



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Instituto de Matemática e Estatística

Bruna Costa Cons

Ambiente virtual gamificado para tratamento de ansiedade oriunda de traumas utilizando técnica de Dessensibilização e Reprocessamento por Movimentos Oculares

Rio de Janeiro

2021

Bruna Costa Cons

**Ambiente virtual gamificado para tratamento de ansiedade oriunda de traumas
utilizando técnica de Dessensibilização e Reprocessamento por Movimentos Oculares**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Computacionais, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Interdisciplinar.

Orientadora: Prof.^a Dra. Rosa Maria Esteves Moreira da Costa

Rio de Janeiro

2021

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

C755

Cons, Bruna Costa

Ambiente virtual gamificado para tratamento de ansiedade oriunda de traumas utilizando técnica de dessensibilização e reprocessamento por movimentos oculares/ Bruna Costa Cons. – 2021.

87 f.: il.

Orientadora: Rosa Maria Esteves Moreira da Costa

Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática e Estatística.

1. Realidade virtual - Teses. 2. Inteligência artificial - Teses. 3. Ansiedade - Teses. I. Costa, Rosa Maria Esteves Moreira da. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Matemática e Estatística. III. Título.

CDU 004.946

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte

Assinatura

Data

Bruna Costa Cons

**Ambiente virtual gamificado para tratamento de ansiedade oriunda de traumas
utilizando técnica de Dessensibilização e Reprocessamento por Movimentos Oculares**

Dissertação apresentada, como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre, ao Programa
de Pós-Graduação em Ciências Computacionais,
da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Área de concentração: Interdisciplinar.

Aprovada em 02 de dezembro de 2021.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Rosa Maria Esteves Moreira da Costa (Orientadora)
Instituto de Matemática e Estatística - UERJ

Prof.^a Dra. Vera Maria Benjamim Werneck
Instituto de Matemática e Estatística - UERJ

Prof.^a Dra. Marcia Ito
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Sousa- CEETEPS

Prof.^a Dra. Eunice Pereira dos Santos Nunes
Instituto de Ciências Exatas e da Terra - UFMT

Prof. Dr. Raimundo José Macário Costa
Instituto de Ciências Exatas e da Terra - UFRRJ

Rio de Janeiro

2021

RESUMO

CONS, Bruna. *Ambiente virtual gamificado para tratamento de ansiedade oriunda de traumas utilizando técnica de Dessensibilização e Reprocessamento por Movimentos Oculares*. 2021. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

Nos últimos anos, o uso da Realidade Virtual e da Inteligência Artificial em jogos e ambientes gamificados tem sido amplamente disseminado e explorado, tanto para a área médica quanto para a psicoterapia. No caso dos sistemas terapêuticos, destacam-se ambientes para terapia de imersão do paciente, como nos tratamentos de fobias e de estresse pós-traumático. Em contrapartida, uma técnica de terapia chamada EMDR (Eye Movement Desensitization and Reprocessing) tem demonstrado, por meio de pesquisas, como mais eficiente do que a terapia cognitivo-comportamental para tratamento de traumas. O EMDR atua por meio do movimento horizontal repetitivo dos olhos do paciente, com a premissa de que este movimento, também presente na fase do sono REM (Rapid Eye Movement), facilita a dessensibilização de sentimentos ruins associados a memórias traumáticas. Desta forma, o cérebro lida com as lembranças de forma mais lógica, reduzindo os sintomas de ansiedade associados a elas. O sistema criado é uma representação em 3D de um consultório com um terapeuta virtual que induz o usuário a realizar o movimento dos olhos, enquanto se comunica com ele. O usuário informa continuamente seu nível de ansiedade atual e os seus batimentos cardíacos são capturados por equipamentos simples, como os relógios digitais. Combinando essas duas informações, o sistema utiliza Lógica Fuzzy para calcular o nível de ansiedade resultante. O sistema também cria uma planilha ao final da sessão com a informação dos estados do usuário, que pode ser usada pelo terapeuta para analisar a evolução do paciente na terapia ao longo do tempo. O registro desses dados é feito por um banco de dados criado com SQLite. A avaliação com profissionais da área da saúde mostrou que o sistema apresenta possibilidades de ajudar os terapeutas a adotarem as novas tecnologias, tendo um diferencial em relação aos ambientes web existentes, fornecendo possibilidades mais lúdicas e motivadoras para a realização da terapia.

Palavras-chave: EMDR. Ambiente virtual 3D. Terapia virtual. Lógica Fuzzy. Multiagentes

ABSTRACT

CONS, Bruna. *Gamified virtual environment for treating anxiety from trauma using the technique of Eye Movement Desensitization and Reprocessing*. 2021. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

In recent years, the use of Virtual Reality and Artificial Intelligence in games and gamified environments has been widely disseminated and explored, both for the medical field and for psychotherapy. In therapeutic systems, environments for patient immersion therapy stand out, as in the treatment of phobias and post-traumatic stress. In contrast, a therapy technique called EMDR (Eye Movement Desensitization and Reprocessing) has been shown through research to be more efficient than cognitive-behavioral therapy for treating trauma. EMDR acts through the repetitive horizontal movement of the patient's eyes, with the premise that this movement, also present in the REM (Rapid Eye Movement) phase, facilitates the desensitization of bad feelings associated with traumatic memories. This way, the brain handles memories more logically, reducing the anxiety symptoms associated with them. The system created is a 3D representation of an office with a virtual therapist that induces the user to perform eye movement while communicating with him. Then, throughout the session, the user continuously reports his current anxiety level, and has his heartrate measured and registered. Combining these two data, the system uses fuzzy logic to calculate the resulting anxiety level. The system also creates a spreadsheet at the end of the session with the user's states information, which can be used by the patient's therapist to analyze its evolution in therapy over time. The registration of this data is done by a database created with SQLite. Health professionals evaluated the system, and they considered that the system has possibilities to help therapists adopt new technologies in their practices. Also, it has some differences concerning existing web environments, providing more playful and motivating opportunities for carrying out the therapy.

Keywords: EMDR. 3-D virtual environment. Virtual therapy. Fuzzy logic. Multiagents.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Demonstrativo dos movimentos oculares realizados no EMDR.....	11
Figura 2 –	Fluxo de desenvolvimento do sistema EMVR.....	12
Figura 3 –	Representação de uma janela de tolerância.....	23
Figura 4 –	Funções de pertinência para a variável altura.....	29
Figura 5 –	Representação gráfica indicando técnicas de IA utilizadas.....	40
Figura 6 –	Representação gráfica indicando as áreas abordadas nos artigos.....	41
Figura 7 –	Representação gráfica indicando as propostas dos artigos.....	42
Figura 8 –	Visão geral dos cenários e seus recursos.....	46
Figura 9 –	Modelo de dependência estratégica.....	51
Figura 10 –	Diagrama de comunicação da interação dos agentes.....	52
Figura 11 –	Cena do EMVR mostrando a bola em movimento em uma visualização estereoscópica.....	54
Figura 12 –	Modelo Entidade-Relacionamento demonstrando o banco de dados criado no sistema.....	55
Figura 13 –	Conjunto <i>Fuzzy</i> do SUDS do paciente.....	56
Figura 14 –	Conjunto <i>Fuzzy</i> da posição da frequência cardíaca em relação a janela de tolerância definida.....	56
Figura 15 –	Tabela de inferência <i>Fuzzy</i>	57
Figura 16 –	Representação gráfica de avaliações referentes a afirmações sobre a relevância.....	62
Figura 17 –	Representação gráfica de avaliações referentes a afirmações sobre a interface.....	63
Figura 18 –	Representação gráfica de avaliações referentes a afirmações sobre a usabilidade.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Fontes de pesquisa utilizadas.....	36
Tabela 2 –	Total de publicações encontradas na primeira busca.....	37
Tabela 3 –	Total de publicações encontradas na terceira busca.....	38
Tabela 4 –	Tabela comparativa sobre os artigos.....	38
Tabela 5 –	Uso do sistema EMVR.....	46
Tabela 6 –	Gestão da sessão.....	47
Tabela 7 –	Gestão de informações do paciente.....	48
Tabela 8 –	Gestão da cena.....	49
Tabela 9 –	Gestão da ansiedade.....	50
Tabela 10 –	Equações da reta para diferentes variáveis de entrada.....	57
Tabela 11 –	Possíveis cenários ao avaliar o nível de ansiedade do usuário.....	59
Tabela 12 –	Escala Likert.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RV –	Realidade Virtual
EMDR –	Eye Movement Desensitization and Reprocessing
SUDS –	Subjective Units of Distress Scale
TEPT –	Transtorno de Estresse Pós-Traumático
REM –	Rapid Eye Movement
TCC –	Terapia Cognitivo-Comportamental
TOC –	Transtorno Obsessivo-Compulsivo
IA –	Inteligência Artificial
BDI –	Belief, Desire and Intention
MAS –	Sistema Multiagente
JADE –	Java Agent DEvelopment Framework
HMD –	Head-Mounted Display
VRET –	Virtual Reality Exposure Therapy
MSL –	Mapeamento Sistemático da Literatura

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	10
1	FUNDAMENTAÇÕES BÁSICAS DE TEPT e EMDR	14
1.1	Traumas e Transtorno de Estresse Pós-Traumático	14
1.1.1	<u>Crterios para diagnóstico de Transtorno de Estresse Pós-Traumático</u> ...	14
1.2	Plasticidade cerebral	17
1.3	Dessensibilização e Reprocessamento por Movimentos Oculares	17
1.3.1	<u>História</u>	17
1.3.2	<u>Definição</u>	18
1.3.3	<u>Etapas do EMDR</u>	19
1.3.4	<u>Comparação do EMDR com outros tratamentos</u>	21
1.4	Janela de tolerância	23
2	REVISÃO DAS TECNOLOGIAS	24
2.1	Inteligência Artificial	24
2.1.1	<u>Agentes</u>	24
2.1.1.1	Características dos agentes.....	25
2.1.1.2	Definições de ambientes contendo agentes.....	27
2.1.1.3	Comunicação entre agentes.....	28
2.2	Lógica Fuzzy	28
2.2.1	<u>Operações com conjuntos <i>fuzzy</i></u>	30
2.3	Realidade Virtual	31
2.3.1	<u>Definição</u>	31
2.3.2	<u>Características dos sistemas com Realidade Virtual</u>	31
2.3.3	<u>Realidade Virtual na área da saúde</u>	33
3	MAPEAMENTO SISTEMÁTICO SOBRE O USO DA REALIDADE VIRTUAL COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ÁREA DA SAÚDE	34
3.1	Especificação das questões de pesquisa	35
3.2	Localização das seleções de publicações	35
3.3	Realização da busca	36
3.3.1	<u>Crterios de elegibilidade</u>	36
3.3.2	<u>Coleta de dados</u>	37
3.3.3	<u>Resultados da revisão</u>	39

3.4	Discussão dos resultados.....	42
4	DESENVOLVIMENTO DO EMVR.....	44
4.1	Requisitos funcionais.....	44
4.2	Requisitos não funcionais.....	44
4.3	Cenários de uso.....	44
4.3.1	<u>Cenário 1: Uso do sistema.....</u>	46
4.3.2	<u>Cenário 2: Gestão da sessão.....</u>	47
4.3.3	<u>Cenário 3: Gestão de informações do paciente.....</u>	48
4.3.4	<u>Cenário 4: Gestão da cena.....</u>	48
4.3.5	<u>Cenário 5: Gestão da ansiedade.....</u>	50
4.4	Modelagem do sistema.....	50
4.5	Uso da janela de tolerância.....	52
4.6	Desenvolvimento do protótipo.....	53
5	AVALIAÇÃO DO EMVR.....	60
5.1	Ferramentas de avaliação.....	60
5.2	Resultados das avaliações.....	61
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
	REFERÊNCIAS.....	68
	APÊNDICE A - Descrição dos objetivos dos artigos do mapeamento sistemático	78
	APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	84
	APÊNDICE C - Instrumento de avaliação da relevância do sistema....	85
	APÊNDICE D - Instrumento de avaliação da interface do sistema.....	86
	APÊNDICE E - Instrumento de avaliação da usabilidade do sistema...	87

INTRODUÇÃO

O uso dos computadores na área de saúde tem contribuído para que variadas possibilidades tecnológicas sejam exploradas em diferentes tipos de aplicações. A difusão das técnicas de Inteligência Artificial, de Realidade Virtual e Aumentada e as técnicas de jogos com fins de educação e treinamento têm se ampliado, permitindo que pessoas com vários tipos de necessidades tenham acesso a essas tecnologias.

A tecnologia de Realidade Virtual (RV) tem sido bastante explorada na área da saúde, permitindo a simulação de situações reais, sem expor os pacientes a riscos, como nos exemplos de sistemas de treinamento para cirurgias de laparoscopia (AHMAD, 2013), (HUBER, 2017) e de treinamento para diagnósticos médicos (LIMA, 2016). A RV tem sido integrada a ambientes de *serious games* em contextos de treinamento e/ou aprendizado sobre telemedicina (MACHADO, 2011), (SCHULZ, 2020).

Já na área de neuropsiquiatria, os benefícios do uso de ambientes virtuais são observados em terapias de exposição imersiva, como para tratamento de fobias e Transtorno de Estresse Pós-Traumático (OLIVEIRA, 2012), (KOTHGASSNER, 2019) e Acidente Vascular Cerebral (QIU, 2016).

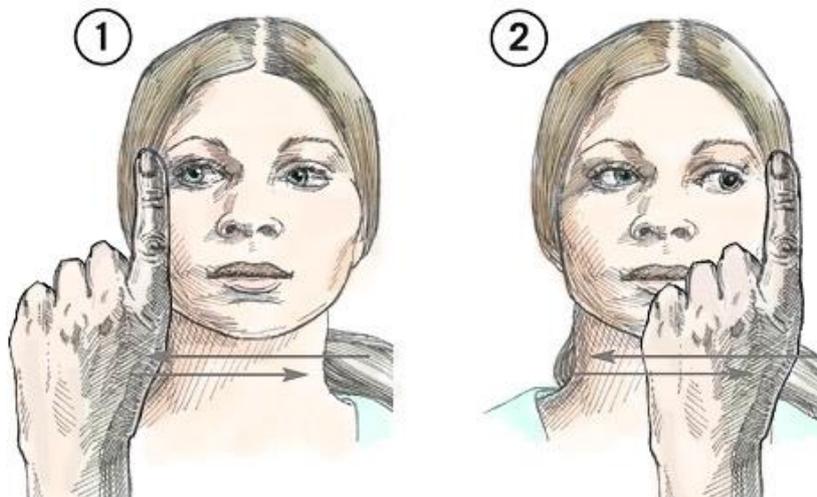
Por outro lado, a terapia de EMDR (Eye Movement Desensitization and Reprocessing) vem sendo explorada para dessensibilizar sentimentos e sensações ruins associadas a memórias traumáticas. O EMDR é uma técnica de terapia relativamente recente, sendo ainda pouco difundida no Brasil. Segundo Shapiro (1989a, 1989b), Lee et al (2002), Marcus (1997) e ROTHBAUM (1997), o EMDR consiste na teoria de que o movimento repetitivo e horizontal dos olhos (Figura 1), acompanhado de assistência terapêutica, ajuda a diminuir sentimentos ruins associados a lembranças difíceis dos pacientes. Assim, o cérebro pensa nesta memória de forma mais lógica, diminuindo os sintomas de ansiedade. Quando a pessoa pensa numa memória traumática com menos emoções ruins associadas, pode se desvincular das possíveis consequências dos traumas em seu cotidiano. Durante a sessão, o terapeuta precisa interagir verbalmente com o paciente, que por sua vez, deve fornecer uma classificação para o nível de ansiedade que sente em cada fase – a escala SUDS (Subjective Units of Distress Scale). Esse nível de ansiedade declarado pelo paciente vai fomentar a velocidade da movimentação dos estímulos.

Em termos de ferramentas disponíveis, existem três sites que oferecem aplicações para comunicação entre terapeutas e pacientes para a aplicação do EMDR (RemoteEMDR, 2021), (EMDRToolkit, 2021), (NEUROINOVATIONS, 2021). Os três são pagos e somente um

deles tem uma versão em português (RemoteEMDR). Entretanto, são ferramentas que têm o controle realizado pelo terapeuta, e em alguns casos, apresentando uma animação para a movimentação de um dedo, ou de uma bolinha.

O trabalho de Motta et al. (2020) apresenta os resultados de um estudo, que fornece vídeos 3D para apoiar a imaginação do paciente, considerando inclusive, o uso de equipamento de suporte para o smartphone para gerar a imersão do paciente nas cenas. No entanto, não explora técnicas mais sofisticadas de controle de apresentação das cenas, nem do desenvolvimento da sessão, já que o foco do trabalho de Motta é em traumas específicos do paciente, sendo abordados por meio de vídeos imersivos. Já este trabalho focou mais na imersão de um consultório virtual, buscando atingir a simulação de um consultório terapêutico real, como se o paciente estivesse de fato interagindo com um terapeuta.

Figura 1 – Imagem dos movimentos oculares realizados no EMDR a partir do movimento das mãos (YSÀS, 2019).



Visando identificar técnicas atuais exploradas em sistemas da área da saúde, foi realizado um mapeamento da literatura, que considerou principalmente, as técnicas de Inteligência Artificial combinada com a Realidade Virtual. O mapeamento identificou a técnica de Agentes como a mais explorada na área de psicoterapias. Já as estratégias de Lógica *Fuzzy* têm sido utilizadas em trabalhos que envolvem decisões (HONG, 2016), (CAPECCI, 2018) e classificações (BATISTA, 2016). Nessa revisão não foram encontrados trabalhos que integrem técnicas de Inteligência Artificial, ou Realidade Virtual com a EMDR.

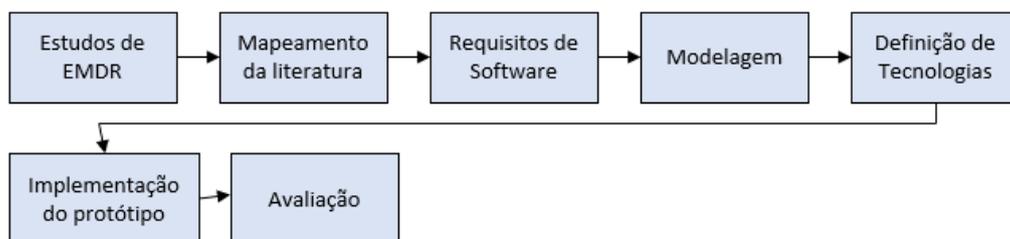
A possibilidade de automatizar a exploração da técnica EMDR, com o processo de identificação do nível mais preciso da ansiedade do paciente, abre novas perspectivas para o uso das novas tecnologias neste domínio. Nesse sentido, Oliveira (2012) desenvolveu um

módulo de Lógica *Fuzzy* que identifica o nível de ansiedade, levando em consideração o valor do SUDS fornecido pelo paciente e a frequência dos batimentos cardíacos, coletados por relógios digitais, possibilitando o controle automatizado das cenas apresentadas pelo sistema de dessensibilização de Transtorno de estresse pós-traumático-TEPT.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é desenvolver um ambiente 3D apoiado em uma estrutura multiagente, o EMVR (Eye Movement in Virtual Reality), que ampliará o acesso à técnica do EMDR, provendo auxílio à dessensibilização de eventos passados, integrando técnicas de Lógica *Fuzzy* e Realidade Virtual.

Para atingir esse objetivo, será considerado um fluxo de trabalho apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Fluxo de desenvolvimento do sistema EMVR



O sistema apresenta um terapeuta virtual que interage com o usuário, coletando informações sobre a sua memória traumática a partir de seu nível de ansiedade atual e seus batimentos cardíacos. A integração desses dois dados em um sistema *fuzzy*, irá controlar o nível de intensidade dos estímulos fornecidos no ambiente de Realidade Virtual, que apresenta o exercício a ser realizado com os olhos. O uso da lógica *fuzzy* é ideal para este tipo de avaliação, por realizar uma ponderação de valores difusos, gerando um valor final que integra de forma equilibrada os dois valores considerados.

O protótipo foi modelado considerando uma arquitetura multiagente, que controla o fluxo de atividades e de dados provenientes da entrevista clínica e da interação do terapeuta virtual com o usuário, além de utilizar estas informações para alterar o andamento da sessão. O uso de agentes provê autonomia na modularização de tarefas do sistema, facilitando a criação de um sistema independente da intervenção humana.

Este trabalho está organizado em cinco capítulos: o capítulo 1 relata conceitos da psicologia, além de apresentar a técnica EMDR; o capítulo 2 apresenta uma revisão de conceitos introdutórios sobre Inteligência Artificial, focando em agentes e na Lógica *Fuzzy*, além de conceitos básicos da Realidade Virtual. O capítulo 3 descreve um mapeamento da

literatura que visou identificar as tecnologias de IA mais utilizadas em trabalhos que exploram interfaces de RV. No capítulo 4 são apresentadas as funcionalidades do sistema EMVR; a modelagem usando uma metodologia de agentes; os modelos da lógica *fuzzy* e os resultados da avaliação do protótipo que foi desenvolvido. O capítulo 5 descreve algumas fragilidades, apresenta as perspectivas futuras e lista as publicações e prêmio obtidos. Em seguida são listados as referências e os apêndices.

1. FUNDAMENTAÇÕES BÁSICAS DE TEPT e EMDR

Este capítulo introduz conceitos fundamentais para o desenvolvimento da aplicação.

1.1 Trauma e Transtorno de Estresse Pós-Traumático

Um trauma psicológico pode ser considerado como uma associação de sensações e sentimentos dolorosos provenientes de uma experiência negativa passada. Além dos sentimentos que a pessoa teve durante o evento e sensações físicas no corpo, a memória traumática também engloba cheiros, imagens e sons envolvidos. Todos estes fatores podem criar gatilhos, que relembram a situação traumática e a pessoa revive sentimentos relacionados a ela (RANGEL, 2018). Cada pessoa possui uma visão subjetiva do que a traumatizou ou não, e é por isso que alguns veteranos de guerra não desenvolvem Transtorno de Estresse Pós-Traumático (TEPT), enquanto outros sim (CAMPOS, 2018).

No DSM-V (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2013), trauma é definido como um evento estressante onde ocorre morte ou ameaça de morte, injúria séria, ou violência sexual.

A exposição a traumas pode desencadear problemas psicológicos, dentre eles o Transtorno de Estresse Pós-Traumático (TEPT). O TEPT é um distúrbio de ansiedade que pode provocar vários sintomas físicos, emocionais e psíquicos, como taquicardia, sudorese, ter lembranças intensas sobre o trauma, agitação, dentre outras.

Uma característica importante do diagnóstico de TEPT é a ocorrência da revivescência, onde a pessoa ao lembrar-se da situação traumática, revive com clareza os mesmos sentimentos que teve quando a situação ocorreu. Os gatilhos de situações, sentimentos, ou objetos relacionados à memória traumática são frequentes neste transtorno e é comum que a pessoa passe a querer evita-los. Por este motivo, a pessoa pode acabar se privando de atividades cotidianas, por medo de se lembrar da situação traumática mais uma vez (CAMPOS, 2018).

1.1.1 Critérios para diagnóstico de Transtorno de Estresse Pós-Traumático

De acordo com o DSM-V (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2013), de forma resumida, os critérios para diagnóstico de TEPT em adultos, adolescentes e crianças acima de 6 anos de idade consideram a ocorrência de:

1. Exposição à episódio concreto ou ameaça de morte, lesão grave, ou violência sexual em uma (ou mais) das seguintes formas:
 - A. Vivenciar diretamente o evento traumático.
 - B. Testemunhar pessoalmente o evento traumático ocorrido com outras pessoas.
 - C. Saber que o evento traumático ocorreu com familiar ou amigo próximo. Nos casos de episódio concreto, ou ameaça de morte envolvendo um familiar, ou amigo, é preciso que o evento tenha sido violento, ou acidental.
 - D. Ser exposto de forma repetida ou extrema a detalhes aversivos do evento traumático.

2. Presença de um (ou mais) dos seguintes sintomas intrusivos associados ao evento traumático, começando depois de sua ocorrência:
 - A. Lembranças intrusivas angustiantes, recorrentes e involuntárias do evento traumático.
 - B. Sonhos angustiantes recorrentes nos quais o conteúdo e/ou o sentimento do sonho estão relacionados ao evento traumático.
 - C. Reações dissociativas (p. ex., flashbacks) nas quais o indivíduo sente ou age como se o evento traumático estivesse ocorrendo novamente.
 - D. Sofrimento psicológico intenso ou prolongado ante a exposição a sinais internos, ou externos, que simbolizem ou se assemelhem a algum aspecto do evento traumático.
 - E. Reações fisiológicas intensas a sinais internos ou externos, que simbolizem ou se assemelhem a algum aspecto do evento traumático.

3. Evitação persistente de estímulos associados ao evento traumático, começando após a ocorrência do evento, conforme evidenciado por um ou ambos dos seguintes aspectos:
 - A. Evitação ou esforços para evitar recordações, pensamentos ou sentimentos angustiantes acerca de, ou associados de perto ao evento traumático.
 - B. Evitação ou esforços para evitar lembranças externas (pessoas, lugares, conversas, atividades, objetos, situações) que despertem recordações, pensamentos ou sentimentos angustiantes acerca de, ou associados de perto ao evento traumático.

4. Alterações negativas em cognições e no humor associadas ao evento traumático começando ou piorando depois da ocorrência de tal evento, conforme evidenciado por dois (ou mais) dos seguintes aspectos:
 - A. Incapacidade de recordar algum aspecto importante do evento traumático (geralmente devido a amnésia dissociativa, e não a outros fatores, como traumatismo craniano, álcool ou drogas).
 - B. Crenças ou expectativas negativas persistentes e exageradas a respeito de si mesmo, dos outros e do mundo.
 - C. Cognições distorcidas persistentes a respeito da causa, ou das consequências do evento traumático, que levam o indivíduo a culpar a si mesmo ou os outros.
 - D. Estado emocional negativo persistente (p. ex., medo, pavor, raiva, culpa ou vergonha).
 - E. Interesse ou participação bastante diminuída em atividades significativas.
 - F. Sentimentos de distanciamento e alienação em relação aos outros.
 - G. Incapacidade persistente de sentir emoções positivas.

5. Alterações marcantes na excitação e na reatividade associadas ao evento traumático, começando ou piorando após o evento, conforme evidenciado por dois (ou mais) dos seguintes aspectos:
 - A. Comportamento irritadiço e surtos de raiva (com pouca ou nenhuma provocação) geralmente expressos sob a forma de agressão verbal ou física em relação a pessoas e objetos.
 - B. Comportamento imprudente ou autodestrutivo.
 - C. Hipervigilância.
 - D. Resposta de sobressalto exagerada.
 - E. Problemas de concentração.
 - F. Perturbação do sono.

6. A perturbação (itens 2, 3, 4 e 5) dura mais de um mês.
7. A perturbação causa sofrimento clinicamente significativo e prejuízo social, profissional ou em outras áreas importantes da vida do indivíduo.
8. A perturbação não se deve aos efeitos fisiológicos de uma substância (p. ex., medicamento, álcool) ou a outra condição médica.

Além do TEPT, exemplos de outros distúrbios relacionados à ansiedade são: transtorno de ansiedade generalizada, fobia social, síndrome do pânico, transtorno obsessivo compulsivo e fobias em geral (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2013).

1.2 Plasticidade cerebral

Até os anos 80, acreditava-se que o cérebro fosse rígido após o seu desenvolvimento nos primeiros anos de vida da pessoa. Era de conhecimento geral que a estrutura do cérebro não poderia mudar e que neurônios danificados não poderiam se regenerar. Após diversos estudos na área de neurociência, os cientistas perceberam a propriedade da plasticidade no cérebro (ROTTA, 2018).

Plasticidade cerebral se refere à capacidade do cérebro de se regenerar e criar novas conexões entre as suas redes neuronais através de estímulos externos. Praticar novas atividades envolvendo diferentes áreas de aprendizado, como aprender a tocar um instrumento, praticar um novo esporte e conhecer lugares novos, provocam estímulos em diversas áreas do cérebro, reformulando suas conexões (sinapses). As sinapses são responsáveis por conectar neurônios e transmitir informação entre eles. Quando uma pessoa passa por novas experiências, as suas sinapses são reforçadas e rearranjadas, permitindo a criação de novas redes neuronais (LENT, 2019). Em casos de lesão no cérebro, estas novas redes podem até substituir as funções da área lesionada. Quanto mais conexões existirem entre os neurônios, haverá maior capacidade cognitiva. Assim, ocorrem melhorias na memória, na concentração e maior rapidez de raciocínio (LENT, 2019).

A possibilidade de reorganização das redes neurais possibilita a recuperação de diferentes tipos de distúrbios neuropsiquiátricos usando estratégias cognitivas.

1.3 Dessensibilização e Reprocessamento por Movimentos Oculares (Eye Movement Desensitization and Reprocessing – EMDR)

1.3.1 História

Em 1987, a psicóloga Francine Shapiro estava andando no parque quando percebeu que movimentar os olhos abrandavam emoções negativas relacionadas às suas memórias aflitivas. Ao combinar o componente da terapia cognitiva com o movimento dos olhos, Francine criou um procedimento psicoterápico chamado *Eye Movement Desensitization and Reprocessing*: EMDR.

Então, Francine conduziu um estudo controlado (SHAPIRO, 1989a) e um estudo de caso (SHAPIRO, 1989b) para testar a eficácia da técnica. Vinte e dois indivíduos com memórias traumáticas foram tratados, onde a metade recebeu EMDR e a outra metade recebeu o mesmo tratamento terapêutico, porém sem os movimentos dos olhos. Os estudos concluíram que o uso de EMDR resultou em uma diminuição significativa na angústia dos pacientes e também em um aumento significativo na autoconfiança deles (EMDR INSTITUTE, 2019).

1.3.2 Definição

EMDR é uma técnica que busca a dessensibilização de lembranças dolorosas através do foco na lembrança deles somados ao movimento horizontal rápido dos olhos (MESQUITA, 2019). A técnica permite a estimulação dos dois hemisférios do cérebro: o que abrange a parte mais lógica e o que abrange a parte mais sentimental. Este estímulo permite que as duas áreas do cérebro funcionem melhor em conjunto, ao invés da predominância da área sentimental, o que pode provocar sentimentos de angústia e desespero ao pensar na lembrança (MENDONÇA, 2021).

A teoria se baseia no movimento dos olhos realizado na fase do sono chamada *Rapid Eye Movement* (REM). Nesta fase do sono há maior atividade cerebral, onde ocorrem os sonhos mais vívidos. De acordo com a National Sleep Foundation (2019), o sono durante a fase REM é útil para beneficiar o humor, a memória e o aprendizado. A teoria mais provável sobre a eficácia do EMDR é a que envolve o modelo de “aprendizado reverso”, em que memórias são processadas e digeridas pelo cérebro durante o sono, descartando as conexões neurais ligadas às memórias desinteressantes ou indesejadas (CRICK, 1995). Assim, eventos traumáticos seriam representados por memórias indesejadas, que não puderam ser processadas apropriadamente durante o sono, mesmo com o passar do tempo.

O EMDR é utilizado para focar nestas memórias traumáticas e buscar a dessensibilização delas na terapia. Isto ocorre por meio da criação de novas redes neurológicas que representam experiências novas sendo assimiladas às redes já existentes, as das memórias traumáticas. Esta criação de caminhos neurais adaptativos no cérebro chama-se *Adaptive Information Processing* e provê informações úteis para a compreensão lógica do acontecido para o paciente. Desta forma, o EMDR permite a dissipação de sentimentos ruins associados às lembranças, dando lugar a uma atitude mais positiva (EMDR BRASIL, 2021), (EMDR EUROPEAN ASSOCIATION, 2021).

A ideia principal do EMDR é reformular a maneira com que a pessoa acessa a sua lembrança traumática, permitindo que possa analisá-la de forma mais lógica, reduzindo as consequências fisiológicas, que ocorrem ao pensar nela. A forma mais comum de realizar esta estimulação bilateral do cérebro é pelo movimento rápido dos olhos, mas também é possível através de *tapping* com as mãos e estimulações com áudio. Além disso, a realização destes movimentos de forma lenta pode ser utilizada para acalmar surtos de ansiedade.

Inicialmente, o EMDR foi empregado para tratar pacientes com TEPT, abusos sexuais, assaltos e outras formas de violência. Conforme ocorreu a disseminação da técnica por psicólogos, novas pesquisas mostraram resultados promissores em outras áreas de tratamento, como em outros transtornos de ansiedade, fobias, luto, vícios, depressão, etc. A Organização Mundial de Saúde-OMS reconheceu a eficácia do uso do EMDR (WHO, 2013), que tem sido demonstrada em mais de 20 estudos controlados e 200 pesquisas publicadas, segundo o site EMDR BRASIL (2019). Além disso, a American Psychiatric Association (APA, 2017), a Royal College of Psychiatrists (RC PSYCH, 2015), a Administração de Veteranos (VA, 2019), e o International Society for Traumatic Stress Studies (ISTSS, 2016) consideraram o EMDR um tratamento eficaz para traumas e TEPT.

1.3.3 Etapas do EMDR

O EMDR utiliza um protocolo generalizado baseado em três pilares que abordam o passado, o presente e o futuro: (1) processar eventos do passado que geraram a disfunção psicológica; (2) focar em circunstâncias atuais que desencadeiam o estresse, sejam elas internas, ou externas; (3) incorporar modelos positivos de eventos futuros na memória do paciente, para facilitar a aquisição de um futuro comportamento adaptativo em relação à lembrança (EMDR INSTITUTE, 2019).

Apesar do uso de protocolos personalizados diferentes para tipos específicos de diagnóstico, todos utilizam o protocolo generalizado citado anteriormente, além da seguinte abordagem de oito fases (SHORT, 2015); (EMDR INSTITUTE, 2019):

Fase 1 – São coletadas informações sobre o paciente e a origem do trauma. O terapeuta faz perguntas ao paciente para determinar as memórias mais antigas relacionadas ao evento traumático, que foram responsáveis pela fundação dos sintomas dele, podendo inclusive direcionar este processamento inicial a eventos da infância. É possível também, que o terapeuta realize uma abordagem mais focada nas circunstâncias atuais que desencadeiam o

estresse. Ademais, nesta fase é avaliada a viabilidade do uso de EMDR em relação ao problema.

Fase 2 – Nesta fase, o terapeuta exhibe o quadro de sintomas ao paciente, explica como funciona o EMDR e ensina técnicas para que ele estabilize o seu autocontrole emocional. Estas técnicas podem ser utilizadas durante, ou após as sessões.

Fase 3 – Ocorre o acesso e a avaliação dos componentes mais importantes da memória do paciente a serem processados. Uma imagem mental da memória traumática é provocada, além da descrição da crença atual negativa, da desejada crença positiva e das emoções e sensações físicas atuais. O terapeuta pede para que o paciente dê uma nota que represente o nível de intensidade das crenças e emoções.

Fase 4 – Esta é a fase em que o processamento ocorre efetivamente. O terapeuta pede para que o paciente foque na imagem mental, no pensamento negativo e nas sensações físicas provocadas pela lembrança ruim. Enquanto isso, ele realiza séries curtas de estimulação bilateral através do movimento dos olhos, que devem acompanhar o movimento dos dedos do terapeuta da esquerda para a direita, ou por meio de um aparelho automático. Também, é possível que o próprio paciente realize movimentos revezando as mãos direita e esquerda, ou por meio de áudios, que estimulem os ouvidos direito e esquerdo.

Após cada série de estímulos, o terapeuta instrui o paciente a deixar sua mente se esvaziar e tentar se lembrar de quais cenas ou sentimentos surgiram enquanto os estímulos foram realizados. O foco da série de movimentos seguinte irá depender do que o paciente responder em relação ao seu nível de ansiedade, e isto ocorre repetidamente. Caso o paciente fique nervoso, ou emocionado e não consiga continuar a sessão, o terapeuta irá seguir alguns procedimentos para auxiliá-lo, como se imaginar imerso em cenas calmas e agradáveis, denominadas “Lugar Seguro”.

Fase 5 – Quando o paciente chega ao ponto de não relatar mais estresse relacionado à memória tratada na última série, o terapeuta o instrui a relembrar a crença pessoal positiva mais desejada, que foi estabelecida no início da sessão. O paciente pode modificar esta crença, caso queira. Isto é realizado para aumentar a conexão cognitiva existente entre a crença e redes cognitivas associadas a pensamentos positivos já existentes.

Fase 6 – O paciente identifica sensações residuais no corpo conforme ele imagina que faz um escaneamento de sensações. Como memórias aflitivas frequentemente se manifestam por meio de perturbações físicas, é importante que a sessão não termine enquanto todas as sensações ruins provocadas no corpo do paciente não desapareçam.

Fase 7 – É realizado o encerramento da sessão, onde o terapeuta relembra ao paciente as técnicas de relaxamento e estabilização de emoções. Pede que o paciente mantenha registros de pensamentos e emoções que tenha tido durante a semana, para auxiliar no foco de uma próxima sessão.

Fase 8 – Nesta fase, se examina o progresso feito até momento, e é onde as sessões seguintes irão começar. É avaliado o estado psicológico do paciente, assim como, os pensamentos e sentimentos que surgiram desde a última sessão. É uma fase que possui a finalidade de guiar a direção do tratamento.

Esta técnica vem se mostrando bastante eficiente em diferentes tipos de traumas. A seguir são apresentados alguns resultados comparando-a a terapias mais clássicas.

1.3.4 Comparação do EMDR com outros tratamentos

A Terapia cognitivo-comportamental (TCC) é uma terapia baseada em análises empíricas do comportamento combinadas com teorias cognitivas, focada no momento presente para tratar diversos problemas emocionais. O objetivo é melhorar a forma de pensar, sentir e agir dos pacientes, buscando que eles mudem os padrões de comportamento negativos, que causam os seus problemas (RAMAGLIA, 2018; PIMENTA, 2018).

Já a terapia de exposição, geralmente envolve a gravação do paciente relatando a experiência traumática na sessão de terapia, e depois escutar a gravação por uma hora todos os dias. Esta terapia também requer a exposição *in vivo*, onde o paciente enfrenta diretamente a situação, objeto ou atividade. A exposição *in vivo* é realizada como dever de casa para o paciente, exigindo que seja realizada por uma hora por dia. (EMDR INSTITUTE, 2019). A terapia de exposição poderia também, incluir imersões em ambientes virtuais através de Realidade Virtual, como proposto por Motta et al. (2020).

Assim que o primeiro estudo sobre EMDR foi publicado em 1989 (SHAPIRO, 1989a), em sequência foram publicadas pesquisas envolvendo três estudos com o uso de TCC e de

EMDR para tratamento de TEPT (BROM,1989), (COOPER, 1989), (KEANE, 1989), em que os que utilizaram TCC atingiram efeitos apenas moderados após seis a quatorze sessões. Já o estudo que utilizou EMDR mostrou melhoras significativas na dessensibilização do trauma em apenas uma sessão.

Apesar da terapia de exposição ser mais conhecida no tratamento de TEPT do que a técnica do EMDR, ela demanda mais horas de tratamento e exige deveres de casa para o paciente. Além disso, dois estudos controlados (FOA et al, 1991; TARRIER, 1999) mostraram que geralmente, ocorre uma diminuição média de 60% dos sintomas de TEPT utilizando terapia de exposição, entre 9 e 11 sessões (EMDR INSTITUTE, 2019), enquanto três outros estudos utilizando EMDR indicaram a eliminação do diagnóstico da doença em 77 a 90% de participantes civis após três a sete sessões (LEE, 2002) (MARCUS, 1997) (ROTHBAUM, 1997).

Os seguintes estudos envolvendo outros transtornos, além do TEPT, também obtiveram bons resultados ao comparar o uso de EMDR com outras técnicas:

- Comparação do uso de EMDR com o tratamento utilizando o antidepressivo Citalopram, para tratar Transtorno Obsessivo-Compulsivo (TOC) – No estudo, 90 pacientes foram avaliados. Os dois métodos obtiveram efeitos significativos na melhoria de sinais obsessivos, porém, o EMDR obteve maior efeito nos resultados finais do tratamento da doença (NAZARI et al, 2011).
- Comparação do uso de EMDR com a TCC em crianças com problemas comportamentais e de autoestima – Apesar das eficácias dos dois tratamentos terem pequena diferença, as crianças que receberam tratamento com EMDR mostraram mudanças significativamente maiores no comportamento do que as crianças do grupo que utilizou TCC, considerando um grupo total de participantes de 26 pessoas (WANDERS, 2008).
- Comparação do uso de EMDR com a TCC em pacientes de câncer com diagnósticos de TEPT, ansiedade e depressão – O tratamento com EMDR foi considerado o responsável pela ausência de sintomas de TEPT após o tratamento. Os dois tipos de tratamento obtiveram melhorias na ansiedade e depressão no mesmo nível nos 21 participantes do estudo (CAPEZZANI et al, 2013).
- Comparação do uso de EMDR com a TCC em crianças e adolescentes que foram expostos a desastres – As duas formas de tratamento trouxeram melhorias em todos os aspectos aos pacientes (sintomas de TEPT, depressão, ansiedade e problemas de

comportamento) e estes resultados foram mantidos em um acompanhamento posterior. No entanto, os benefícios do tratamento com EMDR foram atingidos com um número menor de sessões do que utilizando o TCC. Neste estudo, 52 pessoas participaram (ROOS, 2011).

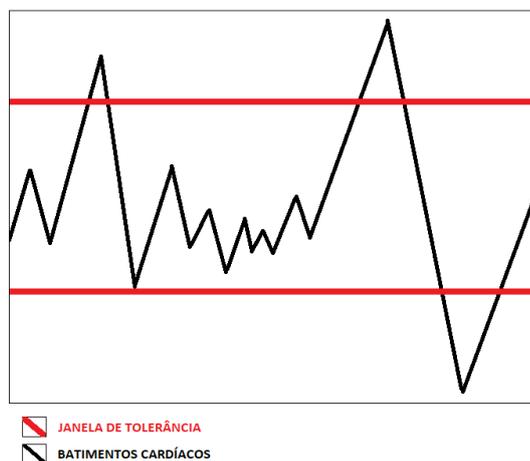
- Comparação do uso de EMDR com a TCC em meninas iranianas abusadas sexualmente – Os dois tratamentos mostraram grandes melhorias nos sintomas de TEPT e melhorias intermediárias nos problemas de comportamento, em níveis estatisticamente similares. O uso de EMDR foi considerado significativamente mais eficiente, com grandes efeitos no TEPT e nos problemas de comportamento. Ao todo, 14 meninas participaram do estudo (JABERGHADERI, 2004).

Um aspecto muito importante nessas terapias é o controle de sensações físicas associadas à intensidade de emoções, que são perceptíveis principalmente, pelos batimentos cardíacos, denominada janela de tolerância.

1.4 Janela de tolerância

A janela de tolerância representa os extremos da escala emocional, compreendendo os limites de intensidade de emoções que uma pessoa suporta, mantendo o seu bem-estar (SIEGEL, 1999). Uma pessoa fora de sua janela de tolerância pode estar acima ou abaixo dela, como demonstrado na Figura 3. Quando acima da janela de tolerância, pode-se experimentar emoções que geram descontrole, desespero ou inundação emocional; enquanto abaixo abrange sentimentos depressivos, podendo surgir apatia, anestesia emocional ou perda de vitalidade (SCARPATO, 2020). Esses limites são utilizados para se identificar os limites de tolerância dos pacientes durante as sessões.

Figura 3 – Representação de uma janela de tolerância



2. REVISÃO DAS TECNOLOGIAS

2.1 Inteligência Artificial

De acordo com Russell e Norvig (2016), Inteligência Artificial (IA) é a automação computacional de atividades associadas ao pensamento e à inteligência humana, como o aprendizado e a tomada de decisões. O conceito principal de inteligência envolve a racionalidade, que é o ato de agir utilizando a razão, baseando-se em crenças consideradas verdadeiras (fatos).

O teste de Turing foi um teste proposto em 1950 por Alan Turing (TURING, 1950) para definir o que é inteligência. Segundo Turing, um comportamento é considerado inteligente quando este é realizado da mesma forma que um ser humano faria, sem que o interlocutor perceba que é uma máquina. Desta forma, o computador precisaria de uma linguagem de processamento natural, para se comunicar com o usuário do sistema; alguma forma de representação do conhecimento, para armazenar os fatos conhecidos do sistema sobre o ambiente; raciocínio automatizado, para reagir às perguntas do interlocutor corretamente; e aprendizado de máquina, para poder se adaptar às novas circunstâncias e progredir o conhecimento (RUSSELL; NORVIG, 2016).

Nos últimos anos, diversas técnicas de IA têm se destacado, como o Aprendizado de Máquina e Aprendizado Profundo, assim como o uso de Algoritmos Genéticos, Redes Neurais, Ontologias, Agentes etc. Por este motivo, estas técnicas serão pesquisadas no mapeamento sistemático na seção 3.4. O uso de agentes e de Lógica *Fuzzy* em sistemas de jogos ou em sistemas gamificados tem sido comum (DIGNUM et al, 2009), e se destacam por oferecer possibilidades de controle automatizado do fluxo de ações de um produto de software e por permitir a tomada de decisões, considerando a combinação de diversas variáveis respectivamente. A seguir as duas técnicas são descritas.

2.1.1 Agentes

Atualmente, alguns softwares buscam se aperfeiçoar com maior flexibilidade ao lidar com eventos inesperados ou influenciados pelo ambiente, através do uso de agentes em um sistema.

Agentes de software são entidades que realizam tarefas e possuem características como autonomia e inteligência. Segundo Maes, (1995), agentes são sistemas computacionais,

que permeiam ambientes dinâmicos e complexos, onde percebem e agem de forma autônoma, definindo variadas tarefas ou metas, para os quais eles foram designados.

Um agente é uma parte modular do código que possui ciclo de vida, onde passa um determinado tempo em execução com o objetivo de realizar alguma tarefa. Após a conclusão da tarefa, o agente encerra sua execução. Um exemplo de tarefa seria realizar o backup de um servidor FTP para no disco local do computador de um usuário (PAULA, 2014), o que não poderia ser feito continuamente, para não sobrecarregar o servidor.

Um tipo específico de agente adota a arquitetura BDI (*Belief, Desire and Intention*). Esta é uma arquitetura baseada no modelo psicológico de comportamento humano, onde há três estados mentais: crenças, desejos e intenções. O agente possui uma base de dados que acumulam fatos que ele acredita ser verdade sobre o ambiente em que atua (crença). Com estas crenças, o agente pode manipular planos (intenções), que serão executados e modificados para atingir ao objetivo desejado (desejo).

2.1.1.1 Características dos agentes

Apesar das diversas características que agentes de software podem possuir, segundo Shehory e Sturm (2014), há algumas que são centrais para o seu desenvolvimento, tais como autonomia, inteligência, sociabilidade, mobilidade, entre outros.

- **Autonomia:** Para que um agente seja autônomo, ele precisa agir de forma independente de outros agentes, de rotinas pré-programadas e de supervisão em geral, controlando seu comportamento. Um agente possui estado interno, que armazena a sua situação atual no ambiente em que se encontra e a disposição dessa informação ao agente contribui para a sua autonomia. Agentes também adquirem autonomia ao implementar comportamentos, controlados pelos próprios agentes, podendo ser iterativos ou não.

Um agente autônomo pode apresentar reatividade e/ou proatividade. A reatividade envolve ação diante de um evento ou estado externo, enquanto a proatividade se refere a ações serem tomadas antes de um evento ou estado externo ocorrerem. Esta última indica maior nível de autonomia nos agentes.

Em resumo, para um agente ser autônomo, ele deve possuir estado interno, comportamentos e buscar a proatividade, apesar de outras características adicionais também serem possíveis.

- **Inteligência:** A motivação de incorporar inteligência aos agentes se baseou na necessidade de um agente interagir com outro forma racional. Para que um agente tome decisões adequadas, ele deve possuir características como aprendizado, raciocínio lógico, planejamento e tomada de decisões. Estas características permitem que o agente seja orientado a metas, pois mesmo que abstratas, o aprendizado adquirido, enquanto se busca atingi-las, colabora para raciocínios futuros, mantendo a inteligência do agente em constante progresso. O agente pode precisar de estratégias específicas que auxiliie a existência de tais capacidades.

Um agente interage com o ambiente através de sensores de entrada e age por meio de atuadores. Estes valores de entrada são armazenados em uma base de dados que reúne fatos (crenças) sobre o ambiente atual, ajudando a construir planos. Outro item que faz parte da base de dados do agente é o seu estado interno. Geralmente, o raciocínio é incluso em um agente inteligente, ideal para controlar os fatos existentes e para utilizá-los ao tomar decisões. O raciocínio pode ser abordado de várias formas: regras de inferência, árvore de decisão, lógica matemática, entre outras.

A eficiência de um agente irá depender das especificações de cada capacidade citada e como elas interagem entre si, visto que agentes inteligentes costumam trabalhar em grupo, em Sistemas Multiagentes (MAS).

- **Sociabilidade:** Em um MAS, é imprescindível que os agentes se comuniquem entre eles. Com isso, é necessário um mecanismo de compreensão e de envio e recebimento de mensagens. Ademais, é preciso que cada agente armazene informações sobre outros agentes com quem possa interagir, pois isso facilitaria que tomem decisões em conjunto.

Em cenários de competição ou de comparação de informações adquiridas por agentes, deve haver mecanismo próprio de software que possibilite a colaboração entre agentes de um grupo, exigindo níveis de negociação e argumentação de cada um.

- **Mobilidade:**

Um agente pode ter sua localização lógica ou física alterada. Um exemplo de agente que reside em um dispositivo móvel demonstra como a sua localização física poderia ser alterada de forma a permanecer no mesmo dispositivo, no caso, um smartphone (Shehory & Sturm, 2014).

- **Outras características:**

Uma capacidade mais genérica que os agentes podem ter é a de adaptação a mudanças de metas e de ambiente. Esta capacidade se relaciona com várias outras, pois depende que o agente tenha raciocínio lógico e que possa aprender.

Como em muitos casos, os agentes realizam tarefas em nome de seres humanos, é ideal que eles disponham de um componente de software que permita a interação humano-computador. É possível que tenham também um corpo físico, o que caracteriza o campo de robótica. De forma mais específica, podem até possuir representações de emoções. No entanto, dificilmente todas as características citadas são incluídas juntas, por ainda existir dificuldades tecnológicas ao implementar tamanha complexidade em software.

2.1.1.2 Definições de ambientes contendo agentes

Originalmente, sistemas funcionais nos proviam precondições, de validades necessárias para o funcionamento do programa, e pós-condições, representando os valores que devem ser cumpridos após o fim da execução. Tais programas são mais simples de construir do que sistemas reativos, que precisam manter uma interação com o ambiente de forma contínua. Esta dificuldade ocorre, pois o agente deve tomar decisões locais que podem possuir consequências globais indesejadas, precisando se preocupar com questões como justiça, em termos de escalonamento de processos, por exemplo. Uma saída para esta complicação seria o uso de interações episódicas, onde a ação de um agente depende de diversos outros episódios independentes entre si, e o agente apenas considera o episódio atual.

Outro aspecto da interação entre agentes e ambientes é o conceito de tempo real. Uma interação em tempo real pode relatar diferentes tipos de informação: qual ação realizar em um dado tempo; qual ação o agente deve repetir o máximo possível; ou quais ações o agente deve provocar para que ocorram o mais rápido possível. Como tomar uma decisão leva tempo exponencial para avaliar todas as ações possíveis, sistemas realistas devem ser considerados de tempo real.

2.1.1.3 Comunicação entre agentes

Um grupo de agentes com um objetivo em comum se chama organização, e a união de diversas organizações constitui um sistema multiagente (MAS), em que agentes trabalham em conjunto e de forma cooperativa, relacionados a algum domínio de conhecimento.

Um agente pode também ser sociável, interagindo e colaborando com outros agentes e entidades, o que deve ocorrer em sistemas com vários agentes. Os agentes podem se comunicar entre si por meio de um quadro de avisos, onde há uma área comum entre os agentes e as mensagens serão disponibilizadas nesse espaço por todos os agentes; ou por troca de mensagens, onde há um agente emissor da mensagem e um agente receptor. A troca de mensagens entre agentes utiliza um protocolo que determina um padrão de comunicação, sendo a linguagem ACL a mais utilizada e que segue o padrão estabelecido pela FIPA (FIPA, 2004).

Dentre as plataformas e os *frameworks* que auxiliam na implementação de sistemas multiagentes, destaca-se o JADE - Java Agent Development Framework (JADE, 2010). Ele é um software criado em Java, que provê ferramentas gráficas para o desenvolvimento de sistemas multiagentes. JADE promove criações de sistemas distribuídos e a comunicação *peer to peer* entre agentes, usando troca de mensagens de forma assíncrona, obedecendo aos padrões da FIPA. Ela provê um serviço de nomes e páginas amarelas, utilizando diversas classes já definidas em Java, uma biblioteca de protocolos de interação, além de também se encarregar de transportar, codificar e decodificar as mensagens trocadas entre os agentes.

2.2 Lógica *Fuzzy*

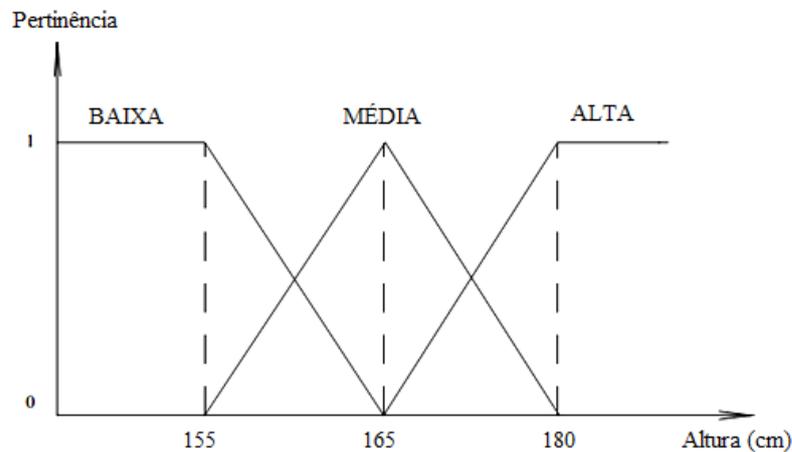
Ao contrário da lógica Booleana que só admite valores booleanos, ou seja, 0 ou 1, falso ou verdadeiro, a lógica difusa ou *Fuzzy* engloba os valores existentes entre o 0 e o 1. São valores nebulosos que permitem uma abrangência maior de opções, sendo úteis em problemas mais complexos, que exigem uma análise qualitativa e devem admitir maior nível de incerteza nos resultados (ZADEH, 1965).

Na Lógica *Fuzzy*, um elemento possui um grau de pertinência a um conjunto, ao invés de possuir a certeza de pertencer a ele ou não. O grau de pertinência varia entre 0 e 1, onde 0 indica um elemento totalmente excluído do conjunto e 1 indica um elemento que pertence completamente a ele.

De acordo com Wagner (2003), a Lógica *Fuzzy* permite a conversão da descrição de informações de linguagem natural para um formato numérico. Seu objetivo é gerar um resultado lógico a partir de um conjunto de entradas imprecisas, ou incompletas. Isso ocorre por meio do uso de variáveis linguísticas, que definem nomes de conjuntos *Fuzzy*; e termos *Fuzzy*, que definem o grau de pertinência ao conjunto por meio de valores compostos.

Como exemplo, a altura de uma pessoa poderia ser citada como variável linguística e os seguintes termos *Fuzzy* poderiam defini-la: baixa, média e alta, como demonstra a figura. Além disso, sentenças que definem o valor de uma variável linguística podem ser formadas através de conectivos lógicos (e, ou, não e porém), modificadores (muito e pouco) e delimitadores (parênteses, colchetes e chaves), exemplificados na Figura 4.

Figura 4 – Funções de pertinência para a variável altura



Na teoria matemática de conjuntos clássica, um elemento x pode pertencer ou não a um conjunto Z , definido no universo de discurso U . No entanto, dado um conjunto *Fuzzy* A , o elemento x poderá pertencer a este conjunto apenas parcialmente, tendo um valor de 0 a 1 que defina o quanto ele pertence ao conjunto. Este valor seria o grau de pertinência do elemento ao conjunto, ou seja, qual a probabilidade de um elemento x de um conjunto Z pertencer ao conjunto A (ABAR, 2004).

Assim, uma função de pertinência sobre o conjunto *Fuzzy* A pode ser definida da seguinte maneira:

$$\mu_A: Z \rightarrow [0,1].$$

A construção de regras de inferência através de funções de pertinência permite que qualquer dado possa ser inserido em um sistema, facilitando a modelagem de seus valores imprecisos e, tornando-os menos complexos. Inclusive, é uma técnica amplamente utilizada atualmente para o controle de processos industriais, além de sua extensa possibilidade de uso na área de tecnologia da informação (ABAR, 2004).

Sistemas *Fuzzy* podem combinar dados de diferentes origens, combinando-os para gerar resultados que podem contribuir na tomada de decisões (RIGNEL; CHENCI; LUCAS, 2011). No caso desta proposta, iremos combinar dados fisiológicos, tal como os batimentos cardíacos e combinar com a resposta do paciente sobre o nível de ansiedade que ele está sentindo.

2.2.1 Operações com conjuntos *Fuzzy*

De acordo com (ABAR, 2004), as seguintes operações podem ser definidas em conjuntos *Fuzzy*:

- Um conjunto *Fuzzy* B é subconjunto de A quando o grau de pertinência de cada elemento x do conjunto universo U em B é menor ou igual ao grau de pertinência destes elementos em A. Ou seja, para todo $x \in U$:

$$\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$$

- Os conjuntos *Fuzzy* A e B são iguais se os graus de pertinência de todos os seus elementos são iguais. Ou seja, para todo $x \in U$:

$$\mu_A(x) = \mu_B(x)$$

- Os conjuntos *Fuzzy* A e B não são iguais se o grau de pertinência de algum de seus elementos é diferente. Ou seja, para todo $x \in U$:

$$\mu_A(x) \neq \mu_B(x)$$

- O conjunto *Fuzzy* A é subconjunto próprio do conjunto B quando A é subconjunto de B e $A \neq B$. Ou seja, para todo $x \in U$:

$$\mu_A(x) \leq \mu_B(x) \text{ e } \mu_A(x) \neq \mu_B(x), \text{ para no mínimo um } x \in U$$

- O complemento de um conjunto *Fuzzy* A sobre o conjunto universo U é A' , onde para todo $x \in U$:

$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

- A união de dois conjuntos *Fuzzy* A e B é um novo conjunto $A \cup B$, onde para todo $x \in U$:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

- A intersecção de dois conjuntos *Fuzzy* A e B é um novo conjunto $A \cap B$, onde para todo $x \in U$:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mathit{min}[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

2.3 Realidade Virtual

2.3.1 Definição

A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia de interface humano-computador avançada que surgiu nos anos 60 com o desenvolvimento de um primeiro sistema gráfico interativo, em que figuras tridimensionais foram manipuladas em tempo real pelo computador (SUTHERLAND, 1963). É uma simulação que utiliza computação gráfica para criar um mundo virtual realístico (BOTEGA; CRUVINEL, 2009).

O uso de telepresença e o uso de óculos com *head-mounted displays* têm sido confundidos com a real definição do que é RV, pois não são características inerentes a ela. O que realmente denota a realidade virtual é a interatividade em tempo real, de forma que o sistema possa receber dados de entrada do usuário e modificar o mundo virtual de acordo com estas mudanças (BURDEA; COIFFET, 2003).

De acordo com Burdea e Coiffet (2003), três I's definem a RV: Interação, Imersão e Imaginação. Os dois primeiros itens são características intuitivamente parte de sua definição; já a imaginação se refere à capacidade do ser humano de perceber algo inexistente ao utilizar sistemas de mundos virtuais.

2.3.2 Características dos sistemas com Realidade Virtual

De acordo com Martins (2000) e Vince (2004), há sete características que um ambiente virtual precisa possuir:

- A. Sintético: O ambiente é gerado em tempo real por algum sistema computacional, ao invés de ser gravado.
- B. Tridimensional: O ambiente é representado em três dimensões (3D), dando também a impressão de profundidade dos objetos ao usuário.
- C. Multissensorial: O usuário deve poder utilizar vários sentidos para perceber estímulos do ambiente, como o sentido visual, sonoro, espacial, etc.

- D. Imersivo: Conceito de fazer o usuário se sentir imerso no ambiente, seja através de um capacete de visualização de imagens, além de áudios imersivos e algum tipo de controle para que ele possa reagir ao ambiente, como luvas de dados ou dispositivos hápticos.
- E. Interativo: Permitir que as ações do usuário possam modificar o escopo do ambiente virtual, adaptando o cenário para as consequências provenientes da interação.
- F. Realístico: Se refere à proximidade da realidade com que os objetos do ambiente e o próprio cenário são apresentados, e também das interações de personagens virtuais com o usuário.
- G. Com presença: Garantir que o usuário sinta estar fisicamente no ambiente virtual.

Um conceito principal da RV que nos permite abordar estas características é a estereoscopia. A estereoscopia é um fenômeno que ocorre naturalmente na visão humana, onde o cérebro realiza uma fusão das imagens ligeiramente diferentes percebidas pelos dois olhos. Neste processo, se resulta uma noção de profundidade em relação ao ambiente e de distância, tamanho e posição dos objetos, garantindo uma visão tridimensional (PERONTI, 2008).

Para que sistemas computacionais possam prover a estereoscopia com a RV, é necessário o uso de alguns dispositivos de hardware não convencionais, sendo alguns dos principais (BRAZ, 2018):

- Vídeo-capacete (Head-Mounted Display) ou óculos de realidade virtual;
- CAVEs;
- Luvas digitais;
- Dispositivos hápticos.

Com a crescente expansão do uso de *smartphones*, e também com a melhoria da capacidade de suas tecnologias, surgiram oportunidades mais acessíveis financeiramente para o usuário comum para a visualização 3D (POWELL et al., 2016). Isto ocorreu por meio de equipamentos como os Mobile Phone 3D Glasses e o Google Cardboard, ferramentas que possuem suporte para smartphones, tendo este último um custo médio de apenas 10 dólares. O objetivo da criação destas ferramentas mais baratas é concorrer com óculos de Realidade Virtual como o Rift (Oculus) e o Gear VR (Samsung), além de popularizar o uso da Realidade Virtual. (COSTA; KAYATT, 2018).

As ferramentas de Realidade Virtual que permitem integração com *smartphones* utilizam o giroscópio para a visualização em 360° do ambiente, que é um sensor já embutido na maioria dos smartphones da atualidade.

2.3.3 Realidade Virtual na área da saúde

Segundo Rodrigues (2013), a medicina tem sido uma das principais áreas de uso da RV. Em universidades de países como Escócia (BUSTAMANTE, 2017), China (Taiwan) (PORTAL T5, 2018) e Brasil (INFANTE, 2018), ela tem sido aplicada para facilitar o ensino de anatomia e ao simular cirurgias. Além de permitir uma visualização tridimensional dos órgãos do paciente, esta prática representa um aprendizado prático em uma simulação segura (KANKUIMO, 2021).

A RV também tem sido utilizada na área mais focada em psicoterapia, para tratamentos de fobias e traumas, através da terapia de exposição à realidade virtual (VRET). Ela realiza a imersão em um sistema virtual que representa um ambiente que gere ansiedade no usuário, devido à sua fobia ou trauma. Acompanhada de acompanhamento psicológico, a VRET busca a dessensibilização do trauma, fazendo com que o paciente gradualmente acesse com maior facilidade situações, ambientes ou objetos causadores de fobia. Nos exemplos de fobia de avião, de altura ou de animais específicos, é menos custoso e mais simples realizar uma simulação destes ambientes ou objetos (TORI, 2006).

De acordo com Parsons e Rizzo (2008), a terapia de exposição com estímulo fóbico pode aumentar a regulação emocional por meio de processos inibitórios na amígdala cerebral pelo córtex pré-frontal durante a exposição. Como o uso de RV tem se tornado mais acessível nos últimos anos, tratamentos psicológicos utilizando VRET têm sido eficazes para tratamento de fobias, transtornos de ansiedade e transtorno do estresse pós-traumático, segundo algumas pesquisas, como a de Gunn et al. (2018), de Opreș et al. (2012), de Parsons e Rizzo (2008) e de Kankuimo et al. (2021).

3. MAPEAMENTO SISTEMÁTICO SOBRE O USO DA REALIDADE VIRTUAL COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ÁREA DA SAÚDE

As tecnologias de IA e RV têm sido utilizadas em diferentes aplicações e sistemas nas áreas da saúde. E neste contexto, é importante identificar as diferentes teorias e técnicas que têm sido exploradas com sucesso, além de verificar as áreas que têm recebido um maior número de trabalhos. Logo, é essencial realizar uma pesquisa na literatura com foco na área da saúde.

Segundo Kitchenham (2007), um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) possui o intuito de identificar, analisar e interpretar todas as evidências disponíveis para uma questão de pesquisa específica. O objetivo do mapeamento é obter trabalhos específicos, que fornecem uma visão ampla sobre alguma área de pesquisa. Suas principais etapas consistem de planejamento, condução e relato dos resultados.

Planejamento

O planejamento inclui as seguintes ações:

- Especificar as questões de pesquisa: A extração dos dados que serão estudados deve ter um foco definido, portanto, deve-se levar em consideração questões sobre a população do ambiente de pesquisa, qual ferramenta, tecnologia ou procedimento é estudado, se há trabalho de comparação no estudo, quais os resultados, qual o contexto da pesquisa e quais são os *designs* experimentais.
- Desenvolver um protocolo de revisão: O protocolo define o procedimento da revisão, agindo como um *log*. Ele inclui as questões de pesquisa, quais as bibliotecas foram utilizadas na pesquisa, quais os critérios para inclusão e exclusão de trabalhos, etc.

Condução

A condução da revisão consiste em colocar em prática o protocolo que foi definido, o que envolve diversas ações:

- Identificar a pesquisa: É realizado através do estabelecimento de *strings* de pesquisas, que serão aplicadas a bancos de dados, apesar de também incluir pesquisas manuais. Deve-se pesquisar por estudos primários, identificando e excluindo falsos positivos – estudos encontrados que inicialmente pareciam ser da área de interesse e não eram.

- Extração de dados e monitoramento: Para selecionar os dados dos estudos primários encontrados é utilizado um formulário de extração de informações, criado a partir das questões de pesquisa.
- Síntese de dados: Geralmente utiliza-se a meta-análise, constituída por métodos estatísticos sendo aplicados para integrar os resultados de diversos estudos independentes entre si. Os estudos inclusos em uma meta-análise devem ter certa homogeneidade, como serem de mesmo tipo e seguirem a mesma hipótese de teste.

Relato

Por fim, o formato do relato da revisão sistemática é uma etapa crítica para a avaliação da qualidade do estudo. Deve discutir os resultados e citar os trabalhos que se enquadram nos temas discutidos. A análise dos resultados é útil também para adicionar mudanças ao protocolo de estudos, como completar informações faltosas.

A seguir, as etapas do mapeamento realizado são apresentadas.

3.1 Especificação das questões de pesquisa

O mapeamento sistemática realizado busca responder a seguinte questão primária de pesquisa: **Como a Inteligência Artificial (IA) tem sido utilizada em aplicações de Realidade Virtual na área da saúde?**

A partir desta questão principal, outras questões secundárias derivadas foram definidas no contexto de IA, RV e área da saúde:

Questão 1 – Quais técnicas de implementação de IA têm sido utilizadas na área da saúde?

Questão 2 – Quais áreas da saúde estão sendo abordadas?

Questão 3 – Há algum *framework*, ambiente, plataforma ou arquitetura para representar o sistema criado?

3.2 Localização das seleções de publicações

A pesquisa de artigos realizada ocorreu através das seguintes bases de dados eletrônicas: IEEEExplore Digital Library, ACM Digital Library, PubMed, ICDVRAT (International Conference on Disability Virtual Reality and Associated Technologies) e ICVR (International Conference on Virtual Reality).

Tabela 1 – Fontes de pesquisa utilizadas

Fonte de Pesquisa	Endereço Eletrônico
IEEEExplore Digital Library	http://ieeexplore.ieee.org/
ACM Digital Library	http://dl.acm.org/
PubMed	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/
ICDVRAT	http://www.icdvrat.org/search_icdvrat.htm
ICVR	https://virtual-rehab.org/2019/history/

3.3 Realização da busca

A partir das questões de pesquisa, palavras-chave foram definidas por meio de *strings* de busca automática a serem inseridas nas fontes eletrônicas. Os operadores booleanos AND e OR foram utilizados na busca, incluindo publicações em português e em inglês.

A *string* de pesquisa em inglês foi:

("health" OR "medical" OR "dentistry" OR "physiotherapy") AND (virtual reality) AND ("multi-agent" OR "deep learning" OR "neural network" OR "machine learning" OR "fuzzy logic" OR "genetic algorithm" OR "ontology")

A *string* de pesquisa em português foi:

("saúde" OR "médico" OR "odontologia" OR "fisioterapia") AND (realidade virtual) AND ("multiagente" OR "aprendizagem profunda" OR "rede neural" OR "aprendizado de máquina" OR "lógica fuzzy" OR "algoritmo genético" OR "ontologia")

3.3.1 Critérios de elegibilidade

Foi realizada uma análise crítica para avaliar quais artigos seriam válidos para a revisão sistemática, onde artigos que obedeciam aos critérios de inclusão eram mantidos e os que seguiam os critérios de exclusão foram desconsiderados. Para a inclusão das publicações na revisão foram utilizados os seguintes critérios:

- Deve estar disponível em bibliotecas digitais;
- Deve estar no idioma inglês ou português;
- Deve ter sido publicado entre 2010 e 2018;
- Deve descrever a aplicação de alguma técnica de IA (*agents, deep learning, neural network, machine learning, fuzzy logic, genetic algorithm e ontology*);

- Deve utilizar realidade virtual;
- Deve estar disponível para acesso gratuito por meio da rede da UERJ (Universidade do Estado do Rio de Janeiro).

Já os critérios de exclusão foram:

- Artigos repetidos;
- *Short papers*, pôsteres, *demons*, *toy problems* e trabalhos incompletos;
- Artigos mais antigos que 2010;
- Não ter a aplicação de técnica de IA;
- Artigos fora do escopo da computação e muito restritos à área da saúde;
- Artigos sobre sistemas que utilizam técnicas de IA apenas para comparar resultados e não para desenvolver o sistema;
- Artigos diferentes que relatem sobre um sistema, que já foi abordado em outro artigo.

3.3.2 Coleta de dados

Na primeira fase da busca, foram encontrados 246 artigos, com as distribuições entre as fontes de pesquisa como mostra a tabela 2.

Tabela 2 – Total de publicações encontradas na primeira fase

Fonte de Pesquisa	Total de publicações encontradas
IEEEExplore Digital Library	136
ACM Digital Library	30
PubMed	35
ICDVRAT	41
ICVR	4

Na segunda fase, os abstracts e títulos foram avaliados, buscando aplicar os critérios de exclusão, resultando em 56 artigos.

Por fim, a leitura dos artigos resultou em 31 artigos (Tabela 3). No apêndice 1, estão descritos os resumos desses artigos.

Tabela 3 – Total de publicações encontradas na terceira fase

Fonte de Pesquisa	Total de publicações encontradas
IEEEExplore Digital Library	14
ACM Digital Library	3
PubMed	9
ICDVRAT	5

Tabela 4 – Tabela comparativa sobre os artigos

Artigo	Algoritmo utilizado	Técnica de IA utilizada	Testes	Testes com especialistas	Proposta	Área abordada
(AHMAD, 2013)	Backpropagation	Rede Neural e Aprendizado de Máquina	✓	✓	Framework de jogo	Educação na medicina
(GÖRGÜ, 2012)	Speeded Up Robust Features	Agentes	x	x	Framework de jogo	Educação física
(GUPTA, 2012)	Dijkstra	Agentes	✓	✓	Framework de jogo	Educação na medicina
(COSTA, 2010)	-	Agentes	x	x	Framework de jogo	Neurologia
(MORIE; 2011)	-	Agentes	✓	x	Framework de jogo	Psicoterapia
(RIZZO, 2011)	-	Agentes	x	x	Plataforma online	Psicoterapia
(OLIVEIRA, 2012)	-	Lógica Fuzzy	✓	✓	Framework de jogo	Psicoterapia
(RIZZO et al., 2016)	-	Agentes	✓	x	Plataforma de software	Psicoterapia
(CAPECCI et al., 2018)	-	Lógica Fuzzy	✓	x	Plataforma de hardware e plataforma online	Fisioterapia
(SONG et al., 2018)	-	Rede Neural	✓	x	Plataforma de software	Otimizações na medicina
(INTRARAPRASIT ; 2018)	SVR	Aprendizado de Máquina	✓	x	Plataforma de software	Neurologia
(GHOLAMI et al., 2018)	Floresta aleatória e Rectified Linear Unit	Aprendizado de Máquina e Rede Neural	✓	x	Plataforma de hardware e modelo de algoritmo	Fisioterapia
(LIMA et al., 2016)	Árvore de decisão	Agentes e Aprendizado de Máquina	x	x	Framework de jogo	Educação na medicina
(HONG; ROZENBLIT, 2016)	-	Lógica Fuzzy	✓	x	Modelo de algoritmo e plataforma de hardware	Educação na medicina
(ZHANG et al., 2017)	SVM, PCA e Backpropagation	Aprendizado de Máquina	✓	x	Plataforma de software	Educação na medicina
(CARVALHO et al., 2017)	Ada-Boost	Aprendizagem profunda e rede neural	✓	x	Framework de jogo	Fisioterapia

Tabela 4 – Tabela comparativa sobre os artigos (continuação)

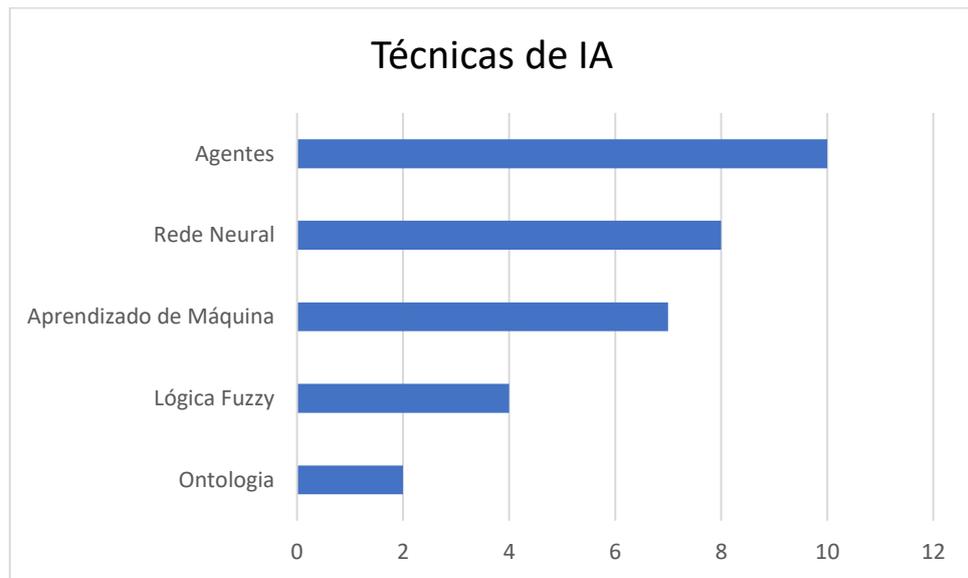
Artigo	Algoritmo utilizado	Técnica de IA utilizada	Testes	Testes com especialistas	Proposta	Área abordada
(WANG et al., 2018)	-	Aprendizado de Máquina	✓	x	Plataforma de software	Psicoterapia
(YEH et al., 2014)	Support Vector Machine (SVM)	Aprendizado de Máquina	✓	x	Framework de jogo	Fisioterapia
(LYDAKIS, et al., 2017)	kNN e GMM (Gaussian Mixture Model)	Agentes e Aprendizado de Máquina	✓	x	Plataforma de software	Fisioterapia
(ALONSO et al. 2018)	Backpropagation	Rede neural	✓	x	Plataforma de hardware e de software	Educação na medicina
(CHMURA et al., 2017)	Naive Bayes e SVM	Aprendizado de Máquina	✓	x	Plataforma de hardware e de software	Neurologia
(JAMWAL et al. 2017)	-	Lógica Fuzzy	✓	x	Plataforma de hardware e de software	Fisioterapia
(GARCÍA-VERGARA et al., 2016)	-	Agentes	✓	x	Framework de jogo e plataforma de hardware (robô)	Fisioterapia
(TIELMAN et al., 2017)	-	Agentes e Ontologia	✓	x	Plataforma de software	Psicoterapia
(ZETZSCHE et al., 2012)	-	Agentes	x	x	Framework de jogo	Neurologia
(SRINIVASAN et al., 2012)	Backpropagation	Rede Neural	✓	x	Plataforma de hardware	Fisioterapia
(DIAS et al., 2012)	-	Ontologia	✓	✓	Plataforma de hardware e de software	Educação na medicina
(XIONG et al., 2012)	Backpropagation	Rede Neural	✓	x	Plataforma de software	Fisioterapia
(PRASERTSAKUL ; 2013)	Principal Components Analysis	Rede Neural	✓	x	Framework de jogo	Fisioterapia
(BATISTA, et al., 2016)	-	Rede Neural e Lógica Fuzzy	✓	x	Modelo de avaliação	Fisioterapia
(CHEN et al., 2016)	-	Rede Neural	✓	x	Plataforma de hardware (robô) e modelo de algoritmo	Educação na medicina

3.3.3 Resultados da revisão

Após as filtragens dos artigos, alguns conceitos foram avaliados com o intuito de responder às questões de pesquisa indicadas na seção 3.4.1. A questão principal busca avaliar como a Inteligência Artificial e a Realidade Virtual têm sido aplicadas na área da saúde. A primeira questão secundária, oriunda desta, se refere às técnicas de implementação que têm

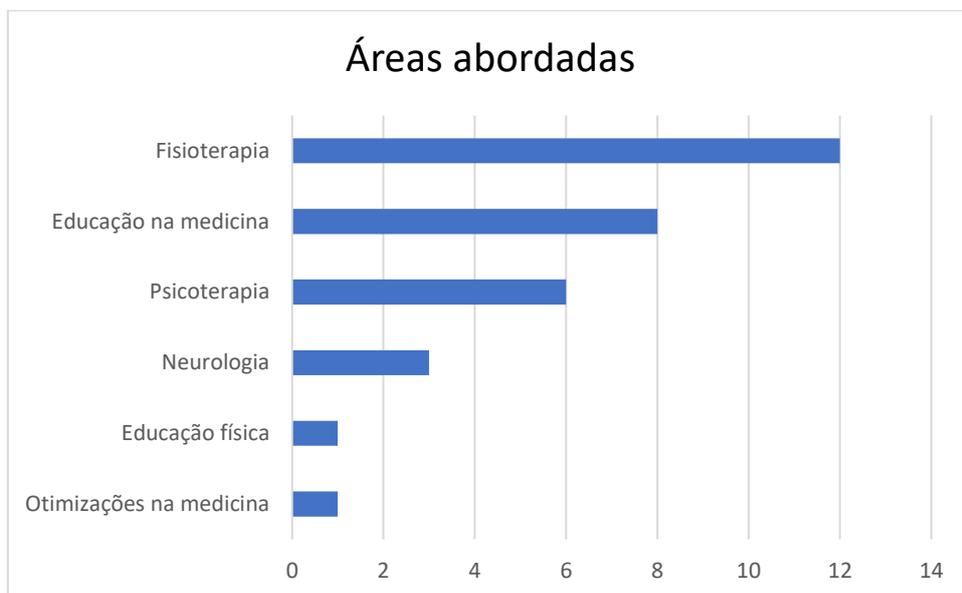
sido utilizadas. A Figura 5 apresenta a divisão de técnicas encontradas nos artigos, onde o eixo horizontal indica a quantidade de artigos. Pode-se observar que o uso de Agentes é predominante nos artigos encontrados, seguido do uso de Redes Neurais e de Aprendizado de Máquina. Em quarto lugar, se encontra o uso de Lógica *Fuzzy*, seguida do uso de Ontologias. Não foram encontrados artigos que utilizassem a técnica de Algoritmo Genético. Em alguns artigos, mais de uma técnica foi aplicada em conjunto.

Figura 5 – Representação gráfica indicando técnicas de IA utilizadas



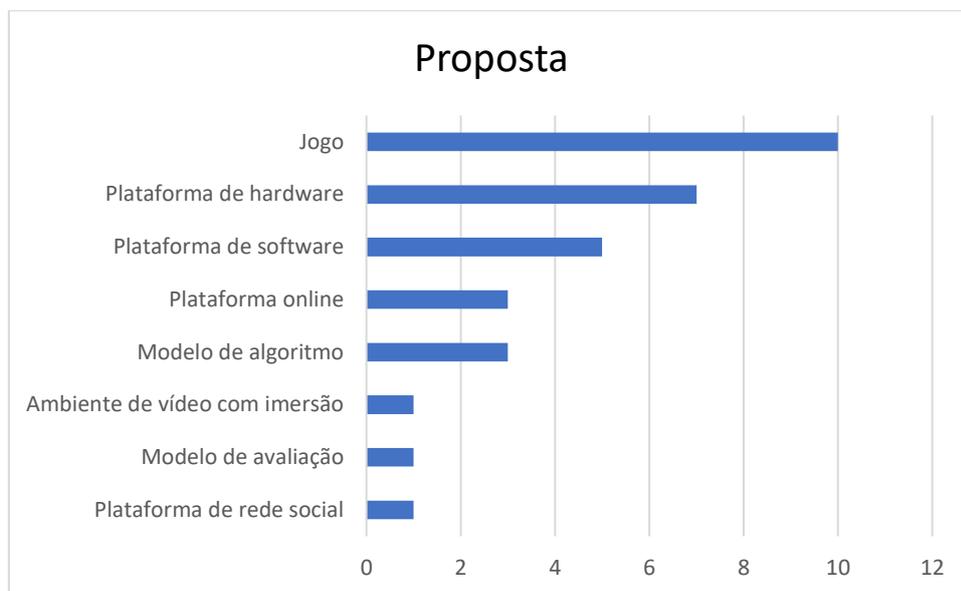
A segunda questão secundária foi sobre as áreas de aplicação dos trabalhos. Na Figura 6 observa-se que houve a prevalência de artigos sobre fisioterapia, seguido de artigos sobre sistemas com foco no apoio ao ensino, para estudantes e profissionais da área da saúde. Em terceiro lugar, encontram-se os artigos sobre sistemas para auxílio na área de psicoterapia, seguido de artigos sobre neurologia, educação física e um artigo que visa otimizar as práticas da medicina.

Figura 6 – Representação gráfica indicando as áreas da saúde abordadas nos artigos



A última questão secundária verifica se há algum jogo, plataforma ou arquitetura para representar o sistema criado. Na Figura 7, pode-se avaliar que a maioria dos artigos apresenta um *framework* de jogo, seguida de artigos sobre sistemas que dispõem de uma plataforma de hardware. Em terceiro lugar, encontram-se os artigos que apresentam alguma plataforma de software, excluindo softwares que utilizem a proposta de jogos. Em quarto lugar, estão empatados artigos que demonstram alguma plataforma *online*, seguidos de artigos que apresentaram um novo modelo de algoritmo. Já em último lugar, estão empatados os artigos que apresentam um ambiente de vídeo com imersão, uma plataforma de rede social e um modelo de avaliação de lógica *fuzzy*, com um artigo para cada um.

Figura 7 – Representação gráfica indicando as propostas dos artigos



O mapeamento teve como objetivo fornecer uma visão mais ampla sobre o uso da IA e RV e usufruir destas informações para auxiliar na orientação desta pesquisa e para prover conteúdo sobre o assunto. As questões de pesquisa buscaram fornecer conhecimento sobre as práticas recentes de uso de IA mais adotadas na área da saúde com uso de RV, assim como, as técnicas utilizadas, de que forma o sistema se apresenta (se possui *framework*, *hardware* específico etc.) e qual área é abordada.

3.4 Discussão dos resultados

Observou-se nos artigos encontrados que o uso de ambientes virtuais 3D na área da saúde apresenta resultados produtivos para os usuários, trazendo mais praticidade no aprendizado e nos tratamentos. Isto é útil principalmente quando se trata de práticas que envolvem a vida das pessoas, como no caso de sistemas que visam treinar a realização de cirurgias. Além disso, o uso de sistemas para reabilitação cognitiva, ou fisioterapêutica de forma individual e doméstica, é muito mais acessível para o usuário, contribuindo para a melhora da sua condição física e mental. Em geral, os sistemas propostos nos artigos tiveram bons resultados e representam boas perspectivas de inovação, considerando abordagens terapêuticas tradicionais em diferentes contextos.

A partir dos estudos realizados, verificou-se algumas tendências na exploração de técnicas de IA. Por exemplo, o uso de agentes é predominante na área de psicoterapia. Talvez, isso se deva pela possibilidade de automatizar a evolução das terapias de forma mais

controlada, ampliando as possibilidades de integração com outras técnicas de IA, numa perspectiva de criar sistemas híbridos.

Como o foco deste trabalho explora a técnica EMDR, que envolve um processo decisório para o terapeuta escolher o próximo nível de estímulos, observou-se que os trabalhos com questões decisórias e classificatórias exploraram a Lógica *Fuzzy* (HONG, 2016), (CAPECCI, 2018), (BATISTA, 2016).

4. DESENVOLVIMENTO DO EMVR

A identificação dos requisitos do sistema foi realizada a partir da literatura da área e de entrevistas com um profissional, especialista no uso da técnica EMDR em sua prática clínica.

4.1 Requisitos Funcionais

Requisitos funcionais são as atividades que são realizadas pelos usuários do sistema. Eles definem a função propriamente dita que cada módulo do sistema deve ter, descrevendo o seu comportamento. Os requisitos funcionais englobam problemas e necessidades do sistema de forma tecnicamente detalhada, especificando o funcionamento geral do sistema. Os requisitos funcionais do EMVR são:

- Exibir consultório com terapeuta virtual
- Cadastrar usuário
- Receber informações do usuário
- Mover bolinha de acordo com a fase da sessão de EMDR
- Calcular o nível de ansiedade média do usuário
- Modificar o cenário conforme o nível de ansiedade do usuário
- Armazenar dados das sessões do usuário
- Gerar planilha com dados do usuário

4.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais são as propriedades comportamentais do sistema. Em geral, os requisitos não funcionais influenciam o processo de análise de maneira indireta.

O sistema deve atender ao requisito de Usabilidade: ter interface amigável e apresentar os conteúdos de maneira clara e eficiente. O requisito de Integridade considera que os dados que são gerenciados pelo sistema devem se manter íntegros ao longo do tempo.

4.3 Cenários de uso

Ultimamente, houve a expansão do uso de cenários para descrever sistemas. Por serem descrições de situações similares às do mundo real e de fácil compreensão, favorecem o

entendimento e a validação dos requisitos do sistema. Dessa forma, o uso de cenários facilita a comunicação entre usuários e desenvolvedores de software (BREITMAN, 2000).

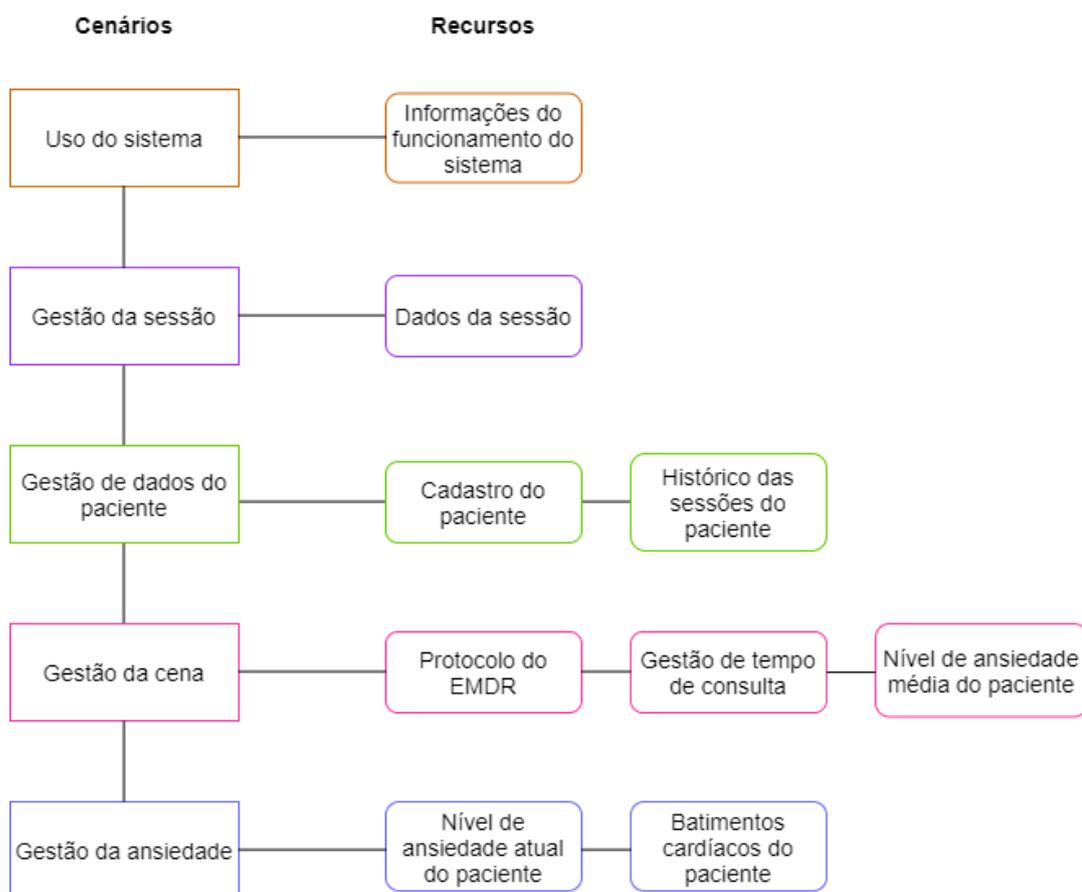
Um cenário é basicamente uma descrição detalhada de um caso de uso, onde agentes atuam para atingir seus objetivos utilizando recursos perante algum contexto. Neste sistema, a descrição de cenários de casos de uso foi importante para a definição dos requisitos do sistema e também, para a retificação do que cada agente deve fazer.

Um cenário possui os seguintes itens:

- Título: É uma breve identificação do cenário.
- Objetivos: Definem o propósito do cenário.
- Contextos: São as condições iniciais ou necessidades físicas para que o cenário ocorra.
- Atores: Se referem aos stakeholders do sistema, que irão agir em prol de alguma atividade em um cenário ou em um episódio. Neste sistema, os atores podem ser pessoas ou agentes.
- Recursos: São os itens necessários para que os atores cumpram os seus objetivos no cenário.
- Episódios: Se referem às ações necessárias para o acontecimento do cenário, o descrevendo e detalhando sequencialmente. Cada ação em um episódio é realizada por algum ator e utiliza algum recurso do cenário. Um episódio pode também se referir a outro cenário.

Na Figura 8, temos uma visão geral dos cenários e seus recursos (BOOCH; RUMBAUGH, 2005). Os cenários são: uso do sistema EMVR, gestão da sessão, gestão de informações do paciente, gestão da cena e gestão de Lógica Fuzzy.

Figura 8 – Visão geral dos cenários e seus recursos (BOOCH; RUMBAUGH, 2005)



4.3.1 Cenário 1: Uso do sistema

Na tabela 5, o cenário 1 relata sobre o uso do sistema de movimentos dos olhos em realidade virtual.

Tabela 5 – Uso do sistema EMVR

Título	Uso do sistema de movimentos dos olhos em realidade virtual – EMVR
Objetivos	Descrever o uso do sistema
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso por meio de smartphone que possua sensor de giroscópio; • Óculos de realidade virtual para visualização estereoscópica.
Atores	Paciente e terapeuta.
Recursos	Informações sobre o funcionamento do sistema.
Episódios	Paciente: <ul style="list-style-type: none"> • Informa seus dados pessoais ao terapeuta; Terapeuta: <ul style="list-style-type: none"> • Insere dados do paciente na caixa de texto do sistema.

Este cenário possui dois atores, com suas seguintes funções:

- Paciente – usuário que irá utilizar os óculos de RV e receber o tratamento de EMDR acompanhado do terapeuta. Deverá informar ao terapeuta seus dados pessoais quando for exigido pelo programa.
- Terapeuta – usuário responsável por auxiliar o paciente, ao digitar seus dados no sistema, medir seus batimentos cardíacos e oferecer apoio emocional ao mesmo, caso necessário.

Para uso do sistema, alguns recursos são necessários:

- O sistema deve apresentar uma caixa de texto para inserção de dados do paciente.
- O sistema deve exibir uma bolinha para que o paciente acompanhe com os olhos.
- Os agentes devem gerir corretamente o sistema, comunicando-se por meio de troca de mensagens.

4.3.2 Cenário 2: Gestão da sessão

Na tabela 6, o cenário 2 relata sobre a gestão da sessão de terapia.

Tabela 6 – Gestão da sessão

Título	Gestão da sessão
Objetivos	Descrever a gestão da sessão
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso por meio de smartphone que possua sensor de giroscópio; • Óculos de realidade virtual para visualização estereoscópica.
Atores	Agente controlador
Recursos	Informações sobre a sessão
Episódios	<ul style="list-style-type: none"> • Monitora interações do paciente; • Recebe as respostas do questionário sobre nível de ansiedade atual do paciente; • Recebe informações dos batimentos cardíacos do paciente.

Neste cenário, o único ator é o agente controlador, que é responsável por receber e manter informações sobre a sessão atual, além de armazenar o histórico de sessões anteriores do paciente.

Como recursos, são necessários os seguintes dados referentes à sessão:

- Crença positiva do paciente;

- Crença negativa do paciente;
- Intensidade da crença positiva;
- Intensidade da crença negativa;
- Intensidade do desconforto no corpo.

4.3.3 Cenário 3: Gestão de informações do paciente

Na tabela 7, o cenário 3 relata sobre a gestão de informações do paciente.

Tabela 7 – Gestão de informações do paciente

Título	Gestão de informações do paciente
Objetivos	Descrever a gestão das informações do paciente
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso por meio de smartphone que possua sensor de giroscópio; • Óculos de realidade virtual para visualização estereoscópica.
Atores	Agente controlador
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Cadastro do paciente; • Histórico das sessões do paciente.
Episódios	<ul style="list-style-type: none"> • Recebe as seguintes informações do paciente: CPF, nome e data de nascimento; • Cria cadastros de pacientes; • Insere no cadastro do paciente a data de cadastro; • Armazena histórico do paciente, em formato de planilha.

Os recursos necessários são as informações do paciente, tanto para o seu cadastro, quanto para estabelecer o histórico de cada sessão, que são:

- CPF do paciente, que será a chave para o cadastro do paciente. Caso o CPF ainda não seja cadastrado no sistema, o paciente irá ouvir os áudios introdutórios explicando o funcionamento do sistema e uma planilha com dados do novo paciente será criada.
- Nome do paciente
- Data de nascimento do paciente
- Planilha com histórico de sessões do paciente

4.3.4 Cenário 4: Gestão da cena

Na tabela 8, o cenário 4 relata sobre a gestão da cena do sistema, modificando o cenário e fornecendo estímulo visual.

Tabela 8 – Gestão da cena

Título	Gestão da cena
Objetivos	Descrever a gestão da cena
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso por meio de smartphone que possua sensor de giroscópio; • Óculos de realidade virtual para visualização estereoscópica.
Atores	Agente cenográfico
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolo do EMDR; • Nível de ansiedade média do paciente; • Gestão do tempo de consulta.
Episódios	<ul style="list-style-type: none"> • Avalia se existe cadastro do paciente; • Recebe do agente analisador o nível da ansiedade média do paciente; • Modifica o cenário dependendo do nível de ansiedade média; • Fornece estímulo visual para movimento dos olhos; • Gerencia o nível de ansiedade alta recorrente; • Gerencia as fases do EMDR, seguindo o seu protocolo.

Ao início da sessão, após o paciente inserir o seu CPF, o sistema avalia se o paciente já possui cadastro. Se não possuir, o agente cenográfico deverá modificar a cena, para que o terapeuta virtual explique como uma sessão de EMDR funciona e como será a sessão com o EMVR. Este agente possui a responsabilidade de manter a ordem de uma sessão EMDR, seguindo os protocolos desta terapia, explicitados na seção 1.3.3. Após o paciente se cadastrar, ele deve inserir uma crença positiva e uma crença negativa que possui sobre a memória traumática. Então, o terapeuta virtual instrui o paciente a relembrar do evento e das sensações associadas a ele, tendo isso em mente enquanto acompanha a bolinha na tela com os olhos.

A etapa de movimento dos olhos ocorre em ciclos, e o agente cenográfico deverá gerenciar para que esta etapa ocorra apenas quando o paciente estiver com o nível de ansiedade baixo. Caso o seu nível de ansiedade seja considerado médio ou alto, será realizado um exercício de coerência cardíaca, para o paciente se acalmar. O mesmo ocorre quando a intensidade de desconforto no corpo é maior que 2. Caso o paciente tenha nível de ansiedade média considerada alta por 2 vezes durante a sessão, o agente irá perguntar ao paciente se deseja finalizar a sessão. Porém, este questionamento só deverá ocorrer quando o paciente estiver calmo novamente.

O agente cenográfico também avalia o tempo da consulta, pois apenas após 40 minutos de consulta que o ciclo de movimento dos olhos termina, para então realizar os

procedimentos finais da sessão, que são: realizar mais um exercício de coerência cardíaca e exibir na tela a crença positiva definida pelo usuário na sessão.

4.3.5 Cenário 5: Gestão da ansiedade

Na tabela 9, o cenário 5 relata sobre a gestão de ansiedade do paciente.

Tabela 9 – Gestão da Ansiedade

Título	Gestão da Ansiedade
Objetivos	Descrever a gestão da ansiedade
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso por meio de smartphone que possua sensor de giroscópio; • Óculos de realidade virtual para visualização estereoscópica; • Equipamento que meça batimentos cardíacos.
Atores	Agente analisador
Recursos	Estado atual do paciente
Episódios	<ul style="list-style-type: none"> • Recebe estado atual do paciente em nível atual de ansiedade e batimentos cardíacos; • Realiza cálculo <i>Fuzzy</i> do nível da ansiedade média do paciente; • Envia o resultado da ansiedade média ao agente cenográfico.

Este cenário se refere à gestão da ansiedade, onde apenas um agente atua: o agente analisador. Ele é responsável pela realização do cálculo *Fuzzy* do nível de ansiedade atual do paciente.

Dois recursos serão necessários para este cenário:

- Nível atual de ansiedade do paciente, respondido por meio de questionário.
- Medição de batimentos cardíacos atuais do paciente.

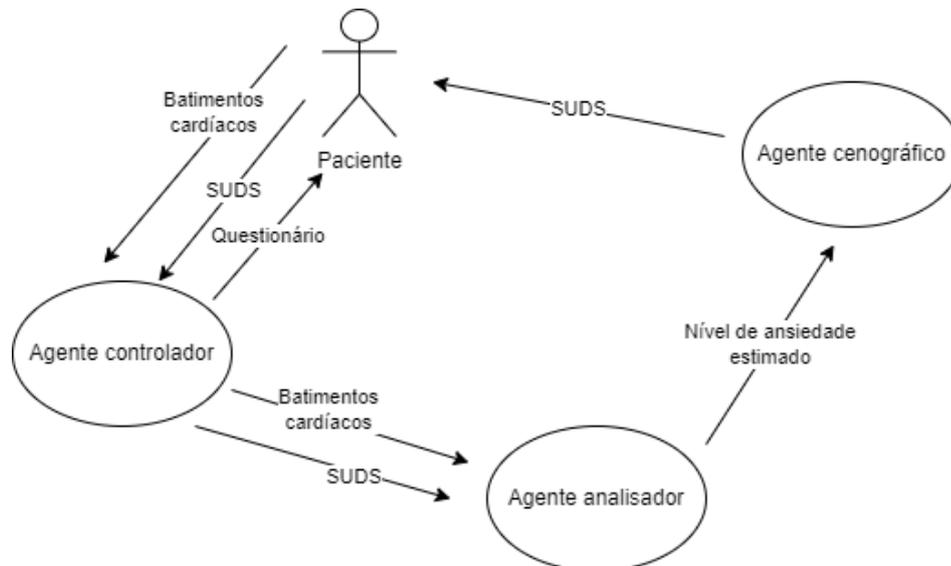
4.4 Modelagem do sistema

A partir das experiências de utilização do framework *i** (i-estrela) (YU, 2011) pela equipe de apoio deste trabalho, esse modelo foi o adotado para o processo de modelagem do EMVR. O *i** é uma estrutura orientada a objetos, baseada em objetivos. A modelagem com o *i** gera o diagrama de dependência estratégica (SD), que identifica os atores (tanto usuários quanto agentes), as tarefas, e os recursos necessários do sistema para realizar e processar as

Após o agente analisador receber do agente controlador as informações dos batimentos cardíacos e o nível de ansiedade, ele calcula o nível real de ansiedade do paciente (baixa, média ou alta) usando a Lógica *Fuzzy*, e envia este resultado ao agente cenográfico.

Por sua vez, o agente cenográfico é responsável por gerar e manter a cena no ambiente gamificado, exibindo a sala de estar com o terapeuta virtual e o movimento da bola para a terapia com EMDR. Este agente também recebe o estado atual de ansiedade do paciente do agente analisador e modifica a cena quando necessário. Ele é responsável pelo andamento da sessão, de forma que a mesma só irá terminar quando o nível de ansiedade do paciente estiver baixo ou nulo. Ademais, o agente cenográfico garante que o sistema vá seguir a ordem de uma sessão de EMDR, de acordo com as suas oito fases, além de pausar a terapia para que o paciente se acalme quando a ansiedade seja considerada média ou alta.

Figura 10 – Diagrama de comunicação da interação dos agentes



4.5 Uso da janela de tolerância

Conforme a especialista consultada para a construção do sistema, a medição dos batimentos cardíacos se baseia na janela de tolerância do paciente. Portanto, foi definido que quando o paciente começa a sair da janela de tolerância, considera-se que o corpo está reagindo negativamente ao estresse da sessão, sendo necessário acalmá-lo, para que ele volte para a janela de tolerância. Cada pessoa possui o seu próprio limiar de intensidade de emoções, no entanto, valores médios de batimentos cardíacos foram atribuídos para definir os extremos da janela de tolerância considerada no sistema; sendo 60, o valor mínimo, e 85, o valor máximo. Logo, fatores como: distúrbios que causem bradicardia ou taquicardia, ou até

mesmo no caso de atletas, que podem possuir os batimentos cardíacos naturalmente mais baixos, foram desconsiderados no cálculo da janela de tolerância. Nesse contexto, a sessão de terapia só pode continuar se o paciente estiver dentro da janela de tolerância definida.

Para auxiliar o paciente a se manter na janela de tolerância, o método de respiração por coerência cardíaca é indicado. Na coerência cardíaca, o paciente é induzido a reduzir seus batimentos cardíacos ao respirar mais devagar. Nessa técnica, o paciente é instruído a fechar os olhos enquanto inspira o ar durante 3 segundos, segura o ar por 2 segundos, e depois solta o ar lentamente, por 8 segundos. Este procedimento será realizado 3 vezes, com 2 segundos de pausa entre eles.

O terapeuta virtual pergunta ao paciente se deseja continuar com a sessão quando ele se encontra próximo do limite superior da janela de tolerância. Quando ele ultrapassa a janela de tolerância, o sistema recorre à técnica de coerência cardíaca com o intuito de fazê-lo retornar à janela de tolerância. A sessão não pode continuar e nem encerrar enquanto o paciente não estiver dentro da janela de tolerância, pela sua própria segurança.

4.6 Desenvolvimento do protótipo

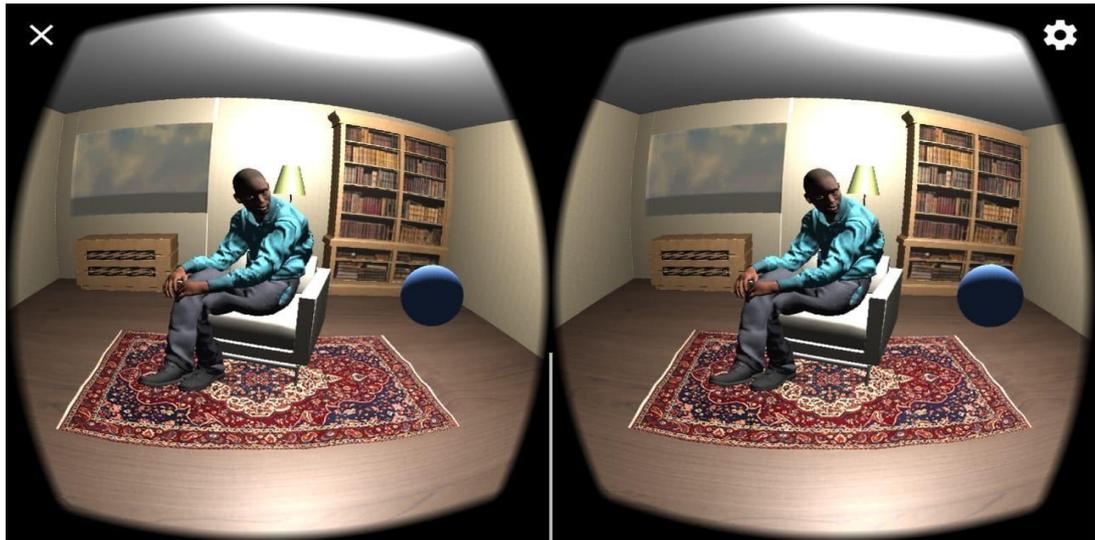
O protótipo foi implementado de forma parcial, com o módulo de cena e o módulo *Fuzzy* se comunicando para realizar o controle dos estímulos gerados e exigindo intervenções diretas do terapeuta para fornecer o valor do SUDS e dos batimentos cardíacos. O sistema pode ser utilizado como um app de *smartphone*, usando um suporte visual, que a partir do preparo das cenas, gera visão 3D para que os usuários consigam se sentir imersos em um ambiente de um consultório terapêutico. O personagem do terapeuta virtual interage com o usuário por meio da fala, e as respostas às questões do terapeuta real devem ser digitadas no teclado.

Como o módulo automatizado de medição de batimentos não foi desenvolvido, o terapeuta real mede os batimentos cardíacos do paciente, para que possam ser integrados no Módulo *Fuzzy*, com a classificação do nível de ansiedade fornecido pelo paciente. O módulo *Fuzzy* envia o resultado para o módulo de cena, que controla a intensidade dos movimentos da bolinha da cena 3D.

Para utilizar o EMVR, alguns itens são necessários: (i) óculos VR, ou *smartphone* com sensor de giroscópio e um suporte tipo CardBox; (ii) Mini-teclado USB para interação com o terapeuta virtual (iii) pulseira Mi Band 4 ou qualquer dispositivo que meça os batimentos cardíacos do paciente e (iv) conexão à Internet.

Durante a fase de aplicação do EMDR, que ocorre conforme relatada na seção 1.3.3, a bola azul aparece na tela e deve ser acompanhada pelos olhos do paciente. Este processo ocorre até o paciente não sentir mais os sintomas do estresse, o que é frequentemente verificado pelo personagem no sistema EMVR. A Figura 11 apresenta a cena do sistema.

Figura 11 – Cena do EMVR mostrando a bola que se movimenta, em uma visualização estereoscópica



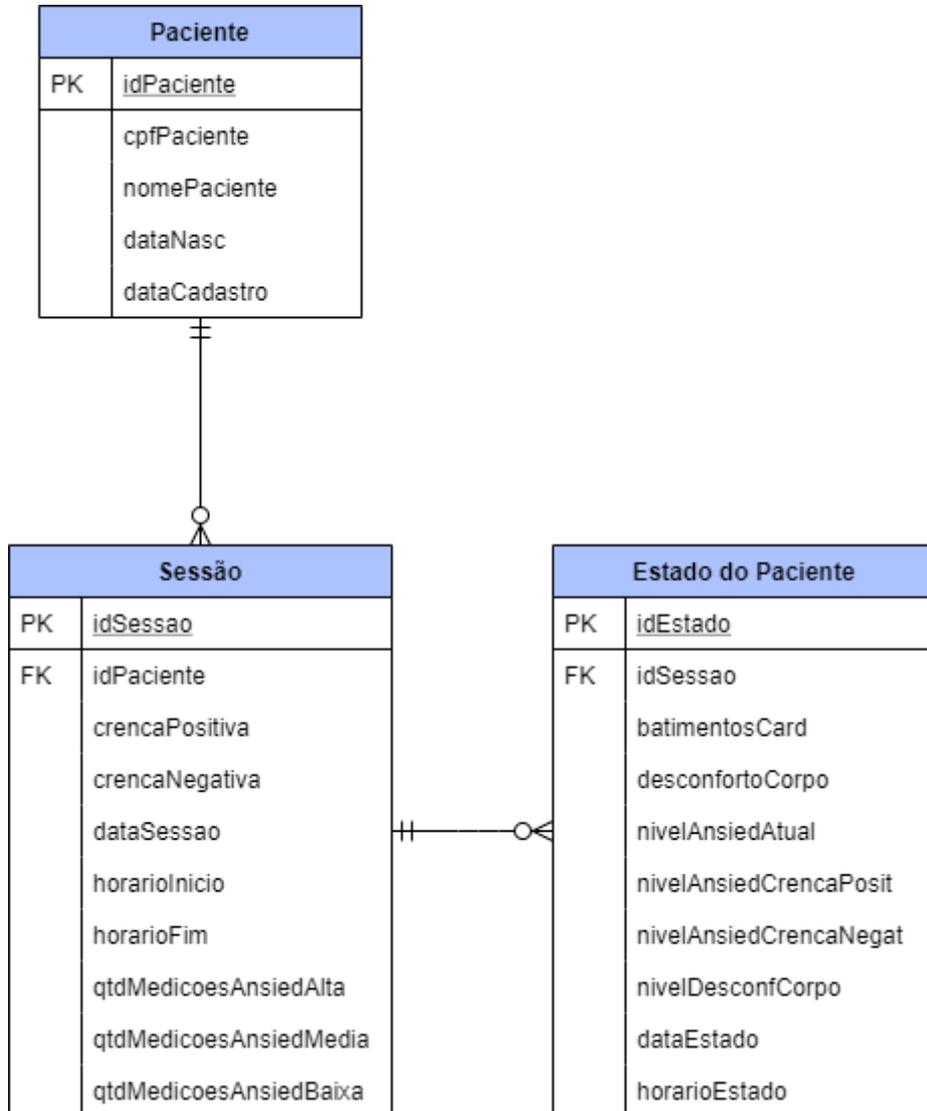
A Unity foi escolhida por ser uma das ferramentas mais utilizadas para criar simulações virtuais em ambientes de jogo ou gamificados, inclusive é considerada a ferramenta mais popular (LIMA, 2018). Unity utiliza a linguagem de programação C# e permite a codificação por meio do Visual Studio Code, além de dispor uma máquina de estados, onde o desenvolvedor pode facilmente criar um diagrama que representa as atividades dos personagens e objetos. Neste diagrama, encontra-se uma interface de nós, que podem ser arrastados e dispostos na ordem dos eventos.

O EMVR utiliza um banco de dados criado em SQL por meio do SQLite, que garante o registro do progresso dos pacientes ao longo das sessões, cadastrando dados como: quantas vezes seu nível de ansiedade subiu; o quanto o paciente acredita nas suas crenças positivas e negativas; qual nível de desconforto o paciente sente ao lembrar do trauma; entre outras informações.

Inicialmente, o terapeuta virtual solicita a inserção do CPF do paciente, para buscar no banco de dados se ele já possui cadastro na plataforma. Caso seja um novo usuário, o terapeuta irá explicar brevemente como funciona a terapia de EMDR e como ela será aplicada no sistema. Caso seja um paciente antigo, o sistema irá recuperar o registro de usuário para atualizá-lo com uma nova sessão. A cada sessão, há diversos registros de estado do paciente

relacionados a ela, que informam como foi o andamento da sessão, conforme a Figura 12. Estes registros são salvos automaticamente pelo sistema em uma planilha ao fim da sessão, permitindo a posterior análise da evolução do paciente ao longo das sessões pelo terapeuta.

Figura 12 – Modelo Entidade-Relacionamento do banco de dados



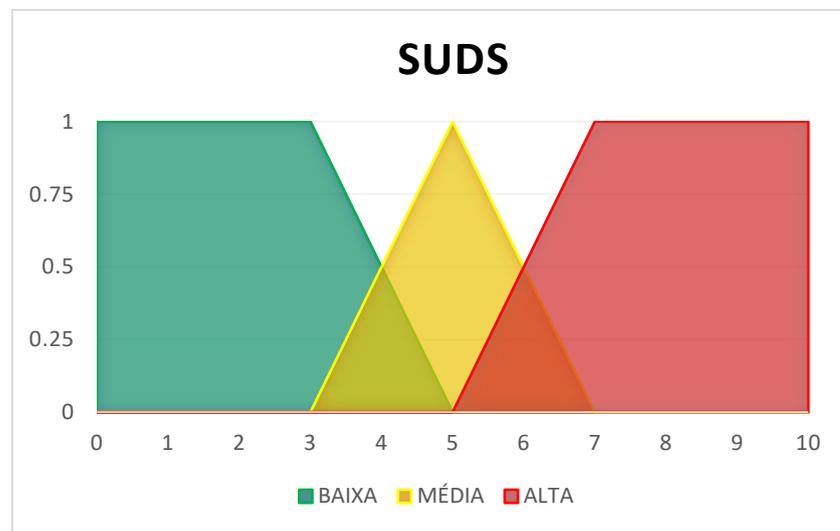
O terapeuta realiza uma entrevista clínica básica com o usuário, e em seguida, exibe uma tela com uma bola realizando o movimento horizontal, para que a pessoa a acompanhe com os olhos enquanto mantém em mente a memória aflitiva.

O nível de ansiedade percebido pelo usuário é classificado usando a escala SUDS (*Subjective Units of Distress Scale*) e a frequência cardíaca é medida por um dispositivo que identifica os batimentos cardíacos (Mi-Band). Estas informações são fornecidas ao Módulo *Fuzzy* que realiza a categorização do nível estimado de ansiedade do usuário, considerando o quanto ele está preparado para se expor aos estímulos visuais da terapia. Estimar a ansiedade

do paciente é imprescindível, pois a terapia de estimulação bilateral faz o trauma reacender, sendo necessário controlar o processo para que o paciente não entre em uma crise aguda de ansiedade.

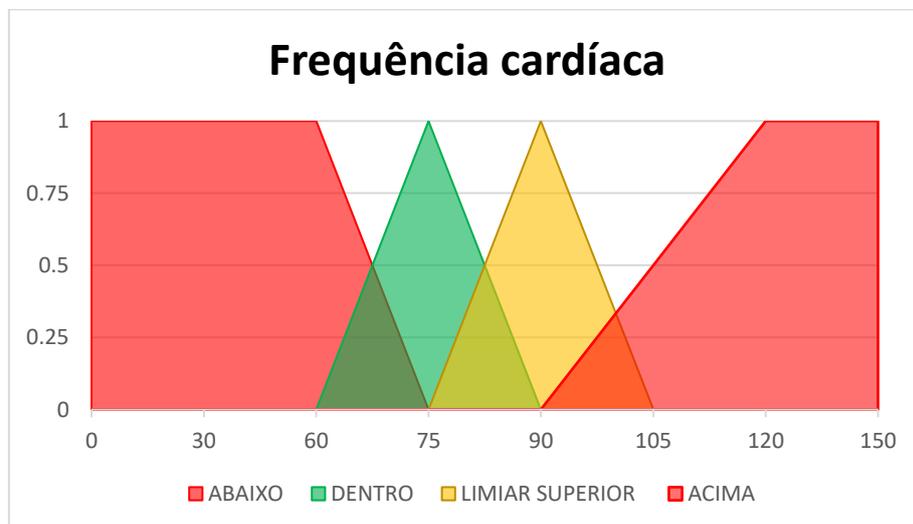
Desta forma, o módulo *Fuzzy* avalia os padrões da ansiedade, classificando-a como BAIXA, MÉDIA ou ALTA, em tempo real, gerando variáveis de entrada para o sistema. Conjuntos *Fuzzy* trapezoidais foram utilizados para representar os padrões BAIXA e ALTA, enquanto a MÉDIA foi representada por um conjunto *Fuzzy* triangular, conforme mostra a Figura 13.

Figura 13 – Conjunto *fuzzy* do SUDS do paciente



A frequência cardíaca tem como parâmetro de controle a janela de tolerância do paciente, que foi considerada no módulo *Fuzzy* e que está representado na Figura 14.

Figura 14 – Conjunto *Fuzzy* da frequência cardíaca da janela de tolerância definida



Pode-se observar a existência de áreas nebulosas nos gráficos: a área entre frequências de 60 e 75, quando há interseção entre as áreas baixa e normal; a área entre frequências de 75 e 90, quando há interseção entre as áreas normal e limiar superior; e a área entre frequências de 90 e 105, onde há interseção entre as áreas limiar superior e alta. Quando ocorre nebulosidade na avaliação do paciente, cada variável será classificada de acordo com o valor da pertinência mínima na área de interseção dos conjuntos (MAMDANI, 1976). O cálculo dos valores de pertinência foi obtido por meio de equações da reta que passam entre dois pontos. Elas compõem os conjuntos *fuzzy* trapezoidais e triangulares, sendo exibidas na tabela 10:

Tabela 10 - Equações da reta para diferentes variáveis de entrada adaptados de Oliveira (2012)

Conjunto	Intervalos	Pertinências (μ) / Retas de Pertinência
Ansiedade		
Leve	[0, 3)	$\mu = 1,0$
Leve \cap Moderado	[3, 5)	Min ($\mu = -0,4a + 2$; $\mu = 0,4a - 1,2$)
Moderado	5	$\mu = 1,0$
Moderado \cap Grave	(5, 7)	Min ($\mu = 0,4a - 2$; $\mu = -0,4a + 2,8$)
Grave	[7, 10]	$\mu = 1,0$
Frequência Cardíaca		
Abaixo	[0, 60)	$\mu = 1,0$
Abaixo \cap Dentro	[60, 75)	Min ($\mu = fc/30 - 2$; $\mu = -fc/30 + 2,5$)
Dentro	75	$\mu = 1,0$
Dentro \cap Limiar superior	(75, 90)	Min ($\mu = fc/30 - 2,5$; $\mu = -fc/30 + 3$)
Limiar superior	90	$\mu = 1,0$
Limiar superior \cap Acima	(90, 105)	Min ($\mu = fc/30 - 3$; $\mu = -fc/30 + 3,5$)
Acima	[105, 150]	$\mu = 1,0$

Estas associações permitiram a construção da máquina de inferência, definida a partir do conhecimento de uma terapeuta cognitivo-comportamental, especialista em EMDR, gerando doze regras *fuzzy*, que definem a classificação final do nível de ansiedade do usuário (Figura 15).

Figura 15 – Tabela de inferência *Fuzzy*

		Janela de Tolerância			
		ABAIXO	DENTRO	LIMIAR SUPERIOR	ACIMA
SUDES	BAIXA	Média	Baixa	Média	Alta
	MÉDIA	Média	Baixa	Média	Alta
	ALTA	Alta	Média	Alta	Alta

A Janela de Tolerância foi construída a partir da aplicação das seguintes regras:

1ª Regra: Se a SUDS respondida pelo paciente resultou numa medida BAIXA e a frequência cardíaca está ABAIXO da janela de tolerância, então a classificação do paciente será MÉDIA, com pertinência máxima;

2ª Regra: Se a SUDS respondida pelo paciente resultou numa medida MÉDIA e a frequência cardíaca está ABAIXO da janela de tolerância, então a classificação do paciente será MÉDIA, com pertinência máxima;

3ª Regra: Se a SUDS respondida pelo paciente resultou numa medida ALTA e a frequência cardíaca está ABAIXO da janela de tolerância, então a classificação do paciente será ALTA, com pertinência máxima;

4ª Regra: Se a SUDS respondida pelo paciente resultou numa medida BAIXA e a frequência cardíaca está DENTRO da janela de tolerância, então a classificação do paciente será BAIXA, com pertinência máxima;

5ª Regra: Se a SUDS respondida pelo paciente resultou numa medida MÉDIA e a frequência cardíaca está DENTRO da janela de tolerância, então a classificação do paciente será BAIXA, com pertinência máxima;

6ª Regra: Se a SUDS respondida pelo paciente resultou numa medida ALTA e a frequência cardíaca está DENTRO da janela de tolerância, provavelmente o paciente está receoso em algum nível, mas exagerou na escala. Portanto, a classificação do paciente será MÉDIA, com pertinência máxima;

7ª Regra: Se a SUDS respondida pelo paciente resultou numa medida BAIXA e a frequência cardíaca está no LIMAR SUPERIOR da janela de tolerância, a classificação do paciente será MÉDIA, com pertinência máxima;

8ª Regra: Se a SUDS respondida pelo paciente resultou numa medida MÉDIA e a frequência cardíaca está no LIMAR SUPERIOR da janela de tolerância, a classificação do paciente será MÉDIA, com pertinência máxima;

9ª Regra: Se a SUDS respondida pelo paciente resultou numa medida ALTA e a frequência cardíaca está no LIMAR SUPERIOR da janela de tolerância, a classificação do paciente será ALTA, com pertinência máxima;

10ª Regra: Se a SUDS respondida pelo paciente resultou numa medida BAIXA e a frequência cardíaca está ACIMA da janela de tolerância, provavelmente o paciente se equivocou e está mais ansioso do que pensa. Assim, a classificação do paciente será ALTA, com pertinência máxima;

11ª Regra: Se a SUDS respondida pelo paciente resultou numa medida MÉDIA e a frequência cardíaca está ACIMA da janela de tolerância, a classificação do paciente será ALTA, com pertinência máxima;

12ª Regra: Se a SUDS respondida pelo paciente resultou numa medida ALTA e a frequência cardíaca está ACIMA da janela de tolerância, a classificação do paciente será ALTA, com pertinência máxima.

A classificação do nível de ansiedade do usuário será realizada após cada sessão de movimento dos olhos, conforme o movimento da bola. Dependendo do nível de ansiedade, o cenário do ambiente se modifica, com a mudança do nível de estímulos gerados pela velocidade do movimento da bolinha.

A tabela 11 descreve os possíveis cenários, de acordo com o nível de ansiedade do usuário gerado pelo módulo *Fuzzy*.

Tabela 11 – Possíveis cenários ao avaliar o nível de ansiedade do usuário

Nível de ansiedade	Descrição do cenário
BAIXA	Os procedimentos provenientes das oito fases do EMDR (seção 1.3.3) serão seguidos normalmente, com o estímulo visual do movimento da bola para provocar o movimento rápido dos olhos no usuário.
MÉDIA	Será realizada uma atividade de relaxamento para acalmar o paciente, e será verificado o seu novo nível de ansiedade. O paciente só pode continuar a sessão se o seu nível de ansiedade estiver baixo.
ALTA	Será realizada uma atividade de relaxamento para acalmar o paciente. Logo após a pausa, seu nível de ansiedade será calculado novamente. Após duas medições altas, o sistema irá perguntar ao usuário se deseja encerrar a sessão, ou continuar. No entanto, continuar com a sessão só será viável quando o seu nível de ansiedade estiver baixo novamente.

5. AVALIAÇÃO DO EMVR

A seguir são apresentados os resultados de uma avaliação realizada com profissionais das áreas de psicologia-psiquiatria para verificar algumas percepções iniciais sobre a qualidade do sistema proposto.

5.1 Ferramentas de avaliação

Segundo Barbosa et al. (2021) a avaliação da qualidade de um produto de software é fundamental em processos de desenvolvimento, que visem criar um sistema interativo com qualidade. Na avaliação é possível identificar problemas de interface, que não atendam às expectativas, principalmente, dos usuários finais. No caso do EMVR, temos dois tipos de usuários finais: os terapeutas e os pacientes.

Como este sistema está em sua primeira versão, o interesse inicial desta avaliação é identificar a percepção dos terapeutas em relação a diferentes aspectos do EMVR. Neste sentido, foram desenvolvidos instrumentos de avaliação de visam avaliar as seguintes dimensões:

- Relevância do sistema;
- Interface do sistema;
- Usabilidade do sistema.

Para avaliar a relevância foram definidas questões para verificar a percepção de utilidade do sistema, a partir das características da técnica EMDR. Essa dimensão considera as opiniões dos especialistas da área de psicologia/psiquiatria em relação às possibilidades de sucesso da aplicação da técnica EMDR utilizando o ambiente EMVR.

O nível de satisfação dos usuários é essencial para que um produto de software seja plenamente utilizado, sendo que, a qualidade da interface é um dos principais fatores que podem impactar a experiência prática do usuário com um software. Neste contexto, a avaliação da interface considerou aspectos de comunicação e da composição visual em relação aos elementos da decoração da cena virtual, da comunicação oral do terapeuta virtual com o paciente e da entrada de dados via teclado para as respostas do usuário, que é usado para que ele aponte seu nível de estresse, usando a escala SUDS.

O conceito de usabilidade é fundamental para avaliar diferentes dimensões do produto e envolve tanto questões relacionadas à comunicação, quanto a interação com o software (NIELSEN, 1993). Para avaliar a usabilidade de forma mais objetiva foi proposto um instrumento que teve inspiração no SUS (System Usability Scale) (BROOKE,1996). Procurou-se definir itens bens específicos relativos o produto a ser avaliado. Nesta dimensão, o instrumento propõe 10 afirmativas que devem ser avaliadas considerando uma escala Likert, variando entre valores de 0 (Discordo Totalmente) a 4 (Concordo Totalmente) (Tabela 12).

Tabela 12 – Escala Likert adotada

Pontuação	Respostas
0	Discordo totalmente
1	Discordo
2	Sem opinião
3	Concordo
4	Concordo totalmente

As tabelas que se encontram nos apêndices 3, 4 e 5, apresentam os instrumentos de avaliação, que forneceram respostas para as três dimensões avaliadas: relevância, interface e usabilidade.

5.2 Resultados das avaliações

O projeto de avaliação do EMVR foi aprovado pelo Comitê de Ética da UERJ, protocolo n. 42548821.8.0000.5282. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) utilizado na pesquisa está no Apêndice 2.

Após os participantes assinarem o TCLE, garantindo que sua participação na avaliação aconteceu por livre e espontânea vontade, sem identificação e sem remuneração, eles responderam a algumas perguntas sobre atuação profissional, além de informarem gênero, nacionalidade e idade.

Para o contato com os participantes da pesquisa foi utilizado o método Bola de Neve (VINUTO, 2014), onde alguns profissionais já conhecidos serão a origem e depois, cada um deverá encaminhar a pesquisa para mais um, ou dois profissionais de sua relação pessoal ou profissional, expandindo a amostra.

O processo de avaliação utilizou um vídeo do EMVR, que foi disponibilizado para profissionais de psicologia e psiquiatria e em seguida, os participantes responderam aos instrumentos via Google Forms.

Após 8 participantes responderem as proposições de avaliação da qualidade, calculou-se que a idade média dos participantes é de 42,3 anos, tendo por limites 28 e 57 anos. Todas são do gênero feminino. Uma participante é de nacionalidade francesa e as outras são brasileiras.

A Figura 16 apresenta os resultados sobre a relevância do sistema.

Figura 16 – Representação gráfica de avaliações referentes a percepção sobre a relevância



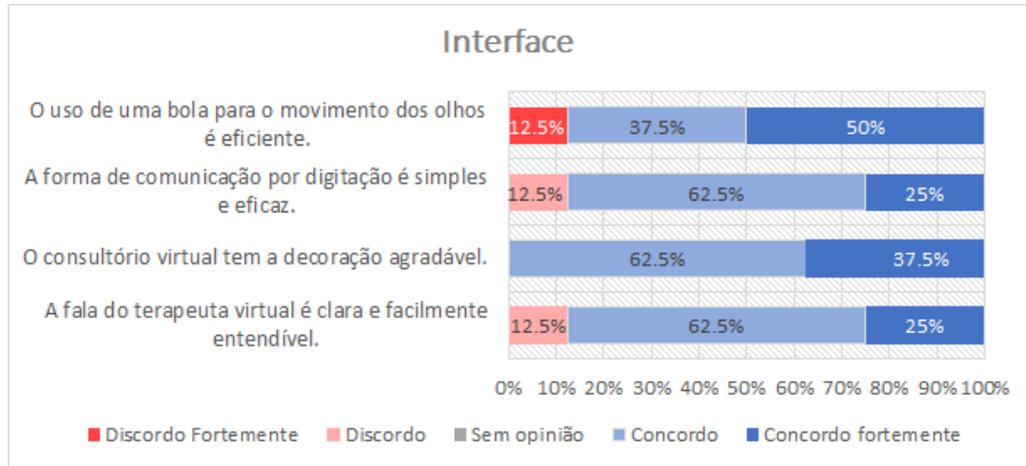
Como se pode observar na Figura 16, em geral, o sistema foi considerado como um complemento à terapia de EMDR, que segue suas etapas corretamente, exceto apenas em casos em que o terapeuta não soube opinar por não conhecer ainda esta forma de terapia. Além disso, a maioria dos participantes concordou sobre ser uma ferramenta relevante para a sociedade.

Um participante considerou ser uma ferramenta incapaz de diminuir o nível de estresse dos pacientes. Entretanto, na análise observou-se que esta mesma pessoa não conhecia a técnica de EMDR, o que poderia diminuir o peso dessa opinião.

Em relação à avaliação da interface do sistema, como mostra a Figura 17, a maioria retornou resultados positivos, principalmente em relação à decoração do consultório virtual. Houve reclamações pontuais sobre o entendimento da fala do terapeuta virtual e sobre o uso de uma bola para o movimento dos olhos não ser considerado eficiente, já que os terapeutas que adotam a técnica EMDR costumam usar o movimento do dedo de uma das mãos e a bola azul, muda o padrão da técnica. A comunicação por digitação da resposta do SUDS em um

teclado também teve uma resposta negativa. Esse item recebeu como uma das sugestões de melhoria para o sistema, a inclusão de comunicação por voz.

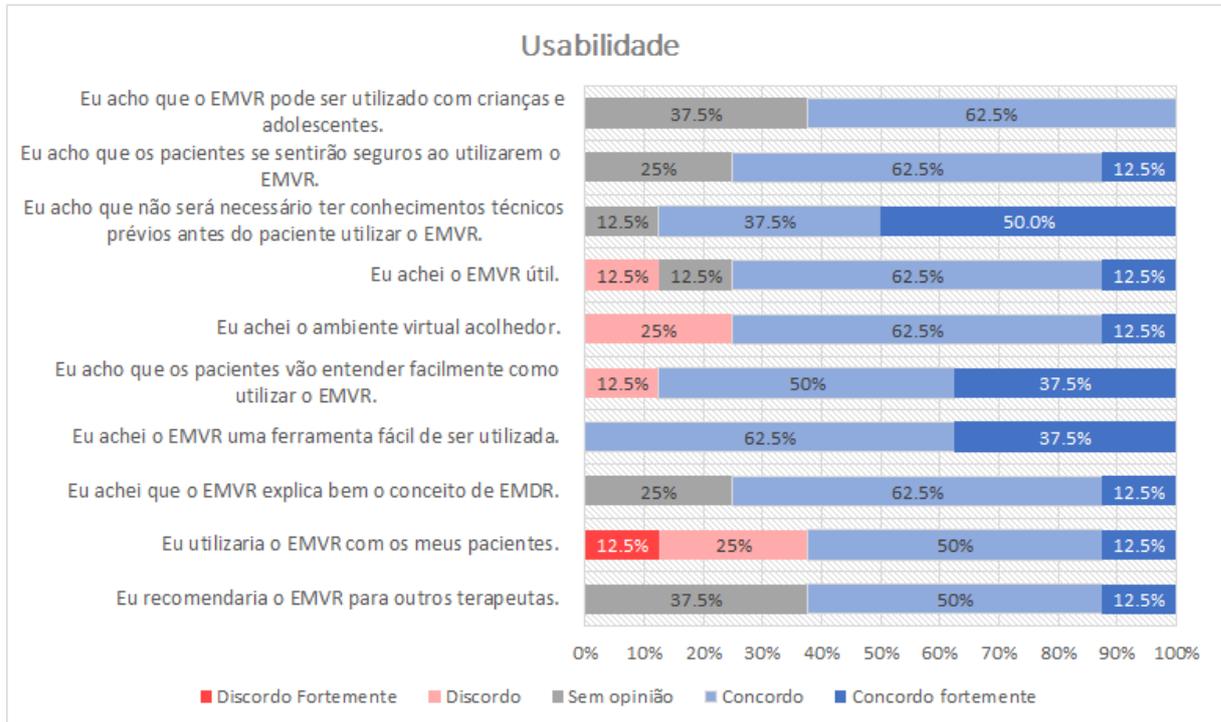
Figura 17 – Representação gráfica de avaliações referentes a afirmações sobre a interface



Sobre a usabilidade do sistema, como mostra a Figura 18, todos consideraram que é uma ferramenta fácil de ser utilizada. Em geral, a maioria das outras avaliações mostram resultados positivos, com algumas exceções onde a pessoa não expressou opinião, provavelmente por não conhecer a técnica de EMDR. Uma avaliação negativa se mostrou contraditória, ao discordar da seguinte afirmação “Eu acho que os pacientes vão entender facilmente como utilizar o EMVR” e ao mesmo tempo escolher a opção concordo para “Eu achei o EMVR uma ferramenta fácil de ser utilizada”.

A mais significativa avaliação negativa foi duas pessoas terem discordado de achar o ambiente virtual acolhedor. No entanto, esta avaliação recebeu nenhuma observação, ou comentário mais detalhado sobre o motivo. A maior avaliação negativa foi sobre não desejar utilizar o EMVR com os próprios pacientes, de três pessoas. Porém, estas pessoas não conheciam a técnica de EMDR, ou não trabalhavam com ela, portanto, faz sentido que não desejassem trabalhar com a sua versão virtual gamificada.

Figura 18 – Representação gráfica de avaliações referentes a afirmações sobre a usabilidade



Analisando-se os gráficos das respostas observa-se uma predominância de respostas positivas nas três dimensões avaliadas. No entanto a dimensão da relevância ficou um pouco abaixo das outras duas dimensões, talvez porque os participantes não conheciam e/ou não trabalhavam com a técnica de EMDR tornando difícil a avaliação de algumas questões, como por exemplo, sobre facilitar a terapia de EMDR, ou sobre a ferramenta ter a capacidade de reduzir o nível de estresse dos pacientes. Esta mesma questão parece ter influenciado na avaliação referente à usabilidade do sistema, visto que um profissional que não conhece a técnica EMDR pode ter dificuldades em opinar sobre utilizar a ferramenta EMVR em sua prática de trabalho, ou sobre a ferramenta poder ser utilizada com crianças e adolescentes. Por sua vez, a avaliação da dimensão usabilidade foi considerada bastante positiva.

Já a avaliação da interface teve resultados bem expressivos, com apenas uma opinião discordando fortemente do uso de uma bola para o movimento dos olhos. No geral, a grande maioria (sete pessoas) considerou ser uma ferramenta com descrição clara e que a comunicação por digitação é simples e eficaz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho foi propor e desenvolver um ambiente virtual 3D que integra tecnologias inteligentes para tornar a terapia de EMDR mais motivadora para os pacientes, identificando o nível de ansiedade do paciente de forma mais confiável.

O protótipo do EMVR foi implementado parcialmente, seguindo a orientação de agentes, usando o *engine* da UNITY. O sistema realiza uma representação virtual da terapia de dessensibilização e reprocessamento por meio do movimento dos olhos (EMDR), provendo estratégias para a avaliação do usuário usando um teclado para a comunicação digital, onde são digitados os valores do SUDS e dos batimentos cardíacos obtidos por um dispositivo, tal como um Mi-Band. O módulo de Lógica *Fuzzy* gera uma classificação final do nível de ansiedade do usuário, balanceando as respostas do SUDS com os batimentos cardíacos. O sistema também mantém um banco de dados, que persiste as informações dos usuários ao fim de cada sessão, avaliando o progresso do paciente como um todo, ao longo das sessões.

Um mapeamento sistemático foi realizado para verificar estudos sobre o uso de RV e IA aplicadas a saúde. Verificou-se as tendências no uso de técnicas de IA e não foram encontradas pesquisas que realizassem uma representação virtual em 3D do EMDR. Os sites que disponibilizam ferramentas para a realização de sessões usando EMDR (RemoteEMDR, 2021), (EMDRToolkit, 2021), (NEUROINOVATIONS, 2021) não oferecem módulos 3D, nem possibilidades mais inteligentes de controle mais preciso do nível de ansiedade dos pacientes, além de serem pagos, o que destaca as características de inovação do EMVR. Logo, considerando o contexto da pandemia da COVID-19, e os sistemas Web correntes, a proposta desta ferramenta pode ajudar os terapeutas a adotarem práticas de Telessaúde e Telemedicina, tendo um diferencial em relação aos ambientes web existentes, fornecendo possibilidades mais lúdicas para a realização da terapia. Além disso, por se assimilar com um jogo sério, um sistema em 3D pode tornar a terapia mais motivadora para os pacientes.

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, e em seguida, o protótipo foi avaliado por profissionais de psicologia e psiquiatria. Apesar da amostra ser pequena, os resultados das avaliações mostraram um *feedback* positivo. Exceto em casos em que a pessoa não soube responder, por não conhecer ou não ter trabalhado com esta técnica de terapia, todos concordaram que o que EMVR segue corretamente as etapas do EMDR e que poderia ser um complemento para uma terapia tradicional de EMDR. Além disso, a maioria

considerou o sistema como algo relevante para a sociedade e todos acharam o sistema fácil de ser utilizado, podendo motivar os pacientes na adesão ao tratamento.

Como ameaças a validade deste protótipo destacamos a necessidade de entrada de dados via teclado, e o pequeno número de participantes da avaliação da qualidade do protótipo, apesar de Nielsen (2000) considerar que cinco participantes em avaliações de software são suficientes para gerar resultados significativos. Ademais, como limitação da avaliação do sistema, destaca-se o fato de apenas terem tido participantes da área da saúde. Como melhoria futura, avaliações por profissionais com foco na interação humano-computador poderiam acrescentar maior precisão à avaliação do sistema.

Visando superar essas fragilidades, como trabalhos futuros, espera-se a complementação do sistema, conforme previsto na modelagem de agentes, utilizando plataformas que combinem a base de agentes, com RV, os módulos de Lógica Fuzzy e o Banco de Dados, como realizado de forma similar no trabalho de Oliveira et al. (2012) e considerando a possibilidade de adoção do *framework* JADE. Como uma segunda melhoria, sugere-se a utilização de um dispositivo que meça a frequência cardíaca e possua integração automática com o EMVR. Este aspecto foi inicialmente considerado, mas tornou-se financeiramente e tecnicamente inviável, pois havia necessidade de termos uma API e um dispositivo específico para a aferição dos batimentos e não tínhamos certeza da boa integração das duas tecnologias, já que só poderiam ser testados após a compra. Portanto, a alternativa encontrada foi a utilização do aparelho Mi Band 4, por ser mais acessível, e as informações dos batimentos sendo inseridas via teclado.

Uma melhoria futura referente à modelagem do sistema seria complementar o diagrama de dependência estratégica, adicionando também o modelo de razões estratégicas (diagrama SR). Por outro lado, considerando uma melhoria relacionada à interface do sistema, seria permitir escolher ou modificar o gênero do personagem do terapeuta virtual, visto que o gênero masculino foi escolhido por ter sido um dos poucos personagens gratuitos disponíveis encontrados para uso na plataforma Unity. Por fim, como evolução futura na validação das regras fuzzy deste trabalho, sugere-se a inclusão de outros especialistas da área da saúde para que haja uma média de valores referentes aos batimentos cardíacos e nível de ansiedade do paciente.

A comunicação por voz foi considerada a princípio neste projeto, uma vez que o uso de crenças positivas e negativas é essencial na terapia de EMDR e também, as respostas do SUDS precisam ser captadas pelo sistema de forma mais natural. Porém, o grupo de pesquisa

decidiu por aprofundar os estudos na área de Linguagem Natural para que futuramente, este módulo seja integrado ao EMVR.

Publicações e Prêmio

Este trabalho gerou um artigo completo internacional e um artigo curto em um congresso nacional:

- CONS, B. C.; OLIVEIRA, F. M.; WERNECK, V. M. B.; COSTA, R. M. E. M. Intelligent virtual environment for treating anxiety exploring the Eye Movement Desensitization and Reprocessing technique. In: 13th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies, Serpa, 2021. v.1. p.85 – 92.
- CONS, B. C.; COSTA, R. M. E. M. Ambiente virtual para tratamento de ansiedade oriunda de traumas usando Dessensibilização e Reprocessamento por Movimentos Oculares In: 23rd Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2021, Gramado.

O trabalho que participou do Workshop de Teses e Dissertações do 23rd Symposium on Virtual and Augmented Reality 2021 foi apresentado para uma banca e recebeu o prêmio de melhor dissertação:

- SVR 2021 - Best Master Dissertation Award, Sociedade Brasileira de Computação-SBC.

REFERÊNCIAS

- ABAR, Celina. O Conceito Fuzzy. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.pucsp.br/~logica/Fuzzy.htm>>. Acesso em: jan. 2020.
- AHMAD, Malik et al. Benchmarking expert surgeons' path for evaluating a trainee surgeon's performance. In: **Proceedings of the 12th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry**. ACM, p. 57-62. 2013.
- ALONSO-SILVERIO, Gustavo et al. Development of a Laparoscopic Box Trainer Based on Open Source Hardware and Artificial Intelligence for Objective Assessment of Surgical Psychomotor Skills. **Surgical innovation**, p. 1553350618777045, 2018.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION et al. **Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)**. American Psychiatric Pub, 2013.
- APA. **Clinical practice guideline for the treatment of Posttraumatic Stress Disorder (PTSD)**. Disponível em: <<https://www.apa.org/ptsd-guideline/ptsd.pdf/>>. Acesso em: abr. 2019.
- ARCOVERDE, Lidiane. **Diretrizes para avaliação de modelos de sistemas multiagentes: uma proposta baseada em métricas**. 2018. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2018.
- BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S.; SILVEIRA, M. S.; GASPARINI, I.; DARIN, T.; BARBOSA, G. D. J. **Interação Humano-Computador e Experiência do usuário**. Autopublicação. 2021.
- BASTOS, Z., SANTOS, F., ANDRADE, L., MATTOS, P. (2012). **Utilização de um jogo sério e Naïve Bayes para auxiliar na avaliação cognitiva do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade**. In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). Vol. 23. No. 1. 2012.
- BATISTA, Thiago et al. Evaluating User Gestures in Rehabilitation from Electromyographic Signals. **IEEE Latin America Transactions**, v. 14, n. 3, p. 1387-1392, 2016.
- BOOCH, G., RUMBAUGH, I. Capítulo 17 – Casos de Uso e Cenários. **UML, Guia do Usuário**. Editora Campus, 2005.
- BOTEGA, Leonardo Castro; CRUVINEL, Paulo Estevão. **Realidade virtual: histórico, conceitos e dispositivos**. Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro científico (ALICE), 2009.
- BRAZ, P., WERNECK, V. M. B., SOUZA, H. C., COSTA, R. M. E. M. SMEC-3D: A Multi-agent 3D Game to Cognitive Stimulation. In **International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems**. Springer, Cham, pp. 247-258, 2018.

- BREITMAN, K. **Evolução de cenários**. 221f. Tese (Doutorado em Informática) no Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUCRJ, 2000.
- BROM, Daniel; KLEBER, Rolf.; DEFARES, Peter. Brief psychotherapy for posttraumatic stress disorders. **Journal of consulting and clinical psychology**, v. 57, n. 5, p. 607, 1989.
- BROOKE, John et al. **SUS-A quick and dirty usability scale**. Usability evaluation in industry, v. 189, n. 194, pp. 4-7, 1996.
- BUSTAMANTE, Nathalia. **Onde estudar realidade virtual: os programas mais inovadores do mundo**. Estudar Fora. Disponível em: <www.estudarfora.org.br/onde-estudar-realidade-virtual-e-aumentada/>. Acesso em: 14 abr. 2019.
- BURDEA, Grigore C.; COIFFET, Philippe. **Virtual reality technology**. John Wiley & Sons, 2003.
- CAMPOS, Leonor. **Você sabe o que é trauma? Saiba quais são os sintomas e o tratamento**. Psicologia Viva. Disponível em: <<https://www.psicologiaviva.com.br/blog/o-que-e-trauma/>>. Acesso em: 21 abr. 2019.
- CAPECCI, Marianna et al. Collaborative design of a telerehabilitation system enabling virtual second opinion based on fuzzy logic. **IET Computer Vision**, v. 12, n. 4, p. 502-512, 2018.
- CAPEZZANI, Liuva et al. EMDR and CBT for cancer patients: Comparative study of effects on PTSD, anxiety, and depression. **Journal of EMDR Practice and Research**, v. 7, n. 3, p. 134-143, 2013.
- CARVALHO, Schubert et al. A Deep Learning Approach for Classification of Reaching Targets from EEG Images. In: **Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI), 2017 30th SIBGRAPI Conference on**. IEEE, p. 178-184. 2017.
- CHEN, Wei et al. An artificial neural network based haptic rendering of contact with deformable bodies. In: **Mechatronics and Automation (ICMA), 2016 IEEE International Conference on**. IEEE, p. 2332-2337. 2016.
- CHMURA, Jennifer et al. Classification of Movement and Inhibition Using a Hybrid BCI. **Frontiers in neurorobotics**, v. 11, p. 38, 2017.
- COOPER, Nancy; CLUM, George. Imaginal flooding as a supplementary treatment for PTSD in combat veterans: A controlled study. **Behavior therapy**, v. 20, n. 3, p. 381-391, 1989.
- COSTA, R.; KAYATT, P.; BOGONI, T., **Capítulo 5 - Hardware, Introdução a realidade virtual e aumentada**, Eds R. Tori e M. Hounsell, Porto Alegre: Editora SBC, 2018. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/book/66>. Acesso em: nov 2021.
- COSTA, Rosa M.; MENDONÇA, I.; SOUZA, D. S. Exploring the intelligent agents for controlling user navigation in 3D games for cognitive stimulation. In: **8th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies**. p. 1-6. 2010.

- COSTA, Rosa M.; RIBEIRO, Marcos Wagner. **Aplicações de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC, p. 69-89, 2009.
- CRICK, Francis; MITCHISON, Graeme. REM sleep and neural nets. **Behavioural brain research**, v. 69, n. 1-2, p. 147-155, 1995.
- DIAS, Diego et al. Design and evaluation of an advanced virtual reality system for visualization of dentistry structures. In: **Virtual Systems and Multimedia (VSMM), 2012 18th International Conference on**. IEEE, p. 429-435. 2012.
- DIGNUM, Frank et al. Games and agents: Designing intelligent gameplay. **International Journal of Computer Games Technology**, v. 2009, 2009.
- EMDR BRASIL. **O que é EMDR**. Disponível em: <<https://www.emdr.org.br/o-que-e-emdr>>. Acesso em: abr. 2021.
- EMDR EUROPEAN ASSOCIATION. **The AIP Model**. Disponível em: <<https://emdr-europe.org/about/the-aip-model/>>. Acesso em: abr. 2021.
- EMDR INSTITUTE. **Eye Movement Desensitization And Reprocessing Therapy**. Disponível em: <<https://www.emdr.com/>>. Acesso em: abr. 2021.
- EMDR Toolkit. **Professional toolkit for therapists**. Disponível em: <https://www.bilateralbase.com/?gclid=Cj0KCQjwwY-LBhD6ARIsACvT72OxXRgcItMBBKLGMFhFsnoM84STzWwTaEeLU0Owgnlqs22zn0kXWUYaAr6KEALw_wcB>. Acesso em: jun 2021.
- FERREIRA, Alane. **Modelo de Avaliação da Aprendizagem em Ambientes Virtuais**. 2017. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2017.
- FIPA. **Agent management specification, SC00023K: FIPA TC Agent Management..** Disponível em: <<http://www.fipa.org/>>. Acesso em: abr. 2019.
- FOA, Edna. et al. **Treatment of posttraumatic stress disorder in rape victims: a comparison between cognitive-behavioral procedures and counseling**. Journal of consulting and clinical psychology, v. 59, n. 5, p. 715, 1991.
- GARCÍA-VERGARA, Sergio et al. Increasing the efficacy of rehabilitation protocols for children via a robotic playmate providing real-time corrective feedback. In: **Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2016 25th IEEE International Symposium on**. IEEE, p. 700-705. 2016.
- GHOLAMI, Mohsen et al. Estimation of Knee Joint Angle using a Fabric-based Strain Sensor and Machine Learning: A Preliminary Investigation. In: **2018 7th IEEE International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (Biorob)**. IEEE, p. 589-594. 2018.

- GÖRGÜ, Levent et al. Freegaming: Mobile, collaborative, adaptive and augmented exergaming. **Mobile Information Systems**, v. 8, n. 4, p. 287-301, 2012.
- GUNN, Therese, JONES, L., BRIDGE, P., ROWNTREE, P., ISSEN, L. The use of virtual reality simulation to improve technical skill in the undergraduate medical imaging student. **Interactive Learning Environments**, v. 26, n. 5, p. 613-620, 2018.
- GUPTA, Manan et al. An evolving multi-agent scenario generation framework for simulations in preventive medicine education. In: **Proceedings of the 2nd ACM SIGHT International Health Informatics Symposium**. ACM, p. 237-246. 2012.
- HONG, Minsik; ROZENBLIT, Jerzy. A haptic guidance system for Computer-Assisted Surgical Training using virtual fixtures. In: **Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2016 IEEE International Conference on**. IEEE, p. 002230-002235. 2016.
- HUBER, T., PASCHOLD, M., HANSEN, C., WUNDERLING, T., LANG, H., & KNEIST, W. New dimensions in surgical training: immersive virtual reality laparoscopic simulation exhilarates surgical staff. *Surgical endoscopy*, 31(11), 4472-4477. 2017.
- INFANTE, Maisa. **Como a MedRoom utiliza realidade virtual e gamificação no treinamento de estudantes de medicina. Projeto Draft**. Disponível em: <<https://projetodraft.com/como-a-medroom-utiliza-realidade-virtual-e-gamificacao-no-treinamento-de-estudantes-de-medicina/>>. Acesso em: abr. 2019.
- INTRARAPRASIT, Monthon; SUNHEM, Wisuwat; JINJAKAM, Chompoonuch. Interaction Behavior of Older Adults with Immersive Virtual Reality Application for Cognitive Training. In: **2018 3rd International Conference on Computer and Communication Systems (ICCCS)**. IEEE, p. 506-510. 2018.
- ISTSS. **Clinician's corner: EMDR Therapy**. Disponível em: <<http://www.istss.org/education-research/traumatic-stresspoints/2016-april/clinician-s-corner-emdr-therapy.aspx>>. Acesso em: abr. 2019.
- JABERGHADERI, Nasrin et al. **A comparison of CBT and EMDR for sexually-abused Iranian girls**. *Clinical Psychology & Psychotherapy: An International Journal of Theory & Practice*, v. 11, n. 5, p. 358-368, 2004.
- JADE. **Apresenta informações e recursos do framework JADE (Java Agent DEvelopment Framework)**. Disponível em: <<http://jade.tilab.com/>>. Acesso em: abr. 2020.
- JAMWAL, Prashant et al. Tele-rehabilitation using in-house wearable ankle rehabilitation robot. **Assistive Technology**, v. 30, n. 1, p. 24-33, 2018.
- KAMKUIMO, Sorelle Audrey; GIRARD, Benoît; MENELAS, Bob-Antoine J. A narrative review of virtual reality applications for the treatment of post-traumatic stress disorder. **Applied Sciences**, v. 11, n. 15, p. 6683, 2021.
- KEANE, Terence et al. Implosive (flooding) therapy reduces symptoms of PTSD in Vietnam combat veterans. **Behavior therapy**, v. 20, n. 2, p. 245-260, 1989.

- KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In: **Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality**, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC. 2007.
- KOTHGASSNER, O. D., GOREIS, A., KAFKA, J. X., VAN EICKELS, R. L., PLENER, P. L., & FELNHOFER, A. Virtual reality exposure therapy for posttraumatic stress disorder (PTSD): a meta-analysis. **European journal of psychotraumatology**, v. 10, n. 1, p.1654782, 2019.
- LEE, Christopher et al. Treatment of PTSD: Stress inoculation training with prolonged exposure compared to EMDR. **Journal of clinical psychology**, v. 58, n. 9, p. 1071-1089, 2002.
- LENT, R.. **O cérebro aprendiz: neuroplasticidade e educação**. Rio de Janeiro, Ed. Atheneu. 2019.
- LIMA, Rodrigo et al. A 3D serious game for medical students training in clinical cases. In: **2016 IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)**. IEEE, p. 1-9, 2016.
- LIMA, Victor. As 5 melhores engines para criação de jogos. **Blog School Of Net**. Disponível em: <<https://blog.schoolofnet.com/as-5-melhores-engines-para-criacao-de-jogos/>>. Acesso em: maio de 2019.
- LYDAKIS, Andreas et al. A learning-based agent for home neurorehabilitation. In: **Rehabilitation Robotics (ICORR), 2017 International Conference on**. IEEE, p. 1233-1238. 2017.
- MACHADO, L. S. et al. Serious Games Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, p. 23-33, 2011.
- MAES, Pattie. Artificial Life Meets Entertainment: Lifelike Autonomous Agents. **Communications of the ACM**, vol. 38, no. 11, p. 108-114, set. 1995.
- MAMDANI, Ebrahim. Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis. In: **Proceedings of the sixth international symposium on Multiple-valued logic**. IEEE Computer Society Press, p. 196-202. 1976.
- MARCUS, Steven V.; MARQUIS, Priscilla; SAKAI, Caroline. Controlled study of treatment of PTSD using EMDR in an HMO setting. **Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training**, v. 34, n. 3, p. 307, 1997.
- MARON, P.; POWELL, V.; POWELL, W. Differential effect of neutral and fear-stimulus virtual reality exposure on physiological indicators of anxiety in acrophobia, In: **11th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies**, p. 149-156, 2016.

- MARTINS, V.F. **Processo de Desenvolvimento de Ambientes e Aplicações de Realidade Virtual**. 2000. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), Universidade Federal de São Carlos, 2000.
- MENDONÇA, Gisele. **O que é a terapia EMDR? Conheça a abordagem para tratamento de traumas**. Vittude. Disponível em: < <https://www.vittude.com/blog/fala-psico/o-que-e-a-terapia-emdr-conheca-a-abordagem-para-tratamento-de-traumas/>>. Acesso em: 15 out. 2021.
- MESQUITA, Maria. **O que é a terapia EMDR e como funciona?** INTCC. Disponível em: <<https://intcc.com.br/o-que-e-a-terapia-emdr-e-como-funciona/>>. Acesso em: 21 abr. 2019.
- MONTEIRO, Edna Frasson de Souza; ZANCHET, Dinamar José. **Realidade virtual e a medicina**. Scielo. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-86502003000500017&script=sci_arttext> Acesso em: abr. 2019.
- MORIE, Jacquelyn; HAYNES, Edward; CHANCE, Eric. Warriors' journey: a path to healing through narrative exploration. **International Journal on Disability and Human Development**, v. 10, n. 1, p. 17-23, 2011.
- MOTTA, Rosa A.S.M., OLIVEIRA, A. S., OLIVEIRA, S. B., NASCIMENTO, V. F., CUNHA, G. G., SILVA, S. L. F. Aplicação das Tecnologias de Interação Natural, Virtualidade e Transparência ao Tratamento de Traumas Causados pela Violência: um Estudo de Caso. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. E28, p. 921-933, 2020.
- NATIONAL SLEEP FOUNDATION. **REM Sleep Deprivation & Migraines**. Disponível em: <<https://www.sleepfoundation.org/articles/rem-sleep-deprivation-and-migraines>>. Acesso em: abr. 2019.
- NAZARI, Hedayat et al. Comparison of eye movement desensitization and reprocessing with citalopram in treatment of obsessive-compulsive disorder. **International Journal of Psychiatry in Clinical Practice**, v. 15, n. 4, p. 270-274, 2011.
- NEUROINNOVATIONS. **Psychotherapy and EMDR Software**. Disponível em: < https://www.neuroinnovations.com/therapists_toolkit.html>, Acesso em jun. 2021.
- NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Elsevier, 1993.
- NIELSEN, J. Why You Only Need to Test With 5 Users. **NN/g Nielsen Norman Group**. 2000. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>. Acesso em: jun. 2021.
- NÓBREGA, Isabel. **Sistema de apoio à gestão da informação de biobancos e biorrepositórios para fins de pesquisa**. 2018. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2018.
- OLIVEIRA, Fernando. **A Terapia de Exposição com Realidade Virtual para pacientes com TEPT controlada por um Sistema de Lógica Fuzzy**. 2012. 88f. Dissertação

(Mestrado em Ciências Computacionais) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012

OPRIŞ, David et al. Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a quantitative meta-analysis. **Depression and anxiety**, v. 29, n. 2, p. 85-93, 2012.

PAIVA, Camila. **Uma infraestrutura para apoiar testes de regressão através de proveniência e previsão dos resultados de testes de unidade**. 2018. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2018.

PAULA, Felipe. **MAS Ontology: uma ontologia de métodos orientados a agentes**. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014.

PARSONS, Thomas; RIZZO, Albert. Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: A meta-analysis. **Journal of behavior therapy and experimental psychiatry**, v. 39, n. 3, p. 250-261, 2008.

PERONTI, Wallace. **Princípios Teóricos da Estereoscopia**. 2008.

PIMENTA, Tatiana. **Terapia cognitivo comportamental: o que é e como funciona?**. Blog Vittude. Disponível em: <<https://www.vittude.com/blog/terapia-cognitivo-comportamental/>>. Acesso em: abr. 2019.

PORTAL T5. **Universidade lança o primeiro curso de anatomia em realidade virtual**. Portal T5. Disponível em: <www.portalt5.com.br/noticias/geral/2018/12/163894-universidade-lanca-o-primeiro-curso-de-anatomia-em-realidade-virtual>. Acesso em: abr. 2019.

PRASERTSAKUL, Thunyanoot; CHAROENSUK, Warakorn. Virtual pattern classification of upper limbs motion using artificial neural networks. In: **Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON)**, 2013 6th. IEEE, p. 1-5. 2013.

QIU, Q., CRONCE, A., FLUET, G., PATEL, J., MERIANS, A., & ADAMOVICH, S. Home based virtual rehabilitation for upper extremity functional recovery post-stroke. **Intern. Conference on Disability, Virtual reality and associated technology**, Los Angeles, 2016.

RAMAGLIA, Beatriz. **Terapia Cognitiva Comportamental: O que é, Como Funciona, Técnicas. Psicologia Viva**. Disponível em: <<https://www.psicologiviva.com.br/blog/terapia-cognitivo-comportamental/>>. Acesso em: abr. 2019.

RANGEL, Aline. **Trauma: como identificar e tratar o problema?** A Psiquiatra. Disponível em: <<http://www.apsiquiatra.com.br/trauma/>>. Acesso em: 21 abr. 2019.

RC PSYCH. **Post Traumatic Stress Disorder (PTSD)**. Disponível em: <<https://www.rcpsych.ac.uk/mental-health/problems-disorders/post-traumatic-stress-disorder>>. Acesso em: abr. 2019.

- RemoteEMDR. Platform for Online EMDR Therapy. Disponível em: <https://www.remotemdr.com/?gclid=CjwKCAjwzt6LBhBeEiwAbPGOGTHKTLKZRqWLKTYo2F2cGPc7zL_2YM9mdc3nrqLi56iub0HA7oCUkxoCaBwQAvD_BwE>. Acesso em: jun 2020.
- RIGNEL, Diego; CHENCI, Gabriel; LUCAS, Carlos. Uma introdução a Lógica Fuzzy. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica**, 2011. Disponível em: <http://www.logicafuzzy.com.br/wp-content/uploads/2013/04/uma_introducao_a_logica_fuzzy.pdf>. Acesso em: jan. 2020.
- RIZZO, Albert et al. Clinical interviewing by a virtual human agent with automatic behavior analysis. **11th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies**, 2016.
- RIZZO, Albert et al. SimCoach: an intelligent virtual human system for providing healthcare information and support. **International Journal on Disability and Human Development**, v. 10, n. 4, p. 277-281, 2011.
- RODRIGUES, Gessica; DE MAGALHÃES PORTO, Cristiane. **Realidade virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações**. Interfaces Científicas-Educação, v. 1, n. 3, p. 97-109, 2013.
- ROOS, Carlijn et al. A randomised comparison of cognitive behavioural therapy (CBT) and eye movement desensitisation and reprocessing (EMDR) in disaster-exposed children. **European Journal of Psychotraumatology**, v. 2, n. 1, p. 5694, 2011.
- ROTTA, Newra Tellechea; BRIDI FILHO, César Augusto; DE SOUZA BRIDI, Fabiane Romano. **Plasticidade cerebral e aprendizagem: abordagem multidisciplinar**. Artmed Editora, 2018.
- ROTHBAUM, Barbara Olasov. A controlled study of eye movement desensitization and reprocessing in the treatment of posttraumatic stress disorder sexual assault victims. **Bulletin-menninger clinic**, v. 61, p. 317-334, 1997.
- RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Artificial intelligence: a modern approach**. Malaysia; Pearson Education Limited, 2016.
- SCARPATO, Artur. Trauma e Janela de Tolerância: o campo produtivo entre o caos e a paralisia. **Artur Scarpato – Psicologia Clínica**. Disponível em: <<https://psicoterapia.psc.br/2017/10/18/trauma-e-janela-de-tolerancia-o-campo-produtivo-entre-o-caos-e-paralisia/>>. Acesso em: jan. 2020.
- SCHULZ, R., SMARADOTTIR, B., PRINZ, A., & HARA, T. User-Centered Design of a Scenario-Based Serious Game: Game-Based Teaching of Future Healthcare. **IEEE Transactions on Games**, 12(4), p. 376-385, 2020.
- SHAPIRO, Francine. Efficacy of the eye movement desensitization procedure in the treatment of traumatic memories. **Journal of traumatic stress**, v. 2, n. 2, p. 199-223, 1989a.

- SHAPIRO, Francine. Eye movement desensitization: A new treatment for post-traumatic stress disorder. **Journal of behavior therapy and experimental psychiatry**, v. 20, n. 3, p. 211-217, 1989b.
- SHAPIRO, Francine. Eye movement desensitization and reprocessing (EMDR) therapy: Basic principles, protocols, and procedures. **Guilford Publications**, 2017.
- SHEHORY, Onn; STURM, Arnon. **Agent-Oriented Software Engineering: Reflections on Architectures, Methodologies, Languages, and Frameworks**. Berlim: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 331 p. 2014.
- SHORT, Dan; LEGGETT, Elsa Soto; BACON, Katherine. **The SAGE Encyclopedia of Theory in Counseling and Psychotherapy**. 2015.
- SIEGEL, D. J. **The Developing Mind: Towards a neurobiology of interpersonal experience**. New York: The Guilford Press. 1999.
- SONG, Wenfeng et al. Multi-task cascade convolution neural networks for automatic thyroid nodule detection and recognition. **IEEE journal of biomedical and health informatics**, 2018.
- SRINIVASAN, Haritha et al. Estimation of hand force from surface Electromyography signals using Artificial Neural Network. In: **Intelligent Control and Automation (WCICA), 2012 10th World Congress on**. IEEE, p. 584-589. 2012.
- SUTHERLAND, Ivan E. Sketchpad a man-machine graphical communication system. **Simulation**, v. 2, n. 5, p. R-3-R-20, 1964.
- TARRIER, Nicholas et al. A randomized trial of cognitive therapy and imaginal exposure in the treatment of chronic posttraumatic stress disorder. **Journal of consulting and clinical psychology**, v. 67, n. 1, p. 13, 1999.
- TIELMAN, Myrthe et al. A therapy system for post-traumatic stress disorder using a virtual agent and virtual storytelling to reconstruct traumatic memories. **Journal of medical systems**, v. 41, n. 8, p. 125, 2017.
- TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Editora SBC, 2006.
- TURING, A. M. **Computing machinery and intelligence**. *Mind*, 59:433—460. 1950.
- VA. **Eye Movement Desensitization and Reprocessing (EMDR) for PTSD**. Disponível em: <https://www.ptsd.va.gov/understand_tx/emdr.asp>. Acesso em: abr. 2019.
- VINCE, J. **Virtual Reality Systems**. 2th ed. New Jersey: Addison-Wesley, 2004. 388 p.
- VINUTO, J. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. **Temáticas**, Campinas, v. 22, n. 44, p. 203-220, 2014.

- WAGNER, Adiléa. **Extração de Conhecimento a partir de Redes Neurais aplicada ao problema da Cinemática Inversa na Robótica**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2003.
- WANDERS, Femy; SERRA, Marike; DE JONGH, Ad. EMDR versus CBT for children with self-esteem and behavioral problems: a randomized controlled trial. **Journal of EMDR Practice and Research**, v. 2, n. 3, p. 180-189, 2008.
- WANG, Yong-Guang; SHEN, Zhi-Hua; WU, Xuan-Chen. Detection of patients with methamphetamine dependence with cue-elicited heart rate variability in a virtual social environment. **Psychiatry research**, v. 270, p. 382-388, 2018.
- WHO. **WHO releases guidance on mental health care after trauma**. Disponível em: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2013/trauma_mental_health_20130806/en/>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- XIONG, Anbin et al. Feasibility of EMG-based ANN controller for a real-time virtual reality simulation. In: **IECON 2012-38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society**. IEEE, 2012. p. 2699-2704.
- YEH, Shih-Ching et al. Machine learning-based assessment tool for imbalance and vestibular dysfunction with virtual reality rehabilitation system. **Computer methods and programs in biomedicine**, v. 116, n. 3, p. 311-318, 2014.
- YSÀS, JORDI. **EMDR**. Teràpia Estratègica BioNeuroEmoció, EMDR, TIC. Disponível em: <<https://terapiaestrategicabcn.wordpress.com/emdr/>>. Acesso em: 01 maio 2019.
- YU, E. **Modeling Strategic Relationships for Process Reengineering**, In: **Social Modeling Engineering**, editors. Yu E, Giorgini P, Maiden N, Milopoulos, J, Toronto, pp. 11-154. 2011.
- ZADEH, Lotfi A. **Fuzzy sets**. Information and control, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.
- ZETZSCHE, Christoph et al. Sensorimotor Representation of Space: Application in Autonomous Systems and in a Wayfinding Assistant for Alzheimer's Disease. In: **Computer and Information Science (ICIS), 2012 IEEE/ACIS 11th International Conference on**. IEEE, 2012. p. 219-224.
- ZHANG, Mu et al. Preliminary Application of Gesture Recognition to Virtual Acupuncture. In: **Computational Intelligence and Design (ISCID), 10th International Symposium on**. IEEE, 2017. p. 366-369.

APÊNDICE A - Descrição dos objetivos dos artigos do mapeamento sistemático

Descrição dos objetivos dos artigos do mapeamento sistemático

Autor	Ano	Resumo
AHMAD, Malik Anas et al.	2013	O objetivo do artigo é propor uma simulação virtual que avalia o aprendizado de cirurgiões aprendizes em cirurgias de laparoscopia. Através do método de redes de Elman, os autores criaram uma Rede Neural Artificial para aprender o caminho tomado pelo instrumento utilizado na laparoscopia por diversos cirurgiões experts. A pontuação dos aprendizes é calculada por meio de distância Euclidiana ao comparar com o caminho considerado ótimo tomado pelos experts. Ao avaliar a realização dos dois exercícios pelos aprendizes, apenas um deles obteve resultado calculado em simulação altamente equivalente à avaliação realizada pelos experts.
GÖRGÜ, Levent et al.	2012	O artigo relata sobre um jogo interativo para a realização de caminhadas ou corridas, incentivando que o jogador ande até os locais propostos como objetivo. O jogo é uma aplicação para celular que utiliza realidade aumentada e agentes para permitir o uso do jogo em diversos ambientes e ao ar livre, onde os agentes recebem a localização do jogador por GPS e atualizam suas crenças sobre o ambiente a cada mudança de local, por meio da arquitetura BDI. O jogo utiliza uma arquitetura cliente-servidor, em que o algoritmo SURF (Speeded Up Robust Features) é utilizado para realizar os cálculos de realidade aumentada. A plataforma foi implementada através do AFME (Agent Factory Mobile Edition).
GUPTA, Manan et al.	2012	Os autores criaram um <i>framework</i> online pedagógico com o intuito de abordar a medicina preventiva. O <i>framework</i> utiliza como base interações reais de um ambiente hospitalar para gerar a simulação deste ambiente em forma virtual, através do uso de agentes. O jogo pretende fazer com que o usuário aja como um inspetor de saúde, avaliando os hábitos de higiene das mãos dos funcionários da área da saúde no ambiente virtual, representados por agentes virtuais. Um grafo foi criado para representar o ambiente e os caminhos realizados pelos agentes, onde os mesmos se locomovem seguindo o algoritmo de caminho mais curto de Dijkstra. Foram criados algoritmos para tratar a questão do tráfego direcional dos agentes e também evitar colisão entre eles, mudando a sua trajetória caso necessário.
COSTA, R. M. E. M.; MENDONCA, I.; SOUZA, D. S.	2010	O artigo relata sobre a importância da introdução de técnicas de modelagem ao desenvolver ambientes para reabilitação virtual. Ele apresenta também um jogo criado em duas linguagens de programação diferentes com o intuito de treinar a atenção e concentração em seus usuários. O jogo utiliza agentes que regulam o seu nível de dificuldade. Ele foi desenvolvido por meio das linguagens JAVA3D e X3D e foi utilizada a metodologia orientada a agentes ADELFE.
MORIE, Jacquelyn F.; HAYNES, Edward; CHANCE, Eric.	2011	Os autores criaram um jogo interativo e narrativo que utiliza agentes conversacionais para auxiliar nos possíveis problemas psicológicos de veteranos de guerra. O jogo narra uma história de um corajoso guerreiro, possuindo o intuito de despertar um sentimento de representação dos veteranos nele, ao abordar os pontos positivos de ter lutado em uma guerra; ao invés de reviver as lembranças traumáticas vividas, como em técnicas mais convencionais de terapia. O jogador pode interagir com o personagem do jogo, através de um chat, e ao fim do jogo, pode criar sua própria história. O jogo foi criado utilizando o Second Life, implementado em C#, utilizando uma biblioteca específica para esta ferramenta e .NET para acessar os mundos virtuais.
RIZZO, Albert et al.	2011	O artigo relata um programa online inteligente e interativo que busca ajudar a quebrar o estigma na procura de auxílio psicológico para veteranos de guerra, militares e seus respectivos familiares. O projeto

		dispõe de um agente virtual que serve como guia, permitindo o diálogo entre ele e o jogador, esclarecendo algumas questões desejadas ou sugerindo auxílio psicológico.
OLIVEIRA, F. M. et al.	2012	O artigo descreve dois sistemas integrados, com o objetivo de realizar uma terapia de exposição para pacientes com transtorno de estresse pós-traumático através de realidade virtual e lógica fuzzy. O sistema ARVRET é um ambiente virtual de imersão que compreende uma hierarquia de fobias dos usuários, estas poderão ser demonstradas e experienciadas por eles, por meio de óculos apropriados. Este sistema utilizou Blender para modelar os objetos e Unity3D para criar as animações, onde a primeira a ser criada foi uma situação de violência urbana. O sistema SAPTEPT é responsável por medir a frequência cardíaca do paciente e prover uma classificação do seu nível de estresse perante o uso do ARVRET, por meio de lógica fuzzy. Conforme o nível de ansiedade do paciente, os estímulos são diminuídos ou aumentados.
RIZZO, A. A. et al.	2016	O artigo relata uma plataforma com um agente humano virtual, o SimSensei, que captura e interpreta em tempo real informações audiovisuais resultantes da interação com humanos, com o objetivo de realizar entrevistas clínicas sobre a saúde mental do usuário. A plataforma utiliza uma câmera e sensores que captam dos usuários expressões faciais, gestos e parâmetros vocais, e uma avaliação deles por meio de inferências define as próximas perguntas a serem realizadas pelo agente. O SimSensei utiliza um sistema de percepção MultiSense, e seu intuito é identificar padrões de comportamento nos usuários associados com ansiedade, depressão e transtorno de estresse pós-traumático. O estudo obteve melhores resultados ao avaliar militares antes e depois de seu serviço no Afeganistão, em comparação com as outras formas de avaliação terapêutica.
WANG, Yong-Guang; SHEN, Zhi-Hua; WU, Xuan-Chen	2018	O estudo criou um modelo de imersão em um ambiente virtual com o objetivo de detectar dependentes em metanfetamina. O ambiente consiste de um vídeo gravado por atores utilizando a droga, para gerar nos participantes do estudo uma reação fisiológica de resposta. O equipamento utilizado inclui um dispositivo de gravação de frequência cardíaca, um capacete de realidade virtual e fones de ouvido. Criaram um algoritmo de aprendizado de máquina para determinar se a variabilidade na frequência cardíaca dos usuários ao participar do ambiente virtual poderia distinguir os dependentes da droga dos outros participantes. O resultado do estudo concluiu que a imersão em ambientes virtuais de uso de drogas pode induzir reações fisiológicas nos seus participantes.
YEH, Shih-Ching et al.	2014	O artigo fala sobre jogos interativos de realidade virtual que adotam exercícios de treinamento de equilíbrio para a reabilitação de pessoas com disfunção vestibular. Sistemas de sensores de gravação baseados em câmeras foram inseridos para capturar os movimentos, utilizando Wii Fit para medir o centro de pressão dos participantes. Os índices de equilíbrio dos participantes foram analisados por ferramentas estatísticas e um software de aprendizado de máquina, como um SVM (Support Vector Machine). Os pacientes utilizaram óculos 3D e receberam guia audiovisual para ajudar a completar as tarefas de movimento do jogo. O estudo utilizou um grupo de pacientes e um grupo controle e os resultados mostraram que este seria um tratamento viável e de certa forma eficaz.
LYDAKIS, Andreas et al.	2017	Os autores apresentam um sistema inteligente para reabilitação doméstica. O sistema funciona por meio da técnica de aprendizado por demonstração, onde um agente inteligente aprende a realizar os movimentos necessários para poder corrigir os usuários que os reproduzem depois. Utilizam-se sinais de eletromiografia para detectar os movimentos do fisioterapeuta e estes são traduzidos para a máquina por meio dos algoritmos de aprendizado de máquina kNN e GMM (Gaussian Mixture Model), onde um agente representado por um avatar

		3D irá interpretar estes movimentos como os corretos. O usuário utiliza pulseiras Myo para detectar seus movimentos e óculos de realidade aumentada (ou algum aparelho Android), podendo realizar o treinamento sozinho em sua casa, e o agente irá detectar os movimentos realizados por ele e ajudar a corrigi-lo. O sistema obteve bons resultados mas os participantes do estudo criticaram o engajamento do ambiente virtual com eles.
ALONSO-SILVERIO, Gustavo A. et al.	2018	O artigo propõe um sistema de treinamento de cirurgia de laparoscopia. O sistema utiliza um manequim de plástico, uma webcam, uma placa de Raspberry Pi 2 e uma televisão, sendo que esta última mostra imagens em realidade virtual que simulam as tarefas realizadas em uma laparoscopia. Os participantes da pesquisa cumpriram as tarefas mostradas na tela para atingir uma pontuação em relação a sua habilidade com a realização da cirurgia. Uma rede neural artificial foi criada em Python com algoritmo de Back-propagation para avaliar e classificar o nível de destreza dos participantes.
CHMURA, Jennifer et al.	2017	O artigo apresenta uma interface cérebro-computador que cria um ambiente de treinamento em realidade virtual, com o intuito de auxiliar na restauração da função motora de pacientes. Este interface utiliza MI (Imagem Motora), que avalia os sinais dos tipos de movimentos realizados; e ERP (Potenciais Relacionados a Eventos), que classifica quando um movimento é iniciado ou parado. Sinais de eletroencefalografia do paciente são medidos e ele imerge no sistema virtual por meio de um capacete de realidade virtual. O sistema utiliza também algoritmos de aprendizado de máquina, como Naive Bayes e SVM, para apurar a precisão do movimento do usuário.
JAMWAL, Prashant K. et al.	2018	Um robô utilizável para reabilitação doméstica de tornozelo foi proposto, utilizando um músculo artificial pneumático (PMA). Os autores criaram um controlador baseado em lógica fuzzy para controlar o comportamento incerto do PMA e avaliar o desempenho do robô. O robô aplica forças contrárias enquanto o usuário realiza os movimentos terapêuticos, para reforçar o treinamento. O sistema é composto por hardware, software e uma interface gráfica. Ele dispõe também de um jogo fisioterapêutico, que avalia os movimentos do tornozelo como mudanças de direção na perna virtual do paciente, enquanto este a pode visualizar numa simulação de realidade virtual pelo seu computador. As informações da pontuação do usuário no jogo e do seu desempenho no tratamento são armazenadas num banco de dados e podem ser visualizadas por meio da interface gráfica pelo terapeuta. Os participantes do estudo que testaram o sistema retornaram bons resultados.
TIELMAN, Myrthe L. et al.	2017	O artigo introduz um sistema de terapia de exposição para transtorno de estresse pós-traumático, especificamente para veteranos de guerra e vítimas de abuso sexual na infância. O sistema utiliza dois ambientes, um diário digital e um WorldBuilder 3D, onde o usuário pode recriar suas memórias virtualmente, por meio de textos, imagens e cenas. Há um agente virtual que auxilia o usuário a preencher o diário, por meio de perguntas baseadas em um sistema de ontologia. Este agente age como um guia para o uso do sistema e para a terapia em si. Há um terapeuta humano que irá monitorar o progresso do usuário e intervir caso necessário. O sistema utiliza ontologia para armazenar informações sobre os pacientes e seus traumas.
ZETZSCHE, Christoph et al.	2012	O artigo relata sobre um sistema de treinamento e assistência para pessoas com deficiências cognitivas, em especial o Alzheimer. Uma representação sensorio-motora é aplicada ao sistema para auxiliar os usuários a terem uma representação mais resiliente do ambiente. O sistema inclui um agente que é responsável por realizar movimentos exploratórios no ambiente virtual, além de um sistema de navegação que auxilia o usuário a se encontrar de acordo com os pontos de referência mais memoráveis para ele.

SRINIVASAN, Haritha et al.	2012	Os autores relatam sobre um método de estimar a força aplicada por alguma pessoa através de sinais de eletromiografia. Eles criaram um sistema háptico que dá um <i>feedback</i> em tempo real da força aplicada por meio de uma mola virtual. O sistema é composto por um sensor de eletromiografia, um sensor de isolamento, uma placa para aquisição de informações e um dispositivo háptico. Utiliza-se também uma rede neural artificial para testar e classificar as informações dos sinais de eletromiografia. O dispositivo háptico utiliza Microsoft Visual C++ e Matlab.
DIAS, Diego Roberto Colombo et al.	2012	O artigo descreve uma aplicação chamada Mini Cave que utiliza realidade virtual e dispositivos baseados em gestos, como Kinect e Wii Remote, para simular e interagir com modelos de estruturas dentais. O sistema possui objetivo de realizar um ensino odontológico, por meio de uma interface que permite o controle das simulações, aplicada por meio de diversas projeções em vários computadores, constituindo assim, uma sala de equipamentos. A aplicação foi criada em Java e uma ontologia foi criada para desempenhar as descrições semânticas.
XIONG, Anbin et al.	2012	Foi criado um sistema de simulação de movimentos em tempo real do braço de usuários que necessitem de fisioterapia. Os usuários utilizam eletrodos de eletromiografia para que os movimentos dos seus músculos sejam interpretados. O sistema utiliza redes neurais artificiais com Backpropagation para reconhecer os padrões de movimentos e é utilizada realidade virtual para exibir em tempo real o braço virtual mecânico para o usuário. Solidworks e Matlab foram os softwares utilizados para a criação do modelo do braço virtual em 3D. Por fim, a rede neural classificou com sucesso os movimentos realizados pelo usuário com baixos erros estatísticos.
PRASERTSAKUL, Thunyanoot; CHAROENSUK, Warakorn,	2013	O artigo relata sobre um sistema de reconhecimento de padrões de movimento de braço utilizando redes neurais artificiais e realidade virtual, para objetivos fisioterapêuticos. Os movimentos realizados inicialmente pelo terapeuta foram inseridos nas redes neurais para treina-las e estes movimentos foram exibidos por meio de um avatar em um jogo de realidade virtual, para serem reexecutados pelos usuários. Os movimentos dos usuários foram filmados e classificados pela rede para serem avaliados. O avatar do jogo foi criado por meio de Unity, enquanto os movimentos foram exportados da câmera pelo software Arena e a análise de padrão deles foi realizada pelo Matlab.
BATISTA, Thiago Vinicius Vieira et al.	2016	Os autores avaliaram um método de interpretação de gestos através de sinais de eletromiografia para fins de reabilitação motora. Utilizaram um bracelete Myo para detectar os movimentos de pulso realizados pelo usuário ao monitorar as atividades bioelétricas de seus músculos. Matlab foi utilizado para classificar os dados dos movimentos, utilizando um modelo de avaliação de lógica fuzzy, ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System). Foi utilizado Microsoft Visual Studio para obter e gravar os dados. Após testes, conclui-se que o modelo teve um excelente desempenho ao classificar os movimentos.
CHEN, Wei et al.	2016	O artigo propõe uma rede neural baseada numa renderização háptica de 3-DOF (Degrees of Freedom) para simular o contato entre uma ferramenta rígida e um objeto deformável e medir a força exercida nele. O objetivo deste estudo é otimizar as cirurgias realizadas em ambientes virtuais. Um robô médico foi criado para medir os dados que treinaram a rede neural. Um algoritmo de controle de movimentos foi criado, dividindo um movimento em três sub-movimentos, um para cada coordenada cartesiana. Os cálculos foram realizados com Matlab e o dispositivo háptico Falcon foi utilizado para validar o modelo criado. Houve um experimento com usuários, revelando a efetividade da rede neural criada.
LIMA, Rodrigo Monteiro et al.	2016	Os autores criaram um ambiente para auxiliar o aprendizado de medicina, por meio de um jogo sério em 3D. O objetivo do jogo é simular pacientes virtuais com sintomas de doenças reais para serem

		diagnosticadas pelos jogadores. Foram desenvolvidas duas versões do jogo, para smartphones e para desktop. Na versão para smartphones é disponibilizado um sintetizador de voz para interação 2D com o jogo, ou óculos de imersão virtual para uma imersão em 3D. Já na versão em desktop, o ambiente também é 3D, mas permite vários jogadores, por ser online. Há dois agentes: o agente do paciente virtual, que possui uma representação física, e o agente diagnosticador, que utiliza uma árvore de decisões para classificar os sintomas das doenças. Há também um componente que cria sintomas e doenças, este utiliza aprendizado de máquina para manter o desempenho do jogo em progresso. Utilizaram Blender e Unity3D para criar os modelos e ambientes em 3D; o WEKA, para utilizar um algoritmo de aprendizado de máquina oriundo deste software; PHP e HTML para criar um site que disponibiliza uma versão online do software; JADE para criar o sistema multiagente; e o Software Development Kit para o uso dos óculos de realidade virtual.
GARCÍA-VERGARA, Sergio et al.	2016	O artigo propõe um jogo doméstico de realidade virtual para detectar e avaliar movimentos de braço em reabilitações motoras, através de uma câmera Kinect, da Microsoft. O objetivo do jogo é alcançar bolhas virtualmente projetadas na imagem da tela ao redor do jogador, avaliando o tempo levado para realizar os movimentos. Duas formas de interação com o jogador foram criadas com o intuito de comparação: o uso de um agente virtual, que dá instruções verbais aos jogadores, para corrigir os seus gestos; e o uso de um robô humanoide, que demonstra o movimento correto caso o usuário tenha errado. O sistema foi testado com adultos e crianças e concluiu-se que com o auxílio do feedback do robô, os resultados foram melhores entre os usuários.
HONG, Minsik; ROZENBLIT, Jerzy W.	2016	O sistema descrito no artigo busca auxiliar no treinamento de cirurgias de laparoscopia. É um sistema háptico de simulação em 3D dos movimentos realizados na cirurgia, avaliando a força aplicada pelo usuário. O hardware consiste principalmente de duas instalações que seguram instrumentos médicos, uma câmera que imita uma endoscopia e motores de dispositivos hápticos. O processo de treinamento gera um caminho recomendado para o movimento do instrumento cirúrgico, avaliando se o usuário fugiu da região recomendada e se foi eficiente nos movimentos realizados. O sistema utiliza human-in-a-loop para orientar novos usuários ao aplicar força nos movimentos. Os resultados experimentais indicaram robustez no sistema.
CARVALHO, Schubert R. et al.	2017	O artigo descreve um sistema de realidade virtual que permite que o usuário realize movimentos de alcance de bolas de tênis num ambiente 3D enquanto fica em pé. O objetivo do sistema é classificar e avaliar estes movimentos através do uso de imagens criadas a partir de sinais de eletroencefalografia. Para lidar com as imagens, utilizam-se redes neurais profundas, o algoritmo de Ada-Boost e a função Rectified Linear Unit. A importância deste estudo está relacionada a aplicações na área de controle de neuropróteses. Os usuários podem utilizar Oculus DK2 para imergir no ambiente virtual 3D e visualizar a representação virtual de seus corpos. Os resultados retornaram um aumento na classificação do desempenho dos usuários.
ZHANG, Mu et al.	2017	O sistema do artigo possui o intuito de fornecer um ambiente virtual de treinamento para acupuntura, através do dispositivo de gesto Leap Motion e óculos de realidade virtual. O sistema realiza um mapeamento do posicionamento dos dedos e dos gestos dos usuários e reconhece o tipo de gesto realizado com o auxílio de dois algoritmos de aprendizado de máquina: SVM e Backpropagation. Utilizou-se Unity3D para o desenvolvimento das cenas de gestos. Resultados experimentais em relação ao reconhecimento de gestos demonstraram a eficácia do sistema.
CAPECCI, Marianna et al.	2018	Os autores propõem um sistema doméstico e interativo de telereabilitação de baixo custo por meio de análise de movimentos, baseado em uma câmera de Microsoft Kinect e uma plataforma web. A

		utilidade deste sistema se refere ao tratamento de doenças neurológicas e musculoesqueléticas. Regras de inferência fuzzy Takagi Sugeno são geradas pelas análises dos médicos e irão representar os fisioterapeutas virtuais do sistema, sendo responsáveis por avaliarem os movimentos dos usuários por meio de pontuações. O sistema inclui também uma aplicação web que permite analisar os dados dos usuários e mostrar as suas pontuações, onde os médicos definem os exercícios a serem realizados e monitoram os resultados.
SONG, Wenfeng et al.	2018	O artigo apresenta um novo framework baseado em redes neurais convolucionais que podem ser treinadas para detectar e classificar nódulos de tireoide a partir de imagens de ultrassonografia. O objetivo do sistema é poder distinguir nódulos benignos e malignos de forma automática. A dificuldade encontrada em diferenciar os tipos de nódulo ocorreu devido à variabilidade das imagens, o que foi facilitado pela criação de camadas com múltiplas escalas na arquitetura, com uma pirâmide em cascata multitarefa na rede (MC-CNN: Multi-task cascade pyramid CNN). Diversos métodos de aprendizado de máquina também foram implementados para demonstrar a eficácia do sistema, como árvore decisão, floresta aleatória, adaboost, k-NN, Bernouli Naive Bayesian e GBDT, resultando em resultados competitivos. Foram realizados estudos com os usuários na prática para demonstrar a aplicabilidade do sistema e chegou-se a conclusão de que o framework obteve um desempenho melhor em termos de eficiência e precisão em relação dos médicos humanos.
INTRARAPRASIT, Monthon; SUNHEM, Wisuwat; JINJAKAM, Chompoonuch.	2018	O artigo relata sobre um sistema interativo de realidade virtual para auxiliar no treinamento cognitivo de idosos, através de Oculus Rift e Oculus Touch. O sistema realiza uma análise do comportamento da interação dos usuários por meio de arquivos de log e aprendizado de máquina. As atividades do sistema envolvem pegar e inserir móveis em aposentos virtuais, com o objetivo de lembrar dos itens e dos ambientes, avaliando a memória de curto prazo e habilidades visuoespaciais de seus usuários. Idosos participaram da pesquisa, onde nenhuma deles possuía problemas cognitivos. Foi utilizado um algoritmo de Support Vector Regression (SVR) em Python para avaliar os resultados do método, retornando um bom efeito nos usuários.
GHOLAMI, M. et al.	2018	O artigo descreve um sistema vestível que utiliza um tecido com sensores de tensão elástica para estimar o ângulo da articulação do joelho ao andar e ao realizar uma flexão estática. A aplicabilidade do sistema se dá em casos de pessoas com problemas no joelho, que necessitam realizar reabilitação em casa, utilizando o sistema para monitorar e avaliar seus movimentos. Utilizaram rede neural e floresta aleatória para estimar o ângulo da articulação do joelho, onde o algoritmo de floresta aleatória obteve o melhor resultado. A função de ativação Rectified Linear Unit foi utilizada na rede neural. O sistema inclui uma esteira, onde os exercícios são realizados, uma calça protótipo, uma câmera e uma placa de aquisição de dados, que grava os sinais dos sensores. O software Kinovea foi utilizado para monitorar os marcadores da perna. Foi realizado um estudo piloto com seis participantes jovens e saudáveis, para realizarem os movimentos de flexão e de caminhada, retornando um desempenho promissor do sistema.

APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), da pesquisa intitulada “Avaliação de um ambiente virtual gamificado para tratamento de ansiedade oriunda de traumas utilizando técnica de Dessensibilização e Reprocessamento por Movimentos Oculares”, conduzida por Bruna Costa Cons e Rosa Maria Moreira Esteves Costa, pesquisadoras do IME- UERJ. Esta pesquisa tem por objetivo avaliar a qualidade e a usabilidade do sistema EMVR, que é voltado para auxiliar na terapia de EMDR. Você será apresentado (a) a um vídeo do sistema, para que possa responder a perguntas relacionadas à sua interface e ao seu conteúdo.

Você foi selecionado (a) para participar da avaliação do sistema porque é psiquiatra ou psicólogo. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento, abandonando o preenchimento do questionário. Sua recusa, desistência, ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo.

A pesquisa apresenta riscos mínimos para os participantes, com possibilidade de constrangimento em responder alguma das questões. No entanto, o benefício viria pela disseminação do sistema, que busca tornar mais acessível esta forma de terapia ainda pouco usual no Brasil.

Sua participação não é remunerada e nem implicará em gastos para você. Caso se sinta prejudicado, você tem direito de ser indenizado por danos decorrentes da pesquisa, nos termos da lei e de ser ressarcido de despesas decorrentes da participação na pesquisa, de acordo com os itens VI e VII do artigo 9º, do Cap. III, da Resolução 510/2016.

Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão confidenciais e não serão divulgados em nível individual, visando assegurar o sigilo de sua participação. Neste caso, os pesquisadores se comprometem a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada, sem qualquer identificação de indivíduos, ou instituições participantes.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assinale ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, que será enviada como recibo de sua resposta, e a outra, do pesquisador responsável/coordenador da pesquisa. Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento.

Contatos dos pesquisadores responsáveis: Bruna Costa Cons, telefone (21) 99883-3xxx, e-mail: brunacons94@gmail.com; Rosa Maria E. M. da Costa, telefone (21) 98125-6xxx, e-mail: rcosta@ime.uerj.br. Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com os pesquisadores responsáveis, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, e-mail: etica@uerj.br - Telefone: (021) 2334-2180. O CEP COEP é responsável por garantir a proteção dos participantes de pesquisa e funciona às segundas, quartas e sextas-feiras, de 10h às 12h e 14h às 16h.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, e que concordo em participar.

Assinatura do (a) participante: _____ (Obs: neste caso, haverá um quadradinho de aceitação de participação, já que o instrumento estará disponível via web).

Assinatura do pesquisador: _____

APÊNDICE C - Instrumento de avaliação da relevância do sistema

Instrumento de avaliação da relevância do sistema

Itens de avaliação	Pontuação
1. O sistema tem o potencial de diminuir o nível de estresse dos pacientes.	0 1 2 3 4
2. É uma ferramenta relevante para a sociedade.	0 1 2 3 4
3. As etapas do EMDR estão sendo seguidas corretamente nesta representação em realidade virtual.	0 1 2 3 4
4. O sistema pode servir como complemento a uma terapia tradicional de EMDR.	0 1 2 3 4
5. O uso do sistema facilitaria a dessensibilização do trauma tratado nas sessões de EMDR	0 1 2 3 4

APÊNDICE D - Instrumento de avaliação da interface do sistema

Instrumento de avaliação da interface do sistema

Itens de avaliação	Pontuação
1. A fala do terapeuta virtual é clara e facilmente entendível.	0 1 2 3 4
2. O consultório virtual tem a decoração agradável.	0 1 2 3 4
3. A forma de comunicação por digitação é simples e eficaz.	0 1 2 3 4
4. O uso de uma bola para o movimento dos olhos é eficiente.	0 1 2 3 4

APÊNDICE E - Instrumento de avaliação da usabilidade do sistema

Instrumento de avaliação da usabilidade do sistema

Itens de avaliação	Pontuação
1. Eu recomendaria o EMVR para outros terapeutas.	0 1 2 3 4
2. Eu utilizaria o EMVR com os meus pacientes.	0 1 2 3 4
3. Eu achei que o EMVR explica bem o conceito de EMDR.	0 1 2 3 4
4. Eu achei o EMVR uma ferramenta fácil de ser utilizada.	0 1 2 3 4
5. Eu acho que os pacientes vão entender facilmente como utilizar o EMVR.	0 1 2 3 4
6. Eu achei o ambiente virtual acolhedor.	0 1 2 3 4
7. Eu achei o EMVR útil.	0 1 2 3 4
8. Eu acho que será necessário ter conhecimentos técnicos prévios antes de utilizar o EMVR.	0 1 2 3 4
9. Eu acho que os pacientes se sentirão seguros ao utilizarem o EMVR.	0 1 2 3 4
10. Eu acho que o EMVR pode ser utilizado com crianças e adolescentes.	0 1 2 3 4