

# Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática

## Middle Latency Response (MLR) in Brazilian children and adolescents: systematic review

Aline Rejane Rosa de Castro<sup>1</sup>, Simone Rosa Barreto<sup>2</sup>, Patrícia Cotta Mancini<sup>3</sup>, Luciana Macedo de Resende<sup>3</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Revisar sistematicamente a literatura científica sobre a realização do Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros. **Estratégia de pesquisa:** Foram pesquisados artigos publicados a partir de 2009, em português, inglês ou espanhol, nas bases de dados eletrônicas MEDLINE, SciELO, BIREME e LILACS. Os artigos selecionados envolveram a realização do PEAML em crianças e/ou adolescentes brasileiros. Após triagem, os artigos foram analisados segundo a iniciativa “*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*” (STROBE). **Critérios de seleção:** Foram excluídos artigos repetidos nas bases de busca e também os relatos de caso. **Resultados:** A busca inicial identificou 1315 artigos, dos quais oito foram selecionados para compor a revisão. Verificou-se predomínio de estudos observacionais transversais (75%); estimulação tipo *click* (100%), com velocidade até 11/s (100%) e intensidade de 70 dBNA (88%); uso de filtro passa-alta de 10 Hz (50%) e passa-baixa de 200 Hz (75%); montagem dos eletrodos em C3/C4 (ativos) A1/A2 (referências), e Fpz (neuro) (88%); amplitude Na-Pa, como principal parâmetro de comparação e normalidade; e uso do teste ANOVA (63%) para análise estatística. Nos estudos revisados, a média da latência da onda Pa e da amplitude Na-Pa em crianças e adolescentes normo-ouvintes foi de 32 milissegundos e 1,57 microvolts, respectivamente. **Conclusão:** Não há consenso quanto aos parâmetros de registro do PEAML em crianças e adolescentes brasileiros. Ainda assim, a média de latência de Pa e amplitude Na-Pa encontrada em crianças e adolescentes brasileiros normo-ouvintes, avaliados nos oito artigos desta revisão, concorda com os parâmetros de normalidade já estabelecidos internacionalmente.

**Descritores:** Revisão; Audição; Potenciais evocados auditivos; Criança; Adolescente

### ABSTRACT

**Purpose:** Systematically review the scientific literature on Middle Latency Response (MLR) in Brazilian children and adolescents. **Research strategy:** We searched articles published since 2009 in Portuguese, English or Spanish at MEDLINE, SciELO, BIREME and LILACS electronic basis. Selected articles involved the use of MLR in children and / or Brazilian adolescents. After screening process, articles were analyzed according to “*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*” (STROBE) initiative. **Selection criteria:** Repeated articles (due to database repetition) and case reports were excluded. **Results:** From 1315 identified articles, eight were selected for the review. It was predominantly observed: cross-sectional studies (75%); click stimulation (100%), with rate up to 11/s (100%) and 70 dBHL intensity (88%); filtering high-pass 10 Hz (50%) and low-pass 200 Hz (75%); electrode array with actives placed at C3/C4, references at A1/A2 and neutral at Fpz (88%); Na-Pa amplitude as main measure of comparison and normality; and the use of ANOVA test (63%) for statistical analyses. The average latency of Pa wave and Na-Pa amplitude in normal-hearing children and adolescents of the studies was 32 milliseconds and 1.57 microvolts respectively. **Conclusion:** There is no consensus on MLR collection parameters in Brazilian children and adolescents. Still, the Pa latency average and Na-Pa amplitude found in Brazilian normal-hearing children and adolescents evaluated on the eight articles of this review agreed with normative parameters established internationally.

**Keywords:** Review; Hearing; Evoked potentials, Auditory; Child; Adolescent

Trabalho realizado no Curso de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (BH), Brasil.

(1) Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciências Fonoaudiológicas, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

(2) Curso de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

(3) Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

**Financiamento:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** *ARRC:* revisão de literatura, redação do artigo; *SBR:* revisão da literatura, revisão do artigo; *PCM:* análise dos resultados, redação e revisão do artigo; *LMR:* concepção e delineamento do estudo, orientação do estudo, revisão do artigo.

**Endereço para correspondência:** Luciana Macedo de Resende. Av. Alfredo Balena, 190, sl 249, Santa Efigênia, Belo Horizonte (MG), Brasil, CEP: 30130-100. E-mail: [lucianamr@medicina.ufmg.br](mailto:lucianamr@medicina.ufmg.br)

**Recebido em:** 3/8/2015; **Aceito em:** 10/11/2015

## INTRODUÇÃO

O Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) é descrito como uma série de ondas positivas e negativas observadas, por meio de registro eletroencefalográfico, 10 a 80 milissegundos após estímulo auditivo<sup>(1)</sup>. Os primeiros registros de respostas de média latência apresentavam uma onda negativa por volta de 20 ms, seguida de um pico positivo por volta de 30 ms, posteriormente denominados de Na e Pa<sup>(2)</sup>. Com o desenvolvimento das técnicas de promediação e registro do sinal bioelétrico, o PEAML tem revelado grande utilidade na determinação de limiares auditivos eletrofisiológicos, que se assemelham ao limiar auditivo comportamental, e na avaliação do funcionamento central da audição<sup>(1,3)</sup>.

A resposta de média latência possui múltiplos sítios geradores na via talamocortical, relacionados a habilidades auditivas primárias (discriminação e figura fundo) e não primárias (atenção, memória e integração sensorial). A onda Na representa a atividade neural em nível talâmico e pode ser identificada desde o nascimento. A onda Pa é, geralmente, a mais robusta e reflete a atividade das radiações talamocorticais e do córtex auditivo primário<sup>(1,4)</sup>.

As características do sinal acústico (tipo, velocidade, duração, intensidade etc) interferem diretamente na morfologia, latência e amplitude das ondas do PEAML, assim como a presença de artefatos miogênicos<sup>(5,6)</sup>. A interpretação de normalidade deve levar em consideração os parâmetros de coleta, o estado de alerta e relaxamento, além da idade e maturação neural do indivíduo<sup>(7-9)</sup>.

A maturação do sistema nervoso central também foi relatada como crucial para a presença e normalidade das ondas de média latência. Enquanto a onda Na, gerada por áreas talâmicas, pode ser observada em bebês e lactentes, a onda Pa, principal marcador do PEAML, só alcança valores próximos aos de adultos normo-ouvintes por volta dos 10 anos de idade. Além disso, em crianças e adolescentes, o avanço na idade está diretamente relacionado ao aumento na amplitude e redução na latência das ondas Na e Pa<sup>(1,8,9)</sup>.

Há registros do uso do PEAML na população brasileira desde a década de 1980<sup>(10)</sup>. Apesar da crescente importância deste potencial na avaliação funcional e investigação do efeito de intervenções terapêuticas sobre a via auditiva central, não há consenso quanto aos protocolos de aquisição e interpretação das respostas em crianças e adolescentes brasileiros.

## OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi revisar sistematicamente a literatura científica sobre a realização do PEAML em crianças e adolescentes brasileiros.

## ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Como questão norteadora foi adotada a pergunta “O que

encontramos na literatura sobre a realização do PEAML em crianças e adolescentes brasileiros?”

A fim de obter respostas para esse questionamento, foram realizadas pesquisas bibliográficas nas bases de dados eletrônicas MEDLINE (via PubMed), SciELO, BIREME e LILACS (via Portal BVS). Os dados foram coletados no período de agosto a dezembro de 2014. Em busca realizada na base Cochrane Library (via Portal BVS), não foram encontrados estudos com temática semelhante à presente revisão da literatura.

Foi utilizado o descritor MeSH (*Medical Subject Headings*) “*Evoked Potentials, Auditory*”, o operador “AND” e o termo livre “*middle latency*”, para busca na base MEDLINE (via PubMed). Para a pesquisa na base SciELO, foi utilizado o descritor “Potenciais Evocados Auditivos”. A busca nas bases BIREME e LILACS (via Portal BVS) utilizou o DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) “Potenciais Evocados Auditivos” e seus sinônimos, bem como o termo livre “média latência”, os quais foram combinados entre si com a utilização dos operadores booleanos AND e OR. Deste modo, a equação de busca foi: ((MH: G07.265.500.370\$ OR “resposta evocada auditiva” OR “avaliação eletrofisiológica” OR “potencial auditivo evocado” OR “*auditory evoked potentials*” OR “*electrophysiological measures*”) AND (“média latência” OR “latência média” OR “*middle latency*” OR “*mid latency*”)).

## CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Foram incluídos na revisão artigos publicados nos anos 2009 a 2014, nos idiomas português, inglês ou espanhol. Os artigos selecionados envolveram a realização do PEAML em crianças e/ou adolescentes brasileiros. Em todos os artigos foi possível verificar procedimento de coleta e interpretação das respostas do PEAML, bem como seus resultados. Foram excluídos desta revisão artigos que não abordaram os temas “potenciais evocados auditivos” e “média latência” no título ou resumo, ou que não foram realizados com amostra de crianças e/ou adolescentes brasileiros, artigos repetidos nas bases de busca e também relatos de casos.

## ANÁLISE DOS DADOS

Após filtragem por ano e idioma de publicação, todos os títulos e resumos dos artigos encontrados foram avaliados pelas pesquisadoras. Depois da fase de triagem, os artigos que se enquadraram nos critérios de seleção preestabelecidos foram lidos na íntegra. A seção de referências bibliográficas dos artigos selecionados também foi avaliada, a fim de identificar trabalhos que atendessem aos critérios de inclusão nesta pesquisa e que, por algum motivo, não tivessem aparecido na busca realizada.

Para a análise dos artigos selecionados foi aplicado o protocolo baseado no *checklist* “*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*” (STROBE)<sup>(11)</sup>, uma iniciativa internacional que engloba recomendações para

melhorar a qualidade da descrição de estudos observacionais. Todos os artigos selecionados apresentaram, no resumo e/ou texto, as informações sobre desenho do estudo, critérios de elegibilidade, número de participantes (geral e por grupos), dados descritivos (sexo, idade e condições clínicas), método de aquisição das respostas e apresentação dos resultados do PEAML na população estudada, por meio de dados quantitativos e comparação estatística. Após análise, segundo a iniciativa STROBE, foram selecionados os oito artigos que atenderam aos critérios de inclusão para esta revisão sistemática.

## RESULTADOS

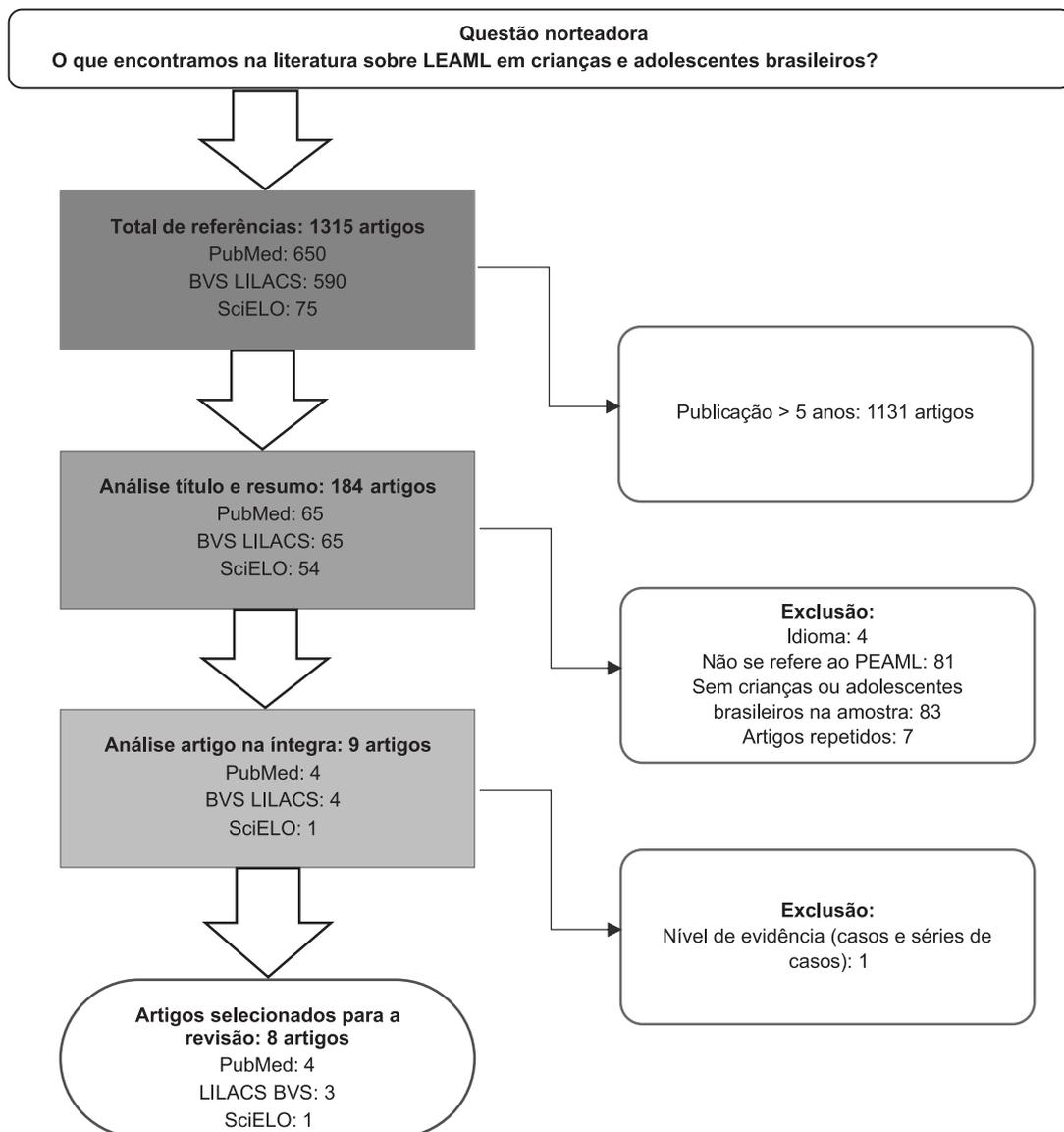
Como resultado da busca inicial, foram identificados 1315 artigos, dos quais oito<sup>(12-19)</sup> atendiam aos critérios de inclusão e

foram considerados relevantes para a amostra deste estudo. O processo de busca e seleção dos artigos presentes nesta revisão está esquematizado na Figura 1.

Em 50% dos artigos revisados, o PEAML foi o tema principal do estudo. Ao todo, 600 indivíduos, com idades variando entre 5 e 20 anos, média de idade de 12 anos, foram incluídos nos oito estudos selecionados para análise. Todos os estudos contemplaram amostras representativas dos sexos masculino e feminino.

As principais características dos estudos incluídos, como autores, ano de publicação, métodos, casuística, faixa etária dos participantes e resultados foram organizadas na Tabela 1.

Os parâmetros de coleta e interpretação do PEAML foram descritos em todos os estudos avaliados (Quadro 1 e Quadro 2).



**Legenda:** PEAML = Potencial Evocado Auditivo de Média Latência

**Figura 1.** Fluxograma de busca e seleção dos artigos

**Tabela 1.** Características dos estudos selecionados para análise (n=8)

Autor, ano	Delineamento	Casuística	Idade (média)	Resultados
Schochat et al., 2009 <sup>(12)</sup>	Observacional transversal	155 indivíduos com desenvolvimento típico	7 a 16 anos (12)	17,4% de alteração no PEAML; não houve correlação entre alteração no PEAML e nos testes de padrão de frequência e duração.
Matas et al., 2009 <sup>(13)</sup>	Observacional transversal	40 indivíduos (20 controles, 10 com autismo e 10 com Síndrome de Asperger)	8 a 19 anos (13)	Grupo controle apresentou 55% de alteração no PEAML, contra 35% dos grupos de pesquisa; efeito orelha + eletrodo (45%) foi mais frequente.
Magliaro et al., 2010 <sup>(14)</sup>	Observacional transversal	41 indivíduos (25 controles e 16 com autismo)	8 a 20 anos (12)	Grupo controle apresentou 64% de alteração no PEAML, contra 31,3% do grupo de pesquisa (p=0,04).
Schochat et al., 2010 <sup>(15)</sup>	Estudo de intervenção, quase experimental	52 indivíduos (22 controles e 30 com TPA)	8 a 14 anos (11)	Grupo com TPA apresentou latências maiores e amplitudes menores que o grupo controle; houve redução da latência de Na e Pa e aumento da amplitude Na-Pa após treino auditivo.
Weihing et al., 2012 <sup>(16)</sup>	Observacional transversal	155 indivíduos com desenvolvimento típico	7 a 16 anos (12)	Não houve diferença para efeito orelha ou eletrodo em função da idade; a variação do efeito eletrodo foi menor que a do efeito orelha; a média do efeito eletrodo foi significativamente maior que a média do efeito orelha.
Frizzo et al., 2012 <sup>(17)</sup>	Observacional transversal	50 indivíduos (25 controles e 25 com dificuldade de aprendizagem)	8 a 14 anos (10)	Ondas Na, Pa, Nb foram identificadas em 100% da amostra com média de latência Na=19,2ms, Pa=32,5ms, Nb= 46,4ms (grupo controle) e Na=19,7ms, Pa=35,1ms, Nb=49,6ms (grupo pesquisa); amplitude média Na-Pa=1,4 mV para ambos os grupos; latência Nb mais longa no hemisfério esquerdo do grupo pesquisa.
Mancini et al., 2013 <sup>(18)</sup>	Observacional transversal	60 indivíduos (35 controles, 8 PKU* e dieta adequada, 17 PKU sem dieta adequada)	5 a 16 anos (10)	Não houve diferença entre as latências Na e Pa e amplitude Na-Pa no grupo experimental; presença de efeito orelha ou eletrodo em 87,5% (com dieta) e 58,8% (sem dieta).
Leite et al., 2014 <sup>(19)</sup>	Estudo de intervenção, quase experimental	47 indivíduos (24 controles, 23 com transtorno fonológico)	8 a 11 anos (10)	Não houve diferença na amplitude Na-Pa entre os grupos; houve aumento não significativo na média da amplitude Na-Pa após o treino auditivo.

**Legenda:** PEAML = Potencial Evocado Auditivo de Média Latência; TPA = Transtorno do Processamento Auditivo; PKU = Fenilcetonúria (sigla utilizada nesta tabela para descrever os pacientes com a doença); ms = milissegundos; mV = microvolts

## DISCUSSÃO

Estudos com delineamento observacional transversal<sup>(12-14,16-18)</sup> representaram 75% dos trabalhos analisados. A busca na literatura apontou escassez de estudos com maior nível de evidência<sup>(7,20,21)</sup>, o que não permitiu generalizações quanto aos achados e dificultou a padronização de protocolos de testagem e a possibilidade de estabelecer dados normativos do PEAML em diferentes populações. Dois estudos<sup>(15,19)</sup> foram realizados com metodologia quase experimental e concordaram com autores<sup>(22,23)</sup> que indicam a comparação de respostas de média latência pré e pós-intervenção terapêutica como estratégia eficaz no monitoramento de alterações na via auditiva. O PEAML é um potencial que sofre grande influência de artefatos endógenos (reflexo pós-auricular, estado de relaxamento etc) e exógenos (interferência elétrica, parâmetros de estimulação

etc)<sup>(1)</sup>, o que pode justificar a maior confiabilidade das respostas para comparações intrasujeito.

As amostras dos oito estudos contaram com 36 indivíduos com distúrbio psiquiátrico do espectro autista, 30 com transtorno do processamento auditivo, 25 com dificuldade de aprendizagem, 25 com diagnóstico de Fenilcetonúria, 23 com distúrbio fonológico e 461 com desenvolvimento típico e ausência de queixas auditivas. Os sítios geradores das ondas Na e Pa estão relacionados a habilidades auditivas primárias e processos cognitivos subjacentes, como memória e atenção e as aplicações clínicas mais relevantes do PEAML dizem respeito ao neurodiagnóstico de lesões na via talamocortical em alterações auditivas ou seus processos cognitivos associados<sup>(1,4)</sup>. Mesmo em normo-ouvintes sem comorbidades associadas, as alterações do PEAML foram relatadas entre 17,4%<sup>(12)</sup> e 64%<sup>(14)</sup> das crianças e adolescentes presentes nos estudos avaliados.

**Quadro 1.** Parâmetros de registro do PEAML

Autor, ano	Tipo	Rate	Intensidade	Nº de estímulos	Ganho	Janela	Filtro	Eletrodo
Schochat et al., 2009 <sup>(12)</sup>	click	9,8/s	70 dBNA	1000	NI	72ms	20-1500Hz (aquisição)/ 20-200Hz (análise)	C3, C4, A1, A2, Fpz
Matas et al., 2010 <sup>(13)</sup>	click	10/s	70 dBNA	1000	100.000	99,8ms	10-150Hz	C3, C4, M1, M2, Fpz
Magliaro et al., 2010 <sup>(14)</sup>	click rarefeito	9,9/s	70 dBNA	1000	NI	NI	20-1500Hz (aquisição)/ 20-200Hz (análise)	C3, C4, A1, A2, Fpz
Schochat et al., 2010 <sup>(15)</sup>	click	9,8/s	70 dBNA	1000	NI	72ms	20-1500Hz (aquisição)/ 20-200Hz (análise)	C3, C4, A1, A2, Fpz
Weihing et al., 2012 <sup>(16)</sup>	click	9,8/s	70 dBNA	1000	NI	72ms	20-1500Hz (aquisição)/ 20-200Hz (análise)	C3, C4, A1, A2, Fpz
Frizzo et al., 2012 <sup>(17)</sup>	click rarefeito	11/s	80 dBNA	NI	NI	100ms	10-100Hz	C3, C4, A1, A2, Fpz
Mancini et al., 2013 <sup>(18)</sup>	click alternado	7,7/s	70 dBNA	1000	50.000	99,8ms	3-3000Hz	C3, C4, A1, A2, Fpz
Leite et al., 2014 <sup>(19)</sup>	click rarefeito	9,9/s	70 dBNA	1000	NI	NI	10-150Hz	C3, C4, A1, A2, Fpz

**Legenda:** NI = não informado; C3 = junção temporoparietal esquerda; C4 = junção temporoparietal direita; A1 = orelha esquerda; A2 = orelha direita; Fpz = frontal polar de linha média; Hz = Hertz; ms = milissegundos; dBNA = decibel nível de audição

**Quadro 2.** Parâmetros de interpretação e valores normativos do PEAML para indivíduos normais ou controles

Autor, ano	Interpretação	Latência Pa (média/DP)	Amplitude Na-Pa (média/DP)	Estatística
Schochat et al., 2009 <sup>(12)</sup>	Latência no pico de Pa; amplitude no pico de Pa para EE ou EO com corte de 50%	NI	NI	Qui-quadrado
Matas et al., 2010 <sup>(13)</sup>	Latência no pico de Pa; amplitude Na-Pa para EE ou EO com corte de 50%	NI	C3M1=1,88(1,06) C3M2=2,14(2,48) C4M1=2,10(1,54) C4M2=2,74(3,35)	Mann-Whitney, Wilcoxon, IC
Magliaro et al., 2010 <sup>(14)</sup>	Latência no pico de Na e Pa; amplitude Na-Pa para EE ou EO com corte de 50%	NI	NI	ANOVA, IC
Schochat et al., 2010 <sup>(15)</sup>	Latência no pico mais negativo entre 14 e 21ms (Na) e mais positivo entre 21 e 45ms (Pa); amplitude Na-Pa para EE ou EO com corte de 50%	C3A1=35,49(2,46) C4A1=35,19(2,67) C3A2=35,85(4,73) C4A2=34,87(3,55)	C3A1=1,18(0,65) C4A1=1,48(0,77) C3A2=1,00(0,46) C4A2=1,18(0,66)	ANOVA
Weihing et al., 2012 <sup>(16)</sup>	Presença de Na (14 a 21ms) e Pa (22 a 35ms); diferença absoluta e relativa de EE e EO	NI	NI	ANOVA
Frizzo et al., 2012 <sup>(17)</sup>	Latência no pico das ondas Na, Pa e Nb; amplitude Na-Pa para EE ou EO	C3A1=32,05(5,61) C4A1=32,97(4,95) C3A2=32,65(5,02) C4A2=31,99(5,37)	C3A1=1,45(0,61) C4A1=1,49(0,67) C3A2=1,27(0,68) C4A2=1,47(0,70)	IC
Mancini et al., 2013 <sup>(18)</sup>	Latência no pico mais positivo entre 25 e 35ms (Pa); amplitude Na-Pa para EE ou EO com corte de 50%	C3A1=28,91(4,06) C4A1=29,14(4,04) C3A2=28,54(3,91) C4A2=29,33(3,74)	C3A1=0,97(0,46) C4A1=0,97(0,46) C3A2=0,92(0,41) C4A2=0,83(0,43)	ANOVA, Fisher
Leite et al., 2014 <sup>(19)</sup>	Latência no pico de Na e Pa; amplitude Na-Pa para EE ou EO com corte de 50%	NI	C3A1=1,83(1,01) C4A1=2,08(1,44) C3A2=1,96(2,36) C4A2=2,51(3,19)	ANOVA

**Legenda:** NI = não informado; C3 = junção temporoparietal esquerda; C4 = junção temporoparietal direita; A1 = orelha esquerda; A2 = orelha direita; Fpz = frontal polar de linha média; ms = milissegundos; DP = desvio padrão; IC = intervalo de confiança para médias; ANOVA = análise de variância; EE = efeito eletrodo; EO = efeito orelha

Nos dois estudos com menor<sup>(12)</sup> e maior<sup>(14)</sup> prevalência de alteração do potencial em indivíduos sem queixas ou alterações funcionais auditivas, o primeiro considerou apenas a latência e a amplitude da onda Pa e o segundo, a latência de Na e Pa e a amplitude do interpico Na-Pa. Estudos apontam a amplitude Na-Pa como o parâmetro mais sensível às alterações do PEAML, por meio da análise dos efeitos orelha e eletrodo<sup>(20-22)</sup>. Portanto, a discrepância entre os dados de prevalência pode ser justificada por uma diferença nos critérios de interpretação dos resultados de cada estudo. A variação entre os critérios de interpretação das respostas do PEAML é um dos principais dificultadores para a validação de dados normativos e estudos com maior nível de evidência na área. A presença de resultados alterados na ausência de queixas ou alterações funcionais da audição aponta a baixa sensibilidade e especificidade do potencial<sup>(24)</sup> e alerta para importância da interpretação criteriosa, principalmente intersujeitos.

Nos estudos revisados, a idade dos participantes variou de 5 a 20 anos, com média de 12 anos. Os sítios geradores do PEAML, especialmente dos picos Pa e Pb, estão em desenvolvimento até o final da adolescência e a resposta de média latência pode estar ausente em 35% a 50% dos indivíduos com menos de 10 anos de idade. Até por volta dos 14 anos, os valores de latência e amplitude podem não ter atingido valores encontrados em adultos normais. Portanto, a idade e, conseqüentemente, a maturação da via auditiva central, é fator relevante para a análise da resposta de média latência, principalmente na comparação intersujeitos<sup>(1,7-9)</sup> e deve ser considerada na interpretação de normalidade dos resultados.

Com relação ao PEAML em crianças e adolescentes brasileiros, não foi observado consenso na literatura quanto aos parâmetros de estimulação e registro utilizados. Ainda assim, foram observadas semelhanças no padrão de coleta de dados dos oito estudos avaliados.

O estímulo tipo clique de 0,1 milissegundo foi o único parâmetro de aquisição unânime, entre os estudos avaliados. Segundo a literatura<sup>(1,25)</sup>, estímulos tipo tom *burst* de curta duração e envelope tipo *Blackman* também são adequados para a coleta de Na e Pa, já que as respostas de média latência não dependem tanto da sincronia neuronal como os potenciais de tronco encefálico.

A velocidade de estimulação (*rate*) variou de 7,7/s<sup>(18)</sup> a 11/s<sup>(17)</sup>, sendo que a apresentação de 9,8 estímulos por segundo ou mais, representou 88% dos resultados. A literatura<sup>(1,26)</sup>, enfatiza que taxas de apresentação abaixo de 11/s são ideais para o registro de Na e Pa, em todas as idades, e abaixo de 5/s podem ser mais adequadas para a testagem de crianças com menos de 10 anos.

A intensidade do estímulo é diretamente proporcional à amplitude da resposta e parece ter menos influência sobre a latência da onda Pa<sup>(3)</sup>. A intensidade de 70 dBnNA foi predominante nos estudos (88%) e está de acordo com autores<sup>(3,4,26)</sup> que associam o uso de intensidades mais elevadas à ocorrência

do reflexo pós-auricular, artefato miogênico caracterizado por um pico de grande amplitude, por volta de 12 a 20 ms após a estimulação<sup>(27)</sup>.

A filtragem é um dos critérios de maior importância na captação do PEAML. O espectro de frequência das ondas Na e Pa tem máxima energia em torno de 30 a 40 Hz. Filtros passa-baixa nesta região de frequência, ou passa-alta muito largos podem causar artefatos e comprometer a captação e a morfologia das ondas<sup>(25,26)</sup>. O uso de filtros passa-alta de 10 Hz (50%) e passa-baixa de 200 Hz (75%) foi preferencial nos estudos analisados, concordando com a literatura supracitada.

O número de estímulos e o ganho em amplificação dependem diretamente da relação sinal/ruído, durante o registro do PEAML<sup>(21,26)</sup>. Sete estudos analisados informaram o número de estímulos para coleta do PEAML e todos eles utilizaram um total de 1000 cliques. Quanto ao ganho, seu uso foi mencionado em dois estudos, com grande variação entre os valores apresentados. Sabe-se que quanto maior o ganho, maior será a resposta registrada<sup>(26)</sup>.

Todos os oito estudos seguiram o padrão de posicionamento dos eletrodos, indicado pelo sistema 10-20<sup>(28)</sup>. A montagem A1/A2/C3/C4/Fpz, com os eletrodos ativos na junção temporoparietal esquerda (C3) e direita (C4), referências nos lóbulos das orelhas esquerda (A1) e direita (A2), e neutro na posição frontal polar de linha média (Fpz) é recomendada na literatura<sup>(6,7,21,24)</sup> e foi utilizada em 88% dos estudos analisados. Esta disposição permite o registro de resposta nas derivações ipsilaterais (C3A1 e C4A2) e contralaterais (C3A2 e C4A1), bem como a comparação dos resultados de diferentes hemisférios e orelhas estimuladas, necessária em protocolos de neurodiagnóstico.

A amplitude Na-Pa foi o parâmetro mais utilizado (100%) para a definição de normalidade nas amostras. Seus resultados foram descritos em 63% dos estudos, enquanto a latência da onda Pa foi informada em 38%. Mesmo que os resultados de alguns estudos não tenham sido descritos, todos eles pesquisaram a presença das ondas Na e Pa e realizaram a comparação da amplitude Na-Pa para verificação do efeito eletrodo ou efeito orelha. Esses dados concordam com a literatura<sup>(20-22)</sup>, que aponta a amplitude como critério com menor variabilidade intra e intersujeitos.

A onda Na pode ser visualizada entre 14 e 21 ms e Pa entre 22 e 35 ms<sup>(29,30)</sup>. Além da latência absoluta de cada onda, a latência interpico Na-Pa foi descrita com valores entre 12 e 13 ms, podendo ser, também, um critério de interpretação<sup>(31)</sup>. Considerando os resultados descritos para indivíduos com desenvolvimento típico ou controles normo-ouvintes, a média de latência de Pa<sup>(15,17,18)</sup> variou de 28,91 ms a 35,85 ms, com média de 32 milissegundos entre os valores informados. Já a amplitude Na-Pa<sup>(13,15,17-19)</sup> variou de 0,83 a 2,74 uV com média de 1,57 microvolts entre os valores informados. Os valores encontrados estão de acordo com outros estudos nacionais<sup>(7,21)</sup> e com parâmetros internacionais de normalidade<sup>(1,4,5,22)</sup>.

A análise de variância feita com o teste estatístico ANOVA

foi utilizada em 63% dos estudos, seguida pela pesquisa do intervalo de confiança para médias, relatada em 38% dos estudos. Os mesmos testes foram utilizados em outros estudos<sup>(7,22-24)</sup> e mostraram-se eficazes na identificação de diferenças na resposta do PEAML pré e pós-intervenção e na comparação dos efeitos orelha e eletrodo.

Apesar dos critérios de aquisição e interpretação do PEAML serem variáveis, pesquisas realizadas com o uso deste potencial demonstram sua importância para a avaliação da via auditiva central de forma objetiva e para auxílio no neurodiagnóstico de lesões e disfunções centrais<sup>(12-15,17,19,32)</sup>.

## CONCLUSÃO

Por meio da revisão sistemática de oito artigos originais pôde-se verificar que o PEAML depende de vários fatores de registro e interpretação, sendo imprescindível o uso de critérios bem definidos de testagem para a aquisição de resultados confiáveis em crianças e adolescentes.

Não há consenso quanto aos parâmetros de registro do PEAML em crianças e adolescentes brasileiros. Ainda assim, a média de latência de Pa e amplitude Na-Pa encontrada em crianças e adolescentes brasileiros normo-ouvintes avaliados nos artigos analisados nessa revisão, concorda com os parâmetros de normalidade já estabelecidos internacionalmente.

Os resultados do presente estudo podem ser utilizados como referência para a definição de critérios de testagem adequados a essa população. Sugere-se que a metodologia dos estudos nacionais com PEAML seja melhor explorada e descrita em futuras pesquisas.

## REFERÊNCIAS

- McPherson DL, Ballachanda BB, Kaf W. Middle and long latency evoked potentials. In: Roeser RJ, Valente M, Dunn HH. *Audiology: diagnosis*. New York: Thieme; 2008. p.443-77
- Geisler CD, Frishkopf LS, Rosenblith WA. Extracranial responses to acoustic clicks in man. *Science*. 1958;128(3333):1210-1. <http://dx.doi.org/10.1126/science.128.3333.1210>
- Picton TW, Woods DL, Baribeau-Braun J, Healey TMG. Evoked potential audiometry. *J Otolaryngol*. 1977;6(2):90-119.
- Mcgee T, Kraus N. Auditory development reflected by middle latency response. *Ear and Hear*. 1996;17(5):419-29. <http://dx.doi.org/10.1097/00003446-199610000-00008>
- Ozdamar O, Kraus N. Auditory middle-latency responses in humans. *Audiology*. 1983;22(1):34-49. <http://dx.doi.org/10.3109/00206098309072768>
- Musiek FE, Charette L, Kelly T, Lee W, Musiek E. Hit and false-positive rates for the middle latency response in patients with central nervous system involvement. *J Am Acad Audiology*. 1999;10:124-32.
- Neves IF, Schochat E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. *Pro Fono*. 2010;17(3):311-20. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872005000300005>
- Suzuki T, Hirabayashi M. Age-related morphological changes in auditory middle-latency response. *Audiology*. 1987;26(5):312-20. <http://dx.doi.org/10.3109/00206098709081558>
- Kraus N, Smith DI, Reed NL, Stein LK, Cartee C. Auditory middle latency responses in children: effects of age and diagnostic category. *Electro-enceph Clin Neurophysiol*. 1985;62(5):343-51. [http://dx.doi.org/10.1016/0168-5597\(85\)90043-7](http://dx.doi.org/10.1016/0168-5597(85)90043-7)
- Munhoz MSL, Sequeira MLC, Fukuda Y, Munhoz MLGS. Potenciais de latência média em indivíduos normais: estudo sobre a latência das ondas. *Acta WHO*. 1988;7(1):25-8.
- Malta M, Cardoso LO, Bastos FI, Magnanini MMF, Silva CMFP. Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. *Rev Saúde Pública*. 2010;44(3):559-65. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102010000300021>
- Schochat E, Musiek FE, Alonso R, Ogata J. Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Braz J Med Biol Res*. 2010;43(8):777-85. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2010007500069>
- Matas CG, Gonçalves IC, Magliaro FCL. Avaliação audiológica e eletrofisiológica em crianças com transtornos psiquiátricos. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2009;75(1):130-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992009000100021>
- Magliaro FCL, Scheuer CI, Assumpção Júnior FB, Matas CG. Estudo dos potenciais evocados auditivos em autismo. *Pro Fono*. 2010; 22(1):31-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872010000100007>
- Schochat E, Musiek FE, Alonso R, Ogata J. Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Braz J Med Biol Res*. 2010;43(8):777-85. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2010007500069>
- Weihing J, Schochat E, Musiek F. Ear and electrode effects reduce within-group variability in middle latency response amplitude measures. *Int J Audiol*. 2012;51(5): 405-12. <http://dx.doi.org/10.3109/14992027.2012.658970>
- Frizzo AC, Issac ML, Pontes-Fernandes AC, Menezes PL, Funayama CAR. Auditory middle latency response in children with learning difficulties. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2012;16(3):335-40. <http://dx.doi.org/10.7162/S1809-97772012000300006>
- Mancini PC, Durrant JD, Starling AL, Iório MC. Children with phenylketonuria treated early: basic audiological and electrophysiological evaluation. *Ear Hear*. 2013;34(2):236-44. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e31826a1c99>
- Leite RA, Wertzner HF, Gonçalves IC, Magliaro FCL, Matas CG. Auditory evoked potentials: predicting speech therapy outcomes in children with phonological disorders. *Clinics (São Paulo)*. 2014;69(3):212-8. [http://dx.doi.org/10.6061/clinics/2014\(03\)12](http://dx.doi.org/10.6061/clinics/2014(03)12)
- Frizzo, ACF, Funayma CAR, Isaac ML, Colafêmina, JF. Potenciais evocados auditivos de média latência: estudo em crianças saudáveis. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2007;73(3):398-403.
- Almeida FS, Pialarissi PR, Paiva LEFJ, Almeida MAO, Silva A. Auditory middle latency evoked responses: a standardizing study. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2006;72(2):227-74

- 22 Purdy SC, Kelly AS, Davies MG. Auditory brainstem response, middle latency response, and late cortical evoked potentials in children with learning disabilities. *J Am Acad Audiol*. 2002;13(7):367-82. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992006000200013>
- 23 Temblay KL. Training-related changes in the brain: evidence from human auditory-evoked potentials. *Semin Hear*. 2007;28(2):120-32. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-973438>
- 24 Schochat E, Rabelo CM, Loreti RCDA. Sensitividade e especificidade do potencial de média latência. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2004;70(3):353-8.
- 25 Musiek FE, Geurkink NA, Weider DJ, Donnelly K. Past, present, and future applications of the audiometry middle latency response. *Laryngoscope*. 1984;94(12):1545-53. <http://dx.doi.org/10.1288/00005537-198412000-00002>
- 26 Hall III JW. Auditory middle latency response (AMLR). *New handbook of auditory evoked responses*. Boston: Allyn and Bacon; 2007. p. 581-627.
- 27 Matas CG, Neves IF, Carvalho FM, Leite RA. Reflexo pós-auricular no Potencial Evocado Auditivo de Média Latência. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2009;75(4):579-85. [http://dx.doi.org/10.1016/S1808-8694\(15\)30499-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1808-8694(15)30499-7)
- 28 Jasper HH. The ten twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1958;10:371-5.
- 29 Schochat E, Musiek F. Maturation of outcomes of behavioral and electrophysiologic tests of central auditory function. *J Comm Disord*. 2006;39(1):78-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcomdis.2005.10.001>
- 30 Schochat E. Resposta de latência média em crianças e adolescentes normo-ouvintes. *Pro Fono*. 2003;15(1):65-4.
- 31 Goldstein R, Rodman LB. Early components of averaged evoked responses to rapidly repeated auditory stimuli. *J Speech Lang Hear Res*. 1967;10(4):697-705. <http://dx.doi.org/10.1044/jshr.1004.697>
- 32 Frizzo ACF. Auditory evoked potential: a proposal for further evaluation in children with learning disabilities. *Front Psychol*. 2015;6:788. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00788>