

Mapeamento Científico e Tecnológico sobre o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e diagnóstico por meio do EEG

Scientific and technological mapping on Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and diagnosis through EEG

Mapeo científico y tecnológico del Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) y diagnóstico mediante EEG

Recebido: 28/10/2022 | Revisado: 09/11/2022 | Aceitado: 12/11/2022 | Publicado: 19/11/2022

Aline Miranda da Conceição

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4992-4741>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Brasil
E-mail: aliness.miranda88@gmail.com

Maria Beatriz Siqueira de Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3128-1533>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Brasil
E-mail: carvalhobia938@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

Glauco Lima Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6591-8328>
Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Brasil
E-mail: glauco1370@gmail.com

Ana Cláudia Mota Freitas

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

Resumo

O Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) inicia-se na infância e apresenta como sintomas a falta de atenção, hiperatividade e dificuldade de autocontrole. Objetivou-se identificar os principais estudos e aplicações tecnológicas sobre TDAH e eletroencefalograma (EEG) em bases de dados e nas patentes. A pesquisa ocorreu de setembro a dezembro de 2021, utilizando para o levantamento de artigos científicos as bases da Web of Science e Pubmed e para as patentes: United States Patent and Trademark Office (USPTO), European Patent Office (EPO), World Intellectual Property Organization (WIPO) e o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Brasil. Os resultados nas bases de dados mostraram os USA liderando o ranking e a busca por patentes evidenciou um crescimento no número de depósitos. Constatou-se a necessidade de maiores investimentos em tecnologia brasileira, pois os resultados evidenciaram poucos registros na base de dados INPI sendo relevante maior atenção no desenvolvimento tecnológico do país.

Palavras-chave: TDAH; EEG; Ritalina®; Patentes.

Abstract

Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) begins in childhood and presents as symptoms of lack of attention, hyperactivity and difficulty in self-control. The objective was to identify the main studies and technological applications on ADHD and electroencephalogram (EEG) in databases and in patents. The research took place from September to December 2021, using the Web of Science and Pubmed databases for the survey of scientific articles and for patents: United States Patent and Trademark Office (USPTO), European Patent Office (EPO), World Intellectual Property Organization (WIPO) and the National Institute of Industrial Property (INPI) of Brazil. The results in the database showed the USA leading the ranking and the search for patents showed an increase in the number of filings. There is a need for greater investments in Brazilian technology, as the results showed few records in the INPI database, with greater attention being paid to the country's technological development.

Keywords: ADHD; EEG; Ritalin®; Patents.

Resumen

El trastorno de déficit de atención/hiperactividad (TDAH) se inicia en la infancia y presenta como síntomas la falta de atención, la hiperactividad y la dificultad de autocontrol. El objetivo es identificar los principales estudios y aplicaciones tecnológicas sobre TDAH y electroencefalograma (EEG) en las bases de datos y en las patentes. La investigación se llevó a cabo de septiembre a diciembre de 2021, utilizando para el estudio de los artículos científicos las bases Web of Science y Pubmed y para las patentes: Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO), Oficina Europea de Patentes (OEP), Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) de Brasil. Los resultados en las bases de datos mostraron que Estados Unidos lideraba la clasificación y la búsqueda de patentes mostró un aumento en el número de depósitos. Se señaló la necesidad de una mayor inversión en tecnología brasileña, ya que los resultados mostraron pocos registros en la base de datos del INPI y es pertinente una mayor atención al desarrollo tecnológico del país.

Palabras clave: TDAH; EEG; Ritalín®; Patentes.

1. Introdução

O Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é considerado como um incessante padrão de desatenção, hiperatividade e impulsividade que afeta o funcionamento do desenvolvimento neurocomportamental, podendo gerar distúrbios motores, perceptivos e cognitivos. O TDAH pode ser consequência de um desarranjo genético que cursa com uma diminuição do aporte de neurotransmissores estimulantes no cérebro (Signor & Santana, 2020), aparecendo na infância e permanecendo até a vida adulta em 60% dos casos, com prejuízos no desempenho escolar, na baixa performance profissional, na família e no baixo repertório social (Miranda et al., 2016; ABDA, 2019).

Quando não existe um diagnóstico prévio e um tratamento direcionado, o TDAH pode ocasionar graves consequências na qualidade de vida. Exames de imagens e o Eletroencefalograma (EEG) podem ser utilizados nesse caso, concordando dessa forma, com Dickstein, et al., (2016) que relataram que as crianças acometidas com esse transtorno, apresentam nos exames de imagens, regiões do cérebro afetadas com uma diminuição da atividade de lobo frontal, repercutindo no córtex anterior cingulado, córtex pré-frontal, dorsolateral, córtex pré-frontal inferior e córtex orbitofrontal e parcialmente nos núcleos de bases, tálamo e córtex parietal. Para Jiang, et al., (2017) o cérebro possui inúmeras funções cognitivas dentre as quais destacam-se pela sua relevância: focalizar a atenção, compilar e guardar conhecimentos, a atenção é considerada como o eixo central das aptidões cognitivas.

A terapia neurofeedback configura-se como um procedimento não invasivo e que não faz uso de medicações, fundamentado nas interfaces cérebro-computador (ICCs), tendo a mesma apresentado respostas exitosas. No tratamento via neurofeedback a atividade cerebral do paciente é medida por meio do EEG, sendo essa processada e calculada ao vivo. Após análises nos dados do EEG, o sistema emite um novo sinal ao paciente como resposta ao seu comportamento inicial. Dessa forma o feedback faz com que o paciente tenha o autocontrole das suas funções cerebrais nas partes que envolvem o cognitivo e o comportamento (Geppert, et al., 2017). Para Guan et al. (2020), as ICCs têm auxiliado no tratamento do TDAH, melhorando a cognição cerebral no domínio da atenção.

No tratamento farmacológico, os psicoestimulantes são considerados os mais eficazes tendo o Metilfenidato (Ritalina®) como um dos fármacos mais prescritos, disponível em formulações de liberação imediata e prolongada e surgiu na década de 40 como resultado de um fármaco que apresentasse menos efeito adversos que a benzedrina (Costa, 2020; Candido, 2018). O metilfenidato é um estimulante leve do sistema nervoso central (SNC). Seu efeito farmacológico é mais acentuado na função mental em relação à função motora, durante o uso deste medicamento é comum observar, como efeitos adversos, os quadros clínicos de insônia, nervosismo, falta de apetite, náuseas, vômitos, tonturas, discinesia, taquicardia e alterações do ritmo cardíaco. Ainda não estão claros os efeitos neuropsiquiátricos no uso em longo prazo, por isso também a importância do uso sob prescrição médica e acompanhamento profissional (Bui et al. 2018; Krinzinger et al. 2019).

Em conformidade com a literatura atual, este trabalho se justifica pela necessidade de evidenciar os principais estudos e avanços tecnológicos, sobre Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e diagnóstico por meio do EEG,

tendo em vista que o TDAH ainda é pouco abordado em decorrência da desinformação e da ausência de uniformidade de critérios entre médicos, psicólogos e educadores. Esse estudo ainda objetivou identificar os estudos e aplicações tecnológicas desenvolvidas sobre o tema Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e EEG quantitativo em bases de dados com publicações e depósitos de artigos e patentes nacionais e internacionais.

2. Metodologia

A presente pesquisa trata-se de uma prospecção científica e tecnológica com uma análise quantitativa, foi realizada de setembro a dezembro de 2021 com base em informações disponíveis em bancos de dados de patentes e artigos científicos utilizando como palavras-chave: *Electroencephalogram*, *Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)*, *Lydexamphetamine*, *Methylphenidate* e *Health care students with ADHD traits*. Para o levantamento de artigos científicos, foi realizada uma revisão integrativa da literatura (Souza, M. T., et al., 2010) utilizando as bases da Web of Science e Pubmed, estabelecendo um período de recorte temporal de 2011 a 2021. Quanto as buscas por patentes, utilizou-se as bases: United States Patent and Trademark Office (USPTO), European Patent Office (EPO), World Intellectual Property Organization (WIPO) e o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Brasil.

A escolha das respectivas bases deu-se devido à disponibilidade de trabalhos científicos e patentes indexadas. No banco de dados nacional foram utilizados os termos em português e em inglês para bases internacionais, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem as palavras-chave no título e/ou resumo. A bases utilizada foi Web of Science (WoS) para elaboração dos gráficos com os dados científicos. Os artigos indexados foram analisados quanto ao país, ano de publicação e área de interesse, sendo excluído aqueles que não atendiam a periodicidade estabelecida e não relacionava os temas TDAH e EEG, não sendo adequados ao estudo proposto. As patentes foram analisadas quanto ao país depositante, o ano da concessão e a Classificação Internacional de Patentes -CIP (IPC, sigla em inglês).

De acordo com o INPI, a CIP é reconhecida em nível internacional, sendo dividida em oito áreas de interesse tecnológico, que por sua vez é denominada classes (em ordem alfabética) e posteriormente subdivididas em subclasses hierárquicas. Os dados coletados foram organizados individualmente em tabelas e gráficos, utilizando o programa *Microsoft Excel* 2019 de acordo com as categorias de análises (país, ano e área) visando à distribuição e avanços das publicações indexadas até a data de realização da referida pesquisa.

3. Resultados e Discussão

Os resultados da prospecção científica e tecnológica, em bases nacionais e internacionais de publicação de artigos e de depósitos de patentes, elucidam as tecnologias e estudos desenvolvidos com as palavras-chave inseridas nas buscas, em que estes dados, obtidos com a pesquisa são descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Número de artigos e patentes com os descritores utilizados nas diferentes bases.

Palavras-chave	USPTO		ESPACENET	WIPO	INPI	WEB OF SCIENCE	PUBMED
	PatFT	AppFT					
<i>Eletroencefalograma</i>	9197	14212	32028	4201	3	30.437	79132
Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)	3626	6609	7990	1799	0	28665	60135
<i>Lydexamphetamine</i>	0	0	2	0	1	0	0
<i>Methylphenidate</i>	4.418	7762	7044	764	11	12204	16258
<i>Health care students with ADHD traits</i>	0	0	56	0	0	8	1943
Total	17241	28583	47120	6764	15	71.314	157468

Fonte: Autores (2021).

Os estudos que compuseram a discussão deste trabalho estão dispostos abaixo expondo o título, nome dos autores, objetivos e tipo de estudo.

Tabela 2 - Detalhamento bibliográfico dos estudos usados na discussão do presente artigo.

Título	Autor	Objetivo	Tipo de estudo
Diagnóstico de Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e sua história no discurso social: desdobramentos subjetivos e éticos	Lacet, C. & Rosa, M. D. (2017).	Este artigo tem como objetivo a análise crítica do diagnóstico de TDAH, a partir do referencial teórico, ético e clínico da psicanálise, situando sua construção no discurso social, seus avanços e influências.	Análise crítica
TDAH e Ritalina: neuronarrativas em uma comunidade virtual da Rede Social Facebook	Martinhalgo, F. (2018).	O objetivo compreender como os conteúdos veiculados nas redes sociais (comunidades virtuais) influenciam no modo pelo qual os familiares, membros destas comunidades, entendem o TDAH e o tratamento, bem como lidam com seus filhos com suspeita ou já diagnosticados com TDAH.	Pesquisa exploratória
Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) em crianças e adolescentes atendidos em um ambulatório universitário: descrição e análise	Carvalho, D. M. S. et al (2020).	Objetivos: Descrever a epidemiologia do tratamento farmacológico do TDAH entre os assistidos pelo Ambulatório de Psiquiátrica da Infância e da Adolescência (AMPIA) do HUWC – Ceará, Brasil.	Estudo Descritivo e Analítico
Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Diagnosis and Treatment in Children and Adolescents	Kemper, A. R. et al (2013).	The goal is to provide greater understanding of the diagnosis and management of ADHD	Estudo Exploratório
Propiedades Psicométricas del Inventario CABI para la determinación del TDAH	Pinochet-Quiroz, P. et al (2020).	La presente investigación tiene como objetivo analizar las propiedades psicométricas del Inventario de Comportamiento Infantil y Adolescente CABI mediante un estudio de tipo exploratorio, a partir del reporte de 350 padres de estudiantes chilenos.	Estudo Exploratório
A Review on Machine Learning for EEG Signal Processing in Bioengineering	Hosseini, A., Hosseini, M. P. & Ahi, K. (2020).	We will be examining specifically machine learning methods that have been developed for EEG analysis with bioengineering applications.	Revisão de literatura
O uso do Neurofeedback como uma ferramenta de reabilitação no Déficit de atenção e/ou hiperatividade (TDAH) de crianças	Paludo, M. R. (2017).	O objetivo é analisar as pesquisas que foram realizadas no ano de 2016 sobre a efetividade do Neurofeedback para tratamento do Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) em crianças de 5 a 14 anos.	Revisão bibliográfica
Enhancing EEG-Based Classification of Depression Patients Using Spatial Information	Jiang, C., Li, Y., Tang, Y., & Guan, C. (2021).	Evidence has shown that subjects with depression exhibit different spatial responses in neurophysiological signals from the healthy controls when they are exposed to positive and negative stimuli.	Ensaio Clínico
Twenty years of research on attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): looking back, looking forward	Cortese, S. & Coghill, D. (2018).	The goal is to show some of the most important advances in the last two decades, in terms of diagnostic definition, epidemiology, genetics and environmental causes, neuroimaging/knowledge, and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD)	Meta-análise
EEG-neurofeedback as a tool to modulate cognition and behavior: a review tutorial.	Geppert, S. E., Huster, R. J., & Herrmann, C. S. (2017).	In the current article, we present a review tutorial discussing key aspects relevant to the development of electroencephalography (EEG) neurofeedback studies.	Tutorial de revisão
Uso racional de medicamentos, farmacologização e usos do metilfenidato.	Esher, A., & Coutinho, T. (2017).	O presente artigo objetiva apresentar movimentos para racionalizar o uso do metilfenidato no Brasil e discutir os limites impostos tendo como referência o conceito de farmacologização da sociedade.	Estudo Exploratório
Prevalence of Methylphenidate Misuse in Medical Colleges in Pakistan: A Cross-sectional Study.	Javed, N. et al (2019).	To determine the prevalence of nontherapeutic use of methylphenidate as well as to ascertain any benefits, side effects, and other factors associated with this use.	A cross-sectional study

Fonte: Autores (2022).

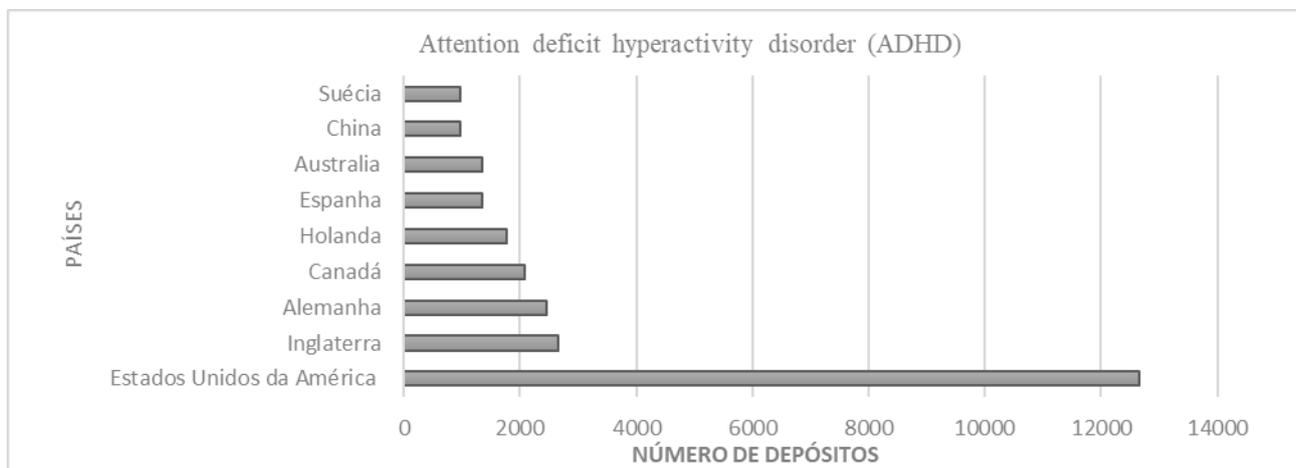
3.1 Prospecção científica

Com os dados obtidos na base de dados *Web of Science* constatou-se que o USA lidera o ranking entre os países, apresentando o maior número de publicações científicas para o descritor *Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)* que resultaram em (n=12653), seguido pela Inglaterra (n=2648) e Alemanha (n=2445) (Figura 1). Vale ressaltar o percurso histórico sobre essa temática, sabe-se que 1923, após a Primeira Guerra, uma epidemia de gripe e encefalite assolou a Europa e se dispersou pelo resto do mundo (Abrahão, 2020). O neurologista Von Economo utilizou na Alemanha o termo hipercinético para descrever as sequelas dessa encefalite, que se evidenciavam por movimentação desordenada, incapacidade de ficar no lugar e problemas de concentração, memória, aprendizagem e conseqüente dificuldade de adaptação social (Lacet & Rosa, 2017).

Os autores retratam que o quadro clínico até a classificação atual remonta, nos anos 40, ao diagnóstico de Lesão Cerebral Mínima, que na década de 60 foi rebatizada como Disfunção Cerebral Mínima, em decorrência da ausência de comprovações empíricas de correlações neuroanatômicas que justificassem os sintomas apresentados. Ambas as nomenclaturas enquadram o conjunto de sintomas que compõem hoje o quadro de TDAH.

Segundo Martinhago (2018) entre as décadas de 1980 e 1990, o TDAH ocorria com maior incidência nos Estados Unidos. Rapidamente, com o auxílio das companhias farmacêuticas, a Associação Americana de Psiquiatria (APA) expandiu esse diagnóstico para outros países, como a Alemanha. As vendas globais de medicamentos para o TDAH renderam 11,5 bilhões de dólares em 2013.

Figura 1 - Distribuição de publicações de artigos, por país envolvendo a palavras-chave *Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)* na base de dados *Web of Science*.



Fonte: Autores (2021).

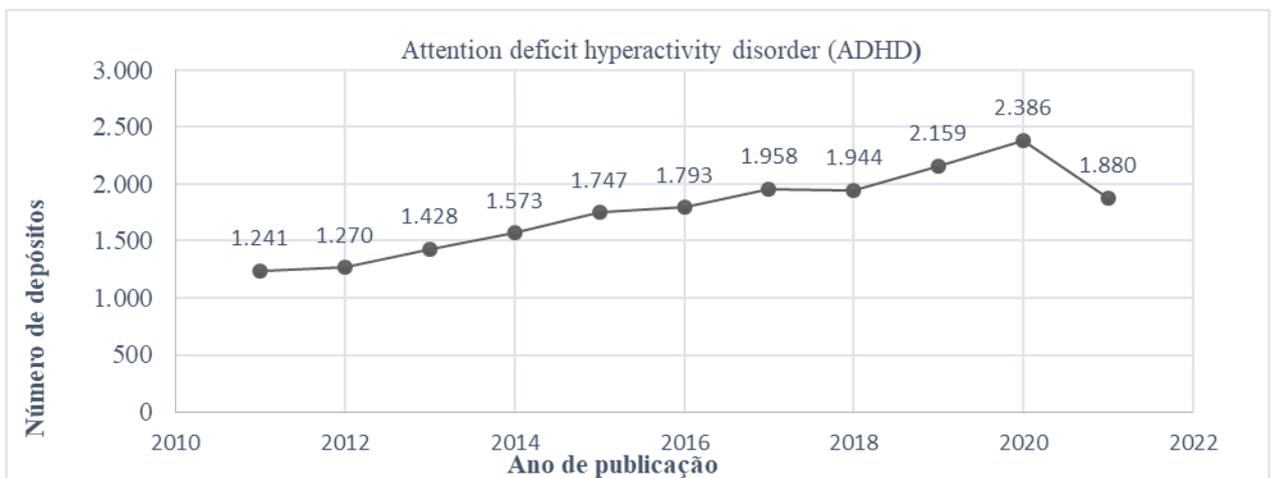
Quando se trata da evolução das publicações indexadas na base de dados *Web Science* em um recorte temporal dos últimos 10 anos para o descritor *Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)*, observa-se um crescimento exponencial entre o período 2011(n= 1241) com pico de desenvolvimento em 2020 (n=2.386). Porém no ano de 2021 o número de publicações declinou com (n=1880) apenas (Figura 2).

No ano de 2011 onde iniciou-se essa busca vários estudos são citados considerado Transtornos de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) a mais comum condição neuropsiquiátrica em crianças. Além disso, cita-se estudos relacionados ao TDAH e sua relação com indivíduos com Síndrome de Down (Ekstein, S. et al. 2011) e o TDAH e crianças do espectro autista (Catalano et al. 2011). Por se tratarem de transtornos do neurodesenvolvimento, como por exemplo, o autismo

e o TDAH compartilham déficits semelhantes, dentre eles estão a falta de atenção, distração e impulsividade (Sadock., Sadock, & Ruiz, 2016). Entretanto, existem situações em que os sintomas de desatenção e hiperatividade sobressaem os domínios característicos do espectro, e dependendo do grau de dificuldade, é possível receber um diagnóstico adicional de TDAH (Volkmar & Wiesner, 2018). Pode-se constatar que as comorbidades estão diretamente associadas ao TDAH, como por exemplo no caso de distúrbios internalizantes e externalizantes. O primeiro, destaca-se ansiedade e depressão indicando uma postura desatenta, relacionada ao déficit de atenção e os distúrbios externalizantes como comportamento opositor e distúrbio de conduta estão associados à hiperatividade, destacando uma postura mais agitada (Olashore et al. 2020).

Estudos epidemiológicos ressaltam que a prevalência mundial estimada do TDAH em crianças e adolescentes em torno de (5,29%). Conforme alguns pesquisadores essa prevalência aumentou nos últimos anos em variados países, juntamente com a prescrição de medicamentos em seu tratamento (Carvalho et al. 2020).

Figura 2 - Número de publicações de artigos, por ano, envolvendo a palavras-chave *Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)* na base de dados *Web of Science*.



Fonte: Autores (2021).

Ao verificar as principais áreas nas quais os artigos foram publicados relacionados ao descritor *Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)* destacou-se em primeiro lugar aplicações na área Psiquiatria (n=7765) depois Psicologia (n=6244) e Neurociências (n=4550) (Figura 3). Na atualidade, o TDAH é uma das comorbidades mais investigadas no âmbito de pesquisas e estudos na área das Ciências da Saúde, bem como na área da Educação e da Psicologia.

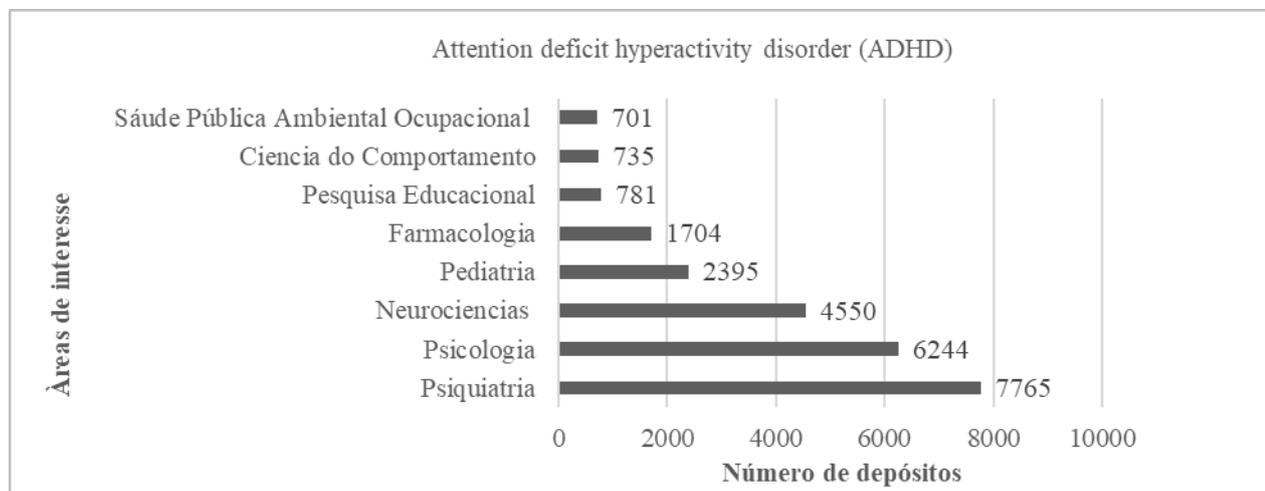
Os dados reportam principalmente o interesse pela investigação das causas e consequências dos transtornos que vem se ampliando principalmente em função de sua alta prevalência e ampla abordagem sintomatológica. Este distúrbio é caracterizado como uma condição de natureza genética e neurológica, podendo ainda sofrer influências de fatores de ordem ambiental (Costa, 2020). Como consequência, o diagnóstico de TDAH ainda se baseia primordialmente na observação clínica embora, em estudos internacionais, a diversidade de instrumentos psicológicos disponíveis para avaliar o funcionamento cognitivo seja um pouco mais ampla, no Brasil pesquisas desse tipo são mais escassas (Ramos & Hamdam, 2016).

Quanto às estratégias de tratamento para o TDAH dentro da abordagem médica, são divididas em terapias farmacológicas e não farmacológicas. As terapias farmacológicas incluem estimulantes, inibidores seletivos da recaptação da norepinefrina, alfa-2 agonistas e antidepressivos. As terapias não farmacológicas incluem intervenções psicossociais, intervenções comportamentais, intervenções escolares, terapias de treinamento cognitivo, treinamento de aprendizagem, biofeedback ou neurofee-dback, treinamento de comportamento dos pais, suplementos dietéticos (por exemplo, ácidos graxos,

ômega-3, vitaminas, suplementos de ervas, probióticos), dietas de eliminação, treinamento de visão e tratamento quiroprático (Kemper et al. 2013).

Outros estudos demonstram que o TDAH é um dos transtornos do neurodesenvolvimento mais importantes para a área da neuropsicologia e mais frequente em crianças e adolescentes (Pinochet-Quiroz et al. 2020). Devido a sua alta taxa de prevalência a nível mundial é considerado uma condição transcultural, se convertendo em um dos principais motivos de procura por serviços especializados e um dos transtornos com maior demanda na área de saúde mental para esse público (Pinochet-Quiroz et al. 2020). As taxas mais altas de prevalência do TDAH são em crianças e adolescentes e ocorre nos USA (8,1%) e as mais baixas encontram-se no Irã (0,1%), Polônia (0,3%) e Romênia (0,4%). A América Latina e a África apresentam os maiores índices de incidência, uma média de 4,8% para os países latinos (OMS, 2017).

Figura 3 - Distribuição dos artigos utilizando *Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)* por área de interesse indexados na base *Web of Science*.

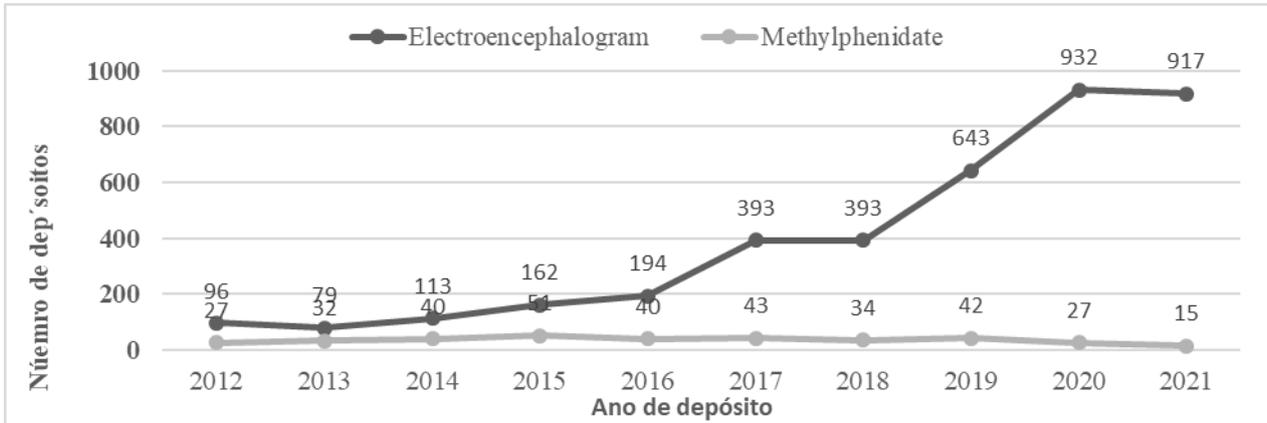


Fonte: Autores (2021).

3.2 Prospecção tecnológica

Para a busca por patentes é possível notar um crescimento de depósitos com a palavras-chave *Electroencephalogram* (n=96, 917) e *Methylphenidate* (n=27,15) nos anos de 2012 e 2020, respectivamente (Figura 4). Com o descritor *Electroencephalogram* os depósitos encontrados no ano de 2012 destaca-se principalmente alguns métodos utilizando eletroencefalograma como por exemplo: Método de jogo de computador e um aparelho usando eletroencefalograma capaz de jogar cartões. Aparelho de processamento de eletroencefalograma, programa de processamento de eletroencefalograma e método de processamento de eletroencefalograma. Método de interface cérebro-computador para três características de ssvep (potencial evocado visual de estado estável), bloqueio e p300 (WIPO, 2021). No ano de 2020 as patentes tecnológicas propõem principalmente: sistemas de aquisição de sinal de eletroencefalograma, sistema de análise eletroencefalograma, sistema de avaliação de visibilidade, método de análise eletroencefalograma e programa, Sistema e método de reconhecimento de sinal de eletroencefalograma (WIPO, 2021). A utilização de eletroencefalografia tanto em aplicações médicas como para sistemas avança conforme os métodos de processamento desses sinais, as pesquisas em instrumentação biomédica e o conhecimento sobre o funcionamento do cérebro evoluem (Lotte et al. 2018; Craik., H. E., & Contreras-Vidal, 2019; Hosseini., et al., 2020).

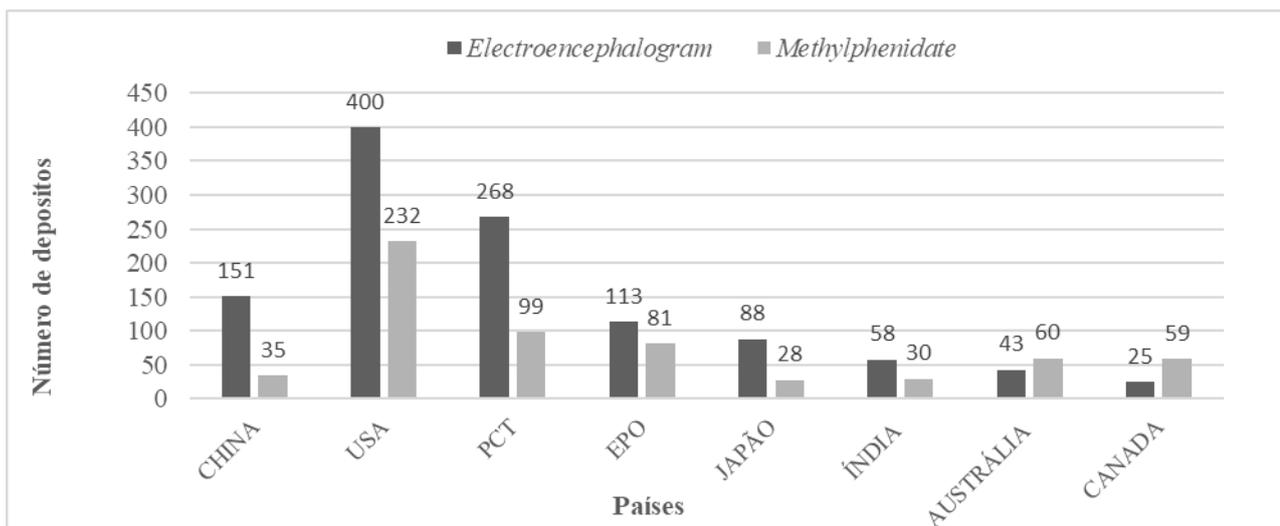
Figura 4 - Distribuição de publicações de artigos, por ano, envolvendo a palavra-chave *Electroencefalograma* e *Methylphenidate* na base de dados WIPO.



Fonte: Autores (2021).

De acordo com a análise de distribuição de patentes por países na base selecionada (Figura 5), constatou-se que o USA é o maior detentor de patentes depositadas na base WIPO associado ao desenvolvimento de pesquisas relacionado as palavras-chave *Electroencefalograma* e *Methylphenidate*. O país que domina o ranking de um dos maiores promotores de inovação tecnológica no mundo (OMS, 2018) obteve um total de (n=400 e n=232), seguido pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) (n=268 e n=99) e China (n=151 e n=35) com as palavras-chaves supracitadas. O número de patentes depositadas, é de suma importância, pois é um indicador importante ao se avaliar o potencial que uma região ou um país tem de transformar o conhecimento científico em produto ou resultado tecnológico.

Figura 5 - Distribuição de patentes por país indexados na base WIPO utilizando as palavras chaves *Electroencefalograma* e *Methylphenidate*.



Fonte: Autores (2021).

O biofeedback EEG, ou neurofeedback, que surgiu na década de 1960, no Langley Porter Neuropsychiatric Institute da Universidade da Califórnia, em San Francisco, com as pesquisas realizadas por Joe Kamiya, relacionando os estados psicológicos do sujeito em treinamento com a leitura do seu EEG. Kamiya treinou alunos da universidade para obterem o controle voluntário sobre a produção de ondas cerebrais na faixa entre 8 e 12 Hz, denominada de banda Alpha, no lobo parietal

direito, abrindo as portas para as pesquisas e o desenvolvimento do neurofeedback. Posteriormente, Barry Sterman e colegas do Departamento de Anatomia e Neurologia da Universidade da Califórnia, em Los Angeles, descobriram em pesquisas com gatos, que os animais desenvolveram o controle voluntário do ritmo de 12 a 15hz no córtex sensorio-motor, pela total imobilidade corporal, reforçados por uma recompensa comestível. Sterman cunhou a expressão Ritmo Sensorio Motor (RSM) para a banda de frequência de 12 a 15hz, quando produzida no córtex sensorio-motor (Paludo, 2017).

A técnica teve impulso a partir do avanço da informática, que permitiu o desenvolvimento de equipamentos mais sensíveis, precisos e eficazes na aquisição e processamento das informações fisiológicas e também mais rápidas, no processamento da ação do sujeito em treinamento sobre a atividade fisiológica alvo, permitindo o reforço imediato do comportamento que se pretende modelar. Ainda assim, os últimos anos têm se mostrado muito promissores para o uso experimental desta técnica, visto que está sendo reconhecida como essencial para a verificação das funções cerebrais em associação com os exames de imagem (Murugappan et al. 2021). Em humanos tem sido utilizado como método de classificação de depressão (Jiang et al. 2021) e de monitoramento de estados de degeneração neuronal (Nobukawa et al. 2020).

Aponta-se em pesquisas atualmente que a eletroencefalografia (EEG) é um método de diagnóstico indireto das conduções sinápticas cerebrais, mostrando sob forma de gráfico de amplitude em milivolts (mV) ao longo do tempo (segundos) os potenciais de ação excitatórios e inibitórios corticais (Williams, 2019). Sua maior aplicabilidade é permitir a avaliação do funcionamento cerebral, devendo sempre estar associada a métodos de imagem tais como tomografia computadorizada e/ou ressonância magnética para a melhor elucidação do caso. Por ser um método de eletrodiagnóstico, é sujeita a muitos artefatos de interferência de sinal e execução, portanto necessita de procedimentos criteriosos de execução e interpretação dos resultados.

Baseando-se na literatura vigente, sabe-se que após diagnosticados, os portadores de TDAH podem ser submetidos a tratamentos medicamentosos, terapias comportamentais ou psicossociais e terapia neurofeedback (Cortese & Coghill, 2018; Boland et al. 2020). A terapia neurofeedback configura-se como um procedimento não invasivo e que não faz uso de medicações, fundamentado nas ICCs, tendo a mesma apresentado respostas exitosas. No tratamento via neurofeedback a atividade cerebral do paciente é medida por meio do EEG. Após análises nos dados do EEG, o sistema emite um novo sinal ao paciente como respostas ao seu comportamento inicial. Dessa forma o feedback faz com que o paciente tenha o autocontrole das duas funções cerebrais nas partes que envolvem o cognitivo e o comportamento (Geppert, et al., 2017). Na base de dados pesquisada foram encontrados vários modelos sugeridos, como exemplo: 1) a invenção de um método e equipamento para transmissão de sinais de eletroencefalograma durante o carregamento. O método compreende as etapas onde a comunicação bidirecional é formada entre cada dois equipamentos de aquisição de sinal eletroencefalograma, equipamentos de carregamento e um servidor que estão associados a um paciente e os sinais relacionados ao eletroencefalograma de pacientes são coletados e convertidos em dados relacionados ao eletroencefalograma a serem armazenados (WIPO, 2021).

Em contrapartida, os estudos reportam os tratamentos medicamentosos com destaque para o cloridrato de metilfenidato com nome comercial Ritalina, sendo indicado como parte do tratamento amplo do TDAH, o qual também inclui medidas psicológicas, educacionais e sociais (Esher & Coutinho, 2017; ANVISA, 2018). O metilfenidato (Ritalina®) é o estimulante mais comumente usados para tratamento de TDAH na infância. A taxa de resposta à medicação é de aproximadamente 70%, sendo que até 90% das crianças se beneficiará do estimulante sem efeito adverso, desde que o ajuste da dose seja progressivo (ADBA, 2019). Entre as décadas de 1980 e início dos anos 1990, o TDAH era um fenômeno que ocorria majoritariamente nos Estados Unidos. Mediante este sucesso, a Associação Americana de Psiquiatria (APA), em parceria com as companhias farmacêuticas, começou a expandir o diagnóstico por outros países. O uso mundial de Ritalina em 2007 era de 17%, passando para 34% em 2012.

Outro fator destaque é a utilização desse medicamento por estudantes principalmente da área da saúde. Os estudantes

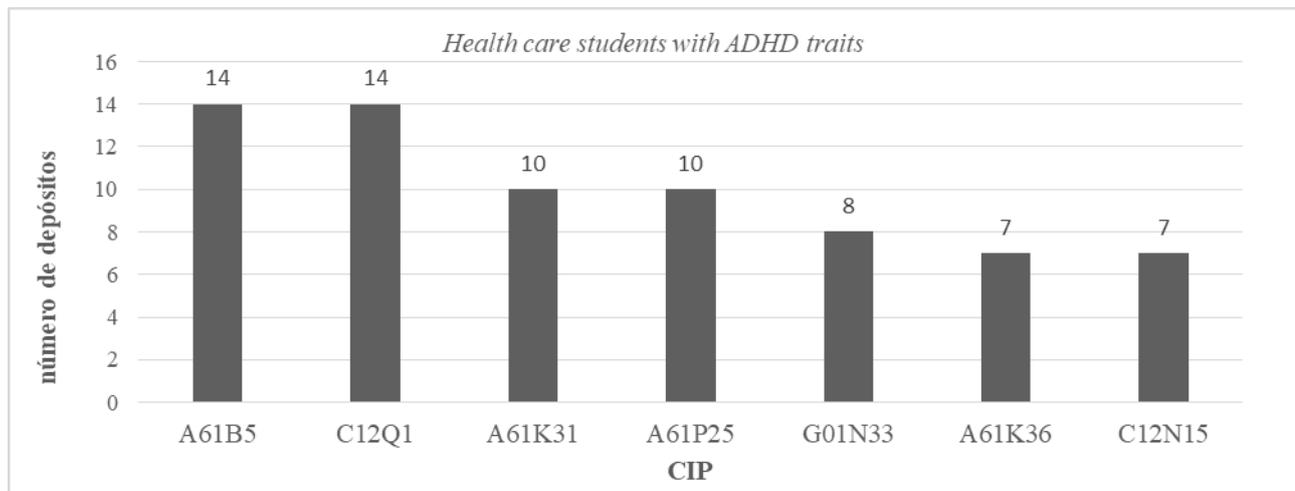
de medicina, por exemplo, estão incluídos nos grupos vulneráveis mais propensos ao consumo abusivo dessas substâncias (Morgan et al. 2017). Com as exigentes alterações que foram aplicadas nos currículos integrados, os alunos na maioria das vezes temem redução do desempenho acadêmico e sentem enorme pressão para corrigi-la. As motivações mais comuns para o consumo são: compensar a privação de sono, aumentar concentração, ajudar a acompanhar os estudos permitindo repor o tempo utilizado em outras situações do dia-a-dia. Outras causas incluem a presença reduzida dos pais, incerteza de futuro econômico, pressão de uso dos colegas e alto índice de estresse (Javed et al. 2019). O uso de metilfenidato, na população com diagnóstico de TDAH, está intimamente relacionado à melhora da atenção e redução dos sintomas de hiperatividade. Por possuir efeito psicoestimulante, como estender o tempo de vigília, faz com que estudantes o busquem na finalidade de auxiliar nos estudos. No entanto, a eficácia do uso em pessoas saudáveis é bastante questionada pela comunidade científica por falta de comprovação sobre o efeito verdadeiro nesse público (Monteiro et al. 2018), além da possibilidade de surgir efeitos adversos.

Na base INPI obteve-se um total de (n=11) para o termo *Methylphenidate* (Tabela 1). A primeira CIP ocorreu no ano de 1988 e é oriunda dos (USA) refere-se a um método de tratamento de Distúrbio de Déficit de Atenção (ADD) e Distúrbio de Déficit de Atenção/Hiperatividade (ADHD) com composições para aplicação tópica de metilfenidato compreendendo metilfenidato em um sistema finito flexível, em que o metilfenidato está presente em uma proporção suficiente para atingir substancialmente uma cinética de ordem zero para transferência para a pele ou mucosa de um paciente carente dele por um período de pelo menos 10 horas. Em 2020 foi possível encontrar uma patente baseada em uma composição farmacêutica oral sólida descrita. A composição farmacêutica oral sólida inclui metilfenidato ou um sal farmacêutico do mesmo, em que um modelo de absorção *in vivo* da composição farmacêutica oral sólida tem uma função selecionada a partir do grupo consistindo em: uma função de Weibull única, uma função de Weibull dupla e uma função Emáx sigmóide.

Uma correlação de uma pluralidade de frações de uma dissolução *in vitro* da composição farmacêutica oral sólida com uma mesma pluralidade de frações de uma absorção *in vivo* da composição farmacêutica oral sólida e não linear. Um método de tratamento de uma condição em um indivíduo com um transtorno ou condição responsiva à administração de metilfenidato também é descrito. O método inclui a administração oral ao indivíduo de uma quantidade eficaz da composição farmacêutica oral sólida (INPI, 2021). Apesar desse medicamento ser cada vez mais consumido no Brasil, estes estudos nos bancos de patentes de origem brasileira ainda são incipientes, pois os resultados foram bem menores quando comparados com publicações científicas.

Para prospecção, um formato importante para agilizar buscas nas bases patentárias é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), na qual as patentes são classificadas de acordo com a aplicação. Esta é dividida em oito seções, 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69000 grupos (Serafim et al. 2012). Entre os pedidos de depósitos de patentes registrados na base internacional da Espacenet com a palavras-chave *Health care students with ADHD traits* os principais deles corresponderam a Seção A, relacionada às necessidades humanas. Esses resultados demonstram que as subclasses em destaque são A61B5 (n=14) medição para fins diagnósticos, C12Q1 (n=11) processos de facilitação ou teste envolvendo enzimas, ácidos nucleicos ou microrganismos (aparelho de medição ou teste com medição de condição ou meio de detecção), A61K31 (n=10) preparações medicinais contendo ingredientes orgânicos ativos, A61P25 (n=10) drogas para distúrbios do sistema nervoso, G01N33 (n=8) investigar e analisar materiais por métodos específicos não abrangidos pelos grupos físicos e químicos e A61K36 (n=7) preparações medicinais de constituição indeterminada contendo material de algas, líquenes, fungos ou plantas, ou seus derivados, e medicamentos fitoterápicos tradicionais (Figura 6)

Figura 6 - Depósito de patentes, de acordo com a CIP, para a palavra-chave *Health care students with ADHD traits* na base Espacenet.



Fonte: Autores (2021).

4. Conclusão

Com a realização da prospecção científica e tecnológica nas bases de dados identificou-se a existência de diversas pesquisas relacionadas as palavras-chaves utilizadas nas buscas, principalmente para *Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)* e *Eletroencefalograma*. As pesquisas atualmente demonstraram que a eletroencefalografia (EEG) tem sido destaque principalmente nos USA sendo maior detentor de patentes e um dos maiores promotores de inovação tecnológica no mundo. A técnica teve impulso a partir do avanço da informática, que permitiu o desenvolvimento de equipamentos mais sensíveis.

Na literatura encontrou-se também vários estudos sobre os tratamentos através de medicamentos, com ênfase para o uso de cloridrato de metilfenidato (Ritalina), sendo indicado como parte do tratamento amplo do Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Além disso, as patentes (CIP) mostraram ainda, que os depósitos têm números expressivos de registros que corresponderam primordialmente a Seção A, relacionada as necessidades humanas. Esses resultados demonstram que as subclasses são destaque principalmente nas áreas farmacêuticas: para finalidades de medição para fins diagnósticos, preparações medicinais contendo ingredientes orgânicos ativos, drogas para desordens do sistema nervoso, preparações medicinais de constituição indeterminada contendo material de algas, líquenes, fungos ou plantas, ou seus derivados, e medicamentos fitoterápicos tradicionais.

5. Perspectivas Futuras

Após a realização deste trabalho revelou-se a necessidade de maiores investimentos em tecnologias brasileira, pois os avanços ainda são incipientes. Os resultados evidenciaram poucos registros na base de dados INPI sendo extremamente relevante o desenvolvimento de novos produtos que explorem ainda mais o desenvolvimento tecnológico no país. Além de salientar a demanda por mais estudos sobre a temática em questão e como continuação desse trabalho analisar também os avanços que possam ter ocorrido ao longo de 2022 já que o presente estudo só avaliou até o ano de 2021.

Referências

ABDA - Associação Brasileira Do Déficit De Atenção (s.d). O que é o TDAH. <https://tdah.org.br/sobre-tdah/o-que-e-tdah/>.

Abrahão, B. A. L., et al (2020). Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), inclusão educacional e Treinamento, Desenvolvimento e Educação de Pessoas (TD&E): uma revisão integrativa. *Revista Psicologia*. 20(2).

- ANVISA (s.d). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Bulário Anvisa, Bula Ritalina. http://www.anvisa.gov.br/datavisa/fila_bula/index.asp.
- Boland, H., et al (2020). A literature review and meta-analysis on the effects of ADHD medications on functional outcomes. *Journal of Psychiatric Research*. 123, 21-30.
- Bui, A., et al (2018). Cardiovascular safety of methylphenidate (ritalin) in treating paediatric patients with adhd (attention deficit hyperactivity disorder): a literature review. *Journal of Investigative Medicine*. 66(1), 68-69.
- Candido, R. C. F. (2018). Metilfenidato de liberação imediata para o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) em adultos: revisão sistemática. Repositório Institucional da UFMG.
- Carvalho, D. M. S., et al (2020). Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) em crianças e adolescentes atendidos em um ambulatório universitário: descrição e análise. Trabalho apresentado em Anais do Encontro do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas.
- Catalano, V., et al (2011). Diagnosis of deficit and attention/hyperactivity disorders (ADHD) in patients with bipolar or unipolar depression: an experimental study. *La Clinica Terapeutica*. 162(2), 107-111.
- Cortese, S., & Coghill, D. (2018). Twenty years of research on attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): looking back, looking forward. *Evid Based Mental Health*. 21(4), 173-176.
- Costa, M. V. (2020). Transtorno do déficit de atenção/hiperatividade: um reflexo à luz da neuropsicologia e da educação inclusiva (Trabalho de Conclusão de Curso). Unicorp Faculdades, Brasil.
- Craik, A., He, Y., & Contreras-Vidal, J. L. (2019). Deep learning for electroencephalogram (EEG) classification tasks: a review. *Journal of Neural Engineering*. 16(3), 031001.
- Dickstein, S. G., et al (2016). The neural correlates of attention deficit hyperactivity disorder: a ALE meta-analysis. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 47(10), 1051-1062.
- Ekstein S., et al (2011). Down syndrome and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Child Neurology*. 26, 1290-1295).
- Esher, A., & Coutinho, T. (2017). Uso racional de medicamentos, farmacêuticalização e usos do metilfenidato. *Ciênc. Saúde Coletiva*. 22(8), p. 2.571-2.580.
- Geppert, S. E., Huster, R. J., & Herrmann, C. S. (2017). EEG-neurofeedback as a tool to modulate cognition and behavior: a review tutorial. *Frontiers in Human Neuroscience*. 11(51), 1-19.
- Guan, C., et al (2020). BCI Facilitates the Improvement of Cognitive Functions in Children and Elderly. In *2020 8th International Winter Conference on Brain-Computer Interface (BCI)*. 1-2. IEEE.
- Hosseini, A., Hosseini, M. P., & Ahi, K. (2020). A review on machine learning for eeg signal processing in bioengineering. *IEEE reviews in biomedical engineering*, IEEE.
- Javed, N., et al (2019). Prevalence of Methylphenidate Misuse in Medical Colleges in Pakistan: A Cross-sectional Study. *Cureus*, 11(10).
- Jiang, C., Li, Y., Tang, Y., & Guan, C. (2021). Enhancing EEG-Based classification of depression patients using spatial information. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 29(1), 566-575.
- Kemper, A. R., et al (2013). Attention Deficit Hyperactivity Disorder: diagnosis and treatment in children and adolescents. Comparative effectiveness review. 203, 1-120.
- Krinzinger, H., et al (2019). Neurological and psychiatric adverse effects of long-term methylphenidate treatment in ADHD: A map of the current evidence. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 107, 945-968.
- Lacet, C., & Rosa, M. D. (2017). Diagnóstico de transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) e sua história no discurso social: desdobramentos subjetivos e éticos. *Psicologia Revista*, 26(2), 231-253.
- Lotte, F., et al (2018). A review of classification algorithms for EEG-based brain-computer interfaces: a 10 year update. *Journal of neural engineering*. 15(3), 031005.
- Martinhago, F. (2018). TDAH e Ritalina: neuronarrativas em uma comunidade virtual da Rede Social Facebook. *Ciência & Saúde Coletiva*. 23(1), 3327-3336.
- Miranda, A., et al (2016). Uso de substâncias em adultos jovens com TDAH: Comorbidade e sintomas de desatenção e hiperatividade / impulsividade. *International Journal of Clinical and Health Psychology*. 16(1), 157-165.
- Monteiro, B. M. D. E. M., et al (2018). Metilfenidato e melhoramento cognitivo em universitários: um estudo de revisão sistemática. *SMAD Revista Eletrônica Saúde Mental Álcool E Drogas (Edição Em Português)*. 13(4), 232-242.
- Montiel-Nava, C., & Pena, J. A. (2011). Attention-deficit/hyperactivity disorder in autism spectrum disorders. *Investigacion clinica*, 52(2), 195-204.
- Morgan, H. L., et al (2017). Consumo de estimulantes cerebrais por estudantes de Medicina de uma universidade do Extremo Sul do Brasil: prevalência, motivação e efeitos percebidos. *Revista brasileira de educação Médica*. 41, 102-109.
- Murugappan, M., Zheng, B. S. & Khairuzizam, W. (2021). Recurrent quantification analysis-based emotion classification in stroke using electroencephalogram signals. *Arabian Journal for Science and Engineering*.

- Nobukawa, S., et al (2020). Classification methods based on complexity and synchronization of electroencephalography signals in Alzheimer's disease. *Frontiers in Psychiatry*. 11, 255.
- Olashore, A. A., et al (2020). Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade em crianças em idade escolar em Gaborone, Botswana: Comorbidade e fatores de risco. *South African Journal of Psychiatry*. 26, 1525.
- Paludo, M. R. (2017). O uso do neurofeedback como uma ferramenta de reabilitação no déficit de atenção e/ou hiperatividade (TDAH) de crianças.
- Pinochet-Quiroz, P., et al (2020). Propiedades Psicométricas del Inventario CABI para la determinación del TDAH. *Revista Ecuatoriana de Neurología*. 29(3), 31-39.
- Ramos, A. A., & Hamdam, A. C. (2016). O crescimento da avaliação neuropsicológica no Brasil: uma revisão sistemática. *Psicologia: Ciência e Profissão*. 36(2), 471-485.
- Sadock, B. J., Sadock, V. A., & Ruiz, P. (2016). *Compêndio de Psiquiatria-: Ciência do Comportamento e Psiquiatria Clínica*. Artmed Editora.
- Serafini, M. R., et al (2012). Mapeamento de tecnologias patenteáveis com o uso da hecogenina. *Revista Geintec-Gestao Inovacao e Tecnologias*. 2(5), 427-435.
- Signor, R. D. C. F., & Santana, A. P. D. O. (2020). A constituição da subjetividade na criança com diagnóstico de Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade. *Bakhtiniana: Revista de Estudos do Discurso*. 15, 210-228.
- Souza, M. T., Silva, M. D., & Carvalho, R. (2010). Revisão Integrativa: O que é e como fazer. *FEHIAE*. 8(1), 102-6.
- Volkmar, F. R., & Wiesmer, L. A. (2018). *Autismo: guia essencial para compreensão e tratamento*. Artmed Editora.
- Williams, D. C. (2019). *Electrodiagnostics: EEG. Acvim Brain Camp. Wipo. Classificação Internacional de Patentes in WIPO*.