986), defende que os seres humanos possuem uma afinidade inata com elementos naturais, ajudando a explicar o conforto emocional proporcionado por ambientes verdes. Por sua vez, a Teoria da Redução do Stress, de Ulrich et al. (1991), sustenta que os estímulos naturais ativam automaticamente o sistema nervoso parassimpático, promovendo relaxamento fisiológico e recuperação emocional. Já a Teoria da Restauração da Atenção (Kaplan, 1995) argumenta que a natureza induz um “fascínio suave”, permitindo a recuperação da atenção dirigida e o alívio do cansaço mental. Estas perspetivas teóricas oferecem uma base sólida para compreender os benefícios da natureza virtual, especialmente em contextos hospitalares.

A investigação nacional também tem contribuído para este campo. Soutelo et al. (2023) demonstraram que ambientes florestais em RV promovem relaxamento, sensação de presença e uma maior ligação emocional à natureza, mesmo em contextos urbanos e hospitalares. A aplicação *NaturalVR* nasce da articulação entre estas evidências e os princípios da psicologia ambiental – uma experiência imersiva com estimulação multissensorial, concebida com base na evidência existente sobre os benefícios terapêuticos da natureza simulada.

Em síntese, a natureza virtual oferece uma resposta sensível à privação sensorial que caracteriza tantos espaços clínicos. Ao proporcionar momentos de tranquilidade, reconexão emocional e envolvimento sensorial, mesmo em contextos clinicamente adversos como o internamento prolongado, esta tecnologia aproxima-nos de um modelo de cuidados mais humano, onde o bem-estar emocional e a recuperação integral ocupam o centro da experiência terapêutica. Ainda que os desafios associados à sua implementação já tenham sido discutidos anteriormente, importa manter uma abordagem crítica e contínua, garantindo que estas intervenções virtuais se alinham com as necessidades reais dos pacientes e dos contextos clínicos em que se inserem.

1.3 Experiência do Utilizador em Realidade Virtual Terapêutica

A RV tem-se afirmado em diversos domínios – da educação ao entretenimento, passando pelo treino profissional e, mais recentemente, pela saúde. A sua capacidade de criar ambientes digitais imersivos, interativos e sensorialmente ricos abre novas possibilidades de intervenção mais humanas, sensíveis e centradas no utilizador – especialmente no contexto desta dissertação.

Neste enquadramento, a UX em ambientes de RV vai muito além da usabilidade ou do design de interfaces. Em contextos clínicos, a eficácia de uma experiência não se mede puramente pela ausência de erros ou fluidez técnica, mas pela forma como é sentida, percebida e acolhida por quem a vive. A UX assume aqui uma dimensão multidisciplinar, onde se cruzam fatores técnicos, sensoriais e emocionais – e onde cada detalhe pode influenciar o bem-estar de quem está em situação de maior vulnerabilidade.

Como referem García et al. (2024), a avaliação da UX em RV deve ser pensada como um processo holístico e multifatorial, combinando indicadores subjetivos (como satisfação, presença percebida ou conforto emocional) com dados objetivos de natureza comportamental e fisiológica, incluindo rastreio ocular, EEG e VFC. Na mesma linha, Sharma B. & Wolff A. K. (2024), numa revisão multivocal, destacam a importância de modelos híbridos de avaliação em contextos de Realidade Estendida (RX), capazes de integrar evidência científica e conhecimento prático para captar dimensões como presença, carga cognitiva e resposta emocional.

Por isso mesmo, desenhar e avaliar uma experiência de RV em ambiente clínico não pode ser um processo descolado da realidade dos utilizadores. A qualidade da experiência depende de múltiplos fatores – desde o desempenho técnico e a coerência sensorial, até ao conforto físico, à segurança emocional e à perceção de controlo. Uma abordagem verdadeiramente centrada na pessoa exige atenção contínua às suas necessidades, limitações e expectativas, assim como às exigências particulares de cada ambiente terapêutico.

Nos subcapítulos seguintes, explora-se com maior profundidade os fundamentos conceptuais da UX em RV terapêutica, os desafios específicos do UCD no

utilizador em saúde, e os modelos de avaliação mais adequados à medição da eficácia e da qualidade da experiência em contextos clínicos imersivos.

1.3.1 Fundamentos, Imersão e Desafios Específicos

Quando se pensa numa sessão imersiva de RV, é fácil imaginá-la como algo tecnológico, mas para quem a vive – especialmente num contexto clínico – essa interação pode ser tudo menos impessoal. O que torna a RV terapêutica não é somente o dispositivo ou o cenário projetado, mas como a pessoa se sente dentro dele. Essa sensação constrói-se, essencialmente, sobre três pilares: imersão, presença e interação (Bowman & McMahan, 2007; Slater & Wilbur, 1997).

A imersão é a base técnica da experiência. Diz respeito ao grau de envolvimento proporcionado pelo sistema – a qualidade gráfica, os estímulos sensoriais (visuais, sonoros, hápticos), o tipo de controlo, a fluidez do movimento. Quanto mais refinado for esse ecossistema, mais fácil será para o utilizador esquecer o mundo físico e mergulhar no virtual. Estudos como o de Chirico, Lucidi, et al. (2016), conduzidos com doentes oncológicos, e de Freeman et al. (2017) mostram que sistemas mais imersivos – ao aliarem envolvimento sensorial e interatividade – não só potenciam a ligação emocional, como também contribuem para uma redução da ansiedade.

A presença surge quando esse corpo digital começa a ser sentido como real. Não basta que o ambiente esteja bem feito – é necessário que a pessoa sinta que “está lá” naquele lugar. Esta dimensão é subjetiva, moldada por aspetos técnicos, mas também emocionais: o foco, o estado mental, o grau de segurança. Quando isso acontece, a exposição sensorial deixa de ser apenas uma simulação e passa a ser vivida. Triberti et al. (2025) e Villani et al. (2012) mostram que níveis elevados de presença estão associados a melhores resultados emocionais e maior eficácia clínica. Gerardi et al. (2008) observaram, por exemplo, reduções nos sintomas de PSPT em participantes que relataram elevada presença durante sessões de RV.

O terceiro pilar é a interação – o modo como se age no ambiente. O modo como se responde ao que aparece. Uma interação bem desenhada não deve causar frustração nem exigir esforço cognitivo desnecessário; pelo contrário, deve permitir que o utilizador se sinta no controlo, com liberdade e autonomia. Chirico, D’Aiuto, et al. (2016) defendem

que a interatividade é um fator central para manter o envolvimento durante os tratamentos. Triberti et al. (2014) vão mais longe, mostrando que a presença, quando reforçada por uma interação fluida e significativa, se traduz em melhorias clínicas.

Importa sublinhar que estes três pilares não funcionam isoladamente. Se a imersão prepara o cenário, a presença é aquilo que torna esse cenário vivido. Por isso, o sucesso de uma experiência terapêutica em RV não depende só da qualidade tecnológica, mas da forma como essa tecnologia é colocada ao serviço das pessoas.

1.3.2 Avaliação e Design Centrado no Utilizador

Criar experiências terapêuticas em RV significa, indiretamente, cuidar de pessoas. Pessoas que muitas vezes se encontram em estados de fragilidade física, emocional ou cognitiva, e que trazem consigo medos, expectativas, limitações e esperanças. É aqui que o UCD se torna essencial – não como uma técnica, mas como uma postura de escuta e adaptação.

Segundo a norma ISO 9241-210:2019, definida pela *International Organization for Standardization* (ISO), o UCD assenta em ciclos iterativos de prototipagem, teste e reformulação, sempre com base no feedback real dos utilizadores. Esta abordagem centra-se na participação ativa dos utilizadores ao longo de todo o processo de design, promovendo soluções funcionais, acessíveis e emocionalmente sustentáveis. Em ambientes imersivos, isto torna-se ainda mais desafiante – e mais necessário.

A natureza multissensorial da RV coloca exigências únicas ao design. O conforto físico, por exemplo, depende da ergonomia dos *headsets* e dos controladores. Dispositivos mal concebidos podem gerar náuseas, fadiga, desconforto – o suficiente para afastar um utilizador de uma intervenção que podia ser terapêutica (Y. Chen & Wu, 2023). Interfaces complexas e ambientes tridimensionais confusos aumentam a carga cognitiva, dificultando a navegação, sobretudo em utilizadores com menor literacia digital (Stadler et al., 2023). A estimulação sensorial – quando mal calibrada – pode tornar-se contraproducente. Fadiga visual, sobre estimulação olfativa ou stress mental são alguns dos riscos apontados por Souchet et al. (2023) e Kaleva & Riches (2023).

Apesar da sofisticação crescente das tecnologias, as heurísticas de Nielsen (1994) mantêm-se pertinentes na RV, como demonstrado por Sutcliffe & Gault (2004) e Stadler

et al. (2023) que observaram melhorias em presença e usabilidade ao aplicar heurísticas adaptadas ao ambiente virtual.

O sucesso do UCD em RV assenta numa base simples: testar, escutar e voltar atrás se necessário. Envolver os utilizadores desde as fases iniciais é essencial. O Väänänen (2022) sublinha a importância deste envolvimento real, defendendo soluções coconstruídas e adaptadas ao dia a dia dos utilizadores. No que respeita aos testes de usabilidade, Nielsen (2000) recomenda uma média de cinco participantes por iteração como ponto de partida eficaz. Esta amostra é considerada suficiente para identificar cerca de 80% dos problemas de usabilidade mais comuns, especialmente quando os recursos disponíveis são limitados e o objetivo é melhorar iterativamente a interface com base em feedback real. Ferramentas como personas, *customer journey maps*, entrevistas e testes de usabilidade continuam a ser valiosas também no design centrado na presença (Sharma B. & Wolff A. K., 2024).

Avaliar bem exige múltiplos olhares. Modelos híbridos – que combinam métodos qualitativos e quantitativos – mostram-se especialmente úteis na complexidade da RV. Entre as métricas mais comuns incluem-se a satisfação do utilizador, a presença, o conforto físico e a conexão emocional. Questionários padronizados (como o SUS, UEQ ou PSSUQ), medidas fisiológicas (como a VFC ou o EEG) e observações qualitativas permitem uma visão mais rica e holística de toda a jornada que o utilizador percorre. Ambientes bem desenhados tendem a gerar envolvimento, participação ativa e conforto – os três essenciais para bons resultados clínicos. Gamberini et al. (2015) e Jerdan et al. (2018) mostram que sistemas mais utilizáveis promovem interações mais empáticas, redução da dor e maior satisfação dos pacientes – conclusões corroboradas por Freeman et al. (2017) e Archer et al. (2022).

A personalização é outro pilar fundamental. Adaptar a sessão terapêutica aos perfis sensoriais, emocionais e cognitivos de cada utilizador pode fazer toda a diferença. Estímulos táteis e olfativos, embora ainda pouco explorados, têm mostrado potencial. Amores et al. (2018) reportaram aumentos no relaxamento com ambientes olfativos, e Spano et al. (2023) reforçaram os efeitos positivos de intervenções multissensoriais. Tecnologias emergentes como o *biofeedback* em tempo real e a personalização com base em neuroimagem (Omisore et al., 2024; Park et al., 2019) começam a abrir novas possibilidades de adaptação profunda da experiência.

Apesar dos avanços, a investigação sobre os efeitos de longo prazo ainda é bastante escassa. Estudos como o de Anderson et al. (2017), que evidenciam taxas de remissão superiores a 50% quatro a seis anos após terapia de exposição com RV, são esperançosos – mas pontuais. Consolidar estas práticas exige investimento, diretrizes robustas e, acima de tudo, colaboração entre designers, clínicos e investigadores. Entre o que é possível e o que é verdadeiramente necessário.

1.3.3 Considerações Éticas e clínicas

A integração da RV em contextos de saúde representa não somente uma inovação tecnológica, mas também um desafio ético profundo. À medida que estas intervenções se tornam mais envolventes, surgem novas questões sobre como os utilizadores – muitas vezes em situação de vulnerabilidade clínica – experienciam, consentem e reagem emocionalmente a estas intervenções. Em ambientes terapêuticos, a UX não pode ser dissociada de preocupações como a segurança psicológica, a privacidade de dados e a autonomia pessoal.

Tradicionalmente, o consentimento informado é um momento inicial, textual e relativamente estático. No entanto, em experiências de RV – especialmente em saúde – este modelo apresenta-se insuficiente. A natureza imersiva da tecnologia pode induzir sobrecarga sensorial, desencadear respostas emocionais imprevisíveis e recolher dados biométricos complexos, como rastreio ocular, padrões de movimento e sinais fisiológicos, muitas vezes sem que a pessoa tenha plena consciência da extensão desta monitorização.

Bozkir et al. (2023) alertam que a tecnologia de *eye-tracking* permite inferências profundas sobre estados emocionais e padrões cognitivos, colocando novos desafios éticos à privacidade. Este tipo de tecnologia pode analisar a dilatação pupilar, os padrões de fixação e a frequência dos movimentos oculares para estimar níveis de atenção, carga mental, interesse ou excitação emocional – mesmo sem que o utilizador tenha consciência do que está a ser inferido. Kim (2022) propõe, por isso, a adoção de modelos de consentimento contínuo e contextual – por exemplo, interfaces interativas que permitam rever e ajustar consentimentos ao longo da experiência. Esta abordagem não

só protege os direitos dos utilizadores, como promove uma relação mais transparente e de confiança com os sistemas imersivos.

A autonomia do utilizador, especialmente em contexto terapêutico, implica mais do que unicamente aceitar participar: requer acesso a informação clara, ajustada à sua literacia e condições emocionais, e a liberdade de interromper ou modificar a experiência a qualquer momento (Medicines Agency, 2025). Isto torna essencial o desenho de processos de consentimento inclusivos à complexidade da RV.

O impacto emocional da RV é particularmente relevante quando aplicada a populações vulneráveis, como pacientes psiquiátricos, idosos ou pessoas com historial traumático. Ambientes virtuais altamente imersivos podem intensificar estados emocionais, gerar desorientação ou ativar memórias sensíveis – tornando necessária uma atenção redobrada à segurança psicológica.

Grebnyakova & Shilkina (2023) identificaram riscos como a desrealização, o aumento de ansiedade ou a dependência emocional de ambientes virtuais. Parsons (2021) acrescenta que, em terapias de exposição ou simulações intensas, devem ser previstos mecanismos de interrupção imediata, bem como o controlo do realismo dos conteúdos. Chang et al. (2020), Gorini et al. (2011) e Park et al. (2019) reforçam que o *cybersickness*, a fadiga visual e a sobrecarga sensorial permanecem desafios frequentes, sobretudo em utilizadores com diagnóstico de PTSD ou outras perturbações emocionais.

Uma prática ética e segura exige, por isso, não só ambientes desenhados, mas também equipas clínicas preparadas. A formação dos profissionais deve incluir competências técnicas e emocionais: saber interpretar sinais de desconforto, ajustar a exposição e oferecer apoio durante e após a sessão.

Face a estes riscos, vários autores propõem estratégias de mitigação e cuidado, entre as quais se destacam:

- Personalização dos cenários (ex.: ambientes serenos para idosos);
- Integração de *biofeedback* para monitorização em tempo real;
- Limitação da duração das sessões para prevenir sobrecarga;
- Inclusão de mecanismos de interrupção rápida que permitam sair da experiência;
- Síntese e responsabilidade ética no design terapêutico.

Garantir a segurança psicológica e a autonomia dos utilizadores em espaços de RV não é simplesmente uma questão técnica ou legal – é uma expressão de respeito e cuidado. Em UX para saúde, o design ético começa no momento da conceção e estende-se a todas as fases da interação: desde a informação prestada, aos mecanismos de controlo e à capacidade de adaptação às necessidades individuais.

Partindo do foco no design e na UX, esta dissertação reconhece que esses domínios estão profundamente interligados com a responsabilidade ética em saúde. A criação de ambientes imersivos terapêuticos humanos passa por reconhecer – e respeitar – a fragilidade, a autonomia e a dignidade de quem os habita.

1.4 Síntese e Implicações para o Estudo

A revisão da literatura desenvolvida neste capítulo evidencia que a RV deixou de ser uma inovação periférica para se afirmar como uma ferramenta emergente com aplicações significativas na área da saúde – em particular, na promoção do bem-estar emocional, no alívio da dor e na reabilitação. O principal potencial da RV reside na criação de ambientes imersivos e multissensoriais capazes de induzir relaxamento, reduzir o stress e melhorar o humor. A evidência empírica – que inclui ensaios randomizados, revisões sistemáticas e meta-análises – demonstra que estas intervenções digitais podem gerar impacto não só a nível psicológico, mas também em indicadores fisiológicos, como a VFC, os níveis de cortisol ou a recuperação motora.

A eficácia terapêutica da RV é ampliada quando as intervenções são personalizadas e sensorialmente enriquecidas, combinando estímulos visuais, auditivos, táteis e olfativos. Estas estratégias de design reforçam a sensação de presença, o envolvimento emocional e a satisfação dos utilizadores – sobretudo quando estão alinhadas com as suas necessidades, preferências e capacidades. É precisamente com base neste enquadramento que se desenvolve a presente investigação, centrada na aplicação *NaturalVR*, uma sessão terapêutica imersiva concebida com foco na personalização sensorial e no bem-estar de pacientes hospitalizados. Ainda assim, verifica-se que a maioria das intervenções permanece centrada nos canais visual e

auditivo, deixando por explorar o potencial dos estímulos táteis e olfativos – uma oportunidade concreta de inovação clínica e de aprofundamento da eficácia terapêutica.

Neste contexto, os princípios de UCD – incluindo a usabilidade, a acessibilidade e a segurança emocional – tornam-se cruciais para potenciar os benefícios destas experiências. A avaliação da UX, através de instrumentos validados como o UEQ, permite captar de forma sistemática as perceções dos participantes, identificar fragilidades e orientar melhorias contínuas, alinhando a tecnologia com a realidade clínica e as vivências humanas.

Contudo, a adoção da RV em contextos de saúde levanta ainda desafios éticos e operacionais relevantes, nomeadamente no que diz respeito ao consentimento informado, à recolha e proteção de dados biométricos, à equidade no acesso e à capacitação dos profissionais de saúde. Populações vulneráveis – como pessoas idosas, pacientes com perturbações psiquiátricas ou indivíduos em situação de fragilidade socioeconómica – requerem cuidados acrescidos ao nível do design, da comunicação e da implementação, de modo a garantir a sua autonomia, dignidade e segurança emocional. A inexistência de protocolos normativos de formação, credenciação e orientação ética pode comprometer a qualidade das intervenções e a confiança dos utilizadores nos sistemas imersivos.

Apesar do crescente entusiasmo em torno da RV terapêutica, importa reconhecer as limitações reais da sua aplicação em contexto clínico. Barreiras como a escassez de recursos tecnológicos nos hospitais públicos, a ausência de formação específica dos profissionais de saúde e a complexidade da recolha de dados sensíveis denotam a necessidade de um olhar crítico sobre a sua viabilidade prática.

A revisão realizada sublinha, assim, a necessidade de uma avaliação holística das intervenções – que vá além da componente técnica – e contemple também a sua usabilidade, impacto emocional, adequação ética e inclusão. Privilegiando as vivências dos pacientes e as perspetivas dos profissionais de saúde, esta investigação propõe-se traduzir os princípios da UX em recomendações concretas para uma aplicação clínica da RV mais humanizada, ética e eficaz.

2 METODOLOGIA

2.1 Enquadramento Metodológico

Tal como referido anteriormente, a presente investigação explora o potencial da RV multissensorial como ferramenta terapêutica, com particular destaque para a análise e melhoria da UX da aplicação *NaturalVR*. A estratégia metodológica seguiu diretamente as três questões de investigação, construídas em torno da personalização, acessibilidade e design sensorial da RV em contexto hospitalar, articulando-se diretamente com os objetivos delineados.

Dada a natureza exploratória da investigação, e considerando a complexidade e sensibilidade do campo de estudo, não foram formuladas hipóteses no sentido tradicional. Em vez disso, optou-se por uma abordagem qualitativa centrada nas vivências concretas dos utilizadores e na identificação de boas práticas, por meio de métodos e técnicas de UX design aplicadas ao *NaturalVR*.

2.1.1 Tipo e Estratégia de Investigação

Optou-se por uma metodologia do tipo investigação-ação, adequada ao estudo de uma aplicação em desenvolvimento – o *NaturalVR*. Este enquadramento revelou-se especialmente adequada em contextos onde o objetivo não é só compreender um fenómeno, mas também intervir sobre ele – promovendo a participação ativa dos utilizadores e a aplicação prática dos resultados obtidos. Enquadra-se, assim, no domínio da investigação aplicada, orientada simultaneamente para a resolução de problemas concretos e para a geração de conhecimento em contexto real (Gray, 2009).

De natureza mista, a investigação combinou métodos qualitativos e quantitativos. A componente qualitativa permitiu explorar perceções, emoções, motivações e necessidades dos participantes, enquanto a componente quantitativa possibilitou uma avaliação mais objetiva de variáveis previamente definidas, como a eficácia das funcionalidades disponibilizadas e os padrões de interação observados. Este modelo metodológico está alinhado com os princípios do UCD, garantindo que as necessidades e expectativas individuais sejam traduzidas em soluções concretas

validadas empiricamente. Desta forma, as soluções desenvolvidas foram fundamentadas não só nos dados empíricos recolhidos ao longo do estudo, como também na sua adequação funcional às necessidades observadas em contexto clínico.

Além disso, a investigação-ação caracterizou-se também pelo seu carácter iterativo e colaborativo, envolvendo diferentes intervenientes ao longo do processo, como pacientes, profissionais de saúde e designers. Esta lógica de melhoria contínua permitiu uma maior adaptação ao contexto clínico, desenvolvendo assim intervenções mais humanizadas e ajustadas à realidade dos utilizadores em ambiente hospitalar.

2.2 Contexto da Investigação

2.2.1 Caracterização Institucional e Técnica

Por forma a desenvolver diretrizes fundamentadas na prática, optou-se por estudar uma aplicação real – o *NaturalVR* – em fase de desenvolvimento ativo.

O projeto foi desenvolvido no âmbito do LabRP, abrangendo os contextos académico e clínico. Este laboratório, sediado na cidade do Porto, está afiliado à E2S e à Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto. A sua atividade centra-se na intervenção, investigação e formação, com ênfase na promoção da funcionalidade, inclusão social e qualidade de vida de pessoas com experiências de sofrimento psicológico ou em situações de exclusão social.

Inspirada nos princípios da *forest therapy*, conforme delineado na revisão da literatura por Simões de Almeida et al. (2023), a aplicação foi concebida para recriar ambientes naturais imersivos em RV. O seu propósito é mitigar os obstáculos ao acesso a espaços verdes, permitindo que mais pessoas usufruam dos benefícios associados a práticas como o *forest bathing*.

Embora inicialmente idealizada como uma proposta teórica, a aplicação foi posteriormente desenvolvida e encontrava-se, à data da investigação, em fase de testes. A versão disponível no momento do estudo incluía duas sessões distintas, nas quais o utilizador era colocado na perspetiva de quem percorre diferentes cenários florestais, oferecendo uma experiência de natureza simulada acessível a contextos clínicos restritivos.

2.2.2 Participantes e Critérios de Inclusão

Sendo uma intervenção imersiva concebida para contextos de saúde, o *NaturalVR* destinava-se tanto a pacientes hospitalizados em internamento psiquiátrico como a profissionais de saúde mental, podendo ser utilizado como complemento terapêutico. Perspetivava-se que, no futuro, pudesse ser prescrito por um psiquiatra, caso se considerasse que o paciente poderia beneficiar da experiência.

A primeira implementação formal da solução digital decorreu no Hospital de São João (HSJ), ao longo de aproximadamente um mês, com duas sessões semanais, num total de quatro sessões por participante. As sessões foram realizadas em pequenos grupos – com um máximo de quatro participantes – num espaço devidamente preparado para o efeito. A execução foi assegurada por uma equipa composta por um profissional de saúde mental (terapeuta ocupacional ou enfermeiro) e por um estudante da licenciatura em Terapia Ocupacional da E2S.

No que respeita à definição da amostra, foram incluídos indivíduos adultos com idades entre os 20 e os 60 anos, sendo excluídos aqueles com histórico de *cybersickness*. Quanto aos profissionais de saúde envolvidos, o critério de inclusão baseou-se na sua experiência prévia na área da psiquiatria e saúde mental.

Foi também realizado uma conversa informal com profissionais de saúde mental do HSJ, visando recolher perceções e sugestões sobre o potencial terapêutico do projeto. Paralelamente, foram aplicados testes aos utilizadores hospitalizados, focados na avaliação da UX da aplicação *NaturalVR* em ambiente hospitalar real.

2.3 Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados

Seguindo uma abordagem mista centrada no utilizador, a recolha de dados combinou métodos qualitativos e quantitativos de forma complementar. Cada técnica foi selecionada em função dos objetivos específicos de cada fase do projeto, permitindo captar diferentes dimensões da experiência com a aplicação *NaturalVR* em contexto terapêutico real.

2.3.1 Recursos Tecnológicos Necessários

A implementação da aplicação *NaturalVR* exigiu o uso de dispositivos de RV compatíveis com mecanismos de controlo, permitindo aos utilizadores interagir de forma fluida com a interface. Optou-se pelo uso dos equipamentos *Meta Quest 2*, disponíveis no LabRP, pela sua compatibilidade com comandos manuais e pela possibilidade de instalação direta do software desenvolvido em *Unity* – dispensando, à partida, a ligação a um computador externo.

No entanto, ao longo das sessões experimentais, identificaram-se limitações técnicas que comprometeram a execução estável da aplicação diretamente no dispositivo. Como consequência, recorreu-se a computadores com capacidade gráfica mais elevada, de modo a assegurar a fluidez e estabilidade da experiência. Este ajustamento impactou a logística da implementação, exigindo uma reorganização dos recursos disponíveis no contexto hospitalar, nomeadamente no HSJ.

2.3.2 Avaliação Heurística

Para verificar se o design da interface do *NaturalVR* era perceptível, acessível e adequado a diferentes perfis de utilizador, realizou-se uma avaliação heurística com o objetivo de assegurar uma interação intuitiva e confortável – algo particularmente relevante em ambientes imersivos e em contextos clínicos.

A análise baseou-se num conjunto de heurísticas adaptadas à realidade virtual (RV), permitindo identificar obstáculos à interação e propor melhorias com base em critérios reconhecidos. A aplicação destas heurísticas visou não apenas detetar problemas, mas também melhorar a fluidez da navegação e otimizar a experiência global dos utilizadores. A avaliação foi conduzida pela investigadora principal – com formação em UX Design – e por um investigador com experiência em engenharia multimédia e desenvolvimento em RV. Embora não se tratassem de especialistas externos em avaliação de usabilidade clínica, ambos possuíam conhecimento técnico relevante e familiaridade com os princípios de design centrado no utilizador e com as heurísticas aplicadas. Esta abordagem foi adotada devido à indisponibilidade de avaliadores

externos durante a fase de desenvolvimento, sendo considerada adequada face às limitações contextuais e ao caráter exploratório da avaliação.

2.3.2.1 Fundamentação Teórica e Metodológica

A avaliação heurística, originalmente proposta por Nielsen (1994), consiste numa análise sistemática de uma interface com base em princípios de usabilidade, permitindo identificar problemas recorrentes e propor soluções de melhoria. Este método é especialmente útil em fases iniciais de desenvolvimento ou quando o acesso a utilizadores reais é limitado – como foi o caso neste estudo.

A avaliação heurística diferencia-se dos testes de usabilidade pelo facto de não envolver utilizadores reais, sendo conduzida por avaliadores especializados que inspecionam a interface com base em princípios estabelecidos. No caso das heurísticas de Molich & Nielsen (1990), originalmente desenvolvidas para ambientes Web, a sua aplicação à RV exige adaptações metodológicas que considerem a dimensão física e sensorial da experiência.

Durante o processo de avaliação, é prática comum atribuir níveis de severidade aos problemas identificados, ajudando a priorizar as ações de correção. Nielsen (1994) propôs uma escala de cinco níveis:

- 0 – Sem importância: não afeta a operação da interface, correção desnecessária;
- 1 – Cosmético: afeta apenas a aparência, prioridade baixa;
- 2 – Simples: problema menor de usabilidade, fácil de resolver;
- 3 – Grave: dificulta a conclusão da tarefa, prioridade elevada;
- 4 – Catastrófico: impede a realização da tarefa, exigindo correção imediata.

Contudo, as heurísticas clássicas de Nielsen não abrangem plenamente os desafios específicos da RV, onde a interação envolve movimentos corporais, percepção espacial, sensação de presença e múltiplos estímulos sensoriais. Problemas como desorientação, ausência de feedback visual, inconsistências gráficas ou interações pouco naturais podem não só gerar desconforto físico – como o *cybersickness* –, mas também comprometer a eficácia terapêutica da experiência (Jerald, 2015).

Por esse motivo, a avaliação realizada nesta investigação combinou as heurísticas clássicas com princípios específicos para sistemas imersivos, como os propostos por Jerald (2015) e aprofundadas por Murtza et al. (2017), disponível no Apêndice C. Estes autores alargam os princípios de usabilidade a novas categorias como: imersão e presença; naturalidade da interação; conforto físico e cognitivo; feedback sensorial e resposta do sistema; controlo e liberdade do utilizador; e minimização do *cybersickness*. Esta abordagem torna-se especialmente pertinente em contextos terapêuticos, onde a usabilidade está diretamente relacionada com o conforto físico e psicológico dos utilizadores (Rebenitsch & Owen, 2016).

2.3.2.2 Heurísticas Aplicadas

A análise considerou as dez heurísticas de Nielsen (adaptadas à RV), complementadas por quatro heurísticas específicas orientadas para contextos terapêuticos:

Heurísticas de Nielsen (adaptadas para RV):

1. Visibilidade do estado do sistema;
2. Compatibilidade entre o sistema e o mundo real;
3. Controlo e liberdade para o utilizador;
4. Consistência e padronização;
5. Prevenção de erros;
6. Reconhecimento em vez de memorização;
7. Eficiência e flexibilidade de uso;
8. Estética e design minimalista;
9. Ajudar a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros;
10. Ajuda e documentação.

Adicionalmente, foram aplicadas as seguintes heurísticas específicas para RV:

Heurísticas específicas para RV:

1. Naturalidade da interação
2. Minimização da *cybersickness*
3. Imersão e presença
4. Feedback e controlo espacial

2.3.3 Focus Group

O *focus group* é uma técnica qualitativa que permite recolher perceções, opiniões e expectativas sobre um produto ou serviço (Visocky O’Grady & Visocky O’Grady, 2017), envolvendo tipicamente um pequeno grupo de seis a nove indivíduos representativos do público-alvo

No contexto desta investigação, estava inicialmente prevista a realização de um *focus group* com profissionais de saúde mental, para recolher perspetivas especializadas sobre o potencial do *NaturalVR* em ambiente clínico. Pretendia-se promover um diálogo crítico sobre o seu valor terapêutico, bem como identificar desafios e condições para a sua integração em contexto hospitalar.

Contudo, em vez de um *focus group* formal, realizou-se uma conversa informal com um grupo de quinze profissionais de saúde mental no HSJ, incluindo psiquiatras, internos, um terapeuta ocupacional e enfermeiros. Esta sessão permitiu, ainda assim, recolher contributos relevantes sobre a aplicabilidade da aplicação em internamento psiquiátrico, incluindo sugestões de melhoria e preocupações práticas relacionadas com a sua implementação.

Apesar do carácter informal da interação, esta abordagem revelou-se útil para:

- Identificar potenciais contextos de uso do *NaturalVR* em ambiente clínico;
- Compreender obstáculos à sua adoção prática;
- Recolher sugestões sobre funcionalidades desejáveis e aspetos a melhorar;
- Integrar a perspetiva dos profissionais no processo iterativo de desenvolvimento.

Embora não tenha seguido a estrutura formal de um *focus group*, a sessão cumpriu o propósito de envolver os profissionais no processo de investigação e reforçou a importância de uma abordagem centrada nos utilizadores em contexto hospitalar.

2.3.4 Testes de Usabilidade

Os testes de usabilidade consistem na observação sistemática de utilizadores reais enquanto interagem com um produto ou sistema, com o objetivo de identificar dificuldades, recolher feedback e melhorar a experiência de utilização (Nielsen, 1994). Este método é útil para avaliar a eficácia, eficiência e satisfação da interação em contextos específicos. No presente estudo, os testes foram realizados em ambiente hospitalar real, com o apoio de um investigador externo e de profissionais do HSJ, e incluíram a realização da experiência imersiva com o *NaturalVR* seguida da aplicação de um questionário de avaliação. Embora a observação direta tenha sido limitada por questões éticas e logísticas, foi possível recolher dados estruturados através de uma grelha de observação e do preenchimento individual do User Experience Questionnaire (UEQ) por parte dos participantes.

Participaram no estudo 19 pacientes internados no HSJ, com idades compreendidas entre os 20 e os 60 anos. Foram excluídos indivíduos com historial de *cybersickness*, de modo a salvaguardar o seu bem-estar e a fiabilidade dos dados recolhidos.

O principal instrumento de avaliação utilizado foi o UEQ, um questionário internacionalmente reconhecido para a medição da perceção subjetiva em produtos digitais (Schrepp et al., 2006). Esta etapa complementou os métodos qualitativos previamente aplicados, permitindo quantificar a experiência do utilizador num ambiente clínico real. Os testes foram concebidos com três objetivos principais:

- Avaliar a UX do *NaturalVR* por parte dos utilizadores finais;
- Aferir a qualidade dessa experiência com base nos resultados do UEQ;
- Identificar áreas problemáticas de usabilidade específicas ao contexto clínico, a partir da perspetiva do paciente.

Foram incluídos adultos com idades compreendidas entre os 20 e os 60 anos, sendo excluídos participantes com historial de *cybersickness*, de modo a salvaguardar o seu bem-estar e a fiabilidade dos dados recolhidos.

A escolha do UEQ justificou-se não só pela sua validade científica e ampla utilização na área da UX, como também pela facilidade de aplicação em contexto clínico. Esta característica revelou-se especialmente importante, dado que a investigadora responsável não pôde estar presente durante os testes, por questões éticas associadas à proteção de dados e à confidencialidade. O questionário aplicado inclui 26 itens, distribuídos por seis dimensões principais:

- Atratividade – impressão global da aplicação, independentemente da sua funcionalidade;
- Perspicuidade – clareza e facilidade de aprendizagem da interface;
- Eficiência – rapidez e fluidez com que as tarefas são realizadas;
- Fiabilidade – consistência, controlo e ausência de erros durante a interação;
- Estimulação – nível de envolvimento, motivação e interesse gerados;
- Novidade – perceção de inovação e originalidade do projeto.

Cada item é avaliado numa escala diferencial semântica de sete pontos, que varia entre -3 (extremamente negativo) e +3 (extremamente positivo), sendo os pares de adjetivos apresentados de forma aleatória para minimizar enviesamentos de resposta. Adicionalmente, o UEQ permite comparar os resultados obtidos com uma base de dados de referência internacional, composta por mais de 450 produtos digitais (Schrepp et al., 2014), situando assim o *NaturalVR* face a padrões internacionais de excelência em UX.

2.4 Consentimento e Confidencialidade

Dado o contexto sensível da presente investigação – centrada em populações vulneráveis e realizada em ambiente clínico –, tornou-se fundamental garantir que todos os procedimentos respeitassem os princípios éticos da investigação em saúde.

Antes da realização de qualquer atividade com os pacientes internados ou profissionais de saúde, a equipa assegurou o cumprimento dos protocolos institucionais

definidos pelo Centro Hospitalar Universitário de São João (CHUSJ) e pelo Politécnico do Porto, conforme as normas éticas da investigação científica. A Comissão de Ética do CHUSJ aprovou a investigação através do parecer n.º CE-82-25.

No âmbito da investigação junto dos profissionais de saúde mental, realizou-se uma conversa informal, centrada na opinião de cada participante sobre o *NaturalVR* e as possíveis barreiras à sua implementação. Antes do início, os objetivos da sessão e os procedimentos envolvidos foram explicados verbalmente. Ao contrário do que estava planeado, não foram recolhidas assinaturas de consentimento informado, mas realizaram-se registos áudio, adaptando-se o processo ao carácter mais informal da interação.

Nos testes de usabilidade com participantes hospitalizados, aplicaram-se procedimentos adicionais, atendendo às exigências éticas específicas deste grupo. A realização dos testes ficou condicionada à autorização prévia da Comissão de Ética do CHUSJ. Para esse efeito, foi submetido um documento descritivo do projeto, contendo os objetivos da investigação, os procedimentos de recolha de dados e as garantias éticas asseguradas aos participantes.

A análise dos dados ficou a cargo da investigadora responsável, enquanto a recolha foi conduzida por dois investigadores do CIR, presentes nas sessões realizadas no HSJ. Esta divisão de funções permitiu minimizar potenciais vieses associados à interpretação dos dados, em linha com boas práticas da investigação em saúde.

Para garantir a confidencialidade da informação, a recolha foi acompanhada de uma estratégia de pseudonimização, substituindo identificadores pessoais por códigos gerados sistematicamente. A chave de correspondência entre os códigos e os dados originais foi armazenada num ficheiro encriptado, acessível exclusivamente aos investigadores presentes na recolha. A investigadora responsável pela análise não teve acesso a essa chave, tendo trabalhado exclusivamente com dados pseudonimizados, assegurando a confidencialidade dos participantes e o rigor ético do processo investigativo.

2.5 Estratégia de Análise de Dados

2.5.1 Análise Qualitativa

A análise qualitativa, essencial para compreender a UX, assume aqui um papel central, ao privilegiar a compreensão das percepções, emoções e necessidades dos utilizadores – aspetos fundamentais no desenvolvimento de uma solução digital aplicada a contextos terapêuticos. Dado que o foco da investigação recai sobre a UX, torna-se essencial escutar, interpretar e compreender as suas vozes com atenção (Chandler & Unger, 2012; Visocky O’Grady & Visocky O’Grady, 2017).

A informação qualitativa foi recolhida através de dois métodos principais: a observação direta de pacientes durante a utilização do *NaturalVR* e a realização de uma conversa informal com profissionais de saúde mental. Ambos os métodos foram concebidos para recolher respostas espontâneas, identificar padrões comportamentais e comentários que pudessem sinalizar dificuldades de uso, momentos de frustração ou, pelo contrário, sinais de satisfação e envolvimento com a aplicação.

No caso da conversa informal (inicialmente prevista como um *focus group*), a análise foi centrada na identificação de temas recorrentes, para sistematizar opiniões expressas, preocupações e sugestões relevantes partilhadas pelos participantes. Esta abordagem permitiu identificar necessidades e expectativas clínicas sobre o uso da aplicação, com base na experiência de quem futuramente poderá recomendá-la ou implementá-la em contexto hospitalar. Apesar de a Análise Temática ser uma abordagem reconhecida na análise de entrevistas qualitativas, optou-se por não a aplicar formalmente neste caso, devido à natureza exploratória e informal da conversa realizada com os profissionais de saúde. O momento decorreu num registo espontâneo e não gravado, sem guião estruturado ou transcrição integral, o que limitou a possibilidade de codificação sistemática. Ainda assim, os dados foram analisados com base na identificação de temas recorrentes, permitindo uma sistematização coerente das percepções recolhidas. Esta opção metodológica procurou respeitar a informalidade do momento, mantendo simultaneamente o rigor interpretativo adequado à fase de desenvolvimento do projeto.

Quanto à observação direta, a análise foi orientada para a deteção de padrões comportamentais que refletissem a interação dos pacientes com a aplicação – incluindo hesitações, erros, manifestações de desconforto ou entusiasmo – bem como a sua relação com elementos específicos da interface. Estes métodos foram selecionados por permitirem captar a experiência de forma sensível – tanto a partir do olhar técnico dos profissionais, como do comportamento natural dos utilizadores. Complementarmente, os dados recolhidos através da avaliação heurística foram organizados com recurso à técnica do diagrama de afinidade, que permitiu agrupar os problemas identificados em categorias temáticas. Este processo pretendeu facilitar a visualização das áreas críticas e apoiar a definição de prioridades de intervenção (Moran & Gordon, 2023).

2.5.2 Análise Quantitativa

A análise quantitativa centrou-se nos dados recolhidos através do UEQ, já descrito na secção 2.3.4 para quantificar a experiência subjetiva dos utilizadores com o *NaturalVR* e complementar os dados qualitativos recolhidos nas restantes fases do estudo.

O tratamento dos dados seguiu uma metodologia sistemática e válida (Laugwitz et al., 2008; Schrepp et al., 2006). As etapas seguidas estão descritas no Anexo A, e no Anexo B encontra-se a folha de cálculo oficial disponibilizada no website do UEQ, que automatiza o cálculo de resultados, a comparação com *benchmarks* e a criação dos gráficos.

2.5.3 Triangulação Metodológica

Para reforçar a validade dos resultados, foi adotada uma estratégia de triangulação metodológica, baseada na combinação de diferentes métodos e fontes de dados. Esta abordagem permite examinar um fenómeno a partir de diferentes perspetivas, cruzando dados recolhidos por estratégias distintas (Visocky O’Grady & Visocky O’Grady, 2017).

No presente estudo, adotou-se uma triangulação de métodos, integrando dados qualitativos – provenientes das observações diretas, das respostas abertas dos

participantes e de uma conversa informal com profissionais de saúde mental – com dados quantitativos, recolhidos mediante o UEQ. Deste modo, foi possível captar simultaneamente a dimensão subjetiva da UX e os indicadores mensuráveis da sua interação com o *NaturalVR*.

A análise foi conduzida de forma exploratória, procurando relações de convergência e complementaridade entre as diferentes fontes de dados. Por exemplo, resultados positivos nas dimensões de “Atratividade” e “Estimulação” do UEQ foram confrontados com expressões emocionais registadas durante a observação direta e com comentários espontâneos recolhidos após a experiência. Do mesmo modo, dificuldades de navegação referidas por alguns pacientes foram associadas a problemas identificados na avaliação heurística e contextualizadas através dos *empathy maps* e *customer journey maps*, que ajudaram a interpretar padrões emocionais e cognitivos dos utilizadores. Este cruzamento de evidência permitiu validar tendências emergentes e identificar discrepâncias relevantes para o processo de refinamento.

O procedimento incluiu ainda a comparação dos resultados obtidos no UEQ com a base de dados internacional de referência disponibilizada pelos autores do questionário, que reúne mais de 450 produtos digitais, posicionando assim o *NaturalVR* face a padrões globais de excelência em UX.

Além da integração de métodos qualitativos e quantitativos, a triangulação foi concebida para abranger também os artefactos de design previamente desenvolvidos – como os *customer journey maps*, os *empathy maps* e as personas – que traduzem necessidades e comportamentos dos utilizadores, bem como a literatura científica analisada na revisão. Estas fontes foram previstas como apoio interpretativo, permitindo aprofundar a compreensão dos dados recolhidos e conferir maior solidez à análise. Estes cruzamentos enriqueceram a análise, contribuindo para uma compreensão mais profunda e contextualizada da experiência dos utilizadores com o *NaturalVR*.

2.6 Plano de Investigação

A presente investigação foi delineada de acordo com um plano estruturado em quatro fases principais, alinhado com os princípios de UCD, aplicados ao contexto da RV terapêutica. Esta estrutura metodológica promove uma evolução iterativa do processo, na qual os dados recolhidos e as decisões se influenciam mutuamente ao longo do tempo.

Fase I – Estudo Inicial e Pesquisa

A primeira fase centrou-se na compreensão do contexto de utilização da aplicação, através da análise de soluções similares existentes e da identificação das necessidades, motivações e emoções dos utilizadores, que serviram de base à definição dos requisitos de design.

Foi realizada uma análise de *benchmarking*, comparando aplicações com funcionalidades semelhantes às pretendidas para o sistema em desenvolvimento. Esta análise permitiu identificar boas práticas e lacunas, tanto no mercado como na literatura científica, cujos resultados foram integrados na revisão da literatura.

Com base em dados empíricos previamente recolhidos pelo LabRP, foram construídas personas representativas dos utilizadores finais, encapsulando condições de saúde, motivações de uso e necessidades específicas do ambiente hospitalar. Complementarmente, desenvolveram-se *Empathy Maps* e *Customer Journey Maps*, que permitiram representar as emoções, pensamentos e comportamentos dos utilizadores ao longo da sua interação com o sistema.

Esta fase incluiu ainda a preparação de um *focus group* com profissionais da área da saúde mental, para recolher *insights* que informassem a reformulação dos requisitos do sistema e validassem pressupostos formulados nas fases iniciais do projeto.

Fase II – Avaliação e Design

A segunda fase correspondeu à avaliação da versão existente da aplicação – *NaturalVR* – e à subsequente formulação de propostas de melhoria, sustentada em princípios de usabilidade, acessibilidade e especificidades da interação em ambientes de RV. Foram definidas duas rondas de avaliação heurística. A primeira, conduzida por um dos programadores da aplicação (Gonçalo Oliveira), baseou-se exclusivamente nas

heurísticas de Nielsen. A segunda, realizada pela investigadora responsável, integrou estas heurísticas como um conjunto de heurísticas específicas para sistemas de RV. As conclusões retiradas dessas análises serviram de base para a reformulação da interface.

Após a criação de esboços, desenvolveram-se *wireframes* e *wireflows* que exploraram diferentes soluções de estrutura e interação. Após a validação inicial, foi desenvolvido um protótipo de alta-fidelidade na plataforma Figma, posteriormente integrado no Unity por Gonçalo Oliveira, responsável pela componente técnica da aplicação.

Fase III – Testes de Usabilidade e Análise

A terceira fase centrou-se na realização de testes de usabilidade com utilizadores finais em ambiente hospitalar, visando avaliar a eficácia, eficiência e satisfação proporcionadas pela aplicação.

Os testes foram realizados no HSJ, utilizando a versão portuguesa do UEQ como principal instrumento de recolha de dados quantitativos sobre a experiência de utilização. Para complementar esta recolha, foram utilizados guiões de observação preenchidos pelos investigadores presentes durante as sessões. Embora estivesse prevista a realização de gravações áudio e vídeo mediante consentimento, estas não se concretizaram devido às características dos participantes e à recomendação dos psiquiatras que os acompanharam, privilegiando-se o conforto e bem-estar dos utentes.

Os dados foram analisados com recurso à folha de cálculo oficial do UEQ, que automatiza o cálculo das pontuações, a comparação com *benchmarks* e a visualização gráfica dos resultados, a qual permitiu gerar representações gráficas e estatísticas dos resultados. Por sua vez, os dados provenientes da observação direta foram submetidos a uma análise qualitativa, baseada em interpretações descritivas e subjetivas por parte dos observadores.

Fase IV – Análise Final e Refinamento

A última fase correspondeu à consolidação e interpretação integrada de todos os dados recolhidos, com o intuito de formular recomendações práticas para o desenvolvimento de soluções de RV com objetivos terapêuticos.

Nesta etapa, tudo o que fora recolhido – abrangendo tanto dimensões quantitativas como qualitativas – foi integrado e analisado na íntegra, para obter uma compreensão holística das experiências documentadas e dos pontos críticos identificados nas diferentes fases do projeto. Com base nesta análise, foram definidas diretrizes de UX design orientadas para ambientes clínicos, com o objetivo de apoiar futuras iterações do projeto e contribuir para o desenvolvimento de novas soluções digitais no domínio da saúde mental e da reabilitação. Estas diretrizes, detalhadas no capítulo de desenvolvimento, procuram apoiar futuras soluções digitais sensíveis às exigências da prática clínica.

2.6.1 Cronograma de Atividades

O cronograma apresentado a seguir (Figura 1) reflete o planeamento temporal das quatro fases da investigação, tal como definidas no plano metodológico, permitindo visualizar os principais marcos e interdependências entre atividades.

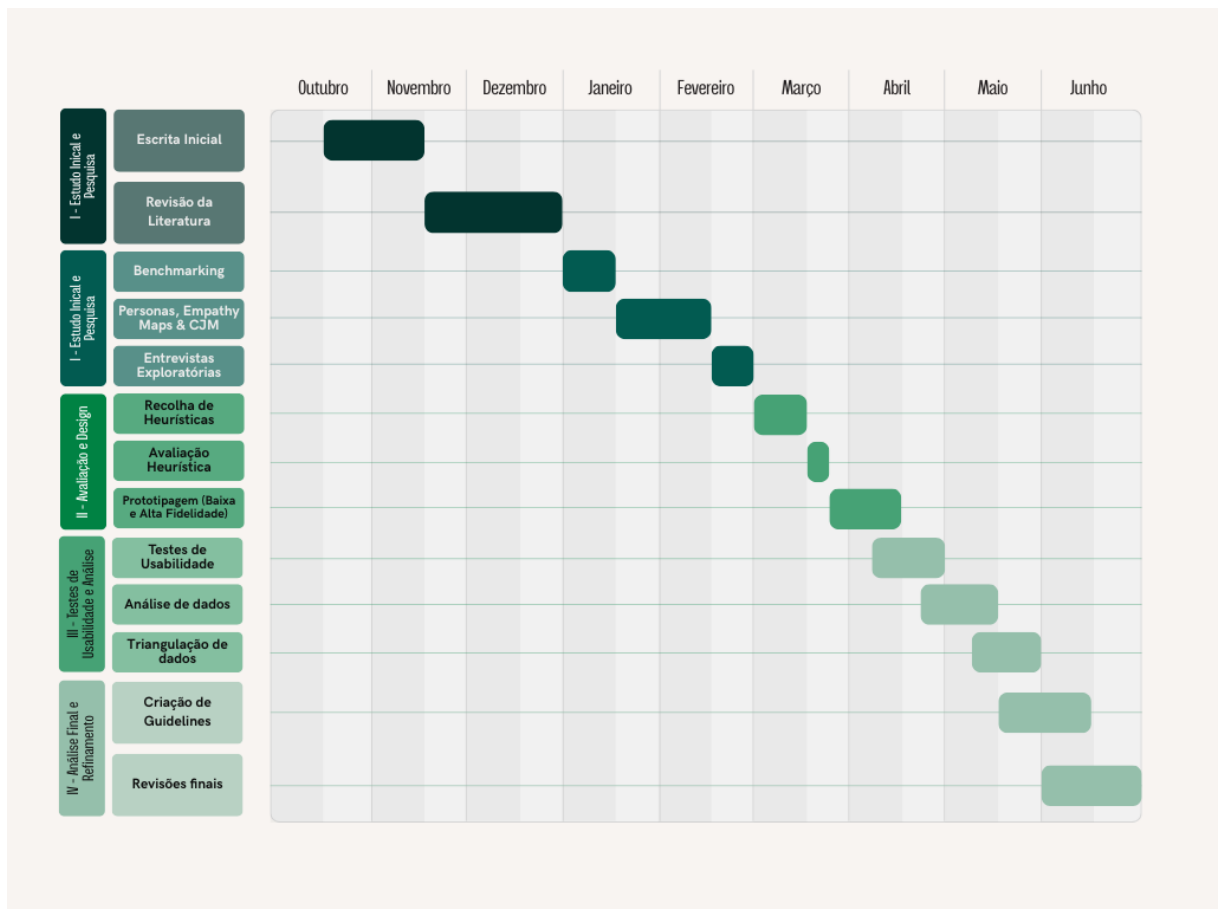


Figura 1 - Cronograma planeado para a dissertação

2.7 Limitações Metodológicas e Planos de Contingência

Apesar de todo o planeamento, a implementação do estudo enfrentou limitações significativas de ordem operacional e institucional. A colaboração com o HSJ, embora determinante para a validade e relevância da investigação, implicou uma gestão complexa de autorizações institucionais, da disponibilidade dos profissionais de saúde e dos próprios pacientes, bem como a constante adaptação às dinâmicas clínicas, frequentemente sujeitas a mudanças imprevisíveis.

Em primeiro lugar, a amostra envolvida nos testes de usabilidade e nas avaliações qualitativas foi reduzida e, em certa medida, homogénea, refletindo principalmente o contexto específico da instituição hospitalar parceira. Este fator limita a representatividade dos dados e a sua extrapolação para outras populações clínicas com perfis distintos (por exemplo, geriatria avançada ou cuidados paliativos).

Em segundo lugar, os instrumentos de recolha de dados – nomeadamente o questionário UEQ e a observação direta – assentam sobretudo em autorrelatos subjetivos, o que pode introduzir enviesamentos, como o efeito de desejabilidade social ou a tendência para respostas positivas face à novidade da tecnologia. Adicionalmente, o envolvimento emocional dos participantes com a temática (bem-estar, natureza, empatia com a investigadora) poderá ter influenciado positivamente as avaliações, reduzindo a objetividade percebida.

Do ponto de vista técnico, não foi possível integrar plenamente todos os estímulos sensoriais idealizados – em especial, o tato – devido a limitações logísticas e tecnológicas, o que comprometeu a fidelidade da experiência multissensorial. Esta limitação impediu a avaliação completa do impacto da estimulação cruzada no bem-estar emocional.

Já do ponto de vista ético, a aplicação da RV em contexto hospitalar exigiu uma gestão rigorosa das questões de consentimento informado e de proteção emocional. Embora tenham sido adotadas medidas para garantir a segurança dos participantes, reconhece-se que a imersão em ambientes virtuais pode, em certos casos, desencadear reações inesperadas, para as quais nem sempre é possível antecipar mecanismos de resposta em tempo real.

Por fim, salienta-se que a replicabilidade da intervenção em outros contextos clínicos poderá exigir adaptações ao nível dos recursos disponíveis, perfis dos utilizadores e infraestruturas tecnológicas. As diretrizes desenvolvidas deverão, portanto, ser entendidas como orientações flexíveis e contextualmente ajustáveis, e não como normas rígidas ou universais.

Perante estas limitações, foram definidos planos de contingência para preservar a coerência metodológica e a robustez da análise. Entre as estratégias adotadas, destaca-se o reforço da componente qualitativa com base em dados secundários – incluindo literatura científica recente, dados fornecidos pelo laboratório e conhecimento empírico acumulado –, bem como a intensificação do uso de artefactos de UCD, como personas, *empathy maps* e *customer journey maps*, cujos resultados são aprofundados no capítulo seguinte.

Embora estes elementos tenham sido inicialmente construídos a partir de suposições fundamentadas, permitiram antecipar perfis de utilizador plausíveis e refletir sobre as suas necessidades, emoções e comportamentos em contexto clínico. Posteriormente, foram confrontados com os dados empíricos recolhidos, demonstrando que, mesmo em condições adversas, é possível gerar conhecimento sensível e eticamente comprometido com a realidade clínica.

Concluída a apresentação da metodologia, o próximo capítulo dedica-se à análise e interpretação dos dados obtidos ao longo da investigação, destacando padrões identificados, perceções dos utilizadores e implicações concretas para o design e evolução do *NaturalVR*.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Enquadramento Geral

Esta secção apresenta os principais resultados obtidos ao longo da aplicação prática da metodologia descrita no capítulo anterior. As atividades decorreram em contextos diversos – desde sessões no terreno e em ambiente laboratorial até à aplicação efetiva no HSJ. A realização do trabalho de campo implicou um esforço prévio de articulação institucional, com contacto com a CHUSJ, planeamento conjunto com o LabRP e preparação atempada de todos os materiais necessários. Esta preparação foi essencial, dado que toda a informação relevante precisava de ser previamente comunicada às entidades envolvidas.

O plano de desenvolvimento da aplicação, conduzido pelo investigador Gonçalo Oliveira, contemplava um total de quatro sessões terapêuticas, antecedidas por uma sessão inicial (Sessão 0) de familiarização com a tecnologia de RV. Esta primeira sessão teve como objetivo minimizar barreiras tecnológicas e promover um primeiro contacto positivo com o ambiente imersivo.

3.2 Artefactos de Design Centrado no Utilizador

A integração de artefactos baseados no UCD serviu como alicerce para a orientação inicial do desenvolvimento do *NaturalVR*, numa fase marcada por limitações na recolha de dados empíricos. Ferramentas como as que se descrevem a seguir permitiram aprofundar a compreensão dos públicos-alvo, ao antecipar necessidades, emoções e comportamentos plausíveis em contexto clínico.

Embora estes modelos tenham sido construídos com base em suposições fundamentadas e dados previamente fornecidos pelo laboratório, viriam a ser posteriormente confrontados com os dados empíricos recolhidos. Nesse sentido, constituíram uma referência para sustentar as decisões de design tomadas ao longo do projeto.

3.2.1 Personas

As *user* personas são representações fictícias de utilizadores-tipo, criadas para apoiar o design na compreensão das necessidades, motivações e comportamentos do seu público-alvo. A sua utilização promove decisões mais centradas nas pessoas (Matthews et al., 2012; Salminen et al., 2020), ao atribuir um “rosto” às audiências facilitando a empatia com os utilizadores reais (Sinansari et al., 2023).

No caso do *NaturalVR*, foram desenvolvidas três personas que refletem os principais perfis envolvidos na utilização da aplicação:

1. Um paciente adulto no serviço de psiquiatria, enquanto utilizador final da experiência (Figura 2);
2. Um psiquiatra, responsável por prescrever a utilização da aplicação como parte do tratamento (Figura 3);
3. Um terapeuta ocupacional, encarregado de acompanhar o paciente durante as sessões (Figura 4).

Estas personas foram construídas com base em suposições fundamentadas, recorrendo a dados recolhidos na revisão da literatura, à experiência do LabRP, e a informações contextuais sobre os perfis de utilizadores do HSJ. Embora não tenham sido criadas a partir de dados empíricos diretos, como entrevistas ou inquéritos formais, a sua construção seguiu os princípios recomendados na área da HCI, incluindo a identificação de objetivos, motivações, frustrações (*pain points*) e necessidades típicas de cada perfil.

Estas representações funcionaram como ponto de partida para a definição de requisitos e critérios de usabilidade, ajudando a orientar o design de soluções sensíveis ao contexto clínico. A posterior construção de *empathy maps* complementou esta abordagem, permitindo um aprofundamento das dimensões emocionais, cognitivas e comportamentais de cada persona ao longo da jornada de utilização da aplicação.

Rute Oliveira

PACIENTE ADULTO



idade
35

perfil
Profissional ativa em pausa laboral devido ao internamento. Tem histórico de episódios intensos de humor e alterações cognitivas. É cooperante com a equipa clínica, mas enfrenta desafios emocionais.

condição clínica
Perturbação bipolar tipo I com episódios maníacos e depressivos. Internamento para estabilização do estado de humor.

citação
"Às vezes sinto que perco o controlo de tudo... só queria voltar a sentir-me eu própria."

motivações

- ✓ Quer compreender melhor a sua condição e aprender a geri-la.
- ✓ Deseja recuperar a estabilidade emocional para retomar a sua rotina familiar e profissional.
- ✓ Mostra interesse por terapias que a ajudem a expressar-se e a manter-se conectada com a realidade

necessidades

- ♥ Sentir-se segura e acolhida no ambiente hospitalar.
- ♥ Ter acesso a atividades estruturadas que promovam equilíbrio emocional e ocupação saudável do tempo.
- ♥ Dispor de ferramentas que a ajudem a reconhecer sinais de recaída e promover o autocuidado.

frustrações

- ✗ Sente que os momentos de crise são mal compreendidos por quem está de fora.
- ✗ A rotina hospitalar pode parecer monótona e pouco estimulante.
- ✗ A falta de autonomia no internamento afeta a sua autoestima.

sentimentos

Entediada	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div>
Cansada	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div>
Ansiosa	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div>
Stressada	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div>

Figura 2 - Persona Rute Oliveira, a paciente

A Rute é uma mulher de 35 anos, profissional ativa e mãe de dois adolescentes. Apesar do seu estilo de vida dinâmico, convive com uma perturbação bipolar, condição que a levou recentemente a um internamento psiquiátrico para estabilização clínica. Durante este período, sente que as rotinas hospitalares são monótonas e que lhe falta uma forma de escapar emocionalmente ao mal-estar constante. Já experimentou algumas aplicações digitais de relaxamento, mas considera-as pouco eficazes e mal-adaptadas à sua realidade. Está curiosa para explorar soluções tecnológicas, se forem simples, intuitivas e respeitem o seu estado emocional. A Rute é a utilizadora final do *NaturalVR*.



Figura 3 - Persona Simone Ribeiro, a psiquiatra

A Simone tem 41 anos e trabalha como médica psiquiatra num hospital público, onde acompanha pacientes com perturbações de ansiedade, perturbações de humor e perturbações psicóticas.

Acredita no potencial da tecnologia para reforçar a adesão aos tratamentos, desde que essas ferramentas tenham suporte científico e proporcionem benefícios concretos para os pacientes. No entanto, enfrenta várias barreiras no seu dia a dia: falta de tempo, resistência institucional à inovação e escassez de soluções clínicas validadas. A Simone é um exemplo de profissional que pode prescrever o *NaturalVR* no contexto hospitalar.



Figura 4 - Persona Joel Lima, o Terapeuta Ocupacional

O Joel, com 37 anos, é terapeuta ocupacional especializado em especialização reabilitação psicossocial e saúde mental. Trabalha com pacientes em processo de reabilitação física e cognitiva, procurando metodologias que promovam a autonomia e o envolvimento ativo dos mesmos. Reconhece o valor dos ambientes imersivos como estímulo à participação, mas depara-se com alguns desafios: a falta de tempo para ensinar o uso das ferramentas e a dificuldade de adaptação dos pacientes a interfaces complexas. Representa os profissionais responsáveis por aplicar e acompanhar a utilização do *NaturalVR* junto dos pacientes.

3.2.2 Mapas de Empatia

Os *empathy maps* - mapas de empatia - são ferramentas visuais frequentemente usadas em UX Design para aprofundar a compreensão das atitudes, motivações e comportamentos dos utilizadores. Mediante uma representação estruturada, do que os utilizadores veem, ouvem, pensam, sentem, dizem e fazem, estes mapas captam de forma mais abrangente as suas experiências, identificando tanto os seus ganhos como as suas frustrações - *pains and gains* - (Higuera & Macías, 2024; Sinansari et al., 2023).

Quando desenvolvidos em articulação com as *personas*, os *empathy maps* contribuem para uma maior empatia com os utilizadores-tipo, proporcionando uma compreensão mais contextualizada das suas interações com o sistema. Deste modo, permite-se a humanização dos perfis traçados.

A aplicação destes mapas apresenta diversas vantagens: em primeiro lugar, possibilita uma compreensão aprofundada do utilizador, ao estimular a análise das suas perceções e vivências; em segundo, apoia o desenvolvimento do produto, ao identificar oportunidades de melhoria com base em perceções mais humanizadas; e por fim, constitui uma ferramenta especialmente eficaz em contextos onde o acesso direto aos utilizadores é limitado, funcionando como um meio alternativo para antecipar requisitos (Ferreira et al., 2015; Higuera & Macías, 2024; Sinansari et al., 2023).

No contexto do projeto *NaturalVR*, foram elaborados três *empathy maps* correspondentes às *personas* previamente apresentadas – a paciente internada (Figura 5), a psiquiatra (Figura 6) e o terapeuta ocupacional (Figura 7). Cada mapa procurou simular o ambiente emocional, cognitivo e comportamental associado à utilização da aplicação em contexto clínico. Através desta ferramenta, foi possível antecipar as barreiras de interação e os pontos críticos da experiência.



Figura 5 - Empathy Map de Rute

O *empathy map* da Rute Oliveira retrata uma paciente internada para estabilização psiquiátrica, que procura recuperar o equilíbrio emocional e retomar uma vida com estabilidade. Apesar de já ter tentado várias abordagens, sente que poucas se adaptam a si e expressa frustração com soluções confusas. Participa nas terapias, mas o cansaço emocional, o ambiente hospitalar e a sensação de desconexão limitam a sua adesão. Frases como “só quero algo que me ajude realmente a sentir-me melhor” indicam a urgência em encontrar uma solução simples. Para a Rute, uma ferramenta eficaz é aquela que lhe permita aliviar o stress, reconhecer o seu estado emocional e sentir-se envolvida no seu processo de recuperação.



Figura 6 - Empathy Map de Simone

O *empathy map* de Simone Ribeiro foca-se nas perceções de uma médica psiquiatra que acompanha diariamente pacientes com perturbações de saúde mental. O seu discurso apresenta uma abertura à inovação, desde que esta seja fundamentada cientificamente e de fácil integração na prática clínica. Frases como “as soluções só devem ser utilizadas após testadas a fundo” e “os pacientes precisam de algo novo” demonstram a importância atribuída à eficácia clínica e à viabilidade da implementação. O mapa ilustra igualmente frustrações associadas à falta de tempo, à resistência de colegas e à escassez de dados concretos sobre os benefícios – fatores que influenciaram a formulação de argumentos e prioridades no aprimoramento do *NaturalVR*.

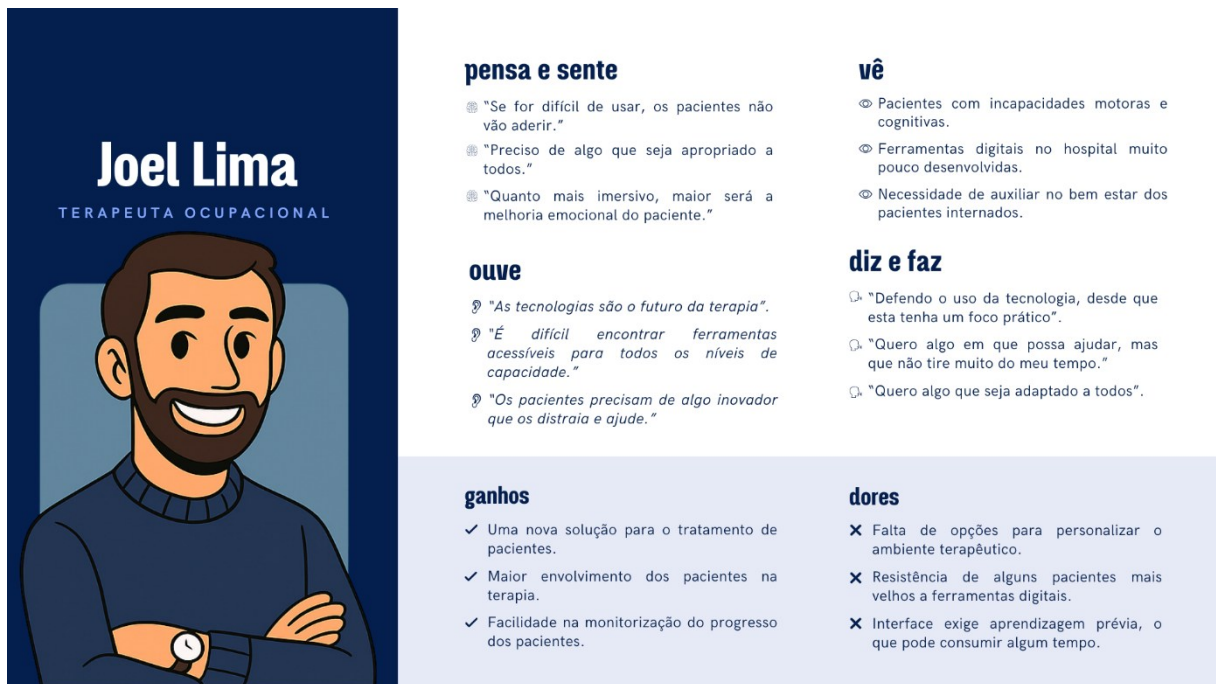


Figura 7 - Empathy Map de Joel

O *empathy map* de Joel Lima traduz as preocupações de um terapeuta ocupacional com a autonomia dos pacientes e a simplicidade dos recursos utilizados em contexto clínico. Através das expressões recolhidas – “quero algo que me possa ajudar, mas que não tire muito do meu tempo” ou “os pacientes precisam de algo inovador que os distraia e ajude” –, destacam-se os requisitos práticos e adaptativos esperados de uma solução digital. As dores referidas, como a complexidade de algumas interfaces e a resistência dos utilizadores mais velhos, apontam a necessidade de uma abordagem centrada na acessibilidade e no design universal.

3.2.3 Mapas da Jornada do Utilizador

Os *Customer Journey Maps*, ou mapas da jornada do utilizador, constituem representações visuais das principais etapas percorridas por um utilizador ao interagir com um produto ou serviço. Estas ferramentas oferecem uma visão estruturada dos pontos de contacto ao longo da experiência, permitindo identificar necessidades, oportunidades de melhoria e obstáculos no percurso (Lallemmand et al., 2022; Moquillaza et al., 2021)

Ao traduzirem a UX num percurso com diferentes fases, os *customer journey maps* mostram-se úteis para apoiar decisões de design mais empáticas e fundamentadas. Através deles, é possível compreender não só o fluxo de interação com a aplicação, mas também os sentimentos que emergem em cada fase, os desafios vivenciados e os *insights* que podem guiar ajustes mais adequados à realidade dos utilizadores.

No âmbito do *NaturalVR*, foram desenvolvidos três mapas - um para cada persona previamente definida: – Rute, a paciente adulta internada (Figura 8); Simone, a médica psiquiatra (Figura 9); e Joel, o terapeuta ocupacional (Figura 10). Cada mapa inclui cinco etapas principais da jornada com a aplicação: descoberta, primeiro contacto, experiência geral, feedback e iteração.

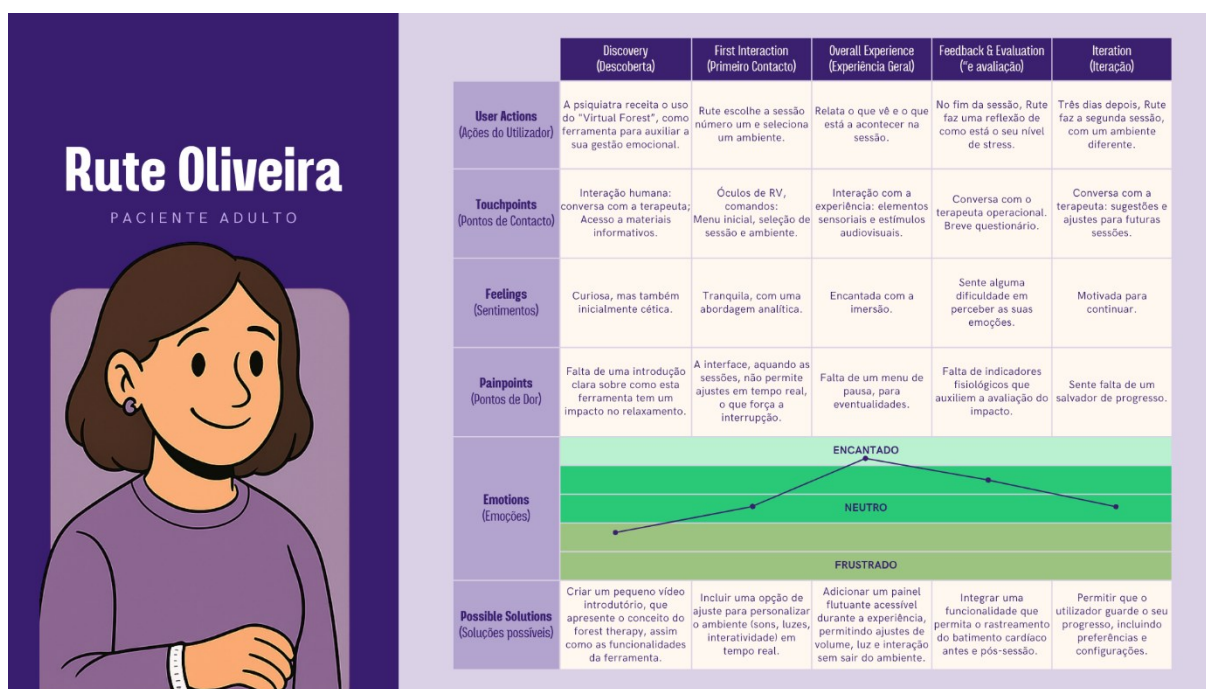


Figura 8 - Customer Journey Map de Rute

A jornada de Rute inicia-se com alguma curiosidade e ceticismo, mas rapidamente evolui para um sentimento de encantamento com a experiência imersiva. A sua evolução emocional, ainda que positiva, persiste com dificuldades relacionadas com a falta de personalização, o que reforça a importância de ajustes visuais e funcionais que responda à fadiga e sensibilidade dos pacientes internados.

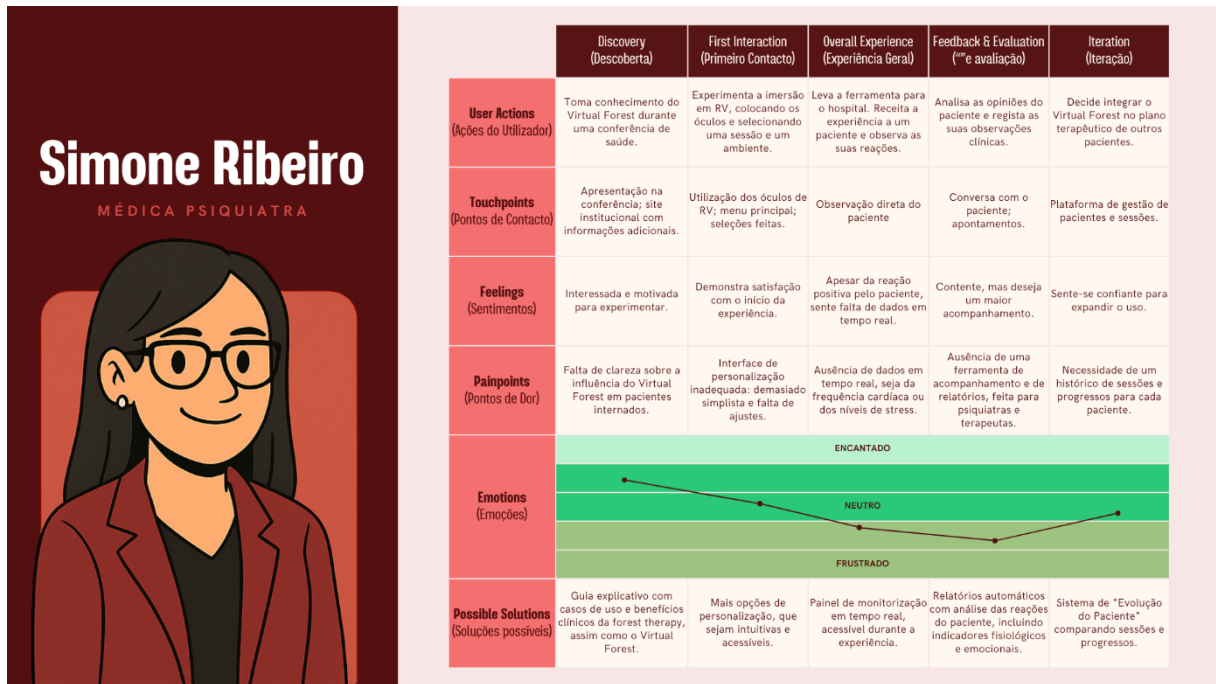


Figura 9 - Customer Journey Map de Simone

Já no caso de Simone, observa-se um percurso mais racional. A sua motivação prende-se com o impacto clínico da ferramenta, pelo que a ausência de dados objetivos e de funcionalidades orientadas para o acompanhamento dos pacientes gera frustração.

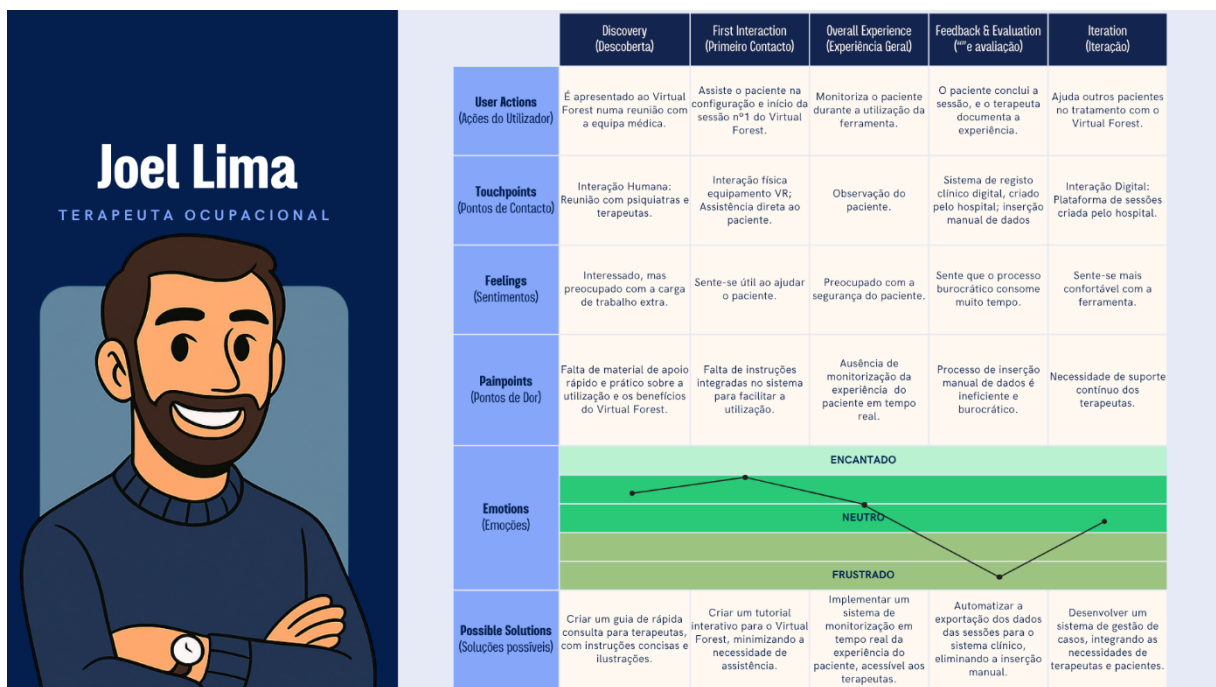


Figura 10 - Customer Journey Map de Joel

Por sua vez, Joel revela, inicialmente, um sentimento de sobrecarga e insegurança, especialmente devido à falta de materiais de apoio e clareza sobre o uso da aplicação. Contudo, à medida que compreende melhor a ferramenta e os seus benefícios para os pacientes, sente-se mais confiante e predisposto a integrá-la na sua prática. A sua experiência reforça a importância de garantir apoio contínuo aos profissionais envolvidos na implementação da tecnologia.

Todos os artefactos desenvolvidos encontram-se disponíveis no Apêndice A.

3.3 Conversa Informal com Especialistas

3.3.1 Contextualização

No âmbito desta investigação, foi inicialmente planeada a realização de uma sessão de *focus group* com profissionais de saúde do serviço de Psiquiatria da Unidade Local de Saúde do HSI, para explorar a aplicabilidade da ferramenta *NaturalVR* em contexto clínico. A metodologia previa uma conversa estruturada em grupo, orientada por um guião previamente elaborado, disponível no Apêndice D, com recolha de dados através de gravação áudio e posterior transcrição para análise qualitativa. Contudo, devido a constrangimentos logísticos e à natureza dinâmica do serviço hospitalar, não foi possível concretizar o formato idealizado. A sessão decorreu com um modelo mais informal e flexível, adaptado às circunstâncias do momento, o que resultou numa experiência significativamente distinta daquela que havia sido planeada.

3.3.2 Descrição da Sessão

A sessão teve lugar a 26 de fevereiro de 2025, nas instalações do HSI. Foi conduzida pelos dois facilitadores inicialmente designados e teve uma duração total aproximada de 45 minutos. Os participantes foram seleccionados pela sua proximidade à implementação da aplicação, na experiência clínica com populações hospitalizadas e no conhecimento das necessidades específicas dos utilizadores, bem como das potenciais limitações associadas à adoção de tecnologias imersivas em contexto clínico. Tratou-se,

portanto, de um grupo composto por dez profissionais de saúde, entre os quais cinco psiquiatras, dois internos de psiquiatria, um terapeuta ocupacional e dois enfermeiros.

A moderação ocorreu da seguinte forma: o investigador Gonçalo Oliveira conduziu a discussão e dinamizou o grupo, e a própria investigadora ficou encarregue da gestão do tempo, recolha de dados e supervisão técnica da gravação áudio.

A sessão iniciou-se com uma apresentação informal sobre os fundamentos da RV, os projetos desenvolvidos pelo LabRP neste domínio e uma breve contextualização da ferramenta *NaturalVR*. Esta introdução teve a duração de cerca de 20 minutos sendo seguida por um momento de perguntas e comentários abertos, com duração semelhante. A sessão foi gravada em áudio, embora não tenha sido possível recolher consentimento informado por escrito; foi, contudo, obtida autorização verbal informal dos participantes.

Importa ainda referir que ocorreu alguma rotatividade de participantes ao longo da sessão devido às necessidades e especificidades do serviço de psiquiatria, nomeadamente durante a apresentação, o que comprometeu a estabilidade do grupo e inviabilizou a aplicação integral do guião inicialmente delineado.

3.3.3 Resultados Exploratórios

Apesar das limitações decorrentes do formato não estruturado da sessão, foi possível recolher alguns contributos relevantes que sustentam as reflexões preliminares sobre potencial terapêutico da RV na terapia.

Os participantes demonstraram interesse pela ferramenta e reconheceram o seu valor como recurso complementar na terapia ocupacional e em intervenções em saúde mental, sobretudo para utentes com dificuldades em sair do ambiente hospitalar. Foram identificadas indicações clínicas distintas, consoante os perfis dos pacientes:

- Pacientes psicóticos: requerem instruções claras e acompanhamento permanente, dada a possibilidade de desorientação ou exacerbação sintomática;
- Pacientes ansiosos: poderão beneficiar de maior liberdade de exploração na aplicação;
- Pacientes com demência: poderão reagir inesperadamente ao ambiente virtual, exigindo acompanhamento mais cauteloso.

A aplicação da ferramenta foi considerada vantajosa em dias de inverno ou em períodos em que o acesso a espaços exteriores é limitado, funcionando como uma alternativa segura de contacto com ambientes naturais simulados. No entanto, a sua utilização ao ar livre foi considerada de risco, particularmente para pacientes com mobilidade reduzida, devido ao potencial de quedas. Foram ainda destacados alguns desafios associados à implementação da ferramenta:

- O custo dos equipamentos de RV;
- A exigência de supervisão contínua, especialmente em casos clínicos mais instáveis;
- A possibilidade de reações fisiológicas adversas, como taquicardia ou sudorese intensa;
- A necessidade de personalização da experiência consoante os diferentes perfis clínicos.

No âmbito da imersão multissensorial, foi sugerida a integração de estímulos olfativos para reforçar o realismo da experiência. Entre os aromas propostos destacaram-se notas naturais como terra molhada, pinheiro e eucalipto, evocando ambientes florestais. Para os testes empíricos, foi utilizada a lavanda – aroma selecionado pelo investigador Gonçalo Oliveira com base nessa sessão, na qual foi consensualmente identificado como o mais adequado. Esta escolha foi ainda sustentada por evidência científica que associa a lavanda a efeitos ansiolíticos em contextos clínicos.

Quanto à narração da aplicação, os profissionais manifestaram preferência por uma voz humanizada e familiar, idealmente pertencente a um terapeuta da equipa, em detrimento de vozes automatizadas, por considerarem que essa personalização aumenta a confiança e o conforto dos pacientes durante a experiência.

Embora a sessão não tenha cumprido os critérios metodológicos formais de um *focus group*, os contributos obtidos permitiram uma análise exploratória sobre quais os benefícios e desafios associados à RV neste campo.

Todo o estudo encontra-se disponível no Apêndice D.

3.4 Avaliações Heurísticas

3.4.1 Procedimento e Sessões

A aplicação das heurísticas adaptadas permitiu identificar atempadamente problemas de usabilidade que poderiam comprometer os testes de utilizador, possibilitando a introdução de melhorias na interface antes da sua reavaliação final.

O primeiro passo consistiu na realização de uma avaliação heurística por parte dos investigadores envolvidos no projeto. Este procedimento teve como objetivo diagnosticar o estado atual da aplicação *NaturalVR* e delinear as alterações necessárias, de forma a estabelecer um design mais sólido e fundamentado para as fases empíricas subsequentes.

Para apurar os principais desafios de usabilidade, foram realizadas duas avaliações heurísticas complementares. A primeira baseou-se nas dez heurísticas clássicas de Nielsen. A avaliação subsequente seguiu o mesmo modelo base, mas foi enriquecida com diretrizes específicas para ambientes de RV, previamente discutido (Murtza et al., 2017; Nielsen, 1994b).

A primeira avaliação foi conduzida pelo investigador Gonçalo Oliveira, nas instalações do LabRP, com recurso ao dispositivo *Meta Quest 2*. A sessão teve uma duração aproximada de 45 minutos, durante os quais foram observadas as heurísticas de Nielsen, seguindo o modelo oficialmente disponibilizado (Nielsen, 1994).

A segunda avaliação foi conduzida pela investigadora, no seu espaço pessoal, com recurso ao dispositivo Oculus Rift. A sessão teve a duração de aproximadamente 30 minutos e baseou-se nas quatorze heurísticas adaptadas, que combinam os princípios clássicos de Nielsen com diretrizes específicas para sistemas de RV. O Apêndice C apresenta, em detalhe, os principais problemas de usabilidade identificados nesta avaliação, a heurística associada, a gravidade atribuída a cada ocorrência e as sugestões de melhoria correspondentes.

3.4.2 Implicações para o Design

Entre os problemas mais salientes identificados nas avaliações heurísticas destacam-se a ausência de *feedback* visual claro após as ações do utilizador, a dificuldade em perceber o estado atual da experiência e as limitações de controlo, reduzidas ao movimento da câmara. Verificou-se igualmente uma fraca coerência visual, com menus genéricos que comprometem a coerência do ambiente virtual. A inexistência de documentação acessível, instruções explícitas ou tutoriais constitui ainda um obstáculo à usabilidade, sobretudo para utilizadores menos familiarizados com tecnologias de RV.

As principais sugestões de melhoria incluem a introdução de *feedback* visual e auditivo mais robusto, a integração de ícones e grafismos tematicamente congruentes com o ambiente florestal, a implementação de tutoriais e instruções interativas, o mapeamento visual dos comandos, bem como a representação do utilizador sentado, para minimizar o risco de *cybersickness*.

Com base nos problemas identificados, foram definidas prioridades e diretrizes orientadoras para o redesign da interface da aplicação *NaturalVR*. A Tabela 2 apresenta uma síntese dos problemas considerados críticos, acompanhados das soluções planeadas para melhorar a UX, aumentar a naturalidade da interação e reduzir o desconforto durante o uso.

Tabela 1 - Síntese de Problemas Críticos e Soluções Planeadas para o Redesign do *NaturalVR*

Problema Identificado	Solução a implementar
Falta de fornecimento de <i>feedback</i> contínuo	Introdução de barra de progresso visível desde o início da sessão, indicando o tempo restante.
Presença de elementos enganosos (mãos virtuais não interativas)	Substituição das mãos por representações visuais dos comandos do Meta Quest 2, compatíveis com a ausência de interação direta.
Falta de consistência visual nos menus e elementos da interface	Redesign dos menus com grafismos tematicamente coerentes com o ambiente florestal.
Falta de instruções e tutoriais	Mapeamento dos comandos, dicas contextuais ao longo da sessão, tutorial inicial opcional.
Propensa ao <i>cybersickness</i>	Representação visual do corpo do utilizador (Ex: silhueta sentada) para reforçar a posição espacial.

A realização da avaliação heurística da aplicação *NaturalVR* revelou um conjunto de problemas relevantes ao nível da usabilidade. A integração de heurísticas adicionais na segunda avaliação teve como objetivo complementar a análise inicial, reforçando a triangulação dos dados com base em referências teóricas e maximizando a identificação de problemas críticos antes da reavaliação com utilizadores. Este procedimento encontra-se descrito na secção 2.3.3 da metodologia, no âmbito das técnicas de avaliação de usabilidade aplicadas no projeto.

3.5 Redesign da Interface de Utilizador

O processo de redesign da interface do *NaturalVR* iniciou-se após a identificação de principais problemas de usabilidade através das avaliações heurísticas, para melhorar a UX antes da realização dos testes empíricos. Procurou-se colmatar as limitações anteriormente identificadas na versão existente da aplicação, contribuindo assim para uma versão existente mais funcional e intuitiva.

Este processo desenvolveu-se em duas fases complementares. A primeira centrou-se na criação de protótipos de baixa fidelidade, que permitiram explorar alternativas de navegação, organização dos menus e representação de elementos interativos. A segunda fase consistiu na elaboração de propostas de alta-fidelidade, mais próximas do produto final idealizado e preparadas para envio à equipa de desenvolvimento técnico responsável pela implementação.

3.5.1 Prototipagem Inicial: Baixa Fidelidade

O processo de redesign da interface do *NaturalVR* teve início com a prototipagem de baixa fidelidade, teve um papel essencial na fase exploratória do desenvolvimento. Este tipo de protótipos funciona como um brainstorming visual, permitindo estruturar ideias de forma rápida e sem compromisso com os detalhes visuais. O foco incidiu sobretudo na organização dos conteúdos e na lógica de navegação, em detrimento da estética.

Foram assim elaborados esboços simples (Figura 11), que representavam tanto ecrãs já existentes - como o menu de seleção de sessão - como propostas novas, incluindo um ecrã de título inicial e opções de personalização. Estes *sketches* permitiram uma iteração rápida de ideias e facilitaram a recolha de *feedback* preliminar por parte de colegas, em resposta às limitações identificadas nas avaliações heurísticas.

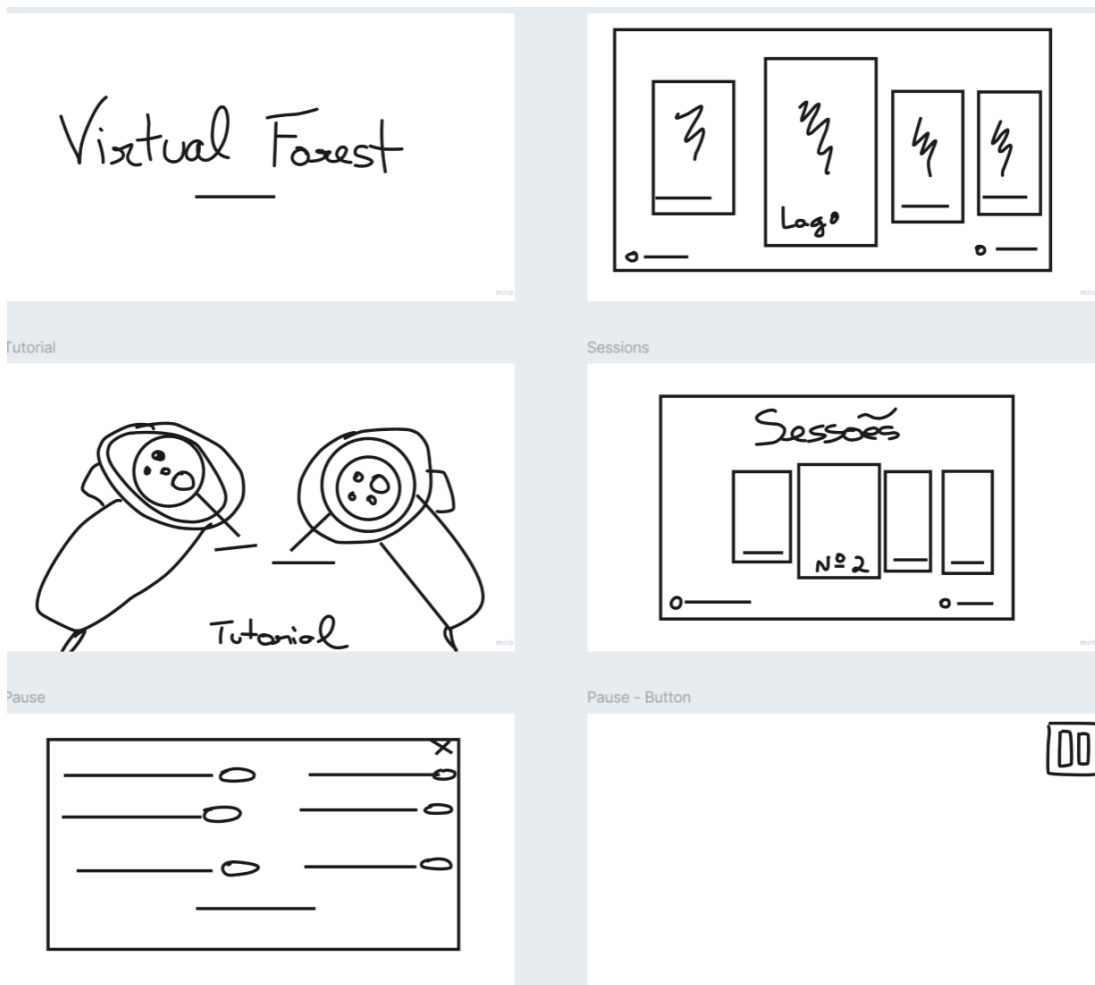


Figura 11 - Sketches realizados para cada ecrã

Numa fase posterior, e com base nos esboços iniciais, desenvolveram-se diversos *Wireframes* (Figura 12) que representava de forma mais estruturada e funcional os principais ecrãs e fluxos. Este tipo de protótipo mantém um nível de abstração suficiente para explorar a UX, mas já incorpora elementos de interface como botões, ícones, menus e sequências de navegação.

A figura seguinte apresenta o fluxo principal da UX redesenhada, incluindo:

- Ecrã principal (Main Screen);
- Seleção de sessão;
- Pré-visualização da experiência;
- Ecrã da experiência (Game Screen);
- Opções de pausa e tutorial de comandos.

Estes protótipos permitiram validar a coerência da estrutura e antecipar dificuldades de usabilidade, como a legibilidade de menus ou clareza da navegação.

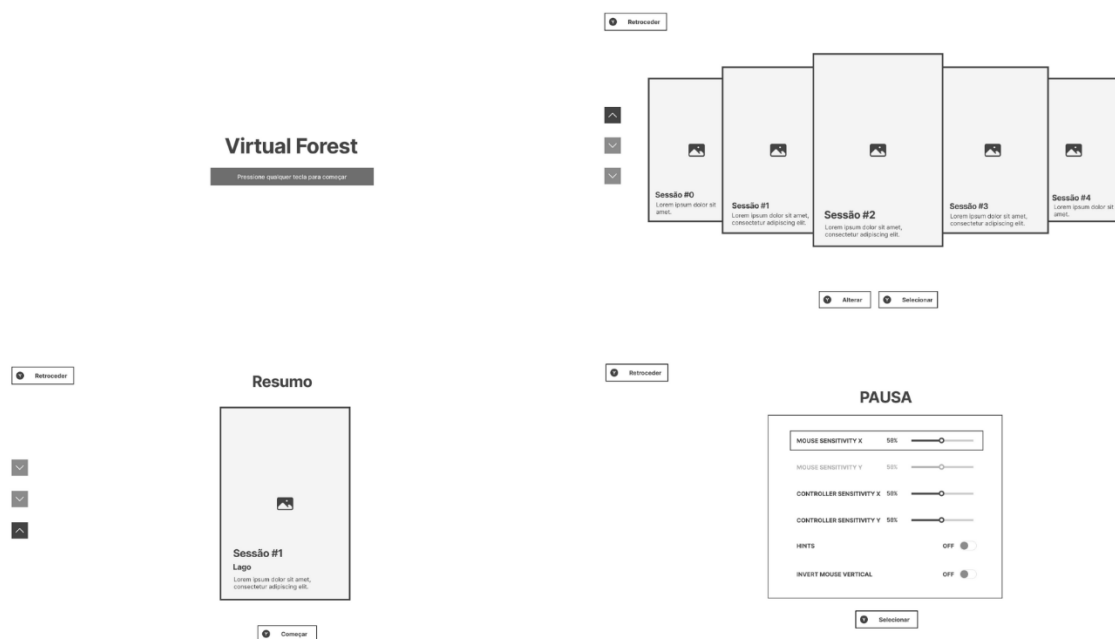


Figura 12 - Os quatro ecrãs principais em wireframe

3.5.2 Prototipagem de Alta-Fidelidade

Com base nas soluções validadas nas fases anteriores, foram criados *frames* de alta-fidelidade, utilizando a ferramenta Figma. Estes protótipos incorporam decisões gráficas detalhadas, incluindo uma paleta cromática, tipografia, layouts e sugestões de transições entre ecrãs. Aproximou-se assim a interface da experiência final pretendida para o utilizador, tornando as interações mais realistas (Chen et al., 2020; Tang et al., 2024).

As decisões de design foram fundamentadas em princípios de usabilidade e acessibilidade, com especial atenção à redução do esforço cognitivo dos utilizadores – fator especialmente relevante em ambientes terapêuticos – e à integração dos menus com o ambiente virtual. A estrutura visual e funcional da interface foi pensada para se adequar ao contexto clínico.

A paleta de cores foi inspirada diretamente no cenário da floresta virtual, com tons de verde que variam do claro ao escuro. Esta escolha pretendeu reforçar a coerência visual com o ambiente, promovendo uma sensação de imersão contínua e natural, em linha com os objetivos terapêuticos da aplicação.

A tipografia selecionada foi a Avenir, frequentemente utilizada em videojogos e interfaces RV devido à sua legibilidade, simplicidade formal e capacidade de adaptação a diferentes escalas. Contribui-se, assim, para uma leitura confortável dentro do *headset*, sem causar fadiga visual.

Durante o processo de design, foram analisadas várias interfaces desenhadas especificamente para RV, com destaque para os princípios adotados nos sistemas da Apple Vision Pro, reconhecidos pela clareza, simplicidade e fluidez. A partir dessa análise, procurou-se adaptar essa linguagem visual ao contexto clínico da presente aplicação, privilegiando menus simples, hierarquias claras e elementos discretos.

Adicionalmente, optou-se por um design gráfico baseado no *glassmorphism*, que permite manter a visibilidade parcial do ambiente natural mesmo quando surgem janelas ou menus. Esta opção não só evita a rutura com o cenário natural, como também contribui para uma experiência menos intrusiva e mais contínua.

O protótipo de alta-fidelidade serviu também como referência direta para o desenvolvimento técnico em Unity, garantindo uma transição coerente entre o design conceptual e a implementação prática da aplicação.

Abaixo apresentam-se tanto o *moodboard* visual (Figura 13) que orientou as decisões visuais como os principais ecrãs desenvolvidos no protótipo (Figura 14), estando toda a documentação disponível em detalhe no Apêndice E.

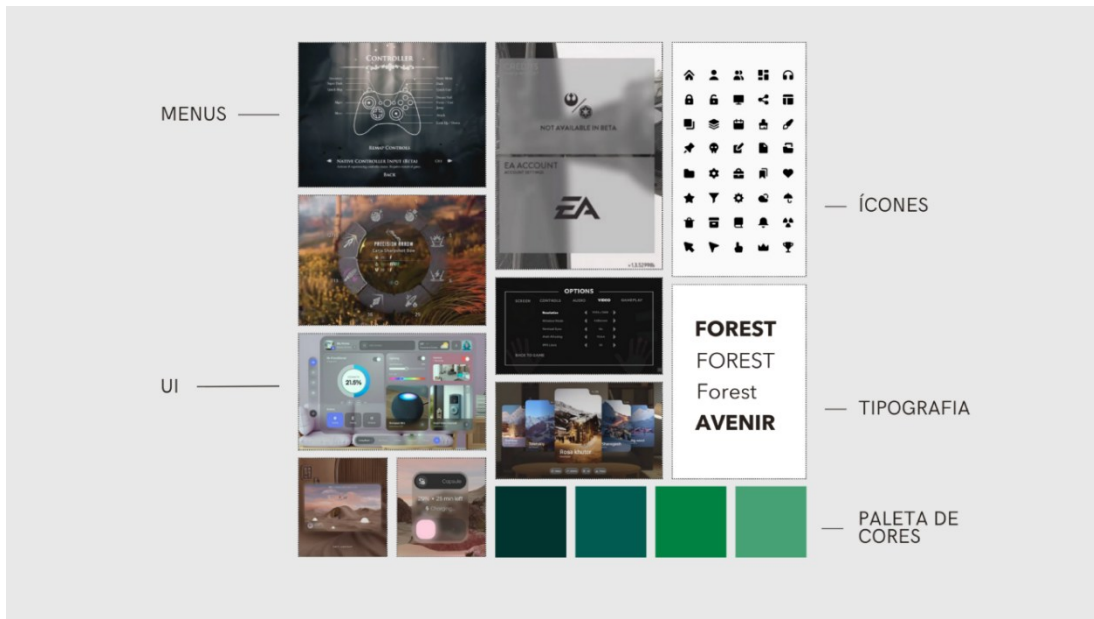


Figura 13 - Moodboard realizado (paleta, tipografia e inspirações visuais)

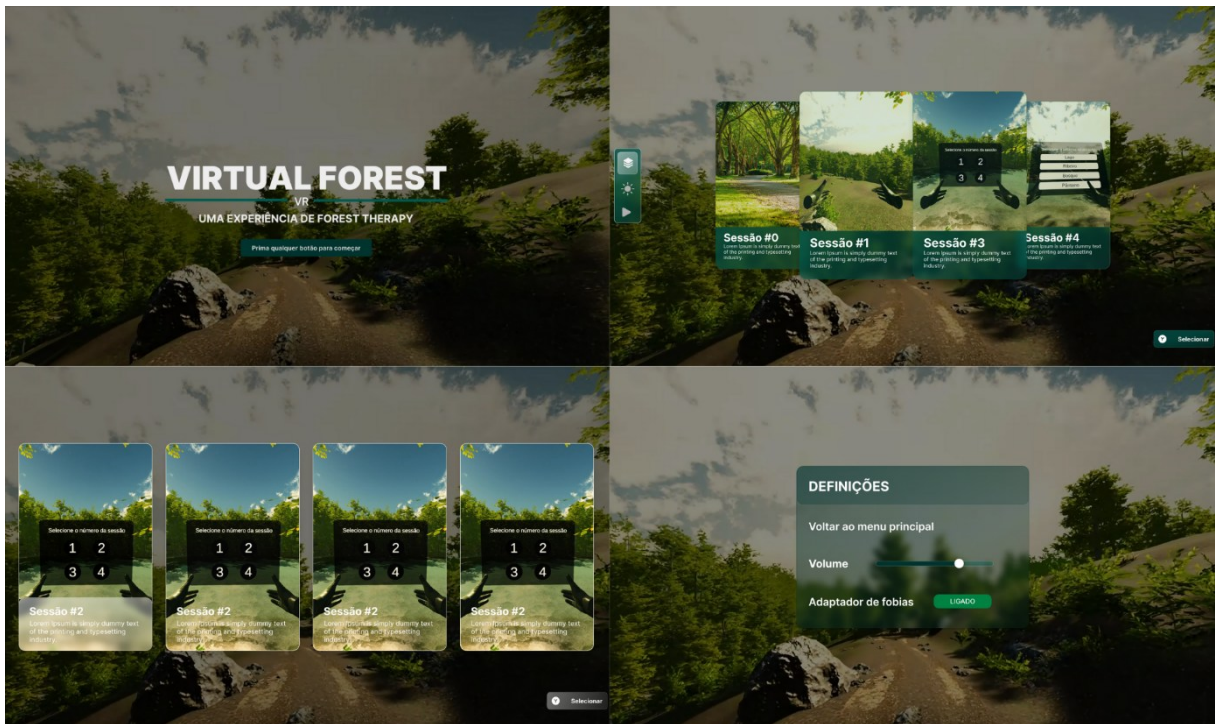


Figura 14 - Diferentes menus (Ecrã inicial, escolha de sessão opção 1, escolha de sessão opção 2, menu de definições)

3.5.3 Limitações de Integração e Adaptação do Novo Design

Apesar do esforço dedicado no desenvolvimento do design anterior, a sua integração direta na aplicação revelou-se inviável. O responsável técnico do projeto, Gonçalo Oliveira, não conseguiu incorporar os novos layouts a tempo da fase de testes planeada. Perante esta limitação, foi realizada uma nova pesquisa que resultou na identificação de uma solução alternativa: a utilização da biblioteca *FloatGrids*, compatível com o motor de espaço *Unity* e capaz de replicar os elementos de interface desenhados no Figma.

Esta abordagem revelou-se vantajosa, uma vez que os componentes de interface incluídos nos protótipos estavam disponíveis de forma modular nesta ferramenta, o que permitiu assegurar uma maior fidelidade entre o design proposto e a sua posterior implementação técnica. Assim, apesar dos constrangimentos temporais e técnicos, foi possível manter grande parte da estrutura e lógica que se havia desenvolvido.

Contudo, algumas adaptações visuais foram necessárias. O estilo *glassmorphism* inicialmente proposto foi abandonado, bem como a tipografia *Avenir*, por questões de compatibilidade. Optou-se, em alternativa, por menus com fundo preto simples e pela manutenção da tipografia já integrada no projeto original. Ainda assim, a paleta cromática inspirada na floresta foi preservada, com tons de verde a ser utilizados para elementos de destaque e navegação.

Apresentam-se de seguida os principais *mockups* desenvolvidos em Figma (Figura 15), com recurso ao *FloatGrids*, baseados nos protótipos de alta-fidelidade anteriores.



Figura 15 - Principais ecrãs redesenhados (seleção de sessão, confirmação de sessão, menu de opções e barra de progressos)

Ainda que não se revele necessário num contexto terapêutico – dado que o paciente estará sempre acompanhado por um terapeuta ocupacional – foi desenvolvido um *onboarding* adicional (Figura 16), visando antecipar cenários de uso futuro, nomeadamente uma eventual utilização autónoma da aplicação por parte dos utilizadores.

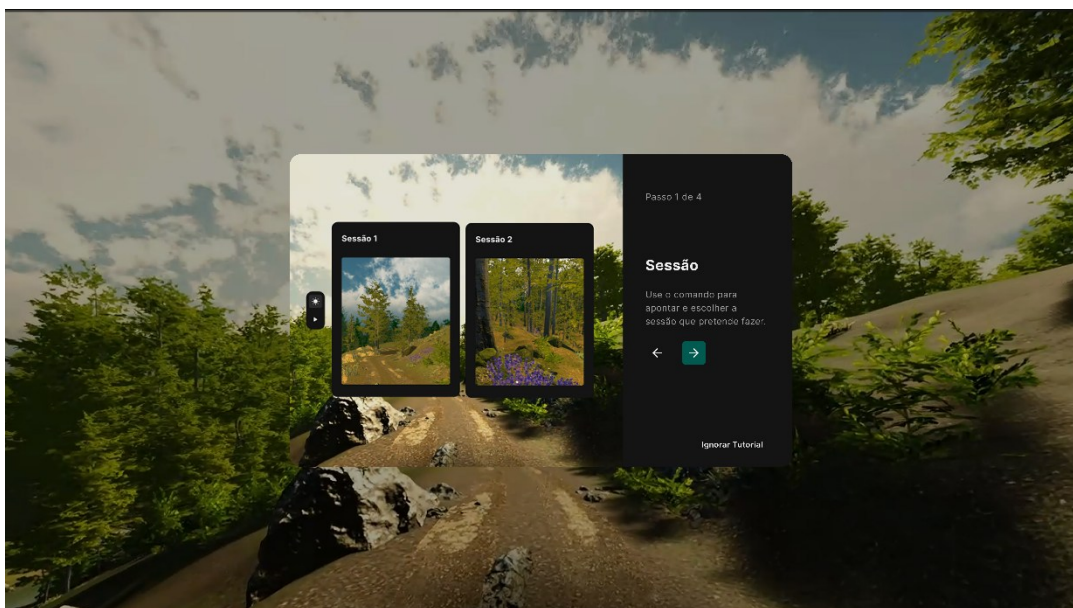


Figura 16 - Onboarding, página 1

3.6 Testes de Usabilidade

As sessões de teste com utilizadores da aplicação *NaturalVR* decorreram no HSI, no âmbito de um protocolo de colaboração já estabelecido com o LabRP. Este vínculo foi reforçado pela experiência prévia de duas investigadoras deste laboratório, que já haviam trabalhado na ala de psiquiatria da mesma instituição. A condução das sessões ficou a cargo de Rafael Martins, investigador do CIR, que supervisionou todo o processo, desde o primeiro contacto de cada paciente com a aplicação até ao preenchimento final dos questionários.

Com o intuito de documentar, rigorosamente, as interações dos utilizadores, optou-se por registar as sessões em vídeo e áudio. Esta medida surgiu com o propósito de complementar as anotações feitas pelos observadores e permitir uma análise posterior mais detalhada. Ao contrário do que sucedeu com os *focus group*, nos testes com os pacientes pretendia-se gravar tanto o áudio como a partilha de ecrã, permitindo ver o que o utilizador via. Tal seria feito utilizando a funcionalidade nativa dos óculos (“Share and Record Video”), possibilitando guardar este conteúdo diretamente no dispositivo Meta Quest 2.

Para simplificar a logística e garantir a acessibilidade do processo, o áudio seria gravado com a aplicação nativa do computador e os UEQs seriam preenchidos digitalmente. Esta opção visava facilitar o seu preenchimento e reduzir o esforço dos participantes.

Tendo em conta a especificidade do contexto hospitalar, todo o processo de recolha empírica foi orientado pelo princípio do respeito pela dignidade, privacidade e bem-estar dos participantes. A participação foi voluntária, com consentimento informado, e os dados foram tratados com total confidencialidade.

Os testes decorreram em salas silenciosas e controladas do HSI, que proporcionavam condições para a utilização do equipamento de RV, bem como para a concentração dos participantes.

Cada sessão teve uma duração entre os vinte e os trinta minutos e incluiu os seguintes materiais: um *headset* de RV com os respetivos comandos, um computador compatível com ligação à internet, o UEQ, presente no Apêndice F e um guião de apoio para os facilitadores, disponível no Apêndice I.

As sessões decorreram entre 18 e 30 de maio de 2025, tendo sido organizadas em cinco momentos distintos, numerados de 0 a 4, conforme o planeamento inicial. Ao longo destas sessões, foi possível observar um total de 19 participantes, ultrapassando a amostra prevista. A recolha dos UEQs, bem como a observação direta da interação e o registo de comportamentos para avaliação ocorreram sobretudo na sessão 1.

Contrariamente ao planeado, não foi possível realizar o registo audiovisual das sessões por motivos logísticos. A análise baseou-se, assim, nas anotações realizadas pelo facilitador Rafael e nas respostas obtidas no UEQ.

O procedimento seguia um guião estruturado: o facilitador iniciava a sessão com uma breve relembração sobre o estudo, esclarecendo os objetivos e o papel de cada participante, bem como a metodologia em questão. Em seguida, o paciente colocava o *headset* e explorava a aplicação. Sempre que autorizado, o facilitador registava as suas observações numa grelha própria, mantendo uma postura discreta e não interventiva.

Durante a interação com o *NaturalVR*, os participantes foram convidados a realizar uma sequência de tarefas específicas para avaliar a fluidez da navegação e a clareza da interface. As tarefas incluíam: (1) colocar corretamente o capacete de RV; (2) explorar o menu inicial e selecionar uma sessão de terapia; (3) participar numa sessão completa de terapia na floresta; e (4) sair da aplicação de forma autónoma. Deste modo, foi possível observar com maior detalhe as dificuldades sentidas, as hesitações e as reações físicas e emocionais de cada um ao longo da experiência.

Apesar das limitações mencionadas, a combinação entre observações diretas, respostas ao UEQ e dados qualitativos permitiu obter informações significativas sobre a experiência de utilização do *NaturalVR*. Nos subcapítulos seguintes, são apresentados e analisados os principais resultados, com vista a aferir o impacto da reformulação da interface na perceção de usabilidade e na experiência emocional dos utilizadores.

Apesar de inicialmente ter sido considerada a adoção do protocolo *Think Aloud* – frequentemente utilizado em testes de usabilidade para aceder ao raciocínio verbalizado dos participantes durante a interação –, a sua implementação revelou-se inviável neste contexto. A ausência de gravação audiovisual, aliada às limitações éticas impostas pelo ambiente clínico e à falta de formação específica do investigador em métodos de UX, comprometeria a fiabilidade e utilidade dos dados recolhidos por esta via. Por esse motivo, optou-se por uma estratégia centrada na observação não intrusiva

e no preenchimento de uma grelha estruturada, complementada pelo questionário UEQ e por três questões abertas no final da sessão.

3.6.1 Resultados do UEQ

Para a avaliação da experiência de utilização, foi possível recrutar 19 participantes – ou seja, pacientes em contexto real – para o preenchimento do UEQ. Este instrumento, conforme descrito no capítulo de metodologia, permite aferir a UX com base em seis grandes dimensões: Atratividade (avaliação geral – gostou ou não gostou), Perspicuidade (facilidade de compreensão e aprendizagem), Eficiência (rapidez e praticidade de uso), Fiabilidade (sensação de controlo e previsibilidade), Estímulo (interesse, envolvimento e motivação) e Inovação (perceção de criatividade, modernidade e originalidade).

Os dados recolhidos através do Microsoft Forms foram transferidos para a ferramenta oficial de cálculo do UEQ, disponibilizada em Excel. A partir desta, calcularam-se as médias por dimensão, os desvios padrões, os intervalos de confiança e os coeficientes de consistência interna de cada escala. A interpretação dos resultados foi posteriormente enriquecida através da comparação com a base de dados de *benchmark* fornecida pela equipa responsável pelo desenvolvimento do inquérito por questionário. Estes resultados encontram-se disponíveis no Apêndice G.

3.6.1.1 Resultados gerais por dimensão

Abaixo apresentam-se as médias por escala obtidas para cada uma das dimensões avaliadas:

Tabela 2 - Resultados do UEQ por dimensão

Escala	Média
Atratividade	2,76
Perspividade	2,88
Eficiência	2,34
Fiabilidade	2,55
Estímulo	2,45
Inovação	2,14

Como é possível observar, os valores variaram entre 2,14 e 2,88 numa escala de -3 a +3, ultrapassando largamente o limiar de 0,8 - considerado o ponto de corte para uma avaliação positiva. Estes resultados indicam uma percepção global muito positiva da aplicação por parte dos participantes.

A Perspividade revelou-se a dimensão com a média mais elevada ($M = 2,88$), sugerindo que os utilizadores consideraram a aplicação clara, compreensível e de fácil aprendizagem. A pontuação mais baixa foi registada na dimensão Inovação ($M = 2,14$); ainda assim, o resultado manteve-se claramente positivo, indicando que a aplicação foi percebida como estimulante, criativa e pouco convencional – características associadas a esta dimensão segundo a estrutura do UEQ (Laugwitz et al., 2008).

3.6.1.2 Agrupamento por qualidade

Para além da análise por dimensões individuais, o UEQ permite também agrupar os resultados em dois grandes eixos: qualidade pragmática e qualidade hedónica. A qualidade pragmática – que integra as dimensões de Perspividade, Eficiência e Fiabilidade - está associada à funcionalidade e facilidade de uso da aplicação. Já a qualidade hedónica – composta pelas dimensões de Estimulação e Inovação – refere-se ao envolvimento emocional e à percepção da experiência.

Abaixo apresentam-se as médias obtidas por categoria:

Tabela 3 - Média de qualidades

Categoria	Média
Qualidade Pragmática	2,59
Qualidade Hedónica	2,30
Atratividade Global	2,76

Estes resultados evidenciam que os participantes consideraram a aplicação tanto funcional como relacional, com uma ligeira predominância da dimensão pragmática. A média de 2,59 em qualidade pragmática indica uma percepção clara de utilidade, fluidez e controlo. A qualidade hedónica, com uma média de 2,30, também se destacou positivamente, refletindo uma experiência percecionada a aplicação como empática e imersiva.

3.6.1.3 Precisão estatística

A análise dos intervalos de confiança (IC), calculados a 95%, reforça a consistência estatística das médias obtidas. As escalas de Atratividade ([2,62; 2,90]), Perspicuidade ([2,69; 3,07]) e Eficiência ([2,13; 2,56]) apresentaram as margens de erro menores, indicando um elevado grau de concordância nas respostas dos participantes.

Por outro lado, a dimensão Inovação registou um intervalo mais alargado ([1,66; 2,63]), sugerindo uma maior variabilidade nas percepções individuais. Esta variação pode refletir diferentes interpretações do conceito de ‘inovação’, influenciadas pelo nível de familiaridade dos participantes com tecnologias de RV ou com experiências digitais em geral. Ainda assim, os resultados mantêm-se de uma avaliação positiva.

3.6.1.4 Consistência interna das escalas

A análise psicométrica da consistência interna das dimensões avaliadas pelo UEQ revelou resultados mistos.

Tabela 4 - Consistência interna das escalas

Dimensão	Alpha de Cronbach	Lambda2	Interpretação
Inovação	0,83	0,63	Excelente
Fiabilidade	#DIV/0!	0,43	Aceitável, mas com consistência fraca
Estimulação	0,15	0,23	Fraca
Perspicidade	0,47	0,46	Fraca
Eficiência	#DIV/0! / negativa	0,10	Muito fraca
Atratividade	#DIV/0!	0,29	Fraca

Apesar das médias muito positivas em todas as dimensões do questionário, os coeficientes de consistência interna apontam para fraca consistência nas respostas, em especial nas dimensões de Eficiência e Estimulação. Esta inconsistência poderá dever-se à reduzida dimensão da amostra ($n = 19$), ao contexto clínico específico de utilização, ou ainda à formulação de certos pares de adjetivos, suscetíveis de diferentes interpretações por parte dos participantes. Os valores assinalados como ‘#DIV/0!’ indicam impossibilidade de cálculo devido à homogeneidade extrema das respostas ou número insuficiente de itens válidos para a escala em questão.

3.6.1.5 Distribuição das respostas por item

A análise da distribuição das respostas individuais revelou uma clara concentração nas pontuações mais elevadas da escala (valores entre 6 e 7, ou entre 1 e 2, consoante a direção dos adjetivos), com escassa presença de respostas neutras e praticamente nenhuma resposta negativa. Este padrão sugere uma perceção globalmente positiva e consistente por parte dos participantes, com elevado grau de homogeneidade nas respostas.

Ainda assim, alguns pares de adjetivos – como “Pouco perspicaz/Previsível” e “Lento/Rápido” – apresentaram maior disparidade nas respostas, o que poderá refletir variações na interpretação semântica dos termos utilizados ou experiência diferenciadas com aspetos específicos da aplicação. Estes casos pontuais poderão justificar, em

iterações futuras, a reformulação de itens ou a adaptação linguística ao contexto específico da *NaturalVR*.

3.6.1.6 Comparação com benchmark internacional

Os resultados obtidos foram comparados com a base de dados oficial de *benchmark* do UEQ, composta por mais de 21.000 respostas relativas à avaliação de produtos digitais diversos. As seis dimensões avaliadas posicionaram-se todas no patamar mais elevado da escala - correspondente ao nível "Excelente" - figurando entre os 10% melhores produtos da base comparativa (Tabela 6).

Tabela 5 - Comparação com benchmark

Escala	Média obtida	Comparação UEQ	Interpretação
Atratividade	2,76	Excelente	Entre os 10% melhores produtos avaliados
Perspicuidade	2,88	Excelente	Clareza e compreensão de topo
Eficiência	2,34	Excelente	Muito acima da média
Fiabilidade	2,55	Excelente	Utilizadores sentem-se no controlo
Estimulação	2,45	Excelente	Produto envolvente e positivo
Inovação	2,14	Excelente	Percecionado como criativo e original

Este posicionamento destaca a *NaturalVR* como uma solução de qualidade do ponto de vista da UX, mesmo quando comparada com produtos comerciais consolidados, reforçando o seu valor enquanto ferramenta digital aplicada em contextos terapêuticos.

3.6.1.7 Considerações finais

Os resultados obtidos com o UEQ apresentaram uma percepção global muito positiva da aplicação *NaturalVR* por parte dos utilizadores, com todas as dimensões a posicionarem-se no patamar de excelência da base de dados internacional de referência. Estes dados reforçam o potencial da aplicação como ferramenta terapêutica promissora.

Contudo, é importante reconhecer que esta avaliação positiva contrasta com os resultados da análise psicométrica, que evidenciam uma consistência interna reduzida em várias das escalas avaliadas. Esta disparidade levanta questões sobre a fiabilidade estatística das medidas.

Assim, embora os dados recolhidos forneçam um retrato encorajador da experiência de utilização da aplicação, é necessário proceder com cautela na sua interpretação. Será essencial proceder a futuras validações empíricas com amostras maiores e mais diversificadas, bem como integrar métodos qualitativos adicionais, como entrevistas ou recolha de feedback aprofundado, para uma compreensão mais rica e contextualizada da UX.

3.6.2 Resultados da Observação Direta

A observação direta teve como principal objetivo a recolha de *feedback* qualitativo, com especial atenção a padrões comportamentais – como sinais de frustração ou satisfação, dificuldades recorrentes e reações a funcionalidades específicas. Este método assentou numa postura neutra por parte dos observadores, que apenas intervinham quando estritamente necessário, sem interferir no comportamento espontâneo dos utilizadores.

Durante as sessões, registaram-se deixas não verbais (expressões faciais, posturas e linguagem corporal), reações verbais espontâneas (comentários, risos, suspiros) e padrões de interação (erros, fluidez na navegação, necessidade de assistência). A observação foi estruturada em três momentos-chave:

- Início da sessão (primeiros dois minutos): observaram-se as reações iniciais, a colocação do *headset*, sinais de desconforto ou confusão, percepção da intuitividade da navegação e pedidos de ajuda;
- Durante a utilização da aplicação: analisou-se a fluidez da navegação, hesitações, tempo para compreender interações, reações emocionais, ajustes ao equipamento, sintomas de desconforto (náuseas, cansaço ocular), e eventuais dificuldades na leitura ou interação com elementos visuais.
- Final da sessão (últimos dois minutos): registaram-se comentários espontâneos, expressões emocionais e interesse (ou não) em repetir a experiência.

Antes de cada sessão, foram recolhidos dados sociodemográficos relevantes, — como idade, género, diagnóstico (quando indicado) e familiaridade com tecnologia. A cada participante foi atribuído um código pseudonimizado, usado de forma consistente nos UEQ e na grelha de observação, salvaguardando o anonimato. Para efeitos de organização interna e coerência metodológica, foi definido neste estudo um sistema de pseudonimização dos participantes, cujos códigos se encontram documentados no Apêndice I. No entanto, importa referir que esses códigos não foram aplicados nos testes de utilizadores, uma vez que essa fase da investigação foi conduzida por outra equipa, que utilizou a sua própria codificação nos instrumentos aplicados (incluindo os questionários UEQ), à qual esta autora não teve acesso direto. A grelha previamente estruturada com base nos critérios definidos, foi preenchida pelos facilitadores, encontrando-se no Apêndice H.

Esta componente qualitativa permitiu complementar os resultados do UEQ com observações sobre a interação com o *NaturalVR*. De forma geral, os participantes mostraram-se confortáveis com o *headset*, sem sinais de desorientação. A navegação mostrou-se intuitiva desde o início, com movimentos seguros e poucos pedidos de assistência, facilmente resolvidos. Durante a interação, a maioria dos utilizadores manteve uma postura relaxada e focada, sem registo de *cybersickness*, frustração ou desconforto. A interação foi percebida como natural e fluída.

Ainda assim, notou-se uma hesitação recorrente no final da componente de meditação, especialmente no reconhecimento da janela interativa para prosseguir.

Alguns participantes não a identificaram de imediato, o que levou a pausas involuntárias ou interrupções inesperadas. Este padrão sugere a necessidade de rever a visibilidade, duração ou o feedback associado a essa transição.

No encerramento das sessões, os participantes manifestaram-se, em geral, satisfeitos. Somente um utilizador referiu que a aplicação lhe pareceu "lenta", sem especificar se se referia ao desempenho técnico ou à duração da experiência. Globalmente, os comportamentos observados confirmaram os dados recolhidos no questionário, confirmando uma experiência coesa, imersiva e bem acolhida pelos utilizadores.

Com base nos dados recolhidos através do UEQ e das observações diretas, segue-se uma análise crítica e integrada que relaciona estes resultados com os objetivos da investigação e a literatura existente.

3.6.3 Discussão Integrada dos Resultados

A presente investigação centrou-se no potencial terapêutico da realidade virtual (RV) multissensorial em contexto hospitalar, tendo como caso de estudo a aplicação NaturalVR. Desenvolvida com base em ambientes florestais, esta experiência imersiva foi selecionada por refletir evidência recente sobre os efeitos restauradores da natureza e por representar uma oportunidade concreta de intervenção centrada no utilizador.

A análise estruturou-se em três eixos principais: (i) explorar de que forma ambientes virtuais naturais promovem o bem-estar de pacientes hospitalizados; (ii) avaliar o impacto da estimulação sensorial – visual, auditiva, tátil e olfativa – na perceção de conforto e suporte emocional; e (iii) identificar fatores de usabilidade e elementos de design que influenciam a eficácia clínica da NaturalVR.

Optou-se por uma estratégia metodológica baseada na triangulação de dados, integrando avaliações heurísticas, artefactos de design centrado no utilizador (personas, *empathy maps* e *customer journey maps*), protótipos iterativos e testes de usabilidade com recurso ao UEQ e à observação direta em contexto hospitalar. Esta abordagem reforçou a validade dos resultados e permitiu articular dados técnicos com dimensões mais subjetivas da experiência.

A combinação de métodos qualitativos e quantitativos revelou-se eficaz na captação da complexidade da interação em RV, cruzando métricas objetivas com percepções individuais e padrões comportamentais.

3.6.3.1 Alinhamento com a Revisão da Literatura

Os resultados desta investigação confirmam a evidência recente sobre o impacto positivo da realidade virtual na promoção do bem-estar em contexto hospitalar. A experiência com o NaturalVR demonstrou que ambientes virtuais inspirados na natureza podem proporcionar conforto, reduzir o stress e restaurar a ligação emocional com o mundo exterior – mesmo em situações de internamento.

A dimensão de Estimulação do UEQ destacou-se positivamente ($M=2,45$), em consonância com as observações comportamentais e estudos como os de Kumpulainen et al. (2024) e Ochiai et al. (2025). Também os testemunhos informais recolhidos junto de profissionais de saúde reforçaram esta leitura, descrevendo a aplicação como uma “janela para o exterior” – uma metáfora que ressoa com as ideias de Soutelo et al. (2023), e expressa o desejo de reconexão com a natureza em ambientes hospitalares.

As sensações de fuga temporária e reconforto emocional experienciadas por diversos participantes podem também ser compreendidas à luz das teorias psicológicas discutidas no capítulo da revisão da literatura. A Hipótese da Biofilia (Wilson, 1986) ajuda a explicar a afinidade natural dos seres humanos por elementos como árvores, sons suaves e paisagens verdes, mesmo quando estes são simulados digitalmente. A *Stress Reduction Theory* (Ulrich et al., 1991) oferece uma base sólida para interpretar os sinais de relaxamento corporal e ausência de desconforto físico reportados. Já a *Attention Restoration Theory* (Kaplan, 1995) permite compreender como o "fascínio suave" promovido pelos ambientes naturais virtuais favorece a atenção, reduz a fadiga mental e promove o equilíbrio psicológico.

Importa, no entanto, reconhecer que a experiência não foi plenamente multissensorial, como idealizado. Embora os estímulos visuais e auditivos tenham sido integrados com sucesso, e se tenha incluído o estímulo olfativo de lavanda – aroma com efeitos ansiolíticos reconhecidos (Herz, 2010) –, canais como o tato permaneceram inexplorados. Esta limitação compromete uma imersão sensorial plena, sobretudo

quando comparada com abordagens mais completas (Amores et al., 2018; Lopes & Falk, 2024). Ainda assim, os dados indicam que uma configuração sensorial parcial, quando bem desenhada, pode ser suficientemente acolhedor para desencadear respostas emocionais e psicofisiológicas positivas.

A aceitação generalizada da experiência sugere que os estímulos presentes foram adequados para evocar sensações agradáveis e um nível de presença aceitável, tal como descrito em estudos como os de Chan et al. (2023) ou Abdullah et al. (2021). Este reforça a viabilidade de soluções sensoriais mais simples, especialmente em contexto clínico.

Os dados observacionais também coincidem com os resultados do estudo clínico paralelo conduzido pelo LabRP, que indicou reduções nos níveis de ansiedade, stress e depressão entre pacientes que usaram a NaturalVR. Embora esse estudo não tenha incluído métricas fisiológicas, o cruzamento entre percepções, comportamentos observados e literatura reforça o impacto positivo da experiência.

Por outro lado, a hesitação frequente na transição final da meditação revela fragilidades de design ainda pouco exploradas, sugerindo a necessidade de maior atenção à clareza e visibilidade do feedback em momentos de mudança dentro da experiência.

Em síntese, os dados recolhidos validam os pressupostos teóricos que sustentaram o desenvolvimento da NaturalVR e reforçam o seu potencial de aplicabilidade clínica.

3.6.3.2 Integração dos Resultados Triangulados

A força desta investigação residiu na combinação de múltiplas formas de compreender a experiência dos utilizadores com a NaturalVR. A triangulação metodológica – cruzando dados objetivos e subjetivos, quantitativos e qualitativos – permitiu uma leitura mais completa e sensível do impacto da aplicação em contexto hospitalar.

A análise do UEQ revelou resultados altamente positivos, com destaque para as dimensões de Qualidade Pragmática (M = 2,59), Fiabilidade (M = 2,55) e Estimulação (M = 2,45). Estes dados indicam que a aplicação foi percebida como funcional, fiável e

envolvente – percepção reforçada pelas observações diretas, nas quais os participantes interagiram com naturalidade, sem sinais de desconforto. A linguagem corporal descontraída e o silêncio tranquilo surgiram como marcadores não verbais da eficácia emocional da experiência.

Os *empathy maps* e *customer journey maps*, construídos a partir dos dados qualitativos, revelaram dificuldades específicas, como a ausência de onboarding claro e algum desconforto inicial. Estas limitações alinharam-se com pontuações ligeiramente inferiores nas dimensões de Clareza e Precisão. Sentimentos como ansiedade e hesitação, antecipados nos *empathy maps*, foram observados em momentos-chave da experiência.

As avaliações heurísticas, realizadas em dois momentos distintos, corroboraram fragilidades importantes: ausência de feedback visual, incoerência nos menus e falta de tutoriais. Estes problemas sustentam as recomendações propostas e validam a necessidade de melhorias estruturais no design.

A análise psicométrica do UEQ revelou limitações esperadas num estudo com $n = 19$. Apenas a dimensão Inovação apresentou um Alpha de Cronbach elevado ($\alpha = 0,83$), sendo que as restantes mostraram fiabilidade reduzida ou não calculável. Embora este número seja aceitável em estudos qualitativos e contextos clínicos, a variabilidade estatística foi mitigada pelo cruzamento com os dados qualitativos. Por exemplo, a hesitação recorrente no final da meditação pode explicar oscilações na dimensão Fiabilidade.

A articulação entre dados quantitativos e artefactos de design permitiu aprofundar a compreensão da experiência dos utilizadores. Fases críticas da jornada da persona Rute – como a ausência de feedback final – coincidem com pontos fracos identificados no UEQ e nas observações. A persona expressava a necessidade de uma solução simples e eficaz no alívio do stress, desejo que se confirmou na satisfação geral dos participantes.

O benchmarking internacional do UEQ posicionou a NaturalVR entre os 10% melhores produtos avaliados, reforçando a solidez dos resultados. A aplicação foi testada em condições reais, com utilizadores reais, o que fortalece a validade prática da investigação.

As observações também confirmaram preocupações previamente levantadas pelos profissionais de saúde (Simone e Joel), nomeadamente a importância da simplicidade da interface e da integração clínica. A experiência revelou-se intuitiva e de baixa exigência cognitiva, indo ao encontro dessas expectativas.

Por outro lado, problemas observados em fases anteriores persistiram: a percepção tardia da janela interativa para prosseguir está diretamente ligada à ausência de feedback visual claro – tal como descrito nas heurísticas de Nielsen. Esta consistência entre fontes valida as recomendações propostas para melhorar a visibilidade e fluidez do sistema. Outros aspetos, como a falta de tutorial, a representação incorreta dos controlos e a ausência de documentação, surgiram nos artefactos e foram confirmados em contexto real.

De forma geral, os dados mostraram uma forte coerência entre expectativas iniciais e a experiência real, com algumas surpresas positivas. Onde se antecipavam resistências, houve envolvimento; onde se temiam dificuldades, surgiu fluidez. Este desfasamento positivo evidencia o valor de observar a experiência real, para além das suposições de design.

Por fim, a triangulação dos dados não só validou questões previamente identificadas como também surpreendeu positivamente a própria investigadora. Foram reforçadas recomendações centrais, como a introdução de um tutorial, o uso de representação sentada, a adição de uma barra de progresso e a possibilidade de personalização sensorial – propostas baseadas em evidência empírica e focadas nas reais necessidades dos utilizadores.

Este cruzamento entre métodos, pessoas e contextos permitiu construir uma visão realista e humana da aplicação NaturalVR – não apenas como tecnologia, mas como espaço de cuidado e reconexão emocional em ambientes que muitas vezes carecem desses elementos.

3.6.3.3 Reflexão Crítica e Aplicabilidade Clínica

Os dados recolhidos reforçam o potencial da NaturalVR enquanto recurso terapêutico viável e acessível para pacientes hospitalizados, mesmo entre aqueles sem familiaridade com tecnologias imersivas. A experiência foi globalmente bem recebida,

revelando-se reconfortante e fácil de utilizar, o que demonstra uma boa adaptação ao contexto clínico.

A amostra integrou majoritariamente adultos com perturbações psiquiátricas graves – psicóticas (52%), de personalidade, humor e comportamento – incluindo casos de ideação suicida (10%) e consumo de substâncias. Apesar de nenhum participante apresentar limitações motoras nos membros superiores, cerca de 33% referiram dificuldades visuais, o que poderá ter afetado a percepção da clareza da interface. Este dado reforça a importância de adaptar o design visual a diferentes perfis clínicos e sensoriais.

A maioria dos participantes encontrava-se fora do mercado de trabalho e não possuía escolaridade superior, o que pode indicar barreiras cognitivas ou socioeducativas. Ainda assim, a experiência foi realizada com autonomia e fluidez, sugerindo que a aplicação possui um bom grau de acessibilidade. A adesão voluntária de 86% dos participantes sublinha uma predisposição positiva para o uso de tecnologias com fins terapêuticos.

Verificou-se também uma correspondência clara entre os perfis desenhados nas *personas* e os comportamentos observados nas sessões. Necessidades como o desejo de uma “escapadela emocional” (Rute) ou a valorização da simplicidade e integração clínica (Simone e Joel) manifestaram-se de forma evidente, confirmando a adequação do design ao contexto real.

Apesar da aceitação generalizada, foram identificadas fragilidades com impacto na usabilidade. A ausência de feedback visual em momentos-chave, como a transição após a meditação, e a falta de indicações sobre o posicionamento corporal (ex.: utilizador sentado) foram problemas recorrentes, também identificados no UEQ e nas avaliações heurísticas.

No plano da aplicabilidade prática, os dados sustentam a viabilidade de implementar a NaturalVR em ambiente clínico, desde que sejam garantidas certas condições. Recomenda-se a supervisão clínica contínua, especialmente em situações de maior fragilidade emocional, bem como a introdução de opções de personalização sensorial (luz, som), ajustadas ao estado clínico e às preferências individuais.

Embora a experiência tenha sido bem tolerada pela maioria, certos perfis exigem precauções adicionais, nomeadamente em casos de epilepsia recente, défices visuais

severos, desorganização cognitiva ou limitações motoras significativas. Nestas situações, será necessária uma avaliação prévia antes da aplicação.

Ainda assim, os dados empíricos obtidos sugerem que a NaturalVR é uma ferramenta segura, emocionalmente envolvente e com real potencial de integração no percurso terapêutico de pacientes internados. Esta reflexão crítica não só confirma a validade do projeto, como oferece uma base sólida para as recomendações de design e implementação clínica que se apresentam na secção seguinte.

3.6.3.4 Recomendações de Design Baseadas nos Resultados

A análise triangulada dos dados permitiu identificar problemas recorrentes de design e, em resposta, propor soluções concretas com base empírica. Estas recomendações resultam da convergência entre os diversos métodos utilizados – observações diretas, questionário UEQ, avaliações heurísticas e artefactos de design centrado no utilizador.

Entre os principais desafios identificados destacam-se:

- a representação incorreta do utilizador (em pé, em vez de sentado);
- a ausência de feedback visual em momentos críticos da experiência;
- a incoerência estética dos menus face à temática florestal;
- a dificuldade em sair da fase de meditação;
- e a inexistência de opções de personalização sensorial.

Estas limitações foram consistentes ao longo da investigação, tendo sido observadas nos testes com utilizadores, nos *customer journey maps* e nas avaliações heurísticas.

Em resposta, foram desenvolvidos protótipos de alta-fidelidade na plataforma Figma, que propõem:

- a inclusão de um *slideshow* introdutório para orientar o utilizador;
- a representação visual do utilizador sentado;
- feedback visual e sonoro claro;
- menus redesenhados com estética florestal coerente;
- maior visibilidade na transição após a meditação;
- e controlos de personalização de volume, brilho e sons ambientes.

Estas propostas baseiam-se em princípios de usabilidade e acessibilidade, procurando reduzir a carga cognitiva e garantir uma experiência fluida e segura em ambiente terapêutico. A interface recorre a boas práticas observadas em sistemas de RV, como hierarquias visuais claras, menus minimalistas e uma estética discreta que respeita a imersão – com referências, por exemplo, ao Apple Vision Pro.

Contudo, a implementação técnica destas soluções foi parcial. Devido a limitações de tempo e compatibilidade, apenas alterações visuais simples – como a paleta cromática e a simplificação de elementos – foram incluídas na versão testada. Funcionalidades estruturantes, como o *onboarding* e a personalização sensorial, permanecem como prioridades para fases futuras.

Com base na observação comportamental, destaca-se como urgente a melhoria da fase final da meditação. Foi neste momento que se registaram mais hesitações por parte dos participantes, associadas à dificuldade em reconhecer a janela de transição. Esta falha compromete não apenas a usabilidade, mas também o fluxo emocional da experiência, tornando-se uma prioridade clara na próxima iteração de design.

Em suma, as recomendações aqui apresentadas resultam de uma análise integrada e empírica, ancorada em dados reais e nas boas práticas de design em RV terapêutica. Embora técnicas, estas diretrizes respondem a necessidades humanas – emocionais, cognitivas e clínicas – garantindo que o design continua a ser, acima de tudo, um instrumento de cuidado centrado na pessoa.

3.7 Diretrizes de UX Design para Ambientes Virtuais Terapêuticos

Com base nos dados recolhidos ao longo desta investigação – incluindo observações qualitativas, testes de usabilidade, contributos de profissionais de saúde e análise heurística da interface –, foi possível identificar um conjunto de princípios orientadores para o design de experiências imersivas em contextos clínicos. Estas diretrizes procuram responder às necessidades específicas de pacientes hospitalizados, promovendo uma experiência adaptada à realidade institucional. Importa, no entanto, sublinhar que estas recomendações não devem ser interpretadas como soluções universais, mas sim como orientações flexíveis e ajustáveis, suscetíveis de adaptação a diferentes públicos, objetivos terapêuticos e condições técnicas.

3.7.1 Orientação e Controlo do Utilizador

A sensação de orientação clara e de controlo sobre a experiência é fundamental em contextos de RV terapêutica, especialmente em ambientes clínicos. No caso do *NaturalVR*, foram identificadas fragilidades como a ausência de feedback visual, a limitação do controlo por parte do utilizador e a falta de mensagens de confirmação em momentos críticos. Apesar da perceção global positiva na dimensão “Fiabilidade” do UEQ, observou-se hesitação em pontos-chave da experiência, o que indica lacunas ao nível da visibilidade do sistema. Com base nestas evidências, apresentam-se a seguir recomendações práticas para reforçar a orientação e o controlo do utilizador.

- Indicar claramente o nome do ambiente e a fase da experiência em que o utilizador se encontra, recorrendo a texto discreto ou a elementos gráficos discretos integrados no cenário;
- Incluir uma barra de progresso visual ou indicadores de transição fluida entre fases, de modo a aumentar a previsibilidade e reduzir a incerteza;
- Implementar mensagens de orientação e de confirmação sempre que seja necessário iniciar, concluir ou repetir uma ação – especialmente em momentos críticos da experiência;
- Criar um menu de pausa funcional, com opções para retomar, sair, rever instruções ou personalizar a experiência, promovendo uma sensação de maior controlo;
- Evitar feedback ambíguo ou inexistente, substituindo-o por sinais visuais ou sonoros que indiquem de forma clara a confirmação de uma ação concluída.

3.7.2 Estímulos Sensoriais e Bem-estar

Estímulos sensoriais coerentes com o propósito terapêutico da experiência são determinantes para a imersão emocional e o bem-estar percebido. Apesar da resposta globalmente positiva, foram identificadas várias oportunidades de melhoria ao nível da riqueza, coerência e personalização dos estímulos. Com base nos dados recolhidos, propõem-se as seguintes recomendações:

- Integrar elementos dinâmicos característicos do ambiente – em contextos naturais, por exemplo, incluir aves, insetos, pequenos animais ou vegetação em movimento, de forma sutil e coerente com o cenário;
- Reforçar a paisagem sonora com camadas sonoras realistas ajustadas dinamicamente ao tempo e intensidade da experiência;
- Explorar estímulos táteis e olfativos, sempre que tecnicamente viável – por exemplo, através de difusores de aromas naturais (como pinho ou terra molhada) ou feedback háptico incorporado no *headset*, ou na cadeira;
- Ajustar a paleta cromática, a luz e a complexidade visual para induzir os estados emocionais desejados (como o relaxamento), evitando simultaneamente a sobrecarga sensorial;
- Testar diferentes intensidades de estímulo com utilizadores reais, adaptando o nível de riqueza sensorial à sensibilidade individual de perfis mais vulneráveis (como utilizadores ansiosos, fatigados ou hipersensoriais).

3.7.3 Usabilidade e Acessibilidade em Contexto Clínico

A usabilidade e acessibilidade são cruciais em contextos clínicos, onde os utilizadores podem apresentar limitações cognitivas, emocionais ou motoras. Apesar de uma navegação geralmente fluida, os dados transparecem dificuldades iniciais e lacunas na orientação e feedback. Com base nestas observações, propõem-se as seguintes recomendações:

Orientação e prevenção de erro

- Adicionar um tutorial inicial opcional, com um mapa de comandos e instruções visuais claras; substituir representações virtuais das mãos, comuns em experiências de RV por ícones neutros, caso não exista interação direta;
- Incluir instruções básicas visíveis ao longo da experiência, sobretudo em momentos críticos (ex.: como interagir, pausar, sair ou prosseguir);
- Implementar mensagens de confirmação e de aviso sempre que se tratar de ações irreversíveis ou fases determinantes da experiência.

Prevenção de cybersickness

- Evitar movimentos bruscos ou transições repentinas de câmara, assegurando um movimento visual contínuo e previsível e transições suaves;
- Testar diferentes perfis de sensibilidade com utilizadores reais e ajustar os parâmetros de navegação (ex.: velocidade, tempo de exposição, intensidade de efeitos visuais) com base nas respostas obtidas;
- Representar visualmente o estado físico do utilizador no ambiente virtual (ex.: sentado numa cadeira), alinhando as expectativas cognitivas com a experiência sensorial e reduzindo a dissonância entre movimento percebido e movimento real – um dos principais fatores associados ao *cybersickness*. No caso da *NaturalVR*, os participantes permanecem sentados enquanto o ambiente avança, o que pode potenciar essa dissonância. A utilização de soluções como o *Virtualizer* (*Cyberith*) permitiria mitigar este efeito ao sincronizar movimento real e virtual.

3.7.4 Personalização da Experiência

A possibilidade de personalizar a experiência de RV assume particular importância em contextos terapêuticos, onde as necessidades dos utilizadores podem variar significativamente ao nível emocional, cognitivo e sensorial. A ausência de mecanismos de personalização no *NaturalVR* foi identificada nas avaliações heurísticas e permaneceu como uma limitação da versão testada.

Ainda que os participantes tenham reagido positivamente à experiência estandardizada, os dados sugerem que a introdução de opções adaptativas poderá potenciar ainda mais os seus benefícios. Com base na evidência recolhida, apresentam-se a seguir recomendações para tornar a experiência mais flexível e ajustável a diferentes perfis clínicos.

- **Permitir o ajuste da duração da experiência** ou das suas fases (ex.: versões mais curtas da meditação ou tempo extra de exploração), adaptando-se ao estado emocional e à capacidade de atenção do utilizador;

- **Incluir opções de regulação sensorial**, como intensidade sonora, luminosidade, presença de estímulos visuais dinâmicos ou ativação/desativação de determinados elementos;
- **Disponibilizar diferentes ambientes naturais alternativos** (ex.: floresta, montanha, campo), permitindo ao utilizador escolher o cenário com que mais se identifica ou que lhe transmite maior conforto;
- **Oferecer diferentes modos de interação** – automático, guiado ou exploratório – segundo o nível de autonomia, interesse ou familiaridade tecnológica do utilizador;
- **Guardar preferências para sessões futuras**, criando um perfil de utilizador com memória de configurações anteriores, respeitando integralmente os princípios éticos e de privacidade aplicáveis ao contexto hospitalar.

As diretrizes apresentadas resultam de um processo contínuo de escuta – aos dados, aos participantes, aos profissionais e ao contexto clínico real. Mais do que uma lista de boas práticas, estas recomendações traduzem necessidades humanas concretas, identificadas no terreno, e respondem a fragilidades observadas com cuidado e intenção.

Ao cruzar observações qualitativas, resultados empíricos e princípios de design centrado no utilizador, foi possível desenhar propostas que equilibram eficácia clínica com envolvimento emocional, usabilidade com acessibilidade, e funcionalidade com empatia.

As diretrizes aqui propostas resultam de um processo iterativo e fundamentado, onde se cruzaram dados empíricos, literatura especializada e contributos de utilizadores reais e especialistas clínicos. A sua aplicação poderá ser particularmente útil no desenvolvimento de futuras soluções de RV terapêutica em ambientes de floresta, mas deverá ser sempre adaptada ao contexto específico, respeitando as limitações técnicas, institucionais e humanas de cada projeto. Acima de tudo, pretende-se que estas orientações contribuam para uma tecnologia mais sensível, humana e eficaz – capaz de cuidar para além da doença.

Na página seguinte é possível observar a infografia das diretrizes criadas (Figura 17). Esta infografia pode também ser vista com melhor qualidade no Apêndice J.

Diretrizes de UX Design para Ambientes Virtuais Terapêuticos

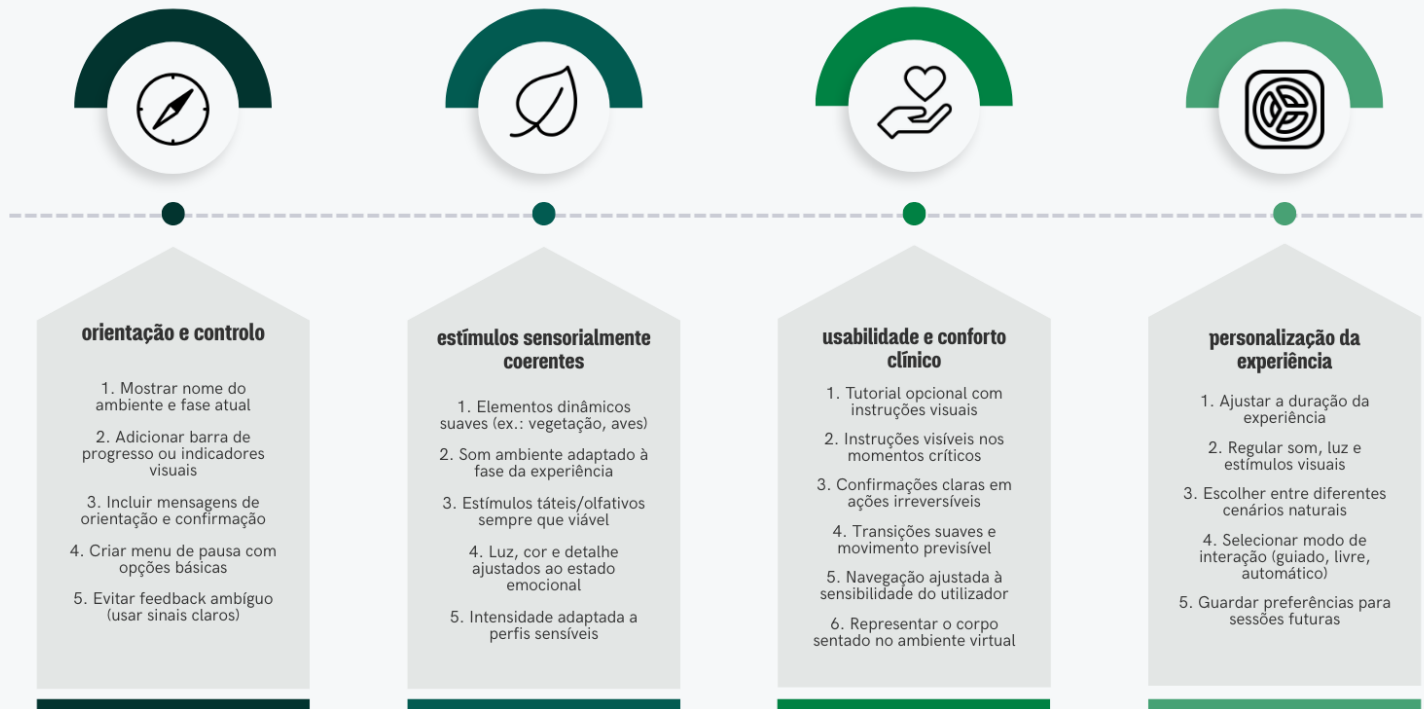


Figura 17 - Infografia Diretrizes de UX Design para Ambientes Virtuais Terapêutico

3.8 Limitações e Trabalhos Futuros

Apesar de ter permitido recolher dados relevantes e propor melhorias informadas para a aplicação NaturalVR, a presente investigação enfrentou diversas limitações – tanto metodológicas como práticas – que importa reconhecer de forma crítica. Estas condicionaram o ritmo de execução, a profundidade da análise e a implementação plena das soluções concebidas.

Do ponto de vista metodológico, uma das principais dificuldades prendeu-se com os constrangimentos logísticos associados ao contexto hospitalar. O *focus group* inicialmente previsto com profissionais de saúde decorreu de forma informal e com alguma rotatividade de participantes, comprometendo a consistência do grupo e a aplicação integral do guião. Esta limitação afetou a uniformidade e profundidade dos dados qualitativos recolhidos. De igual modo, os testes de usabilidade sofreram alterações de calendário – inicialmente planeados para abril, acabaram por decorrer no final de maio – reduzindo o tempo disponível para análise e iteração dos resultados.

Adicionalmente, não foi possível realizar os registos audiovisuais das sessões conforme planeado, o que obrigou a basear a análise exclusivamente nas anotações do facilitador e nos dados recolhidos através do UEQ. A ausência de registos de áudio e de ecrã inviabilizou a aplicação de métodos como o *Think Aloud*, anteriormente considerado. Estas limitações reduziram a riqueza da triangulação metodológica prevista, condicionando a captação de nuances comportamentais e cognitivas dos participantes.

No plano do desenvolvimento, o protótipo de alta-fidelidade concebido em Figma não pôde ser totalmente integrado na aplicação testada. Apesar do esforço de adaptação com recurso à biblioteca *FloatGrids*, apenas algumas alterações visuais foram implementadas. Funcionalidades cruciais como o *onboarding* interativo, o menu de pausa ou a personalização sensorial não chegaram a ser testadas com os utilizadores finais. Como resultado, a versão utilizada apresentou uma interface funcional, mas menos alinhada com a estética natural e a imersividade pretendidas.

Estas dificuldades, comuns em projetos colaborativos que envolvem múltiplas entidades (como hospitais, universidades e laboratórios), exigiram uma constante

adaptação de expectativas e uma forte resiliência organizacional. Para compensar os limites da intervenção prática, optou-se por reforçar a componente teórica e analítica da investigação, apostando numa triangulação rigorosa entre os dados recolhidos, os artefactos de design desenvolvidos e a literatura científica de referência.

Ainda assim, a investigação alcançou resultados consistentes e relevantes. A análise cruzada entre os dados do UEQ, as observações diretas e os artefactos de design permitiu identificar padrões de uso, pontos críticos de interação e sugestões concretas de melhoria. A validação externa obtida através do benchmarking do UEQ – que posicionou a NaturalVR entre os 10% melhores produtos da sua base de dados – reforça a solidez da experiência proporcionada, mesmo num cenário de limitações.

No que respeita à composição da amostra, a escassa diversidade clínica, etária e sociodemográfica condiciona a generalização dos resultados. A ausência de variabilidade significativa dificulta a extrapolação da aplicabilidade da ferramenta a diferentes contextos e perfis terapêuticos, sendo esta uma limitação importante a considerar em estudos futuros.

Estas limitações apontam, contudo, para várias direcções relevantes de investigação futura. A realização de estudos longitudinais poderá aferir o impacto da NaturalVR ao longo do tempo, especialmente no que diz respeito à evolução do bem-estar emocional e à redução de sintomas como ansiedade ou stress. Também se recomenda a aplicação de métodos qualitativos mais robustos, como entrevistas semiestruturadas e observações filmadas, que permitam enriquecer a leitura dos dados quantitativos.

Será igualmente crucial testar as funcionalidades ainda não implementadas – como o *onboarding*, o menu de pausa ou as definições de personalização sensorial – em iterações futuras da interface. Sugere-se a realização de testes A/B, comparando a experiência atual com versões melhoradas, bem como um segundo ciclo de testes centrado nas diretrizes de UX formuladas a partir desta investigação. A avaliação empírica dessas diretrizes constituirá um próximo passo natural e relevante, permitindo verificar a sua aplicabilidade em diferentes contextos clínicos e públicos-alvo.

Adicionalmente, recomenda-se a introdução de práticas de co-design com profissionais de saúde, de modo a alinhar o processo de desenvolvimento com as realidades institucionais e clínicas. O teste da aplicação com utilizadores com maior

vulnerabilidade cognitiva – como idosos ou pacientes com perturbações neurocognitivas – poderá igualmente avaliar a sua acessibilidade e segurança em perfis mais exigentes.

Por fim, a integração da NaturalVR num plano-piloto institucional, com formação breve de profissionais de saúde para facilitarem a sua utilização junto dos pacientes, representa uma oportunidade concreta de validação em larga escala. A criação de um módulo de avaliação contínua da experiência, como um diário digital ou uma versão simplificada do UEQ, poderá permitir o acompanhamento do impacto da aplicação ao longo do tempo.

Em suma, as limitações enfrentadas não diminuem o valor da presente investigação – pelo contrário, revelam a complexidade de atuar em contextos clínicos reais e sublinham a importância de uma abordagem sensível, iterativa e centrada nos utilizadores. O percurso aqui descrito evidencia que o design de experiências em saúde exige não apenas rigor técnico, mas também humildade, escuta ativa e capacidade de adaptação. Estes princípios continuarão a orientar o desenvolvimento futuro da NaturalVR.

CONCLUSÃO

Esta investigação teve como objetivo explorar o potencial da RV em contexto hospitalar, estudando a experiência do utilizador associada a este tipo de soluções. O *NaturalVR* foi utilizado como caso de estudo para avaliar a sua usabilidade e, a partir dessa análise, desenvolver diretrizes de UX design adaptadas a ambientes imersivos com finalidade terapêutica.

A hospitalização prolongada continua a representar um desafio multidimensional, afetando não apenas o corpo, mas também o bem-estar emocional e psicológico dos pacientes. A privação de estímulos naturais, a monotonia sensorial e a ausência de controlo sobre o quotidiano contribuem para um cenário de vulnerabilidade que exige respostas mais humanas e inovadoras. Foi neste contexto que surgiu esta investigação: compreender como experiências de RV multissensorial podem ser desenhadas de forma acessível e significativa.

Para tal, realizou-se uma revisão da literatura relevante e aplicaram-se diversos métodos de avaliação de UX ao *NaturalVR* – desde a criação de personas, *empathy maps* e *customer journey maps*, passando por avaliações heurísticas, observações diretas e aplicação do UEQ. Estes dados foram triangulados, garantindo uma leitura contextualizada e fundamentada dos resultados.

Os testes de utilizador mostraram avaliações amplamente positivas, sobretudo nas dimensões de Perspicuidade, Eficiência e Atratividade. A análise qualitativa apoiou esta leitura, mostrando que os participantes se sentiram, na generalidade, confortáveis, tranquilos e imersos. A coerência entre os diferentes métodos aplicados reforça a validade das conclusões alcançadas.

Como principal contributo, esta dissertação apresenta um conjunto de diretrizes práticas de UX design para ambientes virtuais terapêuticos, construídas com base em evidência empírica, participação ativa de *stakeholders* e reflexão ética. As intervenções implementadas tornaram a aplicação mais adequada para uma futura integração no HSI, reforçando o seu potencial impacto no bem-estar dos pacientes e contribuindo para uma abordagem mais centrada na pessoa. Estes princípios – personalização, acessibilidade, segurança emocional e empatia no design – mantêm a sua relevância em diferentes

contextos clínicos e públicos-alvo, oferecendo fundamentos replicáveis para decisões de design mais humanas e conscientes.

Naturalmente, o percurso enfrentou limitações. A instabilidade na calendarização, a impossibilidade de implementar o protótipo completo, o adiamento dos testes e a impossibilidade de registos audiovisuais reduziram a profundidade da análise. A amostra, pouco diversa do ponto de vista clínico e sociodemográfico, limita também a generalização dos resultados. Ainda assim, a triangulação entre dados quantitativos e qualitativos permitiu identificar padrões consistentes e relevantes, oferecendo uma base sólida para futuras investigações.

No futuro, recomenda-se o alargamento da investigação a outras populações (por exemplo, pediatria e geriatria), a integração de métricas fisiológicas complementares (como VFC ou EEG em tempo real), e o aprofundamento do potencial da estimulação tátil e olfativa. Será igualmente relevante testar as funcionalidades ainda não implementadas – como o *onboarding*, o menu de pausa e a personalização sensorial – e avaliar o impacto direto das diretrizes propostas. A introdução de práticas de *co-design* com profissionais de saúde e a criação de um plano-piloto institucional com avaliação contínua da experiência poderão consolidar o percurso iniciado com esta dissertação.

Esta dissertação reafirma, assim, a importância de abordagens empáticas e centradas no utilizador na conceção de soluções tecnológicas para a saúde. Ao colocar a experiência humana no centro do desenvolvimento tecnológico, acredita-se que é possível transformar a RV não só num instrumento clínico, mas num espaço de cuidado, presença e dignidade para quem mais precisa.

Num plano pessoal e académico, este projeto proporcionou um conhecimento mais claro sobre o estado da saúde em Portugal e sobre o papel transformador que o design pode assumir na melhoria concreta da vida das pessoas. Pretende-se dar continuidade a esta investigação, através de publicações científicas e da participação em eventos académicos, nomeadamente na International Conference on Graphics and Interaction (ICGI 2025), onde se espera partilhar os resultados obtidos e reforçar o compromisso com uma prática de design mais consciente, aplicada e orientada ao bem-estar humano.

Importa, neste ponto final, retomar as questões que orientaram a investigação e dar-lhes resposta com base nos dados recolhidos:

1. **Contribui a RV, através de soluções como o *NaturalVR*, para o bem-estar emocional e a perceção de suporte terapêutico de pacientes hospitalizados?**

Sim. Os dados do UEQ, as observações e os testemunhos recolhidos indicam que o *NaturalVR* gerou sensações de calma, conforto e evasão emocional, proporcionando momentos de bem-estar num contexto marcado pelo stress, pela dor e pela ausência de controlo. A experiência foi vivida como uma pausa reconfortante e restauradora.

2. **Quais os principais fatores de usabilidade, acessibilidade e design sensorial que influenciam a eficácia de intervenções terapêuticas em RV?**

Destacaram-se a clareza do *onboarding*, a presença de feedback em momentos críticos, a coerência visual e a simplicidade da navegação. Os estímulos sensoriais, ainda que meramente auditivos e visuais, foram valorizados como facilitadores de imersão e bem-estar. A ausência de elementos como tutoriais ou feedback final revelou limitações que, uma vez otimizadas, poderão tornar a experiência mais eficaz para públicos em situações de fragilidade física e emocional.

3. **De que forma pode uma abordagem de UCD, aplicada ao caso do *NaturalVR*, apoiar o desenvolvimento de diretrizes replicáveis para soluções de RV terapêutica?**

A abordagem centrada no utilizador revelou-se essencial para identificar pontos de dor, antecipar obstáculos e propor soluções ajustadas às necessidades reais dos perfis envolvidos. As diretrizes desenvolvidas refletem um equilíbrio entre rigor técnico e sensibilidade humana, propondo um caminho replicável para o design de experiências terapêuticas mais eficazes, inclusivas e seguras.

Parte do conteúdo desta dissertação encontra-se em processo de adaptação para publicação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullah, S. S. S., Rambli, D. R. A., Sulaiman, S., Alyan, E., Merienne, F., & Diyana, N. (2021). The impact of virtual nature therapy on stress responses: A systematic qualitative review. *Forests*, *12*(12), 1776.
- Ahmed, N. N., Juber, N. F., AlKaabi, R., AlShehhi, F., AlObeidli, M., Salem, A., Galadari, A., Wanigaratne, S., & Ahmad, A. (2022). Depression and anxiety among hospitalized patients with COVID-19 in the United Arab Emirates during the pandemic. *Journal of Epidemiology and Global Health*, *12*(4), 516. <https://doi.org/10.1007/s44197-022-00070-4>
- Al Khatib, I., Samara, F., & Ndiaye, M. (2024). A systematic review of the impact of therapeutical biophilic design on health and wellbeing of patients and care providers in healthcare services settings. *Frontiers in Built Environment*, *10*, 1467692. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1467692>
- Alotiby, A. (2024). Immunology of stress: A review article. *Journal of Clinical Medicine*, *13*(21), 6394. <https://doi.org/10.3390/jcm13216394>
- Amores, J., Richer, R., Zhao, N., Maes, P., & Eskofier, B. M. (2018). Promoting relaxation using virtual reality, olfactory interfaces and wearable EEG. In *2018 IEEE 15th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN)* (pp. 98–101). IEEE. <https://doi.org/10.1109/BSN.2018.8329668>
- Anderson, P. L., Edwards, S. M., & Goodnight, J. R. (2017). Virtual reality and exposure group therapy for social anxiety disorder: Results from a 4–6 year follow-up. *Cognitive Therapy and Research*, *41*(2), 230–236. <https://doi.org/10.1007/s10608-016-9820-y>
- Andrade, C. C., Lima, M. L., Devlin, A. S., & Hernández, B. (2016). Is it the place or the people? Disentangling the effects of hospitals' physical and social environments on well-being. *Environment and Behavior*, *48*(2), 299–323. <https://doi.org/10.1177/0013916514536182>
- Archer, N. S., Bluff, A., Eddy, A., Nikhil, C. K., Hazell, N., Frank, D., & Johnston, A. (2022). Odour enhances the sense of presence in a virtual reality environment. *PLOS ONE*, *17*(3), e0265039. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265039>

- Blum, J., Rockstroh, C., & Göritz, A. S. (2019). Heart rate variability biofeedback based on slow-paced breathing with immersive virtual reality nature scenery. *Frontiers in Psychology, 10*, 483215. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02172>
- Bowman, D. A., & McMahan, R. P. (2007). Virtual reality: How much immersion is enough? *Computer, 40*(7), 36–43. <https://doi.org/10.1109/MC.2007.257>
- Bozkir, E., Özdel, S., Wang, M., David-John, B., Gao, H., Butler, K., Jain, E., & Kasneci, E. (2023). Eye-tracked virtual reality: A comprehensive survey on methods and privacy challenges. *arXiv*. <https://arxiv.org/pdf/2305.14080>
- Bratman, G. N., Daily, G. C., Levy, B. J., & Gross, J. J. (2015). The benefits of nature experience: Improved affect and cognition. *Landscape and Urban Planning, 138*, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.005>
- Browning, M. H. E. M., Shin, S., Drong, G., McAnirlin, O., Gagnon, R. J., Ranganathan, S., Sindelar, K., Hoptman, D., Bratman, G. N., Yuan, S., Prabhu, V. G., & Heller, W. (2023). Daily exposure to virtual nature reduces symptoms of anxiety in college students. *Scientific Reports, 13*(1), Article 28070. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28070-9>
- Camardella, C., Chiaradia, D., Bortone, I., Frisoli, A., & Leonardis, D. (2023). Introducing wearable haptics for rendering velocity feedback in VR serious games for neuro-rehabilitation of children. *Frontiers in Virtual Reality, 3*, Article 1019302. <https://doi.org/10.3389/frvir.2022.1019302>
- Chan, S. H. M., Qiu, L., Esposito, G., Mai, K. P., Tam, K. P., & Cui, J. (2023). Nature in virtual reality improves mood and reduces stress: Evidence from young adults and senior citizens. *Virtual Reality, 27*(4), 3285–3300. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00604-4>
- Chandler, C., & Unger, R. (2012). *A project guide to UX design: For user experience designers in the field or in the making*. Pearson Education. <https://www.wook.pt/livro/a-project-guide-to-ux-design-carolyn-chandler/11893580>
- Chang, E., Kim, H. T., & Yoo, B. (2020). Virtual reality sickness: A review of causes and measurements. *International Journal of Human-Computer Interaction, 36*(17), 1658–1682. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1778351>

- Chen, J., Chen, C., Xing, Z., Xia, X., Zhu, L., Grundy, J., & Wang, J. (2020). Wireframe-based UI design search through image autoencoder. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 29(3), Article 16. <https://doi.org/10.1145/3391613>
- Chen, Y., & Wu, Z. (2023). A review on ergonomics evaluations of virtual reality. *Work*, 74(3), 831–841. <https://doi.org/10.3233/WOR-205232>
- Chirico, A., D'Aiuto, M., Pinto, M., Milanese, C., Napoli, A., Avino, F., Iodice, G., Russo, G., De Laurentiis, M., Ciliberto, G., Giordano, A., & Lucidi, F. (2016). The elapsed time during a virtual reality treatment for stressful procedures: A pool analysis on breast cancer patients during chemotherapy. In M. De Marsico, M. C. Caputo, & M. Scognamiglio (Eds.), *Smart innovation, systems and technologies* (Vol. 55, pp. 731–738). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39345-2_65
- Chirico, A., Lucidi, F., De Laurentiis, M., Milanese, C., Napoli, A., & Giordano, A. (2016). Virtual reality in health system: Beyond entertainment. A mini-review on the efficacy of VR during cancer treatment. *Journal of Cellular Physiology*, 231(2), 275–287. <https://doi.org/10.1002/jcp.25117>
- De Jesus Junior, B. J., Perreault, L., Lopes, M. K. S., Roberge, M.-C., Oliveira, A. A., & Falk, T. H. (2023). Using multisensory virtual reality nature immersion as a therapeutic modality for improving HRV and cognitive functions in post-traumatic stress disorder: A pilot study. *Frontiers in Virtual Reality*, 4, Article 1261093. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1261093>
- Faerden, A., Rosenqvist, C., Håkansson, M., Strøm-Gundersen, E., Stav, Å., Svartsund, J., Røssæg, T., Davik, N., Kvarstein, E., Pedersen, G., Dieset, I., Nyrud, A. Q., Weedon-Fekjær, H., & Kistorp, K. M. (2022). Environmental transformations enhancing dignity in an acute psychiatric ward: Outcome of a user-driven service design project. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 16(2), 55–69. <https://doi.org/10.1177/19375867221136558>
- Ferreira, B., Conte, T., & Barbosa, S. D. J. (2015). Eliciting requirements using personas and empathy map to enhance the user experience. In *Proceedings of the 29th Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES 2015)* (pp. 80–89). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SBES.2015.14>
- Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health

- disorders. *Psychological Medicine*, 47(14), 2393–2400.
<https://doi.org/10.1017/S003329171700040X>
- Gamberini, L., Orso, V., Beretta, A., Jacucci, G., Spagnolli, A., & Rimondi, R. (2015). Evaluating user experience of augmented reality eyeglasses. *Studies in Health Technology and Informatics*, 219, 28–32.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26799874>
- Gao, Y., & Spence, C. (2025). Enhancing presence, immersion, and interaction in multisensory experiences through touch and haptic feedback. *Virtual Worlds*, 4(1), 3. <https://doi.org/10.3390/virtualworlds4010003>
- García, M., Cano, S., & Moreira, F. (2024). User eXperience (UX) evaluation in virtual reality (VR). In *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 799, pp. 207–215). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45642-8_20
- Gerardi, M., Rothbaum, B. O., Ressler, K., Heekin, M., & Rizzo, A. (2008). Virtual reality exposure therapy using a virtual Iraq: Case report. *Journal of Traumatic Stress*, 21(2), 209–213. <https://doi.org/10.1002/jts.20331>
- Gorini, A., Capideville, C. S., De Leo, G., Mantovani, F., & Riva, G. (2011). The role of immersion and narrative in mediated presence: The virtual hospital experience. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14(3), 99–105. <https://doi.org/10.1089/cyber.2010.0100>
- Gray, D. E. (2009). *Doing research in the real world* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Grebnyakova, D. A., & Shilkina, Y. I. (2023). Ethical issues associated with the use of virtual reality in medicine. *Digital Diagnostics*, 4(1S), 33–34. <https://doi.org/10.17816/dd430336>
- Hagerup, A., Wijk, H., Lindahl, G., & Olausson, S. (2024). Toward a future orientation: A supportive mental health facility environment. *Health Environments Research and Design Journal*, 17(2), 38–56. <https://doi.org/10.1177/19375867231221151>
- Halbig, A., Babu, S. K., Gatter, S., Latoschik, M. E., Brukamp, K., & von Mammen, S. (2022). Opportunities and challenges of virtual reality in healthcare – A domain experts inquiry. *Frontiers in Virtual Reality*, 3, 837616. <https://doi.org/10.3389/frvir.2022.837616>
- Harvard Health. (2023). *Understanding the stress response*. Harvard Health Publishing. <https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/understanding-the-stress->

[response](#)

[Acedido em 7 de agosto de 2025].

- Helfenstein-Didier, C., Dhouib, A., Favre, F., Pascal, J., & Baert, P. (2021). Exploring crossmodal interaction of tactile and visual cues on temperature perception in virtual reality: A preliminary study. *Anais do SensoryX 2021*. <https://doi.org/10.5753/sensoryx.2021.15684>
- Henton, L. (2025, junho). Immersive virtual reality shows plants and green decor in hospital rooms may aid stress recovery. *Medical Xpress*. <https://medicalxpress.com/news/2025-06-immersive-virtual-reality-green-hospital.html>
- Herz, R. S. (2010). The emotional, cognitive, and biological basics of olfaction: Implications and considerations for scent marketing. In A. Krishna (Ed.), *Sensory marketing: Research on the sensuality of products* (pp. 87–107). Routledge.
- Higuera, M., & Macías, J. A. (2024). A novel AI approach for the systematic creation of empathy maps. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 41(4), 2450–2463. <https://doi.org/10.1080/10447318.2024.2323301>
- Hung, L., Wong, J., Wong, K. L. Y., Son, R. C. E., Van, M., Mortenson, W. B., Lim, A., Boger, J., Wallsworth, C., & Zhao, Y. (2025). The use and impact of virtual reality programs supported by aromatherapy for older adults: A scoping review. *Applied Sciences*, 15(1), 188. <https://doi.org/10.3390/app15010188>
- Jerald, J. (2015). *The VR book: Human-centered design for virtual reality*. Morgan & Claypool. <https://doi.org/10.1145/2792790>
- Jerdan, S. W., Grindle, M., van Woerden, H. C., & Kamel Boulos, M. N. (2018). Head-mounted virtual reality and mental health: Critical review of current research. *JMIR Serious Games*, 6(3), e14. <https://doi.org/10.2196/games.9226>
- Kalantari, S., Xu, T. B., Mostafavi, A., Lee, A., Barankevich, R., Boot, W., & Czaja, S. (2022). *Using a nature-based virtual reality environment for improving mood states and cognitive engagement in older adults: A mixed-method feasibility study*. arXiv. <https://arxiv.org/pdf/2201.02921>
- Kaleva, I., & Riches, S. (2023). Stepping inside the whispers and tingles: Multisensory virtual reality for enhanced relaxation and wellbeing. *Frontiers in Digital Health*, 5, 1212586. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1212586>

- Kandel, E. R., Schwarz, J. H., Gilbert, C. D., Meister, M., Tessier-Lavigne, M., Albright, T. D., Goldberg, M. E., & Wurtz, R. H. (2013). The constructive nature of visual processing. In *Principles of neural science* (5th ed., pp. 556–576). McGraw-Hill Medical. <https://neurology.mhmedical.com/content.aspx?sectionid=59138139&bookid=1049>
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology, 15*(3), 169–182. [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
- Kim, Y. (2022). Virtual reality data and its privacy regulatory challenges: A call to move beyond text-based informed consent. *California Law Review, 110*(1), 225–256. <https://doi.org/10.15779/Z380Z70X6P>
- Knaust, T., Felhofer, A., Kothgassner, O. D., Höllmer, H., Gorzka, R.-J., & Schulz, H. (2020). Virtual trauma interventions for the treatment of post-traumatic stress disorders: A scoping review. *Frontiers in Psychology, 11*, 562506. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.562506>
- Kumpulainen, S., Esmailzadeh, S., & Pesola, A. J. (2024). Assessing the well-being benefits of VR nature experiences on group: Heart rate variability insights from a cross-over study. *Journal of Environmental Psychology, 97*, 102366. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2024.102366>
- Lallemand, C., Lauret, J., & Drouet, L. (2022). Physical journey maps: Staging users' experiences to increase stakeholders' empathy towards users. *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3491101.3519630>
- Laugwitz, B., Held, T., & Schrepp, M. (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In A. Holzinger (Ed.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 5298. HCI and usability for education and work* (pp. 63–76). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9_6
- Li, H., Zhang, X., Wang, H., Yang, Z., Liu, H., Cao, Y., & Zhang, G. (2021). Access to nature via virtual reality: A mini-review. *Frontiers in Psychology, 12*, 725288. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.725288>
- Lopes, M. K. S., & Falk, T. H. (2024). Audio-visual-olfactory immersive digital nature exposure for stress and anxiety reduction: A systematic review on systems,

- outcomes, and challenges. *Frontiers in Virtual Reality*, 5, 1252539. <https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1252539>
- Lundstedt, R., Persson, J., Håkansson, C., Frennert, S., & Wallergård, M. (2023). Designing virtual natural environments for older adults: Think-aloud study. *JMIR Human Factors*, 10(1), e40932. <https://doi.org/10.2196/40932>
- Maples-Keller, J. L., Yasinski, C., Manjin, N., & Rothbaum, B. O. (2017). Virtual reality-enhanced extinction of phobias and post-traumatic stress. *Neurotherapeutics*, 14(3), 554–563. <https://doi.org/10.1007/s13311-017-0534-y>
- Matsangidou, M., Frangoudes, F., Schiza, E., Neokleous, K. C., Papayianni, E., Xenari, K., Avraamides, M., & Pattichis, C. S. (2023). Participatory design and evaluation of virtual reality physical rehabilitation for people living with dementia. *Virtual Reality*, 27(1), 421–438. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00639-1>
- Matthews, T., Judge, T. K., & Whittaker, S. (2012). How do designers and user experience professionals actually perceive and use personas? In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1219–1228). ACM. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208573>
- Mattila, O., Korhonen, A., Pöyry, E., Hauru, K., Holopainen, J., & Parvinen, P. (2020). Restoration in a virtual reality forest environment. *Computers in Human Behavior*, 107, 106295. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106295>
- European Medicines Agency (EMA). (2025). *ICH E6 (R3) guideline on good clinical practice (GCP) – Step 5*. <https://www.ema.europa.eu/contact>
- Molich, R., & Nielsen, J. (1990). Improving a human-computer dialogue. *Communications of the ACM*, 33(3), 338–348. <https://doi.org/10.1145/77481.77486>
- Moquillaza, A., Falconi, F., Aguirre Torres, J., & Paz, F. (2021). Using verbatims as a basis for building a customer journey map: A case study. In *Advances in Human Factors in Training, Education, and Learning Sciences* (pp. 44–50). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90176-9_7
- Moran, K., & Gordon, K. (2023). *Heuristic evaluations: How to conduct*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>

- Murtza, R., Monroe, S., & Youmans, R. J. (2017). Heuristic evaluation for virtual reality systems. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 61(1), 2067–2071. <https://doi.org/10.1177/1541931213602000>
- Nielsen, J. (1994, April 24). *10 usability heuristics for user interface design*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Norman, D. A. (2004). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*. Basic Books.
- Ochiai, H., Inoue, S., Masuda, G., Amagasa, S., Sugishita, T., Ochiai, T., Yanagisawa, N., Nakata, Y., & Imai, M. (2025). Randomized controlled trial on the efficacy of forest walking compared to urban walking in enhancing mucosal immunity. *Scientific Reports*, 15(1), 3272. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-87704-2>
- Omisore, O. M., Odenigbo, I., Orji, J., Beltran, A. I. H., Meier, S., Baghaei, N., & Orji, R. (2024). Extended reality for mental health evaluation: Scoping review. *JMIR Serious Games*, 12, e38413. <https://doi.org/10.2196/38413>
- Pacheco-Barrios, K., Ortega-Márquez, J., & Fregni, F. (2024). Haptic technology: Exploring its underexplored clinical applications—A systematic review. *Biomedicines*, 12(12), 2802. <https://doi.org/10.3390/biomedicines12122802>
- Pardini, S., Gabrielli, S., Gios, L., Dianti, M., Mayora-Ibarra, O., Appel, L., Olivetto, S., Torres, A., Rigatti, P., Trentini, E., Leonardelli, L., Bernardi, M., Lucianer, M., Forti, S., & Novara, C. (2023). Customized virtual reality naturalistic scenarios promoting engagement and relaxation in patients with cognitive impairment: A proof-of-concept mixed-methods study. *Scientific Reports*, 13(1), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47876-1>
- Park, M. J., Kim, D. J., Lee, U., Na, E. J., & Jeon, H. J. (2019). A literature overview of virtual reality (VR) in treatment of psychiatric disorders: Recent advances and limitations. *Frontiers in Psychiatry*, 10, 505. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00505>
- Parsons, T. D. (2021). Ethical challenges of using virtual environments in the assessment and treatment of psychopathological disorders. *Journal of Clinical Medicine*, 10(3), 378. <https://doi.org/10.3390/jcm10030378>
- Pine II, B. J., & Gilmore, J. H. (1999). *The experience economy: Work is theatre & every business a stage*. Harvard Business Press.

- Prats-Bisbe, A., López-Carballo, J., García-Molina, A., Leno-Colorado, D., García-Rudolph, A., Opisso, E., & Jané, R. (2024). Virtual reality-based neurorehabilitation support tool for people with cognitive impairments resulting from an acquired brain injury: Usability and feasibility study. *JMIR Neurotech*, 3(1), e50538. <https://doi.org/10.2196/50538>
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Katz, L. C., LaMantia, A.-S., McNamara, J. O., & Williams, S. M. (2001). *Neuroscience* (2nd ed.). Sinauer Associates. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10799/>
- Qiu, Q., Yang, L., He, M., Gao, W., Mar, H., Li, J., & Wang, G. (2023). The effects of forest therapy on the blood pressure and salivary cortisol levels of urban residents: A meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 458. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010458>
- Raanaas, R. K., Patil, G. G., & Hartig, T. (2012). Health benefits of a view of nature through the window: A quasi-experimental study of patients in a residential rehabilitation center. *Clinical Rehabilitation*, 26(1), 21–32. <https://doi.org/10.1177/0269215511412800>
- Rebenitsch, L., & Owen, C. (2016). Review on cybersickness in applications and visual displays. *Virtual Reality*, 20(2), 101–125. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0285-9>
- Reese, G., Mehner, M., Nelke, I., Stahlberg, J., & Menzel, C. (2022). Into the wild ... or not: Virtual nature experiences benefit well-being regardless of human-made structures in nature. *Frontiers in Virtual Reality*, 3, 952073. <https://doi.org/10.3389/frvir.2022.952073>
- Rodríguez-Labajos, L., Kinloch, J., Grant, S., & O'Brien, G. (2024). The role of the built environment as a therapeutic intervention in mental health facilities: A systematic literature review. *Health Environments Research and Design Journal*, 17(2), 281–308. <https://doi.org/10.1177/19375867231219031>
- Salminen, J., Jung, S. G., Chowdhury, S., Sengün, S., & Jansen, B. J. (2020). Personas and analytics: A comparative user study of efficiency and effectiveness for a user identification task. *Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376770>
- Schrepp, M., Hinderks, A., & Thomaschewski, J. (2006). *User Experience Questionnaire (UEQ)*. <https://ueq-online.org/>

- Schrepp, M., Hinderks, A., & Thomaschewski, J. (2014). Applying the User Experience Questionnaire (UEQ) in different evaluation scenarios. *Lecture Notes in Computer Science*, 8517, 383–392. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07668-3_37
- Sharma, B. S., & Wolff, A. K. (2024). Evaluating UX in XR (AR/VR): A multivocal review of traditional challenges and opportunities in adapting traditional methods for immersive technologies. <https://lutpub.lut.fi/handle/10024/168753>
- Shusterman, R. (2012). *Thinking through the body: Essays in somaesthetics*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139094030>
- Simões de Almeida, R., Veloso Gomes, P., Marques, A., & Pereira, J. (2023). Forest bathing environments in virtual reality: Enhancing well-being through immersive nature experiences. *Proceedings*, 25–29. <https://doi.org/10.17979/SPUDC.000024.04>
- Simonsen, T. P. H., Brown, S. D., & Reavey, P. (2024). Vitality and nature in psychiatric spaces: Challenges and prospects for ‘healing architecture’ in the design of inpatient mental health environments. *Health & Place*, 85, 103169. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2023.103169>
- Sinansari, P., Salsabila, S. H., Hanoum, S., Lopatka, A., & Wlodarski, W. (2023). Identify customer element through empathy map and user persona. *Procedia Computer Science*, 225, 4148–4156. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.411>
- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/M.Slater>
- Souchet, A. D., Lourdeaux, D., Pagani, A., & Rebenitsch, L. (2023). A narrative review of immersive virtual reality’s ergonomics and risks at the workplace: Cybersickness, visual fatigue, muscular fatigue, acute stress, and mental overload. *Virtual Reality*, 1, 3. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00672-0>
- Soutelo, A. P., Sousa, A. R., Monteiro, M. L., de Almeida, R. S., Simões-Silva, V., & Portugal, P. (2023). Enter the virtual forest. In *Immersive and Digital Nature: Multisensory Environments and Therapeutic Applications* (pp. 84–107). <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-9251-2.ch005>
- Spano, G., Theodorou, A., Reese, G., Carrus, G., Sanesi, G., & Panno, A. (2023). Virtual nature, psychological and psychophysiological outcomes: A systematic review.

- Journal of Environmental Psychology*, 89, 102044.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102044>
- Stadler, S., Cornet, H., & Frenkler, F. (2023). Assessing heuristic evaluation in immersive virtual reality—A case study on future guidance systems. *Multimodal Technologies and Interaction*, 7(2), Article 19. <https://doi.org/10.3390/mti7020019>
- Sunami, R., Nakamoto, T., Cohen, N., Kobayashi, T., & Yamamoto, K. (2025). Exploring the effects of olfactory VR on visuospatial memory and cognitive processing in older adults. *Scientific Reports*, 15(1), Article 94693. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94693-9>
- Sutcliffe, A., & Gault, B. (2004). Heuristic evaluation of virtual reality applications. *Interacting with Computers*, 16(4), 831–849.
<https://doi.org/10.1016/j.intcom.2004.05.001>
- Tang, Z., Tan, M., Xia, F., Cheng, Q., Jiang, H., & Zhang, Y. (2024). *AutoGameUI: Constructing high-fidelity game UIs via multimodal learning and interactive web-based tool*. arXiv. <https://arxiv.org/pdf/2411.03709>
- Teh, J. J., Pascoe, D. J., Hafeji, S., Parchure, R., Kozoski, A., Rimmer, M. P., Khan, K. S., & Al Wattar, B. H. (2024). Efficacy of virtual reality for pain relief in medical procedures: A systematic review and meta-analysis. *BMC Medicine*, 22(1), Article 64. <https://doi.org/10.1186/s12916-024-03266-6>
- Topf, M. (2000). Hospital noise pollution: An environmental stress model to guide research and clinical interventions. *Journal of Advanced Nursing*, 31(3), 520–528. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2000.01307.x>
- Triberti, S., Repetto, C., & Riva, G. (2014). Psychological factors influencing the effectiveness of virtual reality-based analgesia: A systematic review. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17(6), 335–345. <https://doi.org/10.1089/cyber.2014.0054>
- Triberti, S., Sapone, C., & Riva, G. (2025). Being there but where? Sense of presence theory for virtual reality applications. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), Article 43803. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04380-3>
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420–421. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>

- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201–230. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7)
- Väänänen, T. (2022, março 8). *How a 20-year-old standard is still relevant today*. NHS Digital Health. <https://digital.nhs.uk/blog/design-matters/2022/how-a-20-year-old-standard-is-still-relevant-today>
- Villani, D., Repetto, C., Cipresso, P., & Riva, G. (2012). May I experience more presence in doing the same thing in virtual reality than in reality? An answer from a simulated job interview. *Interacting with Computers*, 24(4), 265–272. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2012.04.008>
- Visocky O’Grady, K., & Visocky O’Grady, J. (2017). *A designer’s research manual* (2nd ed., updated and expanded). Quarto Publishing Group USA Inc. <https://www.wook.pt/livro/a-designers-research-manual-2nd-edition-updated-and-expanded-ken-visocky-o-grady/19243344>
- Wilson, E. O. (1986). *Biophilia*. Harvard University Press.
- World Wide Web Consortium (W3C). (2018, junho 5). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. W3C Recommendation. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
- Zeng, W., Xu, J., Yu, J., & Chu, X. (2025). Effectiveness of virtual reality therapy in the treatment of anxiety disorders in adolescents and adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Psychiatry*, 16, 1553290. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2025.1553290>

APÊNDICES

Apêndice A – Artefactos de Design (Personas, Empathy Maps e Customer Journey Maps)

[Link de acesso](#)

Apêndice B – Avaliação heurística da investigadora

[Link de acesso](#)

Apêndice C – Estudo heurístico

[Link de acesso](#)

Apêndice D –Estudo para a conversa informal

[Link de acesso](#)

Apêndice E – Protótipos (Baixa e Alta-Fidelidade)

[Link de acesso](#)

Apêndice F - Questionário UEQ preenchido pelos pacientes

[Link de acesso](#)

Apêndice G – Resultados UEQ

[Link de acesso](#)

Apêndice H – Grelha de observação

[Link de acesso](#)

Apêndice I – Guião para os facilitadores

[Link de acesso](#)

Apêndice J – Infografia das Diretrizes de UX Design

[Link de acesso](#)

Apêndice K – Documentação completa

[Link de acesso](#)

ANEXOS

Anexo A – Questionário da Sessão 0

Link do Microsoft Forms do [Questionário da sessão 0](#)