

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO**

**PUC - SP**

**Mabel Gonçalves Almeida**

**Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico  
por Frequência Específica em lactentes do  
nascimento aos três meses de idade**

**MESTRADO EM FONOAUDIOLOGIA**

**SÃO PAULO**

**2009**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO**

**PUC - SP**

**Mabel Gonçalves Almeida**

**Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico  
por Frequência Específica em lactentes do  
nascimento aos três meses de idade**

**MESTRADO EM FONOAUDIOLOGIA**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de MESTRE em Fonoaudiologia, sob orientação da Prof<sup>ª</sup>. Dóris Ruthy Lewis.

**SÃO PAULO**

**2009**

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação por processos de fotocopiadores ou eletrônicos.

Mabel Gonçalves Almeida

Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por  
Frequência Específica em lactentes do nascimento aos  
três meses de idade

Presidente da Banca:  
Prof. Dra. \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra \_\_\_\_\_

Profa. Dra \_\_\_\_\_

Profa. Dra \_\_\_\_\_

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

*Dedico este trabalho...*

*A minha mãe, Maria Dolores, que acreditou em mim e me apoiou em todos os momentos de minha vida, ajudando-me a concretizar esse sonho. Pelo apoio e amor incondicional...amo a senhora!*

*A minha irmã amada, Malena, por sempre acreditar em meu potencial. Pela confiança e cumplicidade...amo você minha metade!*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por ser meu eterno guia, e por me fortalecer diante dos obstáculos, dos momentos de saudade e da ausência dos familiares queridos, me ajudando a não desistir e a seguir com serenidade.

À Prof. Dra. Dóris Ruth Lewis, minha orientadora, pela oportunidade de crescimento e amadurecimento profissional e pessoal, pelos ensinamentos, por tornar-me uma pesquisadora e pelo acolhimento sincero.... serei eternamente grata.

À minha grande amiga e fonoaudióloga, Rosa Sandes Alves, pelo apoio incondicional, pelo companheirismo, pela ajuda e torcida e por estar sempre presente. Muito brigada por todo o incentivo...

Às minhas amigas e fonoaudiólogas Ana Paula Bruner, Bruna Marcon e Lissa Matsuo, pela torcida, conversas e momentos agradáveis durante esses anos.

Ao meu amigo Welder Oliveira, pelo apoio e incentivo inicial....

À Fonoaudióloga e companheira de mestrado Gabriela R. Ivo Rodrigues, pelos momentos compartilhados, pelos trabalhos desenvolvidos, pela ajuda e pelo apoio e crescimento profissional.

Ao colega Will Owa e às fonoaudiólogas, Juliana Habiro, Daniela Paulino e Lissa Matsuo pela contribuição ao encaminhar pacientes para participarem desta pesquisa.

À fonoaudióloga Ms Sc Sílvia Nápole Fichino, pela paciência e pela contribuição com seus conhecimentos em eletrofisiologia da audição.

Às Profas. Dras. Carla Gentile Matas e Beatriz Calvalcante de Albuquerque Cayubi Novaes pelas valiosas contribuições no exame de qualificação.

À Dra. Mariana Lopes Fávero, pelas orientações fornecidas e pela disponibilidade em ajudar.

Às Profas. Dras. Beatriz Mendes e Beatriz C. Novaes, pelo profissionalismo, pelos ensinamentos e pela confiança depositada.

À DERDIC que possibilitou a realização desse trabalho e a seus profissionais, em especial João Matias, funcionário da biblioteca, pela competência e trabalho responsável.

Ao CeAC, local onde foram coletados os dados desta pesquisa e a toda a equipe de profissionais e funcionários, em especial à Marilei pela paciência e disponibilidade.

À equipe de atendimento do CeAC, em especial, Talita Donini, Aline Pessoa, Bruna Marcondes, Paula Fortes, Milena Nóbrega e Michele do Carmo pelos momentos compartilhados.

.Aos professores da PUC - SP por contribuir para minha formação como profissional e pesquisadora.

À Virginia, secretaria do PEPG em fonoaudiologia, pela disponibilidade e competência

Aos voluntários e suas famílias que aceitaram participar desta pesquisa.

À CAPES pela bolsa concedida.

À fonoaudióloga Claudia Perrota, pela revisão de português.

À Carmen Saldiva André, pelo trabalho estatístico.

À todos que colaboraram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

## RESUMO

**Resumo.** O Potencial Evocado Auditivo por Freqüência Específica (PEATE-FE) pode auxiliar no diagnóstico auditivo de lactentes quando não é possível a avaliação comportamental, possibilitando estimar a sensibilidade auditiva para as diversas freqüências do audiograma e, portanto orientar o processo de adaptação do aparelho de amplificação sonora individual (AASI). **Objetivo.** Descrever os achados do Potencial Evocado Auditivo do Tronco Encefálico por Freqüência Específica em lactentes ouvintes, do nascimento aos três meses de idade. **Método.** Foram avaliados 23 lactentes sem indicadores de risco para deficiência auditiva segundo o JCIH (2007) com idade cronológica média de 2 meses e 10 dias. Os lactentes apresentavam emissões otoacústicas por estímulo transiente e potencial evocado auditivo de tronco encefálico automático presentes bilateralmente; e timpanometria tipo A bilateralmente. A análise dos resultados comparou os níveis mínimos de respostas (NMR) e o tempo de latência da onda V segundo a variável sexo para as quatro freqüências estudadas. **Resultados.** Não foram observadas diferenças significantes nas latências e nos NMR quanto ao sexo. Obtiveram-se NMR de 34.2 dB NA ( $\pm 11.0$ ) para o estímulo *toneburst* na freqüência de 500 Hz, de 25.4 dB NA ( $\pm 8,3$ ) para a freqüência de 1000 Hz, e NMR para a freqüência de 2000 e 4000 Hz de 19 dB NA ( $\pm 5,5$ ) e 17.5 dB NA ( $\pm 6,4$ ) respectivamente. Os tempos de latência da onda V para a intensidade de 70 dB NA e 20 dB NA, respectivamente, na freqüência de 500 Hz foi de 10.75 ms e 15.2 ms, para a freqüência de 1000 Hz foi de 8.9 ms e 13.4 ms; já para a freqüência de 2000 Hz foi de 7.7 ms e 10.2 ms e para a freqüência de 4000 Hz foi de 7.3 ms e 9.4 ms. **Conclusão.** Concluiu-se que o PEATE-FE auxilia no diagnóstico audiológico ao estimar a sensibilidade auditiva nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz, podendo ser usado na prática clínica para a avaliação auditiva de crianças que não respondem de forma fidedigna a avaliação comportamental.

Palavras-chave: potencial evocado auditivo, diagnóstico, lactente

## ABSTRACT

The frequency specific auditory evoked potential can give contributions in the diagnosis of hearing infants when it is not possible to assess the hearing levels through behavioral and conditioned tests, allowing the estimation of hearing sensitivity to different frequencies of the audiogram and therefore guide the process of hearing aids selection and following controls. **Purpose.** To describe the findings for the frequency specific auditory brainstem response in hearing infants, from birth to three months. **Method.** We evaluated 23 infants without risk indicators for hearing loss according to the JCIH (2007) with average chronological age of 2 months and 10 days. The infants had a TEOAE and AABR present in both ears and type A tympanometry. The analysis compared the minimal level response and absolute latencies for wave V, according to sex, and for the four frequencies studied. **Results.** There was no significant differences in latencies for the minimal level response according to the sex. The FE- ABR thresholds were 34.2 dB HL ( $\pm$  11.0) for the stimulus toneburst in the frequency of 500 Hz, 25.4 dB HL ( $\pm$  8, 3) for the frequency of 1000 Hz, and for 2000 and 4000 Hz were of 19 dB HL ( $\pm$  5.5) and 17.5 dB HL ( $\pm$  6.4) respectively. The absolute latencies for wave V for 70 dB and 20 dB HL, respectively, in response to 500 Hz was 10.75 ms and 15.2 ms; in response to 1000 Hz was 8.9 ms and 13.4 ms; for the frequency of 2000 Hz was 7.7 ms and 10.2 ms; and for the frequency of 4000 Hz was 7.3 ms and 9.4 ms. **Conclusion.** It was concluded that the tone-burst ABR assists in the diagnosis of audiological estimate the hearing sensitivity at frequencies of 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz and 4000 Hz, can be used in clinical practice for hearing evaluation of children who do not respond in a reliable manner to behavioral assessment.

Keywords: auditory evoked potentials, diagnosis, infant

# SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>IV</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>VII</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
3.1 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO NO DIAGNÓSTICO DA PERDA AUDITIVA.....	5
3.1.1 <i>Parâmetros de registro no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico</i> .....	9
3.1.2 <i>Importância das características acústicas do estímulo no Potencial Evocado         Auditivo de Tronco Encefálico</i> .....	12
3.2 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO POR FREQUÊNCIA ESPECÍFICA: <i>TONEBURST</i> .....	19
<b>4. MATERIAL E MÉTODO</b> .....	<b>38</b>
4.1 LOCAL DA PESQUISA .....	38
4.2 SUJEITOS.....	38
4.2.1 <i>Seleção dos Sujeitos</i> .....	38
4.2.2 <i>Caracterização dos sujeitos</i> .....	40
4.3 PROCEDIMENTOS DE COLETAS DE DADOS.....	40
4.3.1 <i>Condições para realização do exame</i> .....	40

4.3.2 Anamnese .....	41
4.3.3 Timpanometria .....	41
4.3.4 Triagem auditiva .....	42
4.3.5 Registro do PEATE por via aérea com estímulo click .....	42
4.3.6 Registro do PEATE por via aérea com estímulo toneburst .....	43
4.3.7 Determinação do Nível Mínimo de Resposta (NMR) do PEATE-FE .....	44
4.4 MATERIAL .....	45
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	46
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>66</b>
6.1 ESTUDO DO NÍVEL MÍNIMO DE RESPOSTA ELETROFISIOLÓGICA PARA AS QUATRO FREQUÊNCIAS ESTUDADAS .....	72
6.2 ESTUDO DA FUNÇÃO LATÊNCIA X INTENSIDADE NAS QUATRO FREQUÊNCIAS ESTUDADAS.....	76
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>81</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>82</b>
<b>9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatística descritiva para a idade (em dias) dos lactentes em função do sexo.....	48
Tabela 2 - Valores observados de estatísticas descritivas para o tempo de latência (ms) por intensidade (dB) e sexo na freqüência de 500 Hz.....	49
Tabela 3 - Valores observados de estatísticas descritivas para o tempo de latência (ms) por intensidade (dB) e sexo na freqüência de 1000 Hz...	51
Tabela 4 - Valores observados de estatísticas descritivas para o tempo de latência (ms) por intensidade (dB) e sexo na freqüência de 2000 Hz...	53
Tabela 5 - Valores observados de estatísticas descritivas para o tempo de latência (ms) por intensidade (dB) e sexo na freqüência de 4000 Hz...	55
Tabela 6 - Estatísticas descritivas para o NMR nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz.....	64

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parâmetros utilizados em estudos com PEATE-FE encontrados na revisão da literatura.....	35
Quadro 2 - Características de parâmetros utilizados para o estímulo <i>click</i> ..	43
Quadro 3 - Característica de parâmetros utilizados para o estímulo <i>toneburst</i> para cada frequência estudada.....	44

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - PEATE com estímulo <i>click</i> de lactente de 2 meses de idade na intensidade de 70 dB NA .....	14
Figura 2 – PEATE-FE com estímulo <i>toneburst</i> nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz .....	15
Figura 3 - Distribuição da duração do estímulo <i>toneburst</i> na freqüência de 1000 Hz com tempo de subida/descida de 2 ms e platô de 1ms. ....	16
Figura 4 - Gráfico representando o espectro e duração do estímulo <i>toneburst</i> nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz. ....	17
Figura 5 - Fluxograma representando a quantidade de orelhas avaliadas e analisadas estatisticamente para as diversas freqüências .....	47
Figura 6 - Médias dos tempos de latências (ms) da onda V em função da intensidade (dB) na freqüência de 500 Hz para o sexo feminino e masculino.....	50
Figura 7 - Médias dos tempos de latências (ms) da onda V em função da intensidade (dB) na freqüência de 1000 Hz para o sexo feminino e masculino.....	52
Figura 8 - Médias dos tempos de latências (ms) da onda V em função da intensidade (dB) na freqüência de 2000 Hz para o sexo feminino e masculino.....	54
Figura 9 - Médias dos tempos de latências (ms) da onda V em função da intensidade (dB) na freqüência de 4000 Hz para o sexo feminino e masculino.....	56

Figura 10 - Gráfico dos perfis dos tempos de latências (ms) da onda V em função das intensidades (dB) por orelha na freqüência de 500 Hz.....	57
Figura 11 - Gráfico dos perfis dos tempos de latências (ms) da onda V em função das intensidades (dB) por orelha na freqüência de 1000 Hz.....	57
Figura 12 - Gráfico dos perfis dos tempos de latências (ms) da onda V em função das intensidades (dB) por orelha na freqüência de 2000 Hz.....	58
Figura 13 - Gráfico dos perfis dos tempos de latências (ms) da onda V em função das intensidades (dB) por orelha na freqüência de 4000 Hz.....	58
Figura 14 - Diagrama de dispersão da latência e intensidade com reta ajustada na freqüência de 500 Hz .....	59
Figura 15 - Diagrama de dispersão da latência e intensidade com modelo ajustado na freqüência de 1000 Hz .....	60
Figura 16 - Diagrama de dispersão da latência e intensidade com modelo ajustado na freqüência de 2000 Hz .....	61
Figura 17 - Diagrama de dispersão da latência e intensidade com modelo ajustado na freqüência de 4000 Hz .....	62
Figura 18 - Curvas representativas da função latência x intensidade obtidas nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz .....	63
Figura 19 - Gráfico dos valores individuais e médios dos NMR (dB) nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz .....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS

**µV:** micro Volts

**AASI:** aparelho de amplificação sonora individual

**dB:** decibél

**dB nNA:** decibel nível de audição normatizado

**EEG:** eletroencefalograma

**EOAT:** emissões otoacústicas por estímulo transiente

**Hz:** Hertz

**JCIH:** *Joint Committee on Infant Hearing*

**kHz:** kilo Hertz

**MAE:** meato acústico externo

**ms:** milésimos de segundo

**NA:** nível de Audição

**NMR:** nível mínimo de resposta

**NPS:** nível de pressão sonora

**NS:** nível de sensação

**PE:** potenciais evocados

**PEA:** potenciais evocados auditivos

**PEAEE:** potencial evocado auditivo de estado estável

**PEATE:** potencial evocado auditivo de tronco encefálico

**PEATE-FE:** potencial evocado auditivo de tronco encefálico por  
frequência específica

**RN:** recém-nascidos

**s:** segundos

**TAN:** triagem auditiva neonatal

**VA:** via aérea

**VO:** via óssea

# 1. INTRODUÇÃO

A audição é uma função sensorial complexa, fundamental para aquisição e desenvolvimento da linguagem e da comunicação, já nos primeiros meses de vida. Sendo assim, a privação sensorial auditiva pode acarretar danos cognitivos e lingüísticos importantes, prejudicando a fala, a aprendizagem e as relações sociais.

Dessa forma, programas de saúde auditiva vêm sendo desenvolvidos, com o objetivo de prevenir, detectar e diagnosticar a deficiência auditiva precocemente e permitir que a intervenção seja também realizada o mais cedo possível. É dentro desse contexto que os programas de Triagem Auditiva Neonatal (TAN) devem estar inseridos (Azevedo, 2004).

Um programa de saúde auditiva é composto de três fases importantes: a detecção, o diagnóstico e a intervenção. O processo diagnóstico após o programa de triagem auditiva demanda a realização de uma avaliação audiológica completa, que envolve exames médicos e uma bateria de testes audiológicos, tais como: imitanciometria, pesquisa do reflexo acústico, emissões otoacústicas (EOA), Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) por via aérea (VA) e via óssea (VO) e observação do comportamento auditivo (*American Academy of Pediatrics*, 1999; *Joint Committee on Infant Hearing (JCIH)*, 2007).

A audiometria comportamental, por ser um método de avaliação auditiva que depende da integração e da coordenação entre as habilidades auditivas, visuais e motoras é de difícil aplicação em neonatos, impossibilitando a determinação do limiar auditivo. No entanto, a audiologia pediátrica, apóia-se em métodos objetivos para estimar a audição nessa população (Gravel e Hood, 2001).

O PEATE insere-se nesse contexto, e por ser um procedimento objetivo e confiável que possibilita estimar a sensibilidade auditiva em crianças que

não respondem à audiometria comportamental, vem sendo utilizado nos programas de identificação precoce (Hyde et al., 1990; Gorga et al., 2006). Entretanto, por se tratar de um exame eletrofisiológico, necessita de condições ideais para sua realização, tal como estado de sono e ausência de atividades miogênicas (Sininger, 2006).

Para a pesquisa do nível mínimo de resposta (NMR) pelo PEATE, vários estímulos acústicos, entre eles, o *click* e o *toneburst*, são amplamente utilizados (Hood e Berlin, 1986).

Muitos investigadores sugerem que o PEATE utilizando o *click* estime a sensibilidade auditiva na faixa de frequência entre 2 e 4 kHz (Yamada et al., 1975; Jerger e Mauldin, 1978; Yamada et al., 1979). Isso demonstra que a configuração da perda auditiva não pode ser assegurada pelo *click*, quando utilizado isoladamente, sendo necessários testes com estímulos de baixa frequência para estimativa nessa região (Hurley et al., 2005). Em 1988, Gorga et al. já enfatizavam que o estímulo tonal curto, como o *toneburst*, era um dos mais utilizados para avaliar a função de regiões de frequências específicas da cóclea.

Assim, freqüentemente o PEATE emprega *click* para estimar a audição em altas frequências (2-4 kHz), e *toneburst*, na frequência de 500 Hz, para avaliar as frequências baixas (Hood, 1998; Goldstein e Aldrich, 1999; Sininger e Cone-wesson, 2002).

No entanto, há a necessidade de normatização em frequências baixas na estimativa do nível de audição em neonatos e lactentes, sendo importante que cada clínica desenvolva seus próprios valores e critérios para considerar os resultados do PEATE como sendo normais ou representativos de perdas auditivas cocleares ou retrococleares (Matas et al., 1998; Musiek et al., 1999; Hurley et al., 2005).

No momento atual em que o advento da triagem auditiva neonatal tem resultado na identificação da perda auditiva em crianças cada vez menores,

aumenta-se a necessidade de procedimentos diagnósticos objetivos que não dependam do desenvolvimento cognitivo e motor do paciente durante a avaliação. A avaliação eletrofisiológica insere-se nesse contexto, utilizando-se do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por Frequência Específica (PEATE-FE) com o estímulo *toneburst*, que fornece NMR específicos em frequência e orienta assim, o processo de indicação, seleção e adaptação dos dispositivos eletrônicos, essenciais para uma reabilitação de qualidade. Com isso, a efetividade dos programas de identificação precoce e seu objetivo de inclusão social a partir do desenvolvimento individual e de linguagem poderão ser alcançados com sucesso.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Descrever os achados do Potencial Evocado Auditivo do Tronco Encefálico por frequência específica em lactentes ouvintes, do nascimento aos três meses de idade.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar a função latência x intensidade para o registro da onda V, utilizando o estímulo *toneburst*, nas frequências de 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz e 4 kHz;
- Descrever o nível mínimo de resposta encontrado para as quatro frequências.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo pretende situar o leitor em relação às questões pertinentes ao diagnóstico eletrofisiológico da perda auditiva por meio do PEATE e do PEATE-FE. Inicialmente, será priorizado o encadeamento das idéias em detrimento da ordenação cronológica, com intuito de permitir uma leitura compreensível. No entanto, no item referente aos trabalhos específicos sobre o tema abordado neste estudo, será obedecida a ordenação cronológica. É importante esclarecer que, diante das diferentes nomenclaturas empregadas pelos autores para referir-se ao tema, optou-se pela nomenclatura em português, atualmente utilizada.

#### 3.1 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO NO DIAGNÓSTICO DA PERDA AUDITIVA

No contexto atual, no qual lactentes cada vez menores são encaminhados para diagnóstico, métodos eletrofisiológicos para avaliação da sensibilidade auditiva são bastante úteis e necessários, pois permitem a avaliação da integridade mecânica e neural do sistema nervoso auditivo. E, embora não indiquem o grau da perda auditiva, fornecem informações importantes sobre a função auditiva nas crianças pequenas, orientando o processo de diagnóstico e intervenção (Hood, 1998).

Dentre esses procedimentos, a utilização de potenciais evocados para avaliação auditiva infantil é difundida desde a década de 1970 (Hecox e Galambos, 1974).

Os Potenciais Evocados (PE) são respostas elétricas do sistema nervoso a um estímulo externo motor ou sensitivo que se diferenciam pelo método de estimulação e registro, sendo, o potencial auditivo, evocado por

um estímulo acústico externo, que representa a atividade neural do sistema nervoso auditivo (Misulis, 2003; Hood, 1998).

Os Potenciais Evocados Auditivos (PEA) consistem em uma série de ondas com latências e amplitudes características, as quais representam o local do sistema nervoso onde são geradas essas respostas (Misulis, 2003).

Hood (1998) define os PEATE como potenciais evocados auditivos de tronco encefálico de curta latência, evocados por um estímulo acústico externo curto, principalmente *click* ou *toneburst*, que retratam a funcionalidade do nervo auditivo e possibilitam fazer inferências sobre a sensibilidade auditiva.

Como acontece nos métodos tradicionais para obtenção do limiar auditivo, os PEATE podem ser evocados apresentando-se o estímulo acústico tanto por via aérea, por meio de fones de ouvido supra-aural ou de inserção, quanto por via óssea, por meio do transdutor ósseo. No diagnóstico diferencial das perdas auditivas neurosensoriais, condutivas ou mistas, deve ser utilizada a estimulação auditiva por ambas as vias (Hood, 1998; JCIH, 2007).

Eletrodos de superfície registram as respostas elétricas, que aparecem como traçados de sete ondas, cujos picos são marcados em algarismos romanos de I a VII e correspondem a uma porção do trato auditivo (Hall, 1992).

As ondas I e II são geradas pela porção distal e proximal do nervo auditivo, respectivamente; a onda III é gerada no núcleo coclear; a IV no complexo olivar superior, enquanto a onda V reflete a atividade do leminisco lateral e colículo inferior. Estas duas últimas podem representar mais de uma estrutura anatômica (Hood, 1998).

Para a avaliação da sensibilidade auditiva, a onda V é considerada o componente ideal, pois apresenta morfologia constante, fácil registro e replicabilidade nas intensidades próximas ao limiar comportamental, sendo

distintamente reconhecida em todas as idades (Picton e Durieux-smith, 1978). Portanto, o nível mínimo de resposta eletrofisiológica ou limiar eletrofisiológico na avaliação da função auditiva refere-se ao menor nível de intensidade no qual a onda V pode ser detectada e reproduzida (Hood, 1998; Stapells, 2000b).

A principal característica da onda analisada no PEATE consiste nos valores absolutos e interpicos das latências das ondas I, III e V, possibilitando classificar as perdas auditivas como cocleares, retrococleares ou condutivas (Hood e Berlin, 1986; Hood, 1998).

A latência da onda refere-se ao tempo decorrido entre a apresentação do estímulo e o aparecimento dos potenciais elétricos produzidos pelo nervo auditivo e tronco encefálico, podendo ser analisada em relação ao seu valor absoluto e relativo. A latência absoluta da onda é determinada pelo tempo decorrido entre a apresentação do estímulo e o pico da onda, enquanto o valor relativo da latência da onda está relacionado ao intervalo entre as latências absolutas das ondas, conhecido como intervalo interpico. No PEATE são comumente analisadas as latências absolutas das ondas I, III e V e os intervalos interpicos I-III, III-V e I-V (Hood, 1998).

Os valores da latência, por sua vez, são influenciados por inúmeros fatores, dentre eles, o gênero, a idade, a colocação dos eletrodos, bem como o tipo, a frequência, a intensidade e a taxa de repetição do estímulo utilizado. A latência estabelece uma relação inversamente proporcional com a intensidade; aumenta na medida em que esta diminui e possibilita estabelecer uma função latência *versus* intensidade que muda de acordo com a natureza da desordem auditiva (Hood, 1998).

A latência da onda difere consideravelmente em adultos e crianças, sendo mais longa quanto menor a idade, condição explicada pelas características maturacionais da via auditiva. O processo de mielinização das fibras nervosas no decorrer do tempo favorece o aumento da sincronia

das fibras nervosas auditivas e da velocidade da condução do estímulo, com conseqüente diminuição do tempo entre a apresentação do estímulo e o aparecimento da resposta (Fria e Doyle, 1984; Hood, 1998).

A porção da membrana basilar da cóclea estimulada interfere na latência da onda, na medida em que a onda sonora produzida por estímulos acústicos que provocam a estimulação de regiões mais específicas e apicais da cóclea percorre um caminho maior até atingir essas regiões. No entanto, sabe-se que a velocidade da onda viajante através da membrana basilar diminui da base em direção ao ápice da cóclea, com conseqüente aumento do tempo da viagem da onda até as regiões mais apicais. Dessa forma, estímulos contendo espectro acústico de freqüências baixas terão suas latências aumentadas em relação aos de freqüências mais altas, uma vez que necessitam de mais tempo para atingir o ápice da cóclea e produzir a resposta (Klein, 1984).

A amplitude da onda também é uma característica analisada no PEATE, e refere-se à maior das distâncias que uma onda atinge da sua posição média, estabelecendo uma relação direta com a intensidade. No entanto, por ser mais variável do que a latência, possui uma aplicação clínica mais limitada (Hood e Berlin, 1986).

Portanto, potenciais auditivos cujas ondas aparecem até 10 ms após a apresentação do estímulo, com amplitude de 0.2  $\mu$ V, são considerados de curta latência e são gerados no tronco encefálico. Outros potenciais auditivos cujas latências dos picos das ondas encontram-se entre 10-50 ms com amplitude de 0.1 $\mu$ V, e aqueles com latências maiores que 50 ms e amplitudes de 1-10 V são conhecidos como PEA de latência média e de latência longa, respectivamente (Misulis, 2003).

No PEATE, devido à distância existente entre os sítios geradores de resposta e os eletrodos que captam as atividades elétricas, a amplitude das repostas torna-se pequena, sendo necessário diminuir as atividades não resultantes da estimulação sonora presentes durante a gravação e que

podem interferir no registro elétrico. Esse objetivo pode ser alcançado ao se melhorar a relação sinal–ruído e a sincronia neural (Hood, 1998).

Dessa forma, potenciais de curta latência, para gerarem respostas detectáveis e confiáveis, dependem em grande parte do disparo sincrônico de um grande número de fibras nervosas auditivas. Para isso, o estímulo de escolha deve ser um sinal acústico de ataque rápido, que estimule simultaneamente uma grande região da membrana basilar, gerando um disparo neural sincrônico (Davis, 1976).

A aplicabilidade do PEATE na clínica audiológica está na predição da sensibilidade e da função auditiva no diagnóstico diferencial da perda auditiva, bem como na identificação da neuropatia auditiva em adultos, crianças e recém-nascidos. Além de auxiliar no diagnóstico auditivo, esses potenciais são também utilizados no diagnóstico diferencial de alterações neurológicas, como também no monitoramento da função neural em diversas situações intraoperatórias (Hall, 1992; Hood, 1998).

No entanto, para a aplicação desses potenciais no diagnóstico audiológico clínico, os parâmetros de gravação, tais quais os filtros e a montagem dos eletrodos, e os parâmetros do estímulo, como razão, polaridade e frequência do estímulo, devem ser considerados. Esses parâmetros influenciam na detectabilidade e nas características das ondas e, conseqüentemente, no nível mínimo de resposta do PEATE (Hall, 1992).

### 3.1.1 Parâmetros de registro no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico

Para obtenção do nível mínimo de resposta eletrofisiológica pelo PEATE, são necessários cuidados no sentido de diminuir as atividades elétricas e miogênicas nas regiões de frequência que contêm aquelas dos potenciais evocados. Também a manutenção das condições ideais de exame é essencial para garantir a detectabilidade de resposta, mesmo em

fracas intensidades. Portanto, a utilização de estratégias que aumentem a amplitude do sinal ou reduzam o ruído na gravação melhora a relação sinal-ruído, permitindo uma detecção mais fácil da resposta. Aumenta, assim, a correspondência entre o nível mínimo de resposta obtido no PEATE e o limiar psicoacústico (Sinninger, 2006).

O **filtro** é uma técnica utilizada para garantir a detecção de um sinal na presença de ruído elétrico de fundo, tendo como objetivo reduzir, ou eliminar do processo de mediação as atividades elétricas que não são as respostas desejadas. Dessa maneira, um filtro passa-alto rejeita energias de frequências baixas e permite registrar energias de frequências altas, enquanto com o passa-baixo ocorre o oposto. A combinação entre esses dois filtros resulta no filtro *bandpass*, o qual permite a passagem de uma banda de energia entre esses dois limites, passa-alto e passa-baixo. Dessa forma, as mudanças nos parâmetros do filtro passa-alto exercem forte efeito no PEATE, principalmente na amplitude do componente da onda V e naqueles potenciais evocados por estímulo de frequência baixa (Hall, 1992).

O filtro é, pois, um importante parâmetro de registro, na medida em que permite uma otimização da relação sinal-ruído, com conseqüente aumento da amplitude de resposta, principalmente em crianças e em níveis de intensidade mais fracos (Sinninger, 2006).

Em estudo com 24 lactentes a termo, Sininger (1995) comparou o filtro passa-alto de 100 Hz e 30 Hz para o *click* e *toneburst* em 500 Hz e encontrou que, para crianças, o filtro em 30 Hz aumenta a amplitude e melhora a relação sinal-ruído, quando comparado ao filtro de 100 Hz, principalmente usando-se o estímulo de frequência baixa.

Outro parâmetro de registro que deve ser considerado é a montagem dos eletrodos e sua relação com a detecção de respostas.

Os **eletrodos** têm papel importante no registro dos potenciais evocados auditivos, apresentando efeitos sobre a latência, a amplitude, e a morfologia

das ondas. Esses efeitos dependem da relação entre a localização específica dos eletrodos e os geradores de resposta, do registro mono ou bipolar dos eletrodos e do tipo e material com que são fabricados (Hall, 1992).

Para garantir um registro adequado das repostas, é recomendado também que a impedância existente em cada eletrodo e entre os eletrodos mantenha-se igual ou menor que 2 e 5 Kohms ( $K\Omega$ ), respectivamente (Yamada et al., 1983; Hood, 1998).

O **tempo de análise** ou **tamanho da janela** é o período depois da apresentação do estímulo no qual as ondas são registradas, sendo outro importante parâmetro que deve ser considerado na obtenção de respostas eletrofisiológicas. O tempo de análise apresenta forte relação com as características do estímulo, e a seleção do tamanho da janela a ser utilizada depende do conhecimento do examinador sobre o tempo de latência esperado para aquele tipo de potencial. Cada potencial pode sofrer influências diferentes de fatores como: intensidade e tipo de estímulo apresentado, além das características do sujeito, como a idade e a presença de patologias auditivas ou neurológicas (Hall, 1992).

Em neonatos, uma vez que as ondas são registradas em uma latência mais tardia, quando comparadas às do adulto, é necessária a escolha de uma janela de análise maior. Ao se usar estímulo de frequência específica, são recomendadas janelas entre 20-30 ms, já que nas frequências mais baixas o aumento da latência é maior devido ao tempo decorrente para atingir a parte apical da cóclea (Hood 1998; Sininger, 2006).

O **registro ipsilateral e/ou contralateral** à orelha estimulada também é importante, na medida em que, dependendo do modo de registro realizado, pode haver ou não a presença da onda I, como também podem ser observadas mudanças nas latências das diversas ondas. O método de obtenção simultânea das respostas contra e ipsilateralmente é a preferencial

no PEATE. No entanto, para isso, é necessário utilizar dois canais de registro, sendo que cada canal registra as respostas ipsilaterais ou contralaterais à estimulação acústica (Hood, 1998; Misulis, 2003).

O **número de estímulos** ou **número de varreduras** utilizado para evocar os potenciais auditivos é outro importante parâmetro de registro, uma vez que aumenta a relação sinal-ruído, possibilitando a obtenção de respostas mais claras. A quantidade mínima de estímulos para garantir o registro de respostas neurais estaria por volta de 1000 estímulos; no entanto, deve-se atentar para o fato de que, em intensidades mais fracas, há a necessidade de se aumentar o número de estímulos para melhorar a promediação das respostas, possibilitando o aumento da amplitude da onda (Hood, 1998).

É importante lembrar que no registro dos PEATE de lactentes em sono natural o fator tempo é crucial e, portanto, a escolha de parâmetros de registro que permitam a obtenção de respostas claras e confiáveis no menor intervalo de tempo possível é essencial.

### 3.1.2 Importância das características acústicas do estímulo no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico

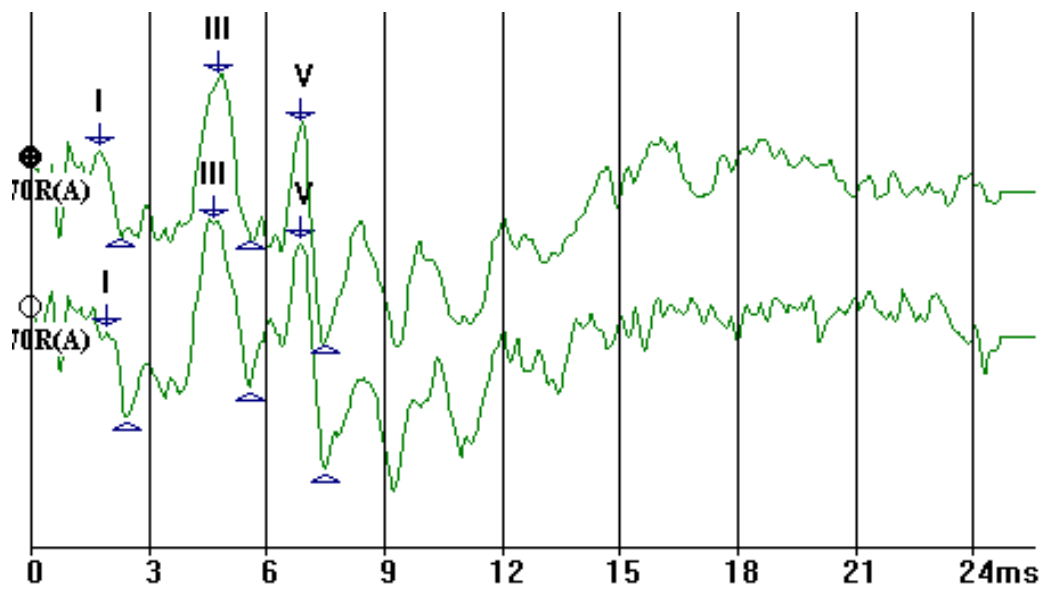
O tipo de estímulo utilizado para evocar um potencial apresenta grande importância na obtenção da resposta eletrofisiológica, uma vez que esses estímulos possuem suas energias centradas em diferentes espectros de frequências, estimulando diferentes fibras nervosas. As características e parâmetros do estímulo utilizado influenciam na forma, no tempo de latência e na amplitude da onda, bem como na menor ou maior especificidade da frequência (Hall, 1992; Hood, 1998).

Diversos tipos de estímulos podem ser utilizados para evocar um PEATE, sendo os mais utilizados na prática clínica o *click* e os estímulos de frequência específica, como o *tonepip* ou *toneburst*. Dentre os estímulos

utilizados para garantir uma maior especificidade de frequência, há também, além do *toneburst*, o *click* filtrado e o *click* e o *toneburst* mesclados com vários tipos de ruído (*notched noise* e ruído passa-alto) (Hood, 1998). No entanto, como esses estímulos não são comumente encontrados nos equipamentos convencionais de PEATE, sendo mais utilizados em pesquisas laboratoriais, esta revisão aborda apenas o uso do *click* e do *toneburst*.

O *click* é um pulso elétrico de início abrupto e de curta duração (100 ms), caracterizado por ser uma onda com o pico de energia máximo nas regiões de frequência entre 1 e 4 kHz. Por estimular uma área da cóclea maior, provoca uma boa sincronia neural pela ação conjunta de um maior número de fibras nervosas. Entretanto, essa característica do estímulo ocasiona um espalhamento de energias nas frequências dominantes, diminuindo a especificidade de frequência (Davis e Hirsh, 1979; Kileny, 1981). A figura 1 representa um PEATE evocado com estímulo *click* na intensidade de 70 dB NA, sendo o paciente um lactente.

Figura 1 - PEATE com estímulo *click* de lactente de 2 meses de idade na intensidade de 70 dB NA

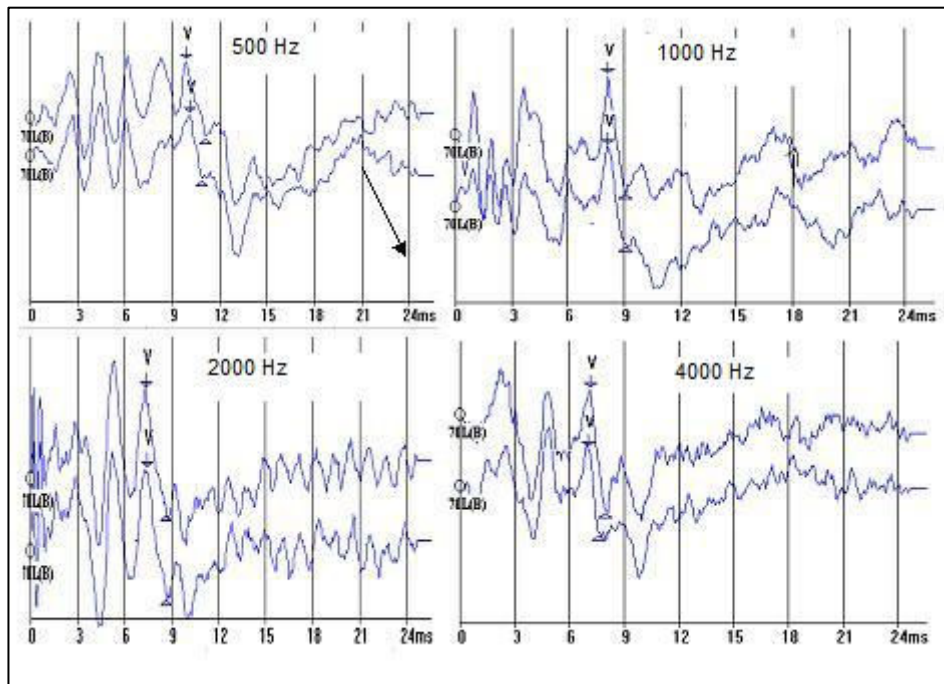


Fonte: equipamento Smart EP -*Intelligent Hearing Systems*

Por outro lado, um *toneburst* ideal é aquele que tem sua energia centrada em uma frequência de tom puro simples e não contém energia de outras frequências, ativando a membrana basilar da cóclea, onde há apenas unidades neurais com a mesma característica de frequência (Hall, 1992).

O *toneburst* é, então, um estímulo tonal representado por uma onda senoidal, com duração menor que um segundo e espectro de frequência curto, possibilitando que apenas regiões específicas da cóclea sejam estimuladas (Gorga et al., 1988). A figura 2 representa um PEATE com estímulo *toneburst* em quatro frequências, na intensidade de 70 dB NA, sendo o paciente um lactente.

Figura 2 – PEATE-FE com estímulo *toneburst* nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz



Fonte: equipamento Smart EP -*Intelligent Hearing Systems*

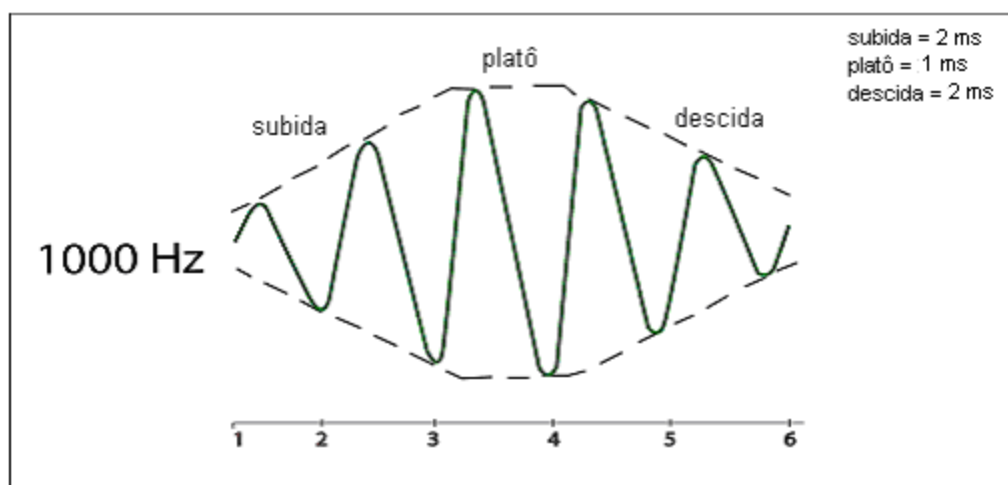
A duração do estímulo afeta, principalmente, a sincronia neural e a especificidade de freqüência da resposta. Estímulos abruptos de curta duração promovem uma maior ativação de fibras nervosas, com maior sincronia neural; no entanto, há maior ativação das regiões da membrana basilar. Estímulos de longa duração possuem espectro de freqüência mais curto e ativam fibras nervosas específicas, diminuindo a sincronia neural e, conseqüentemente, a amplitude e detectabilidade da onda (Hall, 1992).

O tom puro utilizado na audiometria convencional é um exemplo de tons de longa duração e mais específicos, enquanto o *click* é um estímulo mais curto e, portanto, menos específico em freqüência (Hall, 1992; Misulis, 2003).

A duração de um *toneburst* é determinada pelo tempo em que estão concentradas sua energia principal e suas energias adjacentes. O tempo em que está concentrada a energia principal é definido como platô, e o tempo

em que estão concentradas as energias que se dispersam nas áreas adjacentes, como tempo de início ou subida e tempo final ou descida. No entanto, por exercer pouca influência na especificidade de frequência, o platô tem tido seu uso restrito (Hood, 1998; Ribeiro, 2002). A figura 3 demonstra a distribuição da duração do estímulo *toneburst* na frequência de 1000 Hz com tempo de subida/descida de 2 ms e platô de 1 ms.

Figura 3 - Distribuição da duração do estímulo *toneburst* na frequência de 1000 Hz com tempo de subida/descida de 2 ms e platô de 1 ms.

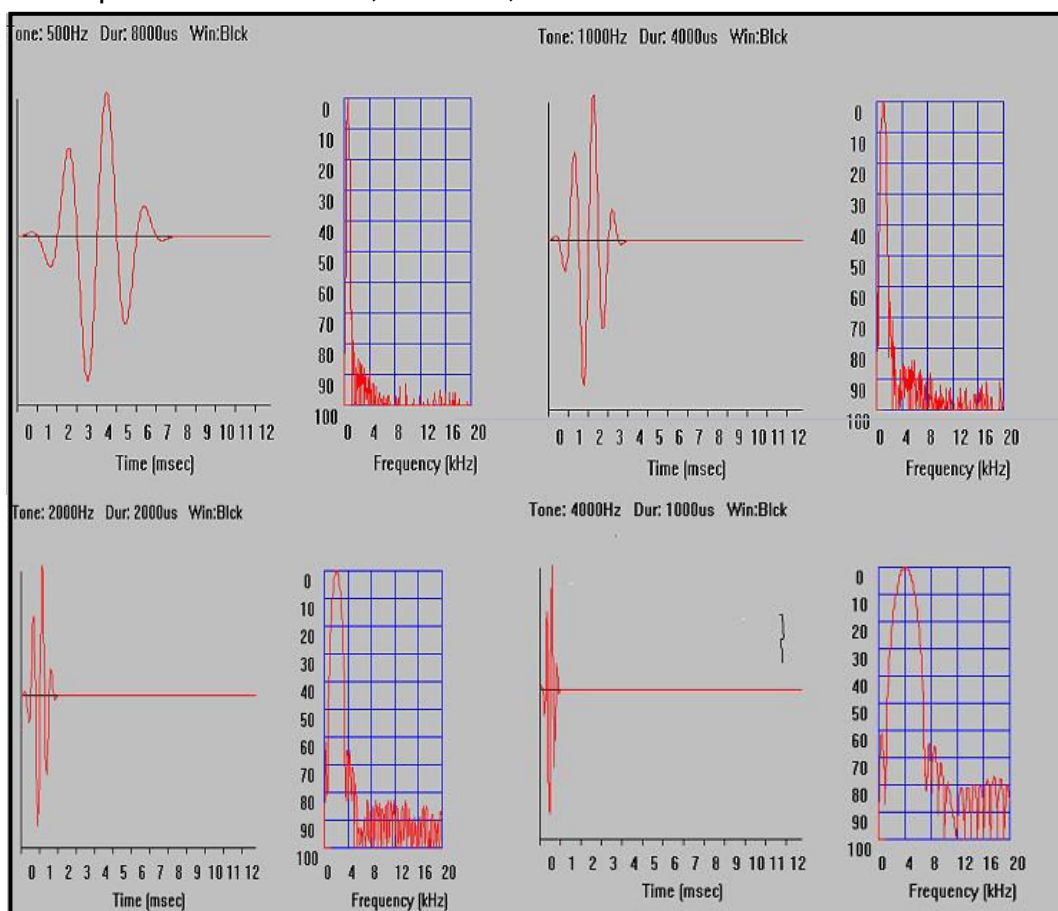


Fonte: Adaptado de Hall (1992)

Graficamente, um *toneburst* é representado por uma janela ou envelope que contém o tempo de subida do estímulo, o platô, caso tenha sido utilizado, e o tempo de descida do estímulo. Essas janelas podem ser obtidas a partir de funções lineares ou logarítmicas. Quando o tempo de início e descida do estímulo é caracterizado por uma mudança abrupta, de ausência de estímulo para o início do estímulo, a função é dita linear, ocorrendo então uma maior distribuição da energia, como acontece na janela trapezoidal. Por outro lado, se há uma subida e queda gradual do estímulo acústico, ocorre menor distribuição de energia, garantindo assim maior especificidade de frequência. Esse segundo caso ocorre nas janelas produzidas por funções logarítmicas, como a *blackman* ou a *Hanning* (coseno ao quadrado) (Hood, 1998).

Segundo Gorga e Thorton (1989), as janelas produzidas por funções logarítmicas apresentam amplitude de energia com espectro estreito e considerável redução de energia nas regiões adjacentes, que apresentam amplitude de energia, pelo menos, 50 dB abaixo da amplitude do lobo principal. A amplitude das regiões adjacentes na janela linear encontra-se, apenas, 27 dB abaixo da amplitude do lobo principal. Picton et al. (1979) enfatizam ainda que uma perda aditiva pode ser subestimada pela janela linear uma vez que essa produz um maior espalhamento de energia para as regiões vizinhas da freqüência estimulada. A figura 4 representa o espectro e a duração do estímulo *toneburst* nas freqüências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz na janela *blackman*.

Figura 4 - Gráfico representando o espectro e duração do estímulo *toneburst* nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz.



Fonte: equipamento Smart EP -Intelligent Hearing Systems

A fase ou polaridade do estímulo e a razão de apresentação do estímulo são outros dois parâmetros que podem provocar mudanças na gravação de um potencial evocado auditivo.

A polaridade refere-se à deflexão inicial causada pelo estímulo na membrana do fone de ouvido, que, ao atingi-la, desloca-a em direção ao tímpano ou em direção contrária. No primeiro caso ocorre uma condensação do ar no canal auditivo, gerando estímulo de polaridade condensada; e no segundo ocorre uma rarefação do ar dentro do conduto auditivo, o que gera um estímulo de polaridade rarefeita (Misulis, 2003).

A polaridade alternada, ou seja, o uso simultâneo da polaridade condensada e rarefeita tem como objetivo reduzir o artefato do estímulo (Hood, 1998).

Orlando e Folson (1995), ao analisarem os efeitos da mudança de polaridade na latência em adultos com audição normal, observaram maiores diferenças entre a polaridade rarefeita e condensada, nas frequências baixas.

Hood (1998) considera a polaridade condensada mais adequada para avaliação de adultos com audição normal, recomendando o uso de polaridade simples em contraposição à alternada, para evitar que respostas sejam canceladas quando se usa polaridade condensada e rarefeita simultaneamente.

A razão do estímulo relaciona-se à quantidade de estímulos apresentados por unidade de tempo, exercendo efeito na clareza e detectabilidade da resposta. Em geral, razões acima de 30 estímulos por segundo aumentam a latência e diminuem a amplitude da resposta (Hood e Berlin, 1986 ; Hall, 1992, Misulis, 2003).

No entanto, na estimativa do NMR por frequência específica baseada na detecção da onda V, a utilização de altas taxas de repetição do estímulo,

até 40 estímulos por segundo, melhora a relação sinal-ruído, essencial nas baixas frequências, mais afetadas pelo ruído (Hood, 1998).

A latência dos PEATE para recém-nascidos parece ser afetada por taxas de repetição do estímulo mais lentas, enquanto que a amplitude da onda diminui com o aumento da razão do estímulo. Entretanto, a redução da amplitude da onda é maior em adultos do que em crianças (Lasky, 1997).

O manejo dos parâmetros de gravação e de estímulo no PEATE tem como objetivo a detecção de respostas com melhor qualidade, inclusive em níveis de intensidade muito fracos. No PEATE-FE com estímulo *toneburst*, no qual a facilidade para detectar as ondas em intensidades fracas é maior ou menor de acordo com a frequência do estímulo avaliada, a escolha dessas características é essencial na obtenção de níveis mínimos de resposta (Hood, 1998; Hall, 1992; Stapells, 2000 b).

### 3.2 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO POR FREQUÊNCIA ESPECÍFICA: *TONEBURST*

Neste subitem são apresentados, em ordem cronológica, os estudos específicos envolvendo o PEATE-FE. O quadro 1, apresentado no final deste capítulo, traz um resumo dos parâmetros utilizados nesses estudos.

Os estudos com PEATE envolvendo o estímulo *toneburst* objetivam garantir a maior especificidade desse estímulo para que ele possa prever, com eficácia, a sensibilidade auditiva de cada frequência, principalmente na avaliação de crianças pequenas, que não respondem à audiometria comportamental (Ribeiro, 2002).

Hawes e Greenberger (1981) realizaram o primeiro estudo envolvendo neonatos e o PEATE utilizando estímulo de frequência específica. As frequências de 500 Hz, 1 e 2 kHz de neonatos foram comparadas aos

resultados obtidos em adultos nas intensidades de 60, 40 e 20 dB. Os autores utilizaram como estímulo o *tonepip* de polaridade unifásica e razão de 33 estímulos/segundo, e sugeriram que se trata de um estímulo confiável para triagem e avaliação com PEATE nas frequências acima de 1000 Hz.

Kileny (1981) comparou o *click* não filtrado e o *tonepip* de 0.5 e 1 kHz em dois grupos de sujeitos: o primeiro com 10 adultos jovens e 8 crianças de idade entre 1 e 5 anos, e o segundo grupo de oito pacientes com perda auditiva súbita unilateral ou bilateral. O *click* não filtrado tinha duração de 100 ms e polaridade alternada, e os *tonepips* de 500 Hz e 1 kHz foram apresentados mascarados (filtrados) com ruído branco, na razão de repetição de 17 estímulos/segundo, e algumas raras vezes de 10/s. Foram também utilizados fones TDH 39. Respostas bem evidentes na intensidade de 10 dB NA foram encontradas para *click* e *tonepip* na presença de mascaramento. Os autores sugeriram que a utilização de *tonepip* com mascaramento permite uma especificidade de frequência para 500 Hz e 1 kHz.

Suzuki e Horiuchi (1981) mediram a amplitude, a latência, e a detectabilidade de resposta em função do tempo de início de estímulo com o intuito de investigar a área de estímulo do tom puro efetivo para evocar o potencial auditivo nas intensidades de 50, 40, 35, 30, 25, 20 e 15 dB NA. Para isso, oito adultos ouvintes com idade entre 21 e 34 anos foram avaliados com uma série de *tonepips*, sem platô, apenas nas frequências de 0.5 e 2 kHz, em um envelope linear, polaridade alternada e razão de 13.3/s. Os resultados mostraram que a latência variou consideravelmente entre os sujeitos em 500 Hz, em função da intensidade, tendendo a diminuir com a redução do tempo de início em todas as intensidades examinadas. Os autores concluíram que, para o tipo de envelope usado no estudo, os tempos mais adequados de início para eliciar o potencial auditivo nas frequências de 0.5, 1, 2 e 4 kHz são respectivamente: 3, 2, 1.5 e 1 ms.

Gorga et al. (1984) estudaram o efeito da duração do estímulo no nível mínimo de resposta e no limiar comportamental em três adultos com audição normal e dois com perda auditiva de origem coclear, utilizando o estímulo *toneburst* na frequência de 2 kHz. O estímulo foi apresentado com polaridade alternada, função de 0,5 subida/descida e platô variando de 1 a 256 ms. Os autores encontraram NMR de 25 dB, independente da duração do estímulo, sendo que o limiar comportamental melhorou em 10-12 dB com o aumento da duração do estímulo. Concluíram então que há uma boa concordância para o limiar comportamental e o NMR do PEATE para estímulo de curta duração, enquanto que, para estímulos de longa duração, a diferença entre as duas medidas foi de aproximadamente 20-25 dB, sendo essas diferenças menores no caso de sujeitos com perda auditiva do que naqueles com audição normal.

Para os autores, então, a sensibilidade do PEATE pode depender da presença de perda auditiva, sendo que a comparação entre dados eletrofisiológicos e psicoacústicos é complexa, devido, inclusive, às diferenças de técnicas usadas entre os dois métodos.

Klein (1984) avaliou 40 lactentes normais, com idade entre 2 e 24 semanas, utilizando o PEATE-FE em 4 e 10 kHz e o Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE) na frequência de 500 Hz, e comparou esses resultados com aqueles obtidos em 14 adultos com audição normal. As diferenças encontradas entre os NMR dos adultos e lactentes foram maiores para as frequências mais altas do que para a frequência baixa, o que pode ser relacionado à imaturidade do sistema nervoso no nascimento e ao desenvolvimento tonotópico da cóclea. O autor sugeriu, ainda, a influência do mecanismo de condução favorecendo a resposta em baixas frequências para as crianças.

Hyde (1985) estudou o PEATE por *click* e o PEATE-FE nas frequências de 0,5, 1,5 e 4 kHz em RN ouvintes com e sem indicador de risco para

deficiência aditiva. Os sujeitos foram avaliados antes da alta hospitalar e após quatro meses de vida. Nos lactentes sem indicadores de risco foram encontradas respostas claras em 40 dB nNA em todas as frequências para o estímulo *toneburst* e em 30 dB nNA para o estímulo *click*. No entanto, houve uma melhora significativa entre os resultados do primeiro teste e da reavaliação aos quatro meses de idade para a frequência de 500 Hz. Entre os lactentes de risco os resultados mostraram diferenças entre o PEATE por *click* e por frequência específica em relação aos dois períodos de avaliação, sendo muito maiores do que as diferenças encontradas nos lactentes sem indicadores de risco.

Hyde et al. (1987) publicaram um estudo normativo com o PEATE envolvendo 230 crianças de 4 meses de idade e sem indicadores de risco para a deficiência auditiva, participantes de um programa de identificação precoce em Toronto. Nesse estudo, utilizaram o estímulo *click* e o *tonepip* nas frequências de 500 Hz e 4 kHz, estabelecendo os valores de latência da onda V bem como o NMR do PEATE-FE em cada frequência. Os autores concluíram que a onda V estava presente bilateralmente em 93% e 97% dos lactentes nas intensidades de 30 dB e 40 dB, respectivamente, para o estímulo *click*. Houve grande número de ausência da onda V, especialmente na frequência de 500 Hz, nas mesmas intensidades citadas acima, com apenas 59% apresentando respostas em 40 dB nNA, e 78% e 95% das crianças apresentando resposta em 50 dB e 60 dB, respectivamente. Os autores justificaram essa diferença pelas condições pouco ideais do teste. Relataram, também, efeito do sexo e da idade na latência da onda V aos quatro meses de idade, não havendo, entretanto, diferenças entre as orelhas. Por fim, destacaram que os NMR elevados apresentados indicavam perda auditiva leve em 500 Hz.

Gorga et al. (1988) compararam o NMR obtido no PEATE-FE com o limiar comportamental em 20 adultos com audição normal nas frequências de 250 Hz a 8 kHz. Os NMR para o PEATE foram sempre maiores que o comportamental, sendo a diferença entre eles em torno de 33 dB para 250

Hz, 21 dB para 1 kHz e de 10 dB para as frequências mais altas. Os autores apresentaram NMR para as frequências de 500 Hz em 40 dB e para 2 e 8 kHz em 30 dB, justificando que os NMR elevados e a latência aumentada da onda V nas frequências mais baixas ocorreram devido a características do estímulo e maior tempo de viagem da onda na porção apical.

Purdy et al. (1989) investigaram o nível de mascaramento ipsilateral e o NMR para *tonepip* em sujeitos com audição normal com a proposta de estabelecer parâmetros de gravação e normas para esse estímulo. Para isso, utilizaram o *tonepip* com e sem mascaramento nas frequências de 500, 1, 2 e 4 kHz. Os autores não encontraram diferenças entre os NMR do PEATE em ambas as condições, mascarada e não mascarada, e em todas as frequências; no entanto, esses NMR diferiram significativamente dos limiares comportamentais nas frequências correspondentes. Para o limiar comportamental e o NMR do PEATE, a frequência de 500 Hz foi 5-6 dB maior que as de 1, 2 e 4 kHz; e, em média, os NMR para o PEATE-FE foram: 37dB para 500 Hz e 30 dB para 1 e 4 kHz, medidos em dB NPS.

Stapells et al. (1990) compararam o limiar comportamental com o NMR do PEATE-FE obtido em 40 sujeitos com idade entre 11 e 45 anos, sendo metade dos sujeitos com audição normal e a outra metade com perda auditiva. As frequências pesquisadas foram 500 Hz, 1, 2 e 4 kHz, em apenas uma orelha. Os autores encontraram que 98% do NMR do PEATE estava dentro de 30 dB do limiar comportamental, 81% dentro de 20 dB e 69% dentro de 10 dB do limiar comportamental. Os NMR do PEATE-FE com técnica *notched noise* apresentou uma média através das frequências de 9.8 dB do limiar comportamental, sendo essa estimativa melhor no grupo com perda auditiva (dentro de 2 dB da média das frequências). Além disso, os autores encontraram que a diferença entre as duas medidas foi melhor para as frequências altas, estando estas diferenças em torno de 11.6, 6.1, 6.3 e 0.8 dB para frequências de 500, 1, 2 e 4 kHz, respectivamente. Dessa forma, concluíram que uma estimativa acurada nas frequências de 500, 1, 2

e 4 kHz podem ser obtidas em sujeitos com audição normal e perda auditiva através do potencial de curta latência com tom curto em *notched noise*, estimando dentro de 10 a 20 dB o limiar comportamental.

Gorga et al. (1991) estudaram os efeitos da polaridade do estímulo na latência do PEATE em cinco indivíduos com audição normal utilizando estímulo *toneburst* sinusoidal de ciclo simples e função *blackman*, com duração variando de 4 ms a 0.5 ms nas frequências de 250, 500 Hz, 1 kHz e 2 kHz. O estímulo foi apresentado com polaridade rarefeita e condensada na intensidade de 90 dB diminuindo a passos de 10 dB. Embora tenham sido obtidas respostas em ambas as polaridades, a latência da onda V dependeu claramente da polaridade, sendo sistematicamente maior para estímulos apresentados com estímulo condensado na frequência de 250 Hz. Em 250 Hz e 500 Hz a diferença na latência variou de 1ms a 1.5 ms e de 0.2 ms a 0.75 ms, respectivamente, sendo a diferença em 1 e 2 kHz praticamente zero. Os autores sugeriram que, para obtenção de NMR em baixas frequências, há a necessidade de fixar a polaridade do estímulo, alertando para o efeito da polaridade na latência, principalmente, em frequências mais baixas, sendo a polaridade alternada pouco indicada na clínica, em especial nas baixas frequências.

Ponton et al. (1992) estudaram o desenvolvimento auditivo nas frequências específicas de 700, 1400, 2800, 5700 e 11300 Hz, em adultos e crianças a termo e pré-termo, utilizando o estímulo *click* por meio da técnica de mascaramento com ruído passa-alto na intensidade de 60 dB. As crianças apresentavam idade variando entre 2 semanas de vida e 9 anos de idade, sendo que os recém-nascidos não foram submetidos à sedação. Os resultados demonstraram uma clara diminuição da latência interpico I-V com o aumento da idade, sendo que as frequências médias apresentam-se maduras já por volta de 30-32 semanas, seguidas das frequências baixas e altas, por volta de 35 semanas. Os autores concluíram, portanto que o desenvolvimento coclear se dá inicialmente na rampa média em direção às regiões basal e apical simultaneamente.

Robier et al. (1992) estudaram as diferenças produzidas na latência do PEATE ao se utilizar a função linear e não linear em 30 adultos ouvintes e 30 adultos com perda auditiva em frequências altas. Foram comparadas 4 funções não lineares e 1 função linear para o estímulo tonal na frequência de 500 Hz: *blackman*, *hamming*, *hanning*, *Cosine*<sup>4</sup> e a triangular. A latência encontrada para a janela *blackman* na intensidade de 77 dB NA foi de 8,43 (0.30) para o grupo com audição normal e de 8,58 (0.26) para o grupo com perda auditiva. Os autores não encontraram diferenças nas latências para o grupo com e sem perda auditiva para o estímulo tonal, entretanto, houve significativa diferença entre as funções, sendo que a *cosine*<sup>4</sup> apresentou latência mais longa que as outras janelas. No entanto, os autores concluíram que embora diferenças na latência tenham sido encontradas entre as janelas, todas elas podem ser utilizadas na população estudada.

Werner et al. (1993) compararam os resultados obtidos no PEATE-FE com *toneburst* em 1000 Hz, 4000 Hz e 8000 Hz e na audiometria comportamental, em 315 crianças, com idade de 3 e 6 meses, e em 40 adultos, todos com audição normal e avaliados em sono natural. Os resultados mostraram média de limiares comportamentais pior para as crianças em relação à de adultos; em contrapartida, as respostas para o PEATE-FE mostraram-se maduras já aos três meses de idade, com respostas semelhantes nos dois outros grupos etários. Aos três meses de idade, o NMR para o PEATE-FE foi, em média, 40 dB peNPS para a frequência de 1 kHz e de 73 dB peNPS para 4 kHz. Uma vez que as diferenças entre o NMR do PEATE e o limiar psicoacústico, para o mesmo tipo de estímulo, diminuíram conforme a frequência aumentou, os autores sugeriram que os NMR do PEATE-FE, para as frequências baixas, tendem a subestimar a sensibilidade auditiva para essas frequências.

Stapells et al. (1995) avaliaram a precisão da estimativa do limiar auditivo usando o PEATE com tom curto apresentado em *notched noise* ipsilateralmente, em um grupo de 88 lactentes e crianças jovens, com idade

variando de 8 meses a 8 anos, sendo que 34 tinham audição normal e 54 apresentavam perda auditiva sensorioneural. Em seguida, compararam os NMR obtidos no PEATE com os limiares comportamentais nas frequências de 500 Hz, 2 e 4 kHz, obtidos, em média, dentro de  $2.2 \pm 18$  meses do teste do PEATE. Utilizaram estímulo de curta duração com fones TDH 39. A orelha contralateral foi mascarada com intensidade 30 dB abaixo do nível apresentado ipsilateralmente. Mais de 90% das crianças desse estudo com audição normal mostraram presença de resposta a 30 dB nNA em 500 Hz e 20 dB nNA em 2 e 4 kHz. A diferença do limiar comportamental e do NMR no PEATE para o grupo normal foi de  $1.5 \pm 2.1$  dB, e para o grupo com perda foi de  $1.8 \pm 13.7$  dB. Um total de 98% dos NMR do PEATE estavam elevados dentro de 30 dB do limiar comportamental, bem como 93%, 80% e 66% dentro de 20 dB, 15 dB e de 10 dB, respectivamente.

Os autores concluíram que o NMR em 500 Hz é 10 dB maior que o NMR em 2 e 4 kHz, e também que o tom curto com a técnica *notched noise* forneceu resposta confiável para prever o limiar comportamental em todas as frequências, independentemente da idade e da configuração da perda auditiva.

Sininger et al. (1997) avaliaram a sensibilidade auditiva de 85 lactentes sem indicadores de risco, com idade média gestacional de 38.5 semanas e média de 4.2 dias de vida, comparando os resultados com aqueles obtidos em 22 orelhas de jovens adultos ouvintes. Os autores utilizaram como estímulos o *click* e o *toneburst* nas frequências de 500 Hz, 1,5, 4 e 8 kHz, testando apenas uma orelha por sujeito, escolhida de forma randomizada. Como resultados, encontraram que os NMR para o *click*, quando calibrados em NPS, são 17 dB mais elevados em crianças em relação aos adultos. Quando comparado com o estímulo medido no canal auditivo de um adulto, para as frequências específicas, o estímulo no canal auditivo de um lactente foi 27 dB maior em 4 e 8 kHz, e 0.8 e 4.7 dB maior em 0.5 e 1.5 kHz, respectivamente.

Dessa forma, comparações entre os NMR de adultos e crianças para as diferentes freqüências mostraram diferenças significantes em todas as freqüências, exceto em 500 Hz. Para os autores, uma explicação possível para os resultados elevados nessas freqüências seria a imaturidade do sistema auditivo em freqüências altas, o que poderia ser decorrente, em parte, das diferenças de condutância das freqüências baixas e altas na orelha média de adultos e crianças.

Sininger et al. (1998) analisaram as diferenças de respostas relacionadas ao sexo e à orelha (assimetria lateral) para o PEATE e PEATE-FE em 72 recém-nascidos a termo, sem indicadores de risco para deficiência auditiva, por meio dos dados obtidos por SININGER et al (1997). A idade média dos RN foi de 4.2 dias de vida, e os estímulos utilizados foram o *click* e *toneburst*, com calibração *in situ*. Para o NMR eletrofisiológico, as autoras encontraram diferenças estatisticamente significantes em relação ao sexo, com o masculino apresentando menor média de NMR eletrofisiológico, aproximadamente 4.2 dB peNPS, do que o apresentado pelo sexo feminino. Embora não tenham sido encontradas diferenças significantes entre as orelhas, os NMR foram 3.475 dB peNPS melhores para orelha direita, quando comparada à orelha esquerda. Em relação à latência da onda V, as autoras observaram que esta foi ligeiramente mais curta para o sexo feminino, apesar de essas diferenças não terem sido estatisticamente significantes para as variáveis sexo e orelha.

Uma vez que não foram encontradas diferenças anatômicas e fisiológicas entre os dois sexos, as autoras concluíram que as diferenças encontradas em relação ao NMR eletrofisiológico ocorreram em função das diferenças na sensibilidade auditiva ou na condução neural cerebral entre os sexos; e que as diferenças na latência são resultantes de diferenças anatômicas periféricas, sendo o tempo de viagem da onda sonora na membrana basilar mais curto no sexo feminino.

Stapells (2000a) realizou uma meta-análise com 32 estudos que apresentavam o registro do PEATE-FE nas frequências de 0.5, 1, 2 e 4 kHz, em um total de 1203 sujeitos dentre lactentes, crianças e adultos com audição normal e com perda auditiva sensorioneural. A média dos NMR encontrados nas crianças com audição normal foi de 19.5 dB nNA, 17.4 dB nNA, 13.6 dB nNA e 15 dB nNA para as frequências de 500 Hz, 1, 2 e 4 kHz, respectivamente, não sendo encontradas diferenças entre adultos e crianças com audição normal. Nos adultos e nas crianças capazes de responderem à audiometria comportamental, os NMR eletrofisiológicos e os limiares comportamentais foram comparados. Para as crianças com perda auditiva, a diferença entre os dois foi de 5.5 dB, 4.9 dB, 0.6 dB e -8.1 dB para 500 Hz, 1, 2 e 4 kHz, respectivamente, sugerindo confiabilidade na determinação do limiar comportamental para essas frequências. Os NMR para crianças com perda auditiva foram menores que os dos adultos, exceto em 4 kHz, provavelmente devido ao fato de que as crianças são avaliadas em sono natural, diminuindo a interferência do ruído.

Como não foram encontradas diferenças entre os estudos que utilizaram mascaramento e aqueles sem o uso de mascaramento, os autores sugeriram que o PEATE-FE pode ser realizado sem a técnica de mascaramento para a maioria das perdas, exceto nas perdas em rampa.

No Brasil, Nagao e Matas (2001), estabeleceram os valores de latência da onda V no PEATE para as frequências de 500 Hz e 2 kHz, em 22 jovens adultos do sexo feminino com audição normal, utilizando-se do estímulo *toneburst*, apresentado com fone TDH 39 a 80 dB NA. A média de latência obtida para a frequência de 500 Hz e 2000 Hz foi de 9.195 ms e 6.755 ms, respectivamente, sendo que não houve diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas.

Beattie e Rochverger (2001) realizaram um estudo com 25 adultos de idade entre 18 e 26 anos, com o objetivo de obterem dados normativos para o limiar comportamental. Para tanto, utilizaram o estímulo *toneburst* com

duração de 3 ms e razões de repetição de 9.3/s e 39/s, janelas *blackman* e trapezoidal, nas frequências de 500 Hz, 1, 2 e 4 kHz, em uma das orelhas. Chegaram à conclusão de que a razão de 39/s produziu limiares, aproximadamente, 3 dB mais baixos que a de 9.3/s, e que a janela trapezoidal produziu limiares 1.4 dB menores que os da função *blackman*, sendo essas diferenças de 2.5 dB em 500 Hz e de 1.2, 1.0 e 1.4 dB nas frequências de 1, 2 e 4 kHz, respectivamente. Os limiares encontrados em NPS foram, aproximadamente, de 33, 25, 23 e 17 dB em 500 Hz, 1, 2 e 4 kHz, respectivamente. Os autores sugeriram mais estudos na frequência de 4 kHz, devido à diferença de 9 dB em relação aos limiares comportamentais nessa frequência.

Purdy e Abbas (2002) realizaram um estudo em adultos com audição normal e com perda auditiva, comparando os limiares comportamentais com o PEATE-FE em diferentes envelopes nas frequências de 2 e 4 kHz. Nenhuma diferença clara foi encontrada entre as funções linear e *blackman*, sendo que em adultos com audição normal os NMR do PEATE excederam o limiar comportamental em até 13 dB para todas as condições de estímulo. As frequências de 2 e 4 kHz apresentaram boa correlação entre os dois métodos, independente da função utilizada; no entanto, para 1 kHz, a função *blackman* pode oferecer vantagem em relação à linear, uma vez que tempos de subida e descida mais curtos otimizam a sincronia da resposta. Os autores reforçaram que o *toneburst* pode ser confiável nas frequências de 500 a 4000 Hz, sendo um componente essencial no diagnóstico audiológico da população pediátrica.

Ribeiro (2002) analisou a latência da onda V no PEATE-FE de 50 recém-nascidos (RN) pré-termo (idade gestacional  $\leq$  a 37 semanas) e a termo (idade gestacional  $\geq$  a 38 semanas) para as frequências de 500, 1500 e 4000 Hz, nas intensidades de 70, 50, 30 e 20 dB nNA, com o estímulo *toneburst*, apresentado com fone de inserção. No primeiro grupo foram avaliadas 30 crianças e no segundo, 20. Os resultados mostraram que o

valor das latências em 500, 1500 e 400 Hz em 70 dB nNA foi, na orelha direita, em média, 10, 60, 8,50 e 7,75 ms para o grupo pré-termo; e de 10.49, 8.29 e 7.39 ms na orelha esquerda para o grupo a termo. Já para a intensidade de 20 dB nNA a latência foi de 14.52 ms, 10.68 ms, 9.27 ms, no grupo pré-termo, e de 14.29 ms, 10.21 ms e 8.83 ms no grupo a termo, para as três frequências, respectivamente.

A autora concluiu que o PEATE-FE é um método útil para a triagem e o diagnóstico precoce da deficiência auditiva em recém-nascidos pré-termo e recém-nascidos a termo, sendo que, para este último, o tempo de latência da onda V é mais curto. Ressalta, ainda, que não houve diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas em ambos os grupos, havendo, no entanto, diferenças em relação ao sexo para o grupo pré-termo.

Cone-wesson et al.(2002) compararam os resultados dos PEATE com os resultados do PEAE em 10 adultos com audição normal nas frequências de 500 Hz e 4000 Hz, para as intensidades de 50, 30, 20, 15, 10, 5 e 0 dB NS. Foi utilizado o método de inspeção visual e o  $F_{sp}$  para determinação dos NMR no PEATE-FE. Para o PEATE-FE, o NMR eletrofisiológico em 500 Hz foi 13 dB NS ou 33 dB peNPS, sendo que, ao usar o método  $F_{sp}$ , o NMR para 500 Hz subiu para 25 dB NS ou 45 dB peNPS. Para o PEAE, em 500 Hz (41Hz), o NMR eletrofisiológico foi de 23 dB NS ou 36.5 dB NPS, e para a frequência de 500 Hz (74Hz), foi de 40 dB NS ou 52 dB NPS.<sup>1</sup>

Os autores concluíram que o PEATE-FE e o PEAE podem ser usados para estimar o limiar de audição, não havendo diferenças significativas nos NMR para ambos os testes, mas advertiram que o estímulo usado e o método de detecção (algoritmo x detecção visual) afetam a determinação do NMR.

---

<sup>1</sup>  $F_{sp}$  é um algoritmo de detecção automática que adiciona objetividade à determinação do NMR no PEATE onde o  $F_{sp}$  é uma razão de variância segundo a fórmula:  $F_{sp} = \text{VAR}(s) / \text{VAR}(SP)$ . (SININGER, 1993)

Swanepoel et al. (2004), investigaram comparativamente a técnica do PEAAE com múltipla frequência e o PEATE para estimativa da audição e o tempo decorrido para essa avaliação em 28 adultos com audição normal. O *click* avaliou as frequências altas, o *toneburst* de 500 Hz as frequências baixas e o PEAAE as frequências de 500 Hz, 1000Hz, 2000 Hz e 4000 Hz. Os resultados mostraram que 48% e 61% dos sujeitos apresentaram respostas em 20 dB nNA e 30 dB nNA, respectivamente, para o PEATE-FE. Em relação à duração do exame, os autores registraram que o PEAAE necessitou de 23 minutos para a obtenção de respostas nas duas orelhas para as oito frequências, enquanto o registro do *click* e do *toneburst* para as duas orelhas exigiu 25 minutos.

Portanto, os autores concluíram que as duas técnicas fornecem estimativa confiável da audição normal, não havendo diferenças entre ambas para a estimativa de 500 Hz; entretanto, o tempo de avaliação do PEAAE é mais curto que o do PEATE.

Araújo (2004), em estudo normativo para PEATE-FE na frequência de 1000 Hz, avaliou dez recém-nascidos a termo e sem indicadores de risco para perda auditiva, com idade entre 0 e 1 mês e média de 24 dias, utilizando o estímulo *click* e *toneburst*. Níveis mínimos de respostas para a frequência específica foram obtidos em 35dB nNA e 30 dB nNA nas orelhas direita e esquerda, respectivamente, e a média da latência da onda V para a intensidade de 30dB nNA foi encontrada no tempo de 11,22 ms após a apresentação do estímulo. A autora não encontrou diferenças estatísticas entre os sexos, as orelhas e os dois tipos de estímulos em relação à intensidade e à latência.

Hurley et al. (2005) realizaram um estudo de função latência x idade gestacional em 305 lactentes sedados, com idade gestacional entre 33 semanas e 74 semanas, divididos em onze grupos de idade concepcional, com um ou mais indicadores de risco para perda auditiva. Para a frequência

de 500 Hz, estabeleceram os valores de latência nas intensidades de 75, 55, 35 e 25 dB nNA em resposta ao *click*, e nas intensidades de 55, 35 e 25 dB nNA em resposta ao *toneburst*. Foi empregado o estímulo *click* de polaridade condensada e razão de repetição de 27.7/s com filtro *bandpass* de 100-300 Hz e janela de análise de 12-15 ms. As latências encontradas na 35ª semana foram de 9.35 ms, 10.91 ms e 14.42 ms nas intensidades de 55, 35 e 25 dB nNA, respectivamente, enquanto que na 70ª semana apresentaram-se em 8.61 ms, 10.55 ms e 13,00 ms para as três intensidades, respectivamente.

Segundo conclusão dos autores, a latência em resposta à frequência de 500 Hz *toneburst* diminui com a idade e não se estabiliza por volta da 70ª semana de gestação nas intensidades de 55 e 35 dB nNA. Para estimar o nível de audição em neonatos e lactentes, ressaltaram a necessidade de normatização idade-equivalente em frequências baixas.

Gorga et al. (2006) revisaram dados de PEATE com estímulo *click* e *toneburst*, bem como dados da audiometria comportamental em 140 orelhas de 77 sujeitos, com idades variando entre cinco dias a 20 anos, sendo 71 deles com idade menor que cinco anos. Dentro desses 71 sujeitos, na data do PEATE, a média de idade era 21.7 meses, e para a audiometria, era de 28.7 meses, havendo uma diferença entre os testes de 6.3 meses. Os autores propuseram-se a descrever a precisão com que o NMR do PEATE pode ser usado para prever o limiar de tom puro. Concluíram, então, que o PEATE pode ser usado para estimar o limiar auditivo e, portanto, iniciar um programa de habilitação em pacientes que são incapazes de fornecer respostas comportamentais confiáveis ao som.

Rance et al. (2006) realizaram um estudo longitudinal com dezessete lactentes a termo ouvintes, e compararam os NMR eletrofisiológicos nas frequências de 500 Hz e 4 kHz nos testes de PEATE e PEATE por estímulo *toneburst*, nas primeiras seis semanas de vida. Em quatro períodos diferentes (0, 2, 4 e 6 semanas de vida), avaliaram uma orelha de cada

criança, sendo oito esquerdas e nove direitas. Para o PEAAE, o sinal de teste foi modulado na razão de 74 Hz para o tom de 500 Hz, e 94 Hz para o tom de 4 kHz. Os NMR para o *toneburst* foram significativamente mais baixos que os do PEAAE, sendo que, para 4 kHz, houve diferenças significativas entre as técnicas nos quatro períodos avaliados; mas, para 500 Hz, a diferença significativa aconteceu apenas na primeira semana. Além disso, para um mesmo sujeito, as mudanças entre os períodos foram maiores para o PEAAE. Por não ter havido efeito maturacional nos NMR do potencial evocado por *toneburst* nas duas frequências, nos quatro períodos do teste, os autores concluíram que o *toneburst* é mais confiável na avaliação de lactentes nas primeiras semanas de vida.

Van der reijden et al. (2006) compararam os resultados obtidos no PEAAE (40 Hz e 90 Hz) e no PEATE-FE com o limiar comportamental, para as frequências de 500 Hz e 2000 Hz, com o objetivo de determinar qual dos dois métodos permite uma melhor estimativa do limiar comportamental. Foram avaliadas apenas 1 orelha de 11 adultos com audição normal nas intensidades de 10, 20 e 30 dB SL. Para a pesquisa do PEATE-FE foi utilizado mascaramento ipsilateral. Nesse estudo todos os sujeitos apresentaram resposta em 10 dB NS para o PEAAE em 40 Hz nas frequências de 500 Hz e 200 Hz. Entretanto, não foram encontradas respostas para 3 sujeitos em 500 Hz e para 2 sujeitos em 2000 Hz, mesmo na intensidade de 30 dB NS para o PEATE-FE. A média encontrada pelos autores para o NMR no PEATE-FE foi de 26 dB NS e 22 dB NS em resposta a 500 Hz e 2000 Hz, respectivamente. Para os autores, o estado de alerta dos sujeitos avaliados pode ter influenciado o melhor resultado encontrado para o PEAAE de 40 Hz, uma vez que os sujeitos encontravam-se acordados durante o exame. Portanto, para os autores, o PEAAE parece ser a melhor escolha para avaliação objetiva com adultos acordados.

Pinto e Matas (2007) realizaram um estudo para verificar a ocorrência das ondas I, III e V e seus respectivos tempos de latências nas frequências

de 0.5, 1, 2 e 4 kHz com o estímulo *toneburst*, comparando os NMR eletrofisiológicos com aqueles obtidos na avaliação audiológica e psicoacústica, em 40 adultos com audição normal e idade variando entre 18 e 40 anos. Os resultados demonstraram ausência das ondas I e II a 80 dB em ambos os sexos, ocorrência de 100% da onda V nas frequências de 1 e 2 kHz, de 90% na frequência de 500 Hz em ambos os sexos e ocorrência de 97.5% em 4 kHz para o sexo masculino e 100% para o feminino. Os NMR encontrados nas frequências de 500 Hz foram de 40 dB para ambos os sexos, e de 30 e 50 dB para o sexo feminino e masculino, respectivamente, na frequência de 1 kHz. Nas frequências de 2 e 4 kHz, o sexo feminino apresentou NMR em 30 e 20 dB, para as duas respectivas frequências, e o sexo masculino produziu NMR em 40 dB em ambas as frequências.

As autoras observaram que o valor da latência e do NMR eletrofisiológico difere entre os sexos e diminui com o aumento da frequência em ambos os sexos, concluindo que há diferenças entre os NMR eletrofisiológicos e o limiar de audibilidade, sendo esta maior no sexo masculino.

A literatura mostrou que o PEATE-FE é um método confiável para a avaliação diagnóstica auditiva de crianças que não respondem de forma fidedigna à audiometria comportamental.

Quadro 1 - Parâmetros utilizados em estudos com PEATE-FE encontrados na revisão da literatura.

Autor	Ano	Sujeito	Estímulo	Polaridade	Intensidade	Frequência (Hz)	Filtro	Janela (ms)	Duração do estímulo	Função	Razão repetição
Hawes e Greenberg	1981	20 adultos 20 RNT	<i>Toneburst Click</i>	Unifásica	60, 40 e 20 dBnNA	500 1000 2000	30-3000	25,6	4-0.5-4 (500 Hz) 2-1-2 (1kHz) 1-0.5-1(2kHz)	-----	33/s
Kileny	1981	1grupo: Adulto Criança c/ audição normal 2 grupo: adulto e crianças c/ PA	<i>Tonepip (mascarado) Click</i>	Rarefeita	60 , 40, 20,10 dB	500 1000	150-3000	20	Início-4ms Final-2ms (2 ciclos)	-----	17/s 10/s
Suzuki e Horiuchi	1981	8 adultos c/ audição normal	<i>Tonepips,</i>	Alternada	50, 40, 35, 30, 25, 20 e 15 dB HL	500 2000	-----	-----	(500Hz): Início/fim- 10, 6, 4, 3 , 2 e 1 ms (2000Hz):início/fim 5, 3, 2 , 1,5 , 1 e 0.5 ms	linear	13.3/s
Gorga et al.	1984	3 adultos c/audição normal 2 adultos c/PA	<i>Toneburst</i>	Alternada	-----	2000	-----	-----	Início/fim: 0.5 ms Platô : 1-256ms	-----	-----
Klein	1984	14 adultos 40 bebês (2-24sem)	<i>Toneburst (mascarado)</i>	Alternada	-----	500(estado-estável) 4000 10000	20-200 20-1000	50-baixa 15.36- alta	3-7-3 0.75-1.6-0.75 0.3-0.7-0.3	Não-linear	-----
Hyde	1985	45 RN ouvintes c/ e s/ IR	<i>Toneburst (mascarado) Click</i>	Alternada	-----	500 1500 4000	30-1500	20	2-1-2	Linear	35/s
Hyde et al	1987	230 bebês 4 meses	<i>Click/ TonePips</i>		A mínima testada 40dB	500Hz(130 cça) 4kHz (137 cça)	30-300Hz.	25.6	rise/fall-2ms plateau-1ms	Trapezóide (Linear) 2-1-2	35/sec
Gorga et al.	1988	20 adultos c/ audição normal	<i>Toneburst</i>	Alternada	-----	500Hz,2 e 8kHz	100-3000Hz(6dB / octava)	20	500 4ms- 2 ciclos 2KHz-2ms- 4ciclos 8KHz- 0,5 ms- 4 ciclos	Cosine-squared	44/sec
Purdy et al.	1989	Exp1:10 adultos c/audição normal Exp2: 31 adultos c/audição normal	<i>TonePips</i> Com e sem Mascaramento	Alternada	-----	250Hz a 8kHz	30-3000Hz	25 ou 35	500Hz: 4-2-4, 1kHz:2-1-2, 2kHz:1-1-1, 4Khz:1-1-1.	-----	41.7/sec

(Cont.)

QUADRO 1... (Continuação)

Autor	Ano	Sujeito	Estímulo	Polaridade	Intensidade	Frequência (Hz)	Filtro	Janela (ms)	Duração do estímulo	Função	Razão repetição
Stapells et al.	1990	40 sujeitos: Ouvintes e c/ PA	Tom Puro <i>Toneburst</i>	Alternada	-----	500 1000 2000 4000	25-3000Hz	20	2-1-2	<i>blackman</i>	39.1/s
Gorga et al.	1991	5 adultos	<i>Toneburst</i>	Rarefeita condensada	90 dB diminuindo a passos de 10 dB	250 500 1000 2000	100-3000	-----	4-0-4 2-0-2 1-0-1 0.5-0-wW0.5	blackman	39/s
Ponton et al.	1992	Adultos Crianças (2sem-9 anos)	<i>Click (mascarado)</i>	-----	60 dB	700, 1400, 2800, 5700 e 11300 Hz	-----		-----	-----	-----
Robier et al.	1992	60 adultos c/ e s/ PA	<i>Toneburst Click</i>	-----	77 dB NA	500	-----	10	2-0-2 4ms	blackman hamming, hanning. Cosine 4 triangular	23/s
Werner et al.	1993	190 bebês com 3 meses, 125 bebês c/ 6 meses 40 adultos c/ audição normal	<i>Tonepip</i>	-----	-----	500 4000 8000	30-3000 Hz	-----	3-1-3 cilcos	-----	13.3/s
Stapells et al.	1995	37crianças c/audição normal 54 crianças c/PA	<i>Toneburst (mascarado) comportamental</i>	-----	-----	500 2000 4000	30-3000	25	2-1-2	-----	39/s
Slninger et al.	1997	85 bebês (40 H 45 M) 22 orelhas adultos (11 OD/OE)	<i>Toneburst Click</i>	-----	-----	500 1500 4000 8000	30-1KHz	33	500 e 1.5KHz:6ms 4KHz: 3ms 8KHz:1,5ms	Blackman	-----
Sininger et al.	1998	72 RNT	<i>Toneburst (mascarado)</i>	-----	-----	500 1500 4000 8000	30-1000Hz	40	500 e 1.5kHz:6ms 4kHz:3ms 8kHz:1,5ms	Blackman	25/s
Stapells	2000	32 estudos 1203 sujeitos 524-Adl/ cça 679 bebês cça NL 815 NL 388 PA	<i>Toneburst</i>	-----	-----	500 1000 2000 4000	-----	-----	-----	Linear Não-linear	-----

(Cont.)

QUADRO 1... (Continuação)

Autor	Ano	Sujeito	Estímulo	Polaridade	Intensidade	Frequência (Hz)	Filtro	Janela (ms)	Duração do estímulo	Função	Razão repetição
Matas E Nagao	2001	22 adultos c/audição normal	<i>Toneburst</i>	-----	80 dB NA	500 2000	-----	-----	-----	-----	-----
Beattie e Rochverger	2001	25 adultos c/audição normal	<i>Toneburst</i>	Rarefeito	-----	500 1000 2000 4000	-----	-----	Rise/fall 1ms Plateau 3msec	Trapezóide/ Blackman	9.3/séc 39/sec
Purdy e Abbas	2002	10 adultos c/audição normal e 18 Adultos c/PA	<i>Toneburst</i>	Alternada	-----	2000 4000	100-3000	15.3 a 20.4	1-0-1 2-1-2 0.5-0-0.5	Trapezoide Blackman	34.1 25.600Hz(respect)
Ribeiro	2002	30 RNPT 20 RNT	<i>Toneburst</i>	Alternada	70,50 30 e 20 dBnNA	500 1500 4000	30-3000	20-25	Duração: 4,0, 1,5 e 0,5 ms (sem platô)	Blackman	37.7/s
Cone-wesson et al.	2002	1 estudo: 51 casos 2 estudo: 10 adultos	<i>Toneburst Click</i>	-----	-----	500 4000	30-2500	40	2-1-2	Blackman	25/s
Swanepoel et al.	2004	28 adultos c/audição normal	<i>Toneburst</i>	-----	-----	500	30-3000	-----	2-2-2 (6ms)	Blackman	27.7/s
Araújo	2004	10 RNT s/audição normal	<i>Click Toneburst</i>	condensada	-----	1000	30-3000	-----	2-0-2 (4ms)	Blackman	27.7/s
Hurley et al.	2005	305 bebês c/1ou +IR	<i>Click/toneburst</i>	Alternada	55, 35 e 25 dB nHL (500Hz)	500	100-300Hz	15	2-0-2 ciclos 4msrise/fall e 0 plateau – 8msec	Blasckman	27.7/sec
Gorga et al.	2006	77 sujeitos c/PA e s/PA (< 5 anos)	<i>Toneburst click</i>	Condensado	-----	250 1000 2000 4000	100-3000 (1,2,4kHz) 30-3000 (250Hz)	25	250e 1kHz(2-0-2-4ms single) 2kHz(1,5-0-1,5) 4kHz( 1-0-1)	Blackman	37/sec
Rance et al.	2006	17 bebês (8H 9M) s/ IR	<i>Toneburst ASSR</i>	Condensada	-----	500 4000	30 - 5KHz	20	2-1-2 ciclos	Blackman	39.09/sec
Van der reijden et al.	2006	11 adutos c/audição normal	<i>Toneburst PEAAE (40 Hz e 90 Hz)</i>	alternada	10, 20 e 30 dB NS	500 2000	-----	50	2-1-2	Linear	19/s
Pinto e Matas	2007	40 adultos c/audição normal	<i>Toneburst</i>	-----	-----	500, 1000 2000, 4000	-----	-----	-----	-----	-----

Legenda:

RNT = recém-nascido termo

PA = perda auditiva

IR = indicador de risco

H = homem

M = mulher

Adl = adulto

S/= sem

Cça = criança

C/= com

NL = normal

Suj= sujeito

\_\_\_ = não informado

## 4. MATERIAL E MÉTODO

Este é um estudo descritivo, do tipo transversal.

### 4.1 LOCAL DA PESQUISA

O presente estudo foi desenvolvido no Centro Audição na Criança (CeAC) da Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (DERDIC) - PUC-SP, na linha de pesquisa Audição na Criança, do Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia.

O CeAC é o laboratório de pesquisa da linha audição na criança do PEPG em Fonoaudiologia da PUC-SP e é referência no estado de São Paulo, no atendimento de neonatos e crianças de até 3 anos de idade.

O estudo passou pela aprovação do comitê de ética da PUC/SP, sob protocolo nº 114/2008 (Anexo I).

### 4.2 SUJEITOS

#### 4.2.1 Seleção dos Sujeitos

Foram convidados a participar da pesquisa recém-nascidos de 0 a 3 meses completos de idade, de ambos os sexos, nascidos a termo.

Os lactentes foram encaminhados ao CeAC por indicação de profissionais da área da saúde e pela pesquisadora para a realização da triagem auditiva neonatal e do PEATE-FE. A data do exame foi agendada antecipadamente, de acordo com a disponibilidade de horários dos pais ou responsáveis, os quais foram previamente

esclarecidos sobre a finalidade dos exames e o tipo de procedimento a ser realizado.

Os critérios de seleção dos sujeitos foram:

- a) Faixa etária entre nascimento e 3 meses completos;
- b) Não apresentar intercorrências pré, peri e/ou pós-natais e nem indicadores de riscos para a deficiência auditiva segundo o JCIH (2007);
- c) Não falhar na triagem auditiva neonatal com Emissões Otoacústicas por Estímulo Transiente (EOAT) a 73 dB NPS e Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático (PEATE-A) a 35dB NPS;
- d) Apresentar timpanometria tipo “A” com sonda teste de 226 Hz e pico de máxima complacência ao redor de 0 daPa, de modo que a variação não excedesse -100 daPa (Jeger, 1970);
- e) Apresentar sincronia neural no registro do PEATE com estímulo *click* em 70 dB nNA;
- f) Registro de respostas presentes nas quatro frequências (500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz) em 70 dB nNa.

Foram excluídas da pesquisa e encaminhadas para reteste e posterior avaliação médica e audiológica, sempre que se fez necessário, as crianças que não estavam dentro dos critérios de seleção

Na data do exame, os pais ou responsáveis pelos recém-nascidos foram novamente esclarecidos sobre o intuito do estudo, que só teve início após a concordância e a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo II).

#### 4.2.2 Caracterização dos sujeitos

A amostra deste trabalho foi composta por 25 recém-nascidos, sendo 14 do sexo feminino e 11 do sexo masculino, de idade média cronológica de 70 dias (variando de 27 a 105 dias), com audição dentro da normalidade para as frequências da fala.

### 4.3 PROCEDIMENTOS DE COLETAS DE DADOS

#### 4.3.1 Condições para realização do exame

Todos os procedimentos de coleta de dados foram realizados em sala acusticamente tratada, com a criança dormindo **em sono natural**, acomodada no colo do familiar, que permaneceu sentado numa cadeira com apoio de braço durante todo o exame.

Os exames foram interrompidos na presença de ruído e artefato elevado que indicasse que a criança estava acordada, e foram recomeçados assim que ela voltou a dormir em condições satisfatórias. Nas ocasiões em que isso não ocorreu, e o responsável concordou, os exames foram remarcados, sendo o retorno agendado de acordo com a disponibilidade de horário. Na data do retorno, foi realizada nova timpanometria para certificar que o sujeito não apresentava alteração de orelha média que pudesse interferir nos resultados dos exames.

Foi obedecida uma ordem de registro para o PEATE-FE, sendo a frequência de 1000 Hz a primeira a ser avaliada, seguida de 500 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz, nessa ordem. As frequências mais altas foram testadas primeiramente devido à necessidade de garantir o seu registro durante o tempo de sono mais tranquilo e profundo do RN. O registro das ondas na frequência de 1000 Hz foi realizado primeiramente por ser de mais fácil visualização em relação às ondas na frequência de 500 Hz.

Nos casos em que o tempo de sono da criança não foi suficiente para concluir o exame e os responsáveis não concordaram em retornar para finalizá-lo, foram analisadas apenas as frequências pesquisadas.

A orelha a ser testada foi escolhida seguindo uma ordem, de maneira alternada. Entretanto, foi obedecido sempre o critério de inclusão para timpanometria tipo “A”. Dessa forma, quando a orelha escolhida para teste apresentou curva tipo “B”, indicando alteração condutiva, a orelha oposta com curva timpanométrica “A” foi avaliada. Na maioria das situações a criança foi colocada para dormir com a orelha escolhida para teste permanecendo livre.

#### 4.3.2 Anamnese

Foi realizada entrevista com os pais ou responsáveis com o intuito de obter dados sobre a história dos sujeitos, visando caracterizá-los e levantar achados referentes aos critérios de seleção citados no item 4.2.1 (Anexo III)

#### 4.3.3 Timpanometria

A timpanometria foi pesquisada com a intenção de afastar a possibilidade de alteração de orelha média. Para isso, utilizou-se uma oliva acoplada a uma sonda de 226 Hz de frequência, que foi colocada na parte inicial do meato acústico externo (MAE). Foi então inserida uma pressão de + 200 daPa no MAE do recém-nascido.

#### 4.3.4 Triagem auditiva

A triagem auditiva foi realizada com a pesquisa das EOAT e do PEATE-A com o estímulo *click*, obtidos por meio de um equipamento automático (Accuscreen), o qual não necessita da interpretação do avaliador.

Foi inserida no MAE da criança uma oliva que estava acoplada numa sonda a qual transmitiu o estímulo acústico necessário para obtenção das EOAT e do PEATE - A. A intensidade do estímulo para obtenção dessas respostas foi de, aproximadamente, 73 dB NPS para as EOAT e de 35 dB NPS para o PEATE - A.

A criança passou na triagem auditiva quando apresentou respostas para os dois testes, em ambas as orelhas.

#### 4.3.5 Registro do PEATE por via aérea com estímulo *click*

O PEATE com o estímulo *click* foi realizado com o objetivo de verificar a integridade das vias auditivas, condição essencial para pesquisa do nível mínimo de resposta (NMR).

A pele da criança foi limpa com álcool para retirar a oleosidade e para a colocação dos eletrodos de superfície. Foram colocados quatro eletrodos, dispostos de maneira que dois estivessem localizados nas mastóides: direita (A2) e esquerda (A1); e os eletrodos ativos (Fz) e terra (Fpz) foram localizados na frente. A impedância dos eletrodos foi considerada menor que 5000  $\Omega$ .

Um fone de inserção EARTONE 3A com adaptadores próprios para recém-nascidos foi colocado no MAE da orelha a ser avaliada. Um estímulo de 70 dB NA foi utilizado para eliciar a resposta.

Os parâmetros utilizados para esse procedimento estão apresentados no quadro 2.

Quadro 2 - Características de parâmetros utilizados para o estímulo *click*

<b>Estímulo Clique 100µs</b>	
<b>Duração do estímulo</b>	100µs
<b>Intensidade</b>	70dB
<b>Polaridade</b>	condensado e rarefeito
<b>Taxa de repetição</b>	27,7/s
<b>Janela</b>	12 ms
<b>Filtro bandwidth</b>	100-3000Hz
<b>Número de estímulos</b>	2000
<b>Janela de análise</b>	12.000
<b>Número de replicações</b>	2

#### 4.3.6 Registro do PEATE por via aérea com estímulo *toneburst*

Verificada a integridade das vias auditivas, deu-se início ao registro do PEATE-FE por via aérea com estímulo *toneburst*, que seguiu as mesmas condições do registro com o estímulo *click*.

Cada criança foi avaliada nas freqüências de 500 Hz, 1000, 2000 e 4000 Hz, em apenas uma orelha, seguindo os estudos de Sininger et al. (1997), Rance et al. (2006) e Van der reijden (2006). Nos casos em que o RN permaneceu dormindo e os pais concordaram em continuar o exame, foi realizado o registro do PEATE-FE na outra orelha.

O estímulo inicial foi dado na intensidade de 70 dB NA. Em seqüência, a intensidade foi diminuída a passos de 20 dB, até que a onda V não pudesse ser mais interpretada como presente, ou seja, identificada visualmente pelo avaliador.

Então, a intensidade foi aumentada a passos de 10 dB, até que a onda V pudesse ser novamente identificada e replicada.

As características do estímulo *toneburst* nas frequências avaliadas estão descritas no quadro 3, segundo recomendação de Hood (1998):

Quadro 3 - Característica de parâmetros utilizados para o estímulo *toneburst* para cada frequência estudada

Características	Frequências			
	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Estímulo de polaridade	condensado	Condensado	condensado	condensado
Janela de análise	24ms	24 ms	24ms	24ms
Duração do estímulo	8000 µs	4000 µs	2000 µs	1000 µs
Ciclos	4.00	4.00	4.00	4.00
Envelope	<i>blackman</i> (sem platô)	<i>Blackman</i> (sem platô)	<i>Blackman</i> (sem platô)	<i>Blackman</i> (sem platô)
Taxa de repetição de estímulos	39.1/s	39.1/s	39.1/s	39.1/s
Número de estímulos	No mínimo 2000	No mínimo 2000	No mínimo 2000	No mínimo 20000

Adaptado de Hood (1998)

#### 4.3.7 Determinação do Nível Mínimo de Resposta (NMR) do PEATE-FE

O limiar eletrofisiológico ou NMR foi determinado pela observação da presença da onda V, que foi definida como o maior vértex positivo seguido de uma longa deflexão negativa. Para ser considerada como presente, essa onda deveria ser reproduzida (Stapells 2000 b)

O NMR foi então definido como o menor nível de intensidade no qual a onda V foi detectada e reproduzida. Para determiná-lo, e para o estudo da função latência x intensidade, o pico da onda V foi identificado pela pesquisadora durante a realização do exame, em todas as intensidades e frequências registradas. Posteriormente, em outra ocasião, foi também analisado e identificado por um juiz independente e com mais de dez anos de experiência profissional, o qual não teve acesso à marcação realizada pela pesquisadora.

Considerou-se como NMR o menor nível de intensidade no qual a onda V foi interpretada como presente pela pesquisadora e pelo juiz. Portanto, quando não houve concordância entre ambos para um determinado nível de intensidade, foi considerado como NMR o nível de intensidade no qual a onda V foi interpretada como presente por ambos os marcadores. Por outro lado, na frequência em que a diferença entre as duas marcações foi  $\geq 20$  dB NA, a orelha não foi analisada estatisticamente, seguindo estudo de Werner et al (1993).

Os casos que apresentaram pelo menos uma frequência com NMR  $\geq 60$  dB NA também não foram selecionadas para análise estatística, para evitar a possibilidade de presença de perda auditiva em frequência isolada. De fato, Hyde et al. (1987), em estudo normativo, não descartam a possibilidade de perda auditiva na presença de NMR elevado, e a intenção do presente estudo foi avaliar crianças com audição normal para as frequências da fala. No entanto, esses casos foram estudados e convocados posteriormente para avaliação comportamental, com a intenção de comprovar audição normal nessas frequências.

Para determinação da latência, quando houve diferenças entre as duas marcações, foi realizada uma média dos valores, seguindo o estudo de Robier et al. (1992).

#### 4.4 MATERIAL

- a) Imitanciômetro da marca Kamplex, modelo AT 235H, calibrado segundo o padrão ISO 8239-1, 1989;
- b) *Accuscreen GN Otometrics*;
- c) PEATE – Smart EP – *Intelligent Hearing Systems* versão 3.X.

## 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram organizados em planilha excell e submetidos á análise estatística (Anexo IV e V) .

O teste t-Student foi utilizado para comparar as médias das idades de lactentes dos dois sexos (Fisher e Van belle, 1993).

Foi feita uma análise descritiva da latência por intensidade nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz, com o objetivo de resumir os dados obtidos na amostra de lactentes. Nessa análise foram construídas tabelas com os valores das estatísticas descritivas: média, desvio padrão, mínimo, mediana e máximo, e gráficos nos quais foram representadas as médias das latências por intensidade. Foram também construídos gráficos de perfis individuais, nos quais são representadas as latências observadas em cada orelha, a cada intensidade (unindo os pontos correspondentes a cada orelha, obtemos o perfil delas). Toda a análise descritiva foi feita por sexo.

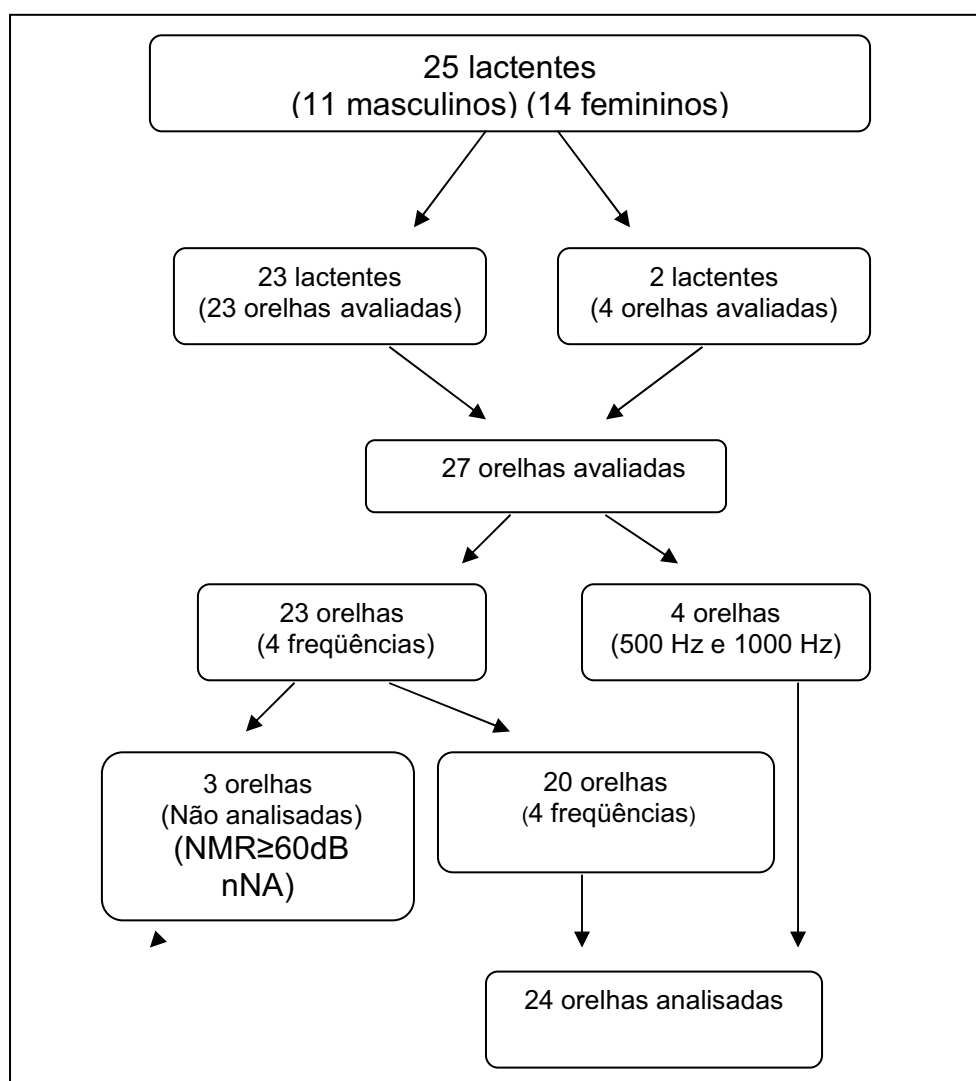
Para determinar a relação existente entre latência e intensidade em cada freqüência, foram estimadas curvas de crescimento (Pinheiro e Bates, 2000). Essas curvas descrevem o comportamento da latência (variável resposta) em função da intensidade (variável preditora), considerando que as latências observadas em um mesmo lactente a diferentes intensidades podem ser correlacionadas. No ajuste das curvas foi avaliado o efeito da idade e do sexo. As curvas obtidas foram representadas em diagramas de dispersão da latência e intensidade.

Foi feita uma análise descritiva do NMR em cada freqüência, na qual foram construídos gráficos de valores individuais e médios e calculados valores de estatísticas descritivas para essa variável. As distribuições dos NMR nos dois sexos foram comparadas em cada freqüência por meio do teste de Mann-Whitney (Fisher e Van belle, 1993). Nos testes de hipótese foi fixado nível de significância de 0,05.

## 5. RESULTADOS

A figura 5 apresenta a quantidade de crianças avaliadas pelo PEATE-FE e o número de orelhas que foram submetidas à análise estatística. É importante ressaltar que, nessa análise, foi considerado o número de orelhas e não de lactentes e, portanto, na distribuição final dos resultados apresentada abaixo também foi considerado o número de orelhas.

Figura 5 - Fluxograma representando a quantidade de orelhas avaliadas e analisadas estatisticamente para as diversas freqüências



Conforme observado na figura 5, foram avaliados 25 lactentes, onze do sexo masculino e quatorze do sexo feminino, sendo que em 23 o exame foi realizado em apenas uma orelha e em dois lactentes foram avaliadas as duas orelhas, totalizando então 27 orelhas. Destas 27 orelhas, em 23 foi possível avaliar as quatro freqüências, e nas quatro restantes foram avaliadas apenas as freqüências de 500 Hz e 1000 Hz. Entretanto, das 23 orelhas avaliadas nas quatro freqüências, três não foram analisadas estatisticamente, uma vez que apresentaram NMR  $\geq$  60 dB NA, sendo que duas delas eram de um mesmo lactente. Dessa forma, foram analisadas estatisticamente 23 lactentes, totalizando 24 orelhas analisadas estatisticamente, das quais 20 foram analisadas nas quatro freqüências (500 Hz, 1000, 2000 e 4000 Hz) e quatro orelhas em duas freqüências (500 Hz e 1000 Hz).

Portanto, a amostra consiste de 23 lactentes, sendo dez (43%) do sexo masculino e treze (57%) do feminino, totalizando 24 orelhas. A idade dos lactentes variou de 27 a 105, com média de 70 dias.

Os valores de estatísticas para a idade (em dias) dos lactentes para os dois sexos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Estatística descritiva para a idade (em dias) dos lactentes em função do sexo

<b>Sexo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Feminino	13	67,5	17,4	27	66	90
Masculino	10	73,1	16,8	52	67	105
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>70,0</b>	<b>17,0</b>	<b>27</b>	<b>66</b>	<b>105</b>

Não foi detectada, portanto, diferença significativa entre as médias das idades dos lactentes entre os sexos ( $p= 0,450$ ).

O tempo médio para a realização do PEATE-FE foi de, aproximadamente, 1h30, e para realização de todos os procedimentos de coleta de dados foi de, aproximadamente, 2h00. No entanto, o tempo de permanência das crianças e de seus responsáveis na instituição foi, em média, de 3h30m, incluindo o intervalo de espera para as crianças dormirem e as interrupções realizadas durante o exame quando elas acordavam, sendo necessário aguardar que voltassem a dormir para dar continuidade à pesquisa.

### Determinação da relação entre Latência e Intensidade nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz

Estatísticas descritivas para a latência em função da intensidade, na frequência de 500 Hz são apresentadas na Tabela 2, nos lactentes de ambos os sexos. O N representa o número de orelhas que apresentaram resposta na respectiva intensidade, e que, portanto, tiveram a latência da onda V medida.

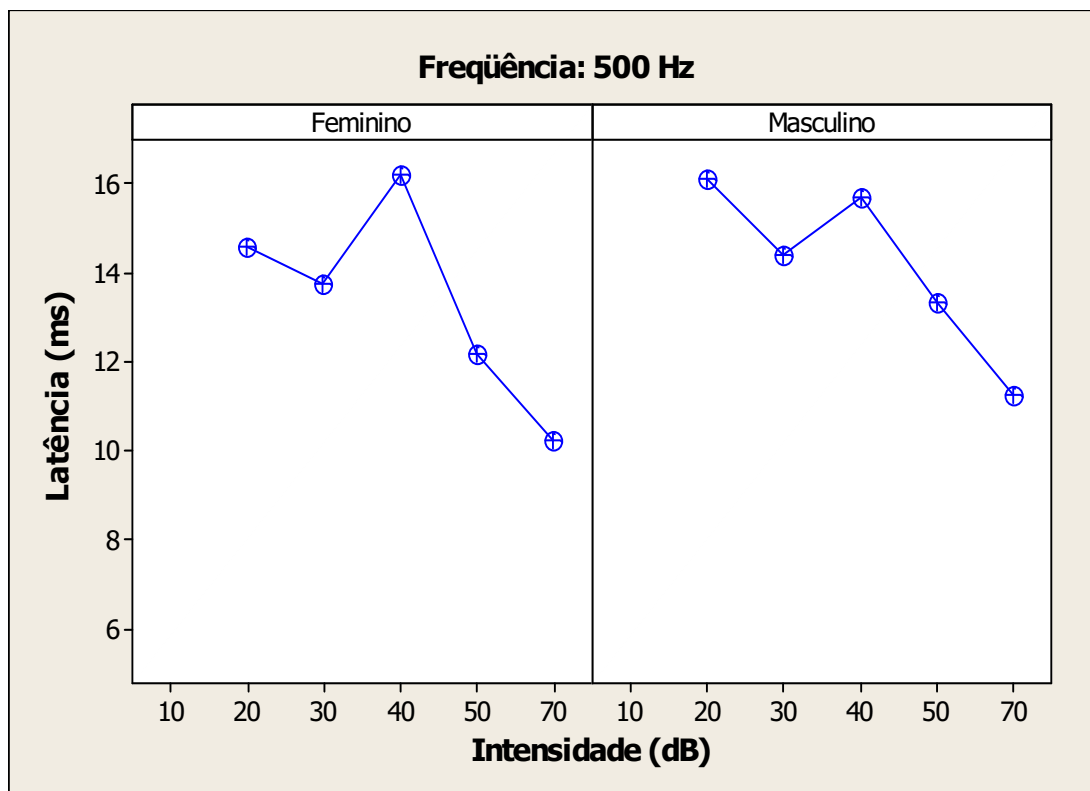
Tabela 2 - Valores observados de estatísticas descritivas para o tempo de latência (ms) por intensidade (dB) e sexo na frequência de 500 Hz

Intensidade (dB)	Sexo	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
20	F	3	14,6	0,3	14,2	14,7	14,8
	M	2	16,1	1,0	15,4	16,1	16,8
	<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>15,2</b>	<b>1,0</b>	<b>14,2</b>	<b>14,8</b>	<b>16,8</b>
30	F	9	13,8	1,3	11,7	13,7	15,7
	M	6	14,4	1,6	12,5	14,3	16,6
	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>14,0</b>	<b>1,4</b>	<b>11,7</b>	<b>13,7</b>	<b>16,6</b>
40	F	1	16,2		16,2	16,2	16,2
	M	2	15,7	0,3	15,5	15,7	15,9
	<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>15,9</b>	<b>0,4</b>	<b>15,5</b>	<b>15,9</b>	<b>16,2</b>
50	F	14	12,2	1,5	9,9	11,9	15,2
	M	10	13,3	1,9	10,3	13,5	16,1
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>12,7</b>	<b>1,7</b>	<b>9,9</b>	<b>12,6</b>	<b>16,1</b>
70	F	14	10,2	1,2	8,6	10,0	12,5
	M	10	11,3	1,5	9,1	11,2	13,2
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>10,7</b>	<b>1,4</b>	<b>8,6</b>	<b>10,3</b>	<b>13,2</b>

Na Tabela 2 observa-se na frequência de 500 Hz uma diminuição da latência quanto maior a intensidade. Para a maior e menor intensidade foi encontrada, respectivamente, uma média de latência de 10,2 ms e 14,6 ms no sexo feminino e de 11,3 ms e 16,1 ms no sexo masculino. Entretanto, a diferença entre os sexos não foi estatisticamente significativa ( $p=0,110$ ).

A figura 6 representa a média das latências em função da intensidade para os dois sexos na frequência de 500 Hz.

Figura 6 - Médias dos tempos de latências (ms) da onda V em função da intensidade (dB) na freqüência de 500 Hz para o sexo feminino e masculino



Nessa figura observa-se que a latência aumenta para a freqüência de 500 Hz à medida que a intensidade torna-se mais fraca. No entanto, o gráfico mostra que, ao inserir os valores do tempo de latência dos lactentes com NMR na intensidade intermediária de 40 dB NA, ocorre uma discrepância no comportamento da latência, que se apresenta mais longa nessa intensidade do que nas intensidades mais fracas, de 30 e 20 dB NA. Entretanto, na tabela 2 observa-se que poucas crianças apresentaram NMR na intensidade de 40 dB NA. Esse comportamento também pode representar uma dificuldade na determinação do pico da onda V para essa freqüência em intensidades próximas ao NMR eletrofisiológica.

A tabela 3 mostra os valores obtidos para a latência em função da intensidade na freqüência de 1000 Hz.

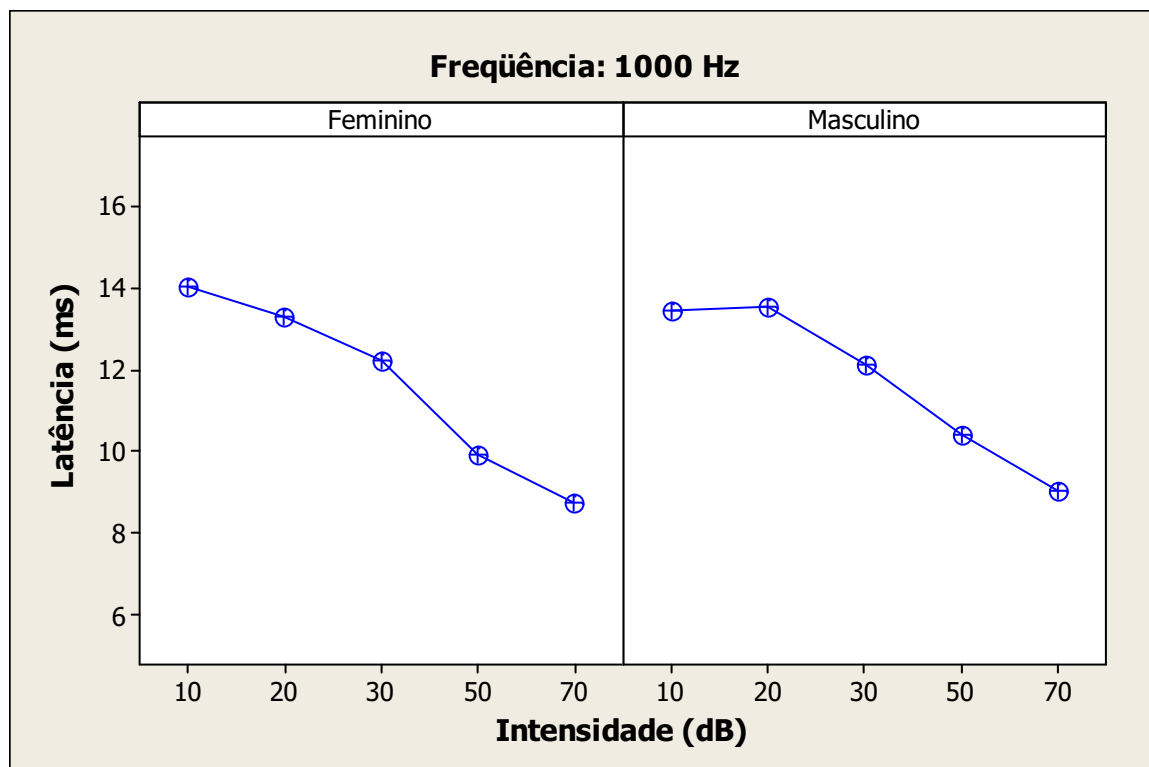
Tabela 3 - Valores observados de estatísticas descritivas para o tempo de latência (ms) por intensidade (dB) e sexo na frequência de 1000 Hz

Intensidade (dB)	Sexo	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
10	F	1	14,1		14	14,05	14
	M	1	13,5		13	13,45	13
	<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>13,8</b>	<b>0,4</b>	<b>13</b>	<b>13,75</b>	<b>14</b>
20	F	4	13,3	0,5	13	13,43	14
	M	5	13,5	1,4	12	13,8	15
	<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>13,4</b>	<b>1,0</b>	<b>12</b>	<b>13,55</b>	<b>15</b>
30	F	13	12,2	1,1	11	12	14
	M	10	12,1	1,0	11	12,05	14
	<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>12,2</b>	<b>1,0</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>14</b>
50	F	14	9,9	0,8	9	9,68	12
	M	10	10,4	0,9	9	10,23	12
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>10,1</b>	<b>0,9</b>	<b>9</b>	<b>9,95</b>	<b>12</b>
70	F	14	8,8	0,8	8	8,53	11
	M	10	9,0	0,7	8	8,9	11
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>8,9</b>	<b>0,8</b>	<b>8</b>	<b>8,73</b>	<b>11</b>

A média da latência em 70 dB NA foi de 8,8 ms, e de 14,1 ms na intensidade de 20 dB NA, para o sexo feminino. Observa-se que, ao contrário da frequência de 500 Hz, para a frequência de 1000 Hz a latência na intensidade mais fraca foi maior para o sexo feminino do que para o masculino. Entretanto, essa diferença entre os sexos não foi estatisticamente significativa ( $p=0,644$ )

A figura 7 representa a média dos tempos de latências para cada intensidade na frequência de 1000 Hz em ambos os sexos.

Figura 7 - Médias dos tempos de latências (ms) da onda V em função da intensidade (dB) na frequência de 1000 Hz para o sexo feminino e masculino



Na figura 7 observa-se que não houve um aumento da latência no sexo masculino, quando a intensidade diminuiu de 20 para 10 dB NA. Para intensidades mais fracas é mais difícil marcar o tempo de latência com precisão.

Na tabela 4 são apresentadas as médias dos tempos de latência em função da intensidade para a frequência de 2000 Hz, em ambos os sexos.

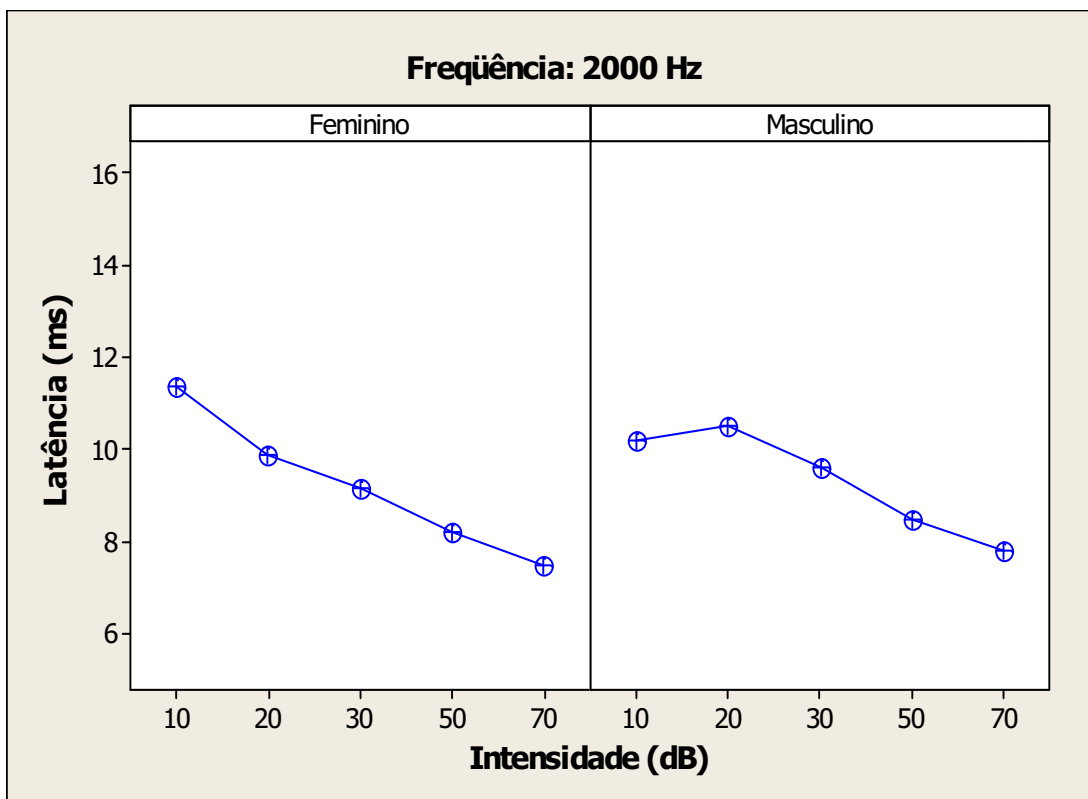
Tabela 4 - Valores observados de estatísticas descritivas para o tempo de latência (ms) por intensidade (dB) e sexo na freqüência de 2000 Hz

Intensidade (dB)	Sexo	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
10	F	3	11,4	0,9	10,4	11,5	12,3
	M	1	10,2	,	10,2	10,2	10,2
	<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>11,1</b>	<b>1,0</b>	<b>10,2</b>	<b>11,0</b>	<b>12,3</b>
20	F	7	9,9	1,1	8,5	9,7	12,2
	M	7	10,5	0,7	9,8	10,1	11,7
	<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>10,2</b>	<b>1,0</b>	<b>8,5</b>	<b>10,1</b>	<b>12,2</b>
30	F	9	9,2	0,4	8,7	9,2	9,9
	M	10	9,6	0,6	8,8	9,6	10,8
	<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>9,4</b>	<b>0,6</b>	<b>8,7</b>	<b>9,5</b>	<b>10,8</b>
50	F	10	8,2	0,4	7,5	8,2	9,0
	M	10	8,5	0,4	7,8	8,5	9,3
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>8,3</b>	<b>0,4</b>	<b>7,5</b>	<b>8,3</b>	<b>9,3</b>
70	F	10	7,5	0,3	7,2	7,4	8,0
	M	10	7,8	0,3	7,3	7,8	8,3
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>7,7</b>	<b>0,3</b>	<b>7,2</b>	<b>7,6</b>	<b>8,3</b>

Os resultados na freqüência de 2000 Hz ilustrados na tabela 4 demonstraram uma média de latência em 7,5 ms e 11,4 ms nas intensidade de 70 dB NA e 20 dB NA, respectivamente, para o sexo feminino. É possível observar mais uma vez o aumento da latência na intensidade mais fraca para o sexo feminino. Entretanto, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes em relação ao sexo ( $p=0,113$ ).

A figura 8 representa o comportamento da latência em função da intensidade para ambos os sexos na freqüência de 2000 Hz.

Figura 8 - Médias dos tempos de latências (ms) da onda V em função da intensidade (dB) na frequência de 2000 Hz para o sexo feminino e masculino



Observa-se na figura 8 o mesmo comportamento da latência quando a intensidade diminui de 20 para 10 dB NA no sexo masculino.

Na tabela 5 estão descritos os valores da latência para cada intensidade na frequência de 4000 Hz em ambos os sexos.

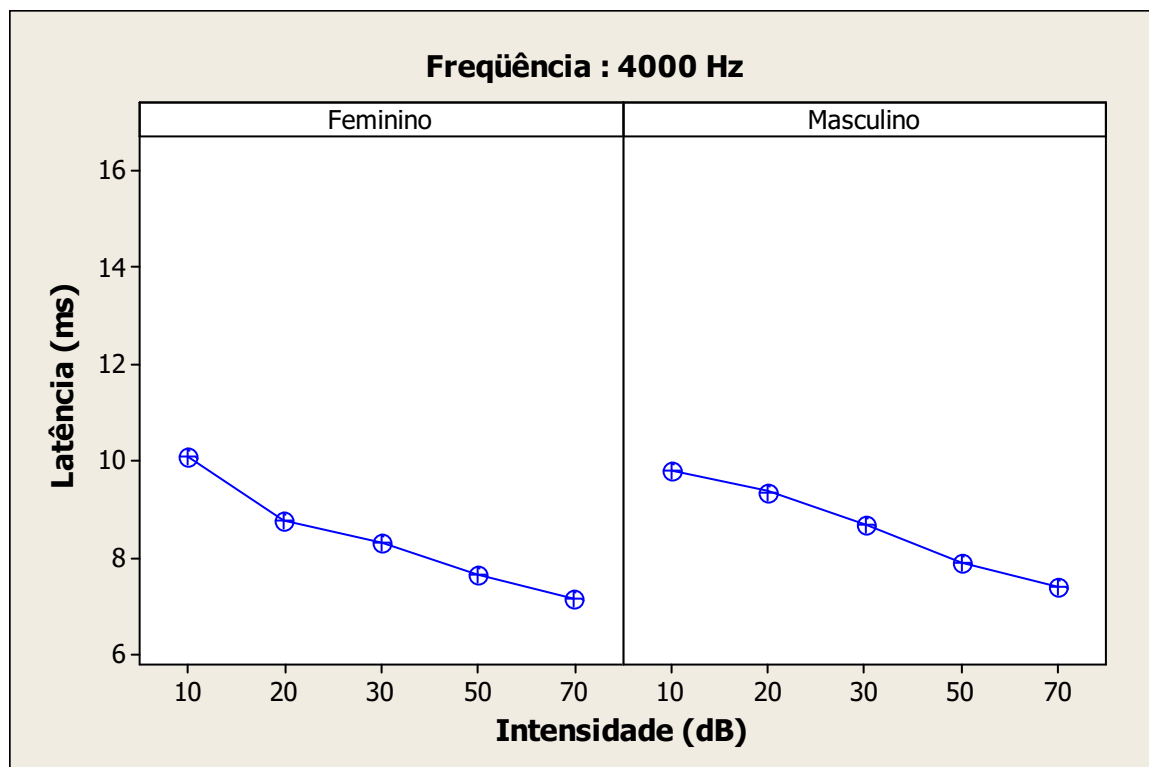
Tabela 5 - Valores observados de estatísticas descritivas para o tempo de latência (ms) por intensidade (dB) e sexo na freqüência de 4000 Hz

<b>Intensidade (dB)</b>	<b>Sexo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
10	F	2	10,1	1,3	9,2	10,1	11,1
	M	5	9,8	0,8	8,8	10,1	10,9
	<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>9,9</b>	<b>0,9</b>	<b>8,8</b>	<b>10,1</b>	<b>11,1</b>
20	F	7	8,8	0,5	8,4	8,6	9,6
	M	4	9,4	0,6	9,0	9,2	10,2
	<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>9,0</b>	<b>0,6</b>	<b>8,4</b>	<b>9,0</b>	<b>10,2</b>
30	F	10	8,3	0,5	7,7	8,1	9,2
	M	10	8,7	0,5	8,0	8,7	9,7
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>8,5</b>	<b>0,5</b>	<b>7,7</b>	<b>8,5</b>	<b>9,7</b>
50	F	10	7,7	0,4	7,0	7,5	8,4
	M	10	7,9	0,4	7,2	7,9	8,4
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>7,8</b>	<b>0,4</b>	<b>7,0</b>	<b>7,7</b>	<b>8,4</b>
70	F	10	7,2	0,3	6,8	7,2	7,7
	M	10	7,4	0,4	6,8	7,3	8,0
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>7,3</b>	<b>0,4</b>	<b>6,8</b>	<b>7,3</b>	<b>8,0</b>

Percebe-se que, para essa freqüência, ocorrem os menores valores de latência quando comparados com as freqüências já estudadas, com uma média de latência em 70 dB NA de 7,3 ms, e de 9.9 ms para a intensidade de 10 dB NA. Novamente, não foram observadas diferenças entre ambos os sexos para essa freqüência ( $p=0,069$ ).

Na figura 9 está representada a função latência X intensidade para o sexo masculino e feminino na freqüência de 4000 Hz.

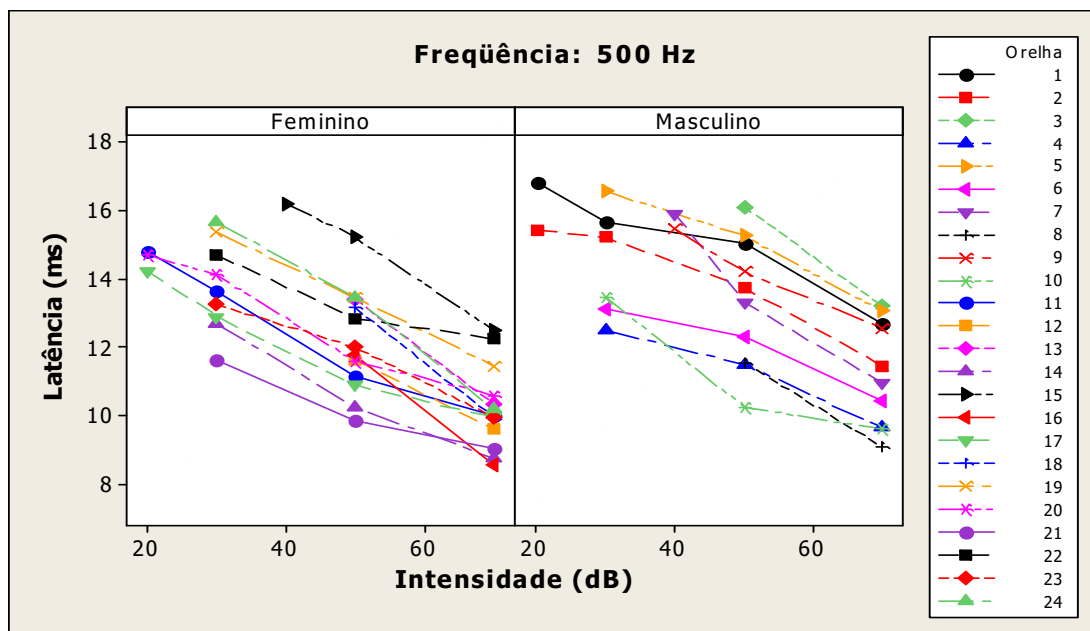
Figura 9 - Médias dos tempos de latências (ms) da onda V em função da intensidade (dB) na frequência de 4000 Hz para o sexo feminino e masculino



A figura acima demonstra claramente o comportamento inversamente proporcional da função latência x intensidade.

As figuras 10, 11, 12 e 13 representam o perfil da latência em função da intensidade por orelha para as frequências de 500 Hz, 1, 2 e 4 kHz, respectivamente. Observa-se que, à medida que a frequência torna-se mais alta, aumenta o número de sujeitos apresentando respostas em intensidades mais fracas.

Figura 10 - Gráfico dos perfis dos tempos de latências (ms) da onda V em função das intensidades (dB) por orelha na frequência de 500 Hz



Não foram observadas diferenças na variável idade entre os lactentes do sexo feminino que pudessem estar relacionadas ao comportamento desviante das orelhas de números 15 e 21.

Figura 11 - Gráfico dos perfis dos tempos de latências (ms) da onda V em função das intensidades (dB) por orelha na frequência de 1000 Hz

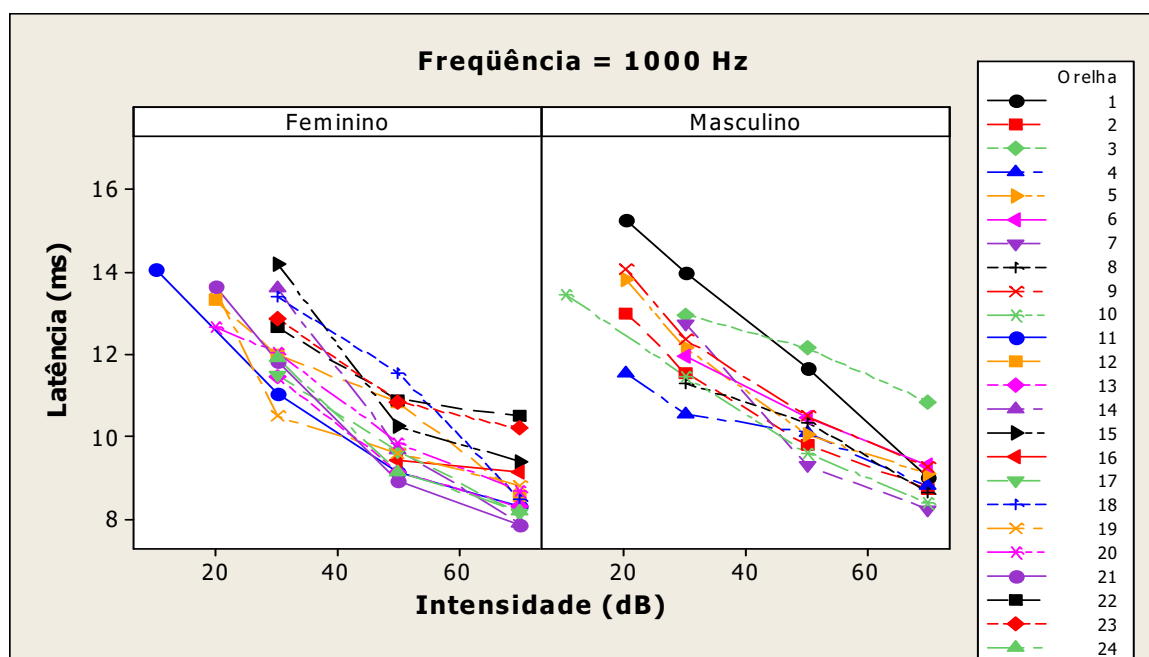


Figura 12 - Gráfico dos perfis dos tempos de latências (ms) da onda V em função das intensidades (dB) por orelha na frequência de 2000 Hz

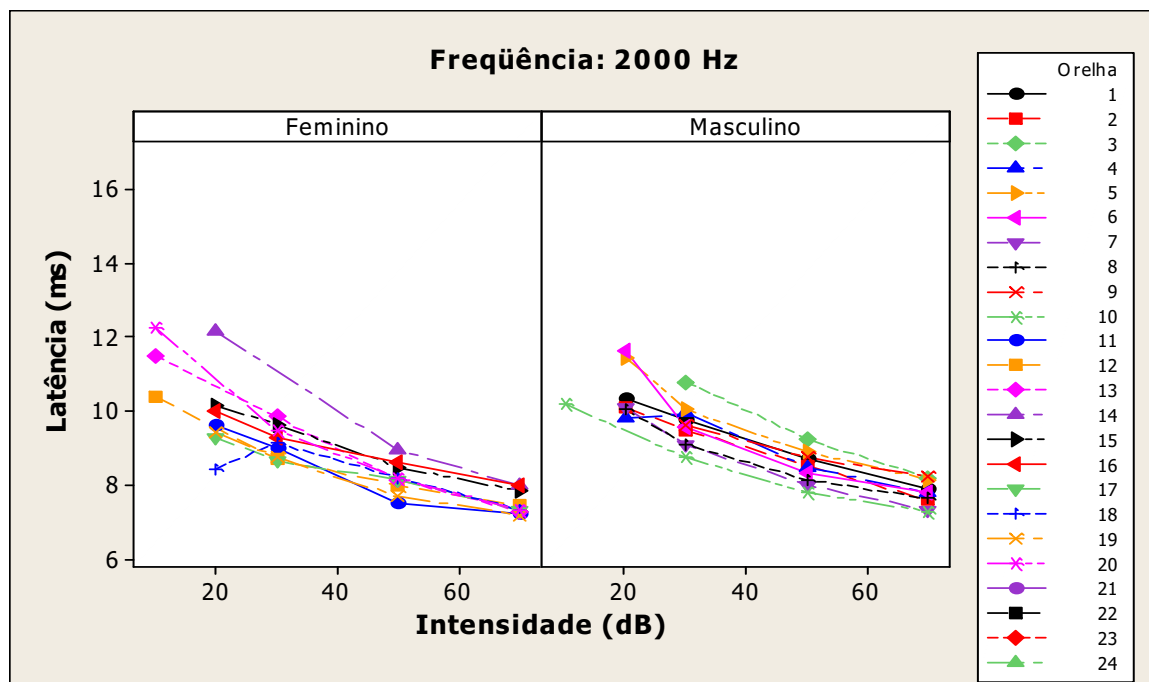
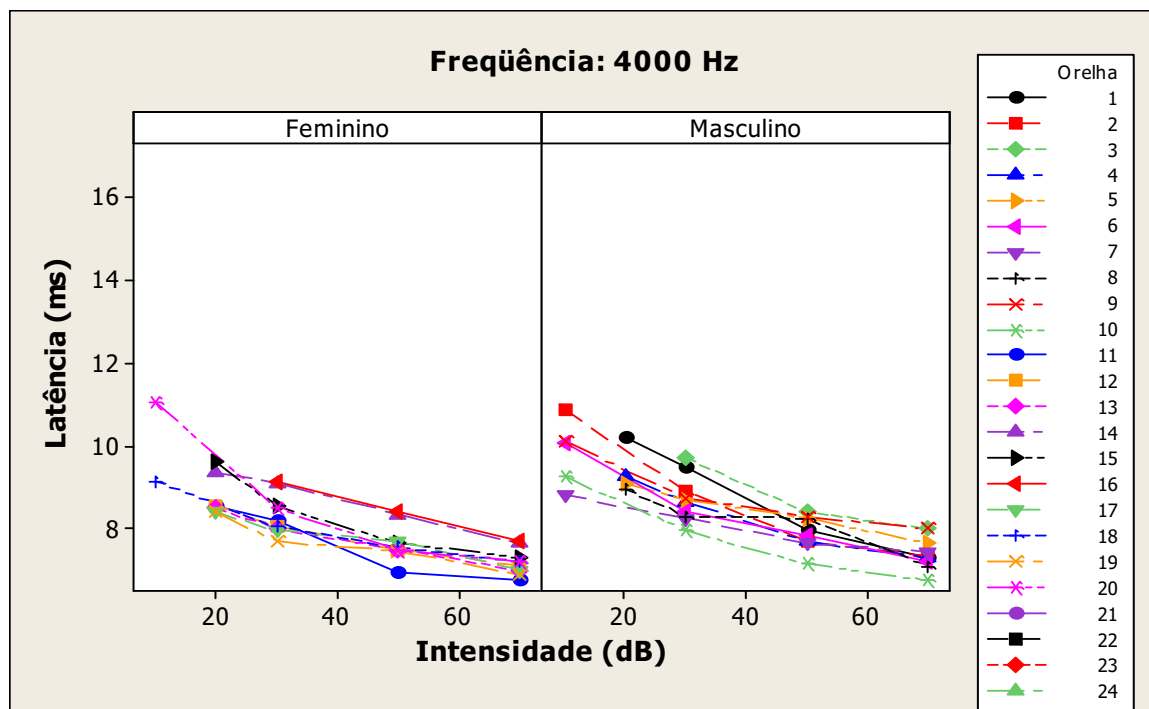
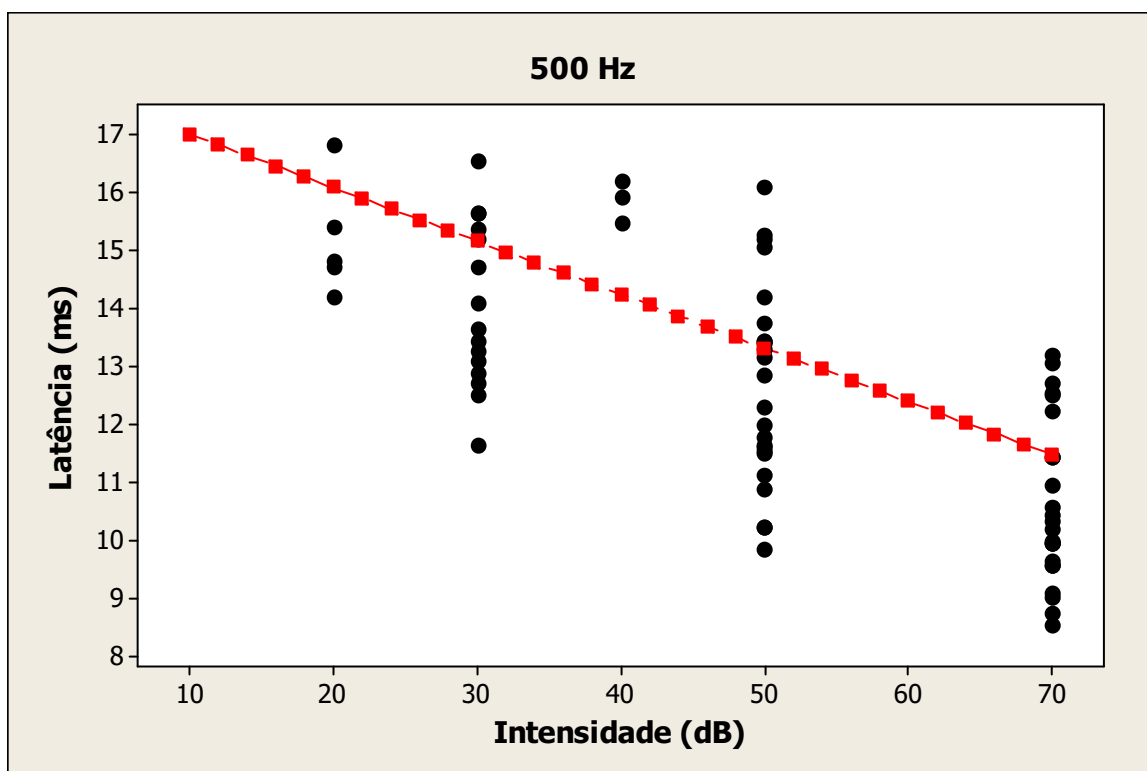


Figura 13 - Gráfico dos perfis dos tempos de latências (ms) da onda V em função das intensidades (dB) por orelha na frequência de 4000 Hz



Foram construídas curvas de crescimento da latência em função da intensidade, que podem ser observadas nas figuras 14, 15, 16 e 17 para as quatro freqüências, respectivamente. No anexo VI é apresentada uma tabela com os p-valoros dos testes de significância desses coeficientes para essas freqüências.

Figura 14 - Diagrama de dispersão da latência e intensidade com reta ajustada na freqüência de 500 Hz



O modelo de curva de crescimento ajustado para a freqüência de 500 Hz foi:

$$\text{Latência} = 17,91 - 0,092 \times \text{Intensidade.} \quad (1)$$

Assim, a relação entre a latência e a intensidade é descrita por uma reta com intercepto igual a 17,91 e coeficiente de inclinação igual a 0,092. Não foi detectado efeito de sexo ( $p=0,110$ ) e idade ( $p=0,644$ ) para os lactentes avaliados neste estudo. Essa reta está representada no diagrama de dispersão apresentado na Figura 14. Dessa forma, a partir da equação (1) podemos prever a latência em uma orelha de

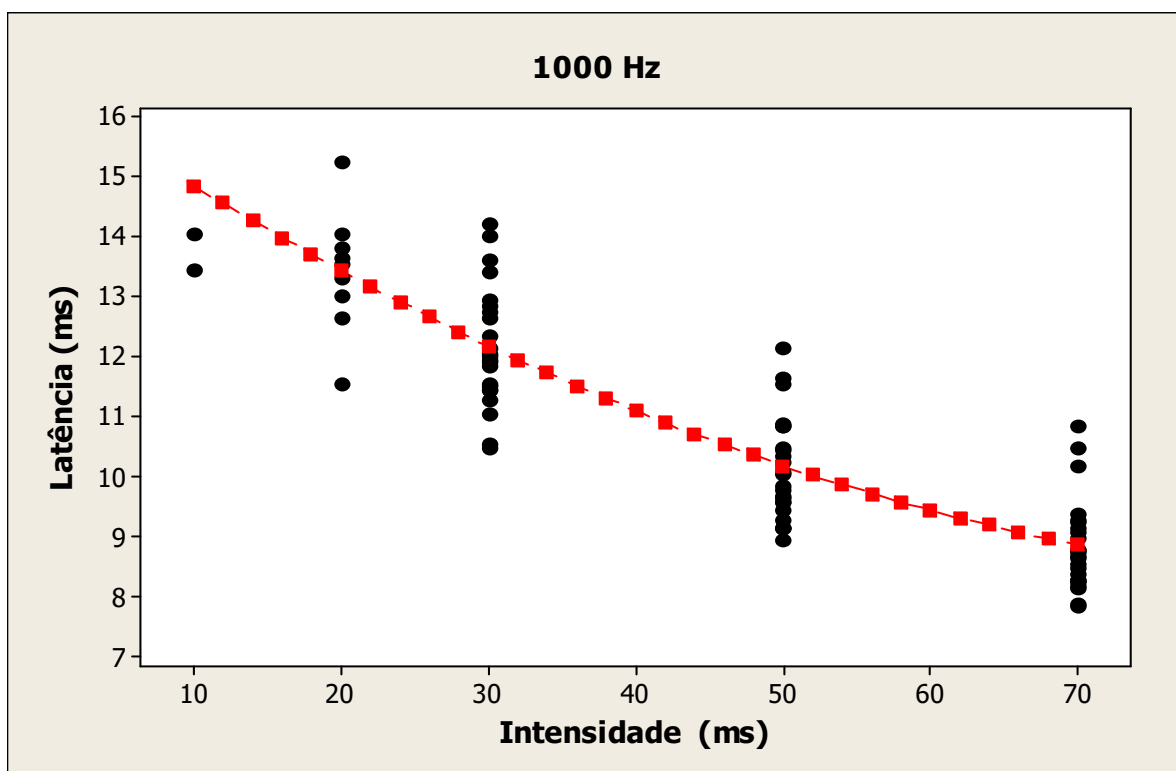
um novo lactente a uma dada intensidade. Por exemplo, a uma intensidade de 20 dB NA, a latência esperada é de 16,1 ms.

Em 1000 Hz, o modelo ajustado é dado por:

$$\text{Latência} = 16,44 - 0,167 \times \text{Intensidade} + 0,0008 \times \text{Intensidade}^2. \quad (2)$$

Portanto, a relação entre a latência e a intensidade é descrita por uma parábola, que, além disso, pode ser utilizada para prever a latência esperada em uma orelha de um novo bebê. Não foi detectado efeito de sexo ( $p=0,644$ ) nem associação com a idade ( $p=0,964$ ). O modelo (2) está representado no diagrama de dispersão dado na Figura 15.

Figura 15 - Diagrama de dispersão da latência e intensidade com modelo ajustado na frequência de 1000 Hz

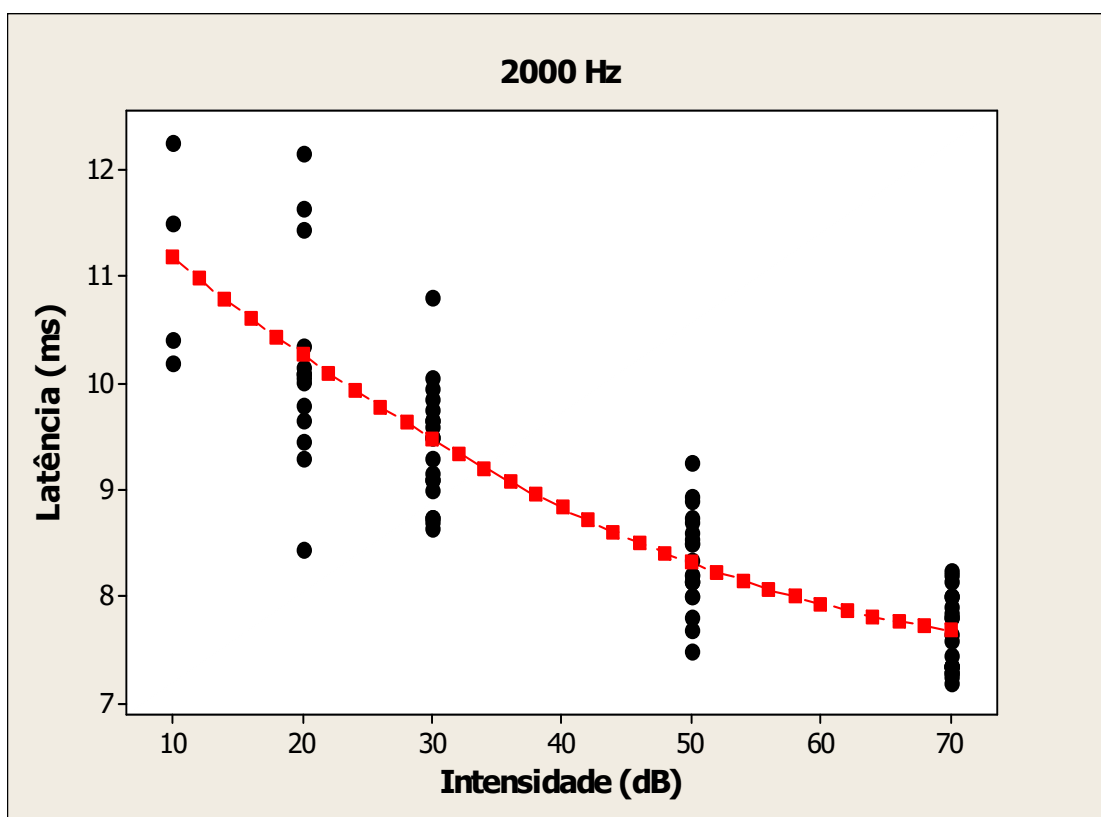


Para 2000 Hz, obtivemos o seguinte modelo ajustado:

$$\text{Latência} = 12,22 - 0,111 \times \text{Intensidade} + 0,0007 \times \text{Intensidade}^2. \quad (3)$$

Assim, em 2000 Hz, a relação entre latência e intensidade também é dada por uma parábola, que está representada no diagrama de dispersão da latência e intensidade na Figura 16. Não houve efeito de sexo ( $p=0,113$ ) nem de idade ( $p=0,346$ )

Figura 16 - Diagrama de dispersão da latência e intensidade com modelo ajustado na frequência de 2000 Hz

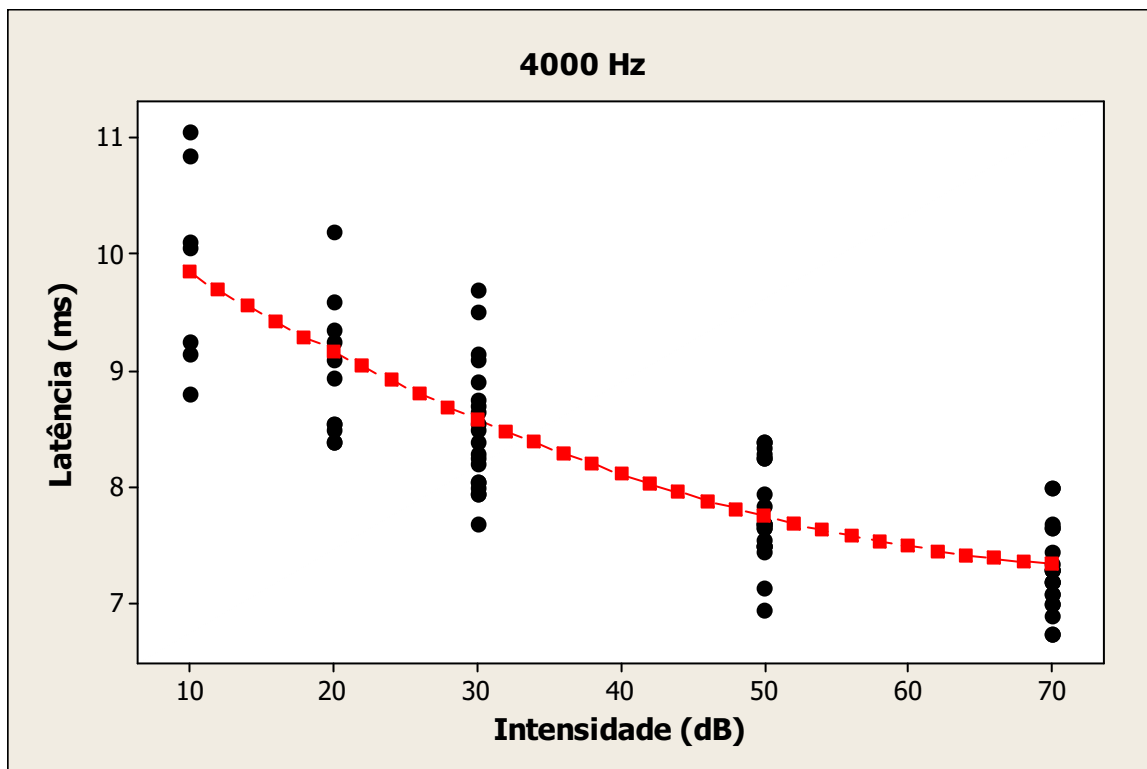


Em 4000 Hz também se obteve que a relação entre latência e intensidade é descrita por uma parábola. O modelo ajustado obtido foi:

$$\text{Latência} = 10,63 - 0,084 \times \text{Intensidade} + 0,0005 \times \text{Intensidade}^2. \quad (4)$$

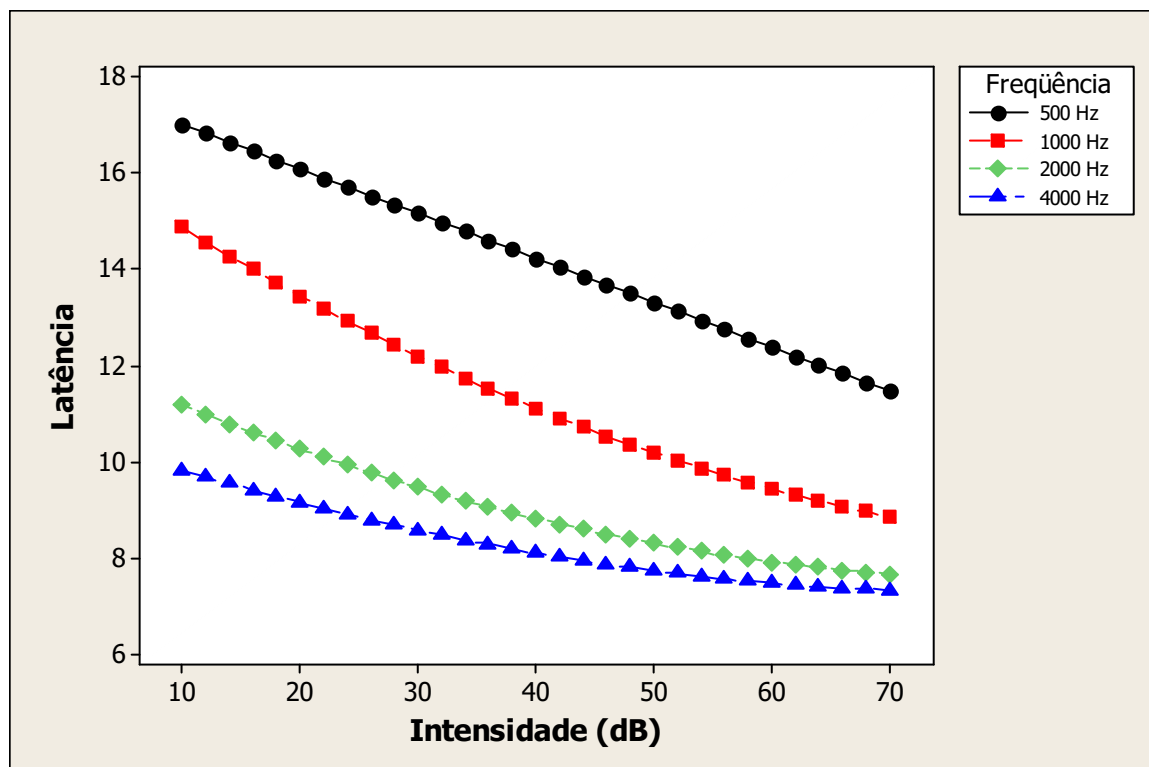
Esse modelo está representado no diagrama de dispersão da latência e intensidade na Figura 17. Não houve efeito de sexo ( $p=0,069$ ) nem de idade ( $p=0,120$ ).

Figura 17 - Diagrama de dispersão da latência e intensidade com modelo ajustado na frequência de 4000 Hz



Na Figura 18 estão representadas as curvas latência x intensidade ajustadas nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz.

Figura 18 - Curvas representativas da função latência x intensidade obtidas nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz



Pela comparação do estudo da função latência X intensidade nas quatro freqüências, apresentado na figura acima, observa-se que a latência apresenta um comportamento inversamente proporcional à intensidade e à freqüência; ou seja, a latência diminui quando a intensidade aumenta e à medida que a freqüência torna-se mais alta. Portanto, para uma mesma intensidade, as latências previstas pelos modelos diminuem quando a freqüência torna-se mais alta.

#### **Análise descritiva do nível mínimo de resposta (NMR)**

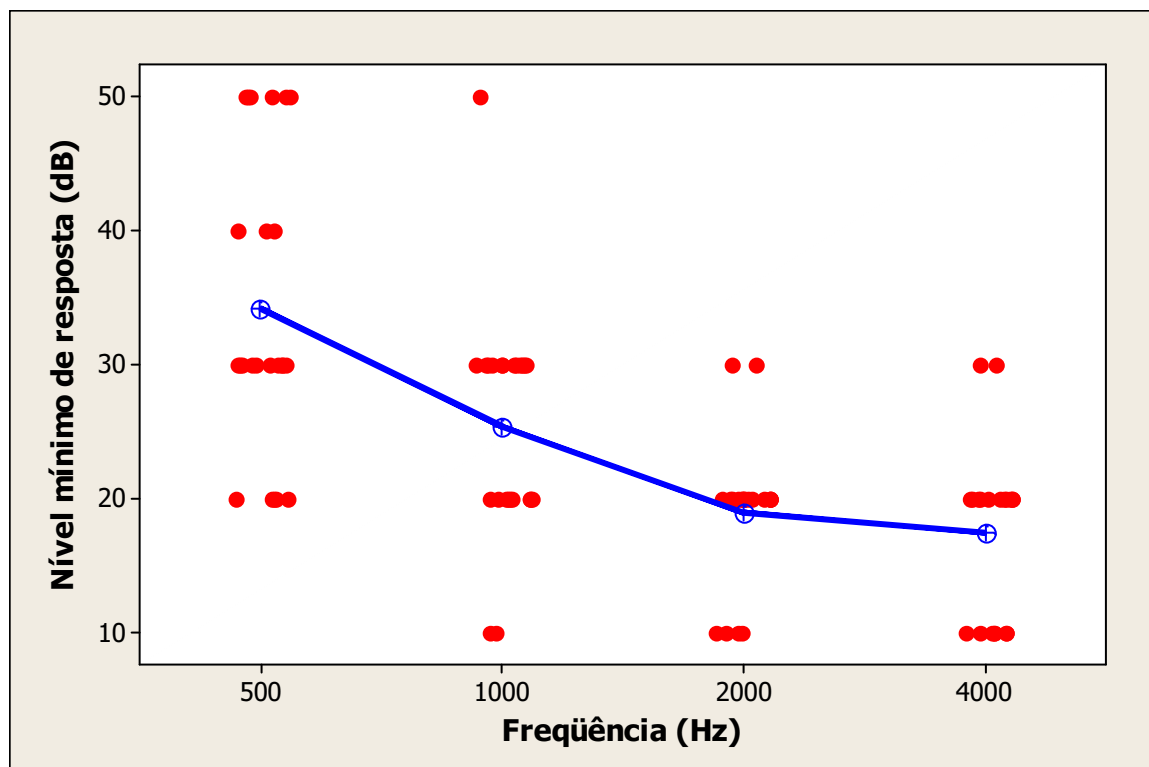
Na Tabela 6 temos os valores de estatísticas descritivas para o nível mínimo de resposta (NMR) nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz, por sexo. Não foi detectada diferença significativa entre as distribuições do NMR nos dois sexos, para as quatro freqüências ( $p > 0,999$  em 500 Hz,  $p = 0,285$  em 1000 Hz,  $p = 0,218$  em 2000 Hz e  $p = 0,315$  em 4000 Hz).

Tabela 6 - Estatísticas descritivas para o NMR nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz

Frequência (Hz)	Sexo	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
500	F	14	34,3	11,6	20	30	50
	M	10	34,0	10,8	20	30	50
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>34,2</b>	<b>11,0</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>50</b>
1000	F	14	27,1	9,1	10	30	50
	M	10	23,0	6,8	10	20	30
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>25,4</b>	<b>8,3</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>50</b>
2000	F	10	17,0	4,8	10	20	20
	M	10	21,0	5,7	10	20	30
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>19,0</b>	<b>5,5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
4000	F	10	19,0	5,7	10	20	30
	M	10	16,0	7,0	10	15	30
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>17,5</b>	<b>6,4</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>

As médias dos NMR estão representadas no diagrama de dispersão do NMR e frequência, na Figura 19. Essa figura sugere que o NMR decresce de 500 Hz até 2000 Hz e tende a se estabilizar a partir desta última frequência. O N representa o número de orelhas que apresentaram respostas na respectiva intensidade, e que, portanto, tiveram a latência da onda V medida.

Figura 19 - Gráfico dos valores individuais e médios dos NMR (dB) nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz



Na figura 19 percebe-se que nenhuma orelha apresentou respostas na intensidade de 10 dB NA, e em apenas cinco orelhas ocorreu resposta na intensidade de 20 dB NA para a freqüência de 500 Hz, sendo que o número de orelhas respondendo a ambas as intensidades aumentou progressivamente para as freqüências de 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz.

Portanto, os resultados demonstraram que as freqüências mais baixas apresentaram NMR mais elevados e latências maiores quando comparadas às freqüências altas, não havendo diferenças significantes em relação ao sexo.

Mais uma vez não foram encontradas diferenças em relação à variável sexo ou idade entre os lactentes que pudessem estar relacionadas ao comportamento das orelhas que desviam do eixo principal, como pode ser observado na figura 19.

## 6. DISCUSSÃO

O diagnóstico audiológico na população pediátrica objetiva, principalmente, o desenvolvimento da comunicação e, portanto, a determinação dos limiares auditivos nas freqüências da fala. No recém-nascido esses limiares podem apenas ser estimados, e para isso, entre outros métodos, é utilizado o PEATE por freqüência específica. Portanto, neste capítulo buscou-se realizar uma discussão, com base na literatura e nos resultados obtidos no presente estudo, abordando aspectos metodológicos, de casuística e de protocolo aqui utilizados; e também refletir sobre a aplicação desse protocolo na rotina clínica, levando-se em consideração a realidade presente nos centros de alta complexidade para diagnóstico auditivo dos serviços públicos de saúde auditiva no Brasil.

A escolha das freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz pesquisadas neste estudo procurou atender à necessidade de se estimar o limiar auditivo nas freqüências da fala, essenciais para o desenvolvimento da linguagem. O objetivo é orientar os profissionais que, na rotina clínica, comumente baseiam-se nessas quatro freqüências do audiograma para realizar a amplificação sonora e satisfazer as necessidades auditivas e comunicativas iniciais do lactente.

Seguindo os estudos de Stapells et al.(1995), Sininger et al. (1997), Rance et al. (2006) e Van der Reijden et al. (2006), e baseando-se no estudo de Ribeiro (2002), que não encontrou diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas em recém-nascidos a termo, no que se refere à latência por freqüência e intensidade , foi pesquisada neste estudo apenas uma orelha de cada sujeito. Isso porque, ao se avaliar a criança em sono natural, é preciso aliar o tempo necessário para pesquisar as quatro freqüências e o limite de cada paciente em permanecer dormindo. Nos casos em que isto ocorreu, a outra orelha foi pesquisada. Dessa forma, a análise dos resultados foi realizada considerando o número de orelhas e não de lactentes, sendo que a pesquisa em apenas uma orelha impossibilitou a comparação entre orelhas no mesmo lactente.

Conforme descrito nos resultados, a casuística consistiu de **24** orelhas, **doze** esquerdas e **doze** direitas, sendo **dez** lactentes do sexo masculino (dez orelhas) e

**quatorze** (quatorze orelhas) do sexo feminino. A faixa etária escolhida para o estudo, em média 2 meses e 10 dias, procurou seguir as recomendações do JCIH (2007), segundo o qual as crianças devem ser diagnosticadas antes dos 3 meses de idade. A média etária dos lactentes avaliados neste estudo condiz com a realidade dos serviços de saúde auditiva nos centros de alta complexidade, os quais acabam recebendo e diagnosticando recém-nascidos com mais de 1 mês de idade. Esse fato é explicado, principalmente, pelo tempo decorrente entre a triagem neonatal, considerando o período de teste e reteste recomendado pelo JCIH (2007), e o encaminhamento para diagnóstico; bem como pela grande demanda já existente nos serviços de diagnóstico auditivo.

Devido ao número de sujeitos da amostra, neste estudo não foi possível dividi-los em grupo por faixa etária; no entanto, apesar da variabilidade etária, não foram encontradas diferenças significantes relacionadas a esse aspecto na análise estatística. Portanto, provavelmente, a variação da idade neste estudo não afetou os resultados obtidos no que concerne à questão da maturidade das vias auditivas. De fato, segundo Rance et al. (2006), os NMR em recém-nascidos para o estímulo *toneburst* nas primeiras semanas de vida são pouco afetados pelo desenvolvimento maturacional.

É importante salientar que, na faixa etária pesquisada, o período de sono do lactente durante o dia, essencial para um exame com qualidade, é bem mais curto e menos profundo, quando comparado ao de um recém-nascido com dias de vida (Lopes, 2007). Esse fato pode refletir a dificuldade encontrada neste estudo para determinar os NMR para as quatro frequências em apenas uma sessão. Dessa forma, as próprias condições do exame, realizado sem o uso de sedação ou anestesia, o que reflete a realidade da maior parte dos serviços públicos de saúde auditiva no Brasil, podem justificar também as diferenças dos resultados obtidos em relação à literatura.

Os **critérios de seleção** objetivaram assegurar audição normal para as frequências da fala e afastar a possibilidade de alterações condutivas que pudessem alterar os resultados, alargando a latência da onda V (Hyde, 1985; Hyde et al., 1987;

Ponton et al., 1992), principalmente nas frequências baixas, bem como assegurar a integridade das vias auditivas até o tronco encefálico, primordial para determinação do NMR a partir de medidas eletrofisiológicas.

Na avaliação da população pediátrica, o **tempo de realização do exame** é um fator importante para a viabilização do uso clínico de um protocolo, principalmente quando se está avaliando crianças pequenas e em sono natural, e quando se precisa considerar a quantidade de pacientes atendidos em um serviço público de saúde auditiva. Neste estudo, o tempo médio para a realização dos procedimentos de coleta de dados, desde a preparação do paciente até o término da pesquisa nas quatro frequências para uma orelha, foi de 2h00. E o tempo da pesquisa do PEATE-FE propriamente dito, para as quatro frequências, foi em média de 1h30. A presença de artefato no registro, mesmo com a criança em sono natural e em condições ideais para teste, foi um dos motivos que dificultaram a visualização da onda V, aumentando o tempo de pesquisa, principalmente para as frequências mais baixas. Dessa forma, o tempo de permanência da criança na instituição foi, em média, de 3h30m, considerando as dificuldades relacionadas ao sono e às interrupções do exame quando não havia condições ideais para realizá-lo.

Os **parâmetros de registro e de estímulo** procuraram manter uma similaridade em relação aos utilizados na literatura, com a intenção de facilitar a comparação entre os resultados, apesar de nem sempre haver uma homogeneidade entre todos os parâmetros nos diversos estudos.

A **janela** não-linear *Blackman* foi utilizada seguindo as recomendações de Hyde (1985), Gorga et al. (1988,1991), Robier et al. (1992) e Hood (1998), que sugerem uma maior especificidade de frequência para o estímulo *toneburst* por produzir uma excitação mais específica de regiões definidas da cóclea. A janela não-linear oferece alguma vantagem sobre a função linear, principalmente para frequências abaixo de 1000 Hz, uma vez que fornece tempos de subida e queda curtos, possibilitando um ataque rápido, essencial para garantir a sincronia neural, ao mesmo tempo em que mantém a especificidade de frequência (Robier et al., 1992; Purdy e Abbas, 2002).

Essa escolha foi reforçada pelos resultados de Stapells et al. (1995) e Picton et al. (1979), segundo os quais a função linear pode subestimar uma perda auditiva devido ao espalhamento de energias para as frequências adjacentes. Dessa forma, como o PEATE-FE foi estudado aqui com a intenção de auxiliar no diagnóstico da população pediátrica com suspeita de perda auditiva e garantir uma estimativa mais específica da audição para as frequências da fala, a janela *blackman* mostrou-se mais apropriada.

A **polaridade** é uma característica do estímulo que deve ser considerada quando comparados os resultados entre as clínicas, uma vez que estímulos condensados ou rarefeitos produzem PEATE discretamente diferentes, podendo afetar tanto a latência da onda como sua detectabilidade (Hood, 1998; Misulis, 2003).

A polaridade condensada do estímulo foi utilizada aqui seguindo Hood (1998), que sugere maior amplitude de resposta para o estímulo *toneburst* na frequência de 500 Hz para sujeitos com audição normal, e também os estudos de Rance et al. (2006) com recém-nascidos. Gorga et al. (1991) observou também respostas bem formadas para essa polaridade. O uso da polaridade alternada pode resultar em cancelamento de respostas que estão fora de fase, recomendando-se a polaridade condensada ou rarefeita, principalmente, quando são avaliados pacientes com perda auditiva em altas frequências (Hood, 1998; Misulis, 2003).

A escolha da **razão de repetição** do estímulo ou **frequência de apresentação** é importante por apresentar relação com o tempo de conclusão do exame, elemento crítico na avaliação de crianças pequenas e em sono natural. Embora o aumento da frequência de apresentação do estímulo acarrete, segundo Lasky, (1997), um aumento na latência da onda V e uma redução da amplitude, o que provoca, de acordo com Hood (1998), um prejuízo na clareza e reprodutibilidade da onda, a maioria dos estudos utilizou razão de repetição maior que 30 estímulos por segundo (Hawes e Greenberg, 1981; Hyde et al., 1987; Gorga et al., 2006).

No presente estudo, com a intenção de encurtar o tempo de duração do exame, foi utilizada razão de repetição de 39.1/s, da mesma forma que os estudos de Stapells et al. (1990), Gorga et al. (1991), Stapells et al. (1995), Beattie e Rocheverger (2001), Rance et al. (2006).

Entretanto, utilizando o mesmo equipamento deste estudo, o *Intelligent Hearing Systems*, Araújo (2004) relatou registro de traçados mais difíceis de analisar para razão de 39,1/s quando comparado à razão de 27.7/s.

**O número de estímulos apresentados** foi fixado em 2000, com o mínimo de uma replicação, para atender à necessidade de coletar dados de crianças não sedadas o mais rápido possível e seguindo os estudos de Stapells et al. (1990) e Stapells (2000b). Entretanto, há recomendação para que se aumente o número de estímulos a fim de se obter melhores NMR em intensidades mais fracas (Hood, 1998; Sininger et al., 1997). Portanto, os NMR encontrados neste estudo poderiam ser ligeiramente menores, caso tivesse sido apresentado um maior número de estímulos em cada varredura.

A escolha do tamanho da **janela de análise** seguiu as recomendações de Stapells (2000b), Sininger (2006) e Hood (1998) para pesquisa de NMR em frequência específica, garantindo o registro da onda V mesmo nas frequências mais baixas, as quais apresentam maior tempo de latência para onda V.

A **duração do estímulo** está intimamente relacionada à especificidade de frequência de um estímulo, sendo que, quanto mais longo um estímulo, mais especificamente a cóclea é estimulada (Beattie e Rocheverger, 2001). A duração do estímulo variou consideravelmente entre os estudos, principalmente devido aos diferentes envelopes utilizados. Com o compromisso de aliar estímulo de longa duração e de ataque rápido necessário para eliciar um PEATE, o presente estudo usou *toneburts* com variação da duração do estímulo entre as frequências (quadro 3), tomando como base as recomendações de Hood (1998) para o envelope 2-0-2 e os estudos de Robier et al. (1992), Araújo (2004) e Hurley et al. (2005).

Considerando a tonotopia coclear em que estímulos de frequência baixa necessitam de um intervalo de tempo maior para atingir as regiões apicais, o

comportamento da latência nas diversas freqüências, diminuindo com o aumento da freqüência, demonstrou que a duração do estímulo utilizada neste estudo forneceu a especificidade de freqüência desejada.

Utilizou-se **filtro** “passa-alto” de 30 Hz em todas as freqüências estudadas, seguindo as recomendações de Sininger (1995) para avaliação em lactentes. Filtro “passa-baixo” de 1500 Hz foi utilizado para a freqüência de 500 Hz, seguindo Hyde (1985), enquanto o filtro “passa-baixo” de 3000 Hz foi utilizado para as demais freqüências, como à maioria da literatura pesquisada (Hawes e Greenberg, 1981; Hyde et al., 1987; Purdy et al., 1989, Stapells et al., 1995; Stapells, 2000b; Ribeiro, 2002), que também utilizaram a mesma combinação de filtro com freqüência específica, garantindo uma relação sinal-ruído adequada.

**A detectabilidade** do pico da onda V e sua morfologia variaram de acordo com a intensidade e freqüência estimulada da cóclea, tornando-se mais semelhantes às características morfológicas e de latência da onda V do *click* conforme o aumento da freqüência. Na freqüência de 500 Hz, a onda V apresentou pico mais arredondando e alargado, conforme descrito por Stapells (2000b), dificultando a marcação da latência. Em alguns casos, para as freqüências baixas, em intensidades mais fortes, a amplitude da onda V mostrou-se menor que nas intensidades mais fracas. Uma explicação para esse fato poderia ser a sensibilidade às intensidades mais fortes por parte dos lactentes ouvintes, o que provocaria aumento das atividades miogênicas e de ruído interno, com conseqüente piora da relação sinal-ruído e diminuição da amplitude da onda, principalmente nas freqüências mais baixas.

## 6.1 ESTUDO DO NÍVEL MÍNIMO DE RESPOSTA ELETROFISIOLÓGICA PARA AS QUATRO FREQUÊNCIAS ESTUDADAS

Os resultados deste estudo mostraram NMR em intensidades mais fracas com o aumento da frequência na avaliação pelo PEATE-FE, como descrito por Beattie e Rocheverger (2001), Pinto e Matas (2007), Stapells (2000 a, 2000b). As frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz apresentaram NMR em média de 34,2 dB NA, 25,4 dB NA, 19,0 dB NA e 17,5 dB NA, respectivamente.

Dessa forma, o número de orelhas apresentando resposta para uma determinada intensidade aumenta à medida que a frequência torna-se mais alta. Para a intensidade de 30 dB NA, 41% das orelhas avaliadas apresentaram NMR em 500 Hz e 50% em 1000 Hz, sendo que, para as frequências de 2000 Hz e 4000 Hz, 90% e 95% apresentaram respostas melhores que 30 dB NA, respectivamente.

A **frequência de 500 Hz** apresentou NMR mais elevados em relação às demais frequências estudadas. A média obtida foi de 34,2 dB NA ( $\pm 11,0$ ), não sendo encontradas diferenças significantes entre os sexos. A média encontrada neste estudo corrobora com os achados de Rance et al. (2006), que encontraram NMR em 36 dB NA na 6ª semana de vida em recém-nascidos sem indicadores de risco para deficiência auditiva, e com os de Hyde et al. (1987), que, ao avaliarem 130 recém-nascidos com 4 meses de idade e sem indicadores de risco para deficiência auditiva, encontraram resposta em 40 dB nNA para apenas 59% das crianças avaliadas.

Baseando-se em anos de experiência clínica, Stapells (2000b) reforçou que NMR em 30 dB NA para a frequência de 500 Hz com o estímulo *toneburst* devem ser considerados normais em crianças pequenas. Entretanto, os NMR obtidos no presente estudo foram ligeiramente mais elevados que aqueles encontrados por Stapells et al. (1995), Stapells (2000 a), Sininger et al. (1997). Essas diferenças podem ter ocorrido pelos diferentes parâmetros utilizados, principalmente em relação à polaridade e duração do estímulo, como também pela faixa etária avaliada nos diferentes estudos.

Stapells et al. (1995) utilizaram mascaramento *notched noise*, sendo importante ressaltar que apenas 52% das crianças com audição normal apresentaram respostas  $\leq 20$  dB nNA e 92% em 30 dB nNA. A faixa etária nesse estudo foi variada, de maneira que apenas 3 crianças, avaliadas na frequência de 500 Hz, apresentavam faixa etária dentro de 0-6 meses de idade.

Sininger et al. (1997) encontraram NMR em 16 dB nNA para recém-nascidos com idade média de 4.2 dias de vida; todavia, para essa faixa etária, o período de sono é mais longo e profundo, condição essencial para obtenção de respostas de qualidade em intensidades fracas, principalmente para a frequência de 500 Hz. Além disso, nesse estudo os autores utilizaram 6000 estímulos para a pesquisa nas intensidades próximas ao NMR, o que pode ter melhorado a promediação e a detecção de resposta em intensidades mais fracas.

Já Ribeiro (2002), em estudo de função latência x intensidade em recém-nascidos com idade média de 2 dias de vida, encontrou respostas para o grupo a termo em 20 dB NA e 30 dB NA para 97,5% e 100% das orelhas avaliadas, respectivamente. As diferenças encontradas entre esses dois estudos e o presente podem estar relacionadas ao fato de que este foi realizado com recém-nascidos cuja idade média foi de 70 dias, para os quais o tempo de sono já é bastante reduzido, o que pode ter dificultado a obtenção e visualização da onda V.

Foi possível observar também que 25% dos lactentes que haviam previamente passado no PEATE-A a 35 dB NA com o estímulo *click* necessitaram de uma intensidade de 50 dB NA para produzir respostas detectáveis na frequência de 500 Hz. Esses achados podem refletir a especificidade do estímulo utilizado, reforçando uma menor contribuição na resposta pelas frequências adjacentes da cóclea. A variabilidade de respostas para essa frequência observada neste estudo é preocupante, principalmente quando se pretende realizar a normatização para uso na prática clínica. Por outro lado, o elevado desvio padrão observado para essa frequência não pôde ser relacionado a qualquer variável como, por exemplo, a variável idade, uma vez que as orelhas que apresentaram comportamento desviante pertenciam a lactentes com faixa etária dentro da média. Portanto, o NMR elevado

pode ter sido resultado da dificuldade na obtenção e visualização da onda V em fracas intensidades, uma vez que as freqüências mais baixas sofrem maior contaminação pelo ruído, obscurecendo a resposta.

Para a **freqüência de 1000 Hz**, observou-se uma diferença de 10 dB NA em relação aos valores obtidos pelos estudos de Araújo (2004). No presente estudo os NMR foram ligeiramente mais elevados que os de Stapells (2000 a, 2000 b), ao determinar níveis para a freqüência de 1000 Hz em 17 dB nNA e 20 dB nNA, respectivamente; e também que os de Kileny (1981), que encontrou respostas em 10 dB nNA. Entretanto, dentre os lactentes analisados neste estudo, 50% apresentaram respostas em 30 dB NA para essa freqüência, 37,5% em 20 dB NA e apenas 8,3 % em 10 dB NA.

As diferenças encontradas em relação ao estudo de Kileny (1981) podem decorrer do fato de essa autora ter estudado crianças na faixa etária entre 1-5 anos, cujas respostas neurais estão mais maduras; além disso, algumas situações, como procedimentos de sedação, podem ter contribuído para melhorar a relação sinal-ruído e, conseqüentemente, a obtenção de resposta em intensidades mais fracas.

Contradizendo os estudos acima citados, Hawes e Greenberg (1981) encontraram apenas 15 % de respostas detectáveis na intensidade de 20 dB nNA para a onda V. Werner et al. (1993), ao estudar lactentes com 3 meses de idade, encontraram NMR, na intensidade aproximada de 40 dB peNPS.

Para a freqüência de 1000 Hz, a morfologia e a visualização da onda V já são bem mais fáceis que na freqüência mais baixa, o que pode ser observado pela ligeira melhora dos NMR em relação a 500 Hz.

Os NMR obtidos neste estudo para a **freqüência de 2000 Hz** são condizentes com os recomendados por Stapells (2000 b) e estão dentro dos 20 dB nNA encontrados em 90% das crianças avaliadas por Stapells et al. (1995); embora Stapells (2000a), em estudo de meta-análise, tenha encontrado NMR em aproximadamente 14 dB nNA para crianças com faixa etária variada.

A freqüência mais alta avaliada neste estudo (**4000 Hz**) apresentou médias consistentes com os achados de Rance et al. (2006), Stapells et al. (1995) e Stapells

(2000a). Para essa frequência, o presente estudo corrobora também com os achados de Ribeiro (2002), que, ao estudar a função latência x intensidade até a intensidade de 20 dB NA em recém-nascidos brasileiros, obteve respostas em 100% das crianças avaliadas. Entretanto, o presente estudo encontrou NMR 10 dB NA mais elevados que aqueles descritos por Sinninger et al. (1997). As divergências entre os dois estudos podem ser explicadas pelas diferenças nos parâmetros utilizados, principalmente relacionadas ao número de crianças avaliadas, à quantidade de estímulo utilizado em cada varredura, bem como à duração do estímulo apresentado.

Para os NMR, no presente estudo, não foram encontradas diferenças significantes entre os sexos nas diversas frequências estudadas, contrariando os achados de Sininger et al. (1998). Diferenças significantes estatisticamente podem não ter sido encontradas devido ao pequeno número da amostra do presente estudo, e também por diferenças na calibração do estímulo, que, no estudo dessas autoras foi *in situ*.

O elevado desvio padrão encontrado, principalmente para as frequências baixas, demonstrou uma variabilidade de resposta em lactentes considerados com audição normal para as frequências da fala pela triagem auditiva com EOAT e PEATE-A. Essa condição poderia levantar o questionamento se realmente não haveria uma perda auditiva não detectada pelas EOAT na frequência de 500 Hz, ou se o elevado NMR seria resultante de uma imaturidade individual do sistema nervoso auditivo ou mesmo de uma condição extrema de exame, como presença de artefato elétrico ou atividade miogênica que prejudicasse a relação sinal-ruído, dificultando a promediação das respostas e a visualização da onda V.

Entretanto, a hipótese de que essa resposta seria decorrente de uma imaturidade do sistema nervoso vai de encontro aos achados de Ponton et al. (1992), os quais demonstram que a maturidade das respostas auditivas ocorre das frequências mais baixas para as mais altas; bem como aos achados de Sininger et al. (1997), que encontraram níveis mínimos de resposta em 500 Hz próximos de 20

dB nNA para lactentes na mesma faixa etária, como também maior correlação com os limiares de adultos para as freqüências baixas em relação às altas.

Por outro lado, a condição de presença de perda auditiva foi afastada pela avaliação comportamental posterior, demonstrando limiares auditivos dentro da normalidade para as freqüências da fala. Portanto, esses achados parecem ser resultantes de uma condição de exame ou mesmo do julgamento de ausência ou presença de resposta. Podem reforçar também a necessidade de um fator de correção entre o NMR eletrofisiológico e o limiar auditivo psicoacústico para o uso clínico. Esse fator de correção poderia ser obtido por meio da avaliação comportamental posterior, aproximadamente aos 6 meses de idade, dos lactentes deste estudo.

As diferenças encontradas neste estudo em relação aos apresentados na literatura podem ser decorrentes das diferenças de parâmetros utilizados, bem como do método para determinar o NMR, baseado na inspeção visual da presença ou ausência de onda V.

O fato de o PEATE-FE se tornar subjetivo, pela necessidade de julgamento do avaliador, reforça a necessidade de incluir, nas máquinas convencionais, técnicas objetivas para a determinação da resposta auditiva, como o Fsp recomendado por Sininger (1993), e dessa forma orientar de forma mais objetiva o diagnóstico audiológico e evitar problemas em relação a diferenças nos diagnósticos entre as clínicas.

## 6.2 ESTUDO DA FUNÇÃO LATÊNCIA X INTENSIDADE NAS QUATRO FREQUÊNCIAS ESTUDADAS

Os achados do estudo da função latência X intensidade para as quatro freqüências foram consistentes com investigações prévias de Sininger et al. (1997) e Ribeiro (2002), as quais sugerem um aumento da latência com a diminuição do nível

de intensidade utilizado para desencadear a resposta, bem como uma diminuição da latência com o aumento da frequência avaliada.

Esse comportamento reflete também a especificidade do estímulo para cada frequência, uma vez que, ao se estimular células específicas, um menor número de fibras nervosas contribui para aferir a resposta, aumentando o tempo de latência da onda. Dessa maneira, são produzidas respostas com latências mais longas que as apresentadas pelo estímulo *click*, principalmente nas frequências mais baixas, cujo aumento da latência é influenciado também pela posição tonotópica na membrana coclear, de forma que a diminuição da velocidade da onda viajante até atingir regiões mais apicais resulta em aumento da latência da onda.

Nos valores das médias de latência da onda V para as quatro frequências não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os sexos, corroborando com os achados da literatura descritos por Ribeiro (2002) e Sininger et al. (1998) em RN a termo, com latências ligeiramente melhores para o sexo feminino em todas as frequências na maior parte das intensidades pesquisadas.

Para a intensidade de 70 dB NA a média de latência da onda V na **frequência de 500 Hz** foi semelhante, embora aproximadamente 0,26 ms maior que aquela encontrada por Ribeiro (2002). Essa pequena diferença pode ser resultado do uso de polaridades do estímulo diferentes, com aumento da latência para a polaridade condensada, conforme descrito por Orlando e Folsom (1995). Seguindo os resultados dos estudos de Ribeiro (2002) e Sininger et al. (1998), de maneira geral, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os sexos; embora, tenham sido observados resultados ligeiramente melhores para o sexo feminino, exceto na intensidade de 40 dB NA.

Sininger et al. (1997) encontraram média de latência bem menor que a observada no presente estudo, em torno de 8.19 ms para o tempo de latência da onda V. As diferenças de parâmetros utilizadas entre os dois estudos, incluindo frequência de repetição, polaridade do estímulo e calibração *in situ*, podem certamente explicar os resultados discrepantes encontrados.

Hurley et al. (2005), estudando a função latência X intensidade para a frequência de 500 Hz em lactentes (com 48 semanas de idade concepcional), encontrou para a intensidade de 75dB nNA (55 dB NA) tempo de latência da onda V em torno de 8.9 ms (0.71), enquanto o presente estudo obteve na intensidade de 70 dB NA latência média de 10.7 ms. A provável explicação para essas diferenças, além dos diferentes parâmetros utilizados, seria a idade média das crianças avaliadas, considerando que as mais velhas apresentam uma maior maturidade do sistema nervoso auditivo e, portanto, um menor tempo de latência da onda V. É importante ressaltar que, para efeito de comparação dos valores de tempo de latência entre os dois estudos, foi utilizado o valor do nível de intensidade não corrigido pelos autores, ou seja, 75 dB nNA.

No presente estudo, o comportamento não esperado da latência na intensidade de 40 dB NA no sexo masculino, apresentando-se com tempo mais longo que nas intensidades mais fracas, pode ter sido resultante da dificuldade de se marcar o pico exato da onda V na frequência de 500 Hz, uma vez que esta aparece mais alargada e arredondada, como já referido por Stapells (2000b). A intensidade de 40 dB NA foi pesquisada somente quando não se obteve NMR na intensidade mais fraca de 30 dB NA e, portanto, foram poucas as crianças avaliadas para essa intensidade, o que pode aumentar a média quando há uma grande variação entre as respostas. Além disso, em intensidades mais fracas a marcação do pico da onda torna-se mais difícil, uma vez que a amplitude diminui (Hood, 1998).

Para a **freqüência de 1000 Hz**, foi encontrada uma latência média de 8.9 ms na intensidade de 70 dB NA e de 12.2 ms para a intensidade de 30 dB NA. O resultado encontrado para a menor intensidade foi ligeiramente maior que o observado no estudo de Araújo (2004), que utilizou o mesmo equipamento em RN com 1 mês de vida. Entretanto, os parâmetros escolhidos foram bastante semelhantes, exceto em relação à frequência de repetição do estímulo. No que concerne à idade dos lactentes avaliados, considerando a maturação das vias auditivas, aqueles com idade mais elevada, como no presente estudo, deveriam apresentar latência menor. Porém, o aumento de latência pode ter sido resultado de diferentes condições de sono desses lactentes com mais semanas de vida.

Em **2000 Hz** a média de latência obtida foi em torno de 7.7 ms para a maior intensidade pesquisada, o que mostra um encurtamento da latência em relação às frequências de 500 Hz e 1000 Hz, já estudadas. Não foram encontrados na literatura valores de latência para essa frequência em recém-nascidos ou lactentes. Nagao e Matas (2001), em estudo com adultos, obtiveram latência de 6.75 para a frequência de 2000 Hz. Como já referido anteriormente, a diferença de latência entre adultos e lactentes estão relacionadas à imaturidade das vias auditivas, principalmente para as frequências mais altas.

O comportamento não esperado da latência para a intensidade de 10 dB NA, apresentando-se no sexo masculino com tempo de latência maior que em 20 dB NA nas frequências de 1000 Hz e 2000 Hz, ocorreu devido, provavelmente, à dificuldade em marcar o pico da onda V e determinar o tempo de latência em intensidades mais fracas.

Conforme já esperado, a **frequência de 4000 Hz** apresentou a menor média de latência da onda V para a maior intensidade pesquisada neste estudo, provavelmente decorrente de seu posicionamento basal na membrana basilar. Os achados para essa frequência são consistentes com os relatos de Ribeiro (2002), embora apresentem uma latência um pouco mais longa que as encontradas por Sininger et al. (1997), diferenças relacionadas, provavelmente, à escolha dos parâmetros de estímulo utilizado.

Pela observação dos resultados apresentados na literatura e a discussão realizada neste estudo, nas frequências mais altas (2000 Hz e 4000 Hz), os NMR e os valores obtidos para a função latência x intensidade são melhores ou se encontram dentro dos valores obtidos para o estímulo *click* descritos por Kileny (1981), Hyde et al. (1987), Sininger et al. (1997), Araújo (2004) e Hurley et al. (2005), Gorga et al. (2006). Esse dado reforça a idéia de que este estímulo realmente contém sua energia centrada principalmente nessas faixas de frequências, sendo um ótimo preditor da sensibilidade auditiva para essas regiões da cóclea.

Ao se considerar, em conjunto, a idade do lactente no momento do diagnóstico, as condições de exame, realizado sem sedação ou anestesia, bem como o tempo necessário de sono para a estimativa da sensibilidade auditiva em quatro frequências para as duas orelhas, e ainda a demanda da população, percebe-se a dificuldade de aplicação desse protocolo para todas as crianças, na realidade dos serviços públicos de diagnóstico auditivo no Brasil.

Mesmo para aquelas crianças com o diagnóstico de perda auditiva confirmado pelo PEATE com estímulo *click*, em que o tempo necessário para a pesquisa do NMR é menor, a determinação deste nível em quatro frequências nas duas orelhas é bastante difícil em apenas uma sessão. E ainda, considerando a quantidade de crianças encaminhadas para diagnóstico, ou seja, a demanda existente nos serviços públicos de saúde auditiva, o tempo para finalização do diagnóstico desse lactente se torna bastante longo, o que pode atrasar o processo de seleção e adaptação do AASI. Esse atraso é ainda maior quando a equipe de diagnóstico não trabalha em conjunto com a equipe de reabilitação, realidade da maior parte do país.

Dessa maneira, em razão dessas várias dificuldades para obtenção de níveis mínimos de resposta por frequência específica, nas duas orelhas e em apenas uma sessão, bem como pela observação de características de resposta similares nas frequências mais altas em relação ao *click* sugere-se que seja realizado o *click* na determinação da sensibilidade auditiva em frequências altas e o *toneburst* nas frequências de 500 Hz e 1000 Hz para avaliar as frequências mais baixas, conforme já sugerido por Hood (1998) e Sininger & Cone-wesson (2002).

## 7. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos a partir dos parâmetros de estímulo e gravação utilizados nesse estudo, pode-se concluir que:

- Níveis mínimos de resposta em 35 dB NA para a frequência de 500 Hz; de 25 dB NA para a frequência de 1000 Hz e de 20 dB NA para 2000 Hz e 4000 Hz podem ser considerados normais, podendo ser utilizados como parâmetros na interpretação clínica no diagnóstico eletrofisiológico por meio do PEATE-FE.

- O NMR eletrofisiológico diminui à medida que a frequência se torna mais aguda.

- Os valores do tempo de latência da onda V na intensidade de 70 dB NA para as frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz são 10.75 ms, 8.9 ms, 7.7 ms e 7.3 ms. Para a intensidade de 20 dB NA, os valores dos tempos de latência são 15.2 ms, 13.4 ms, 10.2 ms, 9.0 ms para as frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz, respectivamente. Esses valores podem ser utilizados como parâmetros para interpretação clínica no diagnóstico por meio do PEATE-FE para essas frequências.

- A latência se comporta de maneira inversamente proporcional à intensidade e à frequência, de maneira que, quanto menor a intensidade, mais longa a latência, e quanto mais baixa a frequência, mais longa a latência.

- Em relação ao sexo, diferenças nas latências e nos NMR para as diversas frequências do PEATE-FE não são estatisticamente significantes.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O PEATE-FE é um método de avaliação útil para auxiliar no diagnóstico audiológico de lactentes impossibilitados de fornecer limar auditivo pelos métodos de avaliação comportamental convencionais, sendo capaz de orientar o processo de seleção e adaptação do AASI.

Entretanto, o uso de parâmetros adequados é essencial para identificar a onda V e obter NMR eletrofisiológico de forma precisa, principalmente nas frequências baixas. Sugere-se então o aumento do número de estímulos, ao se pesquisar os NMR em intensidades mais fracas.

Diferenças encontradas na morfologia e na latência da onda V demonstram a especificidade do estímulo *toneburts* na membrana basilar, reforçando sua capacidade em predizer o limar auditivo em frequência específica.

O tempo de exame é outro fator que deve também ser levado em consideração no momento de decidir o protocolo a ser utilizado na prática clínica, tendo em vista a realidade dos serviços públicos de saúde auditiva no Brasil. Dessa forma, pode ser sugerido o uso do PEATE *-click* para a avaliação de frequências altas e o PEATE-FE para avaliar as frequências mais baixas.

## 9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

American Academy of Pediatrics. Task force on newborn and infant hearing. *Pediatrics* 1999;103(2):527-29.

Araújo FCM. Interpretação clínica do potencial evocado auditivo do tronco encefálico na frequência específica. São Paulo, 2004. [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Azevedo MF. Triagem auditiva neonatal. In: Ferreira, LP, et al. *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca;2004.p.604-16.

Beattie RC, Garcia E, Johnson A. Frequency-specific auditory brainstem responses in adults with sensorineural hearing loss. *Audiology* 1996; 35:194-203.

Beattie RC, Rocheverger I. Normative behavioral thresholds for short tone-bursts. *J Am Acad Audiol* 2001;12:453-61.

Cone-Wesson B, Dowell RC, Tomlin D, Rance G, Ming WJ. The auditory steady-state response: comparisons with the auditory brainstem response. *J Am Acad Audiol* 2002;13:173-87.

Davis H. Principles of electric response audiometry. *Ann.Otol.Rhinol.Lar*; 1976, 85: 4-96.

Davis H, Hirsh SK. A Slow Brain Stem Response for Low-Frequency Auditometry. *Audiology* 1979;18:445-61.

Fisher LD, Van Belle G. *Biostatistics*. New York :John Wiley & Sons;1993

Fria TJ, Doyle WJ. Maturation of the Auditory Brain Stem Response (ABR): Additional Perspectives. *Ear Hear*. 1984;5(6):361-65.

Goldstein R, Aldrich WM. *Evoked Potential Audiometric*. Boston: Allyn and Bacon; 1999.

Gorga MP, Johnson TA, Kaminski JR, Beauchaine KL, Garner CA, Neely ST. Using a Combination of Click- and Tone Burst-Evoked Auditory Brain Stem Response Measurements to Estimate Pure-Tone Thresholds. *Ear Hear*. 2006;27(1):60-74.

Gorga MP, Kaminsky JR, Beauchaine KA, Jesteadt W. Auditory brainstem responses to tone bursts in normally hearing subjects. *J Speech Hear Res* 1988;(31):87-97.

Gorga MP, Beuchaine KA, Reiland JK, Worthington DW, Javel E. The effects of stimulus duration on ABR and behavioral thresholds. *J Acoust Soc Am*. 1984;76(2):616-19.

Gorga MP, Kaminski JR, Beuchaine KA. Effects of stimulus phase on the latency of auditory brainstem response. *J Am Acad audiol*. 1991;2:1-6.

Gorga MP, Thornton AR. The choice of stimuli for ABR measurements. *Ear Hear*. 1989;10(4):217-30.

Gravel JS, Hood LJ. Avaliação audiológica infantil. In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. Manole; 2001.

Hall III JW. *Handbook of auditory evoked responses*. Massachusetts, Allyn and Bacon;1992.

Hawes MD, Greenberg HJ. Slow brain responses (SN10) to tonepips in normally hearing newborns and adults. *Audiology* 1981;20:113-22

Hecox K, Galambos R. Brainstem auditory evoked responses in human infants and adults. *Arch Otolaryngol*. 1974;99:30-33.

Hood LJ, Berlin CI. *Auditory Evoked Potentials*. Austin, TX : PROD –ED; 1986.

Hood LJ. *Clinical Application of the auditory brainstem response*. San Diego: Singular Publishing Group; 1998.

Hurley RM, Hurley A, Berlin C. Development of low-frequency tone burst versus the click auditory brainstem response. *J Am Acad Audiol*. 2005;16(2):114 –21.

Hyde ML, Riko K, Malizia K. Audiometric accuracy of the click ABR in Infants at risk of hearing loss. *J Am Acad Audiol*. 1990;(1):59-66.

Hyde ML. Frequency-specific BERA in infants. *J Otolaryngol*. 1985;14:19-27.

Hyde ML, Matsumoto N, Alberti PW. The normative basis for click and frequency-specific BERA in high-risk infants. *Acta Otolaryngol*. 1987;103:602-11.

JCIH - Joint Committee on Infant Hearing – Year 2007 Position Statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics* 2007;120(4):898-921.

Jerger I. Clinical Experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970;(92):324.

Jerger J, Mauldin L. Prediction of sensorineural level from the brainstem evoked response. *Arch Otolaryngol*. 1978;104:456-61.

Kileny P. The frequency specificity of tone pip evoked auditory brain stem responses. *Ear Hear*. 1981;2(6):270-75.

Klein AJ. Frequency and age-dependent auditory evoked potential thresholds in infants. *Hear Res.* 1984;16:291-97.

Lasky RE. Rate and adaptation effects on the auditory evoked brainstem response in human newborn and adults. *Hear Res.* 1997;111:165-76.

Lopes, RMDA. Comportamento infantil e etapas do desenvolvimento. In: Lopes FA, Junior DC (org). *Tratado de Pediatria - Sociedade Brasileira de Pediatria*. Barueri, SP: Manole; 2007.

Matas CG, Frazza MM, Munhoz MSL. Aplicações do potencial auditivo de tronco encefálico em audiologia pediátrica. In: Basset-to MCA, Wajnstein R. *Neonatologia: um convite à atuação fonoaudiológica*. São Paulo: Lovise; 1998. p.301-10.

Misulis KE. Tipos de PAE, princípios e métodos gerais de estimulação e registro. In: *Potencial evocado de Spehlmann*. Revinter; 2ed. 2003. p.115-21.

Musiek FE, Borenstein SP, Hall III JW, Schwaber MK. Audiometria de tronco encefálico (ABR): Neurodiagnóstico e aplicações intra-operatórias. In: Katz J. *Tratado de audiologia clínica*. São Paulo: Manole; 1999. p.349-71.

Nagao DE, Matas CG. Audiometria de tronco encefálico: utilização de "toneburst" em jovens adultos audiológicamente normais. *Acta AWHO*. 2001;20:206-10.

Orlando MS, Folsom RC. The effects of reversing polarity of frequency-limited of single-cycle on the human auditory brain stem response. *Ear Hear.* 1995;16(3):311-20.

Picton TW, Durieux-Smith A. The practice of evoked potential audiometry. *Otolaryngol Clin North Am.* 1978;11:263-82.

Picton TW, Ouellette J, Hamel G, Durieux –Smith A. Brainstem evoked potentials to tone pips in notched noise. *J. otolar.* 1979;8:289-314.

Pinheiro JC, Bates DM. *Mixed effects models in S and S-Plus*. New York: Springer; 2004.

Pinto FR, Matas CG. Comparação entre limiares de audibilidade e eletrofisiológico por estímulo toneburst. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2007;73(4):513-22.

Ponton CW, Moore JK, Eggermont JJ. Auditory brain stem response generation by parallel pathways: differential maturation of axonal conduction time and synaptic transmission. *Ear Hear.* 1992;91(3):1576-86.

Purdy SC, Abbas P. ABR thresholds to toneburst gated with blackman and linear windows in adults with high-frequency sensorineural hearing loss. *Ear hear.* 2002;23:358-368.

Purdy SC, Houghton JM, Keith WJ, Greville KA. Frequency-specific auditory brainstem responses: effective masking levels and relationship to behavioural thresholds in normal hearing adults. *Audiology*. 1989;28:82-91.

Rance G, Tomlin D, Rickards F. Comparison of auditory steady-state responses and tone-burst auditory brainstem responses in normal babies. *Ear Hear*. 2006;(27):751-62.

Ribeiro FGSM. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico por frequência específica em recém-nascidos a termo e pré-termo. São Paulo: 2002. [Dissertação de Mestrado] São Paulo: Faculdade de medicina da USP.

Robier RC, Fabry DA, Leek MR, Summers WV. Improving the frequency specificity of the auditory brain stem response. *Ear Hear*. 1992;13(4):223-27.

Sininger YS. Auditory brainstem response for objective measures of hearing. *Ear Hear* 1993;14:23-30.

Sininger YS. Filtering and spectral characteristics of averaged auditory brainstem response and background noise in infants. *J. Acoust. Soc. Am*. 1995;98:2048-2055.

Sininger YS. The use of auditory brainstem response in screening for hearing loss and audiometric threshold prediction. In: Burkard RF, Dom M and Eggermont JJ . *Auditory Evoked Potentials: Basic Principles and Clinical Application*. Lippincott Williams & Wilkins;2006. p.254-274.

Sininger YS, Abdala C, Cone-Wesson B. Auditory Threshold Sensitivity of Neonate as Measured by the Auditory Brainstem Response. *Hear Res*. 1997;(104):27-38.

Sininger YS, Cone-Wesson B. Threshold prediction using auditory brainstem response and steady-state evoked potentials with infants and young children. In: Katz J. (Ed.) *Handbook of Clinical Audiology*. Philadelphia: Williams and Wilkins; 2002. p. 298-322.

Sininger YS, Cone-Wesson B, Abdala C. Gender distinctions and lateral asymmetry in the low-level auditory brainstem response of the human neonate. *Hear Res* 1998;126:58-66.

Stapells DR, Gravel JS, Martin BA. Thresholds for auditory brain stem responses to tones in notched noise from infants and young children with normal hearing or sensorineural hearing loss. *Ear Hear*. 1995;16:361-71.

Stapells DR. Thresholds estimation by tone-evoked auditory brainstem response: A literature meta-analysis. *J Speech-Lang Pathol audiol*. 2000a; 4:74-83.

Stapells DR. Frequency-specific evoked potential audiometry in infants. In:R.C. Seeewald (ed). *A Sound Foundation through Early Amplification*. Basel: Phonak; 2000b. p.13-31.

Stapells DR, Picton TW, Durieux-Smith A, Edwards CG, Moran LM. Thresholds for short-latency auditory –evoked potentials to tones in notched noise in normal hearing an hearing impaired subjects. *Audiology* 1990; 29:262-74.

Suzuki T, Horiuchi K. Rise time of pure-tone stimuli in brain stem response audiometry. *Audiology* 1981;20:101-12.

Swanepoel D, Schmulian D, Hugo R. Establishing normal hearing with the dichotic multiple-frequency auditory steady-state response compared to an auditory brainstem response protocol. *Acta Otolaryngol.* 2004;124:62-68.

Van der Reijden C, Mens LH, Snik FM. Frequency-specific objective audiometry: tone-evoked brainstem responses and steady-state responses to 40 Hz and 90 Hz amplitude modulated stimuli. *Intern J Audiol.* 2006;(45):40-45.

Werner LA, Folson RC, Mancl LR. The relationship between auditory brainstem response and behavioral thresholds in normal hearing infants and adults. *Hear Res.* 1993;68:131-41.

Yamada O, Ashikawa H, Kodera K, Yamane H. Frequency-selective brain-stem response in newborns and infants. *Arch Otolaryngol.* 1983;109:79-82.

Yamada O, Kodera K, Yagi T. Cochlear processes affecting wave V latency of the auditory evoked brainstem response. *Scand Audiol.* 1979;(8):67-70.

Yamada O, Yagi T, Yamane H, Suzuki JL. Clinical evaluation of the auditory evoked brainstem response. *Auris Nasus Larynx.* 1975;(2):97-105

## ANEXOS

## ANEXO I - APROVAÇÃO DO TERMO DE CONSENTIMENTO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA DA PUC-SP



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUC-SP  
SEDE CAMPUS MONTE ALEGRE

Protocolo de Pesquisa nº 114/2008

Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia da PUC-SP

Orientador(a): Profa. Dra. Doris Ruth Lewis

Autor(a): Mabel Gonçalves Almeida

**PARECER** sobre o Protocolo de Pesquisa, em nível de Dissertação de Mestrado, intitulado *Potencial evocado auditivo de tronco encefálico por frequência específica em lactentes do nascimento aos três meses de idade*

**CONSIDERAÇÕES APROVADAS EM COLEGIADO**

Em conformidade com os dispositivos da Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 e demais resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS), em que os critérios da relevância social, da relação custo/benefício e da autonomia dos sujeitos da pesquisa pesquisados foram preenchidos.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido permite ao sujeito compreender o significado, o alcance e os limites de sua participação nesta pesquisa.

A exposição do Projeto é clara e objetiva, feita de maneira concisa e fundamentada, permitindo concluir que o trabalho tem uma linha metodológica bem definida, na base do qual será possível retirar conclusões consistentes e, portanto, válidas.

No entendimento do CEP da PUC-SP, o Projeto em questão não apresenta qualquer risco ou dano ao ser humano do ponto de vista ético.

**CONCLUSÃO**

Face ao parecer consubstanciado apensado ao Protocolo de Pesquisa, o Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP – Sede Campus Monte Alegre, em Reunião Ordinária de 30/06/2008, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº 114/2008.

Cabe ao(s) pesquisador(es) elaborar e apresentar ao CEP da PUC-SP – Sede Campus Monte Alegre, os relatórios parcial e final sobre a pesquisa, conforme disposto na Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996, inciso IX.2, alínea “c”, do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS), bem como cumprir integralmente os comandos do referido texto legal e demais resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS).

São Paulo, 30 de junho de 2008.

Prof. Dr. Paulo-Edgar Almeida Resende  
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC-SP

Rua Ministro de Godói, 969 – Sala 63-C (Andar Térreo do E.R.B.M.) – Perdizes – São Paulo – SP – CEP: 05015-001  
Tel.: (0xx11) 36708466 – Fax: (0xx11) 36708466 – e-mail: cometica@pucsp.br

## **ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AO PARTICIPANTE DESTA PESQUISA**

O seu filho está sendo convidado a participar da pesquisa que se intitula: "POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO POR FREQUÊNCIA ESPECÍFICA EM LACTENTES DE ZERO A TRÊS MESES DE IDADE".

O objetivo deste trabalho é: descrever os achados do Potencial Evocado Auditivo do Tronco Encefálico por frequência específica em crianças ouvintes, de zero a três meses de idade.

Caso autorize seu filho(a) a participar como sujeito desta pesquisa, ele (a) terá sua audição avaliada por meio dos seguintes testes:

- a) Triagem auditiva : procedimento rápido e simples no qual será colocado uma borracha na orelha da criança por onde serão emitidos estímulos sonoros, produzindo uma resposta que será captada pelo equipamento e computador.
- b) Timpanometria: exame que indica se há alteração de orelha média, ou seja, se há infecção de ouvido. Será colocado uma borracha por meio do qual ouvirá um som.
- c) Potencial Evocado do Tronco Encefálico por estímulo *click*:exame que indica se o nervo auditivo está conduzindo o som adequadamente para o cérebro. Para isso será colocado um fone na orelha, além eletrodos atrás das orelhas e na testa, os quais captam as respostas produzidas.
- d) Potencial Evocado do Tronco Encefálico por estímulo *Toneburst*: são respostas do ouvido e do nervo auditivo até o cérebro, a sons curtos chamados *Toneburst*, que permite uma avaliação mais detalhada e objetiva da audição. Para isso serão colocados fones de inserção na criança que ouvirá um som e eletrodos colocados atrás das orelhas e na testa que vão captar as respostas.

A avaliação completa dos testes aplicados nesta pesquisa demorará em torno de 1 a 3 horas.

Os exames aos quais a criança será submetida não geram riscos médicos ou desconfortos. Seu filho (a) fará os testes em sono natural, em dia e hora marcada previamente. Se necessário, o exame receberá quantas interrupções o seu filho (a) quiser, para descansar ou se alimentar.

Não existem benefícios médicos diretos para o sujeito deste estudo. Porém, caso haja qualquer alteração nos exames a criança será encaminhada para atendimento médico e diagnóstico adequado, por meio do Sistema Único de Saúde (SUS), na instituição. Os resultados deste estudo podem ajudar os pesquisadores a realizar o diagnóstico diferencial

de crianças com alterações de audição e melhor conduzir o tratamento e medida de habilitação necessária.

Fica claro que sua participação é voluntária, não sendo obrigado a realizar todos os exames se não quiser, mesmo que já tenha assinado o consentimento de participação. Se desejar, poderá retirar seu consentimento a qualquer momento e isto não trará nenhum prejuízo ao seu atendimento.

A clínica não pagará nenhum valor em dinheiro ou qualquer outro bem pela sua participação, assim como a (a) Sr. (a) não terá nenhum custo adicional.

Os seus dados serão mantidos em sigilo. Serão analisados em conjunto com os de outros sujeitos e não serão divulgados dados de nenhuma criança isoladamente. O (a) Sr. (a) poderá esclarecer suas dúvidas durante toda a pesquisa com a fonoaudióloga Mabel Gonçalves Almeida pelo telefone (011) 33317863, no endereço: Rua Marquês de Itu, 836 Apt 75, Vila Buarque, São Paulo.

Eu, como pesquisadora responsável, comprometo-me a utilizar os dados coletados somente para esta pesquisa.

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AO PARTICIPANTE DESTE ESTUDO

Acredito ter sido suficientemente informado (a) a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo.

Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimento permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo, ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste serviço.

\_\_\_\_\_  
Nome do paciente

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

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Data

\_\_\_\_\_  
Assinatura da testemunha

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Data

Declaro que obtive apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente para a participação neste estudo.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável pelo estudo

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Data

## ANEXO III

### ANAMNESE AUDIOLÓGICA INFANTIL

#### 1. DADOS PESSOAIS

Nome.....D/N.....

Nome da Mãe.....

Nome do Pai.....

Endereço.....

Bairro.....CEP.....

Telefone.....Encaminhado por.....

#### 2. HISTÓRIA

##### a. DADOS GESTACIONAIS

Gestação.....

Parto ( ) Normal ( ) Cesárea ( ) Fórceps

##### b. NEONATO

Peso..... Estatura.....

UTI Neonatal ( ) sim ( ) Não nº de dias.....

( ) Antecedentes familiares de Deficiência Auditiva

( ) Consangüinidade

( ) Infecções Congênitas ( ) Suspeita ( ) Diagnóstico

Qual ( ) Rubéola ( ) CMV ( ) Herpes ( ) Toxoplasmose ( ) Sífilis

( ) Malformações Craniofaciais Qual.....

( ) Hiperbilirrubinemia / ex-sangüíneo transfusão

( ) Medicação ototóxica Qual?.....Período.....

( ) Meningite Bacteriana

( ) Peso inferior à 1500g ou PIG

( ) Asfixia Perinatal

( ) Ventilação Mecânica Período.....

( ) Síndromes Congênitas Qual?.....

( ) Alcoolismo Materno ou uso de drogas psicotrópicas durante a gestação

( ) Hemorragia Ventricular Grau.....

( ) Permanência na Incubadora Período.....

( ) Convulsões Neonatais

- Otite Média Recorrente ou Persistente  
 Outros

### 2.3 DOENÇAS DO BEBÊ

- Rubéola                     Sarampo    Caxumba    Febres altas  
 Adenóide aumentada    Amigdalite    Sinusite   (Alergias  
 Cirurgias.....  
 Outros.....

### 2.4 ASPECTO AUDITIVO

Você acha que seu filho ouve?  Sim    Não    Às vezes

O que você acha que seu filho ouve?

- Avião    Telefone    trovão    Televisão  
 Palmas    Latido de cachorro    Campainha    Rádio  
 Batida de Porta    Voz

## 3. AVALIAÇÃO

TIMPANOMETRIA: OD.....OE.....

Emissões otoacústicas evocadas por transientes: OD.....OE.....

PEATE: OD.....OE.....

- Aceitou participar da pesquisa

**ANEXO IV-** Planilha com os valores dos NMR para as frequências de 500 Hz, 100 Hz , 200 Hz e 4000 Hz

<b>Sujeito</b>	<b>IDADE-IG</b>	<b>SEXO</b>	<b>ORELHA</b>	<b>500 Hz</b>	<b>1000 Hz</b>	<b>2000 Hz</b>	<b>4000 Hz</b>
1	2 m 7 d	M	OD	20 dB	20 dB	20 dB	20 dB
2	3 m	M	OE	20 dB	20 dB	20 dB	10 dB
3	2 m 3 d	M	OD	50 dB	30 dB	30 dB	30 dB
4	2 m 7 d	M	OE	30 dB	20 dB	20 dB	20 dB
5	2 m 4 d	M	OD	30 dB	20 dB	20 dB	20 dB
6	3m 15 d	M	OD	30 dB	30 dB	20 dB	10 dB
7	3m 3 d	M	OE	40 dB	30 dB	20 dB	10 dB
8	1 m 22 d	M	OE	50 dB	30 dB	20 dB	20 dB
9	2 m 3 d	M	OD	40 dB	20 dB	30 dB	10 dB
10	2 m 7 d	M	OE	30 dB	10 dB	10 dB	10 dB
11	3 m	F	OE	20 dB	10 dB	20 dB	20 dB
12	2 m	F	OE	50 dB	20 dB	10 dB	20 dB
13	2 m	F	OD	50 dB	30 dB	10 dB	20 dB
14	2 m 5 d	F	OD	30 dB	30 dB	20 dB	20 dB
15	2 m 2 d	F	OD	40 dB	30 dB	20 dB	20 dB
16	1 m 23 d	F	OD	50 dB	50 dB	20 dB	30 dB
17	2 m 6 d	F	OE	20 dB	30 dB	20 dB	20 dB
18	2 m 6 d	F	OE	50 dB	30 dB	20 dB	10 dB
19	2 m 6 d	F	OD	30 dB	20 dB	20 dB	20 dB
20	27 d	F	OE	20 dB	20 dB	10 dB	10 dB
21	3 m	F	OD	30 dB	20 dB	----	-----
22	3 m	F	OE	30 dB	30 dB	-----	-----
23	2 m 20 d	F	OD	30 dB	30 dB	-----	-----
24	2 m 3 d	F	OE	30 dB	30 dB	-----	-----

**ANEXO V -Planilha com os valores dos NMR para as frequências de 500 Hz, 100 Hz , 200 Hz e 4000 Hz**

SUJEITO	500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
	Intensidade	Latência	Intensidade	Latência	Intensidade	Latência	Intensidade	Latência
1 OD	70	12.70	70	9.0	70	7.9	70	7.30
	50	15.05	50	11.65	50	8.7	50	7.95
	30	15.65	30	14.0	30	9.75	30	9.50
	20	16.80	20	15.25	20	10.35	20	10.20
2 OE	70	11.45	70	8.75	70	7.6	70	7.35
	50	13.75	50	9.80	50	8.55	50	7.70
	30	15.20	30	11.55	30	9.50	30	8.90
	20	15.40	20	13.0	20	10.10	10	10.85
3 OD	70	13.20	70	10.85	70	8.20	70	8.00
	50	16.10	50	12.15	50	9.25	50	8.40
	30	-----	30	12.95	30	10.80	30	9.70
	10	----	10	-----	10	----	10	-----
4 OE	70	9.65	70	8.80	70	7.80	70	7.30
	50	11.50	50	10.10	50	8.50	50	7.70
	30	12.50	30	10.55	30	9.95	30	8.65
	10	----	20	11.55	20	9.80	20	9.25
5 OD	70	13.05	70	9.10	70	8.15	70	7.65
	50	15.25	50	10.05	50	8.90	50	8.25
	30	16.55	30	12.15	30	10.05	30	8.70
	10	-----	20	13.80	20	11.45	20	9.10
6 OD	70	10.45	70	9.30	70	7.80	70	7.20
	50	12.30	50	10.45	50	8.35	50	7.85
	30	13.10	30	11.95	30	9.60	30	8.40
	10	-----	10	-----	20	11.65	10	10.05
7 OE	70	10.95	70	8.25	70	7.35	70	7.45
	50	13.30	50	9.30	50	8.00	50	7.65
	40	15.90	30	12.75	30	9.10	30	8.25
	10	----	10	-----	20	10.10	10	8.80
8 OE	70	9.10	70	8.65	70	7.65	70	7.10
	50	11.55	50	10.35	50	8.15	50	8.25
	30	-----	30	11.30	30	9.10	30	8.30
	10	-----	20		20	10.05	20	8.95
9 OD	70	12.55	70	9.25	70	8.25	70	8.0
	50	14.20	50	10.50	50	8.75	50	8.30
	40	15.45	30	12.35	30	9.65	30	8.75
	10	----	20	14.05	10	----	10	10.10
10 OE	70	9.60	70	8.40	70	7.30	70	6.75
	50	10.25	50	9.60	50	7.80	50	7.15
	30	13.45	30	11.45	30	8.75	30	7.95
	10		10	13.45	10	10.20	10	9.25

SUJEITO	500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
	Intensidade	Latência	Intensidade	Latência	Intensidade	Latência	Intensidade	Latência
11 OE	70	10.00	70	8.30	70	7.25	70	6.75
	50	11.15	50	9.15	50	7.50	50	6.95
	30	13.65	30	11.05	30	9.00	30	8.20
	20	14.80	10	14.05	20	9.65	20	8.55
12 OE	70	9.60	70	8.55	70	7.45	70	7.10
	50	11.65	50	10.85	50	8.00	50	7.50
	30	-----	30	12.00	30	8.70	30	8.05
	10	-----	20	13.30	10	10.40	20	8.55
13 OD	70	10.35	70	8.30	70	7.30	70	7.00
	50	13.40	50	9.15	50	8.15	50	7.50
	30	-----	30	11.45	30	9.85	30	8.00
	10	-----	10	-----	10	11.50	20	8.50
14 OD	70	8.75	70	7.90	70	8.00	70	7.65
	50	10.25	50	9.70	50	8.95	50	8.35
	30	12.70	30	13.60	20	12.15	30	9.10
	10	-----	10	-----	10	-----	20	9.35
15 OD	70	12.50	70	9.40	70	7.85	70	7.30
	50	15.20	50	10.25	50	8.50	50	7.65
	40	16.20	30	14.20	30	9.65	30	8.55
	10	-----	10	-----	20	10.15	20	9.60
16 OD	70	8.55	70	9.15	70	8.00	70	7.70
	50	11.80	50	9.45	50	8.60	50	8.40
	30	-----	30	-----	30	9.30	30	9.15
	10	-----	10	-----	20	10.01	10	-----
17 OE	70	9.95	70	8.15	70	7.35	70	7.00
	50	10.90	50	9.65	50	8.15	50	7.70
	30	12.90	30	11.50	30	8.65	30	7.95
	20	14.20	10	-----	20	9.30	20	8.40
18 OE	70	9.95	70	8.50	70	7.35	70	7.20
	50	13.15	50	11.55	50	8.20	50	7.55
	30	-----	30	13.40	30	9.15	30	8.05
	10	-----	10	-----	20	8.45	10	9.15
19 OD	70	11.45	70	8.80	70	7.20	70	6.90
	50	13.45	50	9.60	50	7.70	50	7.45
	30	15.35	30	10.50	30	8.75	30	7.70
	10	-----	20	13.55	20	9.45	20	8.40
20 OE	70	10.6	70	8.70	70	7.35	70	7.20
	50	11.6	50	9.85	50	8.20	50	7.50
	30	14.10	30	12.05	30	9.50	30	8.50
	20	14.70	20	12.65	10	12.25	10	11.05
21 OD	70	9.05	70	7.85	70	-----	70	-----
	50	9.85	50	8.95	50	-----	50	-----
	30	11.65	30	11.85	30	-----	30	-----
	20	-----	20	13.65	10	-----	10	-----
22	70	12.25	70	10.50	70	-----	70	-----

	20	14.70	20	12.65	10	12.25	10	11.05
21	70	9.05	70	7.85	70	-----	70	-----
OD	50	9.85	50	8.95	50	-----	50	-----
	30	11.65	30	11.85	30	-----	30	-----
	20		20	13.65	10	-----	10	-----
22	70	12.25	70	10.50	70	-----	70	-----
OE	50	12.85	50	10.90	50	-----	50	-----
	30	14.70	30	12.65	30	-----	30	-----
	20	-----	20	-----	10	-----	10	-----
23	70	9.95	70	10.20	70	-----	70	-----
OD	50	12.00	50	10.85	50	-----	50	-----
	30	13.25	30	12.85	30	-----	30	-----
	20	-----	20	-----	10	-----	10	-----
24	70	10.20	70	8.20	70	-----	70	-----
OE	50	13.45	50	9.15	50	-----	50	-----
	30	15.65	30	11.90	30	-----	30	-----
	20	-----	20	-----	10	-----	10	-----

**ANEXO VI- RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS NO AJUSTE DAS CURVAS DE CRESCIMENTO**

500 Hz

Coeficiente	Valor	p
Intercepto	17,91	<0,0001
Intensidade	-0,092	<0,0001

1000 Hz

Coeficiente	Valor	p
Intercepto	16,45	<0,0001
Intensidade	-0,167	<0,0001
Intensidade <sup>2</sup>	0,0008	0,001

2000 Hz

Coeficiente	Valor	p
Intercepto	12,22	<0,0001
Intensidade	-0,111	<0,0001
Intensidade <sup>2</sup>	0,0007	0,0001

4000 Hz

Coeficiente	Valor	p
Intercepto	10,63	<0,0001
Intensidade	-0,084	<0,0001
Intensidade <sup>2</sup>	0,0005	<0,0001