



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

ANDRESSA PELAQUIM

**POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE CURTA,  
MÉDIA E LONGA LATÊNCIA EM ADULTOS NO  
EQUIPAMENTO *SMART –EP IHS*<sup>®</sup>:  
NORMATIZAÇÃO DOS VALORES DE LATÊNCIA E  
AMPLITUDE**

ANDRESSA PELAQUIM

**POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE CURTA,  
MÉDIA E LONGA LATÊNCIA EM ADULTOS NO  
EQUIPAMENTO *SMART –EP IHS*<sup>®</sup>:  
NORMATIZAÇÃO DOS VALORES DE LATÊNCIA E  
AMPLITUDE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Ciências da Saúde do Centro  
de Ciências da Saúde da Universidade  
Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Fornazieri  
Co-orientadora: Profa. Dra. Milaine Dominici  
Sanfins

Londrina  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

P381 Pelaquim, Andressa.

Potenciais Evocados Auditivos de curta, média e longa latência em adultos no equipamento Smart EP – IHS®: normatização dos valores de latência e amplitude / Andressa Pelaquim. - Londrina, 2019.  
73 f. : il.

Orientador: MARCO AURÉLIO FORNAZIERI.

Coorientador: MILAINE DOMINICI SANFINS.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2019.

Inclui bibliografia.

1. Potenciais Evocados Auditivos - Tese. 2. Audição - Tese. 3. Adultos - Tese. I. FORNAZIERI, MARCO AURÉLIO. II. DOMINICI SANFINS, MILAINE. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. IV. Título.

CDU 61

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Aos 11 dias do mês de dezembro do ano de 2019, no AUDITÓRIO DO CEPPOS, desta Universidade, às 14:00 horas, reuniu-se a Banca Examinadora homologada pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, composta por Prof. Dr. Marco Aurélio Fornazieri (Orientador, como presidente da banca), Dr. André Armani e Profa. Dra. Michele Vargas Garcia na condição de membro remoto. A reunião teve por objetivo julgar o trabalho da estudante **ANDRESSA PELAQUIM** sob o título "**POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE CURTA, MÉDIA E LONGA LATÊNCIA EM ADULTOS NO EQUIPAMENTO SMART – EP IHS®: PADRONIZAÇÃO DOS VALORES DE LATÊNCIA E AMPLITUDE**". Os trabalhos foram abertos pelo professor Dr. Marco Aurélio Fornazieri. A seguir, foi dada a palavra a estudante para apresentação do trabalho. Cada examinador arguiu a Mestranda, com tempos iguais de arguição e resposta. Terminadas as arguições, procedeu-se o julgamento do trabalho, sendo que a professora Dra. Michele Vargas Garcia (membro remoto) enviou simultaneamente o formulário de avaliação o qual foi impresso e anexado à presente ata. A Banca Examinadora concluiu pela .....~~aprovção~~.....(aprovação ou reprovação) do trabalho. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos demais membros da Banca Examinadora.

O estudante deverá reformular seu trabalho no prazo de.....dias: ( ) SIM ( ) NÃO  
Se houver alteração no título do trabalho, informar o novo título abaixo:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

OBS.: Este documento não deve conter rasuras ou corretivo e deve ser preenchido de forma legível.

Londrina, 11 de dezembro de 2019.

**PRESIDENTE**  
Dr. MARCO AURÉLIO FORNAZIERI

**TITULARES**  
Dr. ANDRÉ ARMANI

Dra. MICHELE VARGAS GARCIA

UEL 

UEL 

UFSM 

Dedico este trabalho a Deus e a minha mãe Nossa Senhora, que me fizeram forte e alentaram o meu coração diante as inúmeras dificuldades.

## AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora, por estarem sempre ao meu lado e por terem me concedido a graça da perseverança.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Aurélio Fornazieri pela amizade, paciência, dedicação, exemplo pessoal e profissional, e por ter fomentado em mim ainda mais o amor pela carreira acadêmica e científica.

A minha co-orientadora, Profa. Dra. Milaine Dominici Sanfins por ter me acolhido e me ajudado sempre com muita dedicação e atenção. Sem você esse trabalho não seria possível! Hoje, sou melhor audiologista por ter aprendido tanto contigo.

Aos meus pais, Ilda e Claudinei e ao meu irmão Augusto, por me permitirem estudar, e por compreenderem a distância e os inúmeros momentos de ausência.

Todo o meu carinho e gratidão ao meu “pai espiritual” Pe. Fernando, por ter me acolhido diversas vezes imersa em muitas lágrimas, dúvidas e incertezas. Obrigada por me orientar com valiosos conselhos, por me dar as broncas necessárias e por elevar minha alma a Deus.

A minha querida Profa. Dra. Elenice Ferrari (*in memmorian*) por ter sido a primeira a acreditar no meu potencial para a pesquisa científica e por ter plantado em mim o amor pela carreira acadêmica durante a graduação.

Ao Prof. Dr. André Armani e a Profa. Dra. Michele Vargas Garcia pelas excelentes e valiosas contribuições dadas para a conclusão desse estudo.

A minha querida chefe e madrinha Marcia Bongiovanni pelo apoio e disponibilidade com a qual acolheu esse trabalho na AudioClinica, e ao seu esposo Lucio Eidy Takemoto pelas ilustrações desse trabalho. Serei eternamente grata por tudo!

A minha psicóloga Alexandra, por ter me acompanhado durante esse período turbulento e de muito aprendizado. A sua escuta e olhar profissional me fez crescer e seguir em frente.

As amigas queridas Alethéia e Amanda que estiveram presentes em todos os momentos de alegria, angústias e incertezas nesse período. Agradeço também as

amigas do Centro Cultural Caravelas, especialmente a Márcia, pelos momentos de conversa e alegria.

A todos os médicos do Centro Londrinense de ORL, especialmente ao médico ORL Alex Itar Ogawa, pelo incentivo e indicação do orientador, e aos funcionários da AudioClinica que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho se realizasse.

A Universidade Estadual de Londrina e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, especialmente à Sandra e a Manu por toda a ajuda.

A todos os voluntários que participaram gentilmente desse trabalho, meu muito obrigada!

*“Não esqueças que, na terra, tudo o que é grande começou por ser pequeno. – O que nasce grande é monstruoso e morre.”*

São Josemaria Escrivá, Caminho, n.821

PELAQUIM, ANDRESSA. **Potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência em adultos no equipamento Smart –EP IHS<sup>®</sup> : normatização dos valores de latência e amplitude.** 2019. 73 páginas. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## RESUMO

**Introdução:** Potenciais evocados auditivos são métodos objetivos que avaliam a atividade neuroelétrica na via auditiva, mediante apresentação de um estímulo acústico. No Brasil há alguns equipamentos disponíveis para a pesquisa desses potenciais, sendo que o equipamento Smart EP da marca *Intelligent Hearing System* é bastante utilizado atualmente. No entanto, o equipamento ainda carece de estudos que descrevem valores de referência para as latências e amplitudes de todos os potenciais. **Objetivo:** Normatizar os valores de latência e amplitude para os potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência em adultos com limiares auditivos normais. **Métodos:** Estudo transversal. Foram avaliados trinta e três indivíduos adultos com limiares auditivos normais, sem queixas auditivas ou de compreensão de fala e sem alterações no processamento auditivo central. Foram pareados quanto à orelha, e todos realizaram a avaliação audiológica básica, imitanciometria, avaliação do processamento auditivo central e os potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência. **Resultados:** Não houve diferença entre as orelhas na análise das latências absolutas e intervalos interpicos do potencial evocado auditivo de curta latência. A amplitude do interpico I-V ficou acima de 0,5 $\mu$ V para todos os indivíduos, e a amplitude da onda III mostrou-se significativa entre orelha direita e esquerda. A amplitude da onda I apresentou média de 0,34 $\mu$ V e da onda V 0,41  $\mu$ V. No potencial evocado auditivo de média latência observou-se presença de todos os componentes e ausência de efeito orelha e efeito eletrodo em todos os indivíduos. A maior interamplitude foi observada no complexo Na-Pa para todas as derivações. No potencial evocado auditivo de longa latência, não houve diferença na comparação das latências entre as orelhas. Entretanto, observou-se diferença na amplitude do componente N1 entre as orelhas. **Conclusão:** O equipamento Smart EP – IHS dispõe, a partir desse estudo, de um padrão de normalidade de latências e amplitudes para os potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência na população adulta.

Palavras-chave: Eletrofisiologia. Potenciais Evocados Auditivos. Audição. Adultos.

PELAQUIM, Andressa. **Short, middle and long-latency auditory evoked potentials in adults on Smart EP - IHS<sup>®</sup> equipment: standardization of latency and amplitude values.** 2019. 73 Pages. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## ABSTRACT

**Introduction:** Auditory evoked potentials are objective methods that evaluate the neuroelectric activity in the auditory pathway by presenting an acoustic stimulus. In Brazil, there is some equipment available to research these potentials, and the Smart EP equipment of the Intelligent Hearing System brand is widely used today. However, the equipment still lacks studies describing reference values for the latencies and amplitudes of all potentials. **Objective:** To normalize latency and amplitude values for short, middle and long-latency auditory evoked potentials in adults with normal hearing thresholds. **Methods:** Cross-sectional study. Thirty-three adult individuals with normal hearing thresholds, no hearing or speech comprehension complaints and no changes in central auditory processing were evaluated. They were matched for the ear, and all underwent basic audiological assessment, immittance testing, central auditory processing assessment, and short, medium, and long-latency auditory evoked potentials. **Results:** There was no difference between the ears in the analysis of absolute latencies and interpeak intervals of the short-latency auditory evoked potential. The amplitude of interpeak I-V was above 0.5 $\mu$ V for all individuals, and wave III amplitude was significant between right and left ear. The amplitude of wave I averaged 0.34  $\mu$ V and wave V 0.41  $\mu$ V. In the middle latency auditory evoked potentials, we observed the presence of all components and the absence of ear effect and electrode effect in all individuals. The highest interamplitude was observed in the Na-Pa complex for all leads. In the long-latency auditory evoked potential, there was no difference in the comparison of the latencies between the ears. However, there was a difference in the amplitude of the N1 component between the ears. **Conclusion:** Based on this study, the Smart EP - IHS equipment has a standard of latency and amplitude normality for short, middle and long-latency auditory evoked potentials in the adult population.

**Key words:** Electrophysiology. Auditory Evoked Potentials. Hearing. Adults.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1.</b> SNAP- Sistema Nervoso Auditivo Periférico; SNAC – Sistema Nervoso Auditivo Central. Fonte: <a href="https://br.pinterest.com/pin/676032594036639723/visual-search/?x=12&amp;y=6&amp;w=380&amp;h=217">https://br.pinterest.com/pin/676032594036639723/visual-search/?x=12&amp;y=6&amp;w=380&amp;h=217</a> .....	18
<b>FIGURA 2.</b> Foto: C. G. Wright, Ph. D., UT Southwestern Medical Center, Dallas, EUA. Fonte: <a href="https://blog.medel.com/pt-br/imagens-da-orelha-no-fundo-da-coclea/">https://blog.medel.com/pt-br/imagens-da-orelha-no-fundo-da-coclea/</a> .....	19
<b>FIGURA 3.</b> Órgão de Corti (órgão espiral). Ilustração: Designua / Shutterstock.com [adaptado por Silva MA.]. Fonte: <a href="https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2018/10/orgao-de-corti_625630376.jpg">https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2018/10/orgao-de-corti_625630376.jpg</a> .....	20
<b>FIGURA 4.</b> Tonotopia Coclear. Fonte: Cochlear Implant Help.....	21
<b>FIGURA 5.</b> Figura 5. Fonte: <a href="http://www.cochlea.eu/po/cerebro-auditivo">http://www.cochlea.eu/po/cerebro-auditivo</a> .....	22
<b>FIGURA 6.</b> A organização das áreas auditivas corticais. Localização e interconexões das áreas auditivas corticais (A) e do córtex granular na área 41 (B) e as colunas ortogonal de isofrequencia e de resposta binaural no córtex auditivo primário (detalhe de A). Fonte: Henkel, 2006.....	26
<b>FIGURA 7.</b> PEATE realizado por estímulo clique na intensidade de 80dBnNA, em adulto, com audição normal. Traçado da pesquisadora.....	30
<b>FIGURA 8.</b> PEAML realizado por estímulo clique na intensidade de 70dBnNA, em adulto, com audição normal. Traçado da pesquisadora.....	32
<b>FIGURA 9.</b> PEALL realizado por estímulo <i>tone burst</i> e <i>paradigma oddball</i> na intensidade de 75dBnNA, em adulto, com audição normal. Traçado da pesquisadora.....	34
<b>FIGURA 10.</b> Montagem dos eletrodos para a realização do PEATE.....	40
<b>FIGURA 11:</b> Montagem dos eletrodos para aquisição de respostas das derivações A2-C4 e A2-C3.....	41
<b>Figura 12.</b> Montagem dos eletrodos para aquisição de respostas das derivações A1-C3 e A1-C4.....	42
<b>FIGURA 13.</b> Montagem dos eletrodos para aquisição de resposta da derivação A2-Cz-Fpz.....	43
<b>FIGURA 14.</b> Montagem dos eletrodos para aquisição de resposta da derivação A1-Cz-Fpz.....	43

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Parâmetros para obtenção do PEATE com estímulo clique.....	40
<b>Tabela 2</b> - Parâmetros para obtenção do PEAML com estímulo clique.....	42
<b>Tabela 3</b> - Parâmetros para aquisição do PEALL com estímulo tone burst.....	43
<b>Tabela 1 (artigo)</b> - Análise dos valores de latência absoluta, intervalos interpicos e amplitudes do PEATE com estímulo clique, na intensidade de 80dBNA.....	51
<b>Tabela 2 (artigo)</b> - Dados normativos sugeridos para o equipamento <i>Smart EP – IHS®</i> quanto às latências absolutas, intervalos interpicos e amplitudes do PEATE, em indivíduos adultos.....	52
<b>Tabela 3 (artigo)</b> - Análise das medidas em milissegundos (ms) para as derivações da orelha direita (C4 –A2 / C3 –A2) e orelha esquerda (C3-A1 / C4-A1), quanto às latências dos componentes Na, Pa, Nb e Pb e interamplitudes Na-Pa e Nb-Pb, na intensidade de 70dBNA.....	53
<b>Tabela 4 (artigo)</b> - Dados normativos sugeridos para o equipamento <i>Smart EP–IHS®</i> para as latências dos componentes Na, Pa, Nb e Pb e interamplitudes de Na-Pa e Nb-Pb, para as derivações C4-A2, C3-A2, C3-A1 e C4-A1, em indivíduos adultos. ....	54
<b>Tabela 5 (artigo)</b> - Valores de latência absoluta e amplitudes dos componentes do PEALL, na intensidade de 75dBNA.....	54
<b>Tabela 6 (artigo)</b> - Dados normativos sugeridos para o equipamento <i>Smart EP–IHS®</i> para as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300, em indivíduos adultos.....	55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASHA	American Speech Hearing Association
ABR	Auditory Brainstem Response
A1	Lóbulo Esquerdo
A2	Lóbulo Direito
CCE	Células Ciliadas Externas
CCI	Células Ciliadas Internas
C3	Hemisfério Esquerdo
C4	Hemisfério Direito
COS	Complexo Olivar Superior
CI	Colículo Inferior
CA	Córtex Auditivo
CGM	Corpo Geniculado Medial
CAP	Córtex Auditivo Primário
Cz	Coronal
daPa	Decapascal
dBnNA	Decibel Nível normal de Audição
dBNA	Decibel Nível de Audição
EP	Evoked Potential
EEG	Eletroencefalografia
EcoG	Eletrococleografia
EE	Estimulação bilateral das orelhas
Fpz	Fronto -parietal
DP	Desvio Padrão
Hz	Hertz
IHS	Intelligent Hearing Systems
IRF	Índice de Reconhecimento de Fala
IC	Implante Coclear
IES	International Electrode System
IRDA	Indicadores de Risco para Deficiência Auditiva
K+	Potássio
KHz	Kilohertz
KΩ	KOhms
LL	Lemnisco Lateral
LRF	Limiar de Reconhecimento de Fala
Ms	Milissegundos
MMN	Mismatch Negativity
MLAEPs	Middle-latency auditory-evoked potentials
Na+	Sódio
NC	Núcleo Coclear
NCPV	Núcleos Cocleares póstero- Ventral
NCD	Núcleo Coclear Dorsal
NCAV	Núcleos Cocleares ântero- ventral
NOS	Núcleos Olivares Superiores
NOSL	Núcleos Olivares Superiores Laterais
OD	Orelha Direita
OE	Orelha Esquerda
OMS	Organização Mundial da Saúde
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PEAML	Potencial Evocado Auditivo de Média Latência
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência

PEAEE	Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável
RN	Recém-nascido
SNAP	Sistema Nervoso Auditivo Periférico
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central
SEC	Segundos
TPAC	Transtorno do Processamento Auditivo Central
TAAC	Treinamento Auditivo Acusticamente Controlado
$\mu\text{V}$	Microvolt
$\mu\text{s}$	Microsiemens

## SUMÁRIO

<b>I.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>II.</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	17
<b>III.</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	18
	II.1. SISTEMA AUDITIVO.....	18
	II.2. ELETROFISIOLOGIA DA AUDIÇÃO.....	28
<b>IV.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	35
	III.1 OBJETIVO GERAL.....	35
	III.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	35
<b>V.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	36
	V.1. DESENHO DO ESTUDO.....	36
	V.2. CASUÍSTICA.....	36
	V.3. SELEÇÃO DOS SUJEITOS.....	36
	V.4. AMOSTRA.....	36
	V.5. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	37
	V.6. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	37
	V.7. DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	37
	V.8. VARIÁVEIS.....	37
	V.9. PROCEDIMENTOS.....	38
	V.9.1. ETAPA 1.....	38
	V.9.2. ETAPA 2.....	39
	V.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	46
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	59
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	60
	<b>APÊNDICES</b>	
	<b>APÊNDICE A</b> - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	65
	<b>ANEXOS</b>	
	<b>ANEXO A</b> – Anamnese Audiológica para indivíduos adultos.....	68
	<b>ANEXO B</b> – Aprovação do Projeto no Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) / Plataforma Brasil.....	71

Os exames eletrofisiológicos são sinais neuroelétricos captados na via auditiva central mediante a apresentação de um estímulo sonoro. Permitem avaliar não apenas a função, mas também a integridade neurofisiológica das vias auditivas, possibilitando o diagnóstico de doenças em otologia, neurologia, entre outras.<sup>1</sup>

Os potenciais evocados auditivos (PEAs) têm sido muito utilizados como para o diagnóstico funcional, uma vez que determinam o limiar de detecção do estímulo acústico e verificam a integridade funcional e estrutural da via auditiva central.<sup>2</sup>

Os potenciais mais utilizados são o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) e o Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL), (P1-N1-P2-N2) e endógenos (MMN e P300).<sup>3</sup> O Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) ainda é pouco utilizado, porém é um método objetivo muito promissor para avaliar disfunções da via auditiva central.<sup>4,5</sup>

A aplicação clínica dos PEAs é extensa. O PEATE é utilizado para o diagnóstico audiológico diferencial entre alterações de origem cocleares e retrococleares; avaliação da maturação da via auditiva de neonatos; detecção de perda auditiva em crianças; avaliar a integridade da via auditiva, entre outras.<sup>6</sup> O PEAML é bastante útil para auxiliar no diagnóstico de TPAC, para verificar o prognóstico do treinamento auditivo acusticamente controlado (TAAC) e avaliar crianças com alterações de linguagem e dificuldade escolar.<sup>7</sup> Já o PEALL é o exame mais utilizado para avaliar o SNAC de crianças pequenas, para avaliar o desenvolvimento cortical e de crianças maiores com suspeita de TPAC, dislexia, TDAH, usuários de Implante Coclear (IC), entre outros.

Os PEAs, portanto, são métodos objetivos importantes para auxiliar no diagnóstico audiológico de diversas patologias que acometem o sistema auditivo.

A utilização dos PEAs é fundamental para o diagnóstico audiológico de diversas patologias. Para isso, faz-se necessário ter equipamentos de excelência para a realização dos exames. Há no mercado brasileiro alguns equipamentos que realizam os PEAs de forma muito eficiente. A maioria dos estudos encontrados dos últimos 5 anos foram realizados com alguns dos principais equipamentos comercializados no Brasil, *Bio-logic Navigator®*, *Masbe Contronic®*, *EP 25 Interacoustics®*.

Atualmente, o equipamento *Smart EP* comercializado pela empresa *Intelligent Hearing System (IHS)®* vem sendo bastante utilizado na rotina clínica e de pesquisa, em um momento em que alguns equipamentos deixaram de ser comercializados.

Dessa forma, diante da falta de um estudo normativo com esse equipamento, principalmente para a pesquisa do PEAML e PEALL na população brasileira, fez-se necessário a realização dessa pesquisa. A empresa fornece valores de referência para o PEATE e PEALL, no entanto, ainda há dúvidas por parte dos audiologistas quanto aos valores de latência e amplitude considerados normais.

Os resultados desse estudo darão subsídios para o segmento do projeto de pesquisa de doutorado que originou a necessidade desse estudo, e para muitos profissionais e pesquisadores da audiológica e otorrinolaringologia, que utilizam esse equipamento no Brasil e sentem falta de valores normativos confiáveis.

O capítulo revisão de literatura foi categorizado por assunto, baseado nos estudos que sustentam a realização desse trabalho, priorizando a exposição clara das ideias. Portanto, a ordem cronológica foi seguida na medida em que permitiu o encadeamento dos assuntos abordados.

O módulo utilizado para apresentar os assuntos foi o desenvolvimento de tópicos, divididos em três capítulos:

- Sistema Nervoso Auditivo Periférico
- Sistema Nervoso Auditivo Central
- Potenciais Evocados Auditivos

#### III.1. SISTEMA AUDITIVO

##### SISTEMA NERVOSO AUDITIVO PERIFÉRICO

O sistema auditivo é constituído por estruturas anatômicas, sensoriais e conexões centrais que são responsáveis pela audição.<sup>8</sup> Ele apresenta uma porção periférica e outra central. A porção periférica compreende as estruturas da orelha externa, orelha média e orelha interna, enquanto a porção central envolve o VIII par craniano - Nervo Vestibulococlear, núcleos das vias auditivas do tronco encefálico, mesencéfalo, córtex auditivo temporal e regiões subcorticais associativas (Figura 1).<sup>9</sup>

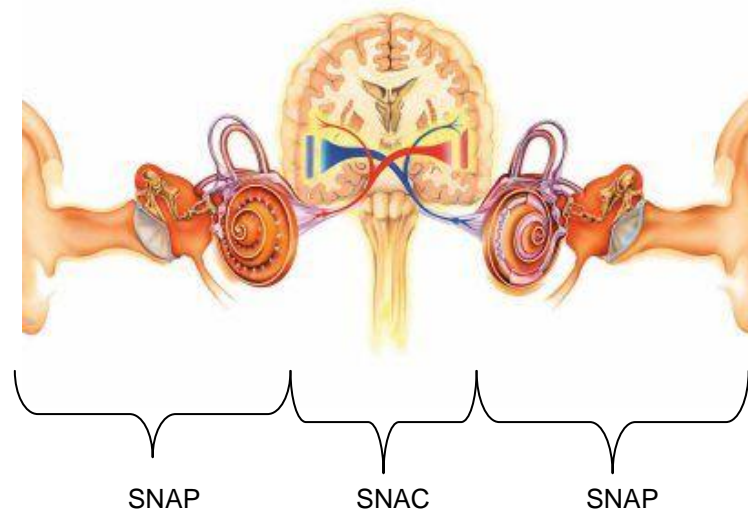


Figura 1. SNAP- Sistema Nervoso Auditivo Periférico; SNAC – Sistema Nervoso Auditivo Central. Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/676032594036639723/visual-search/?x=12&y=6&w=380&h=217>.

Através do SNAP ocorre a captação e a transmissão da onda sonora do pavilhão auricular até o meato acústico externo em direção à membrana timpânica. Na orelha média, o sistema tímpano-ossicular amplifica e transmite a energia sonora em direção à orelha interna.<sup>9,8</sup>

A orelha interna está incrustada na parte petrosa do osso temporal. É composta pelo labirinto ósseo, região preenchida por perilinfa (líquido rico em íon sódio  $\text{Na}^+$ ) e pelo labirinto membranoso, preenchido por endolinfa (líquido com alta concentração de potássio  $\text{K}^+$  e baixa concentração de  $\text{Na}^+$ ).<sup>9,8</sup>

Na região anterior da orelha interna encontra-se a cóclea. A cóclea é um órgão bidimensional, com formato helicoidal e tem aproximadamente 3,5 mm de altura e sua base mede 7,5mm de diâmetro. Apresenta dois giros completos e mais de 2/3 de um giro (Figura 2).<sup>8</sup>



Figura 2. Foto: C. G. Wright, Ph. D., UT Southwestern Medical Center, Dallas, EUA. Fonte: <https://blog.medel.com/pt-br/imagens-da-orelha-no-fundo-da-coclea/>

A região periférica é formada pela cápsula óssea e a porção central é constituída por um eixo ósseo de forma cônica, o modíolo. Nessa região há a passagem dos ramos nervosos e vasculares, provenientes do meato acústico interno.<sup>8</sup>

A cóclea é composta pelo canal espiral situado ao redor do modíolo. Esse canal é dividido em duas porções: na parte superior encontra-se a rampa vestibular e inferiormente localiza-se a rampa timpânica, sendo que ambas são preenchidas por perilinfa. A membrana basilar e a membrana vestibular partem da lâmina espiral fixando-se no ligamento espiral e formam uma terceira rampa preenchida por endolinfa denominada de ducto coclear ou rampa média. Sobre a membrana basilar situa-se o órgão espiral, também denominado como “órgão de Corti”, composto pela membrana

tectória, por células de sustentação e pelas células ciliadas. A membrana tectórica é uma cúpula gelatinosa que entra em contato com os cílios das células ciliadas externas (CCE) durante as vibrações da membrana basilar (Figura 3).<sup>8</sup>

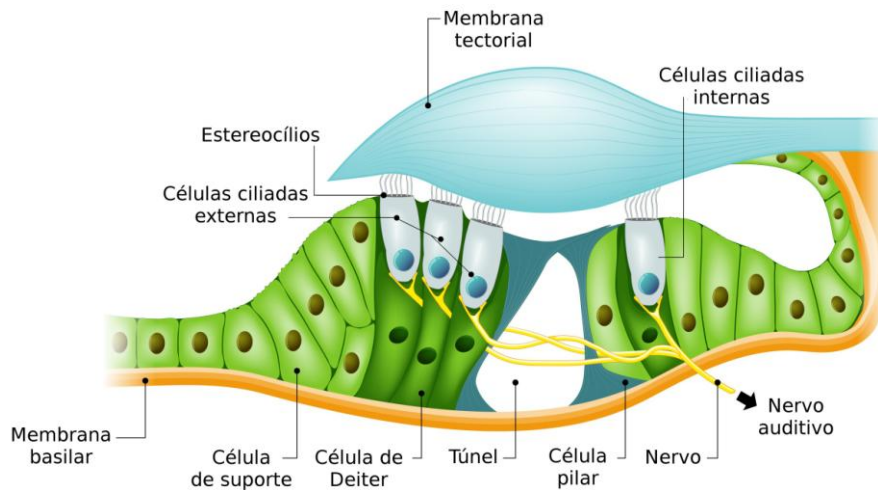


Figura 3. Órgão de Corti (órgão espiral). Ilustração: Designua / Shutterstock.com [adaptado por Silva MA.].  
Fonte: [https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2018/10/orgao-de-corti\\_625630376.jpg](https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2018/10/orgao-de-corti_625630376.jpg)

As células ciliadas são mecanorreceptores sensoriais que transformam ondas sonoras em impulsos nervosos. Há dois tipos de células ciliadas: as células ciliadas externas e as internas.

Há cerca de 14.000 CCEs que apresentam formato cilíndrico, sendo dispostas em três fileiras. Cada célula ciliada tem aproximadamente de 100 a 300 estereocílios, em forma de “V” ou “W” que são inseridos na membrana tectória. As CCE fazem várias sinapses com 5% a 10% de fibras nervosas aferentes no nervo coclear, sendo inervadas por cerca de 1.500 fibras do tipo II amielínicas finas, que fazem sinapse com cerca de cinco a 100 células ciliadas.<sup>10</sup> Elas são responsáveis por amplificar o estímulo sonoro que chega à cóclea e estão relacionadas com os sons menos intensos.

As células ciliadas internas (CCI) são responsáveis pela transdução sensorial. Há em torno de 3.500 células em formato piriforme, e cada uma possui de 50 a 70 estereocílios. As CCI encontram-se dispostas linearmente em uma única fileira e os cílios não entram em contato com a membrana tectória. Elas fazem sinapses com 90 a 95% das fibras aferentes para o nervo coclear, pois são inervadas por cerca de 30.000 fibras cocleares do tipo I, que são fibras mielinizadas, e cada uma faz sinapse com

apenas uma única célula ciliada.<sup>10</sup> Além disso, as CCI apresentam seletividade de frequência.<sup>8</sup>

De acordo com a teoria das ondas viajantes de Georg Von Békèsy (1956), na membrana basilar, as fibras curtas e rígidas que se situam na região basal vibram em frequências altas, enquanto as fibras longas e flexíveis situadas na cúpula vibram em frequências baixas. O deslocamento inicial do estribo na janela do vestíbulo é responsável por desencadear uma onda vibratória na base da cóclea. Esta é amplificada em nível máximo e se dissipa totalmente quando atinge o local na lâmina basilar em que há uma frequência natural de ressonância semelhante à frequência do som correspondente. Sendo assim, a cóclea apresenta uma formação tonotópica, em que cada frequência está relacionada a um local específico no ducto coclear. As frequências altas excitam as células sensoriais da cúpula da cóclea e as frequências baixas excitam as células sensoriais da base da cóclea (Figura 4).<sup>8</sup>

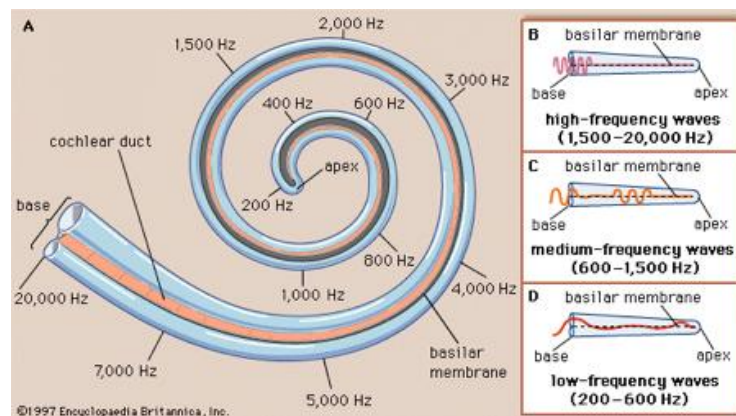


Fig. 4. Tonotopia Coclear. Fonte: Cochlear Implant Help

Dessa forma, as CCEs constituem o amplificador coclear, que através da inclinação dos cílios amplifica o estímulo, o que leva à deflexão dos cílios das CCI. Após receberem o estímulo amplificado, as CCI codificam e transmitem a informação acústica para os núcleos cocleares e em seguida para o córtex auditivo.<sup>8</sup>

### SISTEMA NERVOSO AUDITIVO CENTRAL

O SNAC inicia-se a partir do momento em que potenciais de ação tenham sido gerados no ramo coclear do nervo auditivo e a atividade elétrica progride para o córtex. O SNAC é composto por vias ascendentes ou aferentes, que levam a informação do SNAP para o córtex, e por vias descendentes ou eferentes que trazem informações vindas do córtex e passam pelo tronco encefálico em direção ao SNAP.<sup>11</sup>

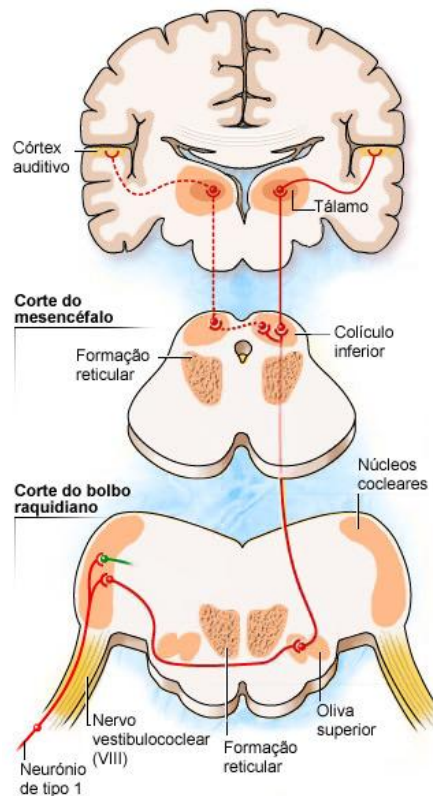


Figura 5. Fonte: <http://www.cochlea.eu/po/cerebro-auditivo>

O sistema auditivo apresenta uma série de vias que conectam os mecanorreceptores sensoriais localizados na cóclea a neurônios distribuídos em vários centros do bulbo raquidiano, da ponte, do mesencéfalo, do tálamo e do córtex cerebral. A via auditiva é bilateral em grande parte, devido a sua decussação parcial em vários níveis ao longo do trajeto (Figura 5).<sup>10</sup>

Assim como na cóclea, o SNAC também apresenta organização tonotópica. Em todos os níveis da via auditiva encontramos pelo menos uma representação tonotópica, que preserva a representação das frequências temporais do estímulo sonoro ao longo da cóclea. Os mapas tonotópicos apresentam em cada região um núcleo auditivo subcortical ou uma área auditiva no córtex cerebral que é estimulada por estímulos acústicos de uma determinada frequência temporal. No complexo olivar superior (COS), a localização da fonte sonora começa a ser mapeada no plano horizontal na região neural de forma detalhada, sobrepondo-se a representação tonotópica.<sup>10</sup>

Sendo assim, as estruturas que compõem a via auditiva central são: os núcleos cocleares (NC), os núcleos olivares superiores (NOS), o lemnisco lateral (LL), o colículo inferior (CI), o corpo geniculado medial (CGM), as radiações auditivas e o córtex auditivo (CA), no giro transversal de Heschl.<sup>12</sup>

- **VIII par craniano – Nervo Vestibulococlear**

O ramo auditivo do *VIII par craniano* é formado por fibras do tipo I, que são mielinizadas e estão conectadas as CCI, e por fibras do tipo II, que são amielínicas e são conectadas as CCEs. As fibras do tipo I compõem 95% do nervo, e todas essas fibras entram no tronco encefálico pela parte lateral posterior a *junção pontomedular* e se projetam para o NC.<sup>11</sup>

Os axônios presentes no NC seguem para três núcleos distintos do *bulbo raquidiano*, no qual cada um contém um mapa da cóclea que preserva a tonotopia: *núcleos cocleares ântero-ventral (NCAV)*, *póstero-ventral (NCPV)* e *dorsal (NCD)*.<sup>10</sup>

- **Núcleos Cocleares (NC)**

Os NC são as únicas estruturas do tronco encefálico com informação ipsilateral, proveniente da cóclea através do ramo auditivo do VIII par craniano.

As projeções do NCAV seguem, por meio do *corpo trapezoide*, para os NC do COS e núcleos do corpo trapezoide, ipsi e contralateralmente, região onde ocorre o processamento responsável pela localização sonora, sendo assim uma via binaural. Os neurônios do NCAV projetam em direção ao COS de ambos os lados da ponte, onde há circuitos específicos responsáveis pela localização espacial das fontes sonoras, tanto pela comparação da diferença interauricular temporal para as frequências temporais graves quanto para as frequências temporais altas.<sup>10,11</sup>

As projeções do NCPV são ipsi e contralaterais e se dirigem para o COS, *núcleos periolivares* e núcleos do LL, enquanto as fibras do NCD ascendem para o núcleo central do *colículo inferior* pela *estria acústica dorsal* e LL. Os neurônios dos NCPV e NCD apresentam propriedades temporais mais complexas, por participarem da codificação dos padrões temporais dos estímulos acústicos, o que contribui para a identificação das propriedades qualitativas dos sons, realizada pelos centros auditivos superiores.<sup>11</sup>

- **Complexo Olivar Superior (COS)**

O COS é um conjunto de núcleos situados na ponte, que recebem aferências auditivas dos NC ipsi e contralaterais. No COS ainda há a manutenção da organização tonotópica, semelhante ao NC. No entanto, é uma região complexa de transmissão da

informação sonora, sendo a primeira estação que ocorre a audição binaural. O COS é responsável pela integração e interpretação binaural dos estímulos acústicos. Além disso, integra as diferenças de tempo e intensidade, contribuindo para a localização espacial do som. Durante a utilização do mascaramento na realização da audiometria tonal liminar, o COS é fundamental para que o indivíduo perceba a diferença no nível de mascaramento. Isso é feito por meio de pistas temporais que ocorrem no COS, como as modificações na fase do estímulo.<sup>11</sup>

- **Lemnisco Lateral (LL)**

O LL é a primeira via por onde trafegam as informações auditivas aferentes e eferentes. No LL existem dois grupos principais de células: os núcleos dorsal e central e um núcleo intermediário do LL. Do NCD do lado contralateral e do NCV, de ambos os lados do tronco encefálico, originam os impulsos elétricos aferentes do dos núcleos dorsal e ventral.<sup>11</sup>

Assim como o NC e o COS, o LL também define a organização tonotópica. Os neurônios do LL respondem essencialmente as altas frequências e recebem aferências oriundas do núcleo olivar superior lateral (NOSL), além de enviarem informações inibitórias e excitatórias para o colículo inferior (CI).<sup>11</sup>

- **Colículo Inferior (CI)**

O CI é dividido em duas porções: o núcleo central, composto em sua totalidade por fibras auditivas e o núcleo pericentral, que também envolve o núcleo central, porém é formado principalmente por fibras somatossensoriais e auditivas.<sup>11</sup>

As fibras auditivas são oriundas do LL e dos núcleos centrais auditivos inferiores e fazem sinapses com o CI. Apresenta organização tonotópica, além um elevado nível de resolução de frequência. Além disso, tem papel importante na habilidade auditiva de localização sonora, uma vez que possui neurônios sensíveis a estimulação binaural e as modificações de espaço e tempo.<sup>11</sup>

O CI é um núcleo obrigatório para a transmissão das informações acústicas aos centros auditivos superiores, por meio de uma comissura que permite a comunicação entre o CI direito e esquerdo. As fibras que partem dessa comissura permitem o cruzamento dos impulsos auditivos monoaurais e binaurais. Além disso, no CI ocorre a modulação e integração de informações de vários sistemas sensoriais, como no caso dos reflexos auditivos – visuais. No sistema auditivo, acredita-se que o CI seja

responsável pelo processamento auditivo que interfere no comportamento de um indivíduo.<sup>11</sup>

- **Corpo Geniculado Medial (CGM)**

O CGM é dividido em região ventral, dorsal e medial. A divisão ventral se relaciona com a transmissão específica de discriminação para o CA, enquanto a divisão dorsal e medial projeta neurônios para as áreas associativas do córtex auditivo e funciona como um sistema de alerta multissensorial.<sup>11</sup>

Os impulsos nervosos que chegam ao CGM são na sua totalidade ipsilaterais, vindos do CI, mas também pode receber informações do CI contralateral e do CGM oposto.<sup>11</sup>

Quanto à organização tonotópica, ela é descrita na divisão ventral do CGM, sendo que as frequências baixas são representadas lateralmente e as altas na porção média. O CGM tem neurônios sensíveis à estimulação binaural e as diferenças interaurais relacionadas com a intensidade sonora. O córtex auditivo primário recebe informações do CGM ventral ipsilateral e a via auditiva aferente se projeta da região do tálamo para o córtex auditivo, através de neurônios do CGM.<sup>11</sup>

- **Formação Reticular (FR)**

A FR é formada por um conjunto de células e fibras nervosas que ocupam toda a região central do tronco encefálico até o *mesencéfalo*.<sup>11</sup>

Ela influencia quase todos os setores do SNC. No entanto, a principal função da FR é controlar a atividade eletrocortical, ou seja, os estados de sono e vigília. No sistema auditivo, a formação reticular pode ser responsável pela habilidade de ouvir na presença de ruído.<sup>11</sup>

- **Córtex Auditivo e áreas associativas**

Os primeiros estudos que buscaram compreender e relacionar a estrutura e a função cortical do lobo temporal à percepção auditiva e com a linguagem foram realizados por Paul Broca (1824-1880) e Carl Wernicke (1848-1904).<sup>13</sup>

O *córtex auditivo primário* (CAP) situa-se nos *giros transversos de Heschl* (Fig.5) Além disso, há dois giros transversos escondidos no *sulco silviano*, coberto por porções dos *opérculos frontal e parietal* e *giro temporal superior*. Na porção caudal aos giros

transversos encontra-se uma área lisa, denominada de *plano temporal*, que normalmente é maior do lado esquerdo do que no direito.<sup>13</sup>

O CA é dividido em CAP (áreas 41 e 42 de Brodmann) e em córtex auditivo associativo (áreas 22 e 52 de Brodmann) (WILCOX & ARTZ, 2007). Nas áreas 41 e 42 encontram-se conectadas com a divisão anterior e posterior do CGM, respectivamente. Através do *corpo caloso*, no qual cada área auditiva se conecta as áreas recíprocas no outro hemisfério cerebral.<sup>13</sup>

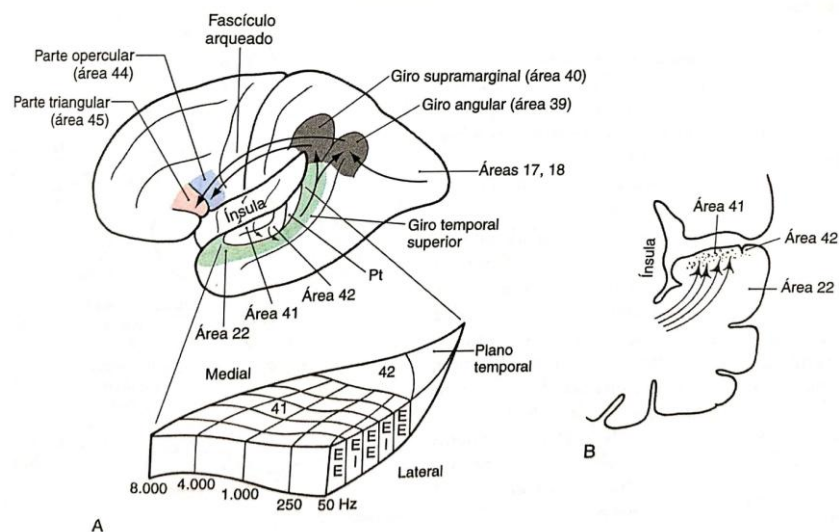


Figura 6. A organização das áreas auditivas corticais. Localização e interconexões das áreas auditivas corticais (A) e do córtex granular na área 41 (B) e as colunas ortogonais de isofrequência e de resposta binaural no córtex auditivo primário (detalhe de A). Fonte: Henkel, 2006, livro: Neurociência Fundamental para aplicações básicas e clínicas.

As células corticais e as fibras aferentes se organizam tonotopicamente, formando uma série ordenada de colunas de isofrequência por todo o córtex auditivo primário. As frequências agudas são representadas na porção medial e as frequências graves na porção lateral.<sup>13</sup>

Essas colunas de isofrequência apresentam uma subfração formada por células que são excitadas pela estimulação bilateral das orelhas (EE), e que se alternam com uma subfração composta por células que são excitadas na orelha contralateral e inibidas pela orelha ipsilateral (Figura 6).<sup>13</sup>

A atividade neural do córtex auditivo primário depende das características do estímulo: frequência, intensidade e localização do estímulo no espaço. A atividade funcional desta região é diretamente influenciada pelo estado de atenção do sujeito (vigília, sono).<sup>14</sup>

O *córtex auditivo associativo* compreende o córtex auditivo primário e está conectado a este pelo *fascículo arqueado*, localizando-se na região posterior do *giro temporal superior* (área 22 de Brodmann). Essa área recebe conexões do córtex auditivo primário, além de receber informações visuais e somestésicas. A área 22 de Brodmann foi descrita por Carl Wernicke (1848-1904) tornando-se conhecida como área de *Wernicke*, região importante de recepção da fala, que pode ser até sete vezes maiores no hemisfério esquerdo em relação ao direito. Lesões na área 22 ocasionada pela oclusão de ramos da *artéria cerebral média* ocasiona uma afasia auditiva (afasia de Wernicke), que compromete a compreensão de fala. A habilidade auditiva de discriminação de sons não verbais na maioria dos casos não é comprometida.<sup>13</sup>

O córtex associativo também se estende para o *lóbulo parietal inferior*, que é formado pelo giro angular (área 39 de Brodmann) e pelo *giro supramarginal* (área 40 de Brodmann). Ambas as áreas são importantes para vários aspectos da linguagem, principalmente para as habilidades de leitura e escrita.<sup>13</sup>

As áreas 44 e 45 de Brodmann, também conhecidas com área de Broca foram descritas por Paul Broca e são áreas responsáveis pela fala e linguagem expressiva. Encontram-se localizadas na *parte opercular* e na *parte triangular do giro frontal inferior* e se conectam com o córtex auditivo primário e de associação através do *fascículo arqueado*. Lesão nessas áreas decorrentes de isquemia nos ramos da artéria cerebral média ocasiona alterações na compreensão dos sons verbais e não verbais, além de prejudicar a fluência de fala do indivíduo.<sup>13</sup>

- **Tálamo**

O *tálamo* não é descrito na literatura como parte do SNAC. No entanto, algumas informações sobre ele fazem-se necessárias nesse capítulo, uma vez que, por receber informações de todas as regiões inferiores do SNC, o PEAML tem respostas geradas por essa região.<sup>15</sup>

O tálamo é composto por um grande conjunto de neurônios que participam de uma ampla gama de funções relacionadas com os sistemas motor, sensorial e límbico.<sup>16</sup>

Comumente, os neurônios talâmicos eferentes tendem a se projetar para o córtex, uma vez que pouquíssimas informações atingem o córtex sem antes serem processadas pelos neurônios talâmicos.<sup>16</sup>

O tálamo é dividido em quatro grupos celulares principais: nucleares anterior, medial, lateral e intralaminar. As células dos núcleos talâmicos anteriores, mediais, laterais se projetam em direção ao lobo temporal.<sup>16</sup>

## **III.2. ELETROFISIOLOGIA DA AUDIÇÃO**

### **POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO**

Desde 1940 com o desenvolvimento dos sinais de EEG (Eletroencefalograma), a captação de sinais elétricos do cérebro humano se aprimorou e uma gama de sinais de EEG de foram surgindo. O advento da tecnologia computacional permitiu o desenvolvimento de potenciais evocados com alta reprodutibilidade, que representam a atividade elétrica dos centros corticais e subcorticais, atividade esta desencadeada por estímulos sensoriais.<sup>17</sup> Dessa forma, a realização de exames utilizando técnicas não invasivas se tornou uma realidade também dentro da audiologia.

Inicialmente, pesquisadores tentaram avaliar a audição de bebês e de crianças que não respondiam para a avaliação comportamental utilizando o ECoG (Eletrococleografia). Com o descobrimento do ABR - *Auditory Brainstem Response* em 1970 foi possível captar representações mensuráveis da função auditiva de indivíduos em todas as faixas etárias.<sup>18</sup>

Os potenciais evocados auditivos (PEAs) são respostas neuroelétricas evocadas por um estímulo acústico. Comumente são classificados de acordo com a origem anatômica, no qual as respostas são desencadeadas. Podem ser obtidos na orelha interna, no nervo auditivo, além de regiões centrais, incluindo o córtex auditivo.<sup>18</sup>

Quanto à classificação desses potenciais, há uma variação entre os diferentes autores, porém a mais aceita é a classificação em função da latência, por apresentar consistência de tempo e alta replicabilidade das respostas.<sup>6</sup> Dessa forma, podem ser classificados como PEAs de curta, média e longa latência.

Atualmente, a avaliação audiológica realizada através dos PEAs permite diagnósticos funcionais precisos e confiáveis que evidenciam alterações clínicas e subclínicas da via auditiva central, contribuindo para o delineamento do prognóstico e do processo de intervenção quando necessário.<sup>19</sup>

## POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO COM ESTÍMULO DO TIPO CLIQUE – CURTA LATÊNCIA

O potencial evocado auditivo mundialmente conhecido por médicos e demais profissionais da saúde é o ABR - *Auditory Brainstem Response*. No Brasil, a Academia Brasileira de Audiologia (ABA) sugeriu a nomenclatura PEATE - Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico.<sup>19</sup>

O PEATE é um potencial de curta latência por ocorrer nos primeiros 10 ms após a estimulação acústica.<sup>19</sup> Refere-se ao registro de respostas bioelétricas que ocorrem da orelha interna até o tronco encefálico mediante a apresentação de um estímulo acústico. É um exame objetivo e não invasivo, que pode ser utilizado para o diagnóstico audiológico diferencial entre alterações de origem cocleares e retrococleares; avaliação da maturação da via auditiva de neonatos; detecção de perda auditiva em crianças; avaliar a integridade da via auditiva, a obtenção dos limiares eletrofisiológicos, entre outras.<sup>6</sup>

A estimulação acústica possibilita a análise da sincronia neural, que é a habilidade do SNC de responder a estimulação externa, de forma sincrônica, através do recrutamento de uma ampla gama de neurônios simultaneamente.<sup>20</sup>

A pesquisa do PEATE possibilita a obtenção de sete ondas, expressas em algarismos romanos. Cada onda representa a despolarização neuronal de uma região anatômica específica. A onda I refere-se à despolarização dos neurônios situados na porção distal do NA; a onda II é gerada na região proximal do NA; onda III obtida nos neurônios que emergem dos NC; IV e V originam-se no LL superior ipsi e contralateral e ondas VI e VIII originadas nos potenciais mesencefálicos.<sup>1</sup> Logo após o aparecimento da onda V, observa-se o surgimento de um grande potencial, denominado de *slow negative 10* (SN10), que se refere à despolarização do CI.<sup>21</sup>

Entretanto, observamos na rotina clínica o aparecimento das cinco primeiras ondas.<sup>6</sup> Para a análise, consideramos apenas a latência absoluta das ondas I, III e V por serem ondas com amplitudes consistentes e de alta reprodutibilidade. Não obstante, também é feita a análise interaural da onda V, que não deve ser igual ou menor que 0,3 ms e dos valores de latências interpicos I-III, III-V e I-V. O segmento I-III envolve a condução neural do NA e uma sinapse entre o NA e os NC; o interpico III-V reflete a condução axonal entre os NC e o LL, porção superior. O segmento I-V envolve a condução neural, axonal e sináptica das regiões mais altas do tronco encefálico.<sup>1</sup>

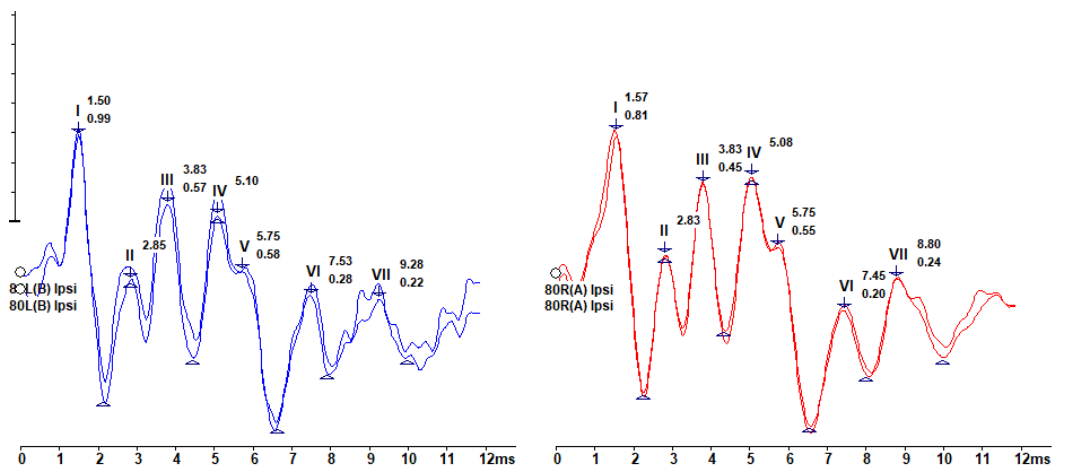


FIGURA 7. PEATE realizado por estímulo clique na intensidade de 80dBnNA, em adulto, com audição normal. Traçado da pesquisadora

Alteração na diferença interaural, ausência das ondas I-III, com presença de onda I, ausência das ondas III e V, com presença da onda I, ausência das ondas I, III e V com limiares presentes de 2 a 4KHz e aumento nas latências dos interpícos, principalmente I-V, são sinais de alterações retrococleares.<sup>22,4</sup>

Cada equipamento traz em seu manual o valor de normalidade das latências absolutas e intervalos interpícos para as diferentes faixas etárias. No entanto, vários pesquisadores buscam estudar os valores normativos do PEATE em diferentes populações para definir padrões de normalidade para cada equipamento de PEA. No Brasil, há poucos estudos de normatização realizados em diferentes faixas etárias com o equipamento *Smart EP-IHS*.

Em estudo realizado com o equipamento *Smart EP-IHS*, 60 indivíduos com audição normal, na faixa etária entre 9 e 66 anos, passaram por uma investigação das vias auditivas do tronco encefálico, quanto ao sexo, idade e orelha direita e esquerda. Os resultados demonstraram diferença significativa entre os valores de latências entre homens e mulheres e de acordo com sexo e idade. Não foram observadas diferenças quanto à orelha. Comparando-se com os valores de normalidade obtidos no estudo com os sugeridos pelo equipamento, verificou-se diferença entre eles.<sup>23</sup>

Outro estudo de normatização para o *Smart EP – IHS* foi desenvolvido com 40 recém-nascidos no primeiro mês de vida que passaram na triagem auditiva neonatal e sem Indicadores de Risco para Deficiência Auditiva (IRDAs). O estudo permitiu aos

pesquisadores estabelecer valores de normalidade para serem utilizados no diagnóstico audiológico de bebês que possam apresentar alterações.<sup>24</sup>

As latências absolutas e intervalos interpicos do PEATE em 80 bebês recém-nascidos (RN) pré-termo em relação à idade pós-conceptual e em RN a termo e aos seis meses de idade com audição normal, foram avaliadas para estabelecer um padrão de normalidade nessas duas faixas etárias. O equipamento utilizado foi o *Smart EP – IHS* e o estímulo empregado foi o clique, na polaridade rarefeita em 27.7 cliques por segundo. O estudo demonstrou valores de latências similares com os estudos internacionais realizados na mesma população e em outros equipamentos.<sup>25</sup>

Em 2017 um estudo com 20 indivíduos com audição normal foi realizado para determinar os valores normativos do PEATE no equipamento Smart EP IHS. Os resultados mostraram um aumento nas latências médias das ondas I, III e V conforme a diminuição da intensidade do estímulo. As latências interpicos foram consistentes em todas as intensidades pesquisadas.<sup>26</sup>

Outros estudos<sup>27,28</sup> também utilizaram o *Smart EP – IHS®* entretanto não tiveram o objetivo de estabelecer valores de normalidade.

## **POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE MÉDIA LATÊNCIA**

Conhecido internacionalmente como *Middle-latency auditory-evoked potentials – MLAEPs* e no Brasil como PEAML, esse potencial é uma resposta da via auditiva de latência média gerada a partir da estimulação acústica. Ocorre aproximadamente entre 15 a 70 ms, e apresenta papel importante para estimar os limiares auditivos e avaliar lesões e disfunções do SNAC, como nos casos de Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC).<sup>29,15</sup>

As estruturas anatômicas que participam da aquisição de respostas do PEAML são: o CI, as vias talâmicas, o CAP e as áreas associativas. Mas, especificamente, a FR, cápsula interna, globo pálido, putâmen, insula e giro de Heschl.<sup>15</sup>

O PEAML é um potencial sensorial e exógeno que varia em função das características físicas do estímulo – frequência, duração e intensidade.<sup>5</sup>

As respostas são representadas em uma sequência de ondas negativas (N) e positivas (P). No registro são representadas pelos componentes Na, Pa, Nb e Pb, representação introduzida por Goldstein & Rodman (1967) e utilizada universalmente

até os dias atuais.<sup>15</sup> Esses componentes são maiores em amplitudes e muito consistentes.<sup>30</sup>

As ondas Na-Pa-Nb são mais consistentes, enquanto a onda Pb é altamente variável e pode não aparecer mesmo em indivíduos normais.<sup>31,32</sup>

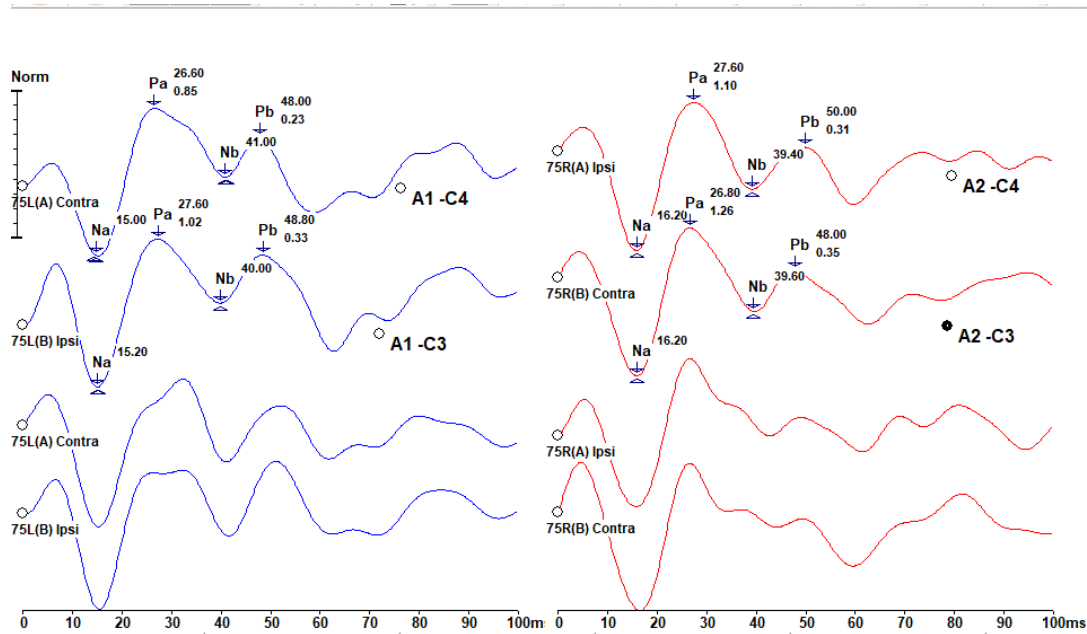


Figura 8. PEAML realizado por estímulo clique na intensidade de 70dBnNA, em adulto, com audição normal. Traçado da pesquisadora.

A análise do PEAML é feita através dos valores de latências de cada componente e pela análise da interamplitude do complexo Na-Pa. Além disso, há a verificação da ocorrência de efeito orelha e efeito eletrodo, que são alterações importantes observadas no PEAML.<sup>33</sup>

A aplicação clínica do PEAML é bastante útil para a investigação de alterações das vias talamocorticais e da via auditiva até a chegada ao córtex auditivo.<sup>5</sup> O potencial vem sendo empregado para auxiliar no diagnóstico de TPAC e para verificar o prognóstico do treinamento auditivo acusticamente controlado (TAAC).<sup>7</sup> Além disso, há estudos que utilizaram as respostas de média latência para avaliar crianças com alterações específicas de linguagem, crianças com dificuldades de aprendizagem, o efeito da estimulação pelo uso do implante coclear (IC), monitoramento intraoperatório, entre outros.<sup>34,35,36,37</sup>

No Brasil, o PEAML é mais utilizado em estudos científicos em diferentes patologias como já citado acima. Na prática clínica, por ser um exame relatado como de difícil execução, poucos audiologistas utilizam as respostas de latência média para

avaliar o SNAC. Dessa forma, estudos de padronização são escassos, e estudos em que o PEAML foi realizado no equipamento *Smart EP- IHS* não foram encontrados.

Um estudo de padronização do PEAML foi realizado com 50 indivíduos adultos, na faixa etária de 18 a 30 anos, utilizando o equipamento *EP 25* da marca *Interacoustics*. O estudo estabeleceu um padrão de respostas que possibilitou ao grupo a realização de estudos posteriores em pacientes com alterações.<sup>38</sup>

A latência e amplitude dos componentes do PEAML foram analisadas em 25 indivíduos sem alterações audiológicas, utilizando o equipamento da marca *Bio-logic*, modelo *Traveller-Express®*, com o programa EP317. Os pesquisadores estabeleceram critérios de normalidade para esse equipamento e ressaltaram a importância de realizar outros estudos para a padronização, uma vez que o PEAML vem sendo utilizado na determinação de diagnósticos audiológicos mais precisos.<sup>39</sup>

### **POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA**

O PEALL é composto pelas ondas sequenciais P1, N1, P2 e N2 que se situam entre 50 e 300 ms.<sup>3</sup> São classificadas como componentes sensoriais e exógenos, uma vez que sofrem influência das características do estímulo acústico como intensidade, duração e frequência. Especificamente, o complexo P1-N1-P2 evidencia a chegada do estímulo sonoro ao córtex auditivo e o início do processamento cortical, sendo muito importante para verificar se o sinal acústico foi recebido adequadamente.<sup>40</sup> A onda N2 é considerada um componente misto relacionado com a discriminação do estímulo sonoro e atenção passiva.<sup>41,42</sup>

Descrito pela primeira vez por Sutton et al.<sup>43</sup>, o P300 é um componente endógeno que ocorre entre 300 e 500ms e reflete a atividade das áreas auditivas corticais relacionadas com as habilidades de discriminação, integração e memória. As principais áreas anatômicas envolvidas são hipocampo, córtex auditivo e o córtex frontal.<sup>18</sup> Ao contrário dos componentes exógenos que são desencadeados de forma passiva e reflexa, o P300 depende da realização de uma tarefa cognitiva de discriminação do estímulo sonoro raro que surge entre os estímulos frequentes.<sup>40</sup> Importante ressaltar que o PEALL pode ser realizado empregando-se o *paradigma Oddball* ou estímulo de fala.<sup>40</sup>

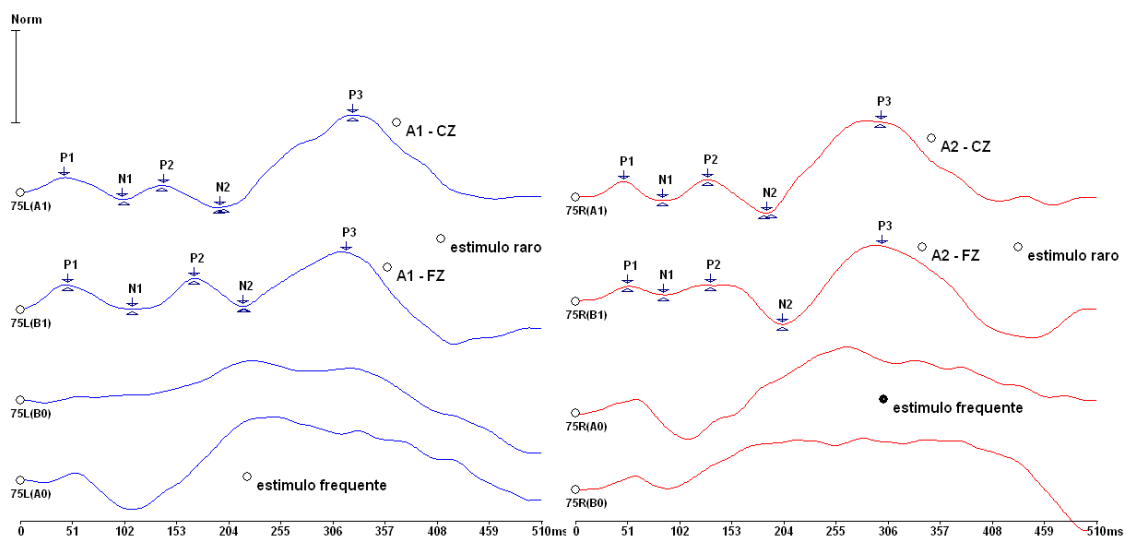


Figura 9. PEALL realizado por estímulo *tone burst* e *paradigma oddball* na intensidade de 75dBnNA, em adulto, com audição normal. Traçado da pesquisadora.

A aplicação clínica do PEALL é extensa, sendo possível encontrar na literatura um número expressivo de estudos em empregaram o PEALL nas mais diversas patologias, que podem acometer do sistema auditivo.<sup>3</sup>

Um estudo utilizando o equipamento *Smart EP -IHS*, para padronizar as respostas eletrofisiológicas do P300 foi feito em 33 sujeitos adultos com idade entre 18 e 50 anos, de ambos os sexos, com audição dentro dos padrões de normalidade. Os resultados demonstraram que a latência absoluta do P300 variou entre 246 ms a 361 ms, sendo maior no gênero masculino, em pessoas com doenças metabólicas associadas e com aumento significativo em função da idade.<sup>44</sup>

Outra pesquisa avaliou as latências dos componentes do PEALL em 32 adolescentes entre 13 a 18 anos. As medidas foram coletadas utilizando o equipamento *Smart EP -IHS*. O estudo não teve por objetivo padronizar valores de referência, mas comparar os resultados entre adolescentes com e sem repetência escolar.<sup>42</sup>

### IV .1. GERAL

Normalizar os valores das latências e amplitudes dos potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência em adultos com audição normal.

### IV. 2. ESPECÍFICOS

- Analisar as latências absolutas, latências interpicos e amplitudes obtidas no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico.
- Analisar as latências dos componentes Na, Pa, Nb e Pb, e mensurar a interamplitude dos complexos Na-Pa e Nb-Pb do Potencial Evocado Auditivo de Média Latência.
- Analisar as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência.

### V.1. DESENHO DO ESTUDO

Estudo de caráter transversal. Os dados foram coletados na Audioclínica – Instituto da Audição e do Equilíbrio, na cidade de Londrina, Paraná.

### IV. 2. CASUÍSTICA

Participaram do estudo 33 indivíduos (66 orelhas) de ambos os sexos, na faixa etária de 18 a 55 anos, com limiares auditivos normais, segundo critérios estabelecidos pela Organização mundial da Saúde (OMS) <sup>45</sup>, sem alterações na Imitanciometria<sup>46</sup>, sem queixas auditivas, de compreensão de fala, memória e atenção e sem alterações na avaliação do processamento auditivo central.

Todos os pacientes realizaram a avaliação audiológica básica, exame do processamento auditivo central e avaliação eletrofisiológica da audição.

### V.3. SELEÇÃO DOS SUJEITOS

A seleção dos sujeitos foi feita por amostragem de conveniência.

Os sujeitos foram incluídos no estudo com base na anamnese audiológica (ANEXO I) na avaliação audiológica básica e no exame do processamento auditivo central. Posteriormente, atendidos todos os critérios de inclusão e exclusão, os pacientes foram selecionados para compor a amostra.

Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o que permitiu a participação dos sujeitos no estudo.

### V.4. AMOSTRA

O tipo de amostragem utilizado foi o de conveniência. Os indivíduos foram convidados por e-mail a participarem do estudo. O e-mail foi enviado à lista de alunos da comunidade acadêmica da UEL. Participaram do estudo 147 indivíduos, dos quais apenas 33 sujeitos foram aptos a participarem da amostra, com base nos critérios de inclusão e exclusão. Para o PEATE, participaram do estudo 43 indivíduos (86 orelhas), pois houve a soma 10 indivíduos que participaram da calibração biológica aos 33 selecionados para o estudo. Importante ressaltar, que esses 10 indivíduos foram incluídos, pois atenderam aos critérios de inclusão estabelecidos para o estudo.

## **V.5. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO**

Os critérios de inclusão foram:

- Indivíduos de ambos os sexos, com idade entre 18 e 55 anos.
- Estar em bom estado de saúde;
- Meatoscopia normal;
- Avaliação auditiva com limiares auditivos normais no momento da avaliação<sup>45</sup>
- Timpanometria tipo A com compliância entre 0.3 e 1.5 ml e pico dentro de -100 a + 20daPA e com presença de reflexos acústicos ipsilaterais e contralaterais nas duas orelhas.<sup>46</sup>
- Sem queixas de dificuldade na compreensão de fala no silêncio e no ruído, dificuldade de memória auditiva e/ou queixa de desatenção.
- Exame do Processamento auditivo central dentro da normalidade.

## **V.6. CRITERIOS DE EXCLUSÃO**

Os sujeitos com transtornos mentais, neurológicos, síndromes genéticas, doenças neurodegenerativas, com histórico otológico de alteração ou patologia de orelha média, com diabetes do tipo I ou II, hipertensão, que foram submetidos a terapia fonoaudiológica, que fizeram ou fazem o uso de drogas e/ou álcool foram excluídos do estudo.

## **V.7. DELINEAMENTO DO ESTUDO**

Os indivíduos passaram por uma anamnese audiológica e inspeção do meato acústico externo, para verificar se havia ou não queixas relacionadas à audição e observar possíveis impedimentos para a realização do exame. Todos foram avaliados através da avaliação audiológica básica, composta pela audiometria tonal limiar e logoaudiometria e pelas medidas de imitância acústica (timpanometria) e pesquisa dos reflexos acústicos estapedianos ipsilaterais e contralaterais.

Posteriormente, todos foram submetidos à avaliação do processamento auditivo central e à avaliação eletrofisiológica, composta pelo PEATE, PEAML e PEALL.

## **V.8. VARIÁVEIS**

Os participantes foram analisados considerando-se a seguinte variável:

- Orelha: direita e esquerda

## V.9 PROCEDIMENTOS

A avaliação auditiva foi composta por duas etapas:

### V.9.1. ETAPA 1

**Anamnese audiológica:** foi realizada com o próprio participante para obtenção de dados de identificação como nome, idade, escolaridade, data de nascimento, queixas auditivas, passado otológico e estado de saúde geral. (ANEXO I)

**Meatoscopia:** Foi realizada a inspeção do meato acústico externo, para confirmar a ausência de obstrução com o otoscópio marca *Rieste*.

**Imitanciometria (timpanometria e pesquisa dos reflexos acústicos):** A timpanometria foi realizada no equipamento OTOFLEX 100 da marca *Otometrics* e com sonda com tom de 226Hz. Foram incluídos no estudo sujeitos que apresentem pico de máxima compliância ao redor da pressão atmosférica de 0 daPa e volume equivalente de 0.3 e 1.3 ml. Os reflexos acústicos ipsilateral e contralateral foram pesquisados em ambas as orelhas nas frequências sonoras de 500Hz, 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz.

**Audiometria tonal limiar:** Os pacientes foram acomodados em uma cadeira dentro de uma cabina acústica e foram instruídos quanto aos procedimentos do teste. Foi utilizado o audiômetro MADSEN ITERA II, da marca *GN Otometrics*, de dois canais, calibrado no padrão ANSI-69 e fones supra-aurais TDH39, como transdutor dos estímulos. Foram pesquisados os limiares auditivos por via aérea nas frequências de 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 3000Hz, 4000Hz, 6000Hz e 8000Hz. Foram considerados limiares auditivos normais até 25dBNA.<sup>45</sup>

**Logoaudiometria:** Composta por dois procedimentos:

**Limiar de Reconhecimento de fala (LRF):** foi apresentada a viva voz ao indivíduo uma lista de trissílabos e adotado como resultado a intensidade em que o participante acertou 50% das palavras apresentadas.

**Índice de Reconhecimento de Fala (IRF):** Foram acrescidos 30dB acima do limiar tonal da média de 500, 1000 e 2000Hz para realização do teste com uma lista de palavras monossilábicas balanceadas foneticamente <sup>47</sup>, e que foram apresentadas

ao indivíduo por meio de gravação. Foram consideradas respostas normais uma porcentagem de acertos entre 88 a 100%.

**Avaliação do Processamento Auditivo central:** Os testes da avaliação do PAC foram constituídos por estímulos verbais e não verbais apresentados por meio de CDs, de acordo com os descritos por Pereira & Schochat (1997 e 2011)<sup>48,49</sup> e Auditec (1997)<sup>50</sup>. Os procedimentos de escolha dos testes obedeceram aos padrões sugeridos no AAA Clinical Guide (2010)<sup>51</sup>. A Avaliação foi composta pelos seguintes testes: Teste de fala no ruído (TFR); teste dicótico de dígitos (TDD) separação e interação binaural, teste padrão de frequência (PPS), RGDT – Random Gap Test Detection e MLD - Masking Level Difference.

## V.9.2. ETAPA 2

### Avaliação Eletrofisiológica

A avaliação eletrofisiológica foi realizada com o equipamento SMART – EP da marca *Intelligent Hearing Systems* (IHS) e com transdutores Insert (ER – 3A, Natus Medical, em uma sala acústica e eletricamente preparada). Os indivíduos foram acomodados em uma poltrona reclinável e em posição confortável. Antes de iniciar a coleta, a pele de cada sujeito foi limpa por meio de uma pasta abrasiva *Nuprep*, da marca *Weaver and Company*, nos locais onde os eletrodos da *Solidor* foram fixados. Em seguida, os eletrodos foram fixados utilizando-se a pasta eletrolítica Tem 20 da marca *Weaver and Company* para melhorar a condutividade elétrica.

Os pacientes foram orientados a manter os olhos fechados durante a avaliação para evitar artefatos, porém despertos. Todas as avaliações foram realizadas monoauralmente em duas condições: avaliação da orelha direita e avaliação da orelha esquerda.

A montagem dos eletrodos seguiu os padrões estabelecidos pelo *International Electrode System* (IES) 10 – 20 para seu uso correto. A impedância dos eletrodos permaneceu abaixo de 3 K $\Omega$  e a diferença entre os eletrodos inferior a 2 K $\Omega$  para todos os exames.

A avaliação eletrofisiológica foi realizada em três etapas:

a) Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico – PEATE, com estímulo clique não verbal.

b) Potencial Evocado Auditivo de Média Latência – PEAML, com estímulo clique não verbal.

c) Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência – PEALL, com estímulo *tone burst*.

**a) Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) com estímulo clique não verbal.**

O eletrodo ativo (positivo) foi posicionado na região frontal (Fpz); os eletrodos de referência (negativos) foram posicionados nos lóbulos A1 e A2 e o eletrodo terra na frente, lateralmente à Fpz. A apresentação dos estímulos foi por meio de fones de inserção ER – 3A da marca *Intelligent Hearing Systems (IHS)* (Figura 10)

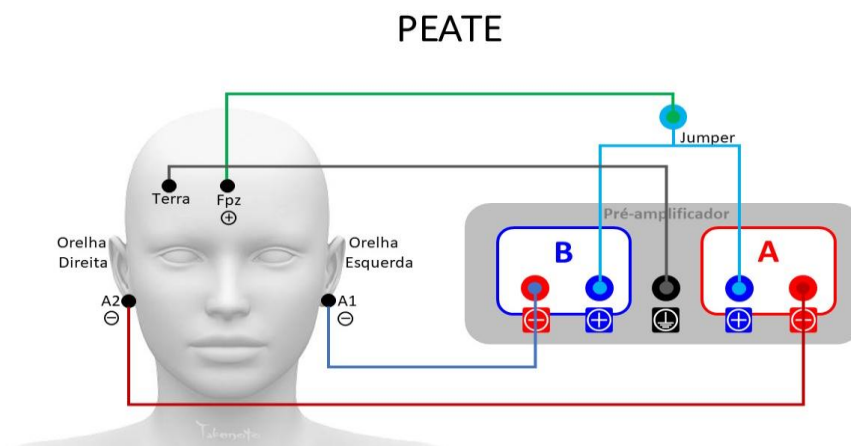


Figura 10. Montagem dos eletrodos para a realização do PEATE.

Para a obtenção dos PEATE de banda larga foram utilizados os parâmetros recomendados por Hall (2015)<sup>52</sup> que são apresentados na Tabela 4.

Tabela 1- Parâmetros para obtenção dos PEATE clique.

Parâmetros	
Tipo de Estímulo	Clique
Orelha estimulada	OD/OE
Intensidade do estímulo	80dBNA
Taxa de apresentação	21.1/seg
Polaridade	Rarefeita
Promediação	2000
Filtro passa-alta	100Hz
Filtro passa-baixa	3000Hz
Ganho	100k
Tempo de análise	12 ms

Legenda: OD - Orelha Direita; OE – Orelha Esquerda; dBNA – Decibel Nível de Audição; seg – segundos; Hz – Hertz; ms – milissegundos.

O PEATE foi pesquisado na intensidade de 80 dBnNA e foram realizadas 2 coletas contendo 2000 estímulos promediados e livre de artefatos. Foi observada a reprodutibilidade dos traçados para a confirmação da presença de respostas. Após a realização dos exames as ondas foram identificadas visualmente e marcadas pelo avaliador três ondas: I III e V nas quais foram avaliadas quanto às latências absolutas, latências interpicos I-III, III-V e I-V e amplitudes. Todos os registros do PEATE foram analisados por um avaliador experiente.

Para a análise da amplitude do interpico I-V, foi utilizado um valor de corte para a razão de amplitude  $V/I > 0,5 \mu V$ , indicando um sistema com funcionamento normal. Esse critério foi baseado na afirmação de Don e Kwong (2009)<sup>53</sup> de que qualquer valor da razão de amplitude da onda  $V / I < 0,5 \mu V$  é considerado anormal e indicativo de uma patologia retrococlear.

#### b) Potencial Evocado Auditivo de Média Latência com estímulo clique.

Foram utilizados eletrodos descartáveis da marca *Solidor*. Os eletrodos foram dispostos da seguinte forma: eletrodo terra na frente (A); os eletrodos ativos (positivos) na região coronal direita e esquerda (C4 e C3); os eletrodos referência (negativos) nos lóbulos das orelhas direita e esquerda (A2 e A1), utilizando os dois canais do equipamento. Foi utilizado um *jumper* para conectar as entradas dos eletrodos referência do canal A e B. Quando a orelha direita foi estimulada, conectou-se o cabo A2 ao *jumper* para a aquisição de respostas das derivações A2-C4 e A2-C3, e quando a orelha esquerda foi estimulada conectou-se o cabo A1 ao *jumper* para a aquisição de respostas das derivações A1-C3 e A1-C4 (Figuras 11 e 12).

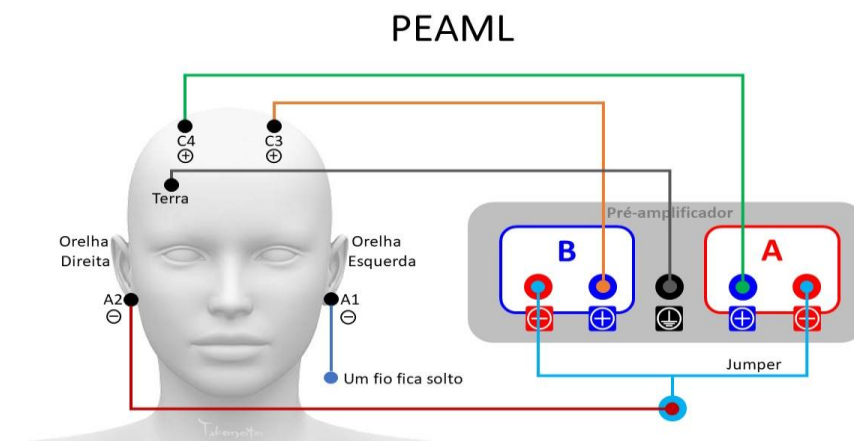


Figura 11: Montagem dos eletrodos para aquisição de respostas das derivações A2-C4 e A2-C3

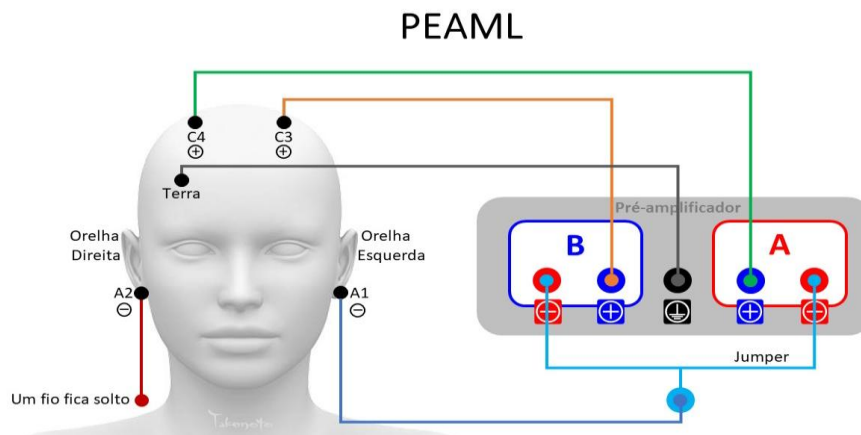


Figura 12. Montagem dos eletrodos para aquisição de respostas das derivações A1-C3 e A1-C4

Para a obtenção do PEAML foram utilizados os parâmetros baseados na recomendação de Hall (2015)<sup>52</sup> que são apresentados na tabela 5.

Tabela 2. Parâmetros para obtenção do PEAML com estímulo clique.

PARÂMETROS	
Orelha Estimulada	OD/OE
Tipo de Estímulo	Clique
Taxa de apresentação	9.8 /sec
Polaridade	Rarefeita
Duração	200µs
Promediação	1000
Ganho	75K
Intensidade	70dBNA
Filtro para aquisição passa-alta	20Hz
Filtro para aquisição passa-baixa	1500Hz
Filtro para análise passa – alta	10Hz
Filtro para análise passa – baixa	100Hz
Tempo de análise	70 ms

Legenda: **OD** - Orelha Direita; **OE** – Orelha Esquerda; **sec** – segundos; **dBNA** – Decibel Nivel de Audição; **Hz** – Hertz; **ms** – milissegundos.

O PEAML foi pesquisado na intensidade de 70 dBNA e as respostas foram gravadas duas vezes em cada condição (C3A1, C4A1, C3A2, C4A2) para aumentar a fidedignidade. Os componentes Na, Pa, Nb e Pb foram analisados quanto aos valores de latência e as interamplitude de Na-Pa e Nb-Pb.

c) **Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência com estímulo *tone burst* (não-verbal)** Os eletrodos ativos foram posicionados no vértice (Canal A - Cz) e (Canal B – Fpz), o eletrodo de referência nos lóbulos direito (A2) e esquerdo (A1) e o eletrodo terra na testa. Foi utilizado um *jumper* para conectar as entradas dos eletrodos referência do canal A e B. Quando a orelha direita foi estimulada, conectou-se o cabo A2 ao *jumper* para a aquisição de resposta da derivação A2-Cz-Fpz, e quando a orelha esquerda foi estimulada conectou-se o cabo A1 ao *jumper* para a aquisição de resposta da derivação A1-Cz-Fpz (Figuras 13 e 14).

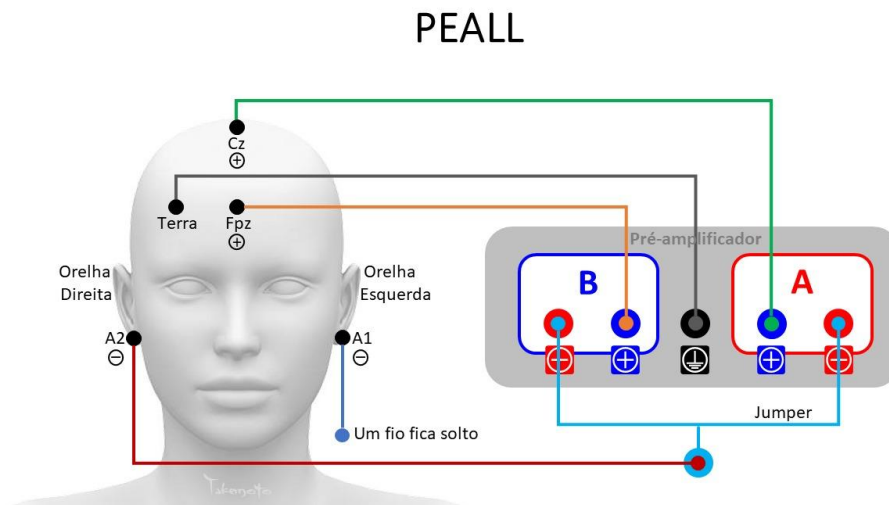


Figura 13. Montagem dos eletrodos para aquisição de resposta da derivação A2-Cz-Fpz

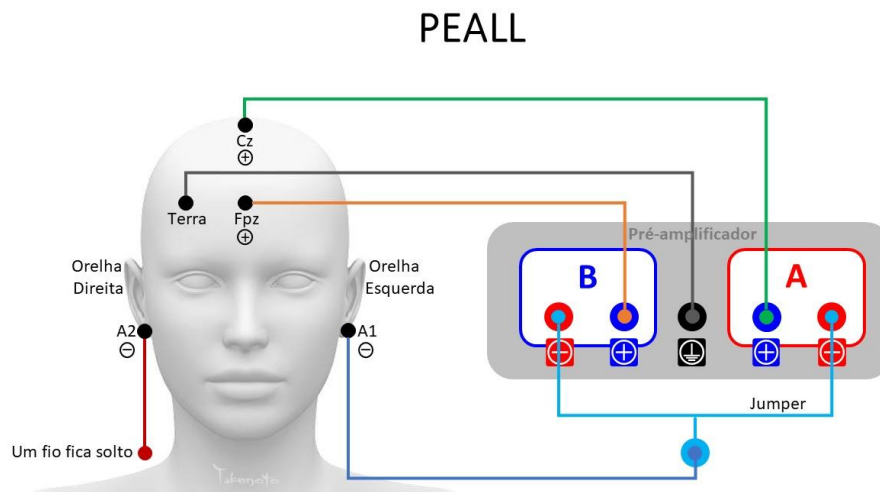


Figura 14. Montagem dos eletrodos para aquisição de resposta da derivação A1-Cz-Fpz

Para a obtenção do PEALL foram utilizados os parâmetros baseados na recomendação de Hall (2015)<sup>52</sup>, e que são apresentados na tabela 6.

Tabela 3. Parâmetros para aquisição do PEALL com estímulo tone burst (não verbal)

PARÂMETROS	
Orelha estimulada	OD/OE
Estímulo	Não verbal
Tipo de estímulo	<i>Tone burst</i>
Frequência do estímulo frequente	1000Hz
Porcentagem do estímulo frequente promediado	80%
Frequência do estímulo raro	2000Hz
Porcentagem do estímulo raro promediado	20%
Polaridade do estímulo	Alternada
Intensidade do estímulo	75dBNA
Velocidade do estímulo	1,1/sec
Número de varreduras	300
Filtro	1-30Hz
Janela	533 ms

**Legenda:** OD - Orelha Direita; OE – Orelha Esquerda; Hz – Hertz; dBNA – Decibel Nivel de Audição; sec – segundos; ms – milissegundos.

O estímulo *tone burst* foi eliciado na intensidade de 75dBNA, na frequência de 1000Hz (estímulo frequente) e 2000Hz (estímulo raro), de forma randomizada, através do paradigma *oddball* com um total de 300 estímulos, dentre os quais 80% de estímulos frequentes (1000Hz) e 20% de estímulos raros (2000Hz). As coletas com valores de artefatos superiores a 10% foram repetidas para obter uma resposta confiável e com menor número de artefatos. Os indivíduos foram instruídos a permanecerem com os olhos fechados durante o procedimento e a contar em voz alta o número de estímulos raros. Desta forma, o examinador foi capaz de garantir que os pacientes realizaram a tarefa corretamente.

Para a análise foi considerada apenas a onda captada em Cz em ambas as orelhas, por apresentar melhor morfologia em relação à Cz. Foram identificadas visualmente e marcadas manualmente pelo pesquisador cinco componentes: P1, N1, P2, N2 e P300. Os componentes foram identificados no traçado correspondente ao estímulo raro sendo analisado em relação aos valores de latência e amplitude.<sup>54</sup>

## V.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores de latências absolutas, latências interpicos e amplitudes do PEATE, as latências dos componentes do PEAML e as interamplitudes Na-Pa e Nb-Pb, bem como as latências e amplitudes dos componentes do PEALL foram descritos em médias acompanhadas do desvio-padrão. O Teste T foi utilizado no PEATE e PEALL para comparar as médias das latências e amplitudes da orelha direita e esquerda, depois de verificada à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados que não seguiram distribuição normal foram analisados com o teste não-paramétrico *Mann - Whitney*. Valores  $p < 0,05$  foram considerados significativos. Os dados foram analisados com o programa IBM-SPSS versão 20.0.

## V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Artigo será submetido à revista Brazilian Journal of Otorhinolaryngology

### **SHORT, MIDDLE AND LONG-LATENCY AUDITORY EVOKED POTENTIALS IN ADULTS ON SMART EP - IHS<sup>®</sup> EQUIPMENT: STANDARDIZATION OF LATENCY AND AMPLITUDE VALUES**

Andressa Pelaquim<sup>a,b</sup>, Milaine Dominici Sanfins<sup>c</sup>, Marco Aurélio Fornazieri<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Programa de Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, Brasil.

<sup>b</sup>AudioClinica -Instituto da Audição e do Equilíbrio, Londrina, Brasil.

<sup>c</sup> CENA, Centro de Eletrofisiologia e Neuroaudiologia Avançada, São Paulo, Brasil.

<sup>d</sup> Departamento de Clínica Cirúrgica, Universidade Estadual de Londrina, UEL e Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Londrina, Brasil.

Dados do autor correspondente: Andressa Pelaquim  
Rua Senador Souza Naves, 1436, Centro, Londrina, Paraná, Brasil.  
CEP: 86010-160.  
Tel: 55 (43) 99171 - 4196  
E-mail: andressapelaquim@gmail.com

# Potenciais Evocados Auditivos de curta, média e longa latência em adultos no equipamento *Smart EP – IHS*<sup>®</sup>: normatização dos valores de latência e amplitude

## Resumo

**Introdução:** Potenciais evocados auditivos são métodos objetivos que avaliam a atividade neuroelétrica na via auditiva, mediante apresentação de um estímulo acústico. No Brasil há alguns equipamentos disponíveis para a pesquisa desses potenciais, sendo que o equipamento Smart EP da marca *Intelligent Hearing System* é bastante utilizado atualmente. No entanto, o equipamento ainda carece de estudos que descrevem valores de referência para as latências e amplitudes de todos os potenciais. **Objetivo:** Normatizar os valores de latência e amplitude para os potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência em adultos com limiares auditivos normais. **Métodos:** Estudo transversal. Foram avaliados trinta e três indivíduos adultos com limiares auditivos normais, sem queixas auditivas ou de compreensão de fala e sem alterações no processamento auditivo central. Foram pareados quanto à orelha, e todos realizaram a avaliação audiológica básica, imitancimetria, avaliação do processamento auditivo central e os potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência. **Resultados:** Não houve diferença entre as orelhas na análise das latências absolutas e intervalos interpicos do potencial evocado auditivo de curta latência. A amplitude do interpico I-V ficou acima de 0,5 $\mu$ V para todos os indivíduos, e a amplitude da onda III mostrou-se significativa entre orelha direita e esquerda. A amplitude da onda I apresentou média de 0,34 $\mu$ V e da onda V 0,41  $\mu$ V, considerando desvio-padrão de  $\pm 2$ . No potencial evocado auditivo de média latência observou-se presença de todos os componentes e ausência de efeito orelha e efeito eletrodo em todos os indivíduos. A maior interamplitude foi observada no complexo Na-Pa para todas as derivações. No potencial evocado auditivo de longa latência, não houve diferença na comparação das latências entre as orelhas. Entretanto, observou-se diferença na amplitude do componente N1 entre as orelhas. **Conclusão:** O equipamento Smart EP – IHS dispõe, a partir desse estudo, de um padrão de normalidade de latências e amplitudes para os potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência na população adulta.

Palavras-chave: Eletrofisiologia. Potenciais Evocados Auditivos. Audição. Adultos.

## INTRODUÇÃO

A pesquisa dos potenciais evocados auditivos (PEAs) é um método objetivo, que busca mediante um estímulo acústico, avaliar a atividade neuroelétrica do nervo auditivo ao córtex cerebral.<sup>1</sup>

Os PEAs são muito utilizados clinicamente para verificar o limiar de detecção do estímulo acústico, para avaliar a integridade funcional e estrutural da via auditiva central, acompanhar a maturação da via auditiva de bebês, para verificar se a informação sonora chega de forma adequada ao córtex auditivo etc.<sup>2,3</sup>

Há no mercado alguns equipamentos que realizam esses potenciais de forma muito eficiente. A maioria dos estudos encontrados dos últimos 5 anos foram realizados com principais equipamentos comercializados no Brasil, *Bio-logic Navigator®*, *Masbe Contronic®*, *EP 25 Interacoustics®*.

Atualmente, o equipamento *Smart EP* comercializado pela empresa *Intelligent Hearing System (IHS)®* vem sendo bastante utilizado na rotina clínica e de pesquisa, em um momento em que alguns equipamentos deixaram de ser comercializados. Dessa forma, diante da falta de um estudo normativo com esse equipamento, principalmente para a pesquisa do PEAML e PEALL na população brasileira, fez-se necessário a realização da pesquisa. A empresa fornece valores de referência para o PEATE e PEALL, no entanto, não fica claro se esses valores foram obtidos com fone de inserção ou supra-aural.

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi padronizar os valores das latências e amplitudes dos potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência para o equipamento *Smart EP-IHS®* em adultos com limiares normais. Os resultados desse estudo darão subsídios para muitos profissionais e pesquisadores da audiologia e otorrinolaringologia, que utilizam esse equipamento no Brasil e sentem falta de valores normativos de referência.

## MÉTODOS

Estudo transversal, realizado em parceria entre a Universidade Estadual de Londrina e a AudioClinica - Instituto da Audição e do Equilíbrio, na cidade de Londrina – PR, entre os meses de agosto de 2018 e agosto de 2019. O presente estudo faz parte de um projeto maior e foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa em seres humanos CAAEE: 95467918.2.0000.5231.

Os participantes foram inicialmente convidados, a partir de um convite direcionado por e-mail à comunidade acadêmica da UEL. Entre 151 e-mails recebidos, todos foram recrutados pela pesquisadora. No entanto, quatro indivíduos não compareceram na data marcada. A anamnese audiológica, a audiometria tonal liminar (ATL), a imitanciometria e a avaliação do processamento auditivo central serviram para selecionar os indivíduos aptos a participarem do estudo.

Todos os indivíduos apresentaram bom estado de saúde, meatoscopia normal bilateralmente, limiares auditivos normais<sup>4</sup>, normalidade na Imitanciometria (timpanometria com curva tipo A e reflexos acústicos estapedianos ipsilaterais e contralaterais presentes e normais)<sup>5</sup> e sem queixas auditivas, como de compreensão de fala, zumbido, memória e atenção. Todos os indivíduos realizaram a avaliação do processamento auditivo central e apresentaram resultados normais.

Os sujeitos com transtornos mentais, neurológicos, síndromes genéticas, doenças neurodegenerativas, com histórico otológico de alteração ou patologia de

orelha média, com diabetes do tipo I ou II, hipertensão, que foram submetidos à terapia fonoaudiológica prévia, que fizeram ou fazem o uso de drogas e/ou álcool foram excluídos do estudo.

De 147 indivíduos avaliados, somente 33 indivíduos (66 orelhas) de ambos os sexos na faixa etária de 18 a 55 anos foram aptos a fazerem parte do estudo. Uma grande parte dos indivíduos não atendeu aos critérios de inclusão e foram excluídos do estudo. A participação foi autorizada mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram incluídos no estudo de normatização do PEATE 43 indivíduos (86 orelhas), sendo que 33 indivíduos foram recrutados por email e 10 indivíduos fizeram parte da calibração biológica do equipamento e foram recrutados na Audioclinica, atendendo aos mesmos critérios de inclusão. Para os demais potenciais, a amostra foi composta por 33 indivíduos.

Todos foram avaliados através da avaliação audiológica básica, composta pela audiometria tonal limiar e logaudiometria e pelas medidas de imitância acústica (timpanometria) e pesquisa dos reflexos acústicos estapedianos ipsilaterais e contralaterais. Posteriormente, todos foram submetidos à avaliação do processamento auditivo central e à avaliação eletrofisiológica, composta pelo PEATE, PEAML e PEALL.

A meatoscopia foi realizada com o otoscópio da marca *Riester*, a fim de verificar impedimentos no meato acústico externo. A imitanciometria foi realizada com o equipamento OTOFLEX 100 da marca *GN Otometrics®*, e com sonda de tom de 226Hz. Foram incluídos no estudo sujeitos que apresentaram pico de máxima compliância ao redor da pressão atmosférica de 0 daPa e volume equivalente de 0.3 e 1.3 ml. Os reflexos acústicos ipsilateral e contralateral foram pesquisados em ambas as orelhas nas frequências sonoras de 500Hz, 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz.

A ATL foi realizada em cabine acústica, utilizando o audiômetro MADSEN ITERA II, da marca *GN Otometrics®*, de dois canais, calibrado no padrão ANSI-69 e fones supra-aurais, modelo TDH39, como transdutor dos estímulos. Foram pesquisados os limiares auditivos por via aérea nas frequências de 250Hz a 8000Hz. Foram considerados limiares auditivos normais até 25dBNA.<sup>4</sup> Posteriormente, foi realizado a logaudiometria, composta pelo Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF) e pelo Índice de Reconhecimento de Fala (IRF).

A avaliação eletrofisiológica foi realizada com o equipamento SmartEP da marca *Intelligent Hearing Systems (IHS)®* e com transdutores Insert (ER – 3A, Natus Medical) em uma sala acústica e eletricamente preparada. Os indivíduos foram acomodados em uma poltrona reclinável e em posição confortável. Antes de iniciar a coleta, a pele de cada sujeito foi limpa por meio de uma pasta abrasiva *Nuprep*, da marca *Weaver and Company*, nos locais onde os eletrodos da *Solidor* foram fixados. Em seguida, os eletrodos foram fixados utilizando-se a pasta eletrolítica Tem 20 da marca *Weaver and Company* para melhorar a condutividade elétrica.

Os pacientes foram orientados a manter os olhos fechados durante a avaliação para evitar artefatos, porém despertos. Todas as avaliações foram realizadas monoauralmente em duas condições: avaliação da orelha direita e avaliação da orelha esquerda.

A montagem dos eletrodos seguiu os padrões estabelecidos pelo *International Electrode System (IES) 10 – 20* para seu uso correto. A impedância dos eletrodos permaneceu abaixo de 3kOhms, e a diferença entre os eletrodos inferior a 2kOhms. Os parâmetros para a aquisição dos PEAs utilizados no presente estudo foram baseados em recomendações internacionais<sup>6</sup>, com algumas mudanças de acordo com os protocolos sugeridos pelo equipamento Smart EP.

A avaliação eletrofisiológica foi realizada em três etapas:

**a) Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) com estímulo clique não verbal.**

O eletrodo ativo (positivo) foi posicionado na região frontal (Fz); os eletrodos de referência (negativos) foram posicionados nos lóbulos A1 e A2 e o eletrodo terra na frente, lateralmente à Fz.

O PEATE foi pesquisado com estímulo clique, na intensidade de 80dBNA, na polaridade rarefeita e taxa de apresentação de 21,1/seg. Utilizou-se os filtros passa-alta de 100Hz e passa – baixa de 3000Hz, ganho de 100K e com janela de 12 ms. Foram realizadas duas coletas contendo 2000 estímulos promediados e livre de artefatos.<sup>6</sup> Foi observada a reprodutibilidade dos traçados para a confirmação da presença de respostas. Após a realização dos exames as ondas foram identificadas visualmente e marcadas pelo avaliador três ondas: I III e V nas quais foram avaliadas quanto às latências absolutas, latências interpicos I-III, III-V e I-V e amplitudes.

Na análise da amplitude do interpico I-V, foi utilizado um valor de corte para a razão de amplitude  $V/I > 0,5 \mu V$ , indicando um sistema auditivo com funcionamento normal.<sup>7</sup>

**b) Potencial Evocado Auditivo de Média Latência com estímulo clique.**

Foram utilizados eletrodos descartáveis da marca *Solidor*. Os eletrodos foram dispostos da seguinte forma: eletrodo terra na frente (A); os eletrodos ativos (positivos) na região coronal direita e esquerda (C4 e C3); os eletrodos referência (negativos) nos lóbulos das orelhas direita e esquerda (A2 e A1), utilizando os dois canais do equipamento.

O PEAML foi pesquisado com estímulo clique, na intensidade de 70dBNA, na polaridade rarefeita e taxa de apresentação de 9.8/seg. Utilizou-se os filtros para aquisição passa-alta de 20Hz e passa – baixa de 1500Hz, filtros de análise passa-alta de 10Hz e passa –baixa de 100Hz, ganho de 75K e com janela de 70 ms. Foram realizadas duas coletas contendo 1000 estímulos promediados e livre de artefatos, e as respostas foram gravadas duas vezes em cada condição (C3A1, C4A1, C3A2, C4A2) para aumentar a fidedignidade das mesmas.<sup>6</sup>

Foi realizada a análise da latência dos componentes Na, Pa, Nb e Pb e das interamplitudes de Na-Pa e Nb-Pb. Foram consideradas normais as respostas da interamplitude Na-Pa de um lado e outro que não ultrapassou 50% no mesmo indivíduo.<sup>8</sup>

**c) Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência com estímulo *tone burst* (não-verbal)**

Os eletrodos ativos foram posicionados no vértice (Cz) canal A e canal B em (Fz), a fim realizar a aquisição de quatro ondas (duas de estímulos raros e duas de estímulos frequentes), nas duas posições, para verificar a reprodutibilidade das ondas. Os eletrodos de referência foram posicionados nos lóbulos direito (A2) e esquerdo (A1) e o eletrodo terra lateralmente à Fpz.

O estímulo *tone burst* foi eliciado na intensidade de 75dBNA, na frequência de 1000Hz (estímulo frequente) e 2000Hz (estímulo raro) de forma randomizada, com janela de 533 ms e taxa de estimulação de 1.1/seg, através do paradigma oddball com um total de 300 estímulos, dentre os quais 80% de estímulos frequentes (1000Hz) e

20% de estímulos raros (2000Hz). Foi utilizado o filtro passa-alta de 10Hz e passa-baixa de 300Hz. As coletas com valores de artefatos superiores a 10% foram repetidas para obter uma resposta confiável e com menor número de artefatos. Os indivíduos foram instruídos a permanecerem com os olhos fechados durante o procedimento e a contar em voz alta o número de estímulos raros. Desta forma, o examinador foi capaz de garantir que os pacientes realizaram a tarefa corretamente.

Para a análise foi considerada apenas a onda captada em Cz em ambas as orelhas e por apresentar melhor morfologia em relação à Cz. Foram identificadas visualmente e marcadas manualmente pelo pesquisador cinco componentes: P1, N1, P2, N2 e P300. Os componentes P1, N1, P2, N2 e P300 foram identificados no traçado correspondente ao estímulo raro sendo analisado quanto aos valores de latências e amplitudes.<sup>9</sup>

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores de latências absolutas, interpicos e amplitudes do PEATE, as latências dos componentes Na, Pa, Nb e Pb e as interamplitudes Na-Pa e Nb-Pb do PEAML e as latências e amplitudes dos componentes do PEALL foram descritos em médias acompanhadas do desvio-padrão. O Teste T foi utilizado no PEATE e PEALL para comparar as médias das latências da orelha direita e esquerda, depois de verificada à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados que não seguiram distribuição foram analisados com o teste não-paramétrico *Mann - Whitney*. Valores  $p < 0,05$  foram considerados significativos. Foi considerado um intervalo de confiança de 95%. Os dados foram analisados com o programa IBM-SPSS versão 20.0.

## RESULTADOS

A amostra para a normatização do PEATE constituiu-se de 43 indivíduos. Dentre os participantes 31 (72,1%) eram do sexo feminino e 12 (27,9%) eram do sexo masculino, com idade média de 26 anos (variação: 20 - 47 anos).

A tabela 1 traz a análise estatística dos valores de latência absoluta, intervalos interpicos e amplitudes para o PEATE. Não houve diferença na comparação entre as médias dos valores de latências absolutas e interpicos da orelha direita e esquerda. Entretanto, houve diferença na comparação entre as médias dos valores das amplitudes da onda III.

A tabela 2 mostra os valores normativos para o PEATE sugeridos pelo presente estudo.

Tabela 1. Análise dos valores de latência absoluta, intervalos interpicos e amplitudes do PEATE com estímulo clique, na intensidade de 80dBNA

	Média	DP	p-valor
ONDA I			
Latência (ms)	1,59	0,11	0,19
Amplitude ( $\mu$ V)	0,34	0,16	0,06
ONDA III			
Latência (ms)	3,76	0,16	0,09
Amplitude ( $\mu$ V)	0,28	0,15	<b>0,01*</b>

ONDA V			
Latência (ms)	5,54	0,19	0,32
Amplitude ( $\mu$ V)	0,41	0,15	0,96
INTERPICO I-III			
Latência (ms)	2,16	0,14	0,18
Amplitude ( $\mu$ V)	0,94	0,45	0,64
INTERPICO III-V			
Latência (ms)	1,78	0,14	0,39
Amplitude ( $\mu$ V)	1,78	0,99	0,1
INTERPICO I-V			
Latência (ms)	3,94	0,17	0,29
Amplitude ( $\mu$ V)	1,55	0,96	0,53

Legenda: N=43 (86 orelhas); ms = milissegundos; DP = desvio padrão;  $\mu$ V = Microvolt;  $p < 0,05$ .

**Significativo\*.**

Tabela 2. Dados normativos sugeridos para o equipamento *Smart EP – IHS®* quanto às latências absolutas, intervalos interpicos e amplitudes do PEATE, em indivíduos adultos.

PEATE com estímulo <i>clique</i> em 80dBNA							
ONDAS	I	III	V	INTERPICOS	I-III	III-V	I-V
Latências (ms) $\pm 2DP$	1,40 - 1,79	3,56 - 3,96	5,34 - 5,74	Latências (ms)	1,96 - 2,36	1,58 - 1,98	3,74 - 4,14
Amplitudes ( $\mu$ V) $\pm 2DP$	0,14 - 0,54	0,08 - 0,48	0,21 - 0,61	Amplitudes (AR)	0,74 - 1,14	1,58 - 1,98	1,35 - 1,75

Legenda: N = 43 (86 orelhas); dBNA = Decibel Nível de Audição; ms = Milissegundos;  $\mu$ V = Microvolt; AR = Ampl Ratio.

A amostra para a normatização do PEAML constituiu-se de 31 indivíduos (62 orelhas) para o PEAML, pois em dois indivíduos do sexo feminino, não foi possível realizar o exame devido à grande quantidade de cabelo. Dentre os participantes 19 (61,29%) eram do sexo feminino e 12 (36,37%) eram do sexo masculino, com idade média de 27 anos (variação: 20 - 47 anos). Observou-se presença de todos os componentes e ausência de efeito orelha e efeito eletrodo em todos os indivíduos. A maior interamplitude foi observada no complexo Na-Pa para todas as derivações (tabela 3).

A tabela 3 mostra os valores de latências dos componentes do PEAML e os valores das interamplitudes de Na-Pa e Nb-Pb, de acordo com cada derivação.

A tabela 4 mostra os valores normativos para o PEAML sugeridos pelo presente estudo.

Tabela 3. Análise das medidas em milissegundos (ms) para as derivações da orelha direita (C4 – A2 / C3 –A2) e orelha esquerda (C3-A1 / C4-A1), quanto às latências dos componentes Na, Pa, Nb e Pb e interamplitudes Na-Pa e Nb-Pb, na intensidade de 70dBNA

<b>DERIVAÇÃO</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
C4-A2		
Na	15,77	2,26
Pa	28,35	3,93
Nb	41,31	5,77
Pb	53,04	7,93
Interamplitude Na –Pa	1,14	0,45
Interamplitude Nb-Pb	0,55	0,3
C3-A2		
Na	15,92	2,38
Pa	28,34	4,1
Nb	42,11	6
Pb	53,18	8,49
Interamplitude Na –Pa	1,06	0,4
Interamplitude Nb-Pb	0,45	0,3
C3-A1		
Na	16,66	2,37
Pa	29,39	3,64
Nb	43	6,3
Pb	55,59	8,03
Interamplitude Na –Pa	0,86	0,37
Interamplitude Nb-Pb	0,46	0,3
C4-A1		
Na	16,63	2,46
Pa	29,59	3,65
Nb	44,23	7,04
Pb	55,59	8,03
Interamplitude Na–Pa	1,06	0,39
Interamplitude Nb-Pb	0,53	0,33

Legenda: N= 31 (62 orelhas); DP = Desvio Padrão; C4 = Hemisfério Direito; C3 = Hemisfério Esquerdo; A2 = Lóbulo Direito;  $\mu\text{V}$  = Microvolt.

Tabela 4. Dados normativos sugeridos para o equipamento *Smart EP-IHS®* para as latências dos componentes Na, Pa, Nb e Pb e interamplitudes de Na-Pa e Nb-Pb, para as derivações C4-A2, C3-A2, C3-A1 e C4-A1, em indivíduos adultos.

PEAML com estímulo <i>clique</i> em 70dBNA				
Derivações	C4 -A2	C3 -A2	C3 -A1	C4 -A1
Componentes				
Na	13,51 – 18,03	13,54 – 18,30	14,29 – 19,03	14,17 – 19,09
Pa	24,42 – 32,28	24,24 – 32,44	25,75 – 33,03	25,94 – 33,24
Nb	35,54 – 47,08	36,11 – 48,11	36,70 – 49,30	37,19 – 51,27
Pb	45,11 – 60,97	44,69 – 61,67	45,38 – 61,64	47,56 – 63,62
Interamplitude Na – Pa ( $\mu$ V)	0,74 – 1,46	0,68 – 1,74	0,50 – 1,20	0,68 – 1,46
Interamplitude Nb – Pb ( $\mu$ V)	0,25 – 0,85	0,15 – 0,75	0,16 – 0,76	0,20 – 0,86

Legenda: N= 31 (62 orelhas); dBNA = Decibel Nível de Audição;  $\mu$ V = Microvolt; C4 = Hemisfério Direito; C3 = Hemisfério Esquerdo; A2 = Lóbulo Direito

A amostra para a normatização do PEALL constituiu-se de 33 indivíduos (66 orelhas). Dentre os participantes 21 (63,63%) eram do sexo feminino e 12 (36,37%) eram do sexo masculino, com idade média de 27 anos (variação: 20 - 47 anos). Na análise do componente PEALL, três indivíduos tiveram ausência do componente cognitivo P300 na orelha direita, sendo que um indivíduo teve ausência bilateralmente.

A tabela 5 traz a análise estatística dos valores de latência dos componentes do PEALL. Não houve diferença na comparação entre as médias dos valores de latências absolutas e interpicos da orelha direita e esquerda. Entretanto, houve diferença na comparação entre as médias dos valores das amplitudes do componente N1.

A tabela 6 mostra os valores normativos para o PEALL sugeridos pelo presente estudo.

Tabela 5. Valores de latência absoluta e amplitudes dos componentes do PEALL, na intensidade de 75dBNA

	Média	DP	p-valor
P1			
Latência (ms)	54,72	16,04	0,472
Amplitude ( $\mu$ V)	3,52	1,93	0,14
N1			
Latência (ms)	104,27	20,23	0,556
Amplitude ( $\mu$ V)	5,14	3,49	<b>0,01*</b>
P2			
Latência (ms)	167,52	32,05	0,254
Amplitude ( $\mu$ V)	2,57	2,12	0,72
N2			
Latência (ms)	208,09	29,87	0,344
Amplitude ( $\mu$ V)	9,96	6,96	0,47

P300			
Latência (ms)	311,97	25,42	0,07
Amplitude ( $\mu$ V)	9,85	7,09	0,47

Legenda: N= 33 para P1, N1, P2 e N2 (66 orelhas) e N=30 (60 orelhas) para o P300; DP = Desvio Padrão;  $\mu$ V = Microvolt; *p*-valor < 0,05; **Significativo\***.

Tabela 6. Dados normativos sugeridos para o equipamento *Smart EP-IHS®* para as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300, em indivíduos adultos.

Componentes	P1	N1	P2	N2	P300
Latências (ms)	38,68 - 70,76	84,04 -124,50	135,47 -190,57	178,22 – 237,96	286,55 – 337,39
Amplitudes ( $\mu$ V)	1,59 – 5,45	1,65 – 8,63	0,45 – 4,69	3,00 – 16,92	3,71 – 17,29

Legenda: dBNA = Decibel Nível de Audição; ms = milissegundos;  $\mu$ V = microvolt.

## DISCUSSÃO

A análise das latências e amplitudes dos PEAs de curta, média e longa latência do presente estudo possibilitou a criação de dados normativos confiáveis para serem utilizados, por audiologistas e otorrinolaringologistas brasileiros que usam o Smart EP - IHS®, na rotina clínica diagnóstica.

Na rotina clínica, comumente utilizam-se os valores normativos presente no manual do equipamento, no qual não é possível saber a condição e os critérios adotados na coleta dos dados, ou realiza-se a calibração biológica, para obter uma referência de normalidade. No entanto, essa calibração normalmente é feita com um número muito pequeno de indivíduos, em torno de 10. No presente estudo, não foi possível obter uma amostra maior, devido ao grande número de indivíduos adultos com queixas e alterações de processamento auditivo central.

Os resultados deste estudo para o PEATE corroboraram com outro estudo<sup>10</sup>, que não encontrou diferença entre as orelhas (tabela 1). Já quanto às latências, os valores foram semelhantes. Neste estudo, não foi possível verificar a diferença entre os sexos, pois a adesão ao estudo de indivíduos do sexo masculino foi muito menor em relação ao sexo feminino, inviabilizando um tamanho amostral adequado. Sugerimos para latências absolutas e intervalos interpicos utilização de  $\pm 2$  DP.

Quanto à amplitude das ondas I, III e V os valores foram de 0,18 $\mu$ V a 0,56 $\mu$ V e nos interpicos I-III, III-V e I-V a razão das amplitudes foram de 0,49 $\mu$ V a 2,51 $\mu$ V (tabela 1). Os valores encontrados para a onda V e interpico I-V corroboraram com os valores encontrados em dois estudos internacionais, indicando ausência de alterações retrococleares<sup>11,12</sup>.

A realização do PEATE com estímulo clique e *tone burst* em recém-nascidos a termo e pré – termo, com o Smart EP já foi explorada<sup>13</sup>. O estudo obteve valores normativos para a população estudada e um protocolo confiável para a execução, principalmente do PEATE por frequência específica, utilizado no diagnóstico audiológico de deficiência auditiva infantil.

A padronização dos valores de normalidade para o PEAML foi realizada considerando as quatro principais derivações analisadas na literatura. Não foram

encontrados estudos normativos realizados no Brasil com o Smart EP - IHS. Na literatura, os estudos que envolvem o PEAML foram realizados em sua maioria com o equipamento da marca Bio-logic® Navigator, tanto em indivíduos normais, como em alterados<sup>14,15,16,17</sup>. Um estudo realizado em parceria entre a Universidade de Pittsburgh (EUA) e a empresa IHS<sup>18</sup> avaliou as respostas do PEAML e PEALL no Smart EP. Entretanto, não teve por objetivo a padronização de valores, mas sim, buscou analisar as respostas de média e longa latência relacionando a intensidade do estímulo com a frequência, assim como ocorre no Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE).

O PEAML, portanto, é um potencial que ainda carece de padronização quanto aos valores de latência para esse equipamento. Os valores de latência encontrados no presente estudo mostraram-se menores em relação aos valores de outro estudo sobre PEAML.<sup>6</sup> Quanto aos valores das interamplitudes, foram analisados os dois complexos Na-Pa e Nb-Pb e observou-se maior amplitude em Na-Pa para todas as derivações (tabela 4).

Já o PEALL é o potencial mais utilizado para avaliar as vias auditivas centrais, em todas as idades e para diversas patologias. No presente estudo, exceto para o componente P2, observou-se latências menores (tabela 5), não corroborando com outro estudo.<sup>19</sup> O P300 foi o que demonstrou maior variação. O padrão de normalidade do P300 encontrado neste estudo corroborou com outro estudo<sup>20</sup>, que também não encontrou diferença entre as orelhas. No entanto, os valores encontrados no presente estudo foram menores em relação aos encontrados pela autora.

A ocorrência de latências menores nos PEAs em nosso estudo em relação a outros estudos da literatura, pode justificar-se pela quantidade de filtros disponíveis para aquisição dos traçados no Smart EP-IHS.

Na análise das amplitudes dos componentes do PEALL, o componente cognitivo P300 apresentou maior amplitude dentre todas as ondas (tabela 5). No entanto, as latências encontradas no presente estudo foram maiores que as latências observadas em outro estudo que realizou a aquisição do PEALL em Cz, em outro equipamento.<sup>21</sup>

A utilização dos PEAs na rotina clínica audiológica e de pesquisa em eletrofisiologia da audição necessita de dados normativos e de protocolos confiáveis para que os resultados encontrados sejam precisos. A padronização dos protocolos para todos os PEAs também se faz necessária, uma vez que na literatura é possível encontrar diferentes parâmetros, como a polaridade, taxa de apresentação e filtros de aquisição e análise, como demonstrado em uma revisão de literatura sobre o PEAML<sup>22</sup>. Com a entrada de novos equipamentos de PEAs no mercado, é importante a realização de estudos normativos que demonstrem a confiabilidade dos resultados em cada equipamento.

## **CONCLUSÃO**

O equipamento Smart EP – IHS dispõe, a partir desse estudo, de um padrão de normalidade de latências e amplitudes para os potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência na população brasileira.

## REFERENCIAS

1. Junqueira CAO, Frizzo ACF. Potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência. In: Aquino AMCM, organizador. Processamento auditivo: eletrofisiologia e psicoacústica. São Paulo: Lovise; 2002:63-85.
2. Kraus N, Kileny P, McGee T. Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência (MLR). In: Katz, J, org. Tratado de Audiologia Clínica. São Paulo: Manole; 1999:3 84-402.
3. Frizzo ACF. Potencial Evocado Auditivo de Média Latência: parâmetros técnicos. In: Menezes, PL et al, org. Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia. Ribeirão Preto, São Paulo: Book Toy, 2018: 117-20.
4. World Health Organization (WHO). Geneva. 2014. Disponível em: [http://www.who.int/deafness/hearing\\_impairment\\_grades/en/](http://www.who.int/deafness/hearing_impairment_grades/en/). Acesso em 01 de maio de 2018.
5. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. Arch Otolaryngol. 1970; 92(4):311-24.
6. Hall JW. Handbook of Auditory Evoked Responses: Principles, Procedures & Protocols. Pearson Education, Inc, 2015: 1031.
7. Don, M., & Kwong, B. (2009). Auditory brainstem response: Differential diagnosis. In P. Sabatini, E. Branger, K. Dietz, J. Glazer, & A. Noplock (Eds.), *Handbook of Clinical Audiology* (pp. 265-292). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
8. Musiek FE, Baran JA, Pinheiro ML. Neuroaudiology: case studies. San Diego: Singular; 1994; p. 279.
9. Colella-Santos MF et al. Otitis Media: Long-Term Effect on Central Auditory Nervous System. Med Research International. Volume 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8930904>.
10. Esteves MCBN et al. Estudo das latências das ondas dos potenciais auditivos de tronco encefálico em indivíduos normo-ouvintes. Braz. J. Otorhinolaryngol. (Impr.).2009; 75(3) São Paulo. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942009000300018>.
11. Hall JW. New Handbook of auditory evoked responses. Allyn and Bacon: Massachusetts, 2006.
12. Webster R. The Auditory Brainstem Response (Abr): A Normative Study Using The Intelligent Hearing System's Smart Evoked Potential System. [Thesis] Department of Audiology, Speech-Language Pathology, and Deaf Studies. Towson University, Towson, Maryland, 2015.
13. Cavalcante JMS. Registro dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico por estímulos click e tone burst em recém-nascidos a termo e pré-

termo. Dissertação. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2010.

14. 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.
15. Matas CG, Hataiama NM, Gonçalves IC. Estabilidade dos potenciais evocados auditivos em indivíduos adultos com audição normal. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.*2011;16(1):37-41.
16. Korczak PA et al. Relations among Auditory Brainstem and Middle Latency Response Measures, Categorical Loudness Judgments, and Their Associated Physical Intensities. *Semin Hear.* 2017; 38(1): 94–114.
17. Formby C et al. Auditory Brainstem and Middle Latency Responses Measured Pre- and Posttreatment for Hyperacusis Hearing-Impaired Persons Successfully Treated to Improve Sound Tolerance and to Expand the Dynamic Range for Loudness: Case Evidence. *Semin Hear.* 2017; 38(1):71-93. Doi: 10.1055/s-0037-1598066.
18. Tlumak AI, Durrant JD, Delgado RE. The Effect of Stimulus Intensity and Carrier Frequency on Auditory Middle- and Long-Latency Evoked Potentials Using a Steady-State-Response Approach. *Am J Audiol.* 2016; 25(1):62-74. doi: 10.1044/2016\_AJA-15-0061.
19. McPherson DL. Late Potentials of the auditory system. San Diego: Singular Publishing Group, 1996.
20. Crippa BL, Aita ADC, Ferreira MIDC. Padronização das respostas eletrofisiológicas para o P300 em adultos normouvintes. *Distúrb Comum.* 2011; 23(3):325-33.
21. Reis ACMB et al. Variability of registration latency and amplitude of the auditory evoked potential long latency (P3) in the condition test and retest. *Audiol Commun Res.* 2014; 19(3):293-8.
22. ARS, Barreto SR, Mancini PC, Resende LM. Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática. *Audiol Commun Res.* 2015; 20(4):384-91. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6431-2015-1606>.

## **VII.CONCLUSÃO**

O equipamento Smart EP – IHS dispõe, a partir desse estudo, de um padrão de normalidade de latências e amplitudes para os potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência na população brasileira.

## REFERENCIAS

1. Sousa LCA, Piza MRT, Alvarenga KF, Cóser PL. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico. In: Eletrofisiologia da Audição e Emissões Otoacústicas: Princípios e Aplicações Clínicas. Ribeirão Preto. 2010: 49-87.
2. Kraus N, Kileny P, McGee T. Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência (MLR). In: Katz, J, org. Tratado de Audiologia Clínica. São Paulo: Manole; 1999:3 84-402.
3. Frizzo ACF, Advíncula KP. Potencias evocados auditivos de longa latência: conceitos e aplicações clínicas. In: Menezes, PL et al, org. Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia. Ribeirão Preto, São Paulo: Book Toy, 2018: 139-50.
4. Romero ACL, Sorci BB, Frizzo ACF. Relação entre potenciais evocados auditivos de média latência e distúrbio de processamento auditivo: estudo de casos. Rev. CEFAC. 2013; 15 (2): 478-84.
5. Frizzo ACF. Potencial Evocado Auditivo de Média Latência: parâmetros técnicos. In: Menezes, PL et al, org. Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia. Ribeirão Preto, São Paulo: Book Toy, 2018: 117-20.
6. Andrade KCL, et al. Potencial Evocado Auditivo de tronco encefálico: conceitos e aplicações clínicas. In: Menezes, PL et al, org. Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia. Ribeirão Preto, São Paulo: Book Toy, 2018: 73-83.
7. 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.
8. Bonaldi LV. Estrutura e Função do Sistema Auditivo Periférico. In: Boéchat EM et al, org. Tratado de Audiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015: 3-8.
9. Cruz OLM, Zanoni A. Anatomia e Fisiologia do Sistema Auditivo. In: Bento RF et al. Tratado de Implante Coclear e Próteses Auditivas Implantáveis. Thieme, 2014:18-25.
10. Silveira LCL. Os Sentidos e a Percepção. In: Lent R. Neurociência da Mente e do Comportamento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008:133-81.
11. Teixeira C, et al. Sistema Auditivo Central. In: Menezes, PL et al, org. Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia. Ribeirão Preto, São Paulo: Book Toy, 2018: 9-14.

12. Bess FH, Humes LE. Audiologia. Fundamentos. Revinter. 2012.
13. Henkel CK. Sistema Auditivo. In: Haines DE. Neurociência Fundamental: para aplicações básicas e clínicas. Rio de Janeiro. Elsevier, 2006: 391-425.
14. Loyzaga PG et al. Córtex Auditivo: Fisiologia. [Cochlea website] dez 9, 2016. Disponível em: <http://www.cochlea.eu/po/cerebro-auditivo/talamocortex/cortex-auditivo-fisiologia>. Acesso em 01 de outubro, 2019.
15. Frizzo ACF, Oliveira ACS. Potencial Evocado auditivo de média latência: conceitos e aplicações clínicas. In: Menezes, PL et al, org. Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia. Ribeirão Preto, São Paulo: Book Toy, 2018:121-25.
16. Mihailoff GA, Haines DE. Diencefalo. In: Haines DE. Neurociência Fundamental: para aplicações básicas e clínicas. Rio de Janeiro. Elsevier, 2006: 269-84.
17. Nunez PL, Harth E. Electric Fields of the Brain: The Neurophysics of EEG. Physics Today. 1982. <http://dx.doi.org/10.1063/1.2915137>.
18. Hall JW. Handbook of Auditory Evoked Responses: Principles, Procedures & Protocols. Pearson Education, Inc, 2015: 1031.
19. Sanfins MD. Avaliação eletrofisiológica com sons verbais e não-verbais em crianças com histórico de otite média. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2017.
20. Hood LJ. Estimating Auditory Function with Auditory Evoked Potentials. The hearing Journal. 1995; 48 (10): 31-42.
21. Hashimoto I et al. Brain – stem auditory-evoked potentials recorded directly from human brainstem and thalamus. Brain. 1981;104 (4): 841-59.
22. Figueiredo LCMS et al. Changes in audiometry brainstem response in adult women with subclinical hypothyroidism. Rev. Bras. Otorrinolaringol. 2003;69 (4). <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992003000400016>.
23. Esteves MCBN et al. Estudo das latências das ondas dos potenciais auditivos de tronco encefálico em indivíduos normo-ouvintes. Braz. j. otorhinolaryngol. (Impr.) 2009; 75 (3). <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942009000300018>.

24. Costa TVS et al. Normatização do potencial evocado auditivo de tronco encefálico em recém-nascidos. Rev. CEFAC. 2013;15(6): 1482-91.
25. Rosa LAC et al. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico: valores de referência em relação à idade. CoDAS 2014; 26(2):117-21. doi: 10.1590/2317-1782/2014469.
26. Webster R. The Auditory Brainstem Response (Abr): A Normative Study Using The Intelligent Hearing System's Smart Evoked Potential System. [Thesis] Department of Audiology, Speech-Language Pathology, and Deaf Studies. Towson University, Towson, Maryland, 2015.
27. Silva DD. Funcionalidade da via auditiva em nível de tronco encefálico em indivíduos jovens com e sem queixa de compreensão de fala. Dissertação. Centro de Ciências da Saúde. Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2016.
28. Rosa BCS et al. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulos clique e Ichirp. Distúrb Comum. São Paulo, 2018; 30(1): 52-59. <https://doi.org/10.23925/2176-2724.2018v30i1p52-59>.
29. Cacace AT, McFarland DJ. Middle – Latency Auditory –Evoked Potentials. In: Katz J. Handbook of Clinical Audiology. Wolters Kluwer Health, Philadelphia, 2015:315-35.
30. Musiek FE et al. Past, present and future applications of the audiometry middle latency response. Laryngoscope.1984; 94: 1545-53.
31. Hall JW. Handbook of auditory evoked responses. Boston: Allyn & Bacon. 1992: 871.
32. Frizzo ACF. Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência: Estudo para diferentes níveis de intensidade sonora com estímulo tone burst em crianças de 10 a 13 anos de idade. Dissertação. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2004: 120.
33. Weihing J, Schochat E, Musiek F. Ear and electrode effects reduce within-group variability in middle latency response amplitude measures. International Journal of Audiology 2012; 51: 405–12.

34. Frizzo ACF et al. Auditory middle latency response in children with learning difficulties. *Int. Arch. Otorhinolaryngol.* 2012; 16 (3):335-40. doi: 10.7162/S1809-97772012000300006.
35. Al-Saif SS, Abdeltawwab MM, Khamis M. Auditory middle latency responses in children with specific language impairment. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2012:1697–1702. doi 10.1007/s00405-011-1901-7.
36. Dong X, Suo P, Yuan X, Yao X. Use of Auditory Evoked Potentials for Intra-Operative Awareness in Anesthesia: A Consciousness-Based Conceptual Model. *Cell Biochem Biophys.* 2015; 71: 441–47. doi 10.1007/s12013-014-0221-0.
37. Wang B, Cao K, Wei C, Gao Z, Li H. Evaluating Auditory Pathway by Electrical Auditory Middle Latency Response and Postoperative Hearing Rehabilitation. *Journal of Investigative Surgery.* 2018; 0: 1–10. doi: 10.1080/08941939.2018.1443175.
38. Almeida FS et al. Respostas Auditivas Evocadas de Latência Média: Um estudo de padronização. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2006; 72(2): 227-34.
39. Neves IF et al. Estudo das latências e amplitudes dos potenciais evocados auditivos de média latência em indivíduos audiológicamente normais. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2007; 73(1): 75-80.
40. Reis ACMB, Frizzo ACF. Potencial Evocado Auditivo Cognitivo. In: Boéchat EM et al. org. *Tratado de Audiologia.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015: 140-50.
41. Mendonça EBS et al. Applicability of the P300 frequency pattern test to assess auditory processing. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2013; 79(4): 512-21. doi: 10.5935/1808-8694.20130091.
42. Nascimento MSR et al. Potencial evocado auditivo de longa latência (P300) em adolescentes. *Distúrb Comum.* 2017; 29(2): 309-17. <http://dx.doi.org/10.23925/2176-2724.2017v29i2p309-317>.
43. Sutton S, Braren M, Zubim J. Evoked-potential correlates stimulus uncertainty. *Science.* 1965; 150: 1187-88.
44. Crippa BL, Aita ADC, Ferreira MIDC. Padronização das respostas eletrofisiológicas para o P300 em adultos normouvintes. *Distúrb Comum.* 2011; 23(3): 325-33.

45. World Health Organization (WHO). Geneva. 2014. Disponível em: [http://www.who.int/deafness/hearing\\_impairment\\_grades/en/](http://www.who.int/deafness/hearing_impairment_grades/en/). Acesso em 01 de maio de 2018.
46. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol.* 1970; 92(4):311-24.
47. Pen M.; Mangabeira-Albenaz PL. Desenvolvimento de teste para logaudiometria discriminação vocal. In: CONGRESSO PAN-AMERICANO DE OTORRINOLARINGOLOGIA E BRONCOESOFAGIA. Anais. Peru.1973: 223-26.
48. PEREIRA LD, SCHOCHAT E. Processamento auditivo central: manual de avaliação. São Paulo: Lovise; 1997.
49. PEREIRA LD, SCHOCHAT E. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. Barueri: Pró-fono; 2011.
50. AUDITEC. Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence. St. Louis: Auditec; 1997.
51. American Academy of Audiology. Clinical practice guidelines: Diagnosis, treatment and management of children and adults with central auditory processing disorder. 2010. Disponível em: <http://www.audiology.org/resources>. Acesso em 17 de outubro de 2018.
52. Hall JW. Handbook of Auditory Evoked Responses: Principles, Procedures & Protocols. Pearson Education, Inc, 2015: 1031.
53. Don, M., & Kwong, B. (2009). Auditory brainstem response: Differential diagnosis. In P. Sabatini, E. Branger, K. Dietz, J. Glazer, & A. Noplock (Eds.), *Handbook of Clinical Audiology* (pp. 265-292). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
54. Colella-Santos MF et al. Otitis Media: Long-Term Effect on Central Auditory Nervous System. *Med Research International.* Volume 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8930904>.

## APENDICE

### APENDICE A

#### Termo de Consentimento Livre Esclarecido - TCLE

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada **“Acurácia do potencial evocado auditivo de média e longa latência em identificar alterações de processamento auditivo central”** realizada pela fonoaudióloga Andressa Pelaquim, CRFa 2/3 – 19141 e sob orientação do Prof. Dr. Marco Aurélio Fornazieri e co-orientação da Profa. Dra. Milaine Dominici Sanfins. O objetivo deste estudo será mensurar a acurácia do potencial evocado auditivo de média e longa latência em identificar indivíduos com alterações no processamento auditivo central. A realização do estudo é necessária para verificarmos se os potenciais de média e longa latência são exames bons para auxiliar na identificação de alterações de processamento auditivo. Você será submetido às seguintes avaliações: audiometria tonal liminar, logaudiometria, imitanciometria e pesquisa dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico, potencial evocado auditivo de média e longa latência e avaliação do processamento auditivo central.

Na audiometria tonal você será acomodado em uma cadeira dentro de uma cabina acústica, e por meio de um fone de ouvido você escutará vários sons finos e outros grossos em diferentes intensidades. Toda vez que você escutar o som deverá levantar a mão. O exame de logaudiometria será realizado com listas de palavras apresentadas em viva voz as quais você deverá repetir da maneira que entender.

Na imitanciometria, será colocada uma sonda de borracha em sua orelha e você sentirá uma pressão de ar dentro da orelha. Depois serão apresentados alguns sons fortes, e você não precisará responder para nenhum deles, pois o equipamento registrará todas as respostas necessárias.

Na pesquisa dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico a sua pele será limpa com uma pasta levemente porosa, serão colocados eletrodos descartáveis (adesivos) na testa e atrás da sua orelha e uma oliva de espuma dentro da sua orelha. Durante este exame, você deverá apenas ficar sentado de olhos fechados, confortavelmente em uma poltrona reclinável dentro de uma cabina acústica e não necessitará dar respostas ao avaliador. Você escutará um som grosso, como se estivesse ouvindo o barulho de um trator. Primeiro você ouvirá em uma orelha e depois na outra.

Na pesquisa dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência a sua pele será limpa com uma pasta levemente porosa. Serão colocados eletrodos descartáveis (adesivos) que serão aderidos com uma pasta, na testa, na orelha e no centro da cabeça. Uma oliva de espuma será colocada dentro da sua orelha e você ouvirá dois sons: um som grosso (“crok, crok, crok”) e um som mais fino (“crik”) aparecerá no meio desses “croks”. Você deverá prestar muita atenção quando ouvir o “crik”. Toda vez que ouvir o “crik” você deverá contar um por um que aparecer. No total, você terá que contar 50 “criks” em cada orelha. Quando der 60 “criks”, você deverá avisar para que o exame seja finalizado.

Na pesquisa dos Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência a sua pele será limpa com uma pasta levemente porosa, serão colocados eletrodos descartáveis (adesivos) que serão aderidos com uma pasta, na testa, na orelha e em vários lugares na cabeça (no meio do cabelo) e uma oliva de espuma será colocada dentro da sua orelha. Durante este exame, você deverá apenas ficar sentado e de olhos abertos, confortavelmente em uma poltrona reclinável e não necessitará dar respostas ao avaliador. Você escutará um som grosso, como se estivesse ouvindo o barulho de um trator. Primeiro você ouvirá em uma orelha e depois na outra.

Já na Avaliação do Processamento Auditivo você será acomodado em uma cadeira confortável dentro de uma cabine acústica, e por meio de um fone de ouvido você escutará as instruções da fonoaudióloga para realizar a sequência de testes existente na avaliação. E em cada teste, primeiro você será treinado para entender como deverá responder.

Estes procedimentos serão introduzidos na rotina de avaliação audiológica, não sendo necessário marcar um dia específico para o mesmo. Assim, você não terá despesas adicionais participando da pesquisa. Caso ocorra algum dano decorrente da sua participação nesta pesquisa, lhe será garantido o direito à indenização. A avaliação completa dos exames aplicados a essa pesquisa terá duração de aproximadamente 3 horas, em dias separados como já previsto na rotina clínica.

Com os resultados obtidos por meio deste estudo, você saberá com precisão o quanto você está ouvindo e auxiliará os pesquisadores a utilizarem esse exame na rotina clínica para pacientes com alteração de processamento auditivo.

Os riscos envolvidos na participação nesta pesquisa são: sensação de ouvido tampado pelo fone durante a audiometria tonal, logaudiometria, na avaliação do processamento auditivo e na pesquisa dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico, sensação de uma leve pressão dentro do ouvido e possível desconforto a sons fortes durante a imitânciometria, irritação leve e temporária na pele provocada pela pasta de limpeza e posicionamento dos eletrodos durante a realização dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico e Média Latência e o possível cansaço ao fim da realização de todos os procedimentos.

Caso ocorra uma eventual interrupção ou mesmo após o encerramento da pesquisa, todos os participantes continuarão sendo atendidos na Audioclínica, caso queiram. O seu nome será preservado nos resultados ou informações que forem utilizados para fins de publicação científica.

Fica claro que o sujeito da pesquisa ou seu representante legal pode a qualquer momento retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornar-se-ão confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (Art.13 do Código de Ética em Fonoaudiologia).

“Caso o sujeito da pesquisa” queira apresentar reclamações ou tiver dúvidas em relação a sua participação na pesquisa, poderá entrar em contato com a pesquisadora ou com o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue ao (à) senhor (a).

Por estarem de acordo assinam o presente termo.

Londrina - PR, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante da Pesquisa

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável

Nome do Pesquisador Responsável: Andressa Pelaquim

Endereço Institucional: Rua Mato Grosso, 381, Apto 10B, Centro.

Cidade: Londrina

Estado: PR

CEP: 86010-180

Telefone: (19) 99842-8783

E-mail do pesquisador: andressapelaquim@gmail.com

## ANEXOS

### ANEXO A – Anamnese Audiológica para indivíduos adultos

#### ANAMNESE AUDIOLÓGICA BÁSICA – ADULTOS

Quanto à queixa audiológica:

Qual a queixa?

---

Início da dificuldade auditiva?

---

Se a dificuldade é progressiva ou não?

---

Antecedentes familiares:

---

Antecedentes de saúde:

( ) Meningite      ( ) Diabetes      ( ) Hipertensão

( ) Toxoplasmose      ( ) Otites (+ de 3 vezes ao ano)

( ) sífilis      ( ) outras \_\_\_\_\_

Já fez cirurgias: ( ) sim ( ) não Quais: \_\_\_\_\_

Medicamentos anteriores e atuais: ( ) AAS ( ) antibióticos

Outros: \_\_\_\_\_

Faz ou já fez abuso de álcool? ( ) sim ( ) não Já fez uso de drogas? ( ) sim ( ) não

Quanto à audição:

Zumbido: ( ) sim ( ) não

Tipo: \_\_\_\_\_ Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Frequência: \_\_\_\_\_ ( ) Unilateral ( ) Bilateral

Trabalhou ou trabalha exposto a ruído: ( ) sim ( ) não

Há quanto tempo? \_\_\_\_\_ Usa EPI(s)? ( ) sim ( ) não

Exposição a produto químico? (aqui inclui trabalho em postos de abastecimento de combustíveis, aplicação de agrotóxicos em lavoura, etc..) ( ) sim ( ) não

Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Usa EPI (s)? ( ) sim ( ) não

Está em repouso auditivo de 14 horas? ( ) sim ( ) não

Quanto ao sistema vestibular:

Tontura: ( ) sim ( ) não Há quanto tempo: \_\_\_\_\_

Frequência: \_\_\_\_\_

Vertigem: ( ) sim ( ) não Há quanto tempo: \_\_\_\_\_

Frequência: \_\_\_\_\_

Desequilíbrios: ( ) sim ( ) não Há quanto tempo: \_\_\_\_\_

Frequência: \_\_\_\_\_

Dores de cabeça: ( ) sim ( ) não Há quanto tempo: \_\_\_\_\_

Frequência: \_\_\_\_\_

Enxaqueca: ( ) sim ( ) não Há quanto tempo: \_\_\_\_\_

Frequência: \_\_\_\_\_

Tem dificuldade para compreender conversas?

( ) no silêncio ( ) no ruído ( ) em grupos de pessoas ( ) nega

Tem dificuldade de memória?

( ) sim ( ) não

Tem dificuldade de atenção?

( ) sim ( ) não

Consegue localizar a fonte sonora?

( ) sim ( ) não ( ) não sabe referir

Já fez terapia fonoaudiológica? (treinamento auditivo)




sim  não

Observações:

A linguagem oral do paciente é compreensível?  sim  não

O paciente consegue compreender perguntas simples?  sim  não

**ANEXO B – Aprovação do Projeto no Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) / Plataforma Brasil**

		
<b>UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL</b>		
<b>PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b>		
<b>DADOS DO PROJETO DE PESQUISA</b>		
<b>Título da Pesquisa:</b> ACURÁCIA DO POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE MÉDIA E LONGA LATÊNCIA EM IDENTIFICAR ALTERAÇÕES DE PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL		
<b>Pesquisador:</b> ANDRESSA PELAQUIM		
<b>Área Temática:</b>		
<b>Versão:</b> 2		
<b>CAAE:</b> 95467918.2.0000.5231		
<b>Instituição Proponente:</b> CCS - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde - Stricto sensu		
<b>Patrocinador Principal:</b> Financiamento Próprio		
<b>DADOS DO PARECER</b>		
<b>Número do Parecer:</b> 2.899.180		
<b>Apresentação do Projeto:</b>		
<p>O processamento auditivo central se refere à eficiência e à efetividade com que o Sistema Nervoso Auditivo Central utiliza a informação auditiva. O potencial evocado auditivo de média latência (PEAML) e o potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL) são exames eletrofisiológicos objetivos que podem complementar o diagnóstico de alterações que envolvam o processamento auditivo central. Será um estudo observacional transversal com quarenta e seis indivíduos adultos, na faixa etária de 18 a 55 anos e sem deficiência auditiva que realizarão o exame PEAML e PEALL. Vinte e três serão sem alteração de processamento auditivo central e vinte e três com alterações nesses exames. Espera-se verificar que o potencial evocado auditivo de média e longa latência possam identificar com precisão os indivíduos que apresentarão alterações no PAC.</p>		
<b>Objetivo da Pesquisa:</b>		
<b>Objetivo Primário:</b>		
<p>Mensurar a acurácia do Potencial Evocado Auditivo de Média e Longa Latência em identificar indivíduos com alterações no processamento auditivo central.</p>		
<b>Objetivo Secundário:</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Verificar a confiabilidade do PEAML em indivíduos com e sem alterações de PAC.</li><li>2. Analisar os resultados obtidos no PEATE clique, na avaliação do processamento auditivo central,</li></ol>		



Comitê de Ética em  
Pesquisa Envolvendo  
Seres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 2.899.180

PEAML e PEALL em indivíduos sem TPAC e sem deficiência auditiva (Grupo Estudo I – GEI controle), considerando-se sexo, orelha e a faixa etária.

3. Analisar os resultados obtidos no PEATE clique, na avaliação do processamento auditivo central, PEAML e PEALL em indivíduos com TPAC e sem deficiência auditiva (Grupo Estudo II - GEII), considerando-se sexo, orelha e a faixa etária.

4. Verificar a sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) do PEAML e PEALL.

5. Comparar a acurácia do PEAML e PEALL para identificar alterações de PAC.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

A redação dos riscos e benefícios está feita com clareza e precisão.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Não há.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

É apresentada a folha de rosto, o TCLE, a declaração de concordância da clínica e um termo de sigilo (este não necessário por não haver acesso a dados de formulário, prontuário, etc).

**Recomendações:**

Não há.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

As pendências solicitadas foram providenciadas.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Prezado (a) Pesquisador (a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade imprimi-lo para apresentação aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Coordenação CEP/UEL.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1176943.pdf	07/09/2018 21:59:38		Aceito



Centro de Ética e  
Pesquisa em Ciências  
Sociais (CETES/Soc)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 2.899.180

Outros	RISCOSEBENEFICIOS.pdf	07/09/2018 21:57:56	ANDRESSA PELAQUIM	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	07/09/2018 21:55:57	ANDRESSA PELAQUIM	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracaocoparticipante.pdf	06/08/2018 21:24:19	ANDRESSA PELAQUIM	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOFINAL.pdf	06/08/2018 21:22:36	ANDRESSA PELAQUIM	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTO.pdf	06/08/2018 16:53:01	ANDRESSA PELAQUIM	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	06/08/2018 09:39:29	ANDRESSA PELAQUIM	Aceito
Outros	DECLARACAOSIGILO.pdf	06/08/2018 09:30:52	ANDRESSA PELAQUIM	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

LONDRINA, 17 de Setembro de 2018

Assinado por:

Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli  
(Coordenador)