

O uso da realidade virtual em adultos com traços de transtorno de déficit de atenção e hiperatividade

The use of virtual reality in adults with traits of attention deficit hyperactivity disorder

Recebido: 00/00/2024 | Aceito: 00/00/2024 | Publicado: 00/00/2024

Hugo Ferreira Lemos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6686-3189>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPAr, Brasil
E-mail: hugof.lemos@live.com

Ana Claudia Mota de Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0473-463X>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPAr, Brasil
E-mail: ana.fisiophb@gmail.com

Sabrina Nayara de Araújo Val

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1259-6465>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPAr, Brasil
E-mail: sabrina-nayara@hotmail.com

Jessika Ferreira Aragão

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3303-0993>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr, Brasil
E-mail: jessika.aragao@ufpi.edu.br

Jéssica Ohrana Façanha Bastos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0361-8968>
Centro Universitário Maurício de Nassau – Uninassau, Brasil
E-mail: jessicaphisio@gmail.com

Victor Hugo do Vale Bastos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7425-4730>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Brasil
E-mail: victorhugobastos@ufpi.edu.br

Silmar Silva Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9240-1228>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr, Brasil
E-mail: silmar-teixeira@ufpi.edu.br

RESUMO

O Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade é um transtorno mental caracterizado pela presença de sintomas de desatenção e/ou hiperatividade/impulsividade que levam a prejuízos significativos na vida dos indivíduos afetados. O mesmo é tido como a condição mais comumente diagnosticada na infância e na adolescência, mas podendo persistir na vida adulta, em uma grande proporção dos casos iniciados na infância. Somado a tudo isso muito tem se visto a respeito deste tema, com predominância para as crianças e adolescentes, mais um déficit para a população adulta. Considerando esta lacuna, e em observância a baixa efetividade dos tratamentos convencionais na população adulta, e com os avanços das novas tecnologias e tendo a realidade virtual sido utilizada para uso terapêutico nas mais diversas neurodesordens esse trabalho tem como objetivo verificar os efeitos da realidade virtual em pacientes adultos com traços de TDAH. Para isso, 10 adultos com traços de TDAH, foram submetidos voluntariamente a realidade virtual por dias alternados com intervalos de 24 horas, além da aplicação do teste ETDAH-AD. Como resultado observou-se que em dias e condições alternadas apresentou-se pequenas melhoras mais nada significativo. **Palavras-chave:** TDAH; Realidade Virtual; Eletroencefalograma; Memória de Trabalho.

ABSTRACT

Attention Deficit/Hyperactivity Disorder is a mental disorder characterised by the presence of symptoms of inattention and/or hyperactivity/impulsivity that lead to significant impairments in the lives of affected individuals. The condition is most commonly diagnosed in childhood and adolescence, but can persist into adulthood in a large proportion of cases that begin in childhood. In addition to all this, much has been seen on this subject, with a predominance of children and adolescents, but a deficit for the adult population. Considering this gap, the low effectiveness of conventional treatments in the adult population, the advances in new technologies and the fact that virtual reality has been used for therapeutic purposes in a wide range of neuro-disorders, this study aims to verify the effects of virtual reality on adult patients with ADHD traits. To this end, 10 adults with ADHD traits were voluntarily subjected to virtual reality on alternate days with 24-hour intervals, in addition to taking the ETDAH-AD test. The results showed that on alternate days and conditions there were small improvements, but nothing significant.

Keywords: ADHD; Virtual Reality; Electroencephalogram; Working Memory

INTRODUÇÃO

Atualmente, o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é o transtorno do neurodesenvolvimento mais comum na infância, mas é de grande valia reconhecer que esse transtorno pode persistir na vida adulta e continuar afetando o indivíduo em várias áreas da vida, com uma prevalência mundial de cerca 4% em crianças e adolescentes (MOHAMMADI *et al.*, 2019). Este transtorno é caracterizado pela persistência de 3 sintomas principais: hiperatividade, impulsividade e desatenção (KENEMANS, 2005), os quais foram 3 apresentações do transtorno, de acordo com o Manual Diagnóstico de Desordens Mentais, 5ª edição (DSM-V): predominantemente hiperativo/impulsivo, predominantemente desatento e apresentação combinada dos 3 sintomas (APA, 2013). Apesar de ser considerada uma desordem do neurodesenvolvimento, relatos da literatura recente revelam que uma parcela significativa dos pacientes persiste apresentando sintomas até a adolescência (75%) e a idade adulta (66%) - a prevalência mundial em adultos é de cerca de 2,8% (SPENCER; BIEDERMAN; MICK, 2007; PALMA; NATALE; CALIL, 2015; FAYYAD *et al.*, 2017), justificando a avaliação de sintomas ao longo de toda a vida. No geral, os sintomas de hiperatividade/impulsividade reduzem ao longo do desenvolvimento e a desatenção, é o sintoma com maior persistência até a idade adulta (PALMA; NATALE; CALIL, 2015).

Segundo Blume *et al* 2017, cientistas têm estudado a atividade cerebral de pacientes que sofrem com TDAH para compreender a fisiologia neural desses indivíduos. Desta maneira, eles têm lançado mão do uso de técnicas de neuroimagem como, o eletroencefalograma (EEG), onde descobriram por meio da identificação da atividade elétrica neural, bem como, da atividade funcional de pessoas com esse transtorno, respectivamente, que esses indivíduos apresentam alteração do padrão de atividade na região cortical e subcortical. Esses estudos demonstraram ainda que pessoas com esta condição clínica apresentam um aumento nas frequências de alfa e beta.

Com isso uma terapia inovadora tem sido utilizada no tratamento do TDAH é o treinamento de neurofeedback. (GUAN *et al.*, 2020). Neurofeedback ou biofeedback EEG (eletroencefalográfico) que consiste no treino das ondas cerebrais (HAMMOND, 2011) e que tem se destacado em alguns estudos como uma opção não medicamentosa e não invasiva, além disso o eletroencefalograma é capaz de registrar as ações eletrofisiológicas do cérebro, fornecendo assim referências sobre os padrões de ondas

cerebrais. E estes padrões podem estar alusivos aos sintomas do TDAH, como a desatenção e a hiperatividade (COSTA *et. al.*, 2021).

Durante os treinamentos de neurofeedback, a Interface Cérebro-Computador – ICC (em inglês, *Brain-Computer Interface* – BCI) é responsável pela aquisição e transmissão dos dados neurofisiológicos onde permite que haja interação com sistemas computacionais sem que haja necessidade de qualquer movimento corporal, utilizando-se apenas dos sinais elétricos gerados pelo cérebro. A ICC coleta e interpreta os sinais cerebrais, utilizando algoritmos, e os transmite para um computador conectado à mesma (ABIRI *et al.*, 2019).

Aliado a isso a realidade virtual (RV) é uma interface que permite que o usuário interaja por meio de múltiplos canais sensoriais, em tempo real, com ambientes e/ou atividades simuladas por um computador (CARVALHO DOS SANTOS *et al.*, 2016). A utilização da RV está aumentando em múltiplas áreas do conhecimento, com destaque para o ensino-aprendizagem, reabilitação, devido à possibilidade de realizar simulações de situações reais sem risco algum ao participante (RIBEIRO e ZORZAL, 2011). Ademais, a RV tem sido usada como ferramenta para a avaliação de sintomas clínicos do TDAH em sala de aula. Utilizando um protocolo de NF baseado em eletroencefalografia (EEG) projetado para reduzir o comportamento desatento e impulsivo em adolescentes que apresentam problemas comportamentais, como déficit de atenção, hiperatividade motora e comportamento impulsivo. No estudo, o grupo de RV mostrou a maior melhora após o treinamento do NF em tarefas relacionadas à atenção em relação a um grupo controle e a um grupo de sala de aula 2D, mas nenhuma diferença na impulsividade (BLUME *et al.*, 2017).

MÉTODO

A pesquisa consiste em um procedimento experimental randomizado que foi realizado na Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr. Os participantes voluntários foram inicialmente esclarecidos sobre o propósito da pesquisa, objetivos e procedimentos e que serão consultados quanto ao aceite em participar do estudo. Após os esclarecimentos, os participantes assinaram o Termo de consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), garantindo o anonimato e a liberdade de abandono da pesquisa.

Participantes

A amostra foi composta por 10 participantes com idades entre 18 e 30 anos, com traços de TDAH de acordo com a Escala de Transtorno de Déficit de Atenção – Versão

Adolescente e Adultos (ETDAH-AD), Foram excluídos participantes que apresentem qualquer patologia e que façam uso de drogas psicotrópicas ou psicoativas, e que tenham feito uso de substâncias que contenham cafeína e seus derivados e/ou estimulantes do SNC e que tiveram um sono inferior a 6h na noite anterior ao experimento. A seleção foi realizada por meio de divulgação em sala de aula ou por convite individual nas dependências da Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr, onde foram explanadas todas as informações sobre o experimento, seus objetivos e quanto ao sigilo da pesquisa. Após a seleção dos participantes o estudo foi realizado no Laboratório de Mapeamento Cerebral e Funcionalidade (LAMCEF), localizado nas dependências da UFDPAr, no município de Parnaíba, PI.

Todos os participantes foram recrutados por meio da divulgação da realização do estudo e convite para a participação pelos pesquisadores integrantes do projeto. Os critérios de exclusão estabelecidos para a elegibilidade dos voluntários foram: a) presença de quaisquer doenças ou distúrbios diagnosticados de ordem psiquiátrica, b) apresentar problemas de visão, c) possuir história de condições ou de fatores que possam alterar os sinais fisiológicos, como o uso de medicamentos (benzodiazepínicos), consumo frequente de álcool ou de drogas ilícitas; d) ter idade inferior a 18 anos ou superior a 30; e) apresentar alteração da pressão arterial sistêmica e/ou da frequência cardíaca; f) fadiga e alteração da temperatura corporal; g) Sono inferior ao período de 6h na noite anterior ao experimento; h) Indivíduos que não apresentarem hipótese de déficit de atenção, de acordo com a escala de transtorno de déficit de atenção – Versão Adolescente e Adultos (ETDAH-AD). i) participar direta ou indiretamente da realização do presente estudo. Para a inclusão destes indivíduos foram considerados os do sexo masculino.

Os voluntários enquadrados nos critérios de inclusão e que concordaram em participar do experimento foram esclarecidos quanto aos procedimentos experimentais à que seriam submetidos e sobre a confidencialidade da pesquisa, sendo convidados a assinar o TCLE. Em relação a captação da EEGq, os participantes foram instruídos a ter dormido por um período igual ou superior a 8 horas na noite anterior ao experimento, não ter feito o uso de drogas psicotrópicas ou psicoativas, bom como de cafeína ou de álcool durante as 10 horas anteriores a coleta do sinal eletroencefalográfico.

Procedimentos para coleta de dados

O presente estudo foi realizado de acordo com os aspectos éticos da resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. O qual foi submetido ao Comitê de Ética em

Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Piauí – UFPI tendo sido aprovada pelo número de protocolo 51472921.9.0000.5214.

As coletas de dados só foram iniciadas após a assinatura do TCLE ficando assim garantido o sigilo do sujeito da pesquisa e das informações por ele prestadas, assim como o direito de retirar seu consentimento a qualquer momento se qualquer ônus.

A amostra foi composta por 10 participantes com idades entre 18 e 30 anos, com traços de TDAH de acordo com a Escala de Transtorno de Déficit de Atenção – Versão Adolescente e Adultos (ETDAH-AD), foram excluídos participantes que apresentem qualquer patologia e que façam uso de drogas psicotrópicas ou psicoativas, e que tenham feito uso de substâncias que contenham cafeína e seus derivados e/ou estimulantes do SNC e que tiveram um sono inferior a 6h na noite anterior ao experimento. A seleção foi realizada por meio de divulgação em sala de aula ou por convite individual nas dependências da Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr, onde foram explanadas todas as informações sobre o experimento, seus objetivos e quanto ao sigilo da pesquisa. Após a seleção dos participantes o estudo foi realizado no Laboratório de Mapeamento Cerebral e Funcionalidade (LAMCEF), localizado nas dependências da UFDPAr, no município de Parnaíba, PI.

O procedimento ocorreu durante 3 dias com intervalos de 24 horas entre um jogo e outro afim de evitar fatores previamente descritos que possam influenciar na durabilidade do efeito da realidade virtual, como o tempo de exposição ao ambiente virtual e a intensidade da experiência (KENNEDY *et al.*, 1997; CARVALHO, COSTA e NARDI, 2011). No primeiro momento ocorreu a familiarização, onde o paciente foi avaliado quanto aos critérios de elegibilidade. Após foram colhidos os seus dados e foi aplicada a escala de transtorno de déficit de atenção – versão adolescentes e adultos. Após o paciente passará por um sorteio, para saber em qual grupo de tarefas de percepção de tempo ele estará (estimativa, produção ou reprodução ou de memória de trabalho).

O participante passou por uma sala com isolamento acústico e aterramento elétrico. A luminosidade do ambiente foi reduzida durante a captação do sinal do EEG. Os mesmos foram acomodados em uma cadeira com apoio de braço, a fim de minimizar artefato muscular. Um monitor de 21 polegadas estava posicionado em uma mesa à frente do participante e só foi ligado no momento de execução da atividade.

Após o período de 24 horas foi dado início a coleta, onde estes, estavam sendo monitorados por meio do EEG ainda em repouso, em seguida o mesmo irá executar a tarefa de memória de trabalho visuoespacial, que foi realizada em 2 blocos com 10 trilhas,

após será submetido a uma nova captação de dados para que servirá de linha de base para a análise dos sinais, em seguida ocorreu o mesmo processo, com o intuito de obter um comparativo entre antes e após a realização da tarefa.

O participante participou de um jogo por intermédio de um óculo de realidade virtual. O jogo foi executado inicialmente sem a captação do EEG e após o jogo o indivíduo passou pela análise do EEG em repouso e realizou uma nova trilha de tarefas de percepção de tempo, seguindo de um último repouso que serviu como análise da linha de base de dados, o mesmo procedimento ocorreu nos dias subsequentes.

ANÁLISE DE DADOS

A normalidade e homogeneidade dos dados foram previamente verificadas pelos testes *Shapiro-Wilk* e *Levene* ($p > 0,05$). Para as diferenças na potência absoluta da banda alfa nos eletrodos F3 e F4 foi realizado uma ANOVA *two-way mixed* fatorial entre as condições de intervenção real e virtual) e momentos (imediatamente após o treinamento, follow-up 7 dias). O poder estatístico foi interpretado como: baixa potencia de 0.1 a 0.3); alta potência de (0.8 a 0.9). As possíveis interações foram investigadas com a correlação de *Bonferroni* com o nível de significância de $p \leq 0,025$. Para todas as análises do estudo foi considerado o nível de significância de $p \leq 0,05$. A análise foi conduzida utilizando o *SPSS* para Windows versão 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTADOS

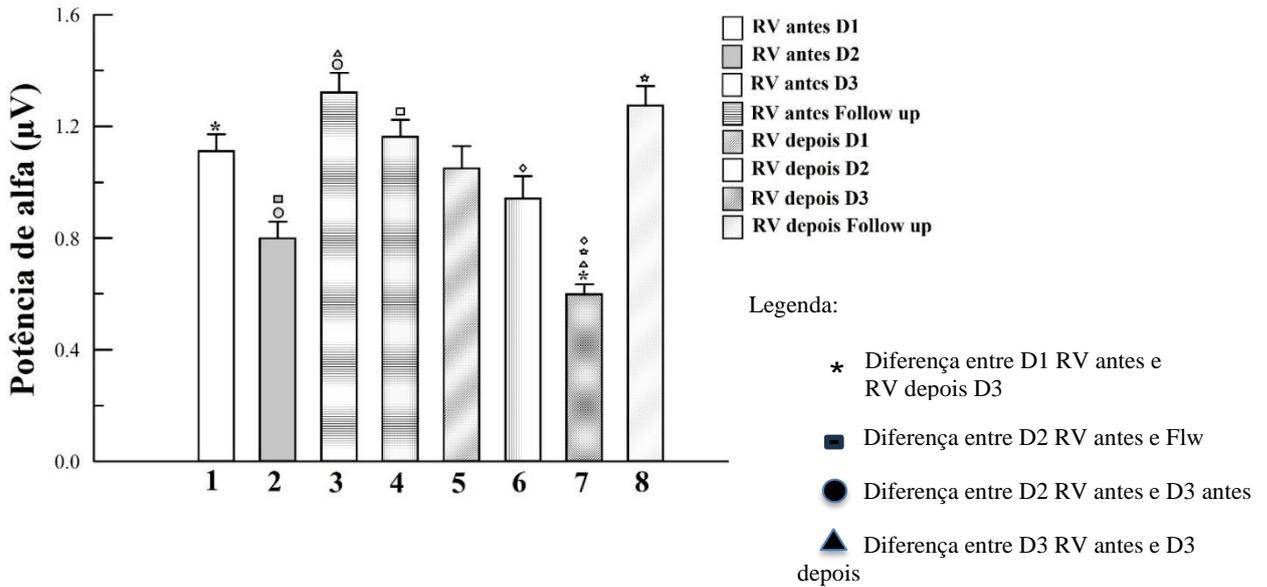
ESCALA DE AVALIAÇÃO ETDAH-AD

A amostra é composta com 10 participantes do sexo masculino, discentes universitários e com média \pm desvio padrão (DP) de $20,4 \pm 1,5$ anos, sendo 2 participantes com traços médio superior e 8 com traços superiores para o Instrumento ETDAH.

Resultados eletrofisiológicos

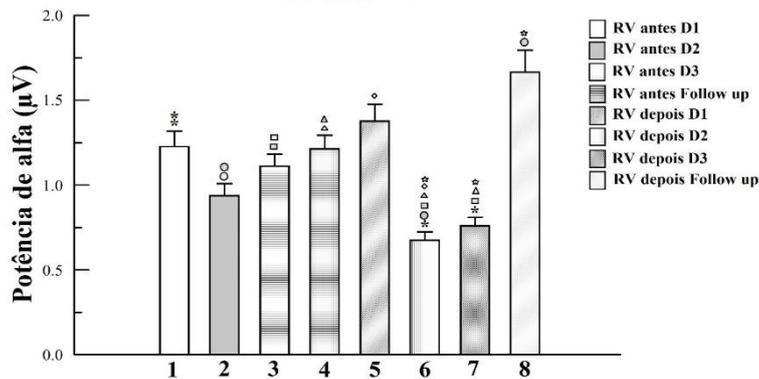
Uma ANOVA *two-way mixed* fatorial para investigar as modificações da potência absoluta da banda alfa no eletrodo F3 não apresentou interação entre condições eixos e momentos ($p > 0,05$), no entanto, houve somente efeito principal para momento [$F(4,81) = 11,34$; $p = 0,001$, $\eta^2 p = 0,13$; poder = 100%]. As comparações para momento demonstraram diferenças entre o momento, sendo a maior atividade de potência em alfa no momento 3 (Gráfico F3).

Eletrodo F3



Em relação ao eletrodo F4, a análise eletrofisiológica da banda alfa por meio de ANOVA *two-way* mixed fatorial não mostrou interação para condição e momento ($p > 0,05$), somente efeito principal [$F(3,85) = 15,39$; $p = 0,0001$; $\eta^2 p = 0,14$, poder = 100%], com diferenças em alguns momentos, com maior atividade no momento 8 (Gráfico F4).

Eletrodo F4



Legenda:

- * Diferença entre D1 RV antes e RV depois D3
- Diferença entre D2 RV antes e D2 depois RV
- Diferença entre D3 RV antes e D2 depois
- ▲ Diferença entre FLW antes e D2 e D3 depois

DISCUSSÃO

O Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é uma desordem psiquiátrica de curso crônico que costuma se manifestar na infância, e que pode ser caracterizada por ausência de autoconfiança, apresentando incompatibilidade com ambientes acadêmicos, sociais e dificuldades interpessoais. (BASTOS *et al.* 2021, MATTOS *et al.* 2006, BIEDERMAN e FARAONE,2005). Segundo Nascimento, Alves e Carvalho (2021) afirmam que os relacionamentos de um TDAH podem ser frágeis e delicados. Contudo, as crianças podem ser divertidas, criativas e sempre dispostas a novas aventuras (SENA; SOUZA, 2010). De acordo com diversos estudos, cerca de 75% das crianças com TDAH serão adolescentes com TDAH e, destes adolescentes, cerca de 50% serão adultos que seguem apresentando sintomas dessa desordem. Neste sentido, é importante a compreensão do conceito chave de que o TDAH é um transtorno que persiste ao longo da vida dos pacientes (QUINTERO, 2011).

A terapia para essa desordem é farmacológica, comportamental ou a combinação de ambas. Todavia, essas abordagens têm desvantagens: como efeitos adversos, custo de tempo e dinheiro, baixa aceitabilidade e baixa eficácia (BASHIRI, GHAZISAEEDI e SHAHMORADI, 2017). No caso da pessoa com TDAH que não recebem qualquer tratamento, considera-se que apenas cerca de 10 – 20% contemplam o que se chama de *remissão funcional*, ou seja, ausência de manifestações do transtorno com repercussão na vida do indivíduo para o restante, a evolução será heterogênea, desde adultos funcionais com presença de alguns sintomas que interferem de maneira mínima, até quadros mais complexos (QUINTERO, 2016).

Com isso, o tratamento de pacientes adultos com essa desordem é de grande importância, visto que adultos não tratados com TDAH apresentam altas taxas de insucesso acadêmico, baixo status ocupacional e risco aumentado para uso indevido de substâncias, como álcool, tabaco e drogas ilícitas. Os tratamentos convencionais têm uma resposta similar nesta parcela da população acometida com essa desordem quando comparado à das crianças, porém, devido a demandas, problemas e responsabilidades da vida adulta, existe uma demanda psicossocial e psicológica diferente para os adultos (KOOIJ *et al.*, 2010).

E nos últimos anos, o uso da RV vem apresentando vantagens no tratamento de neurodesordens. Sendo uma alternativa para evitar o uso de medidas farmacológicas, e que muitos estudos trazem a realidade virtual como uma opção viável para o tratamento dos aspectos relacionados ao comportamento de indivíduos com TDAH. Visto que

apresenta menor custo, melhor alcançabilidade, mínimos efeitos colaterais e menor potencial de abuso (KILLONS *et al.*, 2020). Além disso, estudos que utilizaram à RV em pacientes com TDAH já relataram uma melhora no que se diz respeito a atenção (CHO *et al.*, 2002), e nos parâmetros de impulsividade (CHO *et al.*, 2004) e na inibição de dispersores (BIOULAC *et al.*, 2020).

Apesar dos benefícios evidentes da RV, os resultados de estudos anteriores demonstraram desempenho superior quando foram utilizadas tecnologias de imersão mais altas, principalmente em termos de maior estímulo, além disso, a maioria das pesquisas que compararam um ambiente virtual e memória de trabalho utilizando RV menos imersivas, não obtiveram o desempenho cognitivo almejado (RICHARDS e TAYLOR, 2015; PARONG e MAYER, 2018). De acordo com esses estudos uma tecnologia de realidade virtual mais imersiva, exerceria maior influência no desempenho do participante em momentos diferentes do treino de memória de trabalho, com uma média de acertos maiores para o momento após o uso da RV. Contrariando essa hipótese os participantes ainda cometeram erros após a exposição a condição virtual, fato este que pode ter ocorrido devido a tecnologia de realidade virtual não ter sido mais imersiva.

No entanto, é de grande importância reconhecer que a natureza de uma tarefa em um ambiente virtual pode mudar fundamentalmente o resultado, dependendo do aparelho ao qual está sendo utilizado, levando-se em consideração as propriedades específicas de diferentes sistemas, além da especificidade terminológica em relação à classificação desses sistemas (MURCIA-LÓPEX e STEED. 2016).

Considerando a influência das propriedades específicas de diferentes sistemas de RV, além da especificidade terminológica sobre os resultados de um estudo - não apenas ao comparar o desempenho entre diferentes sistemas de RV, mas também ao comparar o desempenho de RV a uma versão real da tarefa simulada, pode evitar comparações inadequadas de resultados entre experimentos, potencialmente levando ao aparecimento de resultados teoricamente discrepantes quando a verdadeira causa da discrepância pode realmente ser a natureza dos aparelhos que estão sendo usados (SCHÖNE, WESSELS e GRUBER, 2017 ; WALLET *et al.*, 2011). Para esse fim, essas classificações devem ajudar na contextualização de resultados aparentemente contraditórios para entender melhor se eles refletem diferenças legítimas no desempenho da memória ou se podem ser explicados mais parcimoniosamente por um exame das características tecnológicas do aparelho em uso (LAFORTUNE e MACUGA, 2018).

Além disso, quando se considera o impacto da imersão na memória de trabalho, é importante considerar os vários graus de imersão e as propriedades da RV utilizada afeta o desempenho dela. A primeira propriedade que afeta o desempenho é a fidelidade visual que é aquela que reproduz as qualidades visíveis e os detalhes de informações visuais análogas encontradas no mundo real (SAUZÉON *et al.* 2012). Quase todos os sistemas de RV possui algum tipo de componente visual portanto, uma consideração das qualidades que contribuem para a fidelidade visual (CONNORS *et al.*, 2014).

Nos resultados eletrofisiológicos avaliamos a potência absoluta da banda alfa do EEG nas condições real e virtual imediatamente após o treinamento de memória de trabalho, no *follow-up* de 7dias. O estudo observou as modificações eletrofisiológicas da potência absoluta da banda alfa após o treinamento de MT. Onde as modificações de Alfa observadas vão de encontro com as já mencionadas na literatura (ERIKSSON *et al.*, 2015). Além de funcionar como fonte de controle executivo e sua modulação está subjacente à nossa capacidade de concentrar a atenção de estímulos relevantes para as tarefas e ignorar as distrações irrelevantes gerando contraste neural, aumentando a atividade em regiões sensoriais (ANGUERA e GAZZALEY, 2015).

Desse modo, nossos resultados direcionam que a atividade da banda alfa, desempenha um papel de grande valia na atenção, apoiando processos dentro do foco atencional, enquanto bloqueia os distratores. Achado este que está de acordo com o estudo de (MICHELS *et al.*, 2008; JENSEN e MAZAHARI, 2010), a qual demonstrou alterações de potência da banda alfa do EEG com o aumento da carga de memória, durante o processo de aprendizado, outra função que foi atribuída à atividade alfa é um mecanismo de inibição funcional no nível neuronal para o fornecimento de informações nas áreas cerebrais irrelevantes da tarefa (HEINRICHS-GRAHAM e WILSON).

Diante dos resultados e discussão, foram identificados alguns pontos de limitação, que em estudo posterior poderão ser reproduzidos com a adaptação dos mesmos, como por exemplo, uma medida de análise específica para o desempenho do treinamento na condição virtual em um ambiente de RV mais imersivo.

CONCLUSÃO

Com o presente estudo, foi demonstrado maior eficácia dos critérios avaliativos da atenção diante do resultado de desempenho da tarefa miro ao alvo para a melhora da atenção de adultos com traços de TDAH, porém as variáveis pesquisadas não demonstraram relações significativas para as atividades de memória de trabalho, como um todo mais somente para alguns momentos. E como esse ambiente oferece uma oportunidade singular de medir os efeitos de transferência para domínios cognitivos associados, incluindo atenção e memória. Um novo desenho de estudo poderá potencializar o aumento dos níveis de imersão para melhorar a qualidade do aprendizado produzido. Diante das lacunas atuais em nosso conhecimento de como a aprendizagem ocorre em ambientes virtuais, o potencial oferecido pela RV para aumentar a validade ecológica das tarefas executadas em laboratório, torna essa ferramenta metodológica uma das principais candidatas para estudos futuros.

REFERENCIAS

ADAMOVICH SV, FLUET GG, TUNIK E, MERIANS AS. Sensorimotor Training in Virtual Reality: A Review. **NeuroRehabilitation**, 25(1):29, (2009).

ABIRI, Reza et al. A comprehensive review of EEG-based brain–computer interface paradigms. **Journal of neural engineering**, v. 16, n. 1, p. 011001, 2019.

ALBRIGHT TD and STONER GR “Visual motion perception.” **Proceedings of the National Academy of Sciences**, vol. 92, no. 7, pp. 2433–2440, (1995).

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5. 5th ed. Washington, DC: **American Psychiatric Publishing**, 2013.

ANGHINAH, Renato et al. Artefatos biológicos no EEG quantitativo. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 64, p. 264-268, 2006.

ANGUERA, J. A., & Gazzaley, A. (2015). Video games, cognitive exercises, and the enhancement of cognitive abilities. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, **4**, 160– 165

ASSOCIAÇÃO PSIQUIÁTRICA AMERICANA. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais**. Tradução: Maria Inês Corrêa Nascimento. 5. Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2014. Disponível em <https://blogs.sapo.pt/cloud/file/b37dfc58aad8cd477904b9bb2ba8a75b/obaudoeducador/2015/DSM%20V.pdf> . Acesso em 10/11/2020.

BAILEY, Craig H.; KANDEL, Eric R.; HARRIS, Kristen M. Componentes estruturais da plasticidade sináptica e consolidação da memória. **Perspectivas de Cold Spring Harbor em biologia** , v. 7, n. 7, pág. a021758, 2015.

BASHIRI, A.; GHAZISAEEDI, M.; SHAHMORADI, L. The opportunities of virtual reality in the rehabilitation of children with attention deficit hyperactivity disorder: a literature review. **Korean journal of pediatrics**, v. 60, n. 11, p. 337, 2017.

BARKLEY, R. A. et al. The persistence of attention-deficit/hyperactivity disorder into young adulthood as a function of reporting source and definition of disorder. **Journal of abnormal psychology**, v. 111, n. 2, p. 279–289, 2002.

BADDELEY, Alan D.; ALLEN, Richard J.; HITCH, Graham J. Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. **Exploring Working Memory**, p. 312-331, 2011.

BENCZIK. **Transtorno de déficit de atenção / hiperatividade**.2. ed. São Paulo. LTDA Editora, 2002. 96 p.

BIOULAC, S. et al. Virtual remediation versus methylphenidate to improve distractibility in children with ADHD: A controlled randomized clinical trial study. **Journal of attention disorders**, v. 24, n. 2, p. 326–335, 2020.

BLUME, F. et al. NIRS-based neurofeedback training in a virtual reality classroom for children with attention-deficit/hyperactivity disorder: study protocol for a randomized controlled trial. **Trials**, v. 18, n. 1, p. 41, 2017.

CAMEIRÃO, Mónica S. et al. The impact of positive, negative and neutral stimuli in a virtual reality cognitive-motor rehabilitation task: a pilot study with stroke patients. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, v. 13, p. 1-15, 2016.

CANTARELLI, Thamiris Lins; JÚNIOR, J. J. A. M.; JÚNIOR, S. L. S. Fundamentos da medição do eeg: Uma introdução. **Semin. ELETRONICA E AUTOMAÇÃO, Ponta Grossa**, 2016.

CANALS, J., MORALES-HIDALGO, P., CLAUSTRE JANÉ, M., & DOMÈNECH, E. (2016). ADHD prevalence in spanish preschoolers: Comorbidity, socio-demographic factors, and functional consequences. *Journal of Attention Disorders*, 1–11. doi: 10.1177/1087054716638511.

CARVALHO, MR; VELASQUES, BB; CAGY, M; MARQUES, JB; TEIXEIRA, S; NARDI, AE; PIEDADE, R; RIBEIRO, P. Electroencephalographic findings in panic disorder. Trends psychiatry psychother, **Trends Psychiatry Psychother**, 35, 238-51, 2013.

CARVALHO DOS SANTOS, J. et al. Realidade virtual e facilitação neuromuscular proprioceptiva como abordagem para funcionalização do tempo de reação visual, equilíbrio dinâmico e força muscular. **Revista Pesquisa em Fisioterapia**, v. 6, n. 3, 2016.

CONDEMARÍN, Mabel; GOROSTEGUI, María Elena; MILICIC, Neva. **Transtorno de Deficit de Atenção: estratégias para o diagnóstico e a intervenção psicoeducativa**. Trad. Magda Lopes. São Paulo: Editora Planeta do Brasil, 2006. Traduzido por Magda Lopes. São Paulo: Editora Planeta do Brasil, [2006]. Título original: Disorder Deficit Attention: strategies for diagnosis and psycho educational intervention.

CONNORS, EC, Chrastil, ER, Sánchez, J. and Merabet, LB (2014). Virtual environments for the transfer of navigation skills for the blind: a comparison between targeted instructions and video game-based learning approaches. *Frontiers in Human Neuroscience*.

COSTA, Nayara Magda Gomes Barbosa et al. Uso de interfaces cérebro-computador em crianças com TDAH: Uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e51110716929-e51110716929, 2021.

CONSTANTE, Isabelle; SABOURDIN, Nada. O sinal EEG: uma janela na atividade cerebral cortical. **Anestesia Pediátrica**, v. 22, n. 6, pág. 539-552, 2012.

CORTESE, S. The neurobiology and genetics of attention deficit/hyperactivity Disorder (ADHD): What every clinician should know. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16, 422-433. (2012).

CHO, B.-H. et al. Neurofeedback training with virtual reality for inattention and impulsiveness. **Cyberpsychology & behavior: the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society**, v. 7, n. 5, p. 519–526, 2004.

CHEUNG, Celeste HM et al. Childhood predictors of adolescent and young adult outcome in ADHD. **Journal of psychiatric research**, v. 62, p. 92-100, 2015.

DE BASTOS, Daniel Cardoso et al. Transtorno bipolar pediátrico e TDAH comórbidos: relato de caso. **Debates em Psiquiatria**, v. 11, p. 1-13, 2021.

DIAS, G. et al. Diagnosticando o TDAH na prática clínica. *J.Bras.Psiquiatr. Rio de Janeiro*, v.56, sppl.1;9-13, 2007. ISSN 1982-0208. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0047-20852007000500003>> Acesso em: 20/10/2020

E. LARSON, M. Feigon, B. Gagliardo, A. Dvorkin. Virtual reality and cognitive rehabilitation: a review of current outcome research *NeuroRehabilitation*, 34 (4) (2014), pp. 759-772, 10.3233/NRE-141078

ERIKSSON, J., Vogel, E. K., Lansner, A., Bergström, F., and Nyberg, L. (2015). Neurocognitive architecture of working memory. **Neuron** 88, 33–46. doi: 10.1016/j.neuron.2015.09.020

FARAONE, S. V; BIEDERMAN, J.; MICK, E. The age-dependent decline of attention deficit hyperactivity disorder: a meta-analysis of follow-up studies. **Psychological medicine**, v. 36, p. 159–165, 2006.

FARAONE, S. V. et al. Attention-deficit/hyperactivity disorder. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 1, n. 1, p. 15020, 6 dez. 2015.

FARAONE, Stephen V.; BIEDERMAN, Joseph. Can attention-deficit/hyperactivity disorder onset occur in adulthood?. **JAMA psychiatry**, v. 73, n. 7, p. 655-656, 2016. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamapsychiatry/article-abstract/2522743>. Acesso em: 14 mai. 2022.

FAYYAD, J. et al. The descriptive epidemiology of DSM-IV Adult ADHD in the World Health Organization World Mental Health Surveys. **ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders**, v. 9, n. 1, p. 47-65, 2017.

FONTANA, R. D. S., DE VASCONCELOS, M. M., WERNER, J., DE GÓES, F. V., & LIBERAL, E. F. Prevalência de TDAH em quatro escolas públicas brasileiras. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 65(1), 134–137. doi:10.1590/S0004-282X2007000100027. (2007).

FOREMAN, Brandon; CLAASSEN, Jan. EEG quantitativo para detecção de isquemia cerebral. **Cuidados críticos**, v. 16, n. 2, pág. 1-9, 2012.

GONÇALVES, Kátia Cristiane dos Santos. **O aluno com TDAH: Problematização diagnóstica e inclusão da escola.** (Trabalho de Conclusão de Curso). Brasília: UnB. 2019, 41 p. Faculdade de Educação Brasília-DF. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/22099>. Acesso: 15 maio. 2021.

GUAN, C.; LIM,C.G.; FUNG, D.; ZHOU,H.J.; KRISHNAN,R.; LEE, T.S. BCI facilitates the improvement of cognitive functions in children and elderly. International Winter Conference on Brain-Computer Interface (BCI), Gangwon, Coreia (Sul), p.1-2, 2020.DOI: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9061625>.

GUPTE-SINGH, K.; SINGH, R. R.; LAWSON, K. A. Economic burden of attention-deficit/hyperactivity disorder among pediatric patients in the United States. **Value in health: the journal of the International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research**, v. 20, n. 4, p. 602–609, 2017.

HAMMOND, D. Corydon. What is neurofeedback: An update. **Journal of neurotherapy**, v. 15, n. 4, p. 305-336, 2011.

HEINRICHS-GRAHAM, T.W. WilsonSpatiotemporal oscillatory dynamics during the encoding and maintenance phases of a visual working memory task *Cortex*, 69 (2015), pp. 121-130

HOLDEN MK, DYAR T. Virtual environmenttraining: a new tool for rehabilitation. **Neurology Report**; 26: 62-67, (2002).

HORA, A. F., SILVA, S., RAMOS, M., PONTES, F., & NOBRE, J. P. A prevalência do transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH): Uma revisão de literatura. *Revista Psicologia*, 29(2), 47-62. doi: <http://dx.doi.org/10.17575/rpsicol.v29i2.1031>. (2015).

KAMARAJAN, Chella; PORJESZ, Berenice. Avanços na pesquisa eletrofisiológica. **Pesquisa sobre álcool: revisões atuais**, v. 37, n. 1, pág. 53, 2015.

KANE, M. J. & Engle, R. W. (2012). Working-memory capacity, proactive interference, and divided attention: limits on long-term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 26, (2), 336-358.

KLEM, GH; LUÈDERS, HO; JASPER, HH; ELGER, C. The ten-twenty electrode system of the International Federation. **The International Federation of Clinical Neurophysiology: ElectroencephalogrClinNeurophysiolSuppl**, 52, 3-6, 1999

KENEMANS, J.L. et al. Attention deficit and impulsivity: Selecting, shifting, and stopping. **International Journal of Psychopharmacology**, v. 58, n. 1, p. 59-70, 2005.

KIM, Khae Hawn. The potential application of virtual, augmented, and mixed reality in neurourology. **International Neurourology Journal**, v. 20, n. 3, p. 169-170, 2016.

KIM J, Lee Y, Han D, Min K, Kim D, Lee C. The utility of quantitative electroencephalography and Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test as auxiliary tools for the Attention Deficit Hyperactivity Disorder diagnosis. **Clin Neurophysiol**2015;126:532-

KOOIJ, S. J. J. et al. European consensus statement on diagnosis and treatment of adult ADHD: The European Network Adult ADHD. **BMC psychiatry**, v. 10, n. 1, p. 67, 2010.

LAFORTUNE, J., & Macuga, KL (2018). Learning movements of a virtual instructor: Effects of spatial orientation, immersion and experience. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 24 (4), 521-533.

LOPES, R. M. F.; DO NASCIMENTO, R. F. L.; BANDEIRA., D. R. Avaliação do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade em adultos (TDAH): uma revisão de literatura. **Avaliação Psicológica**, v. 4(1), 2005.

LOPES, Regina Maria Fernandes; NASCIMENTO, Roberta Fernandes Lopes do; BANDEIRA, Denise Ruschel. Avaliação do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade em adultos (TDAH): uma revisão de literatura. **Avaliação Psicológica**, n. 4 v. 1, 2005, p. 65-74. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6674820.pdf>. Acesso: 13 jul. 2021.

MANGINELLI, A. A., Baumgartner, F., & Pollmann, S. (2013). Dorsal and ventral working memory-related brain areas support distinct processes in contextual cueing. *NeuroImage*, 67,363–374.

MARTINEZ, M. d., & Vega, J. L. (2015). Atención, Aprendizaje y memoria en la Vejez. In V. Bermejo, Desarrollo Cognitivo (pp. 479- 493). Madrid: Síntesis.

MATTOS, Paulo et al. Painel brasileiro de especialistas sobre diagnóstico do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH) em adultos. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, v. 28, p. 50-60, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rprs/a/Bg6Fm5DBc3zzXQp77Qx6JHP/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 14 mai. 2022.

MICHELS, L., Moazami-Goudarzi, M., Jeanmonod, D., and Sarnthein, J. (2008). EEG alpha distinguishes between cuneal and precuneal activation in working memory. *Neuroimage* 40, 1296–1310. doi: 10.1016/j.neuroimage.2007.12.048

MOHAMMADI, M.R. et al. Prevalence of ADHD and Its Comorbidities in a Population-Based Sample. **Journal of Attention Disorders**, v. 25, n. 8, p. 1-10, 2019.

MONCRIEFF, Joanna; TIMIMI, Sami. Is ADHD a valid diagnosis in adults? No. **BMJ**, v. 340, 2010.

MOURÃO JUNIOR, Carlos Alberto; MELO, Luciene Bandeira Rodrigues. Integração de três conceitos: função executiva, memória de trabalho e aprendizado. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 27, p. 309-314, 2011.

MURCIA-LÓPEZ, M. and Steed, A. (2016). The effect of environmental resources, autoavatar, and immersion in the object's location memory in virtual environments. *Front. ICT* 3:24. doi: 10.3389 / fict.2016.00024

MUSZKAT, Mauro. **Transtorno de Déficit de Atenção e hiperatividade**. São Paulo: Cortez. – (Coleção educação e saúde; v.3) 2012.

MUÑOZ, J. A., PALAU, M., SALVADÓ, B., & VALLS, A. **Neurobiología del TDAH**. *Acta Neurol Colomb*, 22(2), 184-189, 2006. □ MUSZKAT, Mauro. **Transtorno de Déficit de Atenção e hiperatividade**. São Paulo: Cortez., – (Coleção educação e saúde; v.3) 2012.

NAKAYAMA K. “Biological image motion processing: a review.” **Vision Research**, vol. 25, no. 5, pp. 625–660, (1985).

NUWER, MR; COMI, G; EMERSON, R; FUGLSANG-FREDERIKSEN, A; GUERIT, J. M; HINRICHS, H; IKEDA, A; LUCCAS, FJ; RAPPELSBERGER, P. IFCN standards for digital recording of clinical EEG. **Electroencephalography and clinical Neurophysiology**, 106, 3, 259-261, 1999.

OLIVEIRA, C.T.de; DIAS, A.C.G. Repercussões do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH) na experiência universitária. *Psicol. Cienc. Prof. Brasília*, v.35. n.2. abr/ jun.2015. ISSN 1982-3703. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-370300482013> Acesso em: 23 jan.2016.

PALMA, S.M.M.; NATALE, A.C.M.P.; CALIL, H.M. A 4-year follow-up study of attention deficit hyperactivity symptoms, comorbidities, and psychostimulant use in a Brazilian sample of children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. **Frontiers in Psychiatry**, 6: 135, 2015.

POLANCZYK, G.; ROHDE, L. A. Epidemiology of attention-deficit/hyperactivity disorder across the lifespan. *Current opinion in psychiatry*, LWW, v. 20, n. 4, p. 386–392, 2007.

RAMOS-QUIROGA, J. A. et al. Criteria and concurrent validity of DIVA 2.0: A semi-structured Diagnostic Interview for Adult ADHD. **Journal of attention disorders**, v. 23, n. 10, p. 1126–1135, 2019.

RANBY, K. W., BOYNTON, M. H., KOLLINS, S. H., MCCLERNON, F. J., YANG, C., & FUEMMELER, B. F. Understanding the phenotypic structure of adult retrospective ADHD symptoms during childhood in the United States. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 41(3), 261–74. doi: 10.1080/15374416.2012.654465. 2012.

RIBEIRO, Marcos Wagner S.; ZORZAL, Ezequiel Roberto. Realidade virtual e aumentada: Aplicações e tendências. **XIII Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada, Uberlândia-MG-Brasil**, v. 15, 2011.

RICHARDS, D. and Taylor, M. (2015). A comparison of learning gains when using a 2D simulation tool versus a 3D virtual world: an experiment to find the correct representation involving the marginal value theorem. *Comput. Educ.*

RIZZO, Albert et al. Virtual reality goes to war: A brief review of the future of military behavioral healthcare. **Journal of clinical psychology in medical settings**, v. 18, p. 176-187, 2011.

RODILLO, B. E. Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en adolescentes. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(1), 52-59, 2015.

RODRIGUES GP, PORTO CM. Realidade virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações. **Interfaces Científicas - Educação • Aracaju • V.01 • N.03 • p. 97-109 • jun. (2013).**

ROHDE, L.A e HALPERN, R. Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: atualização. *Jornal de Pediatria*. Rio de Janeiro. v.80. n.2. supl1 , S61-S70. 2004. ISSN 0021-7557. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jped/v80n2s0/v80n2Sa08.pdf>> Acesso em:20/10/2020.

ROHDE, L.A e HALPERN, R. Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: atualização. *Jornal de Pediatria*. Rio de Janeiro. v.80. n.2. supl1, S61-S70. 2004. ISSN 0021-7557. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jped/v80n2s0/v80n2Sa08.pdf>> Acesso em:20/10/2020.

SALVI, V. et al. ADHD in adults: clinical subtypes and associated characteristics. **Rivista di psichiatria**, v. 54, n. 2, p. 84–89, 2019.

SAUZEON, H., Arvind Pala, P., Larrue, F., Carteira, G., Dejos, M., Zheng, X., ... N'Kaoua, B. (2011). The use of virtual reality to assess episodic memory: effects of active navigation. *Experimental Psychology*.

SAYAL, K. et al. ADHD in children and young people: prevalence, care pathways, and service provision. **The lancet. Psychiatry**, v. 5, n. 2, p. 175–186, 2018.

SENA, Soraya da Silva; SOUZA, Luciana Karine de. Amizade, infância e TDAH. **Contextos Clínicos**, v. 3, n. 1, p. 18-28, 2010.

SILVA, Ana Beatriz Barbosa. **Mentes inquietas TDAH: desatenção, hiperatividade e impulsividade**. [livro eletrônico] - Rio de Janeiro: Objetiva, 2010. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-R&lr=&id=NTtGBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=SILVA,+Ana+Beatriz+Barbosa.+Mentes+inquietas+TDAH:+desaten%C3%A7%C3%A3o,+hiperatividade+e+impulsividade.+%5Blivro+eletr%C3%B4nico%5D+-+Rio+de+Janeiro:+Objetiva,+2010.&ots=-7z0Jw1Do3&sig=ZEprWUqInoecjDs9vcpihTho7zo>. Acesso: 02 set. 2021.

SHIN, Joon-Ho; RYU, Hokyoung; JANG, Seong Ho. A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2014.

SCHÖNE, B., Wessels, M., & Gruber, T. (2017). Experiences in virtual reality: a window to autobiographical memory. *Current psychology: a diary for diferente perspectives on diferente psychological issues*.

SCHMITZ, Marcelo *et al.* TDAH: remissão na adolescência e preditores de persistência em adultos. **J. Bras. Psiquiatr.** n. 56, supl 1, p. 25-29, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0047-20852007000500006&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso: 02 set. 2021.

SPENCER, T.J.; BIEDERMAN, J.; MICK, E. Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Diagnosis, Lifespan, Comorbidities, and Neurobiology. **Ambulatory Pediatrics**, v. 7, p. 73-81, 2007.

THOMAS, R., SANDERS, S., DOUST, J., BELLER, E., & GLASZIOU, P. Prevalence of attention-deficit/hyperactivity disorder: A systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, 135, e994-e1001. doi:10.1542/peds.2014-3482, 2015.

VAN DE VIJVER, Irene; LIGNEUL, Romain. A relevância da memória de trabalho para o aprendizado por reforço em adultos mais velhos varia com a escala de tempo do aprendizado. **Envelhecimento, Neuropsicologia e Cognição** , v. 27, n. 5, pág. 654-676, 2020.

VIEIRA, Gisele De Paula et al. Realidade virtual na reabilitação física de pacientes com doença de Parkinson. **Journal of human Growth and Development**, v. 24, n. 1, p. 31-41, 2014.

VIEIRA GP, DE ARAUJO DFGH, LEITE MAA, ORSINI M, CORREA CL. Realidade virtual na reabilitação física de pacientes com Doença de Parkinson. **Journal of Human Growth and Development**; 24(1): 31-41, (2014).

WEISS PL, RAND D, KATZ N, KIXONY R. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, 1:12, (2004).

WILENS, T. E. et al. Presenting ADHD symptoms, subtypes, and comorbid disorders in clinically referred adults with ADHD. **The journal of clinical psychiatry**, v. 70, n. 11, p. 1557–1562, 2009.

ZALSMAN, G.; SHILTON, T. Adult ADHD: A new disease? **International journal of psychiatry in clinical practice**, v. 20, n. 2, p. 70–76, 2016.

YOO, Aspen H.; COLLINS, Anne GE. Como a memória de trabalho e o aprendizado por reforço estão interligados: uma perspectiva cognitiva, neural e computacional. **Journal of Cognitive Neuroscience** , v. 34, n. 4, pág. 551-568, 2022. See More