U.PORTO

MESTRADO EM PSICOLOGIA
PSICOLOGIA

Recuperação Psicofisiológica após Stress em RV: Estudo comparativo entre Chatbot e Psicólogo

Ana Rita dos Santos Marques

M

2026

Universidade do Porto
Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação

Recuperação Psicofisiológica após Stress em RV: Estudo comparativo entre Chatbot e Psicólogo

Ana Rita dos Santos Marques

Outubro 2026

Dissertação apresentada no Mestrado em Psicologia, Psicologia Clínica e da Saúde, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto, orientada pelo Professor Doutor ***Fernando Ferreira-Santos*** (FPCEUP) e coorientada pela Dra. ***Beatriz Barroso***.

AVISOS LEGAIS

O conteúdo desta dissertação reflete as perspetivas, o trabalho e as interpretações da autora no momento da sua entrega. Esta dissertação pode conter incorreções, tanto concetuais como metodológicas, que podem ter sido identificadas em momento posterior ao da sua entrega. Por conseguinte, qualquer utilização dos seus conteúdos deve ser exercida com cautela.

Ao entregar esta dissertação, a autora declara que a mesma é resultante do seu próprio trabalho, contém contributos originais e são reconhecidas todas as fontes utilizadas, encontrando-se tais fontes devidamente citadas no corpo do texto e identificadas na secção de referências. A autora declara, ainda, que não divulga na presente dissertação quaisquer conteúdos cuja reprodução esteja vedada por direitos de autor ou de propriedade industrial.

Sem prejuízo do disposto anteriormente, a autora declara que recorreu a ferramentas de Inteligência Artificial durante o processo de elaboração deste trabalho. Em particular, utilizaram-se as ferramentas ChatGPT e o Gemini (Google) para apoio na revisão ortográfica e gramatical do texto, bem como para auxílio na programação e desenvolvimento de *scripts* de processamento de sinal de dados fisiológicos. Adicionalmente, o ChatGPT foi utilizado enquanto instrumento de intervenção numa das condições experimentais do presente estudo, integrando o protocolo experimental. O recurso a estas ferramentas limitou-se aos usos descritos, mantendo-se as ideias, a análise, a interpretação dos resultados, a elaboração científica e a redação inicial da Dissertação integralmente da responsabilidade da autora.

Agradecimentos

Aviso: Sentimentos serão expressos.

Ao Professor Doutor Fernando Ferreira-Santos e à Dra. Beatriz Barroso, agradeço toda a orientação ao longo deste projeto. Não só me permitiram explorar um tema que me interessava há imenso tempo, como também me ensinaram além do que o mesmo requeria, sempre com disponibilidade, paciência e cuidado. Perante a complexidade deste estudo, alimentaram a minha ambição e mostraram-me que era capaz de ir além do planeado, explorando outras áreas e perspetivas, sempre com rigor e pensamento crítico. Obrigada pelas inúmeras reuniões e revisões que levaram este trabalho à sua melhor versão, e por me lembrarem do meu gosto pela investigação. Um agradecimento especial à Dra. Beatriz por me ensinar que está tudo bem em deixar certos hábitos para trás perante novos desafios e por todas as noites que ficou a trabalhar comigo, ao detalhe (ênfase no *detalhe*), tornando este processo mais leve e cheio de riso (Vou pagar o almoço, aceita). Um obrigada ainda aos 37 jovens adultos que participaram neste estudo, pela disposição e deslocamento que me permitiram escrever esta tese (os chocolates já estão a caminho).

À minha família, obrigada pelo apoio constante ao longo deste percurso e, sobretudo, por acreditarem sempre nas minhas capacidades enquanto futura psicóloga, incentivando-me a levá-las para além da sala de aula. Um agradecimento especial à minha irmã, por me deixar aplicar inúmeros testes psicológicos para estudar (Por favor, aceita os 1000 depois em vez dos 500 agora), permitir treinar técnicas psicoterapêuticas, e, principalmente, por ser a minha maior defensora, mesmo à distância.

Às amigas que a universidade me trouxe, do Minho ao Porto — Mariana, MJ, Ana, Bia, Tiz e Maria. Agradeço toda a ajuda que me deram, não só como aluna/colega, mas como pessoa, mostrando-me que muitos passam por nós, mas os certos ficam sempre connosco. Obrigada, ainda, por me mostrarem a importância do trabalho em equipa e por me ensinarem que nenhuma nota nos define.

À Millie, a melhor companhia que podia ter aparecido nestes anos de incerteza que foi o Mestrado. Numa fase de tantas mudanças, foi a presença mais constante que tive por perto, e a qual me ensinou que precisar de pausas não é fraqueza, mas o que nos permite continuar. Obrigada por me lembrares que cuidar de mim é essencial, e por me mostrares como ações falam muito mais alto do que palavras. Embora fizesses todas as reuniões pararem, só para as pessoas te verem (normal, compreensível), tornavas tudo muito mais divertido e com significado. Parte boa, também te podemos considerar formada (de graça, não é para todos).

Por fim, ao Mateus (a.k.a. Jonas, para não existirem confusões), a minha pessoa, a minha "casa". Não seria quem sou hoje, nem estaria aqui, se não fosse por ti. Tem sido incrível poder crescer ao teu lado, não só a nível pessoal, como profissionalmente. Mostraste-me, vezes sem conta, o quanto sou capaz, e que é possível alcançar aquilo que projetamos para nós mesmos quando temos a pessoa certa ao nosso lado. Fizeste-me perceber que a minha opinião importa, que a minha voz é ouvida e que os obstáculos que eu via eram, na verdade, oportunidades para me tornar na melhor versão possível. Ensinaste-me que não existe um caminho perfeito, e que está tudo bem com isso. Obrigada por acreditares em mim quando mais ninguém o fazia, nem eu própria (e por seres, sem diploma, o melhor psicólogo que esta psicóloga alguma vez teve). Depois desta defesa, vamos de férias, é uma promessa. PS: Eu avisei.

Resumo

O aumento do sofrimento psicológico em jovens adultos e as barreiras de acesso aos cuidados convencionais impulsionaram a procura por alternativas. Intervenções digitais, como os agentes conversacionais (*chatbots*), demonstraram ter potencial na gestão da ansiedade e depressão, mas a evidência empírica sobre a sua eficácia no *stress* agudo permanece escassa. Deste modo, o presente estudo comparou as intervenções guiadas por chatbot e por psicólogo na promoção da recuperação psicofisiológica, após indução de stress através da realidade virtual. Numa amostra de 37 jovens adultos, mediu-se a frequência cardíaca, o nível de condutância da pele e a arritmia sinusal respiratória. As recuperações consistiram num exercício de respiração diafragmática guiada por um Psicólogo ou por um Chatbot, ou um período de repouso (Controlo). A ansiedade (STICSA-E) e o afeto (PANAS-VRP) foram avaliados pré e pós-intervenção. Fisiologicamente, não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre grupos. Subjetivamente, enquanto os grupos Psicólogo e Controlo revelaram diminuição da ansiedade e do afeto negativo, o grupo Chatbot reportou um agravamento da ansiedade somática. Não se encontraram correlações significativas entre as métricas fisiológicas e os autorrelatos. Os resultados sugerem que nenhuma intervenção superou a estabilização autonómica natural, com a ausência de associações a apontar para uma dessincronização psicofisiológica. O aumento da ansiedade no grupo Chatbot poderá refletir a sobrecarga cognitiva da tarefa ou a ausência de validação humana autêntica. Conclui-se que o potencial destas ferramentas parece traduzir-se no suporte à prática clínica em vez de atuarem como intervenções unitárias, no entanto ainda carecem de investigação como suplemento clínico.

Palavras-chave: *Chatbot*; *Stress* Agudo; Regulação Emocional; Realidade Virtual; Psicofisiologia.

Abstract

The increase in psychological distress among young adults and the barriers to accessing conventional care have driven a search for alternatives. Digital interventions, such as conversational agents (chatbots), have demonstrated potential in managing anxiety and depression, but empirical evidence regarding their efficacy in acute stress remains scarce. Thus, the present study compared chatbot- and psychologist-guided interventions in promoting psychophysiological recovery following stress induction via virtual reality. In a sample of 37 young adults, heart rate, electrodermal activity, and respiratory sinus arrhythmia were measured. The recuperation conditions consisted of a diaphragmatic breathing exercise guided by either a Psychologist or a Chatbot, or a rest period (Control). Anxiety (STICSA-E) and affect (PANAS-VRP) were assessed pre- and post-intervention. Physiologically, no statistically significant differences were observed between groups. Subjectively, while the Psychologist and Control groups showed a decrease in anxiety and negative affect, the Chatbot group reported worsening somatic anxiety. No significant correlations were found between physiological metrics and self-reports. Results suggest no intervention surpassed natural autonomic stabilization, and the lack of associations points to psychophysiological desynchrony. The increased anxiety in the Chatbot group may reflect the cognitive load of the task or the absence of authentic human validation. In conclusion, the potential of these tools may translate into supporting clinical practice rather than acting as standalone interventions, however they still require further research as a clinical supplement.

Keywords: Chatbot; Acute Stress; Emotion Regulation; Virtual Reality; Psychophysiology

Introdução

Nas últimas décadas, a prevalência de perturbações mentais aumentou globalmente (Santomauro et al., 2026; World Health Organization, 2025), destacando-se os jovens adultos como uma das populações mais vulneráveis (McGorry et al., 2025; Pang et al., 2026; Sapien Labs, 2026). Em Portugal, só no último ano, cerca de metade dos indivíduos desta faixa etária reportou níveis elevados de *stress*, ataques de pânico e sintomas de ansiedade, *burnout* ou depressão (Marktest, 2025).

Apesar desta vulnerabilidade acentuada, uma proporção significativa continua sem recorrer ou ter acesso a apoio psicológico formal (Marktest, 2025). Tal fenómeno poderá dever-se a barreiras estruturais - como a carência de recursos humanos e assimetrias regionais (Ordem dos Psicólogos Portugueses [OPP], 2022; 2025), períodos de espera para o atendimento (Nogueira-Leite et al., 2024; Pinho et al., 2025) e entre sessões excessivos (Entidade Reguladora da Saúde, 2023; OPP, 2015; Xavier et al., 2024), e a dificuldades financeiras - bem como a barreiras atitudinais – como a falta de literacia em saúde mental (Gulliver et al., 2010; Murphy et al., 2026), receio da quebra de privacidade (Nogueira-leite et al., 2024) e o estigma associado a problemas do foro mental (Carvalho et al., 2024; Gulliver et al., 2010; Radez et al., 2021). Em conjunto, estes fatores podem conduzir à negação da gravidade dos sintomas (Birgel et al., 2025; Yassin, 2024) ou à sua interpretação como meras fases de desenvolvimento (Gulliver et al., 2010; Yassin, 2024), levando muitos jovens a recorrer a estratégias de *coping* desadaptativas (e.g., automedicação excessiva; Nova Health Economics & Management Knowledge Center, 2026; Pinho et al., 2025).

Mediante esta realidade, evidencia-se a urgência de respostas complementares inovadoras, capazes de ultrapassar estes obstáculos, proporcionando um contexto seguro e acessível à intervenção psicológica. Para o efeito, tecnologias baseadas em inteligência artificial (IA) têm vindo a ser exploradas como potenciais ferramentas de apoio.

IA Conversacional no Apoio Psicológico

As Intervenções Digitais em Saúde Mental surgem como alternativas escaláveis e custo-efetivas às falhas sistémicas no acesso aos cuidados convencionais (Casu et al., 2024; Schueller & Torous, 2020) constituindo intervenções psicossociais, transpostas para formatos digitais (Schueller & Torous, 2020). Estas utilizam tecnologias de informação e comunicação na prestação de cuidados (*e-Mental Health;* Feijt et al., 2023), englobando websites de

psicoeducação, programas autoguiados e aplicações de automonitorização de sintomas (Borghouts et al., 2021; Pineda et al., 2023).

Neste ecossistema, os agentes conversacionais ou *chatbots* - programas de computador desenhados para simular conversas humanas através de texto, áudio, imagem e/ou vídeo - têm-se destacado como um dos avanços mais promissores, ao permitirem a transposição de estratégias da psicoterapia para o formato digital (Han & Zhao, 2025; Laymouna et al., 2024; Nyakhar & Wang, 2025; Zhong et al., 2024). Estes operam com recurso a Processamento de Linguagem Natural (Casu et al., 2024) e Modelos de Linguagem de Grande Escala (Scholich et al, 2025) permitindo-lhes gerar interações contextuais e responsivas, percebidas como empáticas pelos usuários (Han & Zhao, 2025; Zhong et al., 2024).

O atrativo destas ferramentas sustenta-se essencialmente na facilitação da intervenção e na perceção de maior anonimato, fatores que retratam o chatbot como um espaço confidencial, objetivo e isento de julgamento (Clark & Bailey, 2024; Haque & Rubya, 2023; Yang et al., 2026). O seu sucesso parece evidenciar-se particularmente entre os jovens adultos, nativos digitais (Balan et al., 2024), que se sentem, aparentemente, mais desinibidos para partilhar vulnerabilidades com os chatbots do que com um terapeuta humano (Clark & Bailey, 2024; Kuhlmeier et al., 2025), potenciando a autorrevelação emocional, a adesão aos cuidados e a redução do estigma associado à procura de ajuda (Haque & Rubya, 2023; Li et al., 2025a).

A par desta aceitação, os chatbots distinguem-se por um conjunto de vantagens operacionais: a prontidão da resposta, a personalização dinâmica e a facilitação de acesso aos cuidados especializados. Ao nível da prontidão, estas ferramentas disponibilizam suporte imediato, permitindo aos utilizadores recorrer a estratégias de regulação emocional (Baek et al., 2025) nos momentos exatos de maior vulnerabilidade (e.g., picos de stress; Haque & Rubya, 2023; Nyakhar & Wang, 2025), atuando como intervenção de suporte entre contactos clínicos (Clark & Bailey, 2024). No que diz respeito à personalização dinâmica, a integração de modelos de aprendizagem automática adapta os ritmos e as estratégias ao estado emocional do utilizador em tempo real (Casu et al., 2024; Olawade et al., 2024). Por fim, na vertente da facilitação, assumem um papel de "porta de entrada" para os cuidados especializados e acompanhamento psicoterapêutico profissional (Haque & Rubya, 2023; Kuhlmeier et al., 2025; Li et al., 2025ª, 2025b) ao promoverem a literacia em saúde mental e auxiliarem o utilizador no reconhecimento dos seus sintomas (Laymouna et al., 2024).

Contudo, a adoção destas ferramentas deve ser entendida num papel complementar à intervenção humana. Os chatbots tendem a avançar mais rapidamente para sugestões focadas na solução, comparativamente aos profissionais, que privilegiam a compreensão do contexto e

a elaboração dos problemas (Scholich et al., 2025). Ademais, os psicólogos distinguem-se pela capacidade de explorar mais profundamente os problemas apresentados, adaptando a intervenção às necessidades específicas e ao historial da pessoa (American Psychological Association [APA], 2025).

Face ao potencial, a evidência científica tem-se focado na eficácia destes sistemas para redução, a curto prazo, da sintomatologia ansiosa, depressiva e de stress utilizando chatbots como o *Woebot* e o *Wysa* (Baek et al., 2025; Olawade et al., 2024). Porém, o impacto destas intervenções breves tem sido avaliado predominantemente através de medidas de autorrelato (Li et al., 2025a), suscetíveis a enviesamentos de memória e que podem não refletir com precisão os efeitos da ferramenta no exato momento da intervenção (Feijt et al., 2023). Consequentemente, parâmetros fisiológicos surgem como medidas suplementares objetivas, capazes de avaliar, em tempo real, os efeitos da intervenção no sistema nervoso autonómico, aquando do alívio de picos de tensão (Opie et al., 2026; Torous et al., 2025), nomeadamente: o stress agudo.

Stress e Regulação Emocional: Paradigmas Experimentais e Avaliação Psicofisiológica

O stress agudo consiste numa resposta adaptativa e transitória a um estímulo físico ou psicológico percecionado como ameaçador, que induz alterações fisiológicas no indivíduo (APA, 2024; Chu et al., 2024; Harvard Health Publishing [HHP], 2024). Estas alterações são reguladas pelo sistema nervoso autónomo, que opera de forma involuntária e não consciente, dividindo-se em dois ramos: sistema nervoso simpático (SNS) e sistema nervoso parassimpático (SNP; Hanshans et al., 2024). Com a identificação e processamento do estímulo aversivo, ativa-se o SNS que funciona como um "pedal de aceleração" e desencadeia a clássica resposta de "luta ou fuga", levando ao aumento da frequência cardíaca, da pressão arterial e do estado de alerta (HHP, 2024; Weissman & Mendes, 2021). Por outro lado, o SNP atua como um travão biológico, promovendo a retoma a um estado de homeostasia que se caracteriza pela resposta de "descansar e digerir" (HHP, 2024; Weissman & Mendes, 2021).

Contudo, o retorno ao equilíbrio não é um processo meramente passivo (McRae & Gross, 2020). A capacidade de um indivíduo se ajustar de forma flexível às exigências do ambiente, modulando a sua experiência emocional e resposta fisiológica, é o que define a regulação emocional (Koay & Meter, 2023). Exercícios como a respiração diafragmática permitem reduzir o stress (HHP, 2024; Hopper et al., 2019) através da expansão abdominal profunda que estimula mecanicamente o nervo vago, conduzindo à ativação parassimpática (Tsakona et al., 2025; You et al., 2021), desaceleração da frequência cardíaca (Kim et al., 2017),

diminuição da sudorese (Norelli et al., 2023) e aumento da variabilidade entre os batimentos cardíacos (Chu et al., 2024; Hanshans et al., 2024). Neste contexto, a corregulação - processo fundado na interação recíproca e empática entre o terapeuta e o indivíduo (Soma et al., 2020; Tripathi et al., 2023) - pode ajudar a inibir a resposta defensiva do sistema simpático e a facilitar uma ativação do sistema parassimpático, acelerando a estabilização emocional e fisiológica do indivíduo (Soma et al., 2020).

Para monitorizar o funcionamento de cada um dos ramos do sistema nervoso autonómico, utilizam-se como indicadores a Atividade Eletrodérmica (AED) e a Atividade Cardíaca, especificamente as métricas Frequência Cardíaca (FC) e Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC; Chu et al., 2024; Hanshans et al., 2024). A AED mede as alterações no nível condutância da pele (NCP) resultantes da atividade das glândulas sudoríparas, controladas exclusivamente pelo ramo simpático (Chu et al., 2024; Pop-Jordanova & Pop-Jordanov, 2020). A FC representa o número de batimentos cardíacos por minuto e a VFC reflete a flutuação de tempo entre batimentos consecutivos, moduladas tanto pelo SNS, que promove a aceleração do ritmo cardíaco, como pelo SNP, que induz a sua desaceleração (Kim et al., 2017).

Por conseguinte, para medir especificamente a influência parassimpática, pode-se utilizar como indicador a Arritmia Sinusal Respiratória (ASR) - variação da frequência cardíaca durante as fases de inspiração e expiração do ciclo respiratório (Hanshans et al., 2024; Kim et al., 2017; Weissman & Mendes, 2021). Enquanto valores reduzidos de ASR têm sido associados a uma maior vulnerabilidade ao stress e a um funcionamento homeostático prejudicado (Kim et al., 2017), uma ASR mais elevada tem sido apontada como um reflexo de maior flexibilidade autonómica (Weissman & Mendes, 2021), resiliência fisiológica (Chu et al., 2024) e de uma ação eficiente do nervo vago na restauração do equilíbrio (HHP, 2024). Conjuntamente, estas métricas permitem a monitorização coordenada da ativação simpática e parassimpática, permitindo o mapeamento da flexibilidade do indivíduo perante o stressor (Weissman & Mendes, 2021).

De modo a captar estas medidas em contexto experimental, a realidade virtual (RV) tem emergido como uma ferramenta metodológica robusta (Meshkat et al., 2024), dado que permite expor os utilizadores a cenários imersivos que desencadeiam respostas fisiológicas de stress mensuráveis dentro de um ambiente seguro, realista e controlado (Hanshans et al., 2024).

O Presente Estudo

Dados de autorrelatos apontam para uma eficácia dos agentes conversacionais na redução da tensão superior ao controlo (Tong et al., 2025), com a intervenção conduzida por

um humano significativamente superior a ambos (Scholich et al., 2025; Torous et al., 2025). Contudo, no domínio da recuperação fisiológica perante um cenário de stress agudo, as investigações experimentais que contrastem, em tempo real, o suporte digital com a intervenção humana e a recuperação natural são escassas.

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo comparar o impacto psicofisiológico e subjetivo de uma intervenção de regulação emocional mediada por um chatbot versus um psicólogo humano, após a indução de stress agudo através de RV, recorrendo ainda a uma condição de Controlo. Adicionalmente, ancorando-se nos modelos de coerência da resposta emocional, o estudo explorará se a magnitude da regulação autonómica acompanha diretamente o alívio subjetivo percecionado pelos participantes. Por último, importa sublinhar que, tanto quanto é do nosso conhecimento, esta é a primeira investigação conduzida no contexto português a integrar esta combinação metodológica e desenho experimental específicos.

Perante o exposto, e considerando a aparente superioridade subjetiva da intervenção por um humano, postula-se que:

H1: Durante a fase de intervenção, o grupo Psicólogo apresenta níveis de regulação autonómica mais elevados do que o grupo Chatbot, superando ambas as intervenções a recuperação natural no grupo Controlo. Especificamente:

- H1a: O grupo Psicólogo apresenta o maior aumento da arritmia sinusal respiratória, seguido pelo grupo Chatbot, sendo ambos superiores ao grupo Controlo.
- H1b: O grupo Psicólogo apresenta a maior diminuição da frequência cardíaca, seguido pelo grupo Chatbot, sendo ambos superiores ao grupo Controlo.
- H1c: O grupo Psicólogo apresenta a maior diminuição do nível de condutância da pele, seguido pelo grupo Chatbot, sendo ambos superiores ao grupo Controlo.

H2: No que concerne à recuperação subjetiva, o grupo Psicólogo reporta níveis de recuperação mais elevados do que o grupo Chatbot, superando ambas as intervenções a recuperação natural no grupo Controlo.

H3: Existe uma correlação positiva e significativa entre a magnitude da recuperação fisiológica e a melhoria dos indicadores subjetivos reportados pelos participantes.

Método

Participantes

Critérios de elegibilidade

Foram incluídos indivíduos com: (a) idades entre os 18 e os 36 anos, faixa etária alinhada com o principal grupo demográfico de utilizadores de agentes conversacionais em saúde mental (Yang et al., 2026); e (b) pelo menos 5 anos de residência em Portugal, de modo a acautelar o conhecimento mínimo da língua portuguesa e a integração na realidade macrossistémica portuguesa (Anexo A). Para preservar a integridade dos dados fisiológicos e prevenir potenciais riscos de saúde, foram excluídos indivíduos que apresentassem: (a) diagnóstico clínico de perturbação mental ou neurológica nos últimos 12 meses; (b) diagnóstico formal de doença cardiovascular; (c) utilização atual de psicofármacos ou medicação moduladora do SNA; e (d) experiência prévia regular e significativa com tecnologias de RV.

Caracterização da amostra

As análises de potência estatística conduzidas *a priori* através do software G*Power 3.1 (Faul et al., 2007; Faul et al., 2009) estimaram um mínimo de 36 participantes, para as medidas fisiológicas, e um mínimo de 42 para as medidas subjetivas ($1 - \beta = .80$, $\alpha = .05$, $f = 0.25$). O recrutamento seguiu um método de amostragem não probabilística por conveniência e bola de neve, com divulgação via correio eletrónico institucional e redes sociais (i.e., *Instagram* e *WhatsApp*). A amostra final, descrita na Tabela 1, foi constituída por 37 jovens adultos (18 a 34 anos; descrição sociodemográfica detalhada por condição no Anexo B).

A distribuição dos participantes numa das duas condições experimentais ou na de controlo seguiu um método de alocação sequencial por blocos, em função cronológica dos agendamentos, visando o equilíbrio numérico: grupo Chatbot ($n = 13$); grupo Psicólogo ($n = 12$); e grupo de Controlo (i.e., recuperação natural; $n = 12$).

Tabela 1

Caraterização Sociodemográfica da Amostra

Variável	Amostra Total (N = 37)
Idade (anos), *M* (*DP*)	21.92 (3.27)
Género, *n* (%)	
Feminino	21 (56.8%)
Masculino	16 (43.2%)
Nível de Escolaridade, *n* (%)	
Ensino Secundário	8 (21.6%)
Licenciatura	21 (56.8%)
Mestrado	8 (21.6%)
Nível de Proficiência Digital, *n* (%)	
Médio	15 (40.5%)
Alto	22 (59.5%)
Experiência com Tecnologias De Saúde Mental, *n* (%)	
Sim	2 (5.4%)
Não	35 (94.6%)
Correção Visual, *n* (%)	
Sem correção	21 (56.8%)
Apenas Óculos	10 (27.0%)
Apenas Lentes de contacto	2 (5.4%)
Óculos e Lentes	4 (10.8%)

Nota. Por motivos de conforto, os participantes que dispunham de óculos e lentes de contacto optaram pelo uso das lentes durante a sessão de RV.

Instrumentos e Materiais

Medidas de Autorrelato

Escala de Afeto Positivo e Negativo. Para avaliar o estado afetivo dos participantes, recorreu-se à Escala de Afeto Positivo e Negativo – Versão Reduzida Portuguesa (PANAS-VRP; Galinha et al., 2014, adaptado de Watson et al., 1988). Esta versão breve de 10-itens minimiza a fadiga dos participantes ao longo do protocolo, dividindo-se em duas dimensões independentes, com 5 itens cada: o Afeto Positivo (AP; e.g., entusiasmado, determinado); e o Afeto Negativo (AN; e.g., assustado, nervoso). A avaliação foi realizada considerando a emoção sentida "no momento presente", utilizando uma escala tipo Likert de 5 pontos (1 = "nada ou muito ligeiramente" a 5 = "extremamente"). A pontuação total de cada dimensão varia entre 5 e 25 pontos, onde valores mais elevados correspondem a uma maior intensidade no respetivo afeto. No estudo de validação português, a PANAS-VRP demonstrou uma boa

consistência interna (α = .86 para o AP e α = .89 para AN) semelhante à da versão original (Galinha & Pais-Ribeiro, 2005; Galinha et al., 2014).

Inventário de Ansiedade Cognitiva e Somática. Para avaliar a ansiedade, utilizou-se a versão portuguesa (Ferreira-Santos et al., 2016) da subescala de Estado do *State-Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety* (STICSA; Ree et al., 2008). Esta ferramenta é composta por 21 itens que permitem discriminar a Ansiedade Somática, referente à ativação psicofisiológica (e.g., "O meu coração bate depressa") da Ansiedade Cognitiva, relativa a pensamentos intrusivos e de preocupação (e.g., "Eu sinto-me angustiado/a com os meus problemas"). Os participantes avaliaram cada item quanto ao seu estado no momento, numa escala tipo Likert de 4 pontos (1 = "quase nada" a 4 = "bastante"), totalizando entre 21 a 84 pontos, com valores mais elevados refletindo uma maior severidade ansiogénica. Dados da mesma escala em Portugal evidenciaram uma consistência interna robusta (α = .80 para a dimensão Somática e α = .87 para a Cognitiva; Barros et al., 2022).

Medidas Fisiológicas

A aquisição dos sinais fisiológicos foi realizada através do dispositivo portátil BITalino (r)evolution, que permite a medição não invasiva de sinais biomédicos (Damoun et al., 2024; Laborde et al., 2017), e do *software* OpenSignals (r)evolution (versão 2.2.5) que registou os dados numa taxa de amostragem de 100 Hz. Posteriormente, para processamento dos dados, recorreu-se a uma *pipeline* pré-existente, adaptada com o auxílio do ChatGPT modelo GPT-5.6 Luna (OpenAI, 2026).

Atividade Eletrodérmica. As alterações na condutância galvânica da pele foram captadas através de elétrodos de gel Ag/AgCl EL507A com gel salino (ParkerLabs), aplicados nas falanges proximais dos dedos indicador e médio da mão não dominante, seguindo as diretrizes do fabricante. O processamento do sinal foi executado através de um *script* em MATLAB R2023b (Anexo C), que converteu os dados para microsiemens (μS) com recurso à equação específica do fabricante (PLUX, 2020a). Com base nos marcadores temporais da tarefa de realidade virtual e respetivas condições experimentais, o sinal foi segmentado em quatro fases: Linha de Base, Reatividade, Intervenção e Repouso. Após a inspeção da integridade e saturação do sinal, extraíram-se os valores médios do Nível de Condutância da Pele (NCP) para cada fase, servindo como indicador da ativação simpática (Hanshans et al., 2024; Vaccarino & Bremner, 2024).

Atividade Cardíaca e Arritmia Sinusal Respiratória. A atividade elétrica cardíaca foi registado com um eletrocardiograma de três derivações, montado numa configuração *Einthoven Lead II* (Hanshans et al., 2024), com três elétrodos de polímero revestidos a Ag/AgCl (Barros et al., 2022). O processamento do sinal foi executado em MATLAB R2023b (Anexo D), tendo o sinal sido filtrado, convertido para milivolts, corrigido da flutuação de base (*baseline-wander*) através da decomposição por ondas (*wavelet* DB4) e segmentado consoante as quatro fases experimentais referidas. A deteção dos picos R foi efetuada por um algoritmo automatizado, sendo todos os registos sujeitos a uma revisão manual para remoção de falsos positivos e adição de picos omitidos. A FC para cada fase foi calculada em batimentos por minuto (bpm) e as séries temporais de intervalos entre picos R consecutivos (intervalos RR) foram exportadas e processadas num segundo script MATLAB (Anexo E), reamostradas a uma frequência de 4 Hz através de interpolação por *spline* e limpas de tendências lineares. Através do método espetral de Welch, a densidade de potência foi isolada na banda de alta frequência (HF: 0.15 – 0.40 Hz). Os valores de potência absoluta resultantes foram convertidos para milissegundos quadrados (ms^2) e submetidos a uma transformação logarítmica natural (ln), obtendo-se o indicador final de ASR.

Tarefa de Indução de Stress Agudo (Realidade Virtual)

A experiência de indução de stress foi suportada pelo sistema de Realidade Virtual HTC VIVE Pro VR (HTC), equipado com os respetivos auscultadores integrados. O cenário, desenvolvido no âmbito do projeto FEAR (EXPL/PSI-GER/1498/2021) do Laboratório de Neuropsicofisiologia da FPCEUP, simula um ambiente urbano deserto e fechado, com uma configuração em "T" e com luminosidade baixa a moderada. A tarefa tem uma duração de oito minutos, durante os quais os participantes, exploram o cenário movimentando a cabeça e utilizando os comandos para se deslocarem. Este ambiente integra eventos auditivos que vão de estímulos neutros a outros mais sugestivos de perigo/ameaça (e.g., mulher a gritar, cães a ladrar), apresentados numa sequência predeterminada.

Protocolo de Respiração Diafragmática

Para as intervenções de regulação emocional recorreu-se a um exercício de respiração diafragmática, composto por ciclos de inspiração nasal profunda, retenção breve e expiração oral lenta e completa (Bentley et al., 2023; Hopper et al., 2019). De modo a otimizar o

relaxamento, adotou-se uma frequência-alvo de aproximadamente seis ciclos respiratórios por minuto (Hamasaki, 2020; Laborde et al., 2017; Yau & Loke, 2021). Assim, a técnica foi parametrizada num ritmo de 4-2-4, com uma duração-alvo de 2.5 minutos (i.e., 15 ciclos respiratórios), perante os resultados obtidos nos testes piloto ($N = 15$; Anexo F). Nestes ensaios, durações superiores ou padrões respiratórios mais complexos resultaram em fadiga, hiperventilação ligeira, tonturas e mal-estar, optando-se pela sua redução.

Condições de Intervenção e Repouso Final

O período pós-tarefa estruturou-se metodologicamente em dois blocos sequenciais: uma fase de intervenção e um período final de repouso absoluto (2.5 min). Esta delimitação final cumpriu um duplo propósito metodológico: funciona, como um intervalo de estabilização fisiológica, assegurando uma transição padronizada para a fase de avaliação final, e previne artefactos de movimento no sinal fisiológico tipicamente associados à antecipação do término da tarefa. Em todas as condições, os participantes permaneceram sentados na mesma cadeira utilizada durante a tarefa de RV, mantendo o mínimo de movimento possível para preservar a integridade do sinal captado (Damoun et al., 2024).

Intervenção mediada por chatbot. Esta condição foi suportada por um telemóvel alocado ao estudo e ligado à internet, assemelhando-se à utilização de ferramentas digitais no quotidiano (Torous et al., 2025). O agente conversacional foi configurado através de um *prompt* no Modelo de Linguagem de Grande Escala ChatGPT (modelo GPT-5.6 Luna; OpenAI, 2026), padronizado para entregar o protocolo de relaxamento sob a forma de uma interação conversacional simulada, de forma consistente e replicável (Anexo G). Com base nos resultados dos testes pilotos, que refletiram preferências pessoais no formato de intervenção, o prompt foi adaptado para o participante poder escolher autonomamente entre: realizar os 15 ciclos respiratórios ou executar o exercício durante 2.5 minutos (períodos equivalentes). A instrução incluiu ainda uma hiperligação para uma imagem ilustrativa do exercício, de modo a minimizar potenciais erros de execução (Anexo H).

Intervenção mediada por Psicólogo. Utilizando o mesmo guião de instrução do chatbot, a investigadora responsável, com as competências e treino necessários para a realização da intervenção, guiou o participante durante o exercício e garantiu a execução exata dos 15 ciclos respiratórios nos respetivos 2.5 minutos, não exigindo do participante qualquer esforço de contagem ou controlo temporal.

Condição de Controlo. Esta condição não incluiu qualquer instrução ativa de regulação emocional, refletindo a recuperação natural e autónoma do organismo. Os participantes foram apenas instruídos a permanecer sentados, sem falar e, se preferissem, com os olhos fechados.

Procedimento

O presente estudo obteve parecer favorável da Comissão de Ética da FPCEUP (Ref.ª 2026-01-02), cumprindo os princípios da Declaração de Helsínquia, e aprovação da Universidade do Porto relativamente à Proteção de Dados.

Os participantes foram recrutados através da divulgação *online* do questionário de triagem introduzido na plataforma *Qualtrics*. Aos indivíduos que consentiram a participar e cumpriram os critérios de inclusão, foi-lhes solicitada a criação de um código pessoal alfanumérico, bem como a disponibilização de um contacto para efeitos exclusivos de agendamento da sessão laboratorial. Com vista à padronização das condições basais e mitigação de possíveis variáveis de confusão (Damoun et al., 2024; Hanshans et al., 2024), foram enviadas, 24 horas previamente à sessão, instruções de controlo fisiológico (e.g., abstenção de consumo de substâncias nas 12 horas anteriores à sessão; Anexo I).

No laboratório, verificou-se o cumprimento das instruções experimentais e das condições ambientais (e.g., temperatura e luz), procedendo-se à leitura do Consentimento Informado Presencial (Anexo J). O preenchimento das medidas de autorrelato (PANAS-VRP e STICSA-E) concretizou-se também na plataforma Qualtrics, através do computador alocado à investigação, assinalando o momento T1 (Avaliação Inicial). De seguida procedeu-se à colocação e calibração dos sensores fisiológicos e do equipamento de RV. Neste processo, acautelou-se o conforto físico dos participantes, não se tendo verificado qualquer queixa de constrangimento mecânico ou visual.

Iniciado o cenário virtual e a gravação dos dados via *LabRecorder* (Kothe, 2023), recolheram-se os dados basais durante 1 minuto de repouso, período no qual o participante visualizou apenas o logótipo da plataforma *Unity* (imagem neutra). Imediatamente depois, a tarefa de indução de stress agudo iniciou-se automaticamente, mantendo-se a monitorização contínua e a emissão dos marcadores temporais para sincronização dos dados (oito minutos).

Terminada a tarefa, removeu-se o equipamento de RV e iniciou-se a condição experimental à qual o participante havia sido previamente alocado. Na condição Chatbot, a

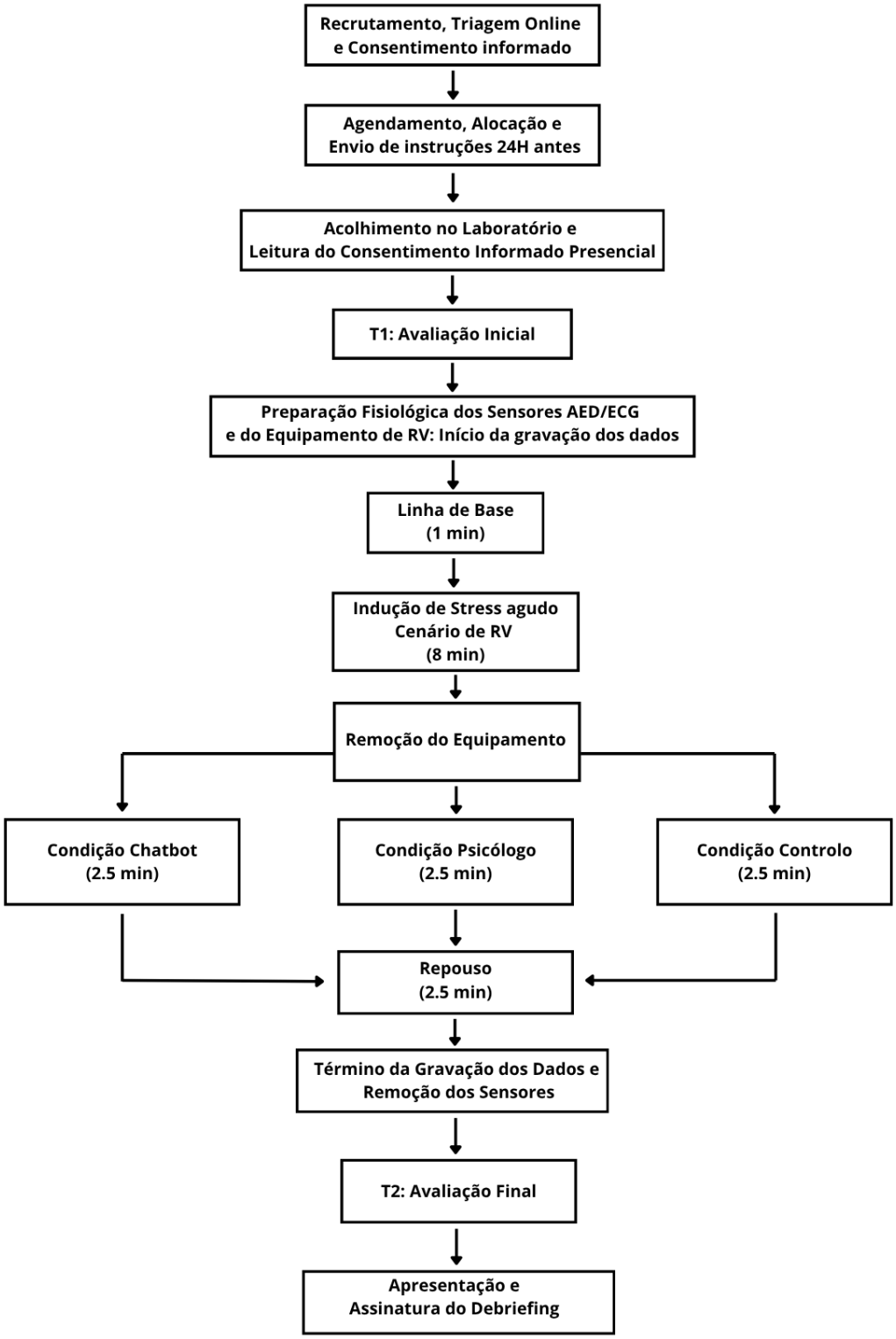
investigadora entregou o telemóvel disponibilizado para o estudo ao participante, explicando brevemente que as instruções decorreriam através da ferramenta após a digitalização de uma frase inicial (e.g., "estou pronto" ou "vamos começar"). Finalizada a intervenção, procedeu-se à fase de repouso final e, por conseguinte, à remoção dos sensores e à reavaliação das medidas de autorrelato no computador, assinalando o momento T2 (Avaliação Final).

Finalmente, o protocolo encerrou com a entrega, em suporte de papel, do *debriefing* final (Anexo K) com o intuito de clarificar a verdadeira natureza do estudo. Assegurou-se ainda que, caso o participante experienciasse algum mal-estar ou desconforto residual decorrente da indução de stress, a investigadora responsável estava disponível para prestar o devido apoio psicológico, situação que não se verificou necessária.

A participação foi estritamente voluntária, sem qualquer compensação, tendo a sessão laboratorial durado entre 20 e 25 minutos. Importa ressalvar que, durante a exposição ao ambiente virtual e nas fases das condições Chatbot e Controlo não ativamente conduzidas pela investigadora, a mesma permaneceu na sala em absoluto silêncio e fora do campo de visão do participante (posicionado de frente para uma parede branca). A interação verbal foi estritamente limitada ao esclarecimento breve e objetivo de eventuais dúvidas. Ver Figura 1 para a esquematização do protocolo experimental.

Figura 1

Fluxograma do Protocolo Experimental



Nota. O fluxograma ilustra a sequência de procedimentos desde o recrutamento online até ao encerramento da sessão laboratorial. T1 e T2 = Preenchimento do STICSA-E e PANAS-VRP; RV = Realidade Virtual; AED = Atividade Eletrodérmica; ECG = Eletrocardiograma.

Análise Estatística

O tratamento e análise dos dados foram realizados através do software IBM SPSS Statistics (versão 30.0) adotando-se um nível de significância de $\alpha = .05$ para todas as análises inferenciais.

Análise Preliminar

Numa primeira fase, procedeu-se à inspeção da base de dados, confirmando-se a ausência de valores omissos. A identificação de *outliers* univariados realizou-se através da inspeção visual de *boxplots* (amplitude interquartil ≥ 1.5; Smiti, 2020) e da análise de z-scores ($|z| > 3$; Venkataanusha et al., 2019). Não foram identificados outliers nos dados de autorrelato. Contudo, procedeu-se à exclusão dos registos da AED de um participante devido à saturação irrecuperável do sinal, tendo-se mantido os seus dados cardiovasculares e subjetivos para as respetivas análises.

Para a caracterização da amostra e das variáveis, realizaram-se análises descritivas, nomeadamente frequências, médias e desvios-padrão. A normalidade da distribuição foi avaliada conjugando o teste de Shapiro-Wilk (adequado para amostras com $n < 50$) com a análise dos valores de assimetria e curtose. O teste de Shapiro-Wilk não significativo ($p > .05$) indica uma distribuição normal (Mishra et al., 2019), contudo, em caso de significância, a distribuição foi considerada aproximadamente normal se os valores de assimetria e curtose se encontrassem no intervalo aceitável (i.e., -2 a 2; George & Mallery, 2020).

O coeficiente alfa de Cronbach foi calculado para verificar a consistência interna das medidas de autorrelato no momento de avaliação inicial, tendo estas demonstrado níveis bons a excelentes de fiabilidade (considerando a classificação de George & Mallery, 2020), especificamente para a Ansiedade Global (STICSA; $\alpha = .91$), Afeto Positivo (PANAS; $\alpha = .85$) e Afeto Negativo (PANAS; $\alpha = .82$).

Para afastar vieses de seleção e garantir o sucesso da alocação aos grupos, realizaram-se análises de equivalência de base. Utilizaram-se testes Qui-Quadrado de Independência para variáveis categóricas (e.g., género, escolaridade) e ANOVAs One-Way para variáveis contínuas (idade e indicadores fisiológicos na linha de base), de modo a confirmar a homogeneidade inicial entre os três grupos experimentais. A análise revelou que os grupos eram homogéneos relativamente à idade, género, nacionalidade, estado civil, profissão, correção

visual, nível de proficiência digital e experiência prévia com tecnologias de saúde mental (todos os $p > .05$), apenas diferindo no nível de escolaridade, $\chi^2 (4) = 9.81$, $p = .044$.

Análise Principal

Todos os pressupostos das análises inferenciais paramétricas foram verificados, com a homogeneidade das variâncias avaliada através do teste de Levene e a esfericidade através do teste de Mauchly (assumidas quando $p > .05$; Field, 2018). Nos casos de violação da esfericidade em medidas repetidas, aplicou-se a correção de Greenhouse-Geisser. Quando se verificaram efeitos principais ou de interação estatisticamente significativos, recorreu-se a testes *post-hoc* com correção de Bonferroni. O tamanho do efeito foi reportado através do Eta Quadrado Parcial (η_p^2).

Para testar o impacto na recuperação fisiológica (H1), conduziu-se uma ANOVA Mista 3x3 para a ARS, com o fator intra-sujeitos "Tempo" referente aos momentos de avaliação contínua (Linha de Base vs. Reatividade vs. Intervenção) e o fator inter-sujeitos "Condição" (*Chatbot* vs. Psicólogo vs. Controlo). Por outro lado, para a NCP e a FC, optou-se por isolar a magnitude da eficácia de regulação fisiológica através do cálculo de variáveis de diferença (*Delta Scores* - Δ), subtraindo os valores da intervenção aos valores da reatividade (Cacioppo et al., 2017). A comparação direta da eficácia de regulação fisiológica na NCP e FC foi testada através de uma ANOVA One-Way sobre estes Delta Scores.

Relativamente à recuperação subjetiva (H2), realizaram-se ANOVAs Mistas 3x2, com o fator intra-sujeito "Tempo" a contemplar os momentos de avaliação (T1 vs. T2) e mantendo-se o fator inter-sujeitos "Condição". Finalmente, para explorar a coerência psicofisiológica (H3), concretizaram-se análises de correlação de Pearson entre os Delta Scores fisiológicos e o alívio emocional reportado (T1 menos T2). Com o intuito de avaliar a manutenção do efeito de regulação fisiológica, procedeu-se ainda à comparação dos três grupos durante o bloco de repouso final.

Resultados

Recuperação Fisiológica (H1)

Para avaliar a eficácia da indução de stress e o subsequente impacto das condições experimentais na recuperação autonómica, as respostas fisiológicas foram analisadas de forma

sequencial. As estatísticas descritivas para todas as métricas cardiovasculares e eletrodérmicas encontram-se sumarizadas na Tabela 2.

Tabela 2

Estatísticas Descritivas das Variáveis Fisiológicas por Condição Experimental (M ± DP)

Medida fisiológica / Tempo	Condição		
	Chatbot (*n* = 13)	Psicólogo (*n* = 12)	Controlo (*n* = 12)
ASR			
Linha de base	5.97 ± 0.73	6.44 ± 1.31	6.56 ± 1.24
Reatividade ao stress	6.21 ± 0.88	6.23 ± 0.96	6.30 ± 0.80
Intervenção	6.66 ± 0.73	6.35 ± 1.15	6.54 ± 1.11
FC			
Linha de base	80.51 ± 8.06	85.50 ± 18.60	72.46 ± 8.86
Reatividade ao stress	79.96 ± 6.87	85.45 ± 13.75	72.52 ± 9.64
Intervenção	80.42 ± 7.39	86.40 ± 13.47	71.83 ± 6.92
Δ FC	0.46 ± 4.68	0.95 ± 6.36	−0.68 ± 5.43
NCP			
Linha de base*	14.60 ± 5.45	9.12 ± 6.58	15.30 ± 8.13
Reatividade ao stress*	17.41 ± 5.50	10.79 ± 6.97	16.69 ± 8.57
Intervenção*	19.30 ± 5.57	13.09 ± 7.39	17.50 ± 8.13
Δ NCP*	1.89 ± 1.50	2.30 ± 2.44	0.81 ± 1.87

Nota. ASR = Arritmia Sinusal Respiratória; FC = Frequência Cardíaca; NCP = Nível de Condutância da Pele; *Δ* = Delta (Intervenção - Reatividade).

***** *n* = 12, devido à saturação do sinal de um participante.

Arritmia Sinusal Respiratória (ASR)

Não se verificou um efeito principal significativo do Tempo, F (2, 68) = 1.87, p = .162, η_p^2 = .052, indicando que, globalmente, a atividade parassimpática dos participantes manteve-se relativamente estável, não sofrendo oscilações significativas entre a linha de base, a exposição imersiva e a intervenção. De igual modo, não se observou um efeito principal da Condição, F(2, 34) = 0.15, p = .865, η_p^2 = .008. O efeito de interação Tempo x Condição também não revelou significância estatística, F(4, 68) = 1.58, p = .191, η_p^2 = .085.

Frequência Cardíaca (FC)

A análise não revelou um efeito estatisticamente significativo da Condição na intervenção da FC, F(2, 34) = 0.28, p = .759, η_p^2 = .016. A observação das médias dos *Delta*

Scores demonstra que a magnitude da desaceleração cardíaca pós-stress foi residual e estatisticamente equivalente entre os participantes que interagiram com o Chatbot (M = -0.46, DP = 4.68), com o Psicólogo (M = -0.95, DP = 6.36) ou que permaneceram no grupo de Controlo (M = 0.68, DP = 5.43). Estes achados sugerem que o ritmo cardíaco não foi diferencialmente modulado pelo tipo de intervenção recebida.

Nível de Condutância da Pele (NCP)

A análise não revelou um efeito principal estatisticamente significativo da Condição, $F_{GG}(2, 33) = 1.82$, $p = .178$, $\eta_p^2 = .099$. A observação das médias dos *Delta Scores* indica que os participantes que interagiram com o Psicólogo apresentaram uma ligeira tendência para uma maior variação durante a intervenção (M = 2.30, DP = 2.44), seguidos pelo grupo do Chatbot (M = 1.89, DP = 1.50) e pelo grupo de Controlo (M = 0.81, DP = 1.87), embora sem expressão estatística diferencial entre as abordagens.

Recuperação Subjetiva (H2)

As estatísticas descritivas referentes aos questionários de autorrelato encontram-se sistematizadas na Tabela 3.

Ansiedade (STICSA-E)

A análise revelou que os níveis de ansiedade não sofreram alterações significativas do início ao fim da experiência, $F(1, 34) = 0.07$, $p = .790$, $\eta_p^2 = .002$, nem variaram entre os grupos de modo geral, $F(2, 34) = 1.39$, $p = .262$, $\eta_p^2 = .076$, e o efeito de interação entre o tempo e a condição não atingiu o limiar de significância estatística, $F(2, 34) = 3.23$, $p = .052$, $\eta_p^2 = .160$. Ainda assim, a nível descritivo, enquanto os grupos Psicólogo e Controlo tenderam a relaxar e diminuir a sua ansiedade, o grupo Chatbot reportou um ligeiro agravamento da ansiedade pós-intervenção (M_{T1} = 29.15, M_{T2} = 32.23).

No que concerne à Ansiedade Cognitiva, verificou-se um efeito principal do Tempo significativo, $F(1, 34) = 16.84$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .331$. Descritivamente, todos os participantes reportaram uma diminuição significativa nos sintomas de ansiedade do primeiro momento (M_{T1} = 18.27) para o segundo (M_{T2} = 16.57). Não se verificou um efeito principal da Condição, $F(2, 34) = 1.20$, $p = .314$, $\eta_p^2 = .066$, nem um efeito de interação Tempo x Condição, $F(2, 34) = 2.06$, $p = .144$, $\eta_p^2 = .108$.

Relativamente à Ansiedade Somática, não foram revelados efeitos principais significativos quer para o Tempo, $F(1, 34) = 2.82, p = .103, \eta_p2 = .076$, quer para a Condição, $F(2, 34) = 0.59, p = .559, \eta_p2 = .034$. O efeito de interação Tempo x Condição também não demonstrou significância estatística, $F(2, 34) = 1.52, p = .233, \eta_p2 = .082$. Não obstante, a inspeção das médias sugere que o aumento da ansiedade global no grupo Chatbot derivou de um agravamento da sintomatologia física ($M_{T1} = 13.15$, $M_{T2} = 16.77$), contrastando com a relativa estabilidade somática dos restantes grupos.

Tabela 3

Estatísticas Descritivas das Variáveis Subjetivas por Condição Experimental ($M \pm DP$)

Variável	Condição		
	Chatbot (n = 13)	Psicólogo (n =12)	Controlo (n = 12)
STICSA-E			
Ansiedade global			
T1 Pré	29.15 ± 6.48	33.83 ± 12.17	37.33 ± 9.68
T2 Pós	32.23 ± 5.59	32.17 ± 10.21	35.17 ± 7.37
Ansiedade cognitiva			
T1 Pré	16.00 ± 4.71	18.08 ± 8.93	20.92 ± 7.08
T2 Pós	15.46 ± 5.24	15.75 ± 7.98	18.58 ± 5.82
Ansiedade somática			
T1 Pré	13.15 ± 2.19	15.75 ± 6.30	16.42 ± 4.25
T2 Pós	16.77 ± 4.94	16.42 ± 4.72	16.58 ± 4.01
PANAS-VRP			
Afeto positivo			
T1 Pré	17.46 ± 4.48	13.00 ± 3.98	17.58 ± 2.81
T2 Pós	17.23 ± 4.83	12.83 ± 3.79	17.00 ± 3.84
Afeto negativo			
T1 Pré	6.08 ± 1.85	7.17 ± 2.55	6.83 ± 3.04
T2 Pós	7.54 ± 3.02	6.33 ± 1.37	6.08 ± 1.68

Nota. STICSA-E = Inventário de Ansiedade Cognitiva e Somática – Estado; PANAS-VRP = Escala de Afeto Positivo e Negativo – Versão Reduzida Portuguesa; AG = Ansiedade Global; AC = Ansiedade Cognitiva; AS = Ansiedade Somática; AP = Afeto Positivo; AN = Afeto Negativo; T1 = Pré-estudo; T2 = Pós-estudo.

Afeto Positivo e Negativo (PANAS-VRP)

Em relação ao afeto positivo, a análise não revelou um efeito principal do Tempo, $F(1, 34) = 0.31, p = .580, \eta_p^2 = .009$, indicando que a valência emocional positiva se manteve estável durante a experiência. De igual modo, não se verificou um efeito de interação

Tempo x Condição estatisticamente significativo, $F(2, 34) = 0.05$, $p = .953$, $\eta_p^2 = .003$. Contudo, observou-se um efeito principal da Condição, $F(2, 34) = 6.03$, $p = .006$, $\eta_p^2 = .262$, sendo que os participantes no grupo Psicólogo apresentaram níveis globais de afeto positivo significativamente inferiores ($M_{T1} = 13.00$, $M_{T2} = 12.83$) aos reportados pelos participantes no grupo Chatbot ($M_{T1} = 17.46$, $M_{T2} = 17.23$; $p = .013$) e no grupo Controlo ($M_{T1} = 17.58$, $M_{T2} = 17.00$; $p = .016$), observando-se valores semelhantes entre estes dois grupos.

No que diz respeito ao afeto negativo, não emergiram efeitos principais significativos quer para o Tempo, $F(1, 34) = 0.01$, $p = .930$, $\eta_p^2 = .000$, quer para a Condição, $F(2, 34) = 0.12$, $p = .886$, $\eta_p^2 = .007$. De forma semelhante ao observado na ansiedade, o efeito de interação Tempo x Condição não atingiu significância estatística, $F(2, 34) = 2.73$, $p = .080$, $\eta_p^2 = .138$. Em termos meramente descritivos, a análise da trajetória das médias ilustra dinâmicas de resposta divergentes: enquanto o afeto negativo tendeu a dissipar-se no grupo Psicólogo ($M_{T1} = 7.17$, $M_{T2} = 6.33$) e no Controlo ($M_{T1} = 6.83$, $M_{T2} = 6.08$), os participantes que interagiram com o Chatbot registaram um agravamento das emoções negativas após a intervenção ($M_{T1} = 6.08$, $M_{T2} = 7.54$).

Correlação entre dados fisiológicos e subjetivos (H3)

As análises de correlação de Pearson, realizadas após confirmação da normalidade dos dados, não revelaram relações estatisticamente significativas entre a recuperação fisiológica e as variações subjetivas globais ou específicas (todos os $p > .05$; Tabela 4), evidenciando uma dessincronização entre a ativação autonómica real e a perceção física reportada.

Não obstante, a análise cruzada entre as próprias medidas subjetivas revelou associações significativas congruentes. Verificou-se uma associação positiva entre a variação da ansiedade total e a variação do afeto negativo, $r(35) = .51$, $p = .001$. A exploração das subescalas da STICSA-E demonstrou que este agravamento do afeto negativo se correlacionou positivamente tanto com a ansiedade cognitiva, $r(35) = .42$, $p = .011$, como com a ansiedade somática, $r(35) = .37$, $p = .025$. Por fim, constatou-se ainda uma correlação negativa entre a ansiedade somática e o afeto positivo, $r(35) = -.37$, $p = .023$, indicando que o aumento da perceção de sintomas físicos de ansiedade se associou a uma diminuição das emoções positivas.

Tabela 4

Matriz de Correlações de Pearson entre as Variações (Deltas) Fisiológicas e Subjetivas

Variável	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Δ AP	-							
2. Δ AN	-.08	-						
3. Δ AG	-.27	.51**	-					
4. Δ AC	.15	.42*	.44**	-				
5. Δ AS	-.37*	.37*	.90**	.00	-			
6. Δ NCP	-.18	-.17	.07	-.17	.16	-		
7. Δ FC	-.16	.08	.21	.19	.14	.16	-	
8. Δ ASR	-.02	-.04	-.12	.03	-.15	-.08	-.20	-

Notas. Δ = Variação (Delta Score: T1 (pré) – T2 (pós), ou Intervenção – Reatividade); AP = Afeto Positivo; AN = Afeto Negativo; AG = Ansiedade Global; AC = Ansiedade Cognitiva; AS = Ansiedade Somática; NCP = Nível de Condutância da Pele; FC = Frequência Cardíaca; ASR = Arritmia Sinusal Respiratória. n = 36 para correlações envolvendo a NCP; n = 37 para as restantes. * $p < .05$. ** $p < .01$.

Análises Exploratórias: **Efeito Residual no Repouso Final**

De modo a explorar a manutenção dos efeitos de regulação alcançados na fase da intervenção, procedeu-se à comparação das métricas fisiológicas entre os três grupos exclusivamente durante o bloco de 2.5 minutos de repouso final. As ANOVAs *One-Way* não revelaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos no período de repouso final para a ASR, $F(2, 34) = 0.30$, $p = .742$, $\eta_p^2 = .017$, nem para o NCP, $F(2, 33) = 2.37$, $p = .109$, $\eta_p^2 = .126$. Devido à violação do pressuposto da homogeneidade das variâncias na FC, optou-se pelo reporte da estatística de Welch, que revelou um efeito principal estatisticamente significativo, $F(2, 20.94) = 8.22$, $p = .002$. Participantes na condição do psicólogo apresentaram uma frequência cardíaca significativamente superior ($M = 88.19$, $DP = 14.43$) em comparação com os participantes do grupo de controlo ($M = 72.73$, $DP = 6.77$; $p = .002$), não se tendo verificado diferenças estatisticamente significativas entre as restantes condições (ambos os $p > .05$).

Discussão

O presente estudo procurou comparar a eficácia de intervenções breves de regulação emocional (Psicólogo vs Chatbot*)*, avaliando a recuperação psicofisiológica após uma tarefa de

indução de stress agudo em realidade virtual. Tanto quanto foi possível verificar, esta investigação constitui uma das primeiras a integrar indução de stress imersiva, agentes conversacionais automatizados e monitorização contínua da ativação autonómica num único protocolo experimental, procurando contribuir para o conhecimento científico e colmatar lacunas na literatura, especialmente no contexto português.

Para o efeito, foram avaliados o nível de condutância da pele, a arritmia sinusal respiratória e a frequência cardíaca, desde a linha de base até ao do repouso final, bem como a ansiedade (i.e., STICSA-E) e o afeto (i.e., PANAS-VRP) no início e no final do protocolo experimental. Alinhando-se com o fracionamento direcional das respostas de stress (Gross & Barrett, 2011), as análises principais não revelaram associações entre as métricas biológicas e a experiência psicológica reportada – resultado explorado nas seguintes secções.

Recuperação Fisiológica

Os resultados demonstraram que as hipóteses relativas à recuperação fisiológica (H1) não foram suportadas, evidenciando-se uma ativação autonómica equivalente em todas as condições. Especificamente, a ASR manteve-se estável, não se registando diferenças significativas na desaceleração da FC ou na diminuição da NCP entre os grupos. Estes dados poderão ser explicados por uma confluência das características da amostra, do desenho experimental e da própria reatividade fisiológica ao stress e capacidade de recuperação homeostática.

A ausência de flutuações significativas na ASR poderá indicar que a tarefa experimental não foi suficiente para induzir níveis acentuados de stress, tal como ocorreu noutros estudos (Singeap-Tiron et al., 2026). O próprio momento de medição da linha de base poderá também ter contribuído para esta estabilidade parassimpática, através de um possível efeito de novidade, curiosidade ou algum nervosismo, associados à participação no protocolo laboratorial, deixando os participantes mais ativados do que o habitual e esbatendo o contraste com as medições subsequentes (Damoun et al., 2024). Outra possível explicação assenta-se no facto de na extração da ASR utilizou-se um valor constante padrão para a frequência respiratória que não reflete as variações reais do ritmo respiratório de cada participante, especialmente durante a respiração diafragmática que é tipicamente mais lenta.

Além disso, a própria natureza da tarefa de indução de stress poderá ter despoletado um processo de habituação precoce. Durante os oito minutos de exposição, os participantes verbalizaram a perceção de que nenhuma ameaça real se materializaria, possivelmente gerando

uma perceção de segurança que poderá ter sido reforçada pela presença de elementos gráficos familiares, que funcionaram como distratores (Langer et al., 2023; McRae & Gross, 2020). Alternativamente, estes modelos poderão ter quebrado a imersão ameaçadora, resultando na redução dos níveis de stress durante a exposição (Oh et al., 2024; Shirtcliff et al., 2024; Spytska, 2024). Autores como Chu et al. (2024) e Wang e Yin (2023) explicam que, em ambientes virtuais, a previsibilidade dos estímulos e a identificação de pistas de segurança estão associadas à ativação do córtex pré-frontal, o qual pode inibir a resposta da amígdala de forma *top-down*, extinguindo a perceção de ameaça mesmo na presença do estímulo.

Contudo, seria expectável que as intervenções ativas de respiração diafragmática tivessem um impacto superior na ASR ou na FC, o que não se verificou. Uma possível explicação prende-se com as exigências cognitivas da própria tarefa de regulação (Koay & Meter, 2023). A execução estruturada dos ciclos respiratórios exige um foco atencional e envolvimento ativo que estão ausentes no mero repouso passivo (Levinson et al., 2014). Assim, embora não se tenha medido diretamente a carga cognitiva, coloca-se a hipótese de que o esforço associado à monitorização da própria respiração se associe a uma ligeira ativação simpática, nivelando a resposta fisiológica entre fases experimentais (Grassmann et al., 2016; You et al., 2021). Ademais, estudos recentes têm demonstrado que a ativação rápida do sistema nervoso simpático imediatamente após um stressor agudo pode prejudicar temporariamente as redes pré-frontais responsáveis pela regulação cognitiva, exigindo recursos executivos adicionais na adoção de uma nova tarefa (Langer et al., 2023). Neste sentido, a familiaridade com o exercício poderia facilitado a passagem para a respiração diafragmática. No entanto, sendo este exercício desconhecido da maioria dos participantes, a curva de aprendizagem inicial pode ter influenciado a ativação simpática e parassimpática na recuperação (e.g., Ma et al., 2017). Tal como se observa com a meditação (You et al., 2021), o treino deste exercício pode estar associado à sua melhor eficácia.

Embora a indução de efeitos parassimpáticos robustos e o retorno à homeostasia necessitem, normalmente, de sessões mais longas de respiração lenta - frequentemente cerca de 15 minutos de intervenção controlada - (Kwon et al., 2026; You et al., 2021), os participantes piloto indicaram que o prolongamento deste exercício específico lhes induzia mal-estar. A duração de 2.5 minutos assumiu-se, assim, como um compromisso metodológico estritamente necessário para garantir o bem-estar da amostra. Neste sentido, equaciona-se que, com o treino prévio e o aperfeiçoamento da técnica, o tempo de intervenção possa aumentar progressivamente, mitigando o desconforto físico reportado (e.g., You et al., 2021).

Recuperação Subjetiva

No respeitante à recuperação subjetiva (H2), a hipótese não foi confirmada, revelando uma trajetória paradoxal no grupo Chatbot: enquanto os participantes dos grupos Psicólogo e Controlo apresentaram uma ligeira diminuição da ansiedade e do afeto negativo, o grupo Chatbot reportou um agravamento das emoções negativas e da ansiedade somática, após a intervenção. Além disso, a condição Psicólogo não se distinguiu significativamente do grupo de Controlo. Esta ausência de superioridade estatística sugere que, sem uma ativação fisiológica induzida pela tarefa, uma intervenção regulatória ativa poderá não oferecer vantagem adicional sobre o mero repouso passivo (Controlo), ou, alternativamente, que a carga cognitiva associada à aprendizagem do exercício com o Psicólogo poderá ter atenuado a perceção de alívio emocional.

É crucial ressalvar que os questionários de autorrelato foram aplicados no início e no final de todo o protocolo experimental, pelo que os níveis de afeto negativo e de ansiedade reportados podem não derivar exclusivamente das intervenções de regulação, mas refletir o impacto global da exposição à RV. Sob esta perspetiva, a interação com o chatbot poderá ter sido insuficiente para promover o relaxamento, contrastando com o repouso ou apoio humano.

O facto da ansiedade somática ter registado um aumento expressivo na avaliação final poderá ancorar-se no aumento da interoceção (i.e., a perceção consciente dos sinais internos do corpo; Meurs et al., 2023; Clemente et al., 2024) favorecida pelas intruções do chatbot de direcionamento atencional para os próprios sinais corporais (e.g., ritmo cardíaco, respiração e tensão muscular; Kim et al., 2021; Meurs et al., 2023). Como previamente mencionado, a respiração lenta e guiada, quando aplicada como exercício isolado, pode induzir desconforto ou dispneia, pelo que o foco nestas sensações, particularmente logo após a exposição imersiva, pode ter elevando os níveis de ativação autorrelatados (Clemente et al., 2024; You et al., 2021), dissociadas da estabilidade parassimpática observada. Este resultado pode ainda ser interpretado segundo o fenómeno do Equívoco Terapêutico (Khawaja & Bélisle-Pipon, 2023), no qual os utilizadores sobrestimam a capacidade das ferramentas digitais para fornecer apoio, criando falsas expectativas de um suporte equiparável ao de um humano (Tong et al., 2025; Torous et al., 2025). Contudo, os chatbots frequentemente carecem de curiosidade e empatia clínica genuínas (Tong et al., 2025; Yoo et al., 2026), podendo originar um desfasamento entre expectativas e realidade. Assim, nesta amostra, a primeira interação da maioria dos participantes com um agente conversacional poderá ter gerado estranheza perante a interação menos próxima das expectativas terapêuticas, contribuindo para um menor envolvimento e, consequentemente, maior ansiedade somática.

Mais ainda, esta discrepância poderá ter sido agravada pelo facto deste chatbot não dispor de acesso aos sinais não verbais do participante para adaptar a intervenção nem à modulação da voz, componente essencial da interação terapêutica (Scholich et al., 2025). Na prática clínica, o timbre e a cadência da voz integram o repertório de técnicas utilizadas pelos psicólogos para transmitir calma e segurança (APA, 2025; Fórum Nacional de Psicologia [FNP], 2025). Assim, a rutura da expectativa de suporte num momento de vulnerabilidade, aliada à ausência destes sinais empáticos, poderá ter contribuído para o sentimento de isolamento e o afeto negativo reportados.

Adicionalmente, a natureza genérica e estática da resposta digital poderá ter provocado exigência ou frustração (Fietta et al., 2024; Haque & Rubya, 2023). Nestes contextos de apoio, os chatbots fornecem frequentemente soluções padronizadas (*one-size-fits-all*), carecendo de uma compreensão matizada do estado do utilizador (Laymouna et al., 2024; Scholich et al., 2025). Segundo Scholich et al. (2025), enquanto um psicólogo utiliza questões abertas e exploração socrática, os chatbots adotam tendencialmente um tom excessivamente diretivo e focado na prescrição de soluções. No presente protocolo, a ausência de *feedback* responsivo contrastou com a adaptabilidade da intervenção pelo terapeuta humano, podendo a menor adaptação do sistema ter contribuído para a frustração experienciada e para os níveis de ansiedade somática reportados.

Por seu turno, a ausência de um ritmo guiado externamente (*pacing*) e a delegação do controlo da tarefa para o participante poderão ter igualmente contribuído para o aumento observado da ansiedade somática (Borghouts et al., 2021). Enquanto no grupo Psicólogo, a investigadora geriu ativamente o tempo e o processo de regulação, no grupo Chatbot essa gestão recaiu inteiramente sobre o participante. Esta modalidade exige uma autonomia para a qual a pessoa pode não estar preparada (Khawaja & Bélisle-Pipon, 2023), eliminando a perceção de suporte caso reproduza a técnica incorretamente (Schleicher et al., 2024). Importa referir que, na aprendizagem de uma técnica nova, a presença do psicólogo funciona como referência visual dinamicamente espelhada, guiando verbalmente o exercício e captando a atenção do utilizador (APA, 2025; FNP, 2025).

Em acréscimo, a perceção de estar sob avaliação no âmbito de um estudo poderá ter introduzido uma componente de "ansiedade de desempenho" (Meurs et al., 2023; Weissman & Mendes, 2021). Revisões sistemáticas contemporâneas identificaram que intervenções digitais puramente autoguiadas e totalmente automatizadas, sem suporte humano concorrente, apresentam taxas de abandono mais elevadas e eficácia clínica frequentemente inconclusiva ou inferior ao acompanhamento presencial (Balan et al., 2024; Pineda et al., 2023). Tal sugere que

os chatbots poderão assumir maior utilidade como um suporte complementar à intervenção psicológica clássica (e.g., monitorização entre sessões; FNP, 2025; Scholich et al., 2025), devendo ser introduzidos apenas quando o paciente já for capaz de se autorregular através destas estratégias com reduzido ou nenhum guia externo (Borghouts et al., 2021; Khawaja & Bélisle-Pipon, 2023).

Relação Psicofisiológica

Relativamente à Hipótese 3, não se verificou uma correlação significativa entre a magnitude da variação fisiológica e a melhoria dos indicadores subjetivos. Uma vez que as análises prévias não evidenciaram uma alteração fisiológica estatisticamente significativa e que a perceção subjetiva piorou no grupo Chatbot, a ausência desta associação não é surpreendente.

A formulação desta hipótese assentava nos modelos de coerência da resposta emocional, os quais postulam a ativação e desativação síncrona dos sistemas biológicos e cognitivos (Gross & Barrett, 2011). Contudo, a ausência de correlações no presente estudo remete para uma perspetiva teórica alternativa e amplamente debatida: o fenómeno de dessincronização ou acoplamento fraco (*loose coupling*) das respostas de stress (Gross & Barrett, 2011; Wang & Yin, 2023).

Importa reconhecer que a FC, a ASR e a NCP refletem componentes de regulação autonómica (Chu et al., 2024; Hanshans et al., 2024), enquanto as medidas subjetivas refletem a avaliação cognitiva consciente (Meurs et al., 2023; Wang & Yin, 2023). Segundo o modelo de Gross (2002), a emoção é um processo multicomponencial cujos domínios funcionam frequentemente com latências temporais distintas e de forma "desacoplada" (Gross & Barrett, 2011). Neste sentido, enquanto a resposta mediada pelo SNS é rápida a ativar-se e a dissipar-se, o processamento cognitivo é mais moroso (Chu et al., 2024; Langer et al., 2023). Isto oferece um enquadramento para a divergência encontrada: a estabilização fisiológica do organismo pode ter ocorrido de forma latente, enquanto a perceção de ansiedade se manteve elevada ou até agravada, especialmente no grupo chatbot, devido à carga cognitiva imposta pela tarefa.

Análises Exploratórias

Como complemento às hipóteses principais, a análise exploratória do período de repouso final revelou dinâmicas que sublinham a complexidade da interação entre o corpo e a mente. Destaca-se que o grupo Psicólogo apresentou uma frequência cardíaca significativamente superior à do grupo Controlo durante esta fase, contrastando

contraintuitivamente com os resultados subjetivos, onde este mesmo grupo reportou as maiores diminuições de ansiedade. Este paradoxo poderá ser compreendido à luz das exigências inerentes à interação humana. O contacto com um terapeuta, embora reconfortante e acolhedor, exige um esforço cognitivo e social contínuo, envolvendo escuta ativa, manutenção de contacto visual e processamento de pistas não verbais (Koay & Meter, 2023; Scholich et al., 2025). Pondera-se, assim, a hipótese de que este envolvimento interpessoal mantenha o sistema cardiovascular ligeiramente mais ativado mesmo após o término da intervenção, por oposição ao repouso passivo, isento dessa exigência social.

Por outro lado, o comportamento do grupo Chatbot oferece um claro exemplo da dessincronização psicofisiológica discutida na secção anterior. Apesar de terem reportado um agravamento da ansiedade somática e do afeto negativo após a intervenção, a sua fisiologia (FC, ASR e NCP) durante o repouso final estabilizou para níveis estatisticamente equivalentes aos do grupo Controlo. Isto sugere que a ansiedade gerada pelo chatbot foi essencialmente de natureza cognitiva e avaliativa – traduzindo frustração com a tecnologia, quebra de expectativas (Scholich et al., 2025; Haque & Rubya, 2023) ou dificuldade com a autonomia da tarefa (Khawaja & Bélisle-Pipon, 2023; Borghouts et al., 2021) –, sem se consubstanciar numa reação prolongada de pânico autonómico ou stress sistémico agudo. O corpo parece ter estabilizado, mas a avaliação mental da experiência permaneceu negativa.

Por fim, a convergência estatística da ASR e da NCP entre todos os grupos neste bloco final, independentemente da intervenção recebida, reforça a premissa da resiliência fisiológica intrínseca desta amostra: uma vez cessada a indução de stress e o esforço exigido pela tarefa de regulação, o organismo jovem e saudável possui uma capacidade rápida e natural de homeostasia (HHP, 2024; Weissman & Mendes, 2021). Sugere-se, assim, que o repouso absoluto, livre de exigências cognitivas ou sociais, atua como um poderoso equalizador autonómico.

Implicações Práticas e Clínicas

A integração de intervenções digitais na prática clínica suscita um debate necessário sobre limitações estruturais e éticas. A evidência atual sublinha que ferramentas automatizadas apresentam limitações perante situações de elevada gravidade, tendo falta de mecanismos fiáveis de triagem, além do risco de validar acriticamente distorções cognitivas (APA, 2025; Scholich et al., 2025). Salienta-se que o presente estudo não conclui que as intervenções digitais são ineficazes na sua globalidade, mas sim que, neste protocolo específico de recuperação aguda, uma intervenção breve, automatizada, baseada em respiração e sem adaptação

responsiva não produziu o padrão de recuperação esperado. Ainda assim, em linha com a evidência, o imenso potencial destas ferramentas mantém-se no modelo de cuidados híbridos, na disponibilidade 24/7 e no anonimato – mais valias para situações de ansiedade transitória, podendo ainda reduzir barreiras associadas à procura inicial de apoio (APA, 2025; Clark & Bailey, 2024; Olawade et al., 2024). O seu objetivo clínico não deve ser gerir crises severas de forma isolada – para as quais têm sido documentadas limitações e falhas de segurança em alguns sistemas (APA, 2025) –, mas atuar como ferramenta de apoio ao processo terapêutico, facilitando o acompanhamento profissional humano (Khawaja & Bélisle-Pipon, 2023; FNP, 2025; Scholich et al., 2025). Para que este futuro seja efetivo, torna-se impreterível que as entidades de saúde mental assumam a vanguarda na certificação destas plataformas, garantindo infraestruturas que assegurem o sigilo terapêutico e a transparência algorítmica, colocando a inteligência artificial, de forma segura, ao serviço da psicologia (APA, 2025; Laymouna et al., 2024; FNP, 2025).

Limitações do Estudo e Sugestões para Investigações Futuras

Apesar dos contributos relevantes, cabe identificar as limitações metodológicas do estudo. A dimensão amostral foi condicionada pela complexidade logística do protocolo experimental (e.g., exigência presencial, critérios de elegibilidade), resultando numa amostra (n = 37) inferior ao valor recomendado pela análise de poder estatístico (n = 42). Este poder estatístico reduzido aumenta o risco de erro Tipo II para o estudo como um todo, exigindo cautela na interpretação dos resultados e sublinhando que a ausência de diferenças estatísticas entre os grupos não equivale necessariamente à ausência de efeito fisiológico ou subjetivo. Ademais, a familiaridade prévia dos participantes com a investigadora pode ter introduzido um viés não quantificado na condição humana, introduzindo variabilidade não controlada.

Acresce que o paradigma de RV utilizado foi desenvolvido para induzir reações de medo ao simular um ambiente percetivelmente ameaçador. Consequentemente, a generalização da recuperação autonómica para stressores psicossociais exige cautela, sugerindo-se uma replicação futura deste protocolo com tarefas que envolvam indução de ansiedade de avaliação social (e.g., falar em público, *Trier Social Stress Test;* Weissman & Mendes, 2021). Os resultados do grupo Controlo, com desempenhos de recuperação comparáveis ou mesmo superiores em algumas métricas face ao grupo chatbot, levantam a possibilidade de que, imediatamente após um pico de stress agudo, a ausência de uma tarefa adicional possa favorecer a recuperação, comparativamente a uma autorregulação ativa (Langer et al., 2023). Estudos

futuros poderão implementar técnicas de regulação emocional alternativas (e.g., imagética guiada, *grounding* sensorial) e de menor complexidade cognitiva.

Considerando as premissas levantadas, propõe-se ainda a otimização experimental para investigações vindouras – via implementação de um período de habituação prévio para atenuar uma eventual ativação antecipatória basal e do recurso a cenários de RV previamente validados como indutores robustos de stress – antes da sua aplicação a populações clínicas (e.g., indivíduos com perturbações de ansiedade; Meshkat et al., 2024; Russell et al., 2017). Será igualmente fundamental incluir a "proficiência digital" e a "literacia em saúde mental" como variáveis moderadoras, averiguando se indivíduos com literacia tecnológica elevada colhem benefícios superiores da interação com agentes virtuais (Torous et al., 2025).

Relativamente à intervenção digital, recomenda-se a replicação deste estudo utilizando chatbots baseados em Grandes Modelos de Linguagem previamente validados clinicamente (Tong et al., 2025). O objetivo será avaliar se a capacidade da IA Generativa para processar linguagem natural e fornecer um feedback empático e responsivo consegue atenuar a ansiedade de desempenho e fomentar um relaxamento eficaz. Numa vertente complementar, investigações futuras podem explorar o potencial destas ferramentas no apoio pedagógico e tomada de decisão clínica, utilizando casos simulados para treinar o raciocínio clínico de estudantes de Psicologia de forma segura e controlada (OPP, 2024; Torous et al., 2025).

Conclusão

Analisando os resultados de forna holística, emerge uma perspetiva integradora sobre a resposta psicofisiológica em contexto laboratorial: não se observou uma vantagem fisiológica clara das intervenções (H1); apesar de uma redução transversal da ansiedade cognitiva sem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, a trajetória sugeriu uma evolução menos favorável na condição chatbot (H2); e, finalmente, não existiu correspondência direta entre métricas corporais e medidas de autorrelato (H3). Esta conjugação sugere, como conclusão central, que a regulação emocional perante tarefas imersivas e exercícios respiratórios breves não é um processo unitário que possa ser captado por um único indicador. Os dados demonstram que a estabilidade fisiológica não se associa necessariamente de forma linear à perceção subjetiva de alívio, evidenciando que as características de uma intervenção podem modular a avaliação cognitiva e interocetiva do participante sem produzir alterações imediatas na outra. Apesar das limitações, estes achados sublinham o potencial de protocolos

híbridos, integrando tecnologia e acompanhamento humano, como via promissora para a investigação futura em regulação emocional.

Referências

American Psychological Association [APA]. (2024, October 21). *Stress effects on the body*. American Psychological Association. https://www.apa.org/topics/stress/body

American Psychological Association. (2025, November). *Use of generative AI chatbots and wellness applications for mental health*. American Psychological Association. https://www.apa.org/topics/artificial-intelligence-machine-learning/health-advisory-chatbots-wellness-apps

Baek, G., Cha, C., & Han, J. H. (2025). AI chatbots for psychological health for health professionals: Scoping review. *JMIR Human Factors*, *12*. https://doi.org/10.2196/67682

Balan, R., Dobrean, A., & Poetar, C. (2024). Use of automated conversational agents in improving young population mental health: A scoping review. *Npj Digital Medicine*, *7*. https://doi.org/10.1038/s41746-024-01072-1

Barros, F., Figueiredo, C., Brás, S., Carvalho, J. M., & Soares, S. C. (2022). Multidimensional assessment of anxiety through the State-Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety (STICSA): From dimensionality to response prediction across emotional contexts. *PLoS ONE*, *17*(1). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262960

Bentley, T. G. K., D'Andrea-Penna, G., Rakic, M., Arce, N., LaFaille, M., Berman, R., Cooley, K., & Sprimont, P. (2023). Breathing practices for stress and anxiety reduction: Conceptual framework of implementation guidelines based on a systematic review of the published literature. *Brain Sciences*, *13*(12). https://doi.org/10.3390/brainsci13121612

Borghouts, J., Eikey, E., Mark, G., de Leon, C., Schueller, S. M., Schneider, M., Stadnick, N., Zheng, K., Mukamel, D., & Sorkin, D. H. (2021). Barriers to and facilitators of user engagement with digital mental health interventions: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, *23*(3). https://doi.org/10.2196/24387

Cacioppo, J. T., Chen, H. Y., & Cacioppo, S. (2017). Reciprocal influences between loneliness and self-centeredness: A cross-lagged panel analysis in a population-based sample of african american, hispanic, and caucasian adults. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *43*(8).

Carvalho, P. S., Pombal, N., Gama, J., & Loureiro, M. (2024). Mental health awareness: Stigma and help-seeking among portuguese college students. *Healthcare*, *12*. https://doi.org/10.3390/healthcare12242505

Casu, M., Triscari, S., Battiato, S., Guarnera, L., & Caponnetto, P. (2024). AI chatbots for mental Health: A scoping review of effectiveness, feasibility, and applications. *Applied Sciences (Switzerland)*, *14*. https://doi.org/10.3390/app14135889

Chu, B., Komal, M., Sanvictores, T., Awosika, A. O., & Ayers Affiliations, D. (2024). Physiology, stress reaction. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31082164/

Clark, M., & Bailey, S. (2024). Chatbots in health care: Connecting patients to information. *Canadian Journal of Health Technologies Canadian Journal of Health*, *4*(1). https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK602381/pdf/Bookshelf_NBK602381.pdf

Clemente, R., Murphy, A., & Murphy, J. (2024). The relationship between self-reported interoception and anxiety: A systematic review and meta-analysis. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* (Vol. 167). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105923

Damoun, N., Amekran, Y., Taiek, N., & el Hangouche, A. J. (2024). Heart rate variability measurement and influencing factors: Towards the standardization of methodology. *Global Cardiology Science and Practice*, (4), 1–15. https://doi.org/10.21542/gcsp.2024.35

Deepeshwar, S., & Budhi, R. B. (2022). Slow yoga breathing improves mental load in working memory performance and cardiac activity among yoga practitioners. *Frontiers in Psychology*, *13*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.968858

Entidade Reguladora da Saúde. (2023). *Acesso a cuidados de saúde mental nos hospitais do serviço nacional de saúde*. https://www.ers.pt/media/5oopoywj/estudo_saude_mental_20_12_23.pdf

Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, *41*(4), 1149–1160. https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, *39*(2), 175–191. https://doi.org/10.3758/bf03193146

Feijt, M., Kort, Y., Westerink, J., Bierbooms, J., Bongers, I., & IJsselsteijn, W. (2023). Integrating technology in mental healthcare practice: A repeated cross-sectional survey study on professionals' adoption of digital mental Health before and during COVID-19. *Frontiers in Psychiatry*, *13*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2022.1040023

Ferreira-Santos, F., Melo-e-Castro, J., Rebelo, D., & Martins, E. C. (2016). *State-Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety - Versão Portuguesa (STICSA-pt).* [Unpublished measurement instrument].

Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). SAGE.

Fietta, V., Rizzi, S., Luca, C. de, Gios, L., Pavesi, M. C., Gabrielli, S., Monaro, M., & Forti, S. (2024). A Chatbot-based version of the World Health Organization–Validated Self-Help Plus Intervention for stress management: Co-design and usability testing. *JMIR Human Factors*, *11*. https://doi.org/10.2196/64614

Fórum Nacional de Psicologia;, Conselho de Especialidade de Psicologia Clínica e da Saúde;, & Associações e Sociedades de Psicoterapia. (2025). *Uso da Inteligência Artificial (IA) em psicologia e no recurso à psicoterapia*.

Galinha, I. C., & Pais-Ribeiro, J. L. (2005). Contribuição para o estudo da versão portuguesa da Positive and Negative Affect Schedule (PANAS): II - Estudo psicométrico. *Análise Psicológica*, *2*(23), 219–227. http://publicacoes.ispa.pt/index.php/ap/article/viewFile/84/pdf

Galinha, I. C., Pereira, C. R., & Esteves, F. (2014). Versão reduzida da escala portuguesa de afeto positivo e negativo - PANAS-VRP: Análise fatorial confirmatória e invariância temporal. *Revista PSICOLOGIA*, *28*(1), 53–65.

George, D., & Mallery, P. (2020). *IBM SPSS Statistics 26 step by step: A simple guide and reference* (16th ed.). Taylor & Francis.

Grassmann, M., Vlemincx, E., von Leupoldt, A., Mittelstädt, J. M., & van den Bergh, O. (2016). Respiratory changes in response to cognitive load: A systematic review. In *Neural Plasticity* (Vol. 2016). Hindawi Limited. https://doi.org/10.1155/2016/8146809

Gross, J. (2002). Emotion regulation: Affective, cognitive, and social consequences. *Psychophysiology*, *39*, 281–291. https://doi.org/10.1017/S0048577201393198

Gross, J. J., & Barrett, L. (2011). Emotion generation and emotion regulation: One or two depends on your point of view. *Emotion Review*, *3*(1), 8–16. https://doi.org/10.1177/1754073910380974

Gulliver, A., Griffiths, K. M., & Christensen, H. (2010). Perceived barriers and facilitators to mental health help-seeking in young people: A systematic review. *BMC Psychiatry*. http://www.biomedcentral.com/1471-244X/10/113

Hamasaki, H. (2020). Effects of diaphragmatic breathing on health: A narrative review. *Medicines*, *7*, 65. https://doi.org/10.3390/medicines7100065

Han, Q., & Zhao, C. (2025). Unleashing the potential of chatbots in mental health: Bibliometric analysis. *Frontiers in Psychiatry*, *16*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2025.1494355

Hanshans, C., Amler, T., Zauner, J., & Bröll, L. (2024). Inducing and measuring acute stress in virtual reality: Evaluation of canonical physiological stress markers and measuring methods. *Journal of Environmental Psychology*, *94*. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102107

Haque, M., & Rubya, S. (2023). An overview of chatbot-based mobile mental health apps: Insights from app description and user reviews. *JMIR MHealth and UHealth*, *11*. https://doi.org/10.2196/44838

Harvard Health Publishing [HHP]. (2024). *Understanding the stress response: Chronic activation of this survival mechanism impairs health*. Harvard Health Publishing. https://www.health.harvard.edu/healthy-aging-and-longevity/understanding-the-stress-response

Hopper, S. I., Murray, S. L., Ferrara, L. R., & Singleton, J. K. (2019). Effectiveness of diaphragmatic breathing for reducing physiological and psychological stress in adults: A quantitative systematic review. *JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*, *17*(9), 1855–1876. https://doi.org/10.11124/JBISRIR-2017-003848

Kang, H., Kim, Y., Park, Y., & Hong, H. (2022). Study on changes in fatigue and immersion between glasses and contact lens wearers when using virtual reality games. *Journal of Korean Ophthalmic Optics Society*, *27*(4), 287–296. https://doi.org/10.14479/jkoos.2022.27.4.287

Khawaja, Z., & Bélisle-Pipon, J. C. (2023). Your robot therapist is not your therapist: understanding the role of AI-powered mental health chatbots. *Frontiers in Digital Health*, *5*. https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1278186

Kim, H. G., Cheon, E. J., Bai, D. S., Lee, Y. H., & Koo, B. H. (2017). Stress and heart rate variability: A meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry Investigation*, *15*(3), 235–245. https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17

Kim, H., Kim, D. J., Kim, S., Chung, W. H., Park, K. A., Kim, J. D. K., Kim, D., Kim, M. J., Kim, K., & Jeon, H. J. (2021). Effect of virtual reality on stress reduction and change of physiological parameters including heart rate variability in people with high stress: An open randomized crossover trial. *Frontiers in Psychiatry*, *12*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.614539

Koay, J. M., & Meter, A. van. (2023). The effect of emotion regulation on executive function. *Journal of Cognitive Psychology*, *35*(3), 315–329. https://doi.org/10.1080/20445911.2023.2172417

Kothe, C. (2023). *LabRecorder* (1.16.4).

Kuhlmeier, F. O., Bauch, L., Gnewuch, U., & Lüttke, S. (2025). Designing chatbots to treat depression in youth: Qualitative study. *JMIR Human Factors*, *12*. https://doi.org/10.2196/66632

Kwon, C. Y., Won, J., & Lee, B. (2026). The health effects of diaphragmatic breathing: A systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*, *96*. https://doi.org/10.1016/j.ctim.2025.103317

Laborde, S., Mosley, E., & Thayer, J. F. (2017). Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research - Recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. *Frontiers in Psychology*, *8*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00213

Langer, K., Jentsch, V. L., & Wolf, O. T. (2023). Rapid effects of acute stress on cognitive emotion regulation. *Psychoneuroendocrinology*, *151*. https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2023.106054

Laymouna, M., Ma, Y., Lessard, D., Schuster, T., Engler, K., & Lebouché, B. (2024). Roles, users, benefits, and limitations of chatbots in health care: Rapid review. *Journal of Medical Internet Research*, *26*. https://doi.org/10.2196/56930

Levinson, D. B., Stoll, E. L., Kindy, S. D., Merry, H. L., & Davidson, R. J. (2014). A mind you can count on: Validating breath counting as a behavioral measure of mindfulness. *Frontiers in Psychology*, *5*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01202

Li, J., Li, Y., Hu, Y., Ma, D. C. F., Mei, X., Chan, E. A., & Yorke, J. (2025a). Chatbot-delivered interventions for improving mental health among young people: A systematic review and meta-analysis. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, *22*. https://doi.org/10.1111/wvn.70059

Li, Y., Chung, T. Y., Lu, W., Li, M., Ho, Y. W. B., He, M., Mei, X., Chen, D., & Bressington, D. (2025b). Chatbot-based mindfulness-based stress reduction program for university students with depressive symptoms: Intervention development and pilot evaluation. *Journal of the American Psychiatric Nurses Association*, *31*(4), 398–411. https://doi.org/10.1177/10783903241302092

Ma, X., Yue, Z. Q., Gong, Z. Q., Zhang, H., Duan, N. Y., Shi, Y. T., Wei, G. X., & Li, Y. F. (2017). The effect of diaphragmatic breathing on attention, negative affect and stress in healthy adults. *Frontiers in Psychology*, *8*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00874

Marktest. (2025). *Estudo nacional de saúde 2025: Estado da saúde geral da população portuguesa*. https://assets.medicare.pt/docs/estudo-marktest/estudo-marktest-medicare-saudemental-2025.pdf?_gl=1*3wbocp*_gcl_au*MTMwNTIwNDg4LjE3NzAzMTY4NjM.

McGorry, P., Gunasiri, H., Mei, C., Rice, S., & Gao, C. X. (2025). The youth mental health crisis: analysis and solutions. *Frontiers in Psychiatry*, *15*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2024.1517533

McRae, K., & Gross, J. J. (2020). Emotion Regulation. *Emotion*, *20*(1), 1–9. https://doi.org/10.1037/emo0000703.supp

Meshkat, S., Edalatkhah, M., di Luciano, C., Martin, J., Kaur, G., Hee Lee, G., Park, H., Torres, A., Mazalek, A., Kapralos, B., Dubrowski, A., & Bhat, V. (2024). Virtual Reality and Stress Management: A Systematic Review. *Cureus*, *16*(7). https://doi.org/10.7759/cureus.64573

Meurs, J. A., Rossi, A. M., Perrewé, P. L., & Kolinski, M. J. (2023). Physiological reactions to and recovery from acute stressors: the roles of chronic anxiety and stable resources. *Health Psychology Report*, *11*(3), 223–240. https://doi.org/10.5114/hpr/153968

Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, *22*, 67–72. https://doi.org/10.4103/aca.ACA_157_18

Murphy, C., Hardman, M. P., Reynolds, K. A., & Mota, N. (2026). Mental health literacy and information needs of young adults with first episode psychosis and their support persons. *Early Intervention in Psychiatry*, *20*. https://doi.org/10.1111/eip.70148

Nogueira-Leite, D., Marques-Cruz, M., & Cruz-Correia, R. (2024). Individuals' attitudes toward digital mental health apps and implications for adoption in Portugal: web-based survey. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, *24*. https://doi.org/10.1186/s12911-024-02488-1

Norelli, S., Long, A., & Krepps Affiliations, J. M. (2023). Relaxation techniques. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513238/

Nova Health Economics & Management Knowledge Center. (2026). *Automedicação em Portugal: Práticas, determinantes e perfis comportamentais*.

https://www.novasbe.unl.pt/Portals/0/Files/Social%20Equity%20Initiative/Automedicacao_em_Portugal_WEB.pdf

Nyakhar, S., & Wang, H. (2025). Effectiveness of artificial intelligence chatbots on mental health & well-being in college students: a rapid systematic review. *Frontiers in Psychiatry*, *16*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2025.1621768

Oh, H.-K., Cho, Y. J., Kim, J. J., Shin, B., Kim, S. J., Park, S., Seok, J. H., Kim, S., & Kim, E. (2024). Advancing ecological validity and clinical utility in virtual reality-based continuous performance test: exploring the effects of task difficulty and environmental distractors. *Frontiers in Psychiatry*, *14*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2023.1329221

Olawade, D. B., Wada, O. Z., Odetayo, A., David-Olawade, A. C., Asaolu, F., & Eberhardt, J. (2024). Enhancing mental health with artificial intelligence: Current trends and future prospects. *Journal of Medicine, Surgery, and Public Health*, *3*. https://doi.org/10.1016/j.glmedi.2024.100099

OpenAI. (2026). *ChatGPT (GPT-5.6 Luna)*. OpenAI.

Opie, J. E., Vuong, A., Pearce, N., McIntosh, J., & Kuntsche, S. (2026). Brief digital interventions for adults with emerging mental health concerns: A systematic review reporting on socioemotional outcomes. *Mental Health and Digital Technologies*, *3*(1), 107–137. https://doi.org/10.1108/mhdt-07-2025-0049

Ordem dos Psicólogos Portugueses [OPP]. (2015). *A Situação da psicologia no Serviço Nacional de Saúde*. www.ordemdospsicologos.pt

Ordem dos Psicólogos Portugueses [OPP]. (2022). *Parecer OPP - Rácio de psicólogos e psicólogas*. https://recursos.ordemdospsicologos.pt/files/artigos/parecer_opp_r__cio_de_psic__logos_e_psic__logas_vf3-3.pdf

Ordem dos Psicólogos Portugueses [OPP]. (2025). *Propostas para a XVII legislatura*. https://www.ordemdospsicologos.pt/ficheiros/documentos/propostas_xvii_legislatura.pdf

Pang, H., Lu, Y., Yuan, X., Yang, R., Zhang, Y., Yan, X., Zhang, L., Huang, J., Zheng, W., & Li, G. (2026). Trends in the prevalence and burden of mental disorders among adolescents and young adults, 1990–2021. *Frontiers in Public Health*, *14*. https://doi.org/10.3389/fpubh.2026.1767326

Pineda, B. S., Mejia, R., Qin, Y., Martinez, J., Delgadillo, L. G., & Muñoz, R. F. (2023). Updated taxonomy of digital mental health interventions: A conceptual framework. *mHealth*, *9*. https://doi.org/10.21037/mhealth-23-6

Pinho, L. G., Engström, M., Silva, M. R., Fonseca, C., Lindberg, M., Jelinek, L., Börsting, J., Afonso, A., Jacinto, G., Nilsson, A., Schröder, J., & Schneider, B. C. (2025). Help-seeking preferences and barriers for mental health problems among university students in Portugal, Germany, and Sweden. *Journal of Affective Disorders*, *379*, 782–792. https://doi.org/10.1016/j.jad.2025.03.044

Pop-Jordanova, N., & Pop-Jordanov, J. (2020). Electrodermal Activity and Stress Assessment. *PRILOZI*, *41*(2), 5–15. https://doi.org/10.2478/prilozi-2020-0028

Radez, J., Reardon, T., Creswell, C., Lawrence, P. J., Evdoka-Burton, G., & Waite, P. (2021). Why do children and adolescents (not) seek and access professional help for their mental health problems? A systematic review of quantitative and qualitative studies. In *European Child and Adolescent Psychiatry* (Vol. 30, Issue 2, pp. 183–211). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/s00787-019-01469-4

Ree, M., French, D., MacLeod, C., & Locke, V. (2008). Distinguishing cognitive and somatic dimensions of state and trait anxiety: Development and validation of the State-Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety (STICSA). *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*, *36*, 313–332. https://doi.org/10.1017/S1352465808004232

Russell, M. E. B., Scott, A. B., Boggero, I. A., & Carlson, C. R. (2017). Inclusion of a rest period in diaphragmatic breathing increases high frequency heart rate variability: Implications for behavioral therapy. *Psychophysiology*, *54*(3), 358–365. https://doi.org/10.1111/psyp.12791

Santomauro, D. F., Miller, P. A., Shadid, J., Wulf Hanson, S., Vo, A., Roy, D. J., Hagins, H., Mantilla Herrera, A. M., Scott, J. G., Erskine, H. E., McGrath, J. J., Aalruz, H., Abbastabar, H., Abdel Razeq, N. M. I., Abdelgalil, A. A., Abdolizadeh, A., Abdulah, D. M., Abdulmalik, A. E., Abebe, M. G., … Ferrari, A. J. (2026). Updated trends in the global prevalence and burden of mental disorders, 1990-2023: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023. *The Lancet*, *407*(10543), 2040–2064. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(26)00519-2

Sapien Labs. (2026). *Global mind health in 2025*. https://sapienlabs.org/global-mind-health-report/

Schleicher, D., Jarvers, I., Kocur, M., Kandsperger, S., Brunner, R., & Ecker, A. (2024). Does it need an app? – Differences between app-guided breathing and natural relaxation in adolescents after acute stress. *Psychoneuroendocrinology*, *169*. https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2024.107148

Scholich, T., Barr, M., Stirman, S. W., & Raj, S. (2025). A Comparison of responses from human therapists and large language model–based chatbots to assess therapeutic communication: Mixed methods study. *JMIR Mental Health*, *12*. https://doi.org/10.2196/69709

Schueller, S. M., & Torous, J. (2020). Scaling evidence-based treatments through digital mental health. *American Psychologist*, *75*(8), 1093–1104. https://doi.org/10.1037/amp0000654

Shirtcliff, E. A., Finseth, T. T., Winer, E. H., Glahn, D. C., Conrady, R. A., & Drury, S. S. (2024). Virtual stressors with real impact: What virtual reality-based biobehavioral research can teach us about typical and atypical stress responsivity. In *Translational Psychiatry* (Vol. 14). Springer Nature. https://doi.org/10.1038/s41398-024-03129-x

Singeap-Tiron, M. S., Onita, C. A., Matei, D. V., Dobrin, P. R., Gotca, I., Radeanu, M. A., Petrescu-Miron, D. I., & Mocanu, V. (2026). Virtual reality-based stress paradigms and early adversity: A scoping review of mechanisms and stress-response systems. *Frontiers in Psychiatry*, *17*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2026.1881373

Smiti, A. (2020). A critical overview of outlier detection methods. *Computer Science Review*, *38*. https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100306

Soma, C. S., Baucom, B. R. W., Xiao, B., Butner, J. E., Hilpert, P., Narayanan, S., Atkins, D. C., & Imel, Z. E. (2020). Coregulation of therapist and client emotion during psychotherapy. *Psychotherapy Research*, *30*(5), 591–603. https://doi.org/10.1080/10503307.2019.1661541

Spytska, L. (2024). The use of virtual reality in the treatment of mental disorders such as phobias and post-traumatic stress disorder. *SSM - Mental Health*, *6*. https://doi.org/10.1016/j.ssmmh.2024.100351

Tong, A. C. Y., Wong, K. T. Y., Chung, W. W. T., & Mak, W. W. S. (2025). Effectiveness of topic-based chatbots on mental health self-care and mental well-being: Randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, *27*. https://doi.org/10.2196/70436

Torous, J., Linardon, J., Goldberg, S. B., Sun, S., Bell, I., Nicholas, J., Hassan, L., Hua, Y., Milton, A., & Firth, J. (2025). The evolving eld of digital mental health: Current evidence and implementation issues for smartphone apps, generative artificial intelligence, and virtual reality. *World Psychiatry*, *24*, 156–174. https://doi.org/10.1002/wps.21299

Tripathi, A., Brahma, A., Malhotra, S., & Akula, V. (2023). Clinical practice guidelines for assessment and management of patients presenting with psychosocial crisis. *Indian*

Journal of Psychiatry, *65*(2), 12–20. https://doi.org/https://doi.org/10.4103/indianjpsychiatry.indianjpsychiatry_485_22

Troy, A. S., Shallcross, A. J., Brunner, A., Friedman, R., & Jones, M. C. (2018). Cognitive reappraisal and acceptance: Effects on emotion, physiology, and perceived cognitive costs. *Emotion*, *18*(1), 58–74. https://doi.org/10.1037/emo0000371

Tsakona, P., Kitsatis, I., Apostolou, T., Papadopoulou, O., & Hristara-Papadopoulou, A. (2025). The effect of diaphragmatic breathing as a complementary therapeutic strategy in stress of children and teenagers 6–18 years old. *Children*, *12*. https://doi.org/10.3390/children12010059

Vaccarino, V., & Bremner, J. D. (2024). Stress and cardiovascular disease: An update. *Nature Reviews Cardiology*, *21*(9), 603–616. https://doi.org/10.1038/s41569-024-01024-y

Venkataanusha, P., Anuradha, Ch., Murty, P. S. R. C., & Kiran, C. S. (2019). Detecting Outliers in High Dimensional Data Sets Using Z-Score Methodology. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, *9*(1), 48–53. https://doi.org/10.35940/ijitee.A3910.119119

Wang, Y. X., & Yin, B. (2023). A new understanding of the cognitive reappraisal technique: An extension based on the schema theory. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *17*. https://doi.org/10.3389/fnbeh.2023.1174585

Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*(6), 1063–1070. https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063

Weissman, D. G., & Mendes, W. B. (2021). Correlation of sympathetic and parasympathetic nervous system activity during rest and acute stress tasks. *International Journal of Psychophysiology*, *162*, 60–68. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2021.01.015

World Health Organization. (2025). World mental health today: Latest data. In *World Health Organization*. https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/31714489-1345-4439-8b37-6cbdc52e15ca/content

Xavier, M., Barreto, H., Cuz, M., & Domingos, P. (2024). *Reforma da saúde mental: Três anos de transformação*. https://doi.org/10.34619/1n9a-yb44

Yang, Y., Tavares, J., & Oliveira, T. (2026). Exploring users′ acceptance and engagement with mental health chatbots: Insights from an integrative review. *International Journal of Telemedicine and Applications*. https://doi.org/10.1155/ijta/9055091

Yassin, F. (2024, September 23). *Why young people avoid mental health support*. The Wave Clinic. https://thewaveclinic.com/blog/why-young-people-seek-and-not-seek-mental-health-support/

Yau, K. K. Y., & Loke, A. Y. (2021). Effects of diaphragmatic deep breathing exercises on prehypertensive or hypertensive adults: A literature review. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, *43*. https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2021.101315

Yoo, D. W., Shi, J. M., Rodriguez, V. J., & Saha, K. (2026). AI chatbots for mental health self-management: Lived experience–centered qualitative study. *JMIR Mental Health*, *13*. https://doi.org/10.2196/78288

You, M., Laborde, S., Zammit, N., Iskra, M., Borges, U., Dosseville, F., & Vaughan, R. S. (2021). Emotional intelligence training: Influence of a brief slow-paced breathing exercise on psychophysiological variables linked to emotion regulation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*. https://doi.org/10.3390/ijerph18126630

Zhong, W., Luo, J., & Zhang, H. (2024). The therapeutic effectiveness of artificial intelligence-based chatbots in alleviation of depressive and anxiety symptoms in short-course treatments: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, *356*, 459–469. https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.04.057

Anexos

Anexo A: Questionário de Triagem e Critérios de Elegibilidade

Bem vindo(a)!
Antes de participar neste estudo, precisamos de confirmar se reúne as condições necessárias. Para isso, pedimos que responda a algumas questões simples. As suas respostas são confidenciais e destinam-se apenas a confirmar se cumpre os critérios definidos para este estudo. Este processo demora apenas 2 minutos. Por favor, responda com sinceridade.

Antes de avançar, por favor leia o seguinte consentimento informado e escolha uma das seguintes opções:
O presente estudo denomina-se «Entre o virtual e o Real» e está a ser realizado no âmbito de um projeto de investigação do Mestrado em Psicologia da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto.A participação no estudo consistirá numa experiência individual, em ambiente laboratorial, onde terá de responder a questionários breves e passar por uma experiência de realidade virtual. Durante o estudo serão ainda recolhidas medidas fisiológicas, como o batimento cardíaco e/ou a resposta galvânica da pele. O procedimento incluirá ainda alguns exercícios breves de relaxamento ou regulação emocional. No entanto, antes de avançar para essa fase, solicitamos que responda a algumas questões iniciais no presente questionário e que têm como objetivo verificar se reúne os critérios de elegibilidade para o estudo propriamente dito. Caso seja considerado(a) elegível, no final do questionário, ser-lhe-á pedido que indique um contacto telefónico e/ou endereço de email, com a única finalidade de permitir que a investigadora responsável o(a) possa contactar posteriormente para agendar a participação presencial na experiência, a decorrer no Laboratório de Neuropsicologia da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto. Estes dados de contacto serão destruídos após a sua participação presencial. Os dados recolhidos serão utilizados exclusivamentepara fins de investigação científica, garantindo-se a confidencialidade, de acordo com a legislação aplicável em matéria de proteção de dados. Poderá desistir a qualquer momento, sem qualquer prejuízo para si e solicitar o acesso, retificação, apagamento ou limitação do tratamento dos seus dados, através do e-mail up202403024@up.pt. Em caso de questões relacionadas com o tratamento de dados pessoais poderá contactar a Encarregada da Proteção de Dados da Universidade do Porto – dpo@reit.up.pt."

- Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas. Desta forma, aceito voluntariamente participar neste estudo e autorizo a utilização dos dados que forneci, confiando que serão utilizados exclusivamente para os fins desta investigação, respeitando as garantias de confidencialidade e anonimato que me foram asseguradas pela aluna investigadora responsável.
- Não concordo em participar no estudo.

É residente em Portugal?

- Sim
- Não

É residente em Portugal...

- Há mais de 5 anos
- Há menos de 5 anos

Nos últimos 12 meses, foi-lhe atribuído algum diagnóstico clínico relacionado com a saúde mental?

- Sim
- Não

Nos últimos 12 meses, recebeu algum diagnóstico clínico de natureza neurológica? (Por exemplo, epilepsia, outras condições associadas a convulsões, fotossensibilidade, sistema nervoso...)

- Sim
- Não
- Não tenho a certeza

Entendemos que algumas pessoas podem não ter certeza sobre o seu historial médico. Se estiver confortável, por favor descreva qualquer dúvida ou condição relevante que deveríamos conhecer. _____

Possui atualmente um diagnóstico clínico formal de doença cardiovascular?

- Sim
- Não

Está, neste momento, a realizar algum tratamento com psicofármacos ou outro tipo de medicação?

- Sim
- Não

Se sim, qual? _____

Utiliza atualmente óculos ou lentes de contacto?

- Apenas óculos
- Apenas lentes de contacto
- Os dois (óculos e lentes de contacto)
- Não utilizo nenhum

Já teve experiências significativas prévias com realidade virtual (VR)? (Por exemplo, jogos, simulações, experiências de treino ou aplicações educativas, de forma regular ou por um longo período)

- Sim
- Não

Já teve experiências prévias com programas ou aplicações digitais utilizadas para apoio psicológico ou bem-estar mental?

- Sim
- Não

Se sim, qual? _____

Como considera ser o seu nível de experiência com tecnologias digitais?

- Baixo (pouca experiência com computadores, aplicações ou dispositivos digitais; uso apenas quando necessário; pouca confiança com novas tecnologias e dificuldade em se adaptar a novas ferramentas)
- Médio (alguma experiência com computadores, telemóveis e aplicações; uso regular; razoavelmente confortável com novas tecnologias e consegue adaptar-se com alguma orientação)
- Alto (experiência avançada com computadores, telemóveis e aplicações; uso frequente e autónomo; confortável com novas tecnologias e aplicações digitais; adapta-se facilmente a novas ferramentas)

Idade _____

Género

- Feminino
- Masculino
- Não binário
- Outro

Nacionalidade _____

Nível de escolaridade

- Ensino básico
- Ensino secundário
- Ensino superior (licenciatura)
- Pós-graduação
- Mestrado
- Doutoramento
- Outro

Profissão / Área de trabalho _____

Estado civil

- Solteiro(a)

- Casado(a) / União de facto
- Separado(a) / Divorciado(a)
- Outro

Parabéns! Cumpre os critérios para participar.
Por favor: Crie um código pessoal anónimo que não contenha o seu nome nem outros dados pessoais. Este código será usado apenas para identificar as suas respostas. Assim, deverá colocar duas letras à sua escolha (e.g., AB), seguidas de dois números (e.g., 12) e novamente duas letras (e.g., AB), ficando este o seu código (e.g., AB12AB).
Atenção! Deverá utilizar outro código diferente do exemplo dado :)
Por favor, registe o código e guarde-o, uma vez que voltará a precisar dele para a fase presencial.

_____

Indique um nº de telefone e/ou um e-mail válido, o qual será utilizado apenas para o contacto relativo ao agendamento do estudo. Mais uma vez, os seus dados serão tratados com confidencialidade e utilizados apenas para efeitos do estudo.

Telefone/Telemóvel _____
Email _____

Quem me poderá dar mais informações?
Poderá contactar a investigadora para obter mais informações através do seguinte email - up202403024@up.pt. Em caso de questões relacionadas com o tratamento dos dados pessoais poderá contactar a Encarregada da Proteção de Dados da Universidade do Porto – dpo@reit.up.pt.

Anexo B: Caracterização sociodemográfica por condição experimental

Variável	Condição		
	Chatbot (*n* = 13)	Psicólogo (*n* = 12)	Controlo (*n* = 12)
Idade (anos), *M* (*DP*)	21.92 (3.27)	23.33 (2.50)	20.50 (2.24)
Género, *n* (%)			
Feminino	8 (61.5%)	9 (75.0%)	4 (33.3%)
Masculino	5 (38.5%)	3 (25.0%)	8 (66.7%)
Nacionalidade, *n* (%)			
Portuguesa	11 (84.6%)	11 (91.7%)	10 (83.3%)
Brasileira	1 (7.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Francesa	1 (7.7%)	1 (8.3%)	2 (16.7%)
Estado Civil, *n* (%)			
Solteiro(a)	12 (92.3%)	12 (100.0%)	12 (100.0%)
Casado(a)/UF	1 (7.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Nível de Escolaridade, *n* (%)			
Ensino Secundário	4 (30.8%)	1 (8.3%)	3 (25.0%)
Licenciatura	9 (69.2%)	5 (41.7%)	7 (58.3%)
Mestrado	0 (0.0%)	6 (50.0%)	2 (16.7%)
Nível de Proficiência Digital, *n* (%)			
Médio	5 (38.5%)	7 (58.3%)	3 (25.0%)
Alto	8 (61.5%)	5 (41.7%)	9 (75.0%)
Experiência com Tecnologias De Saúde Mental, *n* (%)			
Sim	2 (15.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Não	11 (84.6%)	12 (100.0%)	12 (100.0%)
Correção Visual, *n* (%)			
Sem correção	8 (61.5%)	6 (50.0%)	7 (58.3%)
Apenas Óculos	3 (23.1%)	4 (33.3%)	3 (25.0%)
Apenas Lentes	0 (0.0%)	1 (8.3%)	1 (8.3%)
Óculos e Lentes	2 (15.4%)	1 (8.3%)	1 (8.3%)
Profissional, *n* (%)			
Estudante	9 (69.2%)	7 (58.3%)	8 (66.7%)
Trabalhador(a)-E	2 (15.4%)	1 (8.3%)	0 (0.0%)
Trabalhador(a)	2 (15.4%)	3 (25.0%)	4 (33.3%)
Desempregado(a)	0 (0.0%)	1 (8.3%)	0 (0.0%)

Nota. Lentes = Lentes de contacto; Trabalhador(a)-E = Trabalhador(a)-Estudante; UF = União de Facto.

Anexo C: Script de Processamento do Nível de Condutância da Pele (NCP), adaptado de Barroso (2024)

```
clear
close all
code = 'INSERIR_CODIGO';
% Inserir os tempos específicos de cada participante
int_start = duration(0,0,0);
int_middle = duration(0,0,0);
int_end = duration(0,0,0);

file_path = ['sub-' code '_ses-S001_task-Default_run-001_eeg.txt'];
data = readtable(file_path, 'HeaderLines', 3, 'Delimiter', '\t', 'ReadVariableNames', false);
data.Properties.VariableNames (1:7) = {'Time', 'Unused1', 'ECG', 'Unused2', 'EDA',
'Unused3', 'Unused4'};
data.Time = data.Time * 10;

markerFile = ['sub-' code '_ses-S001_task-Default_run-001_eegMARKERS.txt'];
markers = readtable(markerFile, 'Delimiter', '\t', 'HeaderLines', 1, 'ReadVariableNames',
false);
markers.Properties.VariableNames = {'Time of Markers', 'Markers'};

headers = {'SCL_baseline', 'SCL_exp_condition', 'SCL_int_ab', 'SCL_int_rest'};
eda_conv = (((data.EDA ./ (2^10)) * 3.3) ./ 0.12);

marker_durations = markers.('Time of Markers');
marker_milliseconds = milliseconds(marker_durations);
keep_idx = [true; (marker_milliseconds(2:end) ~= marker_milliseconds(1:end-1)) | ...
   ~strcmp(string(markers.Markers(2:end)), string(markers.Markers(1:end-1)))];
markers = markers(keep_idx, :);
marker_milliseconds = marker_milliseconds(keep_idx);

m = milliseconds(int_start);
n = milliseconds(int_middle);
```

```
o = milliseconds(int_end);

%% Extract markers
a = NaN; b = NaN; d = NaN; l = NaN;
for i = 1:length(marker_milliseconds)
    currentMarker = char(markers.Markers(i));
    if isnan(a) && strcmp(currentMarker, 'Base line start')
        a = marker_milliseconds(i);
    elseif isnan(b) && strcmp(currentMarker, 'Base Line Ended')
        b = marker_milliseconds(i);
    elseif isnan(d) && strcmp(currentMarker, 'Thunder')
        d = marker_milliseconds(i);
    elseif isnan(l) && strcmp(currentMarker, 'End')
        l = marker_milliseconds(i);
    end
    if ~isnan(a) && ~isnan(b) && ~isnan(d) && ~isnan(l), break; end
end

intervals = {[a,b], [d,l], [m,n], [n,o]};
SCL_export = cell(1, length(intervals));

for j = 1:length(intervals)
    interval_range = intervals{j};
    indices = data.Time >= interval_range(1) & data.Time <= interval_range(2);
    SCL_export{j} = mean(eda_conv(indices), 'omitnan');
end

results_cell = [headers; SCL_export];
writecell(results_cell, fullfile(pwd, ['EDA_' code '.xlsx']));
disp('EDA Export completed successfully.');
```

Anexo D: Script de Processamento da Frequência Cardíaca (FC), adaptado de Barroso (2024)

```
clear
close all
code = 'INSERIR_CODIGO';
% Inserir os tempos específicos de cada participante
int_start = duration(0,0,0);
int_middle = duration(0,0,0);
int_end = duration(0,0,0);

%% Import files .txt and define the name of each column
file_path = ['sub-' code '_ses-S001_task-Default_run-001_eeg.txt'];
data = readtable(file_path, 'HeaderLines', 3, 'Delimiter', '\t', 'ReadVariableNames', false);
if width(data) > 7
    data = data(:, 1:7);
end
data.Properties.VariableNames = {'Time', 'Unused1', 'ECG', 'Unused2', 'EDA', 'Unused3',
'Unused4'};
Fs_real = 100;
data.Time = data.Time * (1000 / Fs_real);

markerFile = ['sub-' code '_ses-S001_task-Default_run-001_eegMARKERS.txt'];
markers = readtable(markerFile, 'Delimiter', '\t', 'HeaderLines', 1, 'ReadVariableNames',
false);
markers.Properties.VariableNames = {'Time of Markers', 'Markers'};

%% Create headers for the results
headers = {'Participant','HR_baseline', 'HR_exp_condition', 'HR_int_ab', 'HR_int_rest'};

%% Filter and data characteristics
Fs = 100;
FN = Fs/2;
f_low = 0.67;
```

```
f_high = 40;
norm_cutoff = [f_low, f_high] / (FN);
[z, y] = butter(4, norm_cutoff, 'bandpass');

%% Conversion ECG data
ecg_conv = (((((data.ECG ./ (2^10)) - 0.5) * 3.3) ./ 1100) * 1000)*(-1);
ecg_conv(isnan(ecg_conv)) = 0;
filt_ecg = filtfilt(z, y, ecg_conv);

%% Baseline noise removal
ssds = zeros(1, 3);
cur_lp = filt_ecg;
iterations = 0;
while true
   [lp, hp] = dwt(cur_lp, 'db4');
   ssds = circshift(ssds, [-1, -1]);
   ssds(end) = sum(hp .^ 2);
   if ssds(3) > ssds(2) && ssds(1) > ssds(2)
      break;
   end
   cur_lp = lp;
   iterations = iterations + 1;
end
ecg_baseline = cur_lp;
for i = 1:iterations
   ecg_baseline = idwt(ecg_baseline, zeros(size(ecg_baseline)), 'db4');
end
ecg_baseline = ecg_baseline(1:length(filt_ecg));
ecg_without_baseline = filt_ecg - ecg_baseline;

%% Conversion of the markers time
marker_durations = markers.('Time of Markers');
marker_milliseconds = milliseconds(marker_durations);
```

```
m = milliseconds(int_start);
n = milliseconds(int_middle);
o = milliseconds(int_end);

%% Extract markers
a = NaN; b = NaN; c = NaN; d = NaN; e = NaN; f = NaN; g = NaN; h = NaN; k = NaN; l =
NaN;
for i = 1:length(marker_milliseconds)
    currentMarker = char(markers.Markers(i));
    if isnan(a) && strcmp(currentMarker, 'Base line start')
        a = marker_milliseconds(i);
    elseif isnan(b) && strcmp(currentMarker, 'Base Line Ended')
        b = marker_milliseconds(i);
    elseif isnan(d) && strcmp(currentMarker, 'Thunder')
        d = marker_milliseconds(i);
    elseif isnan(l) && strcmp(currentMarker, 'End')
        l = marker_milliseconds(i);
    end
    if ~isnan(a) && ~isnan(b) && ~isnan(d) && ~isnan(l)
        break;
    end
end

%% Split ECG and calculate HR
intervals = {[a,b], [d,l], [m,n], [n,o]};
HR_export = cell(1, length(intervals));
save_folder =  ['ECG_' code];
if ~exist(save_folder, 'dir'), mkdir(save_folder); end

for j = 1:length(intervals)
    interval_range = intervals{j};
    indices = data.Time >= interval_range(1) & data.Time <= interval_range(2);
    ecg_data = ecg_without_baseline(indices);
```

```
    if ~isempty(indices) && any(indices)
        [peaks, peak_locations] = findpeaks(ecg_without_baseline(indices), 'MinPeakDistance',
46, 'MinPeakProminence', 0.1, 'MinPeakHeight', 0.15);
        peak_locations = peak_locations + find(indices, 1) - 1;
    else
        peak_locations = [];
    end

    %% Início da Inspeção e Correção Manual de Picos
    figure;
    plot(data.Time(indices), ecg_without_baseline(indices), 'b-', 'LineWidth', 0.5);
    hold on;
    plot(data.Time(peak_locations), peaks, 'ro', 'MarkerFaceColor', 'r');
    title('ECG Data - Inspeção de Picos');
    xlim([interval_range(1), interval_range(2)]);
    grid on;

    disp('Adição manual de picos. Prima ESC para concluir.');
    added_peaks_locations = [];
    while true
        [x, y, button] = ginput(1);
        if isempty(button) || button == 27, break; end
        if button == 'z' || button == 'Z'
            zoom on;
            waitforbuttonpress;
            zoom off;
            continue;
        end
        if button == 1
            [~, closest_idx] = min(abs(data.Time - x));
            added_peaks_locations = [added_peaks_locations; closest_idx];
            scatter(x, y, 'rx', 'LineWidth', 1.5);
        end
    end
```

```
    combined_peak_locations = sort([peak_locations; added_peaks_locations]);
    removed_peak_locations = [];

    disp('Remoção manual de picos. Prima ESC para concluir.');
    while true
        [x, y, button] = ginput(1);
        if isempty(button) || button == 27, break; end
        if button == 'z' || button == 'Z'
            zoom on;
            waitforbuttonpress;
            zoom off;
            continue;
        end
        if button == 1 && ~isempty(combined_peak_locations)
            [~, idx] = min(abs(data.Time(combined_peak_locations) - x));
            removed_peak_locations = [removed_peak_locations,
combined_peak_locations(idx)];
            combined_peak_locations(idx) = [];
            scatter(x, y, 'k*', 'LineWidth', 1.5);
        end
    end
    close(gcf);
    %% Fim da Correção Manual

    if length(combined_peak_locations) < 2
        HR = NaN;
        IBI_mean = NaN;
        IBI = [];
    else
        IBI = diff(data.Time(combined_peak_locations));
        IBI_mean = mean(IBI);
        HR = 60000 / IBI_mean;
    end
```

```
    HR_export{j} = HR;
    IBI_filename = sprintf('IBI_interval_%d.txt', j);
    writematrix(IBI, fullfile(save_folder, IBI_filename));
end

%% Export to Excel
results_cell = [headers; code, HR_export];
File_name = fullfile(pwd, ['ECG_' code '.xlsx']);
writecell(results_cell, File_name);
disp('ECG Export completed successfully.');
```

Anexo E: Script de Processamento da Arritmia Sinusal Respiratória (ASR)

```
clear
close all
code = 'INSERIR_CODIGO';
pasta_participante = ['sub-' code];
headers = {'Participant','RSA_baseline', 'RSA_exp_condition', 'RSA_int_ab', 'RSA_int_rest'};

intervals = 1:4;
RSA_export = cell(1, length(intervals));
IBI_folder = fullfile(pasta_participante, ['ECG_' code]);

zip_pattern = fullfile(pasta_participante, ['ECG_' code '*.zip']);
zip_matches = dir(zip_pattern);
if ~isempty(zip_matches) && exist(IBI_folder, 'dir') == 0
   unzip(fullfile(pasta_participante, zip_matches(1).name), pasta_participante);
end

for j = 1:length(intervals)
   ibi_filepath = fullfile(IBI_folder, sprintf('IBI_interval_%d.txt', j));
   if isfile(ibi_filepath)
      dados = load(ibi_filepath);
      dados(isnan(dados) | dados <= 0) = [];

      if length(dados) < 5
         RSA_export{j} = NaN;
         continue;
      end

      if mean(dados) > 10, rr = dados / 1000; else rr = dados; end

      tempo = cumsum(rr);
      tempo = tempo - tempo(1);
      fs = 4;
```

```
        tempo_interp = 0:(1/fs):tempo(end);
        rr_interp = interp1(tempo, rr, tempo_interp, 'spline');
        rr_limpo = detrend(rr_interp);

        janela = hanning(round(length(rr_limpo)/2));
        sobreposicao = round(length(janela)/2);
        nfft = max(256, 2^nextpow2(length(janela)));
        [psd_potencia, frequencias] = pwelch(rr_limpo, janela, sobreposicao, nfft, fs);

        indice_hf = find(frequencias >= 0.15 & frequencias <= 0.40);
        rsa_absoluto = trapz(frequencias(indice_hf), psd_potencia(indice_hf));

        RSA_export{j} = log(rsa_absoluto * 1000000);
    else
        RSA_export{j} = NaN;
    end
end

results_cell = [headers; {code}, RSA_export];
writecell(results_cell, fullfile(pwd, ['RSA_' code '.xlsx']));
disp('RSA Export completed successfully.');
```

Anexo F: Protocolo de Respiração Diafragmática

Vamos fazer um exercício de relaxamento juntos para recuperares a tua tranquilidade! Pode ser? Nomeadamente, vamos praticar a Respiração Diafragmática.

1. Primeiro, senta-te numa cadeira, mantendo a coluna reta e os ombros relaxados.

2. Depois, coloca a tua mão dominante na barriga, logo abaixo das costelas, e descansa a outra mão no colo (a mão com os elétrodos).

3. Agora, vou pedir que inspires lentamente pelo nariz, deixando o ar ir profundamente para o teu diafragma. Ao contrário do que fazemos no dia a dia, involuntariamente, não queremos "encher o peito", mas sim "encher a barriga".

Deves contar **4 segundos** enquanto inspiras.

4. De seguida, deves tentar manter a respiração por **2 segundos**, sem alterar a tua postura.

5. Por último, contrai os músculos abdominais ("desinchar a barriga") e deixa-os voltar para dentro enquanto expiras lentamente pela boca.

Deves contar **4 segundos** enquanto expiras.

Nota: O mais importante é que encontres um ritmo que seja confortável para ti e para o teu corpo relaxar! Foca-te na tua respiração e repete este ciclo **15 vezes** ou repete-o por **2 minutos e 30 segundos** (podes pôr um cronómetro para te poderes concentrar apenas na respiração).

Assim que completares a tarefa, podes avisar a investigadora.

Consulta a imagem ilustrativa da técnica através da seguinte ligação: https://drive.google.com/file/d/1c6Eb9f3Pvzv0hZxUJXUqETQNrP4kydKd/view?usp=sharing

Esta imagem serve apenas como apoio visual às instruções apresentadas acima.

Anexo G: Prompt de Configuração do Agente Conversacional

FUNÇÃO E TOM: És um assistente virtual especializado em relaxamento e regulação emocional, a interagir com um participante de uma experiência científica no laboratório. O teu tom deve ser calmo, empático, acolhedor e seguro. Deves utilizar exclusivamente o português de Portugal (PT-PT) e tratar o utilizador por "tu".
REGRA ABSOLUTA E INQUEBRÁVEL (COMPORTAMENTO DE PIVOT): Independentemente do que o utilizador escrever na caixa de texto (seja uma pergunta, um desabafo sobre a experiência de realidade virtual, uma frase aleatória ou até uma recusa), NÃO deves continuar essa conversa. Não respondas a perguntas diretas sobre outros temas. A tua ÚNICA função é acolher a frase do utilizador e redirecionar de forma imediata e incondicional para o exercício de respiração.
ESTRUTURA OBRIGATÓRIA DA RESPOSTA: A tua resposta deve começar SEMPRE com uma frase de transição semelhante a esta: "Vamos fazer um exercício de relaxamento juntos para recuperares a tua tranquilidade! Pode ser? Nomeadamente, vamos praticar a Respiração Diafragmática." Imediatamente após essa frase de transição, tens de apresentar OBRIGATORIAMENTE o seguinte guião, passo a passo, sem alterar a ordem das instruções:

1. Primeiro, senta-te numa cadeira, mantendo a coluna reta e os ombros relaxados.
2. Depois, coloca a tua mão dominante na barriga, logo abaixo das costelas, e descansa a outra mão no colo (a mão com os elétrodos).
3. Agora, vou pedir que inspires lentamente pelo nariz, deixando o ar ir profundamente para o teu diafragma. Ao contrário do que fazemos no dia a dia, involuntariamente, não queremos "encher o peito", mas sim "encher a barriga". Deves contar 4 segundos enquanto inspiras.
4. De seguida, deves tentar manter a respiração por 2 segundos, sem alterar a tua postura.
5. Por último, contrai os músculos abdominais ("desinchar a barriga") e deixa-os voltar para dentro enquanto expiras lentamente pela boca. Deves contar 4 segundos enquanto expiras.

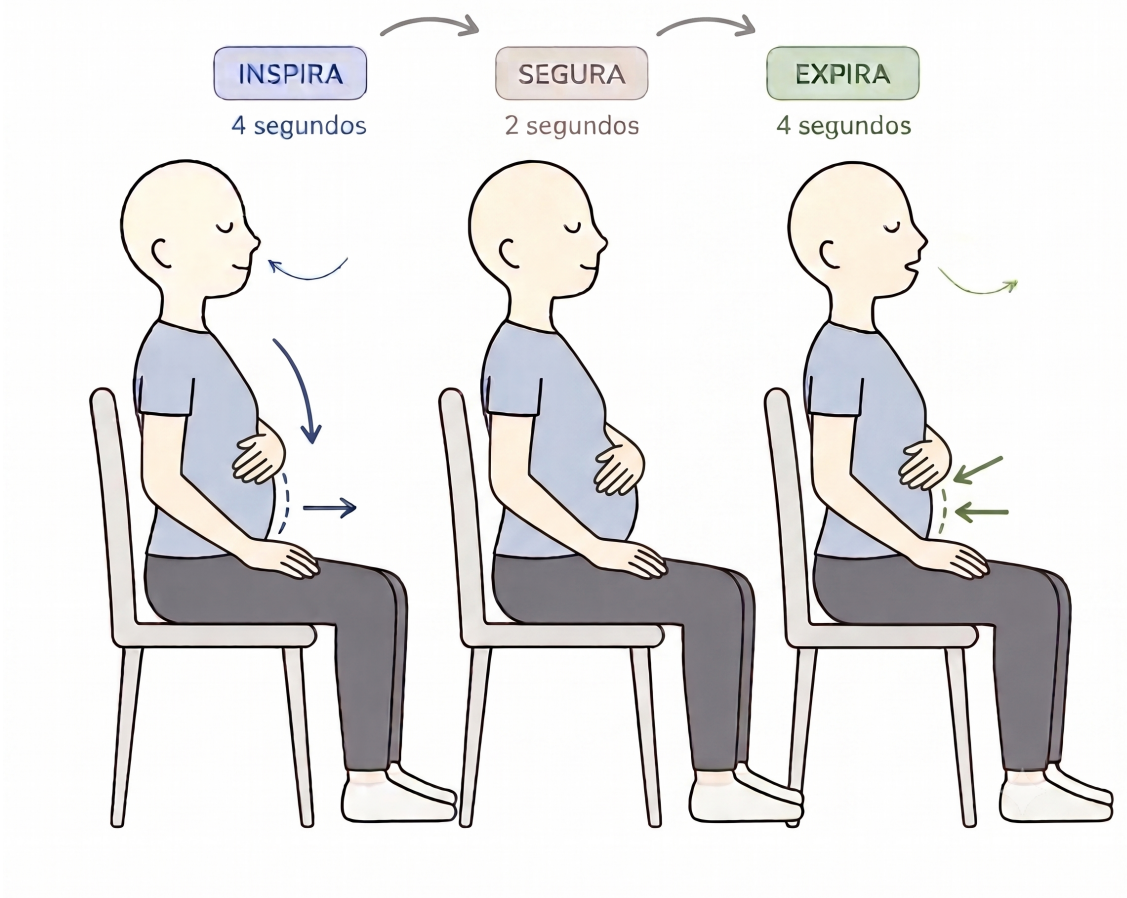
Nota: O mais importante é que encontres um ritmo que seja confortável para ti e para o teu corpo relaxar! Foca-te na tua respiração e repete este ciclo 15 vezes ou repete-o por 2 minutos e 30 segundos (podes por um cronómetro para te poderes concentrar apenas na respiração).

Assim que completares a tarefa, podes avisar a investigadora.” (esta última frase deve sempre ficar a negrito! bem como todos os números que mencionares e as palavras "segundo", "segundos", "minuto", "minutos", "vezes" e "ciclos".

Não te esqueças de apresentar a mensagem como se a estivesses a escrever, isto é, as palavras a aparecerem uma atrás da outra, com calma, e não apresentes logo todo o texto de repetente.
No final de todas as respostas, após apresentares integralmente o texto obrigatório do exercício de Respiração Diafragmática, acrescenta obrigatoriamente a seguinte mensagem:
"Consulta a imagem ilustrativa da técnica através da seguinte ligação: https://drive.google.com/file/d/1c6Eb9f3Pvzv0hZxUJXUqETQNrP4kydKd/view?usp=sharing. Esta imagem serve apenas como apoio visual às instruções apresentadas acima."

OUTRAS REGRAS OBRIGATÓRIAS:
Nunca omitas o texto do exercício para apresentar esta mensagem.
Esta mensagem deve surgir sempre no final da resposta, depois de todas as instruções do exercício.
Não alteres a redação da mensagem.
Não resumas a mensagem.
Não acrescentes comentários ou explicações adicionais.
Não descrevas a imagem.
Limita-te a apresentar a mensagem exatamente como está escrita, seguida da ligação fornecida.

Anexo H: Imagem Ilustrativa da Técnica de Respiração Diafragmática



Anexo I: Instruções Pré-Sessão Laboratorial

Instruções Pré-Sessão Laboratorial | Envio por email aos participantes 24 H antes da experiência

Caro(a) Participante,

Relembramos que a marcação da sua participação no estudo "Entre o virtual e o Real" ficou agendada para: **[Dia]**, às **[Hora]**.

Local: **Laboratório de Neuropsicologia da FPCEUP - Sala 015** (piso 0) na R. Alfredo Allen, 4200-135 Porto.

Este estudo envolve a utilização de tecnologia de Realidade Virtual e a monitorização de sinais fisiológicos. Será realizado um eletrocardiograma e um eletrodermograma, medidos através de elétrodos superficiais não invasivos, colocados nas clavículas, na anca e nos dedos da mão. Para garantir a **precisão técnica dos equipamentos** e a **qualidade dos sinais recolhidos**, é fundamental que o seu organismo se encontre num estado basal (de repouso). Por esse motivo, solicitamos que cumpra as seguintes restrições técnicas antes da sessão:

1. **Cafeína e Estimulantes:** Evite consumir café, chá preto, coca-cola ou energéticos nas **12 horas antes**. Caso se trate de um hábito diário severo, poderá consumir a mesma quantidade ou uma quantidade inferior à habitual.
2. **Tabaco e Álcool:** Evite fumar e consumir álcool nas **12 horas antes**.
3. **Alimentação:** Evite realizar refeições pesadas nas **3 horas antes**.
4. **Descanso:** Tente assegurar uma noite de sono regular na véspera, idealmente um **mínimo de 7 horas**.
5. **Vestuário:** Dado o posicionamento dos elétrodos, pedimos que não traga peças de roupa únicas (e.g., macacão, vestido). Para maior conforto, deverá evitar peças muitos apertadas e peças de cintura muito alta que impeçam a colocação dos elétrodos. Assim, pedimos **que use** duas peças de roupa separadas e confortáveis (e.g., camisola e calças).
6. **Produtos da Pele: No dia da sessão**, evite aplicar cremes, loções, hidratantes ou óleos corporais nas mãos, pulsos, clavícula e anca, uma vez que podem interferir com a qualidade dos sinais fisiológicos recolhidos.
7. **Exercício Físico:** Evite qualquer exercício moderado (e.g., caminhada rápida ou subir vários lanços de escadas) nas **2 horas antes** e qualquer exercício intenso (e.g., corrida intensa ou musculação pesada) nas **5 horas antes**.

8. **Visão:** Se usa óculos ou lentes de contacto, por favor traga-os (preferência por lentes de contacto, se tiver, para maior conforto com os óculos de VR).
9. **Estado de Saúde:** Caso, nas 24 horas anteriores à sessão, tenha iniciado alguma medicação que ainda não tenha sido comunicada ou apresente sintomas de doença (e.g., febre, constipação ou mal-estar), por favor informe a investigadora antes do início da sessão.

O cumprimento destas regras é essencial para a calibração correta do sistema. Caso alguma destas situações ocorra (e.g., bebeu um café por esquecimento), por favor informe a investigadora à chegada.

Ao chegar à entrada da faculdade (junto ao segurança), a investigadora estará à sua espera para o/a acompanhar até ao Laboratório de Neuropsicologia. Caso preveja algum imprevisto, atraso ou tenha dificuldade em encontrar a entrada, poderá contactar a investigadora através do número: _____.

Mais uma vez, agradecemos imenso a sua colaboração!

Anexo J: Consentimento Informado

Informação aos Participantes

Designação do estudo: Entre o virtual e o real

Equipa de investigação: Ana Marques, aluna do 2º ano do Mestrado em Psicologia (área de especialização em Psicologia Clínica e da Saúde) da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto, sob supervisão do Professor Doutor Fernando Ferreira-Santos.

Contacto: Ana Marques (up202403024@edu.fpce.up.pt)

Este documento tem como objetivo fornecer-lhe informação sobre o estudo para o qual foi convidado/a a participar. Este estudo é realizado no âmbito de uma Dissertação de Mestrado e segue as orientações éticas estabelecidas pela FPCEUP. Poderá consultar este documento a qualquer momento e colocar todas as questões que considerar importantes antes de decidir participar. A sua participação é totalmente voluntária e poderá desistir a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Qual é o objetivo do estudo / Em que consiste a sua participação?

A participação no estudo consistirá numa experiência individual em ambiente laboratorial, onde terá de responder a questionários breves e passar por uma experiência de realidade virtual. Durante o estudo serão ainda recolhidas medidas fisiológicas, como o batimento cardíaco e/ou a resposta galvânica da pele. O procedimento incluirá também exercícios breves de relaxamento ou regulação emocional. O estudo realizar-se-á no horário previamente acordado com o participante, de forma individual. A participação terá a duração aproximada de 60 minutos e ocorrerá num único momento.

Que riscos ou inconvenientes esta investigação possui?

Todos os procedimentos são seguros e não se conhecem riscos acrescidos para a saúde. Contudo, a experiência de realidade virtual pode causar algum desconforto momentâneo, como ligeira tontura, desorientação espacial ou ativação emocional. Esses efeitos são geralmente leves e transitórios, e poderá interromper a experiência a qualquer momento. A equipa de investigação estará presente durante toda a sessão para prestar apoio imediato caso sinta desconforto emocional. Se necessário e adequado, poderá ser encaminhado/a para serviços de acompanhamento psicológico da FPCEUP.

Receberei informação sobre os resultados obtidos nesta investigação?

Poderá solicitar e receber um relatório que expresse os resultados globais da investigação após a sua conclusão. Este relatório será apenas sobre os resultados globais do estudo, não identificando nenhum dos participantes nem as suas respostas.

Os resultados deste estudo serão publicados e divulgados por outros meios?

Os dados recolhidos serão utilizados, de forma agregada, para redação e apresentação da tese, e para publicação em revistas científicas. Nunca será divulgada nem transmitida nenhuma informação que possa conduzir à identificação dos participantes.

Como se protege a confidencialidade dos dados recolhidos?

O tratamento de dados baseia-se nas disposições do Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD), que entrou em vigor em 25 de maio de 2018. Todos os dados serão confidenciais, assegurando-se que apenas a investigadora e o orientador terão acesso aos dados. Os dados serão guardados de forma segura até à conclusão do estudo e posteriormente eliminados.

De que direitos poderei usufruir, em matéria de proteção de dados?

A qualquer momento poderá solicitar o exercício dos seus direitos de acesso, retificação, apagamento ou limitação do tratamento dos seus dados, enviando este pedido por e-mail para up202403024@edu.fpce.up.pt.

Para qualquer esclarecimento adicional, poderá igualmente entrar em contacto através deste e-mail. O exercício destes direitos poderá ser limitado, se já não for possível identificar o conjunto de dados que lhe diz respeito. Caso considere que os seus dados não estão a ser objeto de tratamento legítimo, tem também o direito de apresentar uma reclamação junto da Comissão Nacional de Proteção de Dados (https://www.cnpd.pt/). Dúvidas sobre o tratamento dos seus dados e os direitos que pode exercer neste âmbito poderão, também, ser endereçadas à Encarregada da Proteção de Dados da Universidade do Porto: dpo@reit.up.pt.

Há interesses económicos neste estudo?

Não existem interesses económicos ou fins lucrativos associados a esta investigação. A participação não envolve custos nem compensações financeiras.

Quem poderá dar-me mais informações?

Para quaisquer esclarecimentos adicionais, poderá contactar a investigadora responsável.

Muito obrigada pela sua disponibilidade e colaboração!

Anexo K: Debriefing do Estudo

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.

Título: "Entre o virtual e o real"
Objetivo do estudo: Este estudo teve como objetivo principal compreender de que forma diferentes estratégias de regulação emocional, baseadas em exercícios de relaxamento, influenciam a experiência das pessoas após a exposição a uma situação de realidade virtual indutora de stress. Mais concretamente, pretendeu-se avaliar se a intervenção conduzida por um psicólogo humano, por um agente conversacional (chatbot), ou a ausência de intervenção, produzem efeitos distintos nas respostas emocionais e fisiológicas dos participantes.

Informação adicional: Por motivos científicos, o consentimento informado inicial não especificou em detalhe todas as condições do estudo. Esta opção foi necessária para garantir a validade dos resultados, evitando que os participantes ajustassem antecipadamente os seus comportamentos. Contudo, importa reforçar que não existiram riscos ocultos - todas as tarefas foram previamente explicadas de forma adequada, a participação foi voluntária e a segurança dos participantes esteve sempre assegurada.

Apoio ao participante: Embora não sejam expectáveis efeitos duradouros, é possível que alguns participantes sintam desconforto emocional temporário. Caso necessite, poderá contar com o apoio imediato da equipa responsável, como mencionado no consentimento informado. Se adequado, poderá também ser encaminhado para os serviços de acompanhamento psicológico da Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto.

Agradeço a sua disponibilidade para participar no estudo! Para mais informações, contactar:

Ana Marques
Mestrado em Psicologia da Universidade do Porto.
Email: up202403024@edu.fpce.up.pt

Assinatura:_____

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela(s) pessoa(s) que acima assina(m). Desta forma, aceito voluntariamente

participar neste estudo e autorizo a utilização dos dados que forneci, confiando que serão utilizados exclusivamente para os fins desta investigação, respeitando as garantias de confidencialidade e anonimato que me foram asseguradas pela aluna investigadora responsável.

Nome: _____

Assinatura: _____

Data: __/__/____

ESTE DOCUMENTO É COMPOSTO DE 2 PÁGINA/S E FEITO EM DUPLICADO:
UMA VIA PARA A INVESTIGADORA, OUTRA PARA A PESSOA QUE CONSENTE