

# Revisão Sistemática de Pesquisas em Aplicações de Tecnologia na Reabilitação Neuropsicológica

Jane M. dos Santos Eberson<sup>1</sup>, Ana Maria Monteiro<sup>1</sup>, Luzia Flávia C. Scaramuzza

<sup>1</sup>Centro Universitário Campo Limpo Paulista (UNIFACCAMP)

[jane.eberson@gmail.com](mailto:jane.eberson@gmail.com), [anammont.alu@gmail.com](mailto:anammont.alu@gmail.com),  
[flaviacoelho2000@hotmail.com](mailto:flaviacoelho2000@hotmail.com)

**Abstract.** *The objective of this systematic literature review was to observe the state of the art and the evolution of studies about the use of technologies applied on neuropsychological rehabilitation. Initially, an explanation is made about neuropsychological rehabilitation (NB) and Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). Right after is presented the research methodology used in the review and the results obtained, in which is possible to highlight a small participation of Artificial intelligence as a resource in the rehabilitation process.*

**Resumo.** *O objetivo desta Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi observar o estado da arte e a evolução dos estudos sobre o uso das tecnologias aplicadas na Reabilitação Neuropsicológica. Inicialmente, é feita uma explanação sobre a Reabilitação Neuropsicológica (RN) e Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Logo após é apresentada a metodologia da pesquisa utilizada na revisão e os resultados obtidos, nos quais pode-se destacar uma, ainda, pequena participação da Inteligência Artificial como recurso no processo de reabilitação.*

## 1. Introdução

O objetivo desta revisão sistemática da literatura (RSL) (Kitchenham, 2004) é observar o estado da arte e a evolução de estudos realizados sobre o uso de tecnologias aplicadas à reabilitação neuropsicológica, possibilitando uma melhor delimitação de pesquisas futuras na área.

A principal questão que norteiam essa revisão é: **Quais tecnologias têm sido utilizadas no tratamento e organização da terapia de reabilitação neuropsicológica?** Assim, a partir dessa questão surgem outras questões associadas a essa pesquisa:

- **Q1:** De que forma as tecnologias estão sendo empregadas no tratamento terapêutico de reabilitação neuropsicológica?
- **Q2:** Qual o papel e o impacto da utilização das tecnologias nesse tipo de terapia?
- **Q3:** Quais são as pesquisas que estão em desenvolvimento sobre o assunto, no Brasil e em outros países?

- **Q4:** No geral, quais as tecnologias mais empregadas nas pesquisas que estão em desenvolvimento no Brasil e em outros países?
- **Q5:** Existem pesquisas relacionadas ao uso da IA na reabilitação neuropsicológica?

Este artigo apresenta na seção 2 uma explicação do processo de Reabilitação Neuropsicológica (RN) nas funções executivas em pessoas com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). A seguir, na seção 3 é apresentada a metodologia da RSL e na seção 4 são apresentados os resultados decorrentes da revisão sistemática e, finalmente, na seção 5 as considerações finais.

## **2. A RN e o TDAH**

A RN surgiu com os estudos da neurociência realizados, a partir da Primeira Guerra Mundial, com soldados que apresentavam lesões no cérebro devido às batalhas. Desde então a neurociência tem se desenvolvido e atualmente a RN é utilizada no tratamento de pessoas com lesões cerebrais, deficiências cognitivas, TDAH e outros transtornos psicológicos, conforme Wilson (2005).

Ainda segundo Wilson (2003), podemos definir a RN como uma técnica que tem por objetivo estimular determinados pontos cerebrais para capacitação do indivíduo em certas funções cerebrais que são afetadas por distúrbios, sejam de ordem neurológica ou psicológicas. Seu funcionamento se baseia na neuroplasticidade, que é a capacidade do cérebro se adaptar ou mudar com novas experiências e nas diversas funções que o nosso cérebro exerce.

Um exemplo do uso da RN está no tratamento não medicamentoso do TDAH. As pessoas com TDAH são acometidas por um transtorno mental que afetam as funções atencionais e executivas cerebrais e que podem apresentar vários graus em sintomas tais como não prestar atenção a detalhes, ter dificuldades em manter a atenção e a concentração em atividades, não manter o foco de atenção em um diálogo, não concluir atividades, não conseguir planejar ou organizar atividades, postergar a execução de atividades, perder objetos, se distrair com o ambiente a sua volta e não lembrar de compromissos, segundo Muszkat (2012)

Ao considerar os sintomas do TDAH e seus efeitos nas pessoas portadoras, alguns estudos neurocientíficos apontam que essas habilidades prejudicadas podem ser treinadas ou reabilitadas através de exercícios para as funções associadas ao transtorno. Assim sendo, o uso das tecnologias para o apoio da aplicação da RN em indivíduos que necessitam dela se mostra interessante.

## **3. Metodologia da RSL**

### **3.1 Planejamento**

Para o presente estudo foram considerados os artigos sobre o uso de tecnologia de informação (TI) aplicadas a RN com enfoque nas funções executivas, com o propósito de verificar quais e como as tecnologias estão sendo aplicadas.

Na escolha das fontes de pesquisa foram consideradas as principais para a área de Computação e de Neuropsicologia, utilizando as línguas Portuguesa e Inglesa. Assim, foram escolhidas como fontes ACM Digital Library, IEEE Xplore Digital Library, Scopus, ScienceDirect, Google Scholar, Periódicos Capes e Publicações do Conselho Federal de Psicologia do Brasil.

Definidas quais fontes de publicação seriam verificadas, foram definidas as *strings* de busca, considerando uma combinação dos sinônimos dos termos utilizados conforme apresentado na Tabela 1:

**Tabela 1. Lista de Sinônimos considerados na *string* de busca**

<b>Termos-Chave</b>	<b>Sinônimos em Inglês</b>	<b>Sinônimos em Português</b>
<b>Inteligência Artificial</b>	<i>Artificial Intelligence</i>	<i>Inteligência Artificial</i>
<b>Reabilitação Neuropsicológica</b>	<i>Neuropsychology;</i> <i>Neuropsychological rehabilitation</i>	<i>Neuropsicologia;</i> <i>Reabilitação neuropsicológica</i>
<b>TDAH</b>	<i>ADHD</i>	<i>TDAH</i>
<b>Sistemas de apoio a decisão</b>	<i>Computer Support Systems;</i> <i>Technology</i>	<i>Sistemas de apoio a decisão;</i> <i>sistema computacional;</i> <i>sistemas computacionais</i>

Após a construção das *strings* foram realizadas as buscas e obteve-se assim a primeira amostra de estudos com base na *string* principal:

***(Artificial Intelligence OR Inteligência Artificial) AND (Neuropsychological Rehabilitation OR Reabilitação Neuropsicológica) AND (Computer Support Systems OR Sistemas Computacionais)***

Após a identificação dos objetivos, a escolha das fontes e a definição das *strings* de busca, foi preciso definir os critérios de inclusão e exclusão. Dessa forma os critérios foram definidos utilizando todo e qualquer estudo que apresente aplicações de qualquer tipo de tecnologia em RN e nos quais sejam tratados problemas referentes às funções executivas cerebrais mesmo que não derivadas do TDAH e como critério de exclusão foram considerados os estudos que envolvam outras funções cerebrais e tecnologias usadas somente para gerenciar o processo de RN – como tecnologias que controlem agenda do profissional, horário de atendimento, entre outras funções com esse enfoque, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2. Critérios de inclusão e exclusão**

<b>Critério</b>	<b>ID</b>	<b>Descrição</b>
<b>Inclusão</b>	CI1	Trabalhos que apresentem aplicações de qualquer tipo de tecnologia na RN
	CI2	Trabalhos que apresentem problemas nas funções executivas mesmo que não derivem do ADAH (TDAH – Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade)
<b>Exclusão</b>	CE1	Trabalhos que envolvam outras funções cerebrais diferentes das funções executivas

	CE2	Trabalhos que somente utilizem a tecnologia como gerenciador do processo de RN
	CE3	Trabalhos em que a tecnologia não seja utilizada na reabilitação neuropsicológica após diagnóstico.

Logo após a definição dos critérios, conforme proposta de Kitchenham (2004), foi necessário identificar os critérios para avaliação da qualidade dos estudos, dessa forma, foram considerados na avaliação da qualidade os próprios critérios de inclusão e exclusão, assim como a leitura avaliativa dos artigos encontrados efetuanda com base na interpretação da proposta e dos resultados obtidos nos estudos.

### 3.2. Execução

Definidos os itens do planejamento dessa RSL, foram feitas as buscas nas fontes de pesquisa e foram obtidos os primeiros resultados da fase 1. A partir do universo populacional de 350 estudos publicados no período de 2013 a 2018 nas fontes acima mencionadas, foi feita uma segunda seleção avaliando os temas, palavras-chave e os resumos dos trabalhos e verificando assim quais trabalhos estavam dentro dos critérios de inclusão e exclusão, obtendo como resultado uma amostra de 12,86% dos estudos iniciais. Após a leitura detalhada de cada trabalho selecionado na fase 2, foram excluídos alguns trabalhos devido ao critério CE3 descrito na Tabela 2, reduzindo a quantidade total de trabalhos para 19. A Tabela 3 a apresenta o resultado após as três fases de seleção dos trabalhos.

**Tabela 3: Quantidade de publicações e fontes de pesquisa final**

Fonte	1o.Fase	2o.Fase	3o.Fase
ACM	7	6	3
IEEEExplore	12	5	5
Science Direct	45	3	3
Google Scholar	286	31	8
<b>Totais</b>	<b>350</b>	<b>45</b>	<b>19</b>

### 4. Resultados Obtidos

A partir da obtenção desses estudos, foi feita uma análise qualitativa dos mesmos e foram observados alguns pontos com o intuito de responder as questões que nortearam a RSL.

Dessa forma, ao analisarmos os estudos sob a óptica da forma que as tecnologias estão sendo empregadas no tratamento terapêutico de reabilitação neuropsicológica, observam-se quais as patologias que mais contribuem para o desenvolvimento de dificuldades nas funções executivas, assim a maioria dos estudos se encontram no item **TDAH**, logo em seguida aparece o item **AVC** e **Outras** que incluem os estudos que não especificaram qual patologia desenvolveu as dificuldades, ou ainda trata de reabilitar as funções executivas indicando todas as possibilidades de patologias, conforme apresentado na Figura 1:



**Figura 1 – Patologias achadas nos trabalhos selecionados**

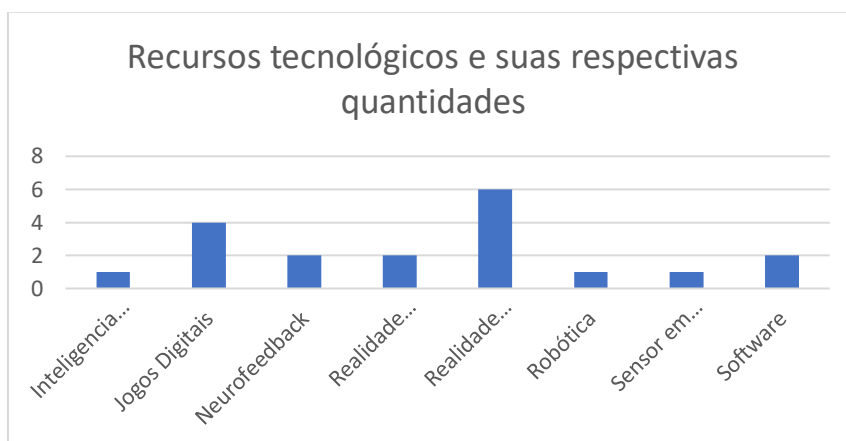
Pode-se destacar ainda que os trabalhos, no geral, desenvolvem novas aplicações relacionadas com exercícios com foco em pontos específicos das funções executivas cerebrais. Um exemplo disto é o trabalho de McLaren e Antle (2017), que utiliza o *neurofeedback* para atingir a atenção e mantê-la por um tempo maior, exercitando assim a chamada atenção sustentada. Já o trabalho de Mathews *et.al.* (2016) tem enfoque no treino da memória prospectiva.

Os trabalhos selecionados apresentam, majoritariamente, a tecnologia como ferramenta no ambiente de terapia e na presença do terapeuta responsável pela reabilitação. Como contribuição no espaço doméstico do processo de reabilitação pode ser mencionado o trabalho de Pina *et al.* (2014), que teve como objetivo desenvolver um aplicativo mobile (*ParentGuardian*) que ajuda pais de crianças com TDAH a tomarem decisões estratégicas com base no decorrer do cotidiano.

Já os trabalhos de Luna *et al.* (2018) e de Ramos e Segundo (2018) têm enfoque no uso no processo de alfabetização nas escolas.

Analisando o papel e o impacto da utilização das tecnologias, pode-se destacar o impacto positivo do uso das mesmas, exceto o trabalho de Dehn *et al.* (2018), que indica que o uso das tecnologias não teve impacto em relação à terapia padrão para pessoas com depressão, público investigado no estudo.

Observaram-se, também, quais pesquisas estão em desenvolvimento sobre o assunto e foram selecionadas seis em desenvolvimento no Brasil, fazendo uso das tecnologias de jogos digitais em três deles, software em dois e realidade virtual em um. Foram escolhidos 8 estudos desenvolvidos em países europeus e 3 no Canadá, 1 nos EUA e 1 Nova Zelândia. As tecnologias mais empregadas nas pesquisas são apresentadas na Figura 2:



**Figura 2 – Tecnologias utilizadas nos trabalhos**

Na RSL só foram achados dois trabalhos relacionando IA e RN. O trabalho de Barco *et al.* (2013) teve como objetivo o uso da tecnologia como instrumento de extensão do terapeuta. Crianças de 6 a 18 anos com histórico de traumatismo craniano fizeram uso de um robô em atividades de reabilitação. No trabalho de García-Rudolph e Gibert (2016), o uso da IA se deu através de ferramentas como a Mineração de dados e Aprendizagem de Máquina. O projeto teve como objetivo utilizar as ferramentas de IA na plataforma de tratamento PREVIRNEC© para identificar e propor atividades que apresentem melhores resultados no processo de reabilitação.

## 5. Considerações finais

Apesar de estudos apresentarem a importância do uso das tecnologias em diversos setores econômicos e sociais, a área de saúde mental ainda não a utiliza de forma ampla.

Com essa RSL foi observado que as pesquisas que utilizam a tecnologia na RN, em sua maioria, ainda se limitam a realidade virtual e jogos, sendo possível pesquisar o uso de outras tecnologias, em especial as relacionadas com IA, no contexto da RN.

## Referências

- Alchalabi, A.E., Elsharnouby, M., Shirmohammadi, S. e Eddin, A.N. (2017) Feasibility of detecting ADHD patients' attention levels by classifying their EEG signals. IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications. 314-319
- Andrade, A.C.A. (2014) Ferramentas interativas na reabilitação cognitiva pós-AVC: RehabCity. Repositório Científico Digital da Universidade da Madeira. <https://digituma.uma.pt/handle/10400.13/1316>. 99p.
- Barco, A., Albo-Canals, J., Kaouk Ng, M., Garriga, C., Callejón, L., Turón, M., Gómez, C. e López-Sala, A. (2013). A Robotic Therapy for Children with TBI. ACM Digital Library – Publicado em: HRI '13 Proceedings of the 8th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction, p. 75-76.
- Chagas, C.P. (2016) Os benefícios dos jogos digitais em treinamento cognitivo no aprimoramento das habilidades cognitivas de professores. Repositório do Centro

- Universitário Internenacional Uninter. <https://repositorio.uninter.com/handle/1/55>. 162p.
- Dehn, L.B., Kater, L., Piefke, M., Botsch, M. e Beblo, T. (2018) Training in a comprehensive everyday-like virtual reality environment compared to computerized cognitive training for patients with depression. ScienceDirect: Computers in Human Behavior, v. 79, p. 40-52.
- Dhindsa, K., Gauder, K.D., Marszalek, K.A., Terpou, B. e Becker, S. (2018) Progressive Thresholding: Shaping and Specificity in Automated Neurofeedback Training. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering v.26, p. 2297-2305.
- García-Rudolph, A., Gibert, K. (2016) Understanding effects of cognitive rehabilitation under a knowledge discovery approach. ScienceDirect: Engineering Applications of Artificial Intelligence v. 55, p. 165-185.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Technical Report TR/SE-0401, Keele University, and Technical Report 0400011T.1, NICTA (p. 28). Keele, Staffs, UK & Garden Street, Eversleigh, Australia. p. 28-61
- Lopes, S.L. (2013) Tecnologia como recurso alternativo na reeducação de crianças com distúrbio do déficit da atenção (DDA): um estudo de caso. Repositório Institucional da UFSC. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/106519>. 146p.
- Luna, J., Tracy, R., Hasegawa, T., Campbell, A. e Mangina, E. (2018) Words Worth Learning - Augmented Literacy Content for ADHD Students. IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM), p. 1-9.
- Mangina, E., Chiazese, G. e Hasegawa, T. (2018) AHA: ADHD Augmented (Learning Environment). IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), p. 774-777.
- Martins, M.F.C. (2013) Reabilitação neurocognitiva dos processos atencionais e mnésicos em casos de acidente vascular cerebral com utilização de ambientes virtuais. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Lisboa, 98p.
- Mathews, M., Mitrovic, A., Ohlsson, S., Holland, J. e Mckinley, A. (2016) A virtual Reality Environment for Rehabilitation of prospective memory in Stroke patients. ScienceDirect – Procedia Computer Science 96, p. 33 – 42.
- Mattos, P. (2015) No mundo da lua – transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade – TDAH. ABDA. São Paulo, Brasil.
- McLaren, E.S. e Antle, A.N. (2017) Exploring and Evaluating sound for helping Children self-regulate with a Brain-Computer Application. ACM Digital Library – Publicado em: IDC '17 Proceedings of the 2017 Conference on Interaction Design and Children, p. 393-398.
- Muszkat, M. e Rizzutti, S. (2016) Enfrentando desafios do neurodesenvolvimento. Serene, São Paulo, Brasil. 199p.
- Muszkat, M. (2012) Inclusão e Singularidade: Desafios da Neurociência Educacional. Serene, São Paulo, Brasil. 143p.
- Muszkat, M. (2012) TDAH e Interdisciplinaridade, Intervenção e Reabilitação. All Print Editora, São Paulo, Brasil. 221p.

- Oliveira, J.M., Jorge, J.C.M., Duarte, J.B.F e Albuquerque, V.H.C. (2016) Complementary treatment for children with cerebral palsy based on virtual reality. IEEE Latin America Transactions v.14 n°8, p.3820-3825.
- Pina, L., Rowan, K., Roseway, A., Johns, P., Hayes, G.R. e Czerwinski, M. (2014) In Situ Cues for ADHD parenting strategies using mobile technology. ACM Digital Library - Publicado em: PervasiveHealth '14 Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare table of contents, p. 17-24.
- Rajeswaran, J. (2013) Neuropsychological Rehabilitation: Principles and Applications. Elsevier. EUA. 192p.
- Ramos, D.K. e Segundo, F.R. (2018) Jogos digitais na escola: Aprimorando a atenção e a flexibilidade cognitiva. Educação e Realidade v.43 n°2, p. 531-550.
- Rocha, P., Nery Filho, J., Alves, L. (2014) Jogos digitais e reabilitação neuropsicológica: delineando novas mídias. I Seminário Tecnologias Aplicadas a Educação e Saúde UNEB, p. 70-84.
- Rohani, D.A., Sorensen, H.B.D., e Puthusserypady, S. (2014) Brain-computer interface using P300 and virtual reality: A gaming approach for treating ADHD. Proceedings 36th Annual Internatinal Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, p. 3606-3609.
- Rossi, L.S.P.S. (2016). Interação social e neuroreabilitação de adolescentes com lesão cerebral : um estudo exploratório em torno da rede social 5DNet da Rede Sarah de hospitais de reabilitação. Repositório Institucional da UNB. <http://repositorio.unb.br/handle/10482/21506>. 318p.
- Wilson, B.A., Herbert, C.M. e Shiel, A. (2003) Behavioural Approaches in Neuropsychological Rehabilitation: Optimizing Rehabilitation Procedures. Psychology Press. EUA and Canadá. 152p.
- Wilson, B. (2005) Neuropsychological rehabilitation: Theory and practice. Swets & Zeitlinger Publishers. USA. 321p.