

Processamento auditivo central em crianças e adolescentes com TDAH: uma revisão sistemática

Central auditory processing in children and adolescents with ADHD: a systematic review

Procesamiento auditivo central en niños y adolescentes con TDAH: una revisión sistemática

Zandonaity Soares Teixeira de Assis¹, Joel de Braga Júnior²,
Maria Madalena Canina Pinheiro³, Georgea Espindola Ribeiro⁴,
Daniela Polo Camargo da Silva⁵

1.Fonoaudiólogo. Departamento de Fonoaudiologia do Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7122-4544>

2.Fonoaudiólogo. Departamento de Fonoaudiologia do Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6500-9581>

3.Fonoaudióloga, Doutorado. Professor Adjunto do Departamento de Fonoaudiologia do Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1726-9703>

4.Fonoaudióloga, Doutorado, Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho. Botucatu-SP, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3969-5252>

5.Fonoaudióloga, Doutorado, Professor Adjunto do Departamento de Fonoaudiologia do Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2082-9361>

Resumo

Introdução. O Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) está associado a déficits cognitivos, podendo ser compartilhados com outras condições, como no Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC). **Objetivo.** Analisar os achados da avaliação do processamento auditivo central (PAC) em crianças e adolescentes com TDAH. **Método.** Trata-se de uma revisão sistemática. A pergunta norteadora foi elaborada com base na estratégia PECOS: "Há alterações nos testes comportamentais do PAC em crianças e adolescentes com TDAH?". Foram identificados estudos indexados nas bases de dados: *Pubmed/MEDLINE*, *Scopus*, *Web of Science*, *LILACS*, *LIVIVO*, *Proquest* e *Google Scholar*. Foram selecionados estudos observacionais, de qualquer idioma, sem restrições de data de publicação. **Resultados.** A estratégia de busca recuperou 1233 artigos, após a remoção dos duplicados (522), foi feita a leitura de 711 títulos e resumos, e selecionados 38 para leitura na íntegra, dos quais 13 atenderam aos critérios de elegibilidade. A habilidade de ordenação e resolução temporal foi a mais comprometida, e o uso de medicação favoreceu o desempenho nos testes do PAC. **Conclusão.** Os resultados apresentados por esta pesquisa evidenciam que há alteração nos testes comportamentais do PAC em crianças e adolescentes com TDAH. A habilidade auditiva frequentemente alterada nesses indivíduos foi o processamento temporal, tanto resolução quanto ordenação temporal, e a maioria dos estudos mostrou baixo ou moderado risco de viés.

Unitermos. Percepção Auditiva; Transtorno de Percepção Auditiva; Testes Auditivos; Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade; Revisão Sistemática

Abstract

Introduction. Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) is associated with cognitive deficits, which may be shared with other conditions, such as Central Auditory Processing Disorder (CAPD). **Objective.** Analysing the findings of the assessment of central auditory processing (CAP) in children and adolescents with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). **Method.** This is a systematic review. The guiding question was created based on the

PECOS strategy: "Are there changes in CAP behavioral tests in children and adolescents with ADHD?" Studies indexed in the following databases were identified: Pubmed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, LILACS, LIVIVO, Proquest and Google Scholar. Observational studies were selected, in any language, without publication date restrictions. **Results.** The search strategy retrieved 1233 articles, after removing the duplicates (522), 711 titles and abstracts were read and 38 were selected for full reading, of which 13 met the eligibility criteria. The temporal ordering and resolution ability was the most compromised and the use of medication favored the performance in the CAP tests. **Conclusion.** The results presented by this research show that there is change in the CAP behavioral tests in children and adolescents with ADHD. The auditory skill frequently altered in these individuals was temporal processing, both resolution and temporal ordering and most studies showed a low or moderate risk of bias. **Keywords.** Auditory Perception; Auditory Perception Disorder; Hearing Tests; Attention Deficit Disorder with Hyperactivity; Systematic Review

RESUMEN

Introducción. El trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) se asocia con déficits cognitivos, que pueden compartirse con otras afecciones, como el trastorno del procesamiento auditivo central (TPAC). **Objetivo.** Analizar los hallazgos de la evaluación del procesamiento auditivo central (PAC) en niños y adolescentes con TDAH. **Método.** Esta es una revisión sistemática. A partir de la estrategia PECOS se creó la pregunta orientadora: "¿Hay cambios en las pruebas de conducta PAC en niños y adolescentes con TDAH?" Se identificaron estudios indexados en las siguientes bases de datos: Pubmed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, LILACS, LIVIVO, Proquest y Google Scholar. Se seleccionaron estudios observacionales, en cualquier idioma, sin restricciones de fecha de publicación. **Resultados.** La estrategia de búsqueda recuperó 1233 artículos, luego de eliminar duplicados (522), se leyeron 711 títulos y resúmenes y se seleccionaron 38 para lectura completa, de los cuales 13 cumplieron con los criterios de elegibilidad. La capacidad de orden y resolución temporal fue la más comprometida y el uso de medicación favoreció el desempeño en las pruebas PAC. **Conclusión.** Los resultados que presenta esta investigación muestran que existen cambios en las pruebas de conducta PAC en niños y adolescentes con TDAH. La capacidad auditiva frecuentemente alterada en estos individuos fue el procesamiento temporal, tanto la resolución como el ordenamiento temporal, y la mayoría de los estudios mostraron un riesgo de sesgo bajo o moderado.

Palabras clave: Percepción Auditiva; Trastornos de la Percepción Auditiva; Pruebas Auditivas; Revisión Sistemática

Trabalho realizado na Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 24/11/2023

Aceito em: 23/01/2024

Endereço para correspondência: Daniela PC da Silva. Centro de Ciências da Saúde (CCS). Campus Universitário Trindade, s/n. CEP 88040-900. Florianópolis-SC, Brasil. Tel.: 55(48)37216115. Fax: 55(48)37214912. Email: daniela-polo@uol.com.br

INTRODUÇÃO

O Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é definido como um transtorno neurobiológico, ocasionado por fatores genéticos e ambientais, que pode ter seus primeiros sintomas na infância e acompanha frequentemente o indivíduo por toda a sua vida¹. Uma análise crítica e sistemática, apoiada por meta-análise, revelou que a prevalência global de TDAH em crianças e

adolescentes está em torno de 8,0%, com um intervalo de confiança de 95% entre 6,0 e 10%².

A *American Psychiatric Association*, por meio do *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-V)¹, classifica o TDAH em subtipos, sendo eles: desatento, que apresenta déficits nas habilidades de manutenção do foco atencional; hiperativo/impulsivo, que tem dificuldade em conter excitabilidade comportamental; ou ainda combinado, apresentando manifestações conjuntas dos subtipos supracitados.

Os aspectos etiológicos mais prováveis deste transtorno estão ligados a questões genéticas, bem como fatores de risco pré- e pós-natais, como prematuridade, baixo peso, exposição intrauterina ao tabaco, estresse e obesidade materna³⁻⁵.

O diagnóstico clínico formal requer avaliação detalhada dos sintomas, bem como do comprometimento funcional, além da história familiar, gestacional e do desenvolvimento⁶. O DSM-V¹ indica a existência do TDAH para menores de 17 anos, quando há presença de seis ou mais sintomas nos subtipos: desatento, hiperativo e impulsivo, ou ambos.

Dessa forma, quanto mais precoce ocorrer o diagnóstico e a intervenção, menores serão as consequências no desenvolvimento da criança e do adolescente⁷.

O TDAH está associado a uma diversidade de déficits no domínio cognitivo, como por exemplo, déficit nas funções executivas, memória de trabalho, atenção e alterações na organização e planejamento das ações, conseqüentemente

ocasionando um maior comprometimento na linguagem, aprendizagem e comunicação social nesses indivíduos^{8,9}.

No entanto, esses déficits não são específicos apenas para os casos de TDAH podendo também estar presentes em outras condições como, por exemplo, em indivíduos com Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC)^{7,8}.

O Processamento Auditivo Central (PAC) refere-se à eficiência e eficácia com a qual o sistema nervoso central (SNC) lida com a informação auditiva, envolvendo a análise e interpretação dos estímulos sonoros, sendo constituído por mecanismos e habilidades auditivas responsáveis pelos fenômenos comportamentais¹⁰.

Portanto, alterações em uma ou mais habilidades auditivas podem ser diagnosticadas como TPAC, ou seja, um impedimento da habilidade auditiva de analisar e/ou interpretar padrões sonoros, que pode estar associado a dificuldades em ouvir ou entender a fala, comprometendo o desenvolvimento da linguagem e aprendizagem¹¹.

Sabe-se que o TPAC inclui queixas escolares e comunicativas, a inability de compreender piadas ou palavras com duplo sentido, dificuldade na memória auditiva, atenção auditiva, em ordens verbais complexas, prejuízo na leitura e escrita, atraso de linguagem e dificuldade de compreensão com mensagens competitivas^{11,12}. Destaca-se que as queixas escolares e comunicativas não devem ser exclusivamente atribuídas ao TPAC, uma vez que outros transtornos do desenvolvimento,

aprendizagem, dislexia e até mesmo o TDAH podem apresentá-las, podendo, inclusive coexistir entre si^{11,12}.

Consequentemente, a associação entre TPAC e TDAH é relativamente comum, pois muitos indivíduos com uma destas condições também apresentam a outra, e estabelecer se é o transtorno de atenção que leva ao TPAC ou o contrário, se o portador de TPAC tem como comorbidade o transtorno atencional, vem sendo uma das dificuldades para a realização do diagnóstico diferencial de ambos os transtornos^{7,11,12}.

Assim, o objetivo deste estudo foi analisar os achados da avaliação do PAC em crianças e adolescentes com TDAH.

MÉTODO

Trata-se de um trabalho de revisão sistemática da literatura conduzido segundo as diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis* (PRISMA)¹³.

A questão norteadora responsável por conduzir as estratégias de buscas foi elaborada com base no tema de pesquisa e orientada pela estratégia PECOS (*Patient, Exposure, Comparison, Outcomes, Studies*)¹⁴. Assim se estabeleceu a seguinte pergunta: "Há alterações nos testes comportamentais do PAC em crianças e adolescentes com TDAH?". É importante salientar que de acordo com o método da revisão sistemática proposto, nem todos os elementos da estratégia PECOS foram aplicados, neste caso o terceiro elemento (C), comparação, não foi utilizado (Tabela 1).

Tabela 1. Pergunta-chave elaborada pela estratégia PECOS.

"Há alterações nos testes comportamentais do PAC em crianças e adolescentes com TDAH?"	
P	Crianças e adolescentes
E	Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade
C	Não aplicável
O	Alteração na avaliação comportamental do PAC
S	Estudos observacionais

Canto GDL (2020)¹⁶ adaptado pelos autores. PAC = Processamento auditivo central.

Para a busca dos artigos foram selecionados os descritores e sinônimos listados no vocabulário de indexação da PubMed, *Medical Subject Headings (MeSH terms)* e na biblioteca de Descritores em Ciência da Saúde (DeCS) ("Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade" e "Transtornos da Percepção Auditiva"; "*Attention Deficit Disorder with Hyperactivity*" e "*Auditory Perceptual Disorders*", respectivamente). As estratégias de busca avançada e adaptada para cada uma das bases de dados eletrônicas foram organizadas a partir das combinações dos descritores e sinônimos por meio dos operadores booleanos "OR" e "AND", e a quantidade de estudos coletados no levantamento bibliográfico nas bases Pubmed, Scopus, *Web of Science*, LILACS, Livivo, bem como a busca na literatura cinzenta do *Google Scholar* e ProQuest. Não houve restrição de idioma, do ano de publicação e a busca foi realizada em maio de 2021 e atualizada em maio de 2023.

Critérios de Seleção

Como critérios de elegibilidade foram selecionados estudos observacionais (transversais, coorte e caso-controle) que realizaram avaliação comportamental do PAC em indivíduos com diagnóstico formal de TDAH¹ com idade maior ou igual a sete anos.

A etapa de seleção foi realizada em duas fases. Na fase um, os títulos e resumos de todas as citações coletadas do banco de dados foram triados de forma independente por três revisores. Os estudos que não preencheram os critérios de elegibilidade foram excluídos. Na fase dois, os três revisores aplicaram os critérios de elegibilidade ao texto completo dos estudos. Um quarto revisor foi consultado em caso de desacordo que não tenha sido resolvido por uma discussão de consenso entre os revisores. Além disso, foi realizada busca manual das referências dos estudos incluídos¹⁵.

Foi utilizado dois *softwares* gerenciadores de referências (*EndNote Web*® e *Rayyan - Intelligent Systematic Review*) usados para coletar as referências, excluir as duplicatas e garantir a etapa independente de análises pelos revisores.

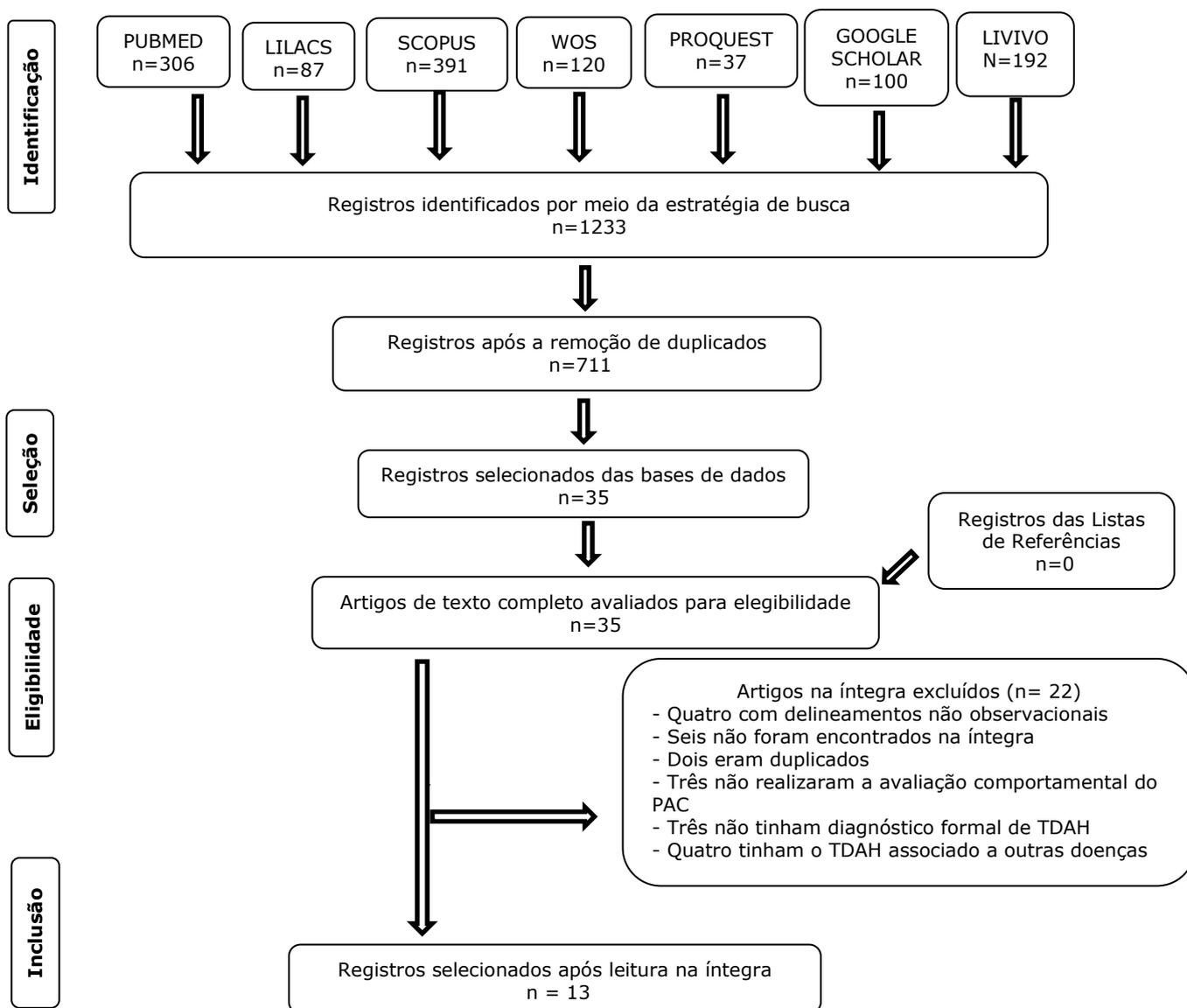
Foram excluídos da pesquisa: (1) cartas ao editor, diretrizes, revisões sistemáticas, meta análises e resumos. Estudos com pouca descrição sobre a metodologia aplicada; (2) estudos que avaliaram pacientes com TDAH e outras doenças associadas; (3) diagnóstico informal de TDAH; (4) estudos que não aplicaram os testes comportamentais do

PAC; (5) outros delineamentos de estudos e (6) estudos que não tinham a versão na íntegra disponíveis.

Análise de Dados

A Figura 1 representa o detalhamento do processo de seleção das publicações incluídas na revisão sistemática da literatura.

Figura 1. Fluxograma de pesquisa da literatura e critérios de seleção¹³.



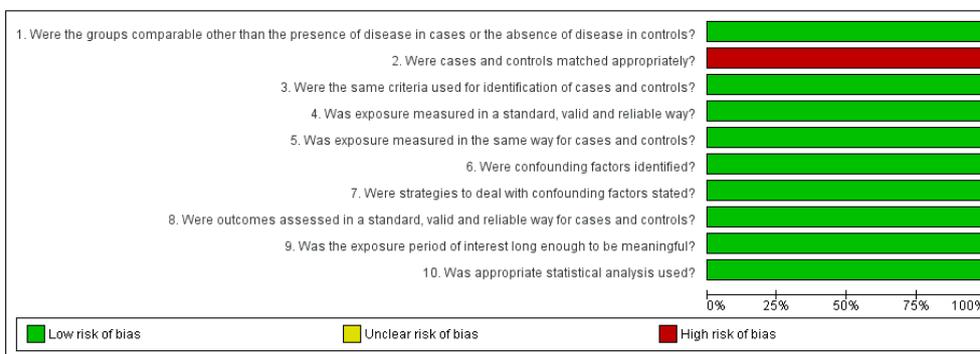
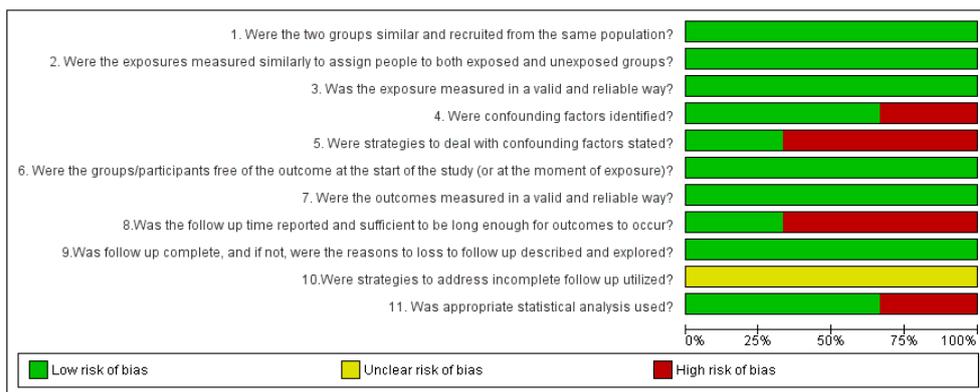
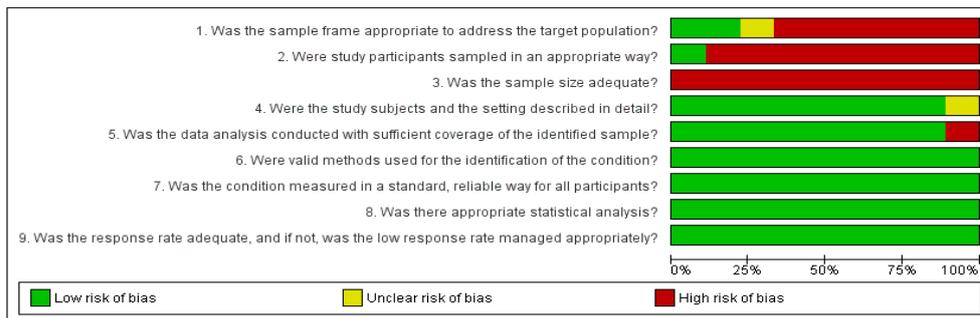
Os dados que foram extraídos dos estudos consistiram em:

- Características do estudo (autores, ano de publicação, país, tipo de estudo);
- Características da população (tamanho da amostra, idade média dos participantes e gênero);
- Características de exposição (critérios de diagnóstico para TDAH);
- Características de desfecho (resultados da avaliação comportamental do PAC e principais achados).

O risco de viés dos estudos selecionados foi avaliado por meio do JBI (Joanna Briggs Institute)-*Critical Appraisal Checklist for Studies Reporting Prevalence Data*¹⁶; *Critical Appraisal Checklist for Cohort Studies*¹⁷, *Critical Appraisal Checklist for Case Control Studies*¹⁷ (Figura 2). Esta avaliação foi realizada de forma independente por três revisores. Quaisquer discordâncias surgidas foram resolvidas com a ajuda do quarto autor.

As decisões sobre a pontuação da ferramenta utilizada foram acordadas por todos os revisores antes da avaliação crítica, e os estudos foram caracterizados da seguinte forma em relação ao risco de viés: "alto" quando o estudo atingiu 49% de pontuação "sim"; "moderado" quando o estudo alcançou 50% a 69% de pontuação "sim"; e "baixo" quando o estudo atingiu mais de 70% de pontuações "sim", para as três ferramentas utilizadas^{16,17}.

Figura 2. Gráfico do risco de viés: julgamento dos autores sobre cada item apresentado, em porcentagens, dos estudos transversais, coorte e caso-controle incluídos na revisão sistemática.



(Joanna Briggs Institute - critical appraisal checklist for case control studies)

RESULTADOS

A primeira fase do processo de seleção resultou em 1233 citações nas bases de dados eletrônicas. Após a remoção de duplicados, um total de 711 citações foram avaliadas, que após a leitura de títulos e resumos, 676 foram

excluídas e 35 referências foram selecionadas para leitura do texto na íntegra, o que resultou na inclusão de 13 estudos para avaliação qualitativa e quantitativa. Não foi adicionado nenhum estudo após a pesquisa na lista de referências dos artigos incluídos. Tanto a seleção quanto os processos de exclusão são apresentados na Figura 1.

Os artigos incluídos foram publicados em diferentes revistas científicas (total de dez)^{7,18-29}. O número de indivíduos com TDAH incluídos nos estudos variou de dez a 42. Em relação ao país de origem dos estudos, um foi da Suécia, um da África do Sul, um do Egito, um da Austrália, três do Brasil e seis dos Estados Unidos da América^{7,18-29}. Devido à natureza da pergunta norteadora, a maioria dos estudos incluídos usaram amostras de conveniência. A síntese das características dos 13 estudos incluídos pode ser encontrada na Tabela 2.

Em relação à avaliação comportamental do PAC as habilidades avaliadas nos estudos foram^{7,18-29}:

- Processamento temporal: Ordenação Temporal: Teste de Fusão Binaural Revisado (AFT-R), Teste de Padrão de Frequência (TPF), Teste de Padrão de Duração (TPD). Resolução Temporal: Teste *Gaps-in-Noise* (GIN) e Teste de Sentenças Comprimidas (TCS) subteste do *Screening Test for Auditory Processing Disorders* (SCAN);

Tabela 2. Síntese dos estudos incluídos.

Autor, ano (país)	Tipo de estudo	Idade (média em anos)	Sexo (%)	Número de indivíduos na amostra	Diagnóstico dos participantes	Testes do PAC e Desfechos	Conclusões
Bellis 2011 ¹⁸ (EUA)	Transversal	G1=12,6 G2=13,1 G3=10,9	NR	27	G1:10 normais G2:10 com TDAH G3:7 com TPAC	Testes: TDD, TPF e TPD No TDD: G2 e G3 foram significativamente piores do que G1, não houve diferença significativa entre G2 e G3. No TPF: G2 e G3 foram significativamente piores que G1, sendo o G3 com o pior desempenho. No TPD: G3 foi significativamente pior que G1 e G2. G2 teve desempenho pior que G1, porém sem significância.	Os resultados ressaltam a importância das medidas de comparação intratestes na interpretação de testes auditivos centrais, além de demonstrar que os testes auditivos por si só são suficientes para diferenciar os grupos patológicos.
Bishop 2005 ¹⁹ (EUA)	Transversal	8	65% M 35% F	88	Grupo TDAH: 42 Grupo TPAC e TDAH: 14 GC: 13 sem TDAH e TPAC GC comunitário: 19 crianças voluntárias recrutadas de uma escola da região, sem diagnósticos e queixas	Teste: SCAN - C com os subtestes: FW, AFG, CW e CS. O Grupo TDAH teve o pior desempenho no SCAN-C. Nenhuma das crianças do GC teve alteração no SCAN-C.	Os resultados mostram que o comprometimento do SCAN - C está relacionado com o nível de sintomatologia de TDAH.
Blomberg 2019 ²⁰ (Suécia)	Transversal	16	47% M 53% F	38	GC: 22 GP: 16 com TDAH	Teste: HINT na qualidade de fala clara e fala distorcida no silêncio e na presença de três tipos de ruídos (Ruído branco, fala flutuante e balbúcio de dois falantes). Os indivíduos do grupo TDAH apresentaram resultados inferiores ao grupo controle tanto na fala clara quanto na fala distorcida, tanto no silêncio quanto no ruído mascarante.	Indivíduos com TDAH apresentam maior dificuldade de compreender a fala no ruído do que indivíduos sem TDAH.
Breier 2003 ²¹ (EUA)	Transversal	10	71% M 28% F	150	G1: 40 com dificuldade específica de leitura G2: 33 com TDAH do tipo combinado G3: 36 com dificuldade de leitura e diagnóstico de TDAH GC: 41 normais	Testes: limiar de detecção de gap; limiar para detecção de um tom de 32ms em silêncio; limiar para detecção de um tom de 512ms em silêncio; limiar de detecção de assincronia de tempo de início de tom; limiar diferencial de mascaramento nas condições homofásicas e antifásicas. G2 apresentou resultado inferior em todas as tarefas independente de terem dificuldade específica de leitura. Houve relação da capacidade de leitura com os limiares de detecção de assincronia de tempo de início de tom para o G2, ou seja, quanto menor o limiar melhor o desempenho nas habilidades de leitura.	A presença de TDAH foi associada a uma redução geral no desempenho das tarefas. Os resultados também indicaram que a presença comórbida do TDAH é um fator significativo no desempenho de crianças com dificuldades específicas de leitura.
Campbell 2003 ²² (África do Sul)	Coorte	10	76,20% M 23,80% F	21	Grupo TDAH - C: 10 crianças com TDAH do tipo combinado (hiperatividade e desatenção) Grupo TDAH - D: 10 crianças com TDAH do tipo desatento Grupo TDAH - H: 1 criança TDAH do tipo hiperativo.	Testes: TDD, TPF, TFF e MLD. Em dois momentos: medicado e não medicado Grupo TDAH - D teve melhor desempenho quando não medicado com exceção do TFF e MLD com resultados semelhantes no estado medicado. O grupo TDAH - C apresentou resultados inferiores quando comparados com os demais grupos, mesmo quando medicado.	Houve uma menor incidência de indivíduos com TDAH do tipo hiperativo. O uso da medicação trouxe melhores resultados em crianças com TDAH-C e TDAH-H.

Tabela 2 (cont.). Síntese dos estudos incluídos.

Autor, ano (país)	Tipo de estudo	Idade (média em anos)	Sexo (%)	Número de indivíduos na amostra	Diagnóstico dos participantes	Testes do PAC e Desfechos	Conclusões
Cavadas 2007 ⁷ (Brasil)	Coorte	10	NR	58	GDA: 29 com TDAH GS1: 19 com dificuldade de aprendizagem e comunicação e/ou auditivas GS2: 10 normais	Testes: TLS, TMSV, TMSNV, FR e SSW. Os indivíduos do grupo GDA realizaram avaliação pré e pós o uso do metilfenidato (entre 2 a 9 meses), os demais grupos realizaram a reavaliação após um intervalo de 15 dias. Todos os grupos apresentaram bons desempenhos na ASPA e o GS2 apresentou o melhor desempenho nos testes comportamentais. A avaliação após o uso do medicamento trouxe melhores resultados e diminuição da variabilidade dos resultados.	As alterações nos testes do PA estiveram mais associadas à presença de dificuldade de aprendizagem e comunicação, corroborando a hipótese que as dificuldades no processamento eventualmente observadas em portadores de TDAH não representam um déficit primário, sendo mais bem entendidas como um fenômeno secundário à desatenção.
Effat 2011 ²³ (Egito)	Transversal	8	70% M 30% F	20	G1: 11 crianças com TDAH e TPAC G2: 9 crianças com TPAC	Testes: TFF, IPRF, TDD, GIN, TPD e TPF. Da amostra total, 55% apresentaram alteração de PAC. O TPF foi alterado em 55%, TPD em 30%, TDD em 15% e o GIN em 40%. Houve diferença significativa nos testes envolvendo ordenação e sequenciamento temporal para crianças do grupo TDAH e TPAC, além de desempenho inferior no TDD da orelha esquerda.	Existe alta relação entre TPAC e TDAH, sendo os aspectos temporais as habilidades mais afetadas do PA. A presença de vantagem da orelha direita evidenciada pelo TDD confirma o atraso maturacional em pacientes com TDAH.
Feniman 1999 ²⁴ (EUA)	Transversal	8	60% M 40% F	35	G1: 18 com TDAH G2: 17 com dificuldade de linguagem	Testes: AFT-R e os subtestes do SCAN (FW, AFG, TCS e CW). Houve diferença significativa entre os grupos, sendo o G1 com limiares mais pobres no AFT-R. Da bateria SCAN, 33% das crianças do G1 apresentaram grande dificuldade no TCS.	Resultados demonstraram diferença significativa entre as crianças com TDAH e dificuldade de aprendizagem no teste AFT-R (TDAH limiares mais longos). Crianças com TDAH apresentam resultado alterado no teste de sentenças concorrentes, indicando que essas crianças apresentam problemas no processamento temporal.
Gomez 1999 ²⁵ (Austrália)	Transversal	NR	77,77% M 22,23% F	45	G1: 15 indivíduos com TDAH combinado G2: 15 indivíduos com dificuldade de aprendizagem e TDAH GC: 15 indivíduos sem diagnósticos e queixas	Teste: SCAN com os subtestes: FW, AFG e CW. Houve diferença significativa do CW e no escore do SCAN para o G2.	Maiores dificuldades de PAC em indivíduos com TDAH e dificuldade de aprendizagem do que somente TDAH. As dificuldades de PAC podem estar relacionadas a problemas de aprendizagem e não a hiperatividade.
Keith 1991 ²⁶ (EUA)	Coorte	7 a 13	85% M 15% F	20	TDAH em uso de metilfenidato	Testes: SCAN com os subtestes: FW, AFG e CW na condição sem medicação e com medicação, com intervalo de três meses entre cada condição e o teste de desempenho contínuo. Os escores dos testes apresentaram melhora com o uso do medicamento. Foi observada diferença significativa no teste FW e CW.	O metilfenidato melhora a atenção em crianças com hiperatividade, podendo ser observada pela melhoria significativa no desempenho na maioria dos testes utilizados no estudo. O desempenho das crianças quando em uso do metilfenidato era o mesmo que crianças sem TDAH da mesma idade de outros estudos.
Lanzetta-Valdo 2017 ²⁷ (Brasil)	Transversal	7 a 11	Grupo estudo: 90% M 10% F Grupo controle: 69% M 31% F	43	GP: 30 com TDAH em uso da medicação GC: 13 normais	Testes: TFR, TDD e TPF em três condições: sem o uso da medicação, três meses e seis meses após o uso da medicação. Observada diferença significativa no FR após seis meses na orelha esquerda, no TDD após seis meses na orelha esquerda e três e seis meses na orelha direita e no TPF seis meses após na orelha direita e esquerda.	Crianças com TDAH apresentam prejuízo nos testes avaliados. O tratamento com medicamento melhorou gradualmente esse prejuízo e as reverteu completamente, alcançando um desempenho semelhante ao de crianças sem TDAH aos 6 meses de tratamento.

Tabela 2 (cont.). Síntese dos estudos incluídos.

Autor, ano (país)	Tipo de estudo	Idade (média em anos)	Sexo (%)	Número de indivíduos na amostra	Diagnóstico dos participantes	Testes do PAC e Desfechos	Conclusões
Pillsbury 1995 ²⁸ (EUA)	Caso-controle	10	NR	42	Grupo TDAH: 26 GC: 16	E1: Aplicação do MLD com um tom de 500hz, sem diferenças significantes entre os grupos. E2: Aplicação do MLD com fala, sendo que o grupo TDAH apresentou desempenho inferior ao grupo controle, sendo que a idade foi um dos principais contribuintes para este resultado.	Não foram observadas dificuldades nas tarefas de detecção entre crianças com TDAH e controle, apenas de reconhecimento de fala, principalmente em crianças mais novas.
Romero 2015 ²⁹ (Brasil)	Transversal	10	66,66% M 33,33% F	30	GC: 15 normais GP: 15 com TDAH (sem medicação) GC: 15	Testes: TPD e TPF - versão infantil da AUDITEC. Houve diferenças significantes entre os grupos, sendo GP inferior ao GC. Ambos os grupos tiveram resultados inferiores no TPD quando comparados ao TPF.	O grupo com TDAH apresentou alteração em ambos os testes e o TPD foi o teste com pior desempenho em ambos os grupos.

EUA (Estados Unidos da América), M (masculino), F (feminino), G1 (Grupo 1), G2 (Grupo2), G3 (Grupo 3), GP (Grupo Pesquisado), GC (Grupo Controle), TDAH (Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade), PAC (Processamento Auditivo Central), TPAC (Transtorno do Processamento Auditivo Central), GDA (Grupo de crianças com déficit de atenção), GS1 (Grupo de crianças sem TDAH e com dificuldade de aprendizagem), GS2 (Grupo controle), E1/E2 (Exame 1 e 2), NR (Não relatado), ASPA (Avaliação Simplificada do Processamento Auditivo), TLS (Teste de Localização Sonora), TMSV (Teste de Memória Sequencial Verbal), TMSNV (Teste de Memória Sequencial Não Verbal), TFR (Teste de Fala no Ruído), SSW (*Staggered Spondaic Word*), TPD (Teste Padrão de Duração), TPF (Teste Padrão de Frequência), TDD (Teste Dicótico de Dígitos), SCAN (*Screening Test for Auditory Processing Disorders*), FW (*Filtered Words*), AFG (*Auditory Figure Ground*), CW (*Competing Words*), CS (*Competing Sentences*), HINT (*Hearing in Noise Test*)

- Fechamento auditivo: Teste de Fala no Ruído (TFR), Teste de Fala Filtrada (TFF), *Filtered Word* (FW) e *Auditory Figure Ground* (AFG) subtestes do SCAN;
- Integração binaural: Teste de Dicótico de Dígitos (TDD), Teste de Escuta Dicótica de Dissílabos (SSW) e Limiar Diferencial de Mascaramento (MLD);
- Separação binaural: Teste de Dicótico de Dígitos (TDD), *Competing Words* (CW) e *Competing Sentences* (CS) subtestes do SCAN;
- Localização sonora (LS): Teste de Localização Sonora (TLS) subteste da Avaliação Simplificada do Processamento Auditivo - ASPA;
- Memória sequencial auditiva: Teste de Memória Sequencial Verbal (TMSV) e Teste de Memória Sequencial

Não Verbal (TMSNV) subtestes da ASPA;

- Reconhecimento de fala no ruído: *Hearing in Noise Test* (HINT).

Na análise do risco de viés dos estudos incluídos, um estudo foi classificado como tendo alto risco de viés, e cinco como moderado risco de viés e sete com baixo risco de viés, de acordo com o número de respostas “sim” para as perguntas na ferramenta adotada para a avaliação da qualidade^{16,17} (Figura 2).

DISCUSSÃO

Dos 13 estudos incluídos, 46% foram realizados nos EUA, 23% no Brasil, e os demais foram realizados em diversos países, como Suécia, África do Sul, Egito e Austrália, totalizando uma publicação por país^{7,18-29}. Nesse contexto, destaca-se que, mesmo sendo um país emergente, o Brasil apresentou um volume significativo de publicações sobre a problemática em comparação a nações desenvolvidas, como Escócia e Austrália.

Em relação a avaliação comportamental do PAC, os testes variaram de acordo com o país de origem. Um teste amplamente utilizado nos EUA e em outros países foi o SCAN, que se trata de um procedimento para triar crianças com possíveis transtornos do sistema nervoso auditivo central, identificando aquelas com risco para TPAC, bem como aquelas que podem se beneficiar de estratégias específicas de reabilitação³⁰. Esse teste foi idealizado para uso específico em ambiente escolar, considerando as

peculiaridades desse cenário, como a limitação de equipamentos avaliativos e a disponibilidade de tempo³⁰.

A versão SCAN-C é destinada a crianças entre cinco e 12 anos e 11 meses^{24-26,30}. Apresenta os subtestes de Figura-fundo auditiva (AFG - palavras monossilábicas apresentadas com ruído competitivo de "babble noise" de oito falantes, apresentadas na relação S/R de 0 ou + 8 dB), Fala Filtrada (FW - palavras monossilábicas com filtro passa baixo de 750 Hz), Palavras Competitivas (CW - palavras monossilábicas apresentadas de forma dicótica, e na etapa de atenção direcionada, o participante deve repetir a palavra na orelha sob teste), Sentenças Competitivas (CS - sentenças apresentadas de forma dicótica) e o Sentenças Comprimidas no Tempo (TCS - são sentenças comprimidas em 60%, representando como se fosse uma pessoa falando muito rápido). Nos estudos incluídos que utilizaram o SCAN, os subteste mais comumente realizados foram o FW, AFG, CW e CS²⁴⁻²⁶.

Em indivíduos com TDAH que foram submetidos ao SCAN, os resultados indicaram alterações nos testes de FW, AFG, CW e CS. No estudo de Bishop 2005¹⁹, observou-se alteração nos testes de FW, AFG, CW e CS. Já no estudo de Feniman 1999²⁴ 33% da amostra com TDAH apresentaram alteração no CS, enquanto no estudo de Gomez 1999²⁵ houve desempenho abaixo apenas para os indivíduos que tinham TDAH e dificuldade de aprendizagem. No estudo de Keith 1991²⁶ não foram registradas alterações nos testes de FW, AFG e CW nos indivíduos com TDAH que realizaram a

avaliação sob o uso de metilfenidato. Com base nesses resultados, ainda não está claro se as alterações observadas na avaliação comportamental do PAC, por meio do SCAN, estão relacionadas ao fato de os participantes não estarem medicados. Portanto, são necessários estudos com casuísticas mais amplas que envolvam a condição de TDAH e dificuldade de aprendizagem para esclarecer essa questão.

Em relação aos demais estudos, foram avaliados os resultados da ASPA, juntamente com outros testes como TDD, SSW, TPF, TPD, GIN, MLD, TFF, TFR, SSW e um estudo que utilizou o HINT^{7,18-29}. Destacam-se o TDD e TPF como os testes mais analisados entre os estudos incluídos, seguidos pelos TPD e MLD, e posteriormente, pelos testes TFF e TFR^{7,18-29}. Os testes TLS, TMSV, TMSNV, SSW, GIN e HINT foram mencionados de forma isolada entre os estudos incluídos, resultando em apenas um conjunto de dados em cada um deles^{7,18-29}.

Ao avaliar o PAC por meio da ASPA, TLS, TMSV, TMSNV, TFR e SSW, Cavadas 2007⁷ observou que os grupos avaliados (TDAH pré e pós o uso do metilfenidato, transtornos de aprendizado e comunicação e grupo controle) apresentaram bom desempenho na ASPA, inclusive o grupo de crianças e adolescentes com TDAH após medicação. Entretanto, nos demais testes, o grupo controle obteve um desempenho superior. Dessa forma, os autores atribuíram as alterações observadas em outros testes do PAC mais à presença da dificuldade de aprendizagem e comunicação, confirmando a hipótese de que o desempenho abaixo do

esperado na avaliação PAC no grupo com TDAH não representa um déficit primário, mas sim um fenômeno secundário à desatenção.

Em indivíduos com TDAH submetidos a avaliações como TDD e/ou TPF, TPD, TFF e TFR, observam-se semelhanças nas alterações. Segundo Bellis 2011¹⁸ o TDD foi o teste que apresentou pior desempenho nessa população quando comparado a crianças sem TDAH. No entanto, esses indivíduos tiveram respostas melhores em comparação ao grupo com TPAC. Em outro estudo, Campbell 2003²² indicou que indivíduos com diagnóstico de TDAH do tipo combinado tiveram resultados inferiores, mesmo quando medicados. Effat 2011²³ apontou um desempenho inferior para a orelha esquerda, confirmando o atraso maturacional em pacientes com TDAH. No entanto, Lanzetta-Valdo 2017²⁷ constatou que o tratamento medicamentoso melhorou gradualmente e reverteu as alterações nos testes (TFR, TDD e TPF), alcançando um desempenho semelhante ao de indivíduos sem TDAH após seis meses de tratamento.

Para os testes que avaliaram a ordenação temporal, TPF e TPD, assim como a resolução temporal, GIN, limiar de detecção de gap e AFT-R, o desempenho dos indivíduos com TDAH ficou aquém do esperado, evidenciando uma dificuldade no processamento temporal desses indivíduos. No entanto, Campbell 2003²² encontrou um melhor desempenho em indivíduos com TDAH predominantemente desatento quando medicados, enquanto Lanzetta-Valdo

2017²⁷ observou uma melhora gradual no desempenho, com remissão das alterações após seis meses de tratamento.

Em relação ao MLD, Pillsbury 1995²⁸ não identificou dificuldades nas tarefas de detecção entre crianças com TDAH e o grupo controle, notando apenas dificuldade de reconhecimento de fala em alguns tipos de ruído para as crianças mais novas. Já Campbell 2003²² observou desempenho semelhante no MLD em indivíduos com TDAH predominantemente desatentos, tanto com quanto sem medicação, com desempenho inferior nos indivíduos com TDAH do subtipo combinado, mesmo quando medicados. É possível notar que a medicação não teve impacto positivo no desempenho neste teste para os diferentes tipos de TDAH, e a ausência de informações sobre os subtipos de TDAH, na maioria dos estudos, dificulta a comparação entre eles.

O HINT é um teste adaptativo utilizado para a mensuração do limiar de reconhecimento de sentenças. Essas podem ser apresentadas tanto no silêncio quanto no ruído. Quando aplicado nessa condição de ruído, o teste permite determinar a capacidade funcional auditiva em compreender em ambientes desafiadores^{12,20}.

O estudo recente de Blomberg 2019²⁰ encontrou dificuldades no reconhecimento de fala no ruído, por meio do teste de HINT, em indivíduos com TDAH. Esses resultados confirmam a capacidade inferior desses indivíduos em regular a atenção e manter a informação na memória de trabalho. No entanto, é importante observar que a casuística foi bastante reduzida, tornando desafiador generalizar esses

achados, visto que este foi o único estudo incluído que aplicou este teste.

Vale ressaltar que a literatura indica que o ruído exerce um efeito de mascaramento mais pronunciado em crianças do que em adultos, devido a questões maturacionais do sistema auditivo¹². Além disso, a população infantil possui um vocabulário mais limitado e menos conhecimento linguístico, o que também pode contribuir para a dificuldade das crianças em compreender sinais de fala distorcidos¹².

Por fim, a partir dos dados coletados e analisados nesta revisão, observou-se um predomínio de alterações no processamento temporal em indivíduos com TDAH. Destaca-se, portanto, a necessidade de mais estudos primários sobre este assunto, especialmente com amostras maiores, a identificação dos subtipos do TDAH e uma descrição mais detalhada do uso de medicação pelos dos participantes. Alguns estudos destacados nesta pesquisa indicam que o uso de medicação favorece um desempenho mais satisfatório na avaliação do PAC, sugerindo que muitas das dificuldades encontradas ao longo do teste não são atribuídas a um TPAC mas sim à própria condição do TDAH.

Algumas limitações merecem destaque nesta revisão sistemática. O pequeno tamanho da amostra nos estudos incluídos é uma delas, havendo também variabilidade nas habilidades auditivas avaliadas. Além disso, todos os estudos foram conduzidos com amostras de conveniência, e a heterogeneidade da população deve ser considerada. Portanto, é prudente analisar os resultados com cautela.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados por esta pesquisa evidenciam alterações nos testes comportamentais do PAC em crianças e adolescentes com TDAH. A habilidade auditiva frequentemente alterada nesses indivíduos foi o processamento temporal, tanto em termos de resolução quanto de ordenação temporal. A maioria dos estudos mostrou um baixo ou moderado risco de viés.

REFERÊNCIAS

- 1.American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 5th ed. Arlington: American Psychiatric Association, 2013. <https://psycnet.apa.org/record/2013-14907-000>
- 2.Ayano G, Demelash S, Gizachew Y, Tsegay L, Alati R. The global prevalence of attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents: An umbrella review of meta-analyses. *J Affect Disord* 2023;339:860-6. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.07.071>
- 3.Thapar A, Cooper M. Attention deficit hyperactivity disorder. *Lancet* 2016;387:1240-50.[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00238-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00238-X)
- 4.Chen MH, Pan TL, Huang KL, Hsu JW, Bai YM, Su TP, *et al.* Coaggregation of Major Psychiatric Disorders in First-Degree Relatives of Individuals With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Nationwide Population-Based Study. *J Clin Psychiatry* 2019;80:18m12371. <https://doi.org/10.4088/JCP.18m12371>
- 5.Hsu TW, Bai YM, Tsai SJ, Chen TJ, Liang CS, Chen MH. Risk of parental major psychiatric disorders in patients with comorbid autism spectrum disorder and attention deficit hyperactivity disorder: A population-based family-link study. *Aust NZ J Psychiatry* 2023;57:583-93. <https://doi.org/10.1177/00048674221108897>
- 6.Magnin E, Maurs C. Attention-deficit/hyperactivity disorder during adulthood. *Ver Neurol (Paris)* 2017;173:506-15. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2017.07.008>
- 7.Cavadas M, Pereira LD, Mattos P. Effects of methylphenidate in auditory processing evaluation of children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Arq Neuropsiquiatr* 2007;65:138-43. <https://doi.org/10.1590/s0004-282x2007000100028>
- 8.Posner J, Rauh V, Gruber A, Gat I, Wang Z, Peterson BS. Dissociable attentional and affective circuits in medication-naive children with

- attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychiatry Res* 2013;213:24-30. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2013.01.004>
- 9.Halliday LF, Tuomainen O, Rosen S. Auditory processing deficits are sometimes necessary and sometimes sufficient for language difficulties in children: evidence from mild to moderate sensorineural hearing loss. *Cognition* 2017;166:139-51. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.04.014>
- 10.ASHA: American Speech and Hearing Association. American Speech-Language-Hearing Association. (Central) Auditory Processing Disorders. 2005 (acessado em: Nov/2023). Disponível em: <https://www.asha.org/POLICY/TR2005-00043/>
- 11.Omidvar S, Duquette-Laplante F, Bursch C, Jutras B, Koravand A. Assessing Auditory Processing in Children with Listening Difficulties: A Pilot Study. *J Clin Med* 2023;12:897. <https://doi.org/10.3390/jcm12030897>
- 12.Myhrum M, Tvette OE, Heldahl MG, Moen I, Soli SD. The Norwegian Hearing in Noise Test for Children. *Ear Hear* 2016;37:80-92. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000224>
- 13.Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al*. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;29:372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- 14.Canto GDL, Réus JC. Mãos à obra. *In*: Violin GC. Revisões Sistemáticas da Literatura: Prático. Curitiba: Brazil Publishing; 2020; p24-6.
- 15.Greenhalgh T, Peacock R. Effectiveness and efficiency of search methods in systematic reviews of complex evidence: audit of primary sources. *BMJ* 2005;331:1064-5. <https://doi.org/10.1136/bmj.38636.593461.68>
- 16.Munn Z, Moola S, Lisy K, Riitano D, Tufanaru C. Methodological guidance for systematic reviews of observational epidemiological studies reporting prevalence and cumulative incidence data. *Int J Evid Based Healthc* 2015;13:147-53. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000054>
- 17.Moola SMZ, Tufanaru C, Aromataris E, Sears K, Sfetcu R, Currie M, *et al*. Conducting systematic reviews of association (etiology): The Joanna Briggs Institute's approach. *Int J Evid Based Healthc* 2015;13:163-9. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000064>
- 18.Bellis TJ, Billiet C, Ross J. The utility of visual analogs of central auditory tests in the differential diagnosis of (central) auditory processing disorder and attention deficit hyperactivity disorder. *J Am Acad Audiol* 2011;22:501-14. <https://doi.org/10.3766/jaaa.22.8.3>
- 19.Bishop KL. The relationship between AD/HD and auditory processing problems: an examination of impairment, comorbidity patterns, and reading achievement (Dissertação). Illinois:Southern Illinois University Carbondale; 2005; 156p.
- 20.Blomberg R, Danielsson H, Rudner M, Söderlund GBW, Rönnerberg J. Speech processing difficulties in attention deficit hyperactivity disorder.

2019;10:1536. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01536>

21. Breier JI, Fletcher JM, Foorman BR, Klaas P, Gray LC. Auditory temporal processing in children with specific reading disability with and without attention deficit/hyperactivity disorder. *J Speech Lang Hear Res* 2003;46:31-42. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2003/003\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2003/003))

22. Campbell NG. The central auditory processing and continuous performance of children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in the medicated and non-medicated state (Tese). South Africa: University of Pretoria; 2003; 223p.

23. Effat S, Tawfik S, Hussein H, Azzama H, Eraky SE. Central auditory processing in attention deficit hyperactivity disorder: An Egyptian Study. *Middle East Current Psychiatry* 2011;18:245-52. <https://doi.org/10.1097/01.XME.0000405285.63178>

24. Feniman MR, Keith RW, Cunningham RF. Assessment of auditory processing in children with attention deficit hyperactivity disorder and language-based learning impairments. *Distúrb Comun* 1999;11:9-27. <https://revistas.pucsp.br/index.php/dic/article/view/11162/23151>

25. Gomez R, Condon M. Central auditory processing ability in children with ADHD with and without learning disabilities. *J Learn Disabil* 1999;32:150-8. <https://doi.org/10.1177/002221949903200205>

26. Keith RW, Engineer P. Effects of methylphenidate on the auditory processing abilities of children with attention deficit-hyperactivity disorder. *J Learn Disabil* 1991;24:630-6. <https://doi.org/10.1177/002221949102401006>

27. Lanzetta-Valdo BP, Oliveira GAD, Ferreira JTC, Palacios EMN. Auditory processing assessment in children with attention deficit hyperactivity disorder: an open study examining methylphenidate effects. *Int Arch Otorhinolaryngol* 2017;21:72-8. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1572526>

28. Pillsbury HC, Grose JH, Coleman WL, CK Connors, JW Hall. Binaural function in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1995;121:1345-50. <https://doi.org/10.1001/archotol.1995.01890120005001>

29. Romero ACL, Capellini SA, Frizzo ACF. Auditory temporal processing in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Rev CEFAC* 2015;17:439-44. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201520313>

30. Stoody TM, Cottrell CE. The Effect of Presentation Level on the SCAN-3 in Children and Adults. *Am J Audiol* 2018;27:238-45. https://doi.org/10.1044/2018_AJA-17-0098