

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP

Natália Ramos

**Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por Frequência
Específica em Crianças Com e Sem Perda Auditiva**

MESTRADO EM FONOAUDIOLOGIA

**São Paulo
2012**

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP

NATÁLIA RAMOS

**Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por Frequência
Específica em Crianças Com e Sem Perda Auditiva**

Dissertação apresentada à Banca
Examinadora como exigência parcial para
obtenção do título de MESTRE em
Fonoaudiologia pela Pontifícia Universidade
Católica de São Paulo, sob a orientação da
Profa. Dra.Doris Ruthi Lewis.

São Paulo
2012

Errata na Lista de abreviaturas pág. xi

Lista de abreviaturas

ASHA	American Speech-Language-Hearing Association
AT	A termo
AC	Audiometria Condicionada
ALC	Audiometria Lúdica Condicionada
BOA	(Behavioral Observation Audiometry) Audiometria de Observação Comportamental
CeAC	Centro Audição na Criança
dB	Decibel
dBnNA	Decibel Nível de Audição
dBnNA	Decibel Nível Normal de Audição
DERDIC	Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação
DP	Desvio Padrão
EOAT	Emissões Otoacústicas por estímulo transiente
EOAPD	Emissões Otoacústicas por produto de distorção
Et al	E outros
GI	Grupo I
GII	Grupo II
Hz	Hertz
IGC	Idade gestacional corrigida
JCIH	Joint Committee Program Hearing
kHz	Kilohertz
ms	milissegundos
NMR	Nível Mínimo de Resposta
OD	Orelha direita
OE	Orelha esquerda
PEAEE	Potencial Evocado Auditivo e Estado Estável
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PEATE-clique	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por estímulo clique
PEATE-FE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por frequência específica
	Padrão de normalidade
PN	Pré-termo
PT	Pontifícia Universidade católica de São Paulo
PUC-SP	Recém nascido
RN	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Triagem Auditiva Neonatal Universal
TANU	Tronco Encefálico
TE	Via aérea
VA	Via óssea
VO	(Visual Reinforcement Audiometry) Audiometria de Reforço
VRA	Visual

Ramos, Natália

R175p

Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico por frequência específica em crianças com e sem perda auditiva/
Natália Ramos- São Paulo,2012
xi,78 f.

Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia.

Área deconcentração: Clínica Fonoaudiológica.

Linha de Pesquisa: Audição na Criança.

Orientadora: Profa. Dra. Dóris Ruthi Lewis

Palavras-chave: Potencial Evocado Auditivo. Neonatos. crianças. Deficiência auditiva. Audição

Natália Ramos

**Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por Frequência
Específica em Crianças Com e Sem Perda Auditiva**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

PROGRAMA DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS EM FONOAUDIOLOGIA

Coordenadora do Curso de Pós- Graduação:
Profª Drª Léslie Piccolotto Ferreira

NATÁLIA RAMOS

**Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por Frequência
Específica em Crianças Com e Sem Perda Auditiva**

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Doris Ruthi Lewis- orientadora

Profa. Dra. Maria Angelina Nardi Martinez

Profa. Dra. Eliane Schochat

Profa. Dra.

Profa. Dra.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução parcial ou total desta dissertação através de fotocópias ou meios eletrônicos.

Natália Ramos
São Paulo

*Ao meu pai, Rodrigo Otávio Manfro Ramos, e à minha mãe, Soraia Zampieri Ramos,
que me apoiaram e principalmente acreditaram em mim. Obrigada pelo amor
incondicional.*

A minha avó, Alda Heliette Zampieri, pelos pensamentos e telefonemas de carinho.

*Ao meu irmão, Guilherme Otávio Ramos, e minha cunhada, Thuane Romani, pela
ajuda, cumplicidade e pelo apoio.*

Ao meu namorado, Leonardo Marques Gobbi, por sempre ter ficado ao meu lado.

Aos meus tios e primos, que sempre torceram por mim.

*Obrigada por fazerem parte desta minha conquista, ela é nossa! Amo
você.*

Agradecimentos

À **Prof. Dra. Doris R. Lewis**, minha querida orientadora, pelas oportunidades, ensinamentos e carinho nesses dois anos. Por ter confiado em mim para a realização deste estudo, e principalmente por fazer parte da minha “*família paulista*”.

À minha grande amiga, praticamente minha irmã, **Daniela Veronese Bento**, pela amizade verdadeira, pelo apoio, e principalmente por ter me encorajado a vir morar em São Paulo e a fazer mestrado, Obrigada por tudo! À amiga **Taise Argolo Sena**, pela parceria, carinho e amizade nesses dois anos. À **Sabrina Lima**, pela amizade, dicas, pelo apoio e pelas inúmeras caronas.

À minha amigona **Mabel Gonçalves**, que aos poucos se tornou uma pessoa indispensável nesta minha jornada paulistana, obrigada pelos inúmeros ensinamentos audiológicos, e por trazer mais alegria para meus finais de semana sozinha em São Paulo. À amiga **Gabriela Ivo Rodrigues**, que me aguentou nesses dois anos, cheia de dúvidas. Muito obrigada pelo aprendizado que você me proporcionou; definitivamente, foi você quem me ensinou a eletrofisiologia. À querida amiga **Isabela Côrtes Andrade**, por trazer mais alegria para esses dois anos. Sua amizade fez toda a diferença.

Às grandes amigas e mestres **Kely Carvalho** e **Hélen Kopper**, obrigada por fazerem parte desta minha conquista, a amizade de vocês foi essencial para mim. À **Paloma Luara Guerra**, **Andreia Parnoff**, **Leydiane Castro**, **Laysa Barbosa** e **Barbara Rosa** pelo carinho, força e troca de afeto constante. Nossa amizade vai além desses anos compartilhados.

A todo meu grupo de pesquisa, muito obrigada por nesses dois anos terem sido a minha família!!!! Vou sentir muita falta de vocês, gurias.

À **Prof. Maria Angelina Nardi Martinez**, pelo carinho, pelo exemplo de profissional e de ética. Muito obrigada pelas contribuições na banca de qualificação e pós-banca, por me aceitar no estágio docente e me ensinar AASI como ninguém.

À **Prof. Eliane Shochat**, pelas contribuições na banca de qualificação e por aceitar fazer parte da minha banca final.

À **Prof. Beatriz Novaes**, pelo carinho, oportunidade de crescimento e ensinamentos. À **Prof. Beatriz Mendes** e **Prof. Luiza Ficker**, pelo acolhimento no CeAC.

Aos amigos de linha de pesquisa **Tatiane Alencar, Tiago Araújo, Edlayne Borges, Natália Camargo, Paula Stela, Fabiane Sousa e Cristiane Cervelli**, pela amizade, e principalmente à **Maria Carolina Versolatto, Renata Figueiredo e Aline Pessoa**, pelo carinho e ensinamentos.

À amiga, professora e colega de mestrado **Márcia Zambenedetti**, pelo carinho e amizade nesses anos. Às grandes amigas fonoaudiólogas **Tatiana Garbin Bueno, Roberta Maschio Schiochet e Lisiane Catusso**, que, mesmo à distância, me apoiaram, sempre com palavras de carinho. A amizade de vocês é muito importante.

À **Marilei**, pela ajuda e principalmente pela amizade e palavras de conforto. Ao **Caio** e ao **Eduardo**, pela ajuda nos atendimentos do CeAC.

À **Virgínia**, secretária do programa de pós-graduação, pela atenção sempre disponibilizada.

Aos **pais das crianças** que compõem a amostra desse estudo, que consentiram voluntariamente com a participação de seus filhos e retornaram inúmeras vezes até que todos os exames pudessem ser concluídos, tornando possível sua concretização.

Ao **Centro “Audição na Criança” – DERDIC**, por permitir que a coleta dos dados fosse realizada, e por esse centro ser referência em saúde auditiva, possibilitando aos alunos da pós-graduação experiência e crescimento profissional.

À **CAPES** e ao **CNPq**, pelas bolsas de estudo concedidas.

À **Denise Botter**, pela análise estatística.

À **Claudia Perrotta**, pela correção de português

Resumo

Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por Frequência Específica em Crianças Com e Sem Perda Auditiva

Introdução: O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulos de Frequência Específica (PEATE-FE) auxilia no diagnóstico precoce da perda auditiva, uma vez que permite uma avaliação precisa da audição de crianças pequenas em diferentes frequências. **Objetivo:** Analisar os PEATE-FE por via aérea (VA) e via óssea (VO) para estimar os limiares auditivos de crianças, do nascimento aos três anos de idade, com audição normal e com perda auditiva sensorineural ou mista. **Método:** A casuística foi dividida em dois grupos: grupo I (GI), composto por recém-nascidos com audição normal, sendo realizados os PEATE-FE nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, tanto por VA quanto por VO, e analisados o tempo de latência e a presença da onda V até a intensidade de 20 dBnNA; grupo II (GII), composto por crianças com perda auditiva, sendo realizados os PEATE-FE nas mesmas frequências do GI e a audiometria comportamental, também por VA e por VO. Neste grupo, foram correlacionados os dois procedimentos. **Resultados:** No GI, pôde-se observar aumento da latência da onda V com a diminuição da intensidade, como também maiores latências nas frequências mais baixas, tanto na VA quanto na VO. Com relação à VA, na frequência de 500 Hz, houve presença da onda V até 30 dBnNA, e em 1000 Hz, 91,66 % dos sujeitos a obtiveram em 20 dBnNA; nas demais frequências, todos apresentaram resposta em 20 dBnNA. Na VO, todos obtiveram presença da onda V em 20 dBnNA em todas as frequências estudadas. Os resultados do GII mostraram forte correlação nas quatro frequências estudadas por VA; já na VO, foi encontrada forte correlação nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz e moderada em 4000 Hz. **Conclusão:** O PEATE-FE por VA e por VO auxiliam no diagnóstico audiológico de crianças da faixa etária estudada nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, havendo boa correlação entre seus resultados e o da audiometria comportamental. A latência da onda V se comporta de maneira inversamente proporcional à intensidade, sendo que pode ser considerado como padrão de normalidade em: 30 dBnNA para 500 Hz por VA e 20 dBnNA para as demais frequências na VA e VO.

Palavras-chave: Potencial Evocado Auditivo; neonatos; crianças; deficiência auditiva; audição

Abstract

Frequency-Specific Brainstem Auditory Evoked Potentials in Children with and without Hearing Loss

Introduction: The Frequency-Specific Brainstem Auditory Evoked Potential (tone-ABR) contributes to the early diagnosis of hearing loss, once it allows a precise assessment of small children in different frequencies. **Aim:** To analyze air and bone-conduction tone-ABR, in order to estimate hearing thresholds of children from birth to three years of age with normal hearing and with sensorineural or mixed hearing losses. **Method:** Sample was divided in two groups: group I (GI) with normal hearing newborns submitted to air and bone-conduction tone-ABR at 500, 1000, 2000 and 4000 Hz; the latency and the presence of wave V were analyzed up to 20 dBnHL; group II (GII) comprised children with hearing loss submitted to the same of tone-ABR testing as GI, and also to air and bone-conduction behavioral audiometry. Both procedures were correlated in this group. **Results:** An increase of wave V latency was observed in GI as the intensity decreased, as well as higher latencies in lower frequencies either for air or bone stimuli. Concerning the air-conduction testing at 500 Hz, wave V was present up to 30 dBnHL, and at 1000 Hz, 91,66% of subjects presented it at 20 dBnHL; all subjects presented responses at 20 dBnHL for the other frequencies. Concerning bone-conduction testing, all subjects presented wave V at 20 dBnHL for all frequencies. GII results showed strong correlation for all frequencies tested air-conduction; however, the bone-conduction testing showed a strong correlation at 500, 1000 and 2000 Hz, and moderate correlation at 4000 Hz. **Conclusion:** The air and bone-conduction tone-ABR at 500, 1000, 2000 and 4000 Hz is useful in the audiological diagnosis of children in this age group, and there is a good correlation between its results and the behavioral audiometry. The latency of wave V behaves inversely proportional to intensity; air-conduction responses at 30 dBnHL for 500 Hz, and air and bone-conduction responses at 20 dBnHL for other frequencies may be considered within normal limits.

Key-words: Auditory Evoked Potential; newborns; children; hearing loss; hearing

Sumário

Agradecimentos	i
Resumo	iv
Abstract	v
Lista de quadros	ix
Lista de tabelas	x
Lista de abreviaturas	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por Frequência Específica por Via Aérea	4
1.2 Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por Frequência Específica por Via Óssea.....	21
2 OBJETIVOS.....	30
2.1 Objetivo Geral	30
2.2 Objetivos específicos.....	30
3 MATERIAL E MÉTODO.....	31
3.1. Ética	31
3.2. Casuística.....	31
3.2.1. Seleção e critérios de inclusão dos sujeitos.....	31
3.3. Etapas da coleta de dados	33
3.3.1 Avaliação eletrofisiológica.....	34
3.3.1.1 Registro das respostas	35
3.3.1.1.1 PEATE-FE por VA.....	35
3.3.1.1.2 PEATE-FE por VO	36
3.3.1.1.3 Características do estímulo	36
3.3.2 Avaliação comportamental.....	37
3.4 Análise Estatística	39
3.4.1 Análise estatística do Grupo I (GI)	39
3.4.2 Análise estatística do Grupo II (GII)	39
4. RESULTADOS	41
4.1 Grupo I	41
4.1.1 Frequência de 500 Hz	41
4.1.2 Frequência de 1000 Hz.....	43
4.1.3 Frequência de 2000 Hz.....	45
4.1.4 Frequência de 4000 Hz.....	47
4.1.5 Determinação da relação entre Latência e Intensidade nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz por VA e por VO.....	48
4.1.5.1 Via aérea	48
4.1.5.2 Via óssea.....	54
4.2 Grupo II	58

5 DISCUSSÃO	62
5.1 Grupo I (recém-nascidos com audição normal)	62
5.1.1 Presença de onda V	63
5.1.1.1 Via aérea	63
5.1.1.2 Via óssea	65
5.1.2 Função Latência X Intensidade.....	67
5.1.2.1 Via aérea	67
5.1.2.2 Via óssea	69
5.2 Grupo II (Crianças com perda auditiva)	70
6. CONCLUSÃO	72
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS	79

Lista de figuras

Figura 1 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 500 Hz por via aérea (n=12 orelhas).....	49
Figura 2 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 1000 Hz por via aérea (n=12 orelhas).....	49
Figura 3 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 2000 Hz por via aérea (n=12 orelhas).....	50
Figura 4 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 4000 Hz por via aérea (n=12 orelhas).....	50
Figura 5 - Perfis da variável Latência – por orelha – 500 Hz por via aérea (n=12 orelhas)..	51
Figura 6 - Perfis da variável Latência – por orelha – 1000 Hz por via aérea (n=12 orelhas).	51
Figura 7 - Perfis da variável Latência – por orelha – 2000 Hz por via aérea (n=12 orelhas).	52
Figura 8 - Perfis da variável Latência – por orelha – 4000 Hz por via aérea (n=12 orelhas)	52
Figura 9 - Curvas ajustadas da Latência X Intensidade obtidas nas quatro frequências por via aérea (n=12 orelhas para cada frequência)	53
Figura 10 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 500 Hz por via óssea (n=12 orelhas).....	54
Figura 11 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 1000 Hz por via óssea (n=12 orelhas).....	54
Figura 12 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 2000 Hz por via óssea (n=12 orelhas).....	55
Figura 13 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 4000 Hz por via óssea (n=12 orelhas).....	55
Figura 14 - Perfis da variável Latência – por orelha – 500 Hz por via óssea (n=12 orelhas)	56
Figura 15 - Perfis da variável Latência – por orelha – 1000 Hz por via óssea (n=12 orelhas)	56
Figura 16 - Perfis da variável Latência – por orelha – 2000 Hz por via óssea(n=12 orelhas)	57
Figura 17 - Perfis da variável Latência – por orelha – 4000 Hz por via óssea(n=12 orelhas)	57
Figura 18 - Curvas ajustadas da Latência X Intensidade obtidas nas quatro frequências por via óssea (n=12 orelhas em cada frequência)	58
Figura 19 - Gráfico de dispersão, reta de regressão e coeficiente de correlação para as variáveis PEATE-FE VA e AC VA por frequência (n=20 orelhas para cada frequência)	60
Figura 20 - Gráfico de dispersão, reta de regressão e coeficiente de correlação para as variáveis PEATE-FE VO e AC VO por frequência (n=20 orelhas para cada frequência)	61

Lista de quadros

Quadro 1 - Níveis Mínimos de Respostas (dBnNA) do PEATE-FE por via aérea nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz apresentados nos estudos da Revisão de Literatura.....	16
Quadro 2 - Latências da onda V (ms) do PEATE-FE na frequência de 500 Hz apresentadas nos estudos da Revisão de Literatura.....	18
Quadro 3 - . Latências da onda V (ms) do PEATE-FE na frequência de 1000 Hz apresentadas nos estudos da Revisão de Literatura.....	19
Quadro 4 - Latências da onda V (ms) do PEATE-FE na frequência de 2000 Hz apresentadas nos estudos da Revisão de Literatura.....	19
Quadro 5 - Latências da onda V (ms) do PEATE-FE na frequência de 4000 Hz apresentadas nos estudos da Revisão de Literatura.....	20
Quadro 6 - Níveis Mínimos de Respostas (dBnNA) do PEATE-FE por via óssea nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz apresentados nos estudos da Revisão de Literatura.....	28
Quadro 7 - Características dos estímulos utilizados no registro do PEATE-FE.....	37

Lista de tabelas

Tabela 1 - Estatística descritiva para a IGC (semanas) dos neonatos do Grupo I (n=12 orelhas em cada frequência), por frequência.	41
Tabela 2 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade (dB) por VA na frequência de 500 Hz (n=12 orelhas).	42
Tabela 3 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) de 95% para cada intensidade estudada por VA na frequência de 500 Hz (n=12 orelhas).	42
Tabela 4 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade (dB) por VO na frequência de 500 Hz (n=12 orelhas).	43
Tabela 5 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VO na frequência de 500 Hz (n=12 orelhas).	43
Tabela 6 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade por VA na frequência de 1000 Hz (n=12 orelhas).	44
Tabela 7 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VO na frequência de 1000 Hz (n=12 orelhas).	44
Tabela 8 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade por VO na frequência de 1000 Hz (n=12 orelhas).	44
Tabela 9 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VO na frequência de 1000 Hz (n=12 orelhas).	45
Tabela 10 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade por VA na frequência de 2000 Hz (n=12 orelhas).	46
Tabela 11 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VA na frequência de 2000 Hz (n=12 orelhas).	46
Tabela 12 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms), por intensidade por VO na frequência de 2000 Hz (n=12 orelhas).	46
Tabela 13 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VO na frequência de 2000 Hz (n=12 orelhas).	46
Tabela 14 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade por VA na frequência de 4000 Hz (n=12 orelhas).	47
Tabela 15 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VO na frequência de 4000 Hz (n=12 orelhas).	47
Tabela 16 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade por VO na frequência de 4000 Hz (n=12 orelhas).	48
Tabela 17 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VO na frequência de 4000 Hz (n=12 orelhas).	48
Tabela 18 - Coeficientes de correlação linear de Pearson entre as variáveis PEATE-FE VA e AC VA por frequência (n=20 orelhas para cada frequência)	59
Tabela 19 - Coeficientes de correlação linear de Pearson entre as variáveis PEATE-FE VO e AC VO por frequência (n=20 orelhas para cada frequência).	60

Lista de abreviaturas

ASHA	American Speech-Language-Hearing Association
AT	A termo
AC	Audiometria Condicionada
ALC	Audiometria Lúdica Condicionada
BOA	(Behavioral Observation Audiometry) Audiometria de Observação Comportamental
CeAC	Centro Audição na Criança
dB	Decibel
dBnNA	Decibel Nível de Audição
dBnNA	Decibel Nível Normal de Audição
DERDIC	Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação
DP	Comunicação
EOAT	Desvio Padrão
EOAPD	Emissões Otoacústicas por estímulo transiente
Et al	Emissões Otoacústicas por produto de distorção
GI	E outros
GII	Grupo I
Hz	Grupo II
IGC	Hertz
JCIH	Idade gestacional corrigida
kHz	Joint Committee Program Hearing
ms	Kilohertz
NMR	milissegundos
OD	Nível Mínimo de Resposta
OE	Orelha direita
PEAEE	Orelha esquerda
PEATE	Potencial Evocado Auditivo e Estado Estável
PEATE-clique	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PEATE-FE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por estímulo clique
PN	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por frequência específica
PT	Padrão de normalidade
PUC-SP	Pré-termo
RN	Pontifícia Universidade católica de São Paulo
TCLE	Recém nascido
TANU	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TE	Triagem Auditiva Neonatal Universal
VA	Tronco Encefálico
VO	Via aérea
VRA	Via óssea
	(Visual Reinforcement Audiometry) Audiometria de Reforço Visual

1. INTRODUÇÃO

A identificação precoce da perda auditiva congênita e a sua reabilitação apropriada propiciam grandes benefícios para a criança com perda de audição, no que se refere ao desenvolvimento da percepção da fala, das habilidades auditivas, da comunicação e da linguagem. Também podem ser observados ganhos nas interações sociais com os familiares (Yoshinaga-Itano et al., 1998; Downs, Yoshinaga-Itano, 1999).

Quando acontece na infância, principalmente nos primeiros anos de vida, a surdez traz graves consequências; por isso, o objetivo é realizar o diagnóstico o quanto antes, para se iniciar a intervenção no período ideal de plasticidade do sistema nervoso auditivo (Bevilacqua e Moret, 2006).

Com a implementação gradativa da Triagem Auditiva Neonatal Universal (TANU), cada vez mais neonatos e lactentes necessitam de um diagnóstico audiológico preciso, que defina com segurança o tipo, o grau e a configuração da perda auditiva. Esse diagnóstico é realizado por meio de medidas eletrofisiológicas da audição, principalmente do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) (Stapells, 2002).

O PEATE pode ser evocado por estímulos acústicos apresentados tanto por via aérea (VA) quanto por via óssea (VO), podendo, assim, fornecer com precisão o tipo e o grau da perda auditiva (Hood, 1998).

Para determinação do Nível Mínimo de Resposta (NMR) do PEATE, a onda V é considerada o componente ideal, uma vez que apresenta morfologia constante e pode ser facilmente replicada e visualizada, mesmo em fracas intensidades (Picton e Durieux-smith, 1978). Assim, o Limiar Eletrofisiológico ou NMR é determinado pela menor intensidade na qual a onda V pode ser replicada e visualizada pelo examinador, sendo sua determinação subjetiva.

Desde a década de 70, o estímulo inicialmente utilizado no PEATE para diagnóstico audiológico de neonatos e lactentes é o clique (Jewett et al., 1970). Atualmente, ele é utilizado para verificar a integridade das vias auditivas, avaliando a sincronia da função neuronal do VIII par craniano e vias auditivas do tronco encefálico. Em algumas situações clínicas, em conjunto com o registro das Emissões Otoacústicas Evocadas (EOAE), o PEATE com o estímulo clique (PEATE-clique) pode ser empregado como ferramenta para ajudar no diagnóstico diferencial de perda coclear, espectro da neuropatia auditiva ou patologia retrococlear.

Gorga et al. (2006) salientam que o clique geralmente resulta em respostas elétricas com configuração clara e visível, além de poder ser realizado rapidamente. Entretanto, embora tenha um espectro amplo, não tem especificidade de frequência (Hyde, 1985; Davis, 1976 e Matas, Frazza e Munhoz, 1998).

Alguns estudos que descreveram a relação entre os limiares comportamentais e do PEATE-clique mostraram uma forte correlação entre a resposta deste potencial com os limiares comportamentais de 2000 e 4000 Hz (Jerger e Maudlin, 1978, Gorga et al., 1985, Van der Drift et al., 1987). Apesar de o clique estimular, com prevalência, esta faixa de frequência, mesmo em fraca intensidade, ele ativa uma extensa porção da membrana basilar, podendo compreender as frequências de 500 até 4000 Hz (Gorga et al., 1988; Sininger, 1993; Stapells, 2000). Recentemente, Stapells (2011) descreveu que esse estímulo representa a frequência com melhor limiar, entre 500 a 8000 Hz.

Porém, o uso do PEATE-clique para a pesquisa do limiar eletrofisiológico traz como risco a possibilidade de não serem identificadas perdas auditivas de diferentes configurações audiométricas. Além disso, para a etapa de seleção de Aparelhos de Amplificação Sonora Individuais (AASI), é necessária a precisão do *status* auditivo em diferentes frequências, para que se possa utilizar as vantagens da tecnologia hoje disponível

nesses dispositivos eletrônicos (Kileny, 1981 e Hurley, Hurley e Berlin, 2005). Assim, esse estímulo não deve ser utilizado na rotina clínica para determinar os limiares auditivos (Stapells, 2011).

Poucas são as avaliações que diagnosticam com exatidão a perda auditiva em crianças que ainda não são capazes de responder à avaliação comportamental com procedimentos condicionados. Atualmente, utiliza-se com essa população o registro do PEATE com estímulos de Frequência Específica (PEATE-FE), também chamado de PEATE com estímulo *tone burst*. Para a *American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA, 1991), o PEATE-FE é o método escolhido para a obtenção dos limiares auditivos em crianças com idade inferior a seis meses. O *Joint Committee on Infant Hearing* (2007) reafirma esta mesma posição, sugerindo a necessidade de medidas eletrofisiológicas, como o PEATE-FE, para que seja possível obter resultados confiáveis sobre o *status* auditivo de neonatos e lactentes.

Os estímulos breves como *tone bursts* ou *tonepips* estão sendo utilizados nos centros de audiologia mais avançados do mundo, pois predizem com maior segurança o grau e configuração audiométrica da perda auditiva, estimulando regiões específicas da cóclea. O estímulo *tone burst* é apresentado por uma onda sinusoidal, com duração breve, caracterizado por um espectro de frequência com energia centrada na frequência de estimulação. Além disso, o registro do PEATE-FE pode ser realizado tanto por VA como por VO (Hyde, 1985; Gorga et al., 1988).

Há fortes evidências de que, quando o protocolo de exames é adequado, os NMR do PEATE-FE por VA podem prever os limiares da audiometria convencional com boa acurácia para uma grande variedade de configurações de perdas auditivas em adultos e crianças. As evidências para a estimativa precisa dos limiares auditivos por VO ainda são escassas, porém o *Ontario Infant Program* (IHP) indica que o PEATE-FE por essa via

pode fornecer informações úteis, desde que feito da forma correta (Hyde, 2008).

Stapells (2000a) apresentou evidências de que o PEATE-FE pode estimar diferentes graus e configurações de perdas auditivas. Assim, esse método, por VA e por VO, pode ser considerado o mais adequado para a avaliação de crianças, uma vez que possibilita um diagnóstico preciso da perda auditiva.

Para um aprofundamento do que foi aqui abordado, são apresentados a seguir os estudos referentes ao PEATE-FE, divididos em dois subitens: PEATE-FE por VA e PEATE-FE por VO.

1.1 Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por Frequência Específica por Via Aérea

O PEATE-FE por VA é utilizado para estimar o limiar auditivo das frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz de crianças ou adultos que não são capazes de responder à audiometria com técnicas convencionais (Picton, Ouellette, Hamel e Smith, 1979; Gorga and Thornton, 1989 e Hall, 1992 e 2006). Para que haja um bom registro desse potencial, algumas questões devem ser consideradas, tais como: parâmetros escolhidos, estado de consciência do paciente e, principalmente, questões quanto à interpretação da resposta (Vander Werff, Prieve, Georgantas, 2009 e Stapells e Oates, 1997).

Conhecer o NMR e o seu padrão de normalidade, bem como a latência na qual a resposta deve ser observada, é de grande importância para auxiliar na interpretação do exame e no diagnóstico diferencial do tipo de perda auditiva, ou seja, se condutiva ou sensorineural (Vander Werff, Prieve, Georgantas, 2009).

Após estudos normativos, alguns autores definiram as intensidades mínimas consideradas como padrão de normalidade para o PEATE-FE

(Stevens, 2011, Stapells, 2000a). Portanto, é comum a pesquisa da onda V apenas até essas intensidades.

O tempo de latência da onda V no PEATE-FE ocorre mais tardiamente quando comparado ao PEATE-clique; além disso, a latência varia com a intensidade e a frequência apresentada devido à tonotopia coclear (Vander Werff, Prieve, Georgantas, 2009).

Para melhor entendimento, são apresentados a seguir os estudos envolvendo PEATE-FE por VA em neonatos, lactentes e crianças.

Em 1981, Hawes e Greenberg descreveram, pela primeira vez, os achados do uso do PEATE-FE em neonatos e compararam com os achados em adultos. A casuística do estudo foi de 20 neonatos, entre 48 e 72 horas de vida, e 20 adultos com audição dentro do padrão de normalidade. Os autores avaliaram as respostas elétricas no PEATE-FE nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz, nas intensidades de 60, 40 e 20 dBnNA. Constataram, então, que as latências da onda V em neonatos são mais longas que em adultos e que, quando presente, a frequência de 500 Hz não apresenta morfologia tão bem definida como nas outras frequências.

Kileny (1981) comparou as resposta do PEATE-FE utilizando mascaramento (ruído branco) nas frequências de 500 e 1000 Hz com as do PEATE-clique e da audiometria comportamental em dois grupos. O primeiro era composto por sujeitos com audição normal, sendo dez adultos e oito crianças de 1 a 5 anos de idade, e o segundo, por oito crianças de 6 a 42 meses de idade, com perda auditiva nas frequências altas (acima de 1000Hz) em uma ou nas duas orelhas. O autor encontrou respostas bem formadas em 10 dBnNA nos três estímulos estudados, em sujeitos com audição normal. Foi observada, ainda, uma boa correlação entre os limiares do audiograma com os do PEATE-FE.

Hyde (1985) estudou o PEATE-clique e PEATE-FE nas frequências de 500, 1500 e 4000Hz em 445 recém-nascidos ouvintes. Destes, 45 não

tinham indicadores de risco para deficiência auditiva, enquanto 400 tinham ao menos um indicador. Os lactentes foram avaliados duas vezes, sendo a primeira antes da alta hospitalar e a segunda aos quatro meses de vida. Os autores observaram uma melhora nas respostas, tanto no PEATE-FE quanto no PEATE-clique, aos quatro meses de idade, quando comparadas com o exame realizado antes da alta hospitalar.

Davis et al. (1985) estudaram a aplicabilidade clínica do PEATE-FE em crianças com audição normal e compararam com os resultados obtidos na audiometria tonal comportamental. Os autores testaram as quatro frequências (500, 1000, 2000 e 4000 Hz), nas intensidades de 60, 30 e 15 dBnNA. Com relação à comparação entre os limiares comportamentais e os NMR, os resultados apresentaram diferença entre eles de 10 dB, considerada aceitável para o diagnóstico audiológico, podendo o PEATE-FE inferir, segundo as conclusões do estudo, o grau e a configuração da perda auditiva.

Com o objetivo de normatizar o PEATE-FE, Hyde et al. (1987) investigaram o NMR nas frequências de 500 e 4000Hz, além do estímulo clique em 230 lactentes de quatro meses de idade. Devido ao estado de sono da criança, foram considerados somente 195 casos, cuja coleta foi satisfatória. Para o estímulo clique, as respostas foram obtidas até 30 dBnNA em 93% dos casos. Na frequência de 500 Hz, apenas 77 (59%) obtiveram o NMR em 40 dBnNA. A onda V foi observada em 78% dos lactentes em 50 dBnNA e em 95% em 60 dBnNA. Na frequência de 4000 Hz, 123 (83%) apresentaram NMR em 40 dBnNA. A partir desses achados, os autores sugeriram que os lactentes avaliados apresentavam perda auditiva moderada, as quais poderiam ser do tipo condutivo, não devendo estar relacionadas à inadequação dos parâmetros escolhidos para o estímulo, às condições técnicas do exame ou à imaturidade, já que as respostas do clique foram normais.

Werner et al. (1993), após alguns anos, estimaram os limiares auditivos comportamentais e eletrofisiológicos em 190 lactentes de 3 meses, 125 de 6 meses e 40 adultos. Para os limiares eletrofisiológicos, utilizaram o PEATE-FE nas frequências de 1000, 4000 e 8000 Hz, não encontrando grande diferença entre crianças e adultos. Assim, demonstraram que, aos 3 meses, as respostas para o PEATE-FE já estão maduras, uma vez que apresentam os mesmos limiares das outras idades. Porém, os autores não encontraram fortes correlações entre os NMR do PEATE-FE e os limiares da audiometria comportamental. Para as crianças de três meses, a correlação encontrada foi: -0.51, 0.46 e 0.24 para as frequências de 1000, 4000 e 8000 Hz, respectivamente. Para as crianças de 6 meses, a correlação foi: -0.15 e 0.18 para as frequências de 4000 e 8000, respectivamente. Segundo os autores, a baixa correlação ocorreu porque os limiares comportamentais estão imaturos aos três meses, mostrando uma melhora aos seis meses de idade.

Stapells, Gravel e Martin (1995) pesquisaram o NMR do PEATE-FE com o *notched noise* ipsilateral e compararam esses níveis com os limiares comportamentais nas frequências de 500, 2000 e 4000. Fizeram parte da pesquisa 88 recém-nascidos e crianças, com idades variando de uma semana de vida a 8 anos, sendo que 34 possuíam audição normal e 54, perda auditiva sensorioneural. A média dos NMR no grupo de crianças com audição normal foi: 23.6, 12.9 e 12.6 dBnNA nas frequências de 500, 2000 e 4000 Hz, respectivamente, sendo que mais de 90% delas mostraram presença de resposta no Peate-fe em 30dBnNA em 500Hz e 20dBnNA em 2000 e 4000Hz.

Ao comparar o NMR com os limiares comportamentais, os mesmos autores perceberam que, nos sujeitos com audição normal, a diferença foi de 1.5 – 12.1 dB e nos com perda auditiva, de 1.8 – 13.7 dB, mostrando uma alta correlação entre os dois limiares (correlação de 0.94, 0.95, 0.97, para as frequências de 500, 2000 e 4000 Hz, respectivamente). Esses

dados são similares aos obtidos em adultos, sugerindo aplicabilidade clínica no diagnóstico de perdas auditivas em crianças.

Sininger, Abdala e Cone Wesson (1997) avaliaram a sensibilidade auditiva de 85 recém-nascidos sem fator de risco para perda auditiva e compararam a 22 adultos através do PEATE por estímulo clique e do PEATE-FE nas frequências de 500, 1500, 4000 e 8000 Hz, com mascaramento ipsilateral. Os recém-nascidos foram avaliados com média de idade de 4.2 dias, sendo testada apenas uma orelha de cada sujeito. Os NMR encontrados nos recém-nascidos nessas frequências foram relativamente iguais aos encontrados nos adultos com o estímulo clique e nas frequências médias. A maior diferença ocorreu em 4000 Hz, em que os NMR dos neonatos estavam mais elevados em 24 dBnNA em relação aos dos adultos; já em 500 Hz, essa diferença foi de, apenas, 3 dBnNA. Em todas as frequências houve diferença significativa entre os adultos e os neonatos no NMR, exceto em 500 Hz. Diante desses resultados, os autores sugeriram a hipótese de que há uma imaturidade dos recém-nascidos para estímulos acima de 1500Hz.

Sininger, Cone-Wesson e Abdala (1998) estudaram as diferentes características do PEATE-clique e do PEATE-FE relacionadas ao sexo e lado da orelha de 72 neonatos entre 13 horas de vida e 32 dias, com média de 4.25 dias, sem indicadores de risco para deficiência auditiva. O PEATE-FE foi registrado nas frequências de 500, 1500, 4000 e 8000 Hz. Com relação aos sexos, os autores observaram que as médias dos NMR do sexo masculino apresentaram-se menores do que as do feminino, porém não foram encontradas diferenças entre as latências da onda V, quando comparados os dois sexos. Com relação ao lado da orelha, observaram que as amplitudes da onda V das orelhas direitas, em fracas intensidades, são maiores do que as da orelha esquerda, em ambos os sexos.

Em uma meta-análise, Stapells (2000) investigou os NMR do PEATE-FE de 32 estudos, compreendendo 1203 indivíduos, sendo 524 adultos e

679 crianças/lactentes. Desse total, 815 tinham audição dentro dos padrões de normalidade e 388, perda auditiva sensorioneural. A meta-análise constatou que os resultados do PEATE-FE em crianças e lactentes foram consistentes, com intervalo de confiança de 95%, não excedendo +5dB.

Nesse estudo, nas crianças que eram capazes de responder à audiometria comportamental, os NMR do PEATE-FE foram comparados aos limiares comportamentais, concluindo-se que os limiares do PEATE-FE não excederam 10 dBnNA dos limiares comportamentais. Já para as crianças com perda de audição, houve uma diferença de 5.5 dB, 4.9 dB, 0.6 dB e -8.1 para 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, respectivamente, quando comparadas aos NMR daquelas com audição normal. Além disso, o autor observou que, ao contrário do que muitos pensam, a frequência de 500Hz não teve maior variação do que as de 1000 e 2000 Hz. Com relação ao mascaramento, sugeriu que o PEATE-FE pode ser realizado sem essa técnica, uma vez que não foram encontradas diferenças com e sem o seu uso.

Stueve e O'Rourke (2003) compararam os limiares audiológicos de 76 crianças com perda auditiva por meio do PEAE, PEATE-clique, PEATE-FE e da avaliação comportamental nas frequências de 500 Hz. A idade das crianças variou de 01 a 125 meses. Na comparação entre o PEATE-FE em 500 Hz e a audiometria comportamental, os autores encontraram forte correlação, de 0.60.

Araújo (2004) estabeleceu dados normativos para o PEATE-FE na frequência de 1000Hz, em uma amostra de dez recém-nascidos a termo sem riscos para perda auditiva. A autora concluiu que a aplicação do PEATE-FE em 1000Hz é viável em RN e que os dados obtidos, tanto de latência como de limiares, podem ser utilizados como normativos para interpretação clínica, sendo estes compatíveis com audição normal.

Hurley, Hurley e Berlin (2005) estudaram as respostas do PEATE em 305 lactentes, com pelo menos um fator de risco para a perda auditiva. O

objetivo do estudo foi fornecer a normalidade do PEATE-FE em 500Hz e compará-lo com o PEATE-clique. Os lactentes foram divididos em onze grupos de acordo com a idade concepcional (desde 35 a 70 semanas), sendo estabelecidas as latências da onda V nas intensidades de 55, 35 e 25dBnNA para cada grupo. Na intensidade de 55dBnNA, os autores observaram que, quando aumentava a idade concepcional, havia uma diminuição significativa da latência, variando de 8.61 a 9.60 ms. Em 35dBnNA, a variação foi de 10.33 a 11.47 ms, e em 25 dBnNA, de 13.00 a 14.42 ms. Os autores concluíram que as latências, tanto do PEATE-clique quanto do PEATE-FE em 500Hz diminuíram com a idade e não se estabilizavam por volta da 70ª semana de vida.

Gorga et al. (2006) realizaram um estudo para verificar se o limiar eletrofisiológico era capaz de prever o limiar comportamental. Os autores compararam os NMR do PEATE-clique aos do PEATE-FE nas frequências de 250, 1000, 2000 e 4000 Hz, com os limiares comportamentais. A casuística compreendeu 140 orelhas de 77 sujeitos com idade de cinco dias a 20 anos. Destes, 71 eram menores de cinco anos, com média de idade de 21.7 meses. Os autores observaram que, quando o paciente apresentava audição normal, ocorria uma superestimativa dos NMR do PEATE-FE, quando comparados com os limiares comportamentais; já nos indivíduos com deficiência auditiva, havia uma subestimativa, ou seja, os NMR do PEATE-FE eram menores do que os limiares comportamentais. No entanto, concluíram que o PEATE-FE pode ser utilizado para estimar o limiar auditivo de pacientes que não conseguem responder à audiometria comportamental.

Os autores encontraram, ainda, uma correlação de 0.942 entre o PEATE-clique e o PEATE-FE nas frequências de 2000 e 4000 Hz, sendo que, quando comparadas com os limiares comportamentais, a correlação foi de 0,939. Na frequência de 1000 Hz, a correlação do NMR e do limiar comportamental foi de 0,948. Já a correlação entre os NMR do PEATE-FE

de 250 Hz e os limiares comportamentais das baixas frequências (250 e 500 Hz) foi de 0,940.

Rance, Tomlim e Rickards (2006) avaliaram a maturação do sistema auditivo de neonatos com audição normal por meio do PEATE-FE e do Potencial Evocado Auditivo e Estado Estável (PEAEE). Para tanto, os autores acompanharam os neonatos durante as seis primeiras semanas de vida. O primeiro teste foi realizado de três a seis dias depois do nascimento, e as avaliações subsequentes foram conduzidas em intervalos de duas semanas, até que a criança tivesse 6 semanas de idade. Fizeram parte da pesquisa dezessete neonatos sem indicador de risco para deficiência auditiva, sendo avaliadas as frequências de 500 e 4000 Hz em ambos os potenciais. Os autores concluíram que os PEATE-FE são confiáveis para avaliar neonatos nas primeiras semanas de vida, uma vez que não ocorreu o efeito maturacional nas respostas deste potencial nas diferentes idades avaliadas.

Kulekçi, Terlemez, Çiprut e Akdas (2007) avaliaram 77 crianças com idade de 40 dias a 4 anos para estudar a maturação auditiva e compararam com 22 adultos com audição normal. Os neonatos foram divididos em seis grupos de acordo com a idade (39-40 semanas, 44-46 semanas, 2-4 meses, 6-8 meses, 10-16 meses e de 2-4 anos). Foram utilizados o PEATE-clique e o PEATE-FE na frequência de 500 Hz, ambos na intensidade de 70, 55 e 30 dBnNA. Os autores compararam as latências da onda V das crianças com as dos adultos, e observaram que elas diminuía com a idade, porém não se mostraram maduras até os 2 anos de idade para o tom de 500Hz, uma vez que as latências encontradas nos adultos foram mais curtas que nos neonatos.

Lee, Hsieh, Pan e Hsu (2007) realizaram um estudo para normatizar os NMR e as latências da onda V do PEATE-FE em crianças com audição normal. Fizeram parte do estudo 94 sujeitos com idades variando de 3 meses a 3 anos. Foram testadas as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000

Hz, nas intensidades de 45, 35, 25, 15 e 5 dBnNA. Para descrever as latências da onda V, os autores separaram a amostra em dois grupos de acordo com o sexo e apresentaram as latências das quatro frequências, em todas as intensidades, para cada grupo. A partir dos resultados, sugeriram que, se a onda V do PEATE-FE for observada em 20dBnNA para qualquer frequência, o exame não precisa ser feito em intensidades mais baixas, pressupondo que as respostas em 20 dBnNA seriam consideradas dentro dos padrões de normalidade, e assim ganhando tempo na avaliação. Porém, destacaram que podem ser considerados como padrões de normalidade a intensidade de 30dBnNA nas frequências de 500 e 1000 Hz e de 25 dBnNA para as demais frequências.

Em 2008, no Brasil, Ribeiro e Carvalho estudaram o PEATE-FE em 50 neonatos, sendo 20 a termo (AT) e 30 pré-termo (PT), nas frequências de 500, 1500 e 4000 Hz e nas intensidades de 70, 50, 30 e 20 dBnNA. Em 30 dBnNA, a resposta se mostrou presente em todos os neonatos nas três frequências, porém, em 20 dBnNA, foi identificada a onda V em todos os neonatos em 1500 e 4000 Hz. Com relação ao tempo de apresentação dessa onda, as autoras descreveram as médias das latências nas três frequências em todas as intensidades, porém separadas nos grupos AT e PT. A partir dos resultados encontrados, ficou clara uma redução das latências nos neonatos AT, quando comparados aos PT, podendo indicar uma imaturidade das vias auditivas, uma vez que todas as crianças passaram nas Emissões Otoacústicas por Produto de Distorção (EOAPD), descartando alterações condutivas e cocleares.

Um estudo realizado por Vander Werff, Prieve e Georgantas (2009) teve como objetivo descrever os limiares do PEATE-FE por VA e por VO comparando com os limiares comportamentais. Foram testadas 84 orelhas de um grupo de 70 crianças e um grupo controle com doze adultos. As frequências testadas pela VA foram 500, 2000 e 4000 Hz. Com relação ao grupo de crianças, na frequência de 500 Hz foram testadas 40 orelhas,

sendo a média dos NMR 26.8 (24.2-35.0); em 2000 Hz foi testado o mesmo número de orelhas, porém a média foi de 14.3 (12.6-16.6); já na frequência de 4000Hz, foram testadas 30 orelhas com média de 11.8 (9,6-14,0). Os autores também investigaram as latências da onda V nas mesmas frequências e nas intensidades de 60, 40, 30, 20, 10 e 0 dBnNA, quando possível. A correlação entre o PEATE-FE e os limiares da Audiometria de Reforço Visual (VRA- *Visual Reinforcement Audiometry*) nas crianças foi forte para as três frequências investigadas, de 500, 2000 e 4000, sendo de 0.86, 0.90 e 0.91, respectivamente.

Rodrigues, Almeida e Lewis (2009) apresentaram um estudo de caso de uma criança de três meses de idade, já previamente diagnosticada com perda auditiva sensorioneural bilateral, e estimaram seu limiar auditivo a partir do uso do PEATE-FE, do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE) e da avaliação comportamental. Os NMR para o PEATE-FE encontrados foram: na orelha direita, 60, 70, 70, 80 dBnNA, para 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, respectivamente; e na orelha esquerda, 50, 50, 60 e 70 dBnNA, para as mesmas frequências. Devido à idade da criança e de sua capacidade motora e cognitiva, também foi realizada a Audiometria de Observação Comportamental (BOA) em campo livre. Os resultados encontrados foram: 70, 75, 80 e 80 dBnNA para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, respectivamente. Assim, as autoras concluíram que o PEATE-FE foi capaz de prever o limiar auditivo da criança.

Porto (2009) analisou a aplicabilidade clínica do PEATE-FE e do PEAEE em 2000 Hz, em dois grupos de lactentes: a termo, com 19 sujeitos, e pré-termo, com 17. A autora investigou o NMR e as latências da onda V em todos os lactentes através do PEATE-FE, não encontrando diferença estatisticamente significativa em ambos os grupos. A partir dos resultados, concluiu que o PEATE-FE tem aplicabilidade clínica na frequência de 2000 Hz em lactentes nascidos a termo e pré-termo.

O *British Columbia Early Hearing Program*, publicado no ano de 2008 e atualizado em 2010, recomenda que o PEATE-FE seja o método de escolha para estimar o limiar auditivo em crianças menores. Para tanto, sugeriu os NMR considerados padrões de normalidade em cada frequência, sendo que, para diagnóstico audiológico, recomenda realizar as frequências de 500 e 2000 Hz. Os NMR considerados normais são: 35 e 30 dBnNA, para 500 e 2000 Hz, respectivamente; 35 dBnNA para 1000 Hz e 25 dBnNA para 4000 Hz (BCEHP, 2008 e BCEHP, 2010).

Rodrigues e Lewis (2010) compararam o PEATE-FE com o PEATE e com os limiares comportamentais nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Fizeram parte da pesquisa dezessete crianças com perda auditiva sensorioneural e com idade variando de 2 meses a 3 anos. A correlação entre o PEATE-FE e os limiares comportamentais foi bastante forte em todas as frequências: 0.94, em 500; 0.8, em 1000; 0.90, em 2000 e 0.87, em 4000 Hz.

Almeida, Rodrigues e Lewis (2010) descreveram os NMR nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz por VA de 24 orelhas de 23 lactentes com idade entre 27 a 105 dias. Foram avaliadas as quatro frequências nas intensidades de 70, 50, 40, 30, 20 e 10 dBnNA. As autoras destacaram dificuldade na realização e na identificação da onda V em 500 Hz, o que poderia ser decorrente da morfologia mais arredondada e menor amplitude dessa onda e da maior contaminação pelo ruído em fracas intensidades. Recomendaram, primordialmente, a realização das frequências de 500 e 2000 Hz.

Cavalcante (2010) realizou um estudo com o objetivo de caracterizar as respostas do PEATE-clique e PEATE-FE nas frequências de 500, 2000 e 4000Hz, em recém-nascidos a termo (AT) e pré-termo (PT), com função auditiva periférica íntegra. Fizeram parte do estudo 61 recém-nascidos, sendo 31 a termo e 30 pré-termo, com até 28 dias de vida. O PEATE-FE foi registrado nas intensidades de 80, 60, 40 e 30 dBnNA, sendo observada a

latência da onda V nessas intensidades. Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em todas as frequências e em todas as intensidades, quando comparados ambos os grupos.

Linares, Costa e Martinez (2010) estudaram a correlação dos achados do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE) com a audiometria de reforço visual/lúdica, PEATE-clique, PEATE-FE e medida do reflexo acústico. A amostra compreendeu 23 crianças de 1 a 7 anos de idade, com perda auditiva sensorioneural. Os autores encontraram forte correlação entre o PEAEE e a audiometria (VRA e Audiometria Lúdica Condicionada (ALC)) e entre o PEAEE e o PEATE-FE em todas as frequências, bilateralmente.

Recentemente, Stevens (2011) publicou novas diretrizes para a avaliação auditiva de recém-nascidos. A principal recomendação com relação ao PAETE-FE por VA foi que sua pesquisa deve ser iniciada pela frequência de 4000 Hz. Uma das razões para essa escolha é que, em torno desta frequência, estão os sons mais baixos da fala. Outra razão para não optar pelas frequências mais baixas é para não se deixar de detectar perdas auditivas descendentes. Além disso, essa diretriz propõe novas correções para o PEATE-FE por VA (com fone de inserção) para diferentes idades. São elas:

- Até 12 semanas de idade corrigida (≤ 84 dias): subtração de 15, 10, 5 e 0 dB nos NMR das frequências de 500, 1000, 2000, 4000 Hz, respectivamente.
- Acima de 12 semanas de idade corrigida (> 85 dias): subtração de 20, 15, 10 e 5 nos NMR para as frequências de 500, 1000, 2000, 4000 Hz, respectivamente.

Os Quadros 1, 2, 3, 4 e 5 apresentados a seguir trazem uma síntese dos estudos de PEATE-FE que enfocaram o Nível Mínimo de Resposta do PEATE-FE nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, a correlação

destes valores com outros exames e tempo de latência da onda V¹ descritos nesta seção².

Quadro 1 - Níveis Mínimos de Respostas (dBnNA) do PEATE-FE por via aérea nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz apresentados nos estudos da Revisão de Literatura.

Autor/Ano	Nº de sujeitos	NMR 0.5kHz x/DP	NMR 1kHz x/DP	NMR 2kHz x/DP	NMR 4KHz x/DP	Comparação	Correlação	Observação
Davis et al. (1986)	32 orelhas (crianças)					PEATE-FE 500, 1000, 2000 e 4000Hz X Av. comportamental	Apresentou diferença $\pm$ de 10 dB.	
Werner et al. (1993)	Lactentes 190 (3 m) 125 (6 m)					PEATE-FE 1000 e 4000 Hz X Av. comportamental	1000: -0,51 4000: 0,46	Baixa correlação devido à imaturidade de limiares comportamentais
Stapells et al. (1995)	37 crianças	23,6 9,9		12,9 9,0	12,6 8,1	PEATE-FE 500, 2000 e 4000 X Av. Comportamental	500: 0.94 1000: 0.95 4000: 0.97	
Stapells (2000) (Meta-analise)	679 crianças/lactentes	19,6 0,5	17,4 0,7	13,6 0,9	15,5 0,7	PEATE-FE 500, 1000, 2000 e 4000 Hz X Av. comportamental	Diferença em dB: 500: 5.5 dB 1000: 4.9 dB 2000: 0.6 dB 4000: -8.1	
Stueve e O'Rourke (2003)	76 crianças (zero a 125 m)					PEATE-FE 500 X Av. comportamental	0.60	Crianças com perda auditiva
Araújo (2004)	10 recém-nascidos		35 4,2					
Gorga et al. (2006)	77 sujeitos (140 orelhas) de 5 dias a 20 anos					PEATE-FE 1000, 2000 e 4000 X Av. comportamental	1000: 0,948 2000 e 4000: 0,939	

¹As referências utilizadas para a elaboração desses Quadros (1, 2, 3, 4 e 5) encontram-se na coluna "Estudos".

²Para uma leitura mais agradável, algumas dessas informações não foram acrescentadas no corpo do texto.

Quadro 1: Níveis Mínimos de Respostas (dBnNA) do PEATE-FE por via aérea nas frequências... (cont.)

Autor/Ano	Nº de sujeitos	NMR 0.5kHz x/DP	NMR 1kHz x/DP	NMR 2kHz x/DP	NMR 4KHz x/DP	Comparação	Correlação	Observação
Rance et al. (2006)	17 neonatos	0m:36.8 4,3 2m:37.6 4,4 4m:34.1 6,7 6m:36.2 6,5			0m:16,5 4,2 2m:14,1 4,4 4m:17,6 3,6 6m:15,9 5,1			
Lee et al. (2007)	94 crianças (3m a 3a)	18.4 7.5	16.6 6.6	12.6 7.3	11.3 6.3			
BCEHP (2008)**		35 (PN)	35 (PN)	30(PN)	25 (PN)			
Ribeiro e Carvalho (2008)	20 neonatos a termo e 30 pré termo	30			20			
Vander Werff et al. (2009)	70 crianças – 84 orelhas	26.8 (24.2-35.0)	14.3 (12.6-16.6)	11.8 (9.6-14.0)				
Porto (2009)	36 lactentes			OD:32.5 4.4 OE:32.2 4.2				
Rodrigues e Lewis (2010)	17 crianças com perda auditiva					PEATE-FE 500, 1000, 2000 e 4000 X Av. Comportamental	500:0,94 1000:0,91 2000:0,90 4000:0,87	
Almeida et al. (2010)	23 lactentes (24 orelhas)	34.2 11.0	25.4 8.3	19.0 5.5	17.5 6.4			

m- meses; a-anos; d-dias; PN – Padrão de normalidade; ** - diretrizes para diagnóstico audiológico infantil

Quadro 2 - Latências da onda V (ms) do PEATE-FE na frequência de 500 Hz apresentadas nos estudos da Revisão de Literatura

500 Hz														
Autor/ Ano	N	Idade média	80	70	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15
Davis et al (1985)	32	Crianças			9.50 0.49						12.1 0.56			14.8 0.77
Hurly et al (2005)	305	De 35 a 70 s.				Médias das latências variaram de 8.61 até 9.60				Médias das latências variaram de 10.33 até 11.47		Médias das latências variaram de 13.00 até 14.42		
Kulekci et al. (2007)	75	De 40d a 4a		39- 40s:9.66 0.4 44- 46s:9.14 0.8 2- 4m:9.00 0.5 6- 8m:8.79 0.2 10- 16m:8.72 0.3 2-4a:8.61 0.9		39- 40s:11.58 0.8 44- 46s:11.13 0.9 2-4m:11.13 1.3 6-8 m:10.52 0.7 10- 16m:10.25 0.5 2-4a:10.45 1.2					39- 40s:13.32 1,3 44- 46s:12.82 1,1 2- 4m:13.16 1,2 6-8 m:2.79 0,9 10- 16m:12.68 1,2 2-4a:12.74 1.2			
Lee et al. (2007)	94	crianças e lactentes						(F)10.0 0.9 (M)10.3 0.8		(F)10.7 0.9 (M)11.2 1.1		(F)11.6 1.1 (M)11.8 0.8		(F)12.2 0.9 (M)12.0 0.8
Ribeiro e Carvalho (2008)	20	Neonatos		(AT)10.54 0.4 (PT)10.62 0.3			(AT)11.31 0.5 (PT)11.64 0.9				(AT)12.90 0.7 (PT)13.44 0.8		(AT)14.22 0.7 (PT)14.57 1.0	
Vander Werff et al. (2009)	70	Crianças			10.3 1.2				12.5 1.3		14.0 1.1		13.95 1.1	
Almeida et al. (2010)	23	27 a 105 dias		10.7 1.4			12.7 1.7		15.9 0.4		14.0 1.4		15.2 1.0	
Cavalcante (2010)	61	Até 28 dias	(AT)11.0 0.7 (PT)12.1 0.3		(AT)12.57 1.0 (PT)13.6 0.9				(AT)14.16 0.9 (PT)15.35 0.8		(AT)15.43 0.9 (PT)16.59 0.8			

d- dias; a-anos; m-meses; AT- a termo; PT – pré termo

Quadro 3 - Latências da onda V (ms) do PEATE-FE na frequência de 1000 Hz apresentadas nos estudos da Revisão de Literatura.

Autor/Ano	N	Idade média	1000 Hz											
			80	70	60	50	45	40	35	30	25	20	15	
Hawes e Greenberg (1981)	20	48 a 72 h			9.20 0.38			10.22 0.55				11.30 1.06		
Davis et al. (1985)	32	Crianças			8.43 0.50					10.7 0.77			12.2 0.69	
Araújo (2004)	10	Recém-nascidos	9.24 0.5		9.88 0.43			10.65 0.42		11.2 0.21				
Lee et al. (2007)	94	Crianças e lactentes					(F) 8.6 0.7 (M)9.1 0.8		(F) 9.4 0.9 (M)9.9 0.8		(F) 10.4 0.9 (M)10.8 0.8		(F) 11.1 1.1 (M)11.4 0.7	
Almeida et al. (2010)	23	27 a 105 dias		8.9 0.8		10.1 0.9				12.2 1.0		13.4 1.0		

F-feminino; M-masculino.

Quadro 4 - Latências da onda V (ms) do PEATE-FE na frequência de 2000 Hz apresentadas nos estudos da Revisão de Literatura.

Autor/Ano	N	Idade média	2000 Hz										
			80	70	60	50	45	40	35	30	25	20	15
<i>Hawes e Greenberg (1981)</i>	20	48 a 72 h			7.96 0.49			8.74 0.50				9.58 0.89	
<i>Davis et al. (1985)</i>	32	Crianças			7.51 0.43					8.73 0.65			9.85 0.75
<i>Lee et al. (2007)</i>	94	Crianças e lactentes					(F) 7.6 0.4 (M) 7.6 0.4		(F) 8.1 0.4 (M) 8.2 0.5		(F) 8.8 0.5 (M) 8.7 0.5		(F) 9.4 0.7 (M) 9.3 0.8
<i>Vander Werff et al. (2009)</i>	70 (84 orelhas)	Crianças			8.2 0.5			9.24 0.7		10.0 0.6		10.3 0.8	
<i>Porto (2009)</i>	36	lactentes	7.9 0.5		8.9 0.5			9.9 0.7		10.8 1.0			
<i>Almeida et al. (2010)</i>	23	27 a 105 dias		7.7 0.3		8.3 0.4				9.4 0.6		10.2 1.0	
<i>Cavalcante (2010)</i>	61 recém-nascidos	Até 28 dias	(AT) 8.74 0,3 (PT) 9.38 0,3		(AT) 9.5 0,4 (PT) 10.32 0,3			(AT) 10.55 0,3 (PT) 11.21 0,41		(AT) 11.16 0,4 (PT) 12.18 0,6			

h- horas; AT- a termo; PT – pré termo; F-feminino; M-masculino.

Quadro 5 - Latências da onda V (ms) do PEATE-FE na frequência de 4000 Hz apresentadas nos estudos da Revisão de Literatura.

Autor/Ano	Nº de sujeitos	Idade média	4000 Hz											
			80	70	60	50	45	40	35	30	25	20	15	
<i>Davis et al. (1985)</i>	32	Crianças			7.10 0.35						8.04 0.39			8.96 0.53
<i>Lee et al. (2007)</i>	94	Crianças e lactentes					(F) 7.0 0.2 (M)7.1 0.3		(F) 7.4 0.3 (M)7.4 0.3		(F) 7.8 0.2 (M)7.9 0.4		(F) 8.3 0.3 (M)8.4 0.5	
<i>Ribeiro e Carvalho (2008)</i>	20	neonatos		(AT)7.3 0.4 (PT)7.79 0.4		(AT)7.76 0.3 (PT)8.32 0.4				(AT)8.37 0.3 (PT)8.89 0.4		(AT)8.79 0.3 (PT)9.22 0.4		
<i>Vander Werff et al. (2009)</i>	70	Crianças (84 orelhas)			7.65 0.5			8.42 0.5				9.5 1.0		
<i>Almeida et al. (2010)</i>	23	27 a 105 dias		7.3 0.4		7.8 0.4				8.5 0.5		9.0 0.6		
<i>Cavalcante (2010)</i>	61 recém-nascidos	Até 28 dias	(AT)8.58 0.3 (PT)9.07 0.2		(AT)9.11 0.3 (PT)9.72 0.4			(AT)9.9 0.4 (PT)10.59 0.5		(AT)10.59 0.5 (PT)11.27 0.7				

F- feminino; M-masculino; AT- a termo; PT – pré termo

1.2 Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por Frequência Específica por Via Óssea

Assim como ocorre na audiometria convencional, o uso da VO também se faz necessário no PEATE para determinar o funcionamento coclear, além de diferenciar perdas auditivas condutivas, mistas e sensorineurais (Stevens, 2011; Fichino, Lewis e Fávero, 2007). No PEATE-clique, os resultados por VO também são limitados, não havendo especificidade de frequência, tornando necessário, portanto, o uso do PEATE-FE para aquisição desse registro (Stapells e Oates, 1997).

Até o momento, protocolos internacionais de avaliação auditiva, como o *British Columbia Early Hearing Program: Diagnostic Audiology Protocol* e *Ontario Infant Hearing Program: Audiologic Assessment Protocol*, sugerem a realização do PEATE-FE por VO nas frequências de 500 e 2000 Hz. Para eles, as demais frequências (1000 e 4000 Hz) ainda não possuem normatização e calibração para serem incorporadas ao diagnóstico audiológico, sendo necessários mais estudos e maiores evidências para que sejam realizadas (Hyde, 2008; BCEHP, 2010).

A seguir, são apresentados os estudos envolvendo PEATE-FE por VO. Como essa bibliografia ainda é restrita, foram incluídos também aqueles realizados em adultos.

Webb e Greenberg (1983) investigaram a viabilidade do PEATE-FE por VO para avaliar a acuidade auditiva de 38 sujeitos com idade variando de 19 a 71 anos. Destes, dez apresentavam audição dentro dos padrões de normalidade; dez, perda auditiva condutiva; dez, perda auditiva moderada sensorineural e oito, perda auditiva sensorineural severa ou perda mista. Os autores compararam o PEATE-FE por VO nas frequências de 1000, 2000 e 4000 Hz, com os achados na avaliação comportamental, observando forte correlação entre os limiares comportamentais e os NMRs, em todas as

frequências. Na de 1000 Hz, a correlação foi de 0.82; na de 2000 Hz, 0.72 e na de 4000 Hz, 0.85.

Em 1989, Stapells e Ruben estudaram o PEATE-FE por VO em diferentes grupos de crianças (audição normal, otite média e atresia), totalizando 48 sujeitos, com idade variando de duas semanas a dois anos. O PEATE-FE foi obtido em 66 orelhas, nas frequências de 500 e 2000 Hz. Os autores observaram que a latência da onda V de 500 Hz apresentou-se em torno de 1.5 ms mais atrasada que a de 2000 Hz. Além disso, constataram que, em crianças, a diferença das latências da onda V entre as duas frequências (500 e 2000 Hz) é menor, quando comparada com a VA, podendo indicar uma menor especificidade de frequência por VO. Nesse estudo, todas as crianças, com ou sem comprometimento de orelha média, apresentaram NMR em 20 dBnNA para 500 Hz na VO. Para a frequência de 2000 Hz, o NMR apresentado por 94% delas foi de 30 dBnNA. Os autores destacaram que a presença de respostas nessas intensidades sugere sensibilidade coclear normal.

Kramer (1992) investigou o PEATE-FE por VO em quinze mulheres com audição normal e com idades variando de 21 a 35 anos. As frequências avaliadas foram 500 e 2000 Hz. Todas obtiveram presença de onda V em 30 dBnNA nas duas frequências testadas, e de 80 a 87% delas, em 20 dBnNA. Já em 10 dBnNA, 47% apresentaram respostas em 500 Hz e 60%, em 2000 Hz. As latências da onda V encontradas em 500 Hz variaram de 10 ms em 40 dBnNA a 19 ms em 10 dBnNA. Na frequência de 2000 Hz, o autor encontrou latências mais curtas, com uma diferença de 8ms em 10 dBnNA, quando comparada à frequência de 500 Hz. A partir desses resultados, sugeriu que respostas de 20 a 30 dBnNA indicam sensibilidade coclear normal.

Gorga et al. (1993) estudaram os PEATE com estímulo clique e *tone burst* (PEATE-FE), tanto por VA quanto por VO, em dez jovens adultos com audição normal. O objetivo do estudo foi verificar os NMR e as latências da

onda V e comparar com os resultados da audiometria comportamental. As frequências estudadas no PEATE-FE foram 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Os resultados mostraram que os NMR do PEATE-FE apresentavam-se de 10 a 20 dB mais elevados que os limiares da audiometria. Com relação às latências da onda V, os autores observaram que, na VO, as latências são maiores, quando comparadas com as da VA, e que, nos dois registros, a onda V se apresenta mais elevada quanto mais baixa a frequência estudada.

Foxe e Stapells (1993) realizaram um estudo com o objetivo de investigar os padrões de normalidade do PEATE-FE por VO em crianças e adultos, nas frequências de 500 e 2000 Hz. Fizeram parte da pesquisa quatorze adultos e 21 crianças, com idade entre duas semanas e 13 meses, sendo a média de 4,8 meses. Para a frequência de 500 Hz, a intensidade máxima investigada foi de 45 dBnNA e para 2000 Hz, de 60 dBnNA. Os autores observaram que a onda V de 500 Hz, além de mais difícil de ser detectada, é mais arredondada, quando comparada à de 2000 Hz. Quando comparadas as respostas dos dois grupos de sujeitos, observaram que as latências da onda V de 500 Hz são mais curtas para as crianças do que para os adultos, sendo esta diferença estatisticamente significativa. Ao contrário, na frequência de 2000 Hz, a latência da onda V das crianças é mais longa que nos adultos; porém, essa diferença não foi estatisticamente significativa. Com esses resultados, os autores sugerem que o estímulo por VO pode ser efetivamente mais intenso em crianças, pelo menos na frequência de 500 Hz.

Nesse mesmo estudo, encontraram os NMR na frequência de 500 Hz em 4.62 10.50 dBnNA e 3.33 10.00 dBnNA, respectivamente para adultos e crianças. Na frequência de 2000 Hz, os NMR encontrados foram 8.46 8.01 e 13.75 7.44 dBnNA para adultos e crianças, respectivamente. Todos os sujeitos apresentaram resposta em 20 dBnNA em 500Hz e 100% dos adultos e 93% das crianças apresentaram resposta na mesma

intensidade em 2000 Hz. Os autores ainda salientaram que os NMR mais elevados nas crianças se devem, provavelmente, à anatomia do crânio, que nelas possui menos massa e, portanto, um menor osso temporal. Por fim, concluíram que seu estudo forneceu fortes evidências de que os PEATE-FE por VO são de fácil registro e que esta técnica pode ser útil nos testes clínicos.

Cone-Wesson e Ramirez (1997) realizaram um estudo com o objetivo de verificar os limiares do PEATE por VO com três diferentes estímulos: PEATE-clique, PEATE-FE em 500 Hz e PEATE-FE em 4000 Hz. A opção por realizar o PEATE-FE em 500 Hz teve como objetivo confirmar sua capacidade de estabelecer a presença de fatores condutivos, uma vez que essa é a frequência mais afetada por fluidos presentes na orelha média. A frequência de 4000 Hz foi utilizada para fornecer informações sobre as frequências mais altas, úteis para a avaliação audiológica. A casuística do estudo compreendeu 60 recém-nascidos de 36 a 48 horas de vida, que haviam passado na triagem auditiva neonatal com PEATE-automático e obtiveram presença de Emissões Otoacústicas por Estímulo Transiente (EOAT) e de Emissões Otoacústicas por Produto de Distorção (EOAPD). Para o PEATE-clique e PEATE-FE de 4000 Hz, foram obtidos 20 registros; já para o PEATE-FE de 500 Hz foram obtidos 24.

As médias dos NMR encontradas pelos autores foram: 52,e 53 dB re 1 μ N ou -14, -5 e 0 dBnNA para 500 Hz e 4000 Hz, respectivamente. Com relação às latências da onda V, os autores observaram que, em 500 Hz, apresentaram-se mais aumentadas em relação às do PEATE-clique e do PEATE-FE de 4000Hz.

Em artigo, Stapells (2002) afirmou que o PEATE-FE por VO fornece informações fundamentais quando a criança tem o NMR elevado por VA, podendo determinar, assim, se há um fator condutivo. Porém, o autor destacou que a VO possui algumas restrições, principalmente no que se

refere à intensidade máxima do equipamento, que registra apenas até 45-60dBnNA para 500 Hz e 60 dBnNA para 2000 Hz.

O mascaramento também foi discutido nesse artigo. O autor acredita que, para crianças pequenas, esse uso não é viável e não se faz necessário, uma vez que ainda não foram padronizados os níveis de mascaramento para essa população; além disso, o tempo para realização do exame é curto para usar várias intensidades de mascaramento. Por fim, relata que os NMR considerados normais são: 20 dBnNA para 500 Hz e 30 dBnNA para 2000 Hz.

Small e Stapells (2003) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar os NMR do PEATE-FE nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz por VO e estabelecer os valores normativos em dBnNA. A unidade de medida utilizada para registrar o PEATE-FE foi dB re 1µN. Fizeram parte da pesquisa 31 adultos com audição normal. Os NMR encontrados nessa população foram: 67, 54, 49 e 41 dB *re 1µN pico-a-pico equivalente*, para as frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Os autores sugerem que estes NMR em dB re 1µN podem ser correlacionados para 0 dB nNA.

Assim como citado no subitem anterior, Vander Werff, Prieve e Georgantas (2009) realizaram um estudo com o objetivo de descrever os limiares do PEATE-FE por VA e por VO. Por VO, avaliaram as frequências de 500 e 2000 Hz. Os NMR encontrados nos neonatos com audição normal foram 11.3 – 7.9 em 500 Hz, e 17.4 – 7.2 em 2000 Hz. Já nos neonatos com perda auditiva condutiva, os NMR encontrados foram maiores que os apresentados por aqueles com audição normal (10.9 – 6.0 e 16.7 – 5.0 para 2000 e 500 Hz, respectivamente); porém, o *gap* aéreo-ósseo dos limiares eletrofisiológicos foi maior nos neonatos com perda auditiva condutiva. Os autores ainda compararam os NMR dos neonatos com os dos adultos, e observaram que, na frequência de 2000Hz, apresentaram-se maiores nos neonatos; já na frequência de 500 Hz, ocorreu o contrário.

Nos neonatos, as latências da onda V para a frequência de 500 Hz foram: 11.05 0.84, 11.91 1.69, 13.23 1.31, 14.59 0.90 e 15.46 0.70 nas intensidades 40, 30, 20, 10 e 0 dBnNA, respectivamente. Já na frequência de 2000 Hz, foram: 9.89 0.76, 10.85 0.66, 11.36 0.84 e 11.95 0.62 para as intensidades de 40, 30, 20 e 10, respectivamente.

O BCEHP do ano de 2008 com atualização em 2010 determina que o PEATE-FE por VO nas frequências de 500 e 2000 Hz seja realizado quando o NMR da VA estiver rebaixado. Além disso, o programa considera como padrão de normalidade no PEATE-FE por VO 20 dBnNA para a frequência de 500 Hz e 30 dBnNA para 2000 Hz (BCEHP, 2008 e BCEHP, 2010).

Recentemente, Stevens (2011) publicou diretrizes para avaliação auditiva de recém-nascidos. Com relação ao PEATE-FE por VO, foi estabelecido que este deve ser realizado apenas nas frequências de 2000 e 4000 Hz, uma vez que a correção para estimar o limiar auditivo nas frequências de 500 e 1000 Hz pode ser adequada. O autor salientou que, quando realizado em recém-nascidos, o estímulo do PEATE-FE por VO é mais forte do que quando realizado em adultos, já que a massa óssea a ser estimulada pelo vibrador é menor em bebês. Portanto, a correção deve ser ajustada dependendo da idade. Como ainda não foi definida a correção para o PEATE-FE por VO, o autor sugere a diminuição de 5 dB do NMR no PEATE-FE nas frequências de 2000 e 4000 Hz.

Stapells (2011) novamente sugeriu a utilização da via óssea nas frequências de 500 e 2000 Hz quando os limiares de via aérea estiverem aumentados. O autor considera como padrão de normalidade para recém nascidos a intensidade de 20 dBnNA para 500 Hz e 30 dBnNA para 2000 Hz. Ainda neste estudo, o autor realizou novas correções a partir de sua própria calibração para dois estudos citados acima. Para o estudo de Cone-Wesson e Ramirez (1997), o autor considerou -15 ± 10 para 500 Hz e 7 ± 7 para 4000 Hz. Já para o estudo de Vander Werff, Prieve e Georgantas

(2009) a correção sugerida foi 7 ± 8 e 8 ± 7 para 500 e 2000 Hz, respectivamente.

O Quadro 6 apresentado a seguir traz uma síntese dos estudos de PEATE-FE que enfocaram o NMR ou a pesquisa da onda V até alguma intensidade pré-definida do PEATE-FE nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, e a correlação destes valores com outros exames³ descritos nesta seção⁴.

³ As referências utilizadas para a elaboração desse quadro (Quadro 6) encontram-se na coluna “Estudos”.

⁴ Para uma leitura mais agradável, algumas dessas informações não foram acrescentadas no corpo do texto.

Quadro 6 - Níveis Mínimos de Respostas (dBnNA) do PEATE-FE por via óssea nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz apresentados nos estudos da Revisão de Literatura.

Autor/ Ano	Nº de sujeitos	NMR/ pesquisa até 20 dBnNA 500 Hz x/DP	NMR/ pesquisa até 20 dBnNA 2000Hz x/DP	NMR/ pesquisa até 20 dBnNA 4000Hz x/DP	Comparação	Correlação	Observação
Webb e Greenberg (1983)	38 sujeitos (19 a 71 anos)				PEATE-FE 1000, 2000 e 4000 Hz X Audiometria Tonal	1000Hz:0.82 2000Hz:0.72 4000Hz:0.85	Sujeitos com diferentes status auditivos
Stapells e Ruben (1989)	48 crianças – 66 orelhas (2 semanas a 2 anos)	20	30 (94% das crianças)				Crianças com e sem comprometimento condutivo
Kramer (1992)	15 mulheres (21 a 35 anos)	30(100%) 20(80-87%) 10(47%)	30 (100%) 20 (80-87%) 10(60%)				Autor sugere normalidade as intensidades de 20 a 30 dBnNA em ambas as frequências.
Foxe e Stapells (1993)	14 adultos e 21 lactentes	adultos:4.62 10.5 lactentes:3.33 10.0	adultos:8.46 8.01 lactentes:13.75 7.44				
Cone- Wesson e Ramírez (1997)	60 recém- nascidos	47		53			
Stapells (2002)*		20	30				Autor sugere normalidade as intensidades de 20 a 30 dBnNA em ambas as frequências.
BCEHP (2008)**		20	30				Programa sugere normalidade as intensidades de 20 a 30 dBnNA em ambas as frequências.
Vander Werff et al. (2009)	70 crianças – 84 orelhas	11.3 7.9	17.4 7.2				
Stapells (2011)*		20	30				

* - Estudos que sugerem intensidade mínima considerada normalidade; ** - diretrizes para diagnóstico audiológico infantil

Conforme visto, o procedimento mais adequado para a realização do diagnóstico audiológico precoce é o PEATE-FE por VA e VO, uma vez que ele fornece respostas com mais especificidade de frequência. Sabe-se que, diante de um perfil audiológico mais preciso, a criança poderá se beneficiar com dispositivos eletrônicos e reabilitação apropriados mais precocemente e com maior eficácia. E assim, diminuir os danos causados pela privação sensorial que a perda auditiva causa.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por Frequência Específica (PEATE-FE) por via aérea (VA) e via óssea (VO) para estimar os limiares auditivos de crianças do nascimento aos três anos de idade, com audição normal e com perda auditiva sensorioneural ou mista.

2.2 Objetivos específicos

- Estudar a presença de respostas nas intensidades entre 80 e 20 dBnNA e seus respectivos tempos de latência nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, por VA e VO, em crianças com audição dentro da normalidade;
- Descrever o NMR encontrado nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, por VA e VO, em crianças com perdas auditivas de diferentes graus e configurações;
- Correlacionar os resultados entre o PEATE-FE e Audiometria Comportamental (Audiometria de Reforço Visual (VRA), ou Audiometria Lúdica Condicionada (ALC), em crianças com perda auditiva

3 MATERIAL E MÉTODO

Foi realizado um estudo transversal, descritivo quanti-qualitativo em crianças do nascimento aos 03 anos de idade, com perda auditiva sensorioneural ou mista e com audição normal, avaliadas por meio dos registros dos PEATE-FE por VA e VO.

A presente pesquisa foi realizada no Centro Audição da Criança (CeAC), serviço de referência em Saúde Auditiva de São Paulo de Alta Complexidade, e Laboratório de Pesquisa da Linha Audição na Criança. O CeAC é um dos serviços da Divisão de Estudos e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (DERDIC) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP).

3.1. Ética

O presente estudo foi encaminhado para avaliação da comissão de ética da PUC/SP, e obteve aprovação para ser realizado sob o protocolo de pesquisa número 134/2010 (Anexo I).

Todos os participantes do estudo tiveram autorização prévia dos responsáveis através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo II).

3.2. Casuística

3.2.1. Seleção e critérios de inclusão dos sujeitos

Os sujeitos foram divididos em dois grupos, para melhor entendimento dos critérios de inclusão e da análise dos resultados.

Grupo I (GI)

Este grupo foi composto por neonatos com audição dentro dos padrões de normalidade, encaminhados de um hospital estadual da cidade de São Paulo para realização da Triagem Auditiva Neonatal. A seleção foi realizada pela responsável do Hospital, a qual agendava a avaliação no CeAC.

A amostra foi definida com doze orelhas para cada frequência; para isso, dezoito neonatos fizeram parte da pesquisa. Portanto, cada frequência (500, 1000, 2000 e 4000 Hz) foi registrada em doze orelhas, sendo seis esquerdas e seis direitas.

Dentre os neonatos selecionados, alguns eram pré-termo, porém, apenas aqueles que tinham idade gestacional corrigida (IGC) acima de 39 semanas, ou seja, idade gestacional (semanas) adicionada às semanas de vida, fizeram parte da pesquisa.

Os critérios de inclusão para o GI foram:

1. Apresentar audição normal, avaliada por meio dos exames já realizados previamente no CeAC: Triagem Auditiva Neonatal com PEATE automático a 35 dBnNA, Medidas de Imitância Acústica;
2. Não apresentar outras deficiências sensoriais, alterações neurológicas ou psicológicas/psiquiátricas.

Grupo II (GII)

Este grupo foi composto por dez crianças na faixa etária entre o nascimento e 03 anos, com perda auditiva sensorineural ou mista, diagnosticadas no CeAC.

Os critérios de inclusão foram:

1. Apresentar diagnóstico de deficiência auditiva sensorineural ou mista, diagnosticada por meio dos exames já realizados previamente no CeAC: exame médico, registro das Emissões Otoacústicas Evocadas, Medidas de Imitância Acústica, Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulo clique por VA e VO ou até mesmo PEATE-FE e avaliação audiológica comportamental;
2. Apresentar presença de onda V pelo menos na intensidade máxima do equipamento (100dBnNA) e em pelo menos uma frequência estudada por VA;
3. Não apresentar outras deficiências sensoriais, alterações neurológicas ou psicológicas/psiquiátricas;
4. Ter até três anos de idade completos.

3.3. Etapas da coleta de dados

Grupo I (GI)

Após a Triagem Auditiva Neonatal, a pesquisadora convidou os pais ou responsáveis para a participação do neonato no estudo. Cada um dos sujeitos foi submetido à avaliação eletrofisiológica com o PEATE-FE, sendo as frequências estudadas: 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. No entanto, foi realizada uma ou duas frequências para cada neonato, em ambas as orelhas, tanto por VA quanto por VO (Anexo 3).

Grupo II (GII)

Primeiramente, os responsáveis pelas crianças foram convidados a participar da pesquisa; em seguida, foi agendada a avaliação, sendo

esclarecido aos pais que seriam necessárias de duas a três sessões, por ser tratar de um exame longo, dependendo da audibilidade de cada criança.

Foram então realizadas as quatro frequências (500, 1000, 2000 e 4000 Hz), em ambas as orelhas, tanto por VA quanto por VO. Os resultados foram comparados com a Audiometria Comportamental (Audiometria de Reforço Visual-VRA) ou Audiometria Lúdica Condicionada (ALC), dependendo da faixa etária e possibilidade de cada criança.

No desenho da pesquisa, optou-se por um estudo cego, ou seja, diferentes fonoaudiólogas realizaram as avaliações. A pesquisadora realizou a avaliação eletrofisiológica e não teve acesso aos resultados da avaliação comportamental, para que não pudesse ocorrer influência na análise do PEATE-FE no que se refere à morfologia e ao traçado da onda na determinação do NMR. Pela mesma razão, a fonoaudióloga que realizou a avaliação comportamental também não teve acesso aos resultados do PEATE-FE.

3.3.1 Avaliação eletrofisiológica

A avaliação eletrofisiológica foi realizada com o equipamento modelo *Eclipse Black Box – software EP25*, da marca *Interacoustics MedPC*, calibrado de acordo com a técnica ISO-389-6 (*Internacional Organization for Standardization – ISO, 2007*), por meio da análise do PEATE-FE, em uma sala acusticamente tratada do CeAC. As crianças estavam em sono natural e acomodadas no colo da responsável. Nos casos em que a criança acordou ou estava com sono muito agitado, o exame foi suspenso e nova data foi agendada.

Antes da colocação dos eletrodos na pele da criança, a mesma foi limpa com álcool e com gel abrasivo *Nuprep*, a fim de retirar a oleosidade que pudesse interferir na captação das respostas do exame. Os eletrodos

foram fixados com a seguinte montagem: referências foram dispostas nas mastóides direita (M2) e esquerda (M1), e os eletrodos ativo (Fz) e terra (Fpz), necessários tanto para a realização da VA quanto VO, foram colocados na fronte (Jasper, 1958). A impedância dos eletrodos se manteve igual ou menor que 3 k Ω .

Para pesquisa da onda V, a intensidade foi diminuída somente até 20 dBnNA, pois esta já é considerada como audição normal em todas as frequências do PEATE-FE (BCEHP, 2010; Stapells, 2000; Hyde, 2008). Além disso, a pesquisa foi realizada em um centro de pesquisa que não adota o uso de sedação para induzir o sono da criança e, portanto, possui um curto espaço de tempo para realizar o procedimento.

3.3.1.1 Registro das respostas

3.3.1.1.1 PEATE-FE por VA

Para o registro do PEATE-FE por VA, foram colocados fones de inserção EARTONE 3A no meato acústico externo do neonato. Foi realizado o registro nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, de acordo com o grupo estudado, em ambas as orelhas, com o estímulo *tone pip*. O exame foi iniciado em 80 dBnNA, com um decréscimo de 20 em 20 dBnNA, enquanto as respostas permaneciam presentes, e com um acréscimo de 10 em 10 dBnNA, quando se ausentavam. A menor intensidade pesquisada foi 20 dBnNA, pela razão citada anteriormente

A presença da onda V foi determinada pela menor intensidade na qual a onda V foi identificada, definida como o maior vértex positivo, seguido de uma longa deflexão negativa (Stapells, 2000a). O registro foi realizado duas vezes em cada intensidade, para verificar a reprodutibilidade das ondas. O mínimo de estímulos foi de 800, com ruído residual menor que 0.04 μ V.

3.3.1.1.2 PEATE-FE por VO

Para o registro do PEATE por VO, foi utilizado um transdutor ósseo Radioear B-71 disposto na caixa craniana acima do eletrodo M1 (quando testada a orelha esquerda) e M2 (quando testada a orelha direita). O vibrador foi fixado com uma bandagem elástica (*Coban* modelo 1582, de 5 cm de largura, auto-aderente, 3M do Brasil), com força de $400 \pm 25\text{g}$, medida por meio de uma balança com escalas *Ohaus - Spring Scale*, modelo 8264-M.

O PETA-FE foi pesquisado nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, de acordo com o grupo estudado, em ambas as orelhas, com o estímulo *tone pip*. O exame começou na intensidade de 40 ou 50 dBnNA, dependendo da disponibilidade do equipamento e/ou do excesso de artefato gerado pelo vibrador ósseo. Houve um decréscimo de 20 em 20 dBnNA, enquanto as respostas permaneceram presentes, e um acréscimo de 10 em 10 dBnNA, quando se ausentaram. A menor intensidade pesquisada foi 20 dBnNA, considerada padrão de normalidade no PEATE-FE.

Assim como na VA, foi considerada presença da onda V a menor intensidade em que foi identificada, definida como o maior vértex positivo, seguido de uma longa deflexão negativa (Stapells, 2000a). O registro foi realizado duas vezes, em cada intensidade, para verificar a reprodutibilidade das ondas. O mínimo de estímulos foi de 800, com ruído residual menor que $0,04\mu\text{V}$.

3.3.1.1.3 Características do estímulo

Na tabela a seguir, foram descritas as características dos estímulos para realização do PEATE-FE, tanto por VA quanto por VO.

Quadro 7 - Características dos estímulos utilizados no registro do PEATE-FE

	Frequências			
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Polaridade	Alternada	Alternada	Alternada	Alternada
Janela de análise	24 ms	24 ms	24 ms	24 ms
Duração do estímulo	6 ms	5 ms	2.5 ms	1.25 ms
Ciclos	3	5	5	5
Envelope	<i>Blackman</i>	<i>Blackman</i>	<i>Blackman</i>	<i>Blackman</i>
Taxas de repetição	27.1/s	27.1/s	27.1/s	27.1/s
Filtros	100-3000Hz	100-3000Hz	100-3000 Hz	100-3000Hz

3.3.2 Avaliação comportamental

Após a avaliação eletrofisiológica nas crianças com perda auditiva (GII), foi realizada a avaliação comportamental, por outra avaliadora, como já referido anteriormente. O equipamento utilizado foi o Audiômetro AC-33 da marca *Interacoustics*. Foram utilizados fones de inserção modelo ER-3A para VA e vibrador ósseo B-17 para a VO.

Para a realização desta etapa, a criança estava em estado de alerta, acomodada no colo do responsável e dentro da cabine acústica. Um cuidado importante para que não ocorressem interferências na audiometria foi com o acompanhante, que, durante a preparação para a avaliação, recebia orientações para não interferir nas respostas da criança.

O NMR (limiar) foi pesquisado nas mesmas frequências do PEATE-FE (500, 1000, 2000 e 4000 Hz). O estímulo utilizado foi o *warble tone*, calibrado de acordo com a técnica ISO-389-1 (*Internacional Organization for Standardization* – ISO, 1994). Os limiares foram pesquisados a passos de 10 dB e confirmados a passos de 5 dB. Foi considerado como NMR psicoacústico a menor intensidade em que respostas consistentes foram obtidas e confirmadas.

Dependendo da idade da criança e de sua capacidade de resposta, optou-se por realizar Audiometria de Reforço Visual (VRA) ou Audiometria Lúdica Condicionada (ALC).

- **Audiometria de Reforço Visual**

O protocolo de aplicação para técnica VRA utilizado neste estudo foi baseado em Gravel (2000), adaptado por Versolatto (2005).

Para treinamento, foi primeiramente apresentado à criança o estímulo sonoro na intensidade de 55dBnNA (aumentou-se a intensidade nos casos em que a criança não mostrou atenção para o som, ou que não tenha sido condicionada), na frequência de 500Hz, em campo livre ou com vibrador ósseo, com o intuito de favorecer a percepção e iniciar o condicionamento.

Por se tratar da fase de treinamento, para a redução ou acréscimo da intensidade, foi estabelecido o movimento de virada de cabeça adequado da criança, por quatro vezes, em direção ao reforço visual. Após o treinamento, iniciou-se a aplicação do protocolo com fones de inserção para as frequências de 500 a 4000 Hz.

- **Audiometria Tonal Lúdica**

Esta avaliação foi realizada a partir dos dois anos de idade, sendo necessário o condicionamento da criança para execução das tarefas lúdicas (encaixe), cada vez que percebesse o estímulo sonoro.

O procedimento de pesquisa de NMR foi o mesmo utilizado na técnica VRA.

3.4 Análise Estatística

Os dados coletados foram organizados em planilha Excel e submetidos à análise estatística. Para o PEATE-FE, foi utilizado o limiar em dBnNA (corrigido) oferecido pelo próprio equipamento (Eclipse). Optou-se por utilizar o valor corrigido em dBnNA, para facilitar a correlação com os achados da audiometria comportamental, no caso do GII, e para representar a realidade da rotina clínica. Como os dados de cada grupo (GI e GII) tinham objetivos distintos, as análises estatísticas realizadas para GI e GII foram diferentes.

3.4.1 Análise estatística do Grupo I (GI)

Para o GI, foram obtidas estatísticas descritivas, sendo analisadas a idade gestacional corrigida e as latências nas diferentes intensidades e nas quatro frequências estudadas. Além disso, para os tempos de latências, foram construídos Intervalos de Confiança com coeficiente de confiança de 95%, utilizando a distribuição t-Student.

Para determinar a relação existente entre latência e intensidade em cada frequência, foram estimadas curvas de crescimento (Pinheiro e Bates, 2004), as quais descrevem o comportamento da latência em função da intensidade.

Como não houve muita variação entre o mínimo de resposta até 20 dBnNA encontrado entre as orelhas, este foi apenas descrito para cada frequência.

3.4.2 Análise estatística do Grupo II (GII)

Os dados foram tabulados em Planilha Excel, sendo que, para que pudesse ser realizada a correlação entre eles, os valores que estivessem ausentes foram adicionados 5 dB da intensidade máxima do equipamento, tanto para o PEATE-FE quanto para a AC.

Exemplo: Resposta ausente em 100 dBnNA no PEATE-FE + 5 dB = 105 dB.

Foram calculados os coeficientes de correlação linear de Pearson e os correspondentes valores **P** associados aos testes da hipótese de inexistência de associação linear entre as variáveis PEATE-FE e AC, por frequência, para as situações VA e VO. Foram também construídos gráficos de dispersão, para todos os pares de variáveis em que a associação linear indicou significância de 5% (Bussab e Morettin, 2009).

Os valores da correlação podem variar de -1 a 1 . Valores menores ou iguais a $0,4$ indicam correlação fraca; entre $0,41$ e $0,80$, correlação moderada; de $0,81$ a 1 , correlação forte.

4. RESULTADOS

Os resultados são apresentados separadamente para cada grupo: Grupo I (crianças com audição normal) e Grupo II (crianças com deficiência auditiva).

4.1 Grupo I

O GI foi composto por dezoito neonatos com audição normal, os quais foram submetidos ao PEATE-FE, tanto por VA quanto por VO. Cada um deles foi avaliado por uma ou duas das frequências estudadas (500, 1000, 2000 e 4000 Hz), totalizando doze orelhas (seis direitas e seis esquerdas) para cada frequência.

Inicialmente, como mostra a Tabela 1, foi realizada a caracterização do grupo quanto à idade gestacional corrigida (IGC), calculada somando-se a idade gestacional e o tempo de vida (semanas).

Tabela 1 - Estatística descritiva para a IGC (semanas) dos neonatos do Grupo I (n=12 orelhas em cada frequência), por frequência.

Idade Gestacional Corrigida (semanas)				
	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Média	44,17	42,33	41,00	42,71
Mediana	43,00	42,00	40,50	42,00
Desvio Padrão	3,13	2,42	2,10	2,93

A seguir, são apresentados os resultados do PEATE-FE, segundo a presença da onda V até a intensidade de 20 dBnNA e o tempo de latência nas diferentes intensidades, tanto por VA quanto por VO. A análise dos resultados de cada frequência é apresentada separadamente.

4.1.1 Frequência de 500 Hz

Para a frequência de 500Hz, foram avaliadas as latências da onda V nas intensidades de 80, 60, 40, 30 e 20 dBnNA para a VA, e 40, 30 e 20 dBnNA para a VO.

Os resultados para presença da onda V (até 20 dBnNA) nesta frequência foram:

- **VA:** 30 dBnNA para 100 % das orelhas
- **VO:** 20 dBnNA para 100 % das orelhas

Nas Tabelas a seguir, são apresentadas as medidas das latências da onda V e o intervalo de confiança de 95% nas intensidades estudadas por VA (Tabela 2 e 3).

Tabela 2 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade (dB) por VA na frequência de 500 Hz (n=12 orelhas).

Tempo de Latência da Onda V				
	VA			
	80dBnNA	60dBnNA	40dBnNA	30dBnNA
Média	8,53	10,11	12,22	13,73
Mediana	8,53	10,13	12,17	13,51
Desvio Padrão	0,17	0,55	0,55	0,57

Tabela 3 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) de 95% para cada intensidade estudada por VA na frequência de 500 Hz (n=12 orelhas).

Intervalo de Confiança (500Hz)			
	Latência	Lim Inf	Lim Sup
VA	80dBnNA	8,42	8,64
	60dBnNA	9,75	10,46
	40dBnNA	11,87	12,57
	30dBnNA	13,36	14,09

Como observado, houve um aumento da latência (ms) com a diminuição da intensidade por VA.

As Tabelas 4 e 5 mostram as medidas das latências e o intervalo de confiança de 95% para a VO.

Tabela 4 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade (dB) por VO na frequência de 500 Hz (n=12 orelhas).

Tempo de latência da onda V			
	VO		
	40dBnNA	30dBnNA	20dBnNA
Média	10,89	11,91	13,33
Mediana	10,97	11,87	13,30
Desvio Padrão	0,96	1,21	1,05

Tabela 5 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VO na frequência de 500 Hz (n=12 orelhas).

Intervalo de Confiança (500Hz)			
	Latência	Lim Inf	Lim Sup
VO	40dBnNA	10,28	11,50
	30dBnNA	10,90	12,92
	20dBnNA	12,66	14,00

Assim como ocorreu na VA, pode-se observar que, na VO, houve um aumento das latências com a diminuição das intensidades.

4.1.2 Frequência de 1000 Hz

Para a frequência de 1000 Hz, foram avaliadas as latências da onda V nas intensidades de 80, 60, 40, 30 e 20 dBnNA para a VA, e 50, 40 e 20 dBnNA para a VO.

Os resultados para presença da onda V (até 20 dBnNA) nesta frequência foram:

- **VA:** 20 dBnNA para 11 (91,66%) orelhas testadas e 30 dBnNA para 1 (8,34%) orelha;
- **VO:** 20 dBnNA para 12 (100%) orelhas testadas.

A seguir, são apresentadas as medidas das latências da onda V (Tabela 6) e os intervalos de confiança de 95% (Tabela 7) para as doze orelhas avaliadas por VA.

Tabela 6 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade por VA na frequência de 1000 Hz (n=12 orelhas).

Tempo de Latência da onda V					
	VA				
	80dBnNA	60dBnNA	40dBnNA	30dBnNA	20dBnNA
Média	8,61	9,76	10,95	12,35	12,50
Mediana	8,77	9,74	10,97	12,20	12,47
Desvio Padrão	0,38	0,49	0,47	0,33	1,18

Tabela 7 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VO na frequência de 1000 Hz (n=12 orelhas).

Intervalo de Confiança (1000Hz)			
	Latência	Lim Inf	Lim Sup
VA	80dBnNA	8,37	8,86
	60dBnNA	9,26	9,78
	40dBnNA	10,62	11,04
	30dBnNA	11,53	13,40
	20dBnNA	11,79	12,67

As Tabelas 8 e 9 mostram a estatística descritiva segundo o tempo de latência por intensidade e o intervalo de confiança de 95%, no registro da VO para a frequência de 1000Hz.

Tabela 8 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade por VO na frequência de 1000 Hz (n=12 orelhas).

Tempo de Latência da onda V			
	VO		
	50dBnNA	40dBnNA	20dBnNA
Média	9,72	11,07	12,46
Mediana	9,74	11,04	12,10
Desvio Padrão	0,47	0,74	1,03

Tabela 9 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VO na frequência de 1000 Hz (n=12 orelhas).

Intervalo de Confiança (1000Hz)			
	Latência	Lim Inf	Lim Sup
VO	50dBnNA	8,97	10,46
	40dBnNA	10,60	11,54
	20dBnNA	11,80	13,11

Como visto nas Tabelas 6 e 8, houve uma diminuição da latência quanto maior a intensidade, tanto na VA quanto na VO, na frequência de 1000Hz.

4.1.3 Frequência de 2000 Hz

Na frequência de 2000Hz, foram avaliadas as latências da onda V nas intensidades de 80, 60, 40 e 20 dBnNA para a VA, e 40, 30 e 20 dBnNA para a VO.

Os resultados para presença da onda V (até 20 dBnNA) nesta frequência foram:

- **VA:** 20 dBnNA para as 12 (100%) orelhas testadas;
- **VO:** 20 dBnNA para as 12 (100%) orelhas testadas.

A seguir, são apresentadas as medidas das latências da onda V por VA (Tabela 10) e por VO (Tabela 12), além dos intervalos de confiança de 95% para os mesmos registros (Tabela 11 para VA e Tabela 13 para VO) na frequência de 2000Hz.

Tabela 10 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade por VA na frequência de 2000 Hz (n=12 orelhas).

Tempo de Latência da onda V				
	VA			
	80dBnNA	60dBnNA	40dBnNA	20dBnNA
Média	7,75	8,35	9,34	10,44
Mediana	7,64	8,27	9,40	10,47
Desvio Padrão	0,29	0,37	0,24	0,38

Tabela 11 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VA na frequência de 2000 Hz (n=12 orelhas).

Intervalo de Confiança (2000Hz)			
	Latência	Lim Inf	Lim Sup
VA	80dBnNA	7,57	7,93
	60dBnNA	8,11	8,58
	40dBnNA	9,18	9,49
	20dBnNA	10,20	10,68

Tabela 12 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms), por intensidade por VO na frequência de 2000 Hz (n=12 orelhas).

Tempo de Latência da onda V			
	VO		
	40dBnNA	30dBnNA	20dBnNA
Média	9,61	10,48	11,48
Mediana	9,47	10,27	11,27
Desvio Padrão	0,53	0,97	1,00

Tabela 13 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VO na frequência de 2000 Hz (n=12 orelhas).

Intervalo de Confiança (2000Hz)			
	Latência	Lim Inf	Lim Sup
VO	40dBnNA	9,27	9,94
	30dBnNA	9,86	11,10
	20dBnNA	10,84	12,12

Como observado nas demais frequências, também em 2000Hz houve o aumento da latência com a diminuição da intensidade, tanto por VA quanto por VO.

4.1.4 Frequência de 4000 Hz

Para a frequência de 4000 Hz, foram avaliadas as latências da onda V nas intensidades de 80, 60, 40 e 20 dBnNA para a VA, e 40 e 20 dBnNA para a VO.

Os resultados para presença da onda V (até 20 dBnNA) nesta frequência foram:

- **VA:** 20 dBnNA para as 12 (100%) orelhas testadas;
- **VO:** 20 dBnNA para as 12 (100%) orelhas testadas.

Nas tabelas a seguir, são apresentadas as medidas das latências da onda V e o intervalo de confiança de 95% nas intensidades estudadas por VA (Tabela 14 e 15).

Tabela 14 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade por VA na frequência de 4000 Hz (n=12 orelhas).

Tempo de Latência da onda V				
	VA			
	80dBnNA	60dBnNA	40dBnNA	20dBnNA
Média	6,91	7,49	8,22	9,22
Mediana	7,00	7,60	8,27	9,10
Desvio Padrão	0,38	0,38	0,45	0,56

Tabela 15 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VO na frequência de 4000 Hz (n=12 orelhas).

Intervalo de Confiança (4000Hz)			
	Latência	Lim Inf	Lim Sup
VA	80dBnNA	6,67	7,16
	60dBnNA	7,24	7,73
	40dBnNA	7,93	8,50
	20dBnNA	8,86	9,57

Nesta frequência, também houve um aumento da latência (ms) com a diminuição da intensidade por VA. As Tabelas 16 e 17 mostram as medidas das latências e o intervalo de confiança de 95% para a VO.

Tabela 16 - Estatística descritiva para o tempo de latência (ms) por intensidade por VO na frequência de 4000 Hz (n=12 orelhas).

Tempo de Latência da onda V		
	VO	
	40dBnNA	20dBnNA
Média	7,84	8,89
Mediana	8,00	9,07
Desvio Padrão	0,59	0,43

Tabela 17 - Intervalo de confiança (limite inferior e limite superior) para cada intensidade estudada por VO na frequência de 4000 Hz (n=12 orelhas).

Intervalo de Confiança (4000Hz)			
	Latência	Lim Inf	Lim Sup
VO	40dBnNA	7,47	8,21
	20dBnNA	8,62	9,16

4.1.5 Determinação da relação entre Latência e Intensidade nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz por VA e por VO

4.1.5.1 Via aérea

Nas Figuras a seguir são representadas as funções latência X intensidade para as quatro frequências estudadas.

Figura 1 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 500 Hz por via aérea (n=12 orelhas)

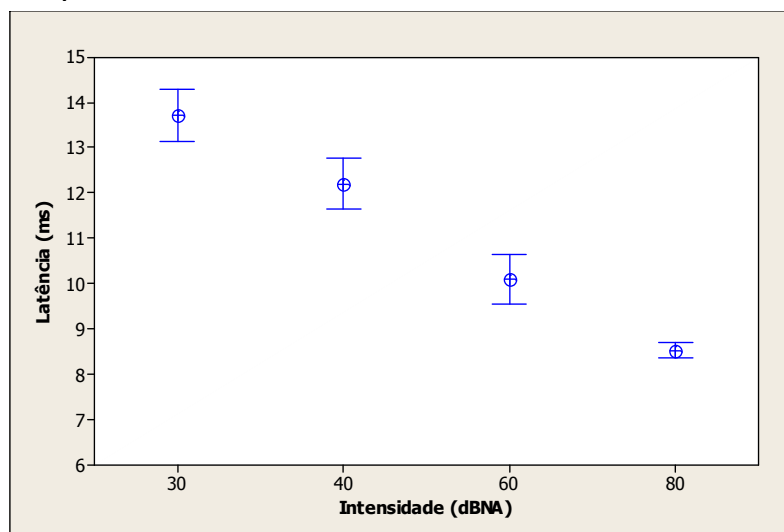


Figura 2 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 1000 Hz por via aérea (n=12 orelhas)

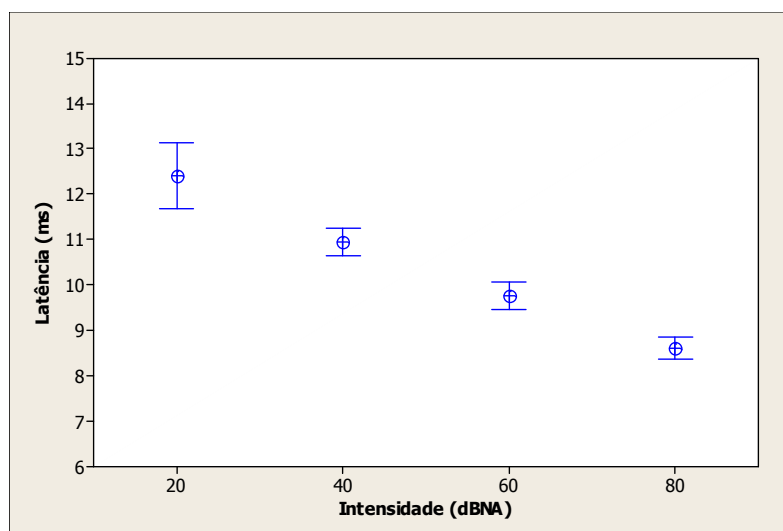


Figura 3 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 2000 Hz por via aérea (n=12 orelhas)

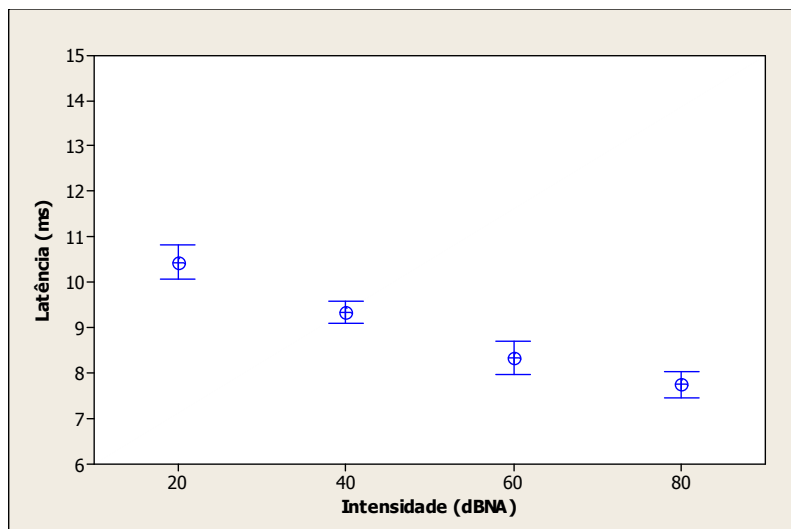
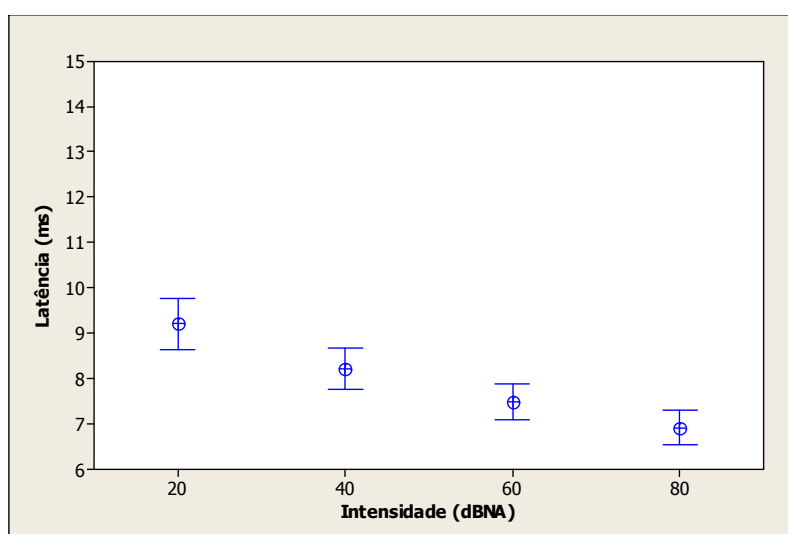


Figura 4 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 4000 Hz por via aérea (n=12 orelhas)



Nas Figuras 5, 6, 7 e 8 são apresentados os perfis dos tempos de latência (ms) da onda V em função das intensidades (dB) por orelha para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, respectivamente.

Figura 5 - Perfis da variável Latência – por orelha – 500 Hz por via aérea (n=12 orelhas).

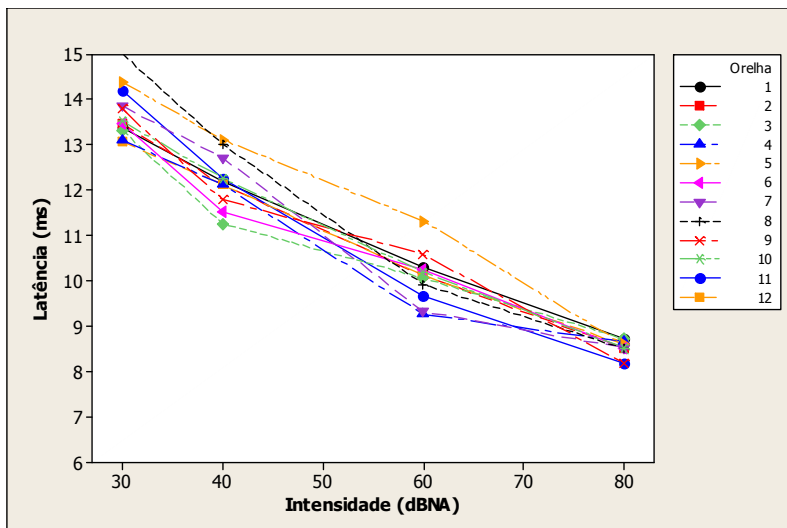


Figura 6 - Perfis da variável Latência – por orelha – 1000 Hz por via aérea (n=12 orelhas).

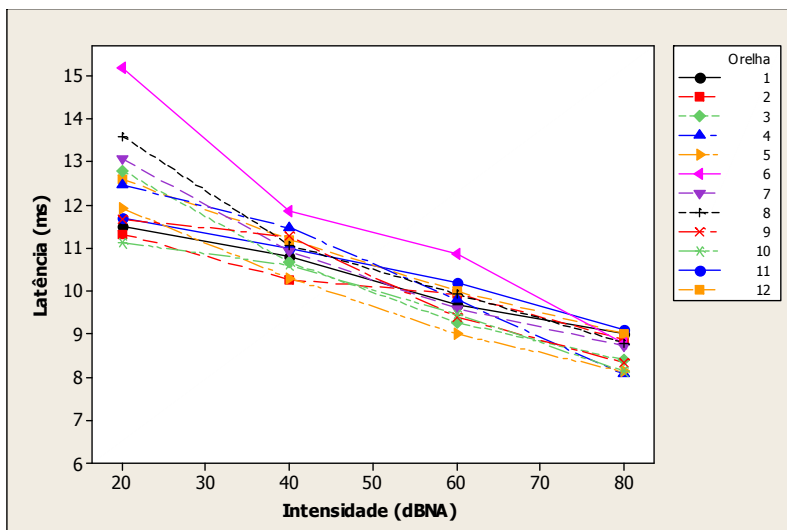


Figura 7 - Perfis da variável Latência – por orelha – 2000 Hz por via aérea (n=12 orelhas).

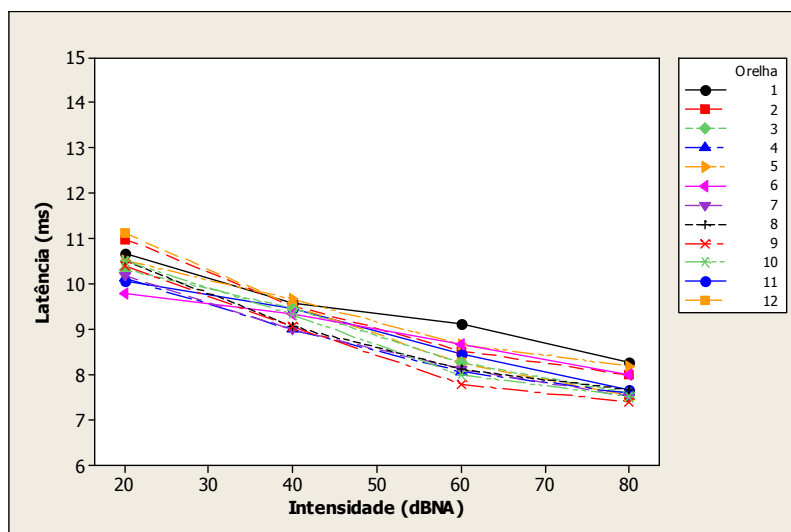
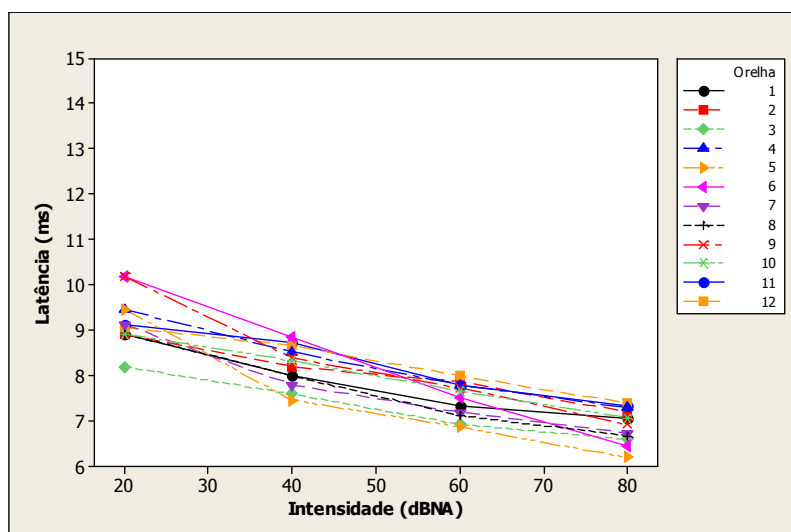


Figura 8 - Perfis da variável Latência – por orelha – 4000 Hz por via aérea (n=12 orelhas).



Foram construídas curvas ajustadas de crescimento da latência em função da intensidade nas quatro frequências. O modelo de curva ajustada é dado por:

Frequência de 500Hz:

Latência prevista= $18,955 - 0,203 \times \text{Intensidade} + 0,0009 \times \text{Intensidade}^2$.

Frequência de 1000Hz:

Latência prevista= $13,670 - 0,064 \times \text{Intensidade}$.

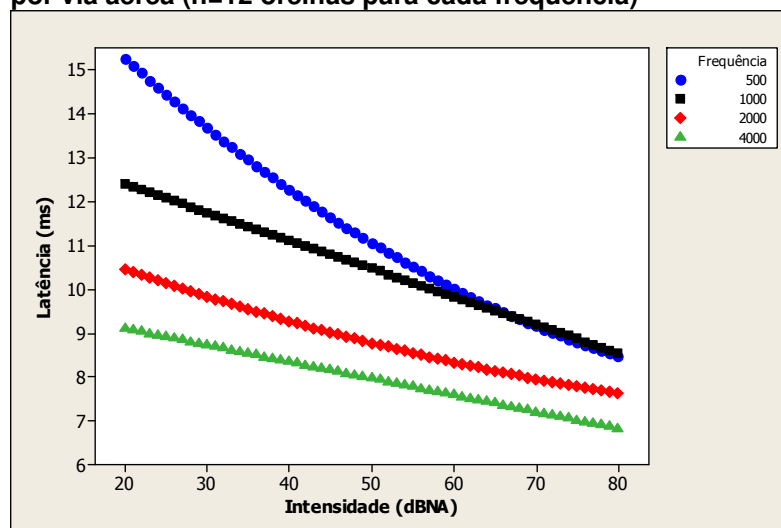
Frequência de 2000Hz:

Latência prevista= $11,874 - 0,077 \times \text{Intensidade} + 0,0003 \times \text{Intensidade}^2$.

Frequência de 4000Hz:

Latência prevista = $9,867 - 0,038 \times \text{Intensidade}$.

Figura 9 - Curvas ajustadas da Latência X Intensidade obtidas nas quatro frequências por via aérea (n=12 orelhas para cada frequência)



Observa-se que, na intensidade de 80dBnNA, a latência foi maior para as frequências mais baixas, diminuindo à medida que a frequência se torna mais alta. Pode-se notar que, nas frequências de 500 e 1000 Hz, houve variação mínima da latência em 80 dBnNA; porém, com a diminuição da intensidade, essa diferença ficou mais visível.

4.1.5.2 Via óssea

Nas Figuras a seguir são representadas as funções Latência X Intensidade para as quatro frequências estudadas.

Figura 10 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 500 Hz por via óssea (n=12 orelhas)

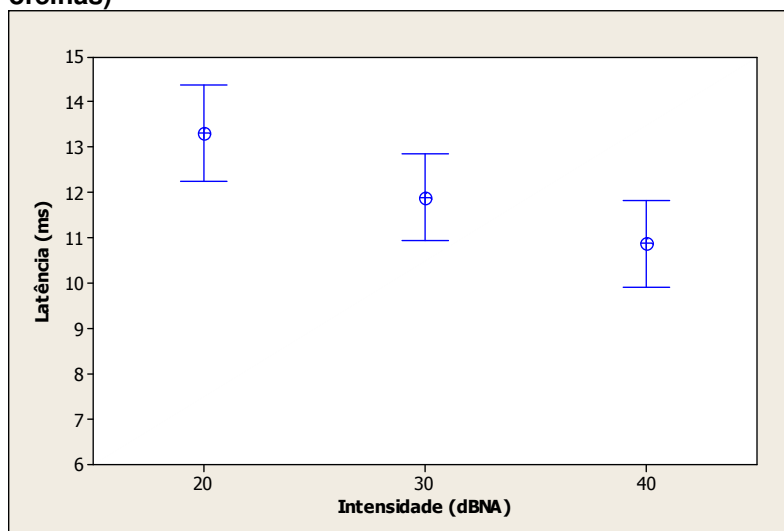


Figura 11 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 1000 Hz por via óssea (n=12 orelhas)

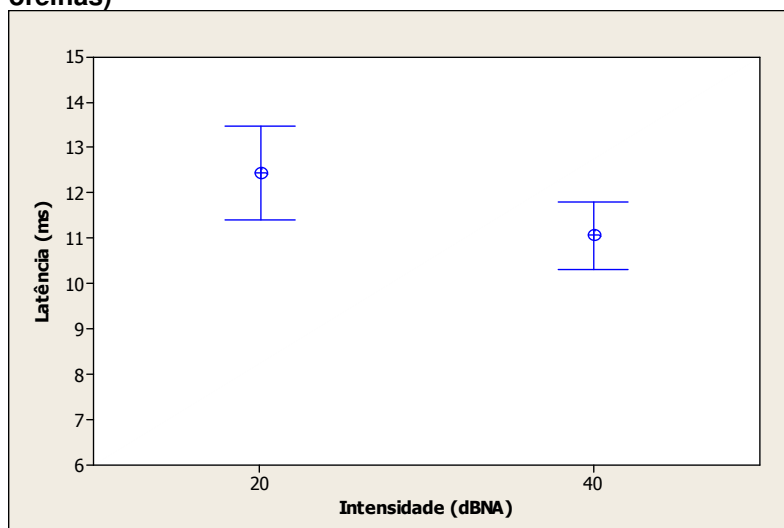


Figura 12 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 2000 Hz por via óssea (n=12 orelhas)

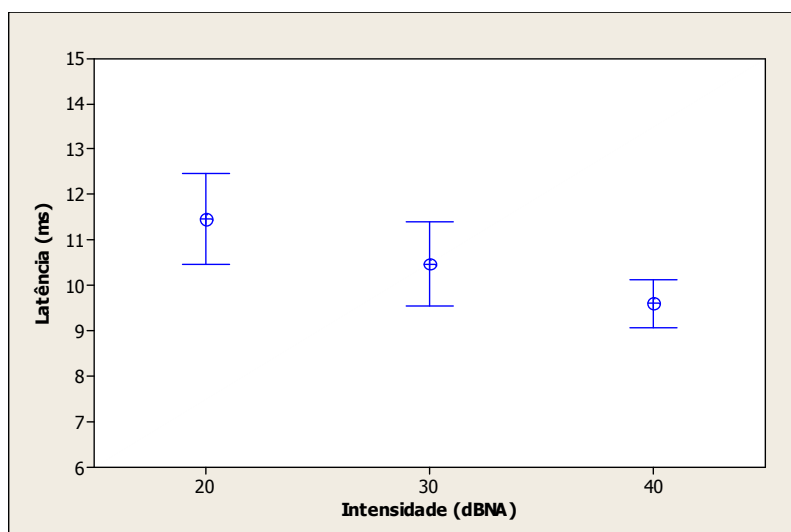
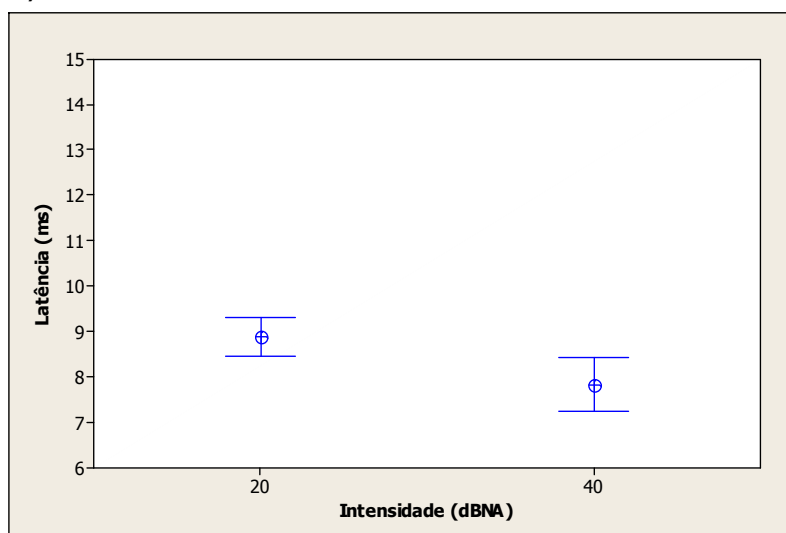


Figura 13 - Média $\pm$ Desvio Padrão da variável Latência em 4000 Hz por via óssea (n=12 orelhas)



Nas Figuras 5, 6, 7 e 8 são apresentados os perfis dos tempos de latência (ms) da onda V em função das intensidades (dB) por orelha para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, respectivamente.

Figura 14 - Perfis da variável Latência – por orelha – 500 Hz por via óssea (n=12 orelhas)

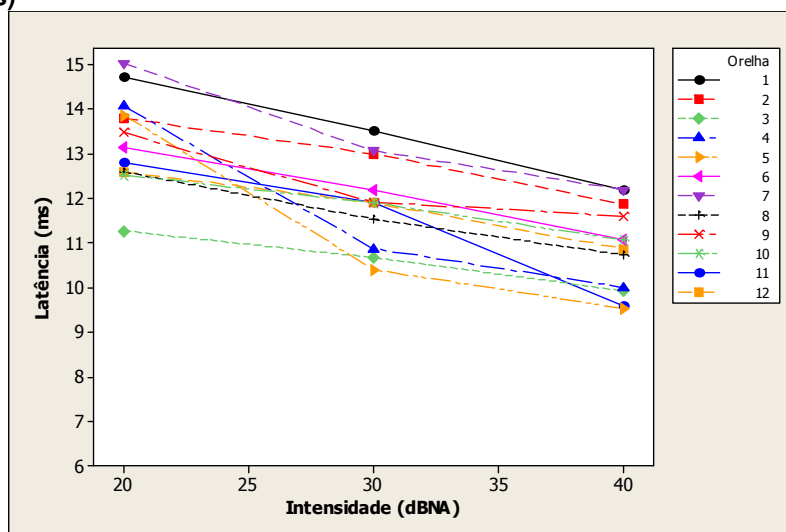


Figura 15 - Perfis da variável Latência – por orelha – 1000 Hz por via óssea (n=12 orelhas)

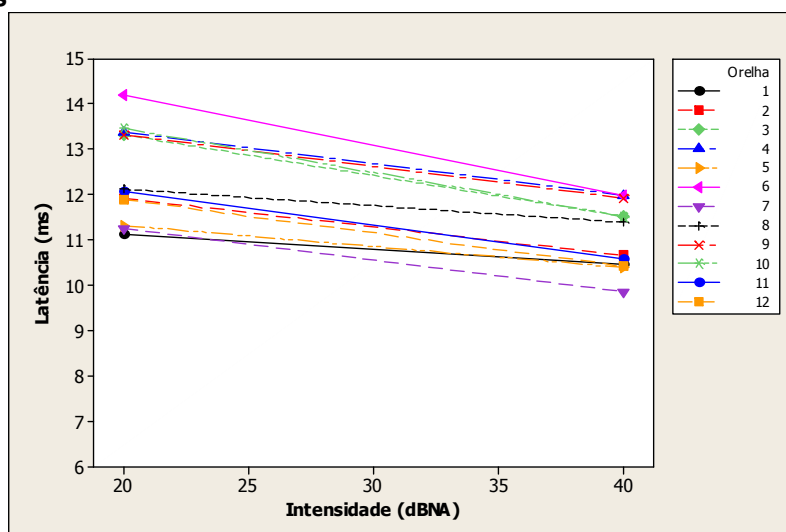


Figura 16 - Perfis da variável Latência – por orelha – 2000 Hz por via óssea(n=12 orelhas)

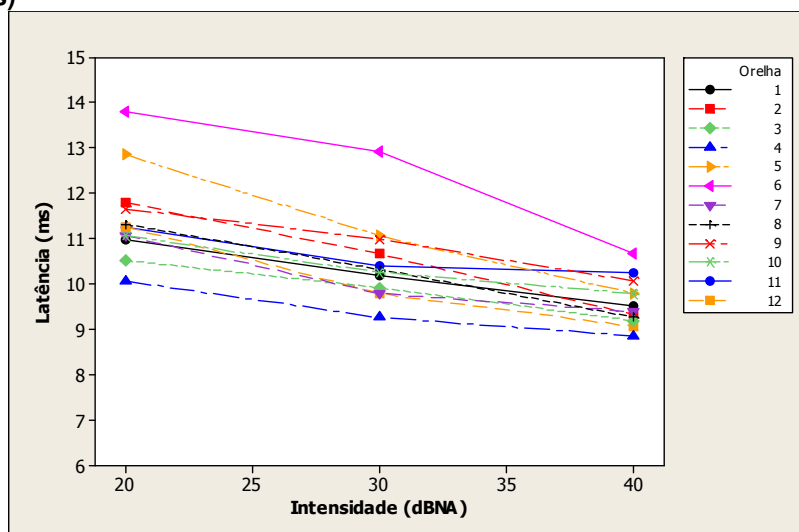
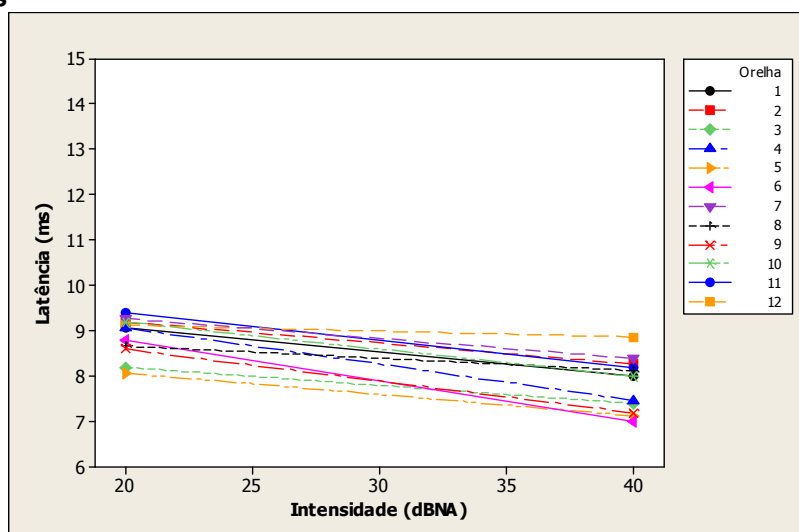


Figura 17 - Perfis da variável Latência – por orelha – 4000 Hz por via óssea(n=12 orelhas)



Nota-se que em 2000 Hz, houve um caso desviante, o qual apresentou-se com tempo de latência mais elevado quando comparado com os demais. Todos os cuidados foram tomados para verificar variáveis que pudessem ter interferido, como presença de alteração neurológica e

posicionamento do transdutor ósseo; porém, como nenhuma variável foi detectada, optou-se por não excluí-lo da amostra.

Para a VO, também foram construídas curvas ajustadas de crescimento da latência em função da intensidade nas quatro frequências. O modelo de curva ajustada é dado por:

Frequência 500Hz:

Latência prevista = $15,696 - 0,122 \times \text{Intensidade}$.

Frequência 1000Hz:

Latência prevista = $13,846 - 0,069 \times \text{Intensidade}$.

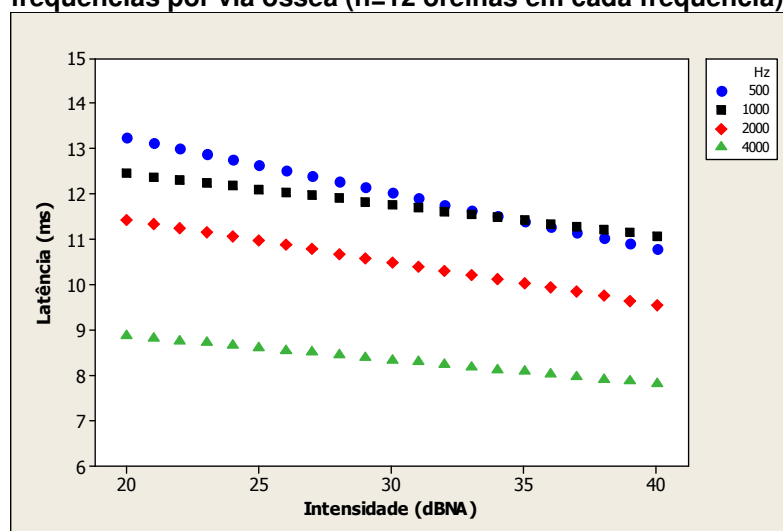
Frequência 2000Hz:

Latência prevista = $13,328 - 0,094 \times \text{Intensidade}$.

Frequência 4000Hz:

Latência prevista = $9,941 - 0,053 \times \text{Intensidade}$.

Figura 18 - Curvas ajustadas da Latência X Intensidade obtidas nas quatro frequências por via óssea (n=12 orelhas em cada frequência)



4.2 Grupo II

O GII foi composto por dez crianças com perda auditiva, submetidas ao PEATE-FE, tanto por VA quanto por VO, e à avaliação comportamental. Cada uma delas foi avaliada nas quatro frequências estudadas (500, 1000,

2000 e 4000Hz), totalizando 20 orelhas (dez direitas e dez esquerdas) para cada frequência.

Para este grupo, primeiramente foram calculados os coeficientes de correlação linear de Pearson e os correspondentes valores **P** associados aos testes da hipótese de inexistência de associação linear entre as variáveis PEATE-FE e AC, por frequência, para as situações VA e VO. Em seguida, foram construídos gráficos de dispersão para todos os pares de variáveis em que a associação linear apresentou significância de 5%.

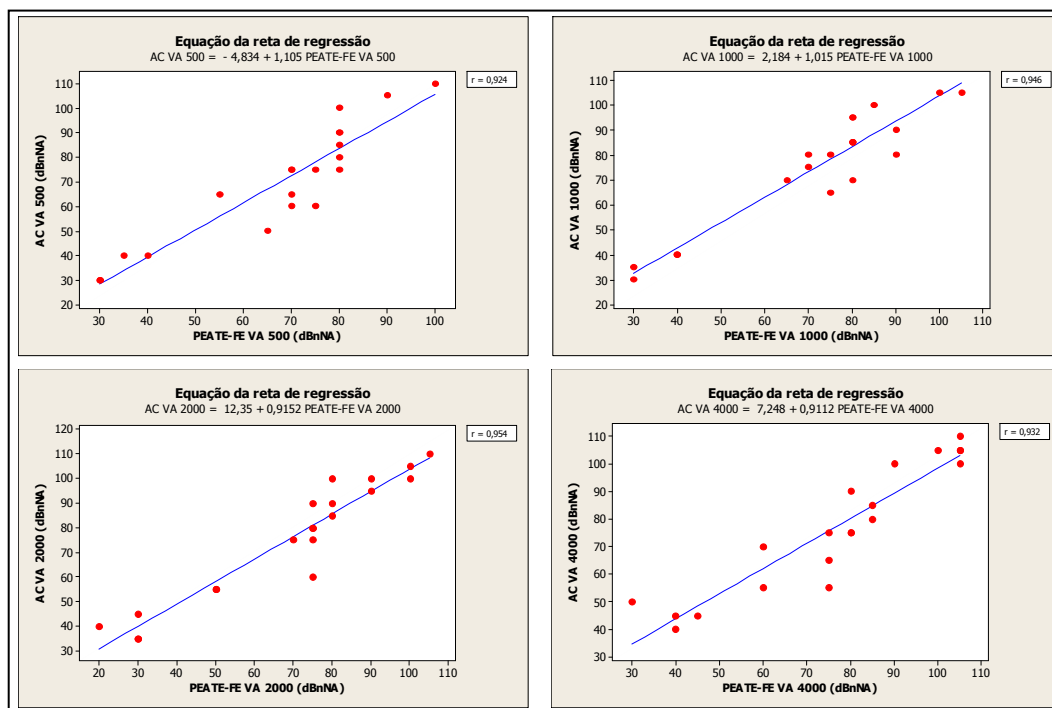
A Tabela 18 apresenta, respectivamente, os coeficientes de correlação linear de Pearson e os correspondentes valores **P** associados aos testes da hipótese de inexistência de associação linear entre as variáveis PEATE-FE e AC, por frequência, para VA.

Tabela 18 - Coeficientes de correlação linear de Pearson entre as variáveis PEATE-FE VA e AC VA por frequência (n=20 orelhas para cada frequência)

Variáveis	Frequência Hz	Coeficiente	Valor P
PEATE-FE VA x AC VA	500	0,924	< 0,001
	1000	0,946	< 0,001
	2000	0,954	< 0,001
	4000	0,932	< 0,001

Observa-se que, em todas as frequências, as correlações foram estatisticamente significantes. Na Figuras 19, são apresentados gráficos de dispersão para todos os pares de variáveis (PEATE-FE X AC). Houve uma forte correlação linear entre os pares de variáveis avaliados na VA. Vale salientar que a análise foi realizada para dez crianças (20 orelhas), porém, devido à ocorrência de resultados semelhantes entre orelhas, pôde-se observar uma sobreposição na representação dos resultados abaixo apresentados.

Figura 19 - Gráfico de dispersão, reta de regressão e coeficiente de correlação para as variáveis PEATE-FE VA e AC VA por frequência (n=20 orelhas para cada frequência)



A Tabela 19 apresenta os coeficientes de correlação linear de Pearson e os correspondentes valores **P** associados aos testes da hipótese de inexistência de associação linear entre as variáveis PEATE-FE e AC, nas quatro frequências, para a VO.

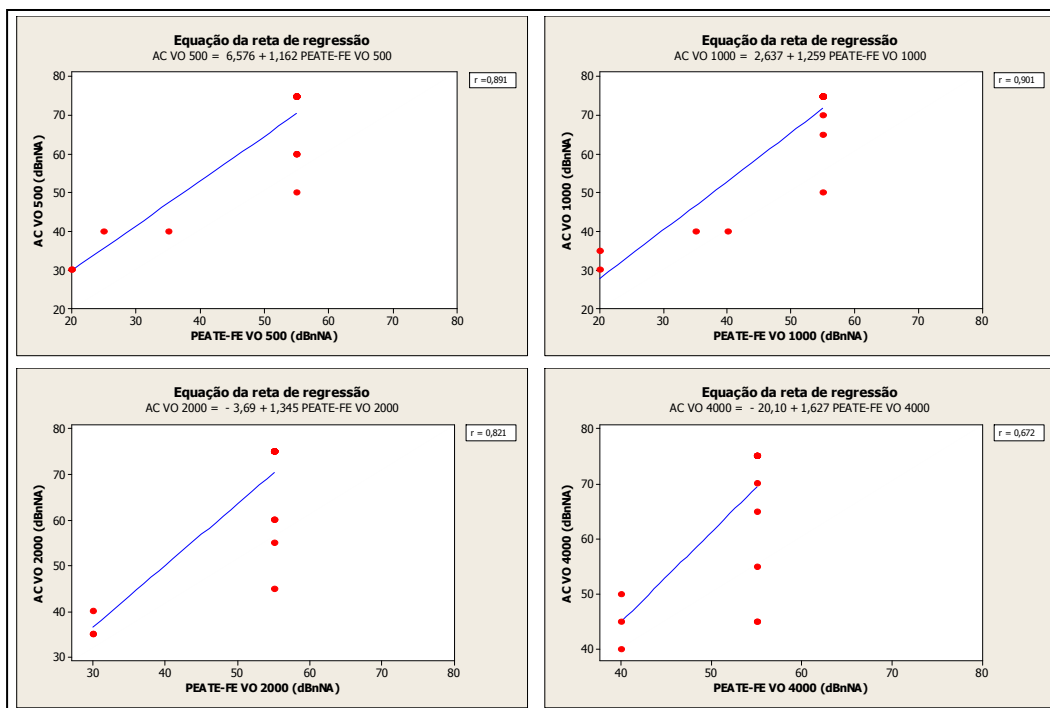
Tabela 19 - Coeficientes de correlação linear de Pearson entre as variáveis PEATE-FE VO e AC VO por frequência (n=20 orelhas para cada frequência).

Variáveis	Frequência Hz	Coeficiente	Valor P
PEATE-FE VO x AC VO	500	0,891	< 0,001
	1000	0,901	< 0,001
	2000	0,821	< 0,001
	4000	0,672	0,001

Pode-se observar que as correlações em todas as frequências foram significantes. Na Figura 20 são apresentados gráficos de dispersão para todos os pares de variáveis (PEATE-FE X AC) na VO. Assim como citado anteriormente, apesar de ser realizada análise para dez crianças (20

orelhas), houve semelhanças dos resultados entre orelhas ocasionando uma sobreposição na representação abaixo apresentada.

Figura 20 - Gráfico de dispersão, reta de regressão e coeficiente de correlação para as variáveis PEATE-FE VO e AC VO por frequência (n=20 orelhas para cada frequência)



Diferentemente da VA, a correlação linear da VO se mostrou forte nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz. Já na frequência de 4000Hz, a correlação linear foi apenas moderada.

5 DISCUSSÃO

A normatização dos valores de latência e do NMR (limiar eletrofisiológico) nas diferentes faixas etárias é essencial para a utilização clínica dos PEATE, inclusive no PEATE-FE, principalmente em recém-nascidos e crianças, pois se trata de um procedimento que, em conjunto com as EOA e a Timpanometria, define a configuração, o grau e o tipo da perda auditiva.

Assim, para definir os parâmetros, ou seja, os valores considerados como normais para a interpretação clínica dos resultados no diagnóstico audiológico por meio dos PEATE-FE, optou-se neste estudo por avaliar, em um primeiro momento, recém-nascidos com audição normal (Grupo I). Foram determinados então os valores de latência em função da intensidade e a presença da onda V até 20 dBnNA. Avaliou-se, também, um grupo de crianças com perda auditiva sensorioneural (Grupo II) aptas a responder à avaliação comportamental, com o intuito de verificar se o PEATE-FE foi capaz de prever o *status* auditivo de cada criança.

Nesta seção, são discutidos os principais aspectos apresentados no capítulo de resultados, iniciando-se pelo Grupo I e, posteriormente, abordando-se o Grupo II.

5.1 Grupo I (recém-nascidos com audição normal)

Para este grupo, primeiramente foi avaliada a presença da onda V até a intensidade de 20 dBnNA e, em seguida, o tempo de latência (ms) de aparecimento dessa onda em função da intensidade, para VA e VO.

A seguir são discutidos os resultados obtidos para as quatro frequências estudadas (500, 1000, 2000 e 4000 Hz).

5.1.1 Presença de onda V

5.1.1.1 Via aérea

Com relação à intensidade de aparecimento da onda V na **frequência de 500 Hz**, 100% das orelhas investigadas apresentaram resposta somente até a intensidade de 30 dBnNA, por VA, achado que está de acordo com Stapells et al. (1995), Rance et al. (2006), Ribeiro e Carvalho (2008), Vander Werff et al. (2009) e Almeida et al. (2010). Os NMR médios registrados por esses autores não diferiram de 10 dB dos encontrados no presente estudo.

Já na meta-análise de Stapells (2000) e no estudo de Lee et al. (2007), os NMR médios encontrados foram menores, 19,6 e 18,4 dBnNA, respectivamente. Porém, Lee et al. (2007) sugeriram como padrão de normalidade a intensidade de 30 dBnNA. Os NMR da frequência de 500 Hz sempre se mostram mais elevados quando comparados às demais frequências, mas sabe-se que a morfologia da onda V para a frequência de 500 Hz não é tão bem definida, além de ser mais contaminada pelo ruído, podendo interferir na visualização da resposta em fracas intensidades (Hawes e Greenberg, 1981 e Almeida et al., 2010).

Na **frequência de 1000 Hz**, apenas uma criança em uma orelha apresentou resposta em 30 dBnNA, as demais, 11 (91,66%) orelhas, obtiveram resposta na intensidade de 20 dBnNA. Na literatura estudada, houve variação com relação ao NMR nesta frequência. Na meta-análise realizada por Stapells (2000), no estudo de Lee et al. (2007) e no de Wander Werff et al. (2009) foram observados NMR menores do que 20 dBnNA; porém, vale ressaltar que, no presente estudo, a intensidade mínima

pesquisada foi até 20dBnNA. No estudo de Araújo (2004), o NMR médio encontrado foi de 35 dBnNA e no de Almeida (2010), de 25 dBnNA.

Para a **frequência de 2000 Hz**, todas as orelhas apresentaram respostas bem definidas na intensidade mínima pesquisada, ou seja, 20 dBnNA. Os estudos de Stapells et al. (1995), Stapells (2000), Lee et al. (2007), Vander Werff et al. (2009) e Almeida et al. (2010) apresentaram NMR inferiores a 20 dBnNA. Porto (2009) encontrou NMR médio de 32.5 para orelha direita e 32.2 para a esquerda, justificando tais resultados por diferenças metodológicas, tais como: falta de juízes experientes na marcação da onda V, utilização de poucos estímulos e uso de fones supra-aurais e não de inserção, como na maioria dos estudos.

Da mesma forma como ocorreu em 2000Hz, na **frequência de 4000 Hz** todas as orelhas obtiveram resposta na intensidade de 20 dBnNA. Esta frequência foi recentemente recomendada por Stevens (2011) para iniciar o diagnóstico audiológico. Nesta mesma diretriz, o autor sugere que o fator de correção é igual a 0dBnNA, mostrando, assim, uma maior acurácia do limiar eletrofisiológico. Os NMR encontrados na literatura para 4000 Hz mostram respostas em intensidades menores de 20 dBnNA (Stapells et al., 1995; Stapells, 2000; Rance et al., 2006; Lee et al., 2007; Ribeiro e Carvalho, 2008; Almeida et al., 2010). Porém, vale ressaltar que, na presente pesquisa, os recém-nascidos estavam em sono natural e não sob sedação, como ocorreu em alguns estudos citados acima; e por isso, como descrito na metodologia, a intensidade mínima pesquisada foi 20 dBnNA, para que se pudesse aproveitar o sono da criança e realizar a maior quantidade de procedimentos em apenas uma sessão.

Apesar de a pesquisa do limiar eletrofisiológico ser um procedimento que demanda tempo, principalmente nas frequências mais baixas, normalmente afetadas por ruído e com morfologia da onda V não tão bem definida, os resultados deste estudo não diferiram dos achados na literatura

e dos sugeridos por diretrizes internacionais, mostrando, assim, que a utilização do PEATE-FE, por VA, possui grande aplicabilidade.

5.1.1.2 Via óssea

Em **500 Hz**, todas as orelhas obtiveram respostas presentes em 20dBnNA para a VO, assim como sugerido por Stapells e Ruben (1989), Stapells (2002) e BCEHP (2008), que estabeleceram esta intensidade como padrão de normalidade. No estudo realizado por Kramer (1992), 100% dos sujeitos obtiveram respostas na intensidade de 30 dBnNA e 80% em 20 dBnNA; porém, vale ressaltar que foram avaliadas mulheres entre 21 e 35 anos de idade. Já Vander Werff et al. (2009) encontraram NMR em 11.3 ± 7.9 . Foxe e Stapells (1993) acreditam que é mais difícil a detecção da onda V nessa frequência quando comparada a 2000 Hz, por esta ser morfológicamente mais arredondada. Os mesmos autores ainda salientam que os NMR por VO em crianças podem ser mais elevados, uma vez que a anatomia do crânio dos adultos possui mais massa e, portanto, um maior osso temporal.

Cone-Wesson e Ramires (1997) afirmam ser fundamental a realização de 500 Hz por VO, para que se possa estabelecer a presença de fatores condutivos, uma vez que essa frequência é a mais afetada por fluídos presentes na orelha média. O NMR médio encontrado pelos autores em 500Hz foi de 52 dB re 1 μ N (-15 ± 10 dBnNA – correção sugerida para este estudo por Stapells (2011)).

Foram encontrados apenas dois estudos que avaliaram a **frequência de 1000 Hz** por VO. Recentemente, Stevens (2011) sugeriu somente a realização da VO em 2000 e 4000 Hz. Porém, no presente estudo, observou-se que todos os recém-nascidos apresentaram respostas bem definidas na intensidade de 20 dBnNA em 1000 Hz, mostrando uma linearidade nos resultados. Gorga et al. (1993) avaliaram esta frequência por

VO e observaram que os resultados no PEATE-FE eram de 10 a 20 dB mais elevados que na audiometria comportamental. Já Webb e Greenberg (1983) encontraram forte correlação entre os dois procedimentos para 1000 Hz.

No presente estudo, encontrou-se resposta em 20 dBnNA na **frequência de 2000 Hz**, em todos os recém-nascidos avaliados. Stapells e Ruben (1989) referiram que 94% das crianças que avaliaram apresentaram resposta em 30dBnNA. Para os autores, bem como para Kramer (1992) e para Stapells (2002), a intensidade de 30 dBnNA pode sugerir sensibilidade coclear normal. Fox e Stapells (1993) encontraram NMR médios de 8.46 e 13.75 dBnNA para adultos e crianças, respectivamente. Já no estudo de Vander Werff et al. (2009), os NMR médios foram de 17.4 dBnNA.

Stevens (2011) apresentou uma diretriz sugerindo a utilização da **frequência de 4000 Hz** por VO no PEATE-FE para o diagnóstico audiológico de lactentes, neonatos e crianças; porém, há pouca literatura sobre a realização de PEATE-FE nesta frequência. No presente estudo, observou-se presença de onda V até a intensidade de 20 dBnNA em todos os recém-nascidos. Cone-Wesson e Ramirez (1997) salientaram que é importante a realização 4000 Hz, pois fornece informações sobre as frequências mais altas, úteis para o diagnóstico audiológico. Stevens (2011) sugere que, como ainda não foi definida a correção para o PEATE-FE por VO em 4000 Hz, sejam subtraídos 5 dB do NMR encontrado.

Diante dos resultados do presente estudo, observa-se que a utilização do PEATE-FE por VO é viável nas quatro frequências, possibilitando, assim, a avaliação da sensibilidade coclear. Além disso, a detecção da onda V não se mostrou mais difícil em relação à VA, mesmo em fracas intensidades. A única limitação encontrada para a realização da VO foi a intensidade máxima do equipamento, que varia entre 50 e 40 dBnNA.

5.1.2 Função Latência X Intensidade

5.1.2.1 Via aérea

Com relação à função latência X intensidade, pôde-se observar que houve 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 estudada, como sugerido por Siniger et al. (1997), Ribeiro e Carvalho (2008) e Almeida et al. (2010).

Entretanto, no presente estudo não foram observadas diferenças entre as latências das frequências de 500 e 1000Hz, nas intensidades de 80 e 60 dBnNA, contrariando o esperado e descrito na literatura (Siniger et al., 1997, Ribeiro e Carvalho, 2008 e Almeida et al., 2010). Porém, Picton, Ouellette, Hamel e Smith (1979), Gorga e Thornton (1989), Stapells, Gravel, Martin (1995) e Hall (1992, 2006) salientaram que, em fortes intensidades, um estímulo breve como o *tone burst* pode evocar respostas em áreas adjacentes da cóclea, gerando energia acústica em frequências indesejadas, ou seja, que não se pretende avaliar. Assim, em intensidades elevadas não há uma especificidade de frequência do estímulo. Os autores ainda enfatizam que isso ocorre principalmente em baixas frequências (abaixo de 2000 Hz), como no presente estudo, no qual houve pouca ou nenhuma diferença entre as latências de 500 e 1000 Hz nas intensidades de 80 e 60 dBnNA. Para que ocorra essa especificidade de frequência, os autores sugerem o uso do mascaramento ipsilateral, o qual restringe as respostas das áreas da membrana basilar que não deveriam ser estimuladas.

Outro ponto importante que pode ter interferido na latência da onda V, principalmente na frequência de 500 Hz, foi a curta duração do estímulo escolhido no presente estudo. Para essa frequência, optou-se por utilizar três ciclos com duração de seis ms. Stapells (2011) sugere a utilização de cinco ciclos com 10 ms para 500 Hz.

Para a **frequência de 500 Hz**, a latência média encontrada em 80 dBnNA foi de 8.53 ± 0.17 ms e em 30 dBnNA, de 13.73 ± 0.57 ms. Apenas Cavalcante (2010) avaliou a latência em 80 dBnNA, de forma que a média de aparecimento da onda V foi maior (crianças a termo: 11.0 ± 0.7 e pré-termo: 12.1 ± 0.3), quando comparada à do presente estudo. Com relação à intensidade de 30 dBnNA, os estudos de Kulekçi et al. (2007), Ribeiro e Carvalho (2008), Vander Werff et al. (2009) e Almeida et al. (2010) obtiveram latências médias semelhantes às encontradas neste estudo.

Na **frequência de 1000 Hz**, em 80 dBnNA, o tempo de latência foi de 8.61 ± 0.38 , sendo menor do que o observado no estudo de Araújo (2004), (9.24 ± 0.5 ms). Em 60 dBnNA, a latência da onda V assemelhou-se bastante às encontradas por Hawes e Greenberg (1981) e Araújo (2004). Para 20 dBnNA, a média foi de 12.50 ± 1.18 , apresentando-se bastante semelhante à encontrado por Davis et al. (1985) na intensidade de 15 dBnNA (12.2 ± 0.69). No estudo de Almeida et al (2010), o tempo de latência foi maior do que o observado no presente estudo (13.4 ± 1.0) para essa mesma intensidade.

As latências obtidas no presente estudo para a **frequência de 2000 Hz** assemelham-se às encontradas por Porto (2009) em todas as intensidades. A média da latência para 20 dBnNA foi de 10.44 ± 0.38 , o que corrobora com os achados de Hawes e Greenberg (1981), Vander Werff et al.(2009) e Almeida et al. (2010).

Os tempos de latência do presente estudo na **frequência de 4000 Hz** estão de acordo com os encontrados por Ribeiro e Carvalho (2008), Vander Werff et al.(2009), Almeida et al. (2010) em 20 dBnNA e aos de Vander Werff et al. (2009), Davis et al (1985) em 60 dBnNA. As latências da onda V, no estudo de Cavalcante (2010), mostraram-se mais longas em todas as intensidades, quando comparadas às encontradas neste e nos demais

estudos apresentados acima. Tal diferença pode ter ocorrido pelos diferentes parâmetros utilizados.

5.1.2.2 Via óssea

Assim como ocorreu na VA, houve um aumento de latência da onda V com a diminuição da intensidade e da frequência estudada. Novamente, nas frequências de 500 e 1000 Hz, na maior intensidade pesquisada, a latência não se comportou como o esperado; ou seja, não houve variação entre as duas frequências. Contrapondo esse achado, Gorga et al. (1993) observaram que a latência da onda V apresenta-se mais longa quanto mais baixa a frequência estudada. A mesma justificativa apresentada no subitem anterior para a VA pode ser aplicada para a VO, em que há ativação de áreas adjacentes da cóclea em fortes intensidades, gerando energia acústica em frequências indesejadas (Picton, Ouellette, Hamel e Smith, 1979; Gorga e Thornton, 1989; Stapells, Gravel, Martin, 1995; Hall, 1992 e 2006).

Os tempos de latência encontrados por Vander Werff, Prieve e Georgantas (2009), para as frequências de 500 e 2000 Hz, assemelham-se muito com os encontrados no presente estudo, em todas as intensidades. Para as frequências de 1000 e 4000 Hz, não foram encontrados estudos que analisaram o tempo de latência de aparecimento da onda V.

Pode-se observar que não houve muita variação dos tempos de latência entre os recém-nascidos, tanto na estimulação por VA quanto por VO, uma vez que os desvios padrões, para todas as frequências e intensidade estudadas, foram pequenos, mostrando, assim, uma linearidade no tempo de aparecimento da onda V.

Vale salientar que a latência é afetada pelos parâmetros escolhidos para a realização do exame, bem como pelo equipamento utilizado. Para a VO, o posicionamento e a força do transdutor ósseo também alteram o

tempo de latência da onda. Por essa razão, o vibrador ósseo precisa ser utilizado sempre na mesma posição e com a mesma força em todos os sujeitos (Fichino, Lewis e Fávero, 2007).

É de extrema importância que, antes da utilização clínica do PEATE-FE por VA e VO, o clínico normalize o equipamento com base no protocolo a ser utilizado, testando crianças e adultos e averiguando se os achados corroboram com a literatura, para estabelecer, assim, os critérios de normalidade de seu serviço. Somente assim o examinador poderá comparar os seus achados clínicos com os valores de normalidade pré-estabelecidos e determinar a existência de uma alteração auditiva, classificando-a quanto ao grau e ao tipo de perda auditiva.

5.2 Grupo II (Crianças com perda auditiva)

Para este grupo, foram comparados os achados do PEATE-FE com os da avaliação comportamental. Observou-se forte correlação entre os dois procedimentos, por VA, em todas as frequências: 0,924, 0,946, 0,954, 0,932, para 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, respectivamente. Tais achados corroboram com os de Stapells et al. (1995), Gorga et al. (2006) e Rodrigues e Lewis (2010), que encontraram correlações semelhantes as do presente estudo. Stapells (2000) referiu diferença de 5.5, 4.9, 0.6 e -8.1 dB, para 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, respectivamente, entre o PEATE-FE e a AC. Davis et al. (1986) apontaram diferença de ± 10 dB entre os dois procedimentos, porém, a consideram aceitável, podendo o PEATE-FE inferir o grau e a configuração da perda auditiva. No entanto, Werner et al. (1993) encontraram correlações moderadas, o que, segundo os autores, pode ser justificado por uma imaturidade dos sujeitos para responder à avaliação comportamental, já que fizeram parte da pesquisa crianças muito pequenas. O mesmo ocorreu no estudo de Stueve e O'Rourke (2004), que avaliaram crianças com perda auditiva e encontraram uma correlação de apenas 0.60.

Para a VO, foram encontradas fortes correlações entre o PEATE-FE e AC nas frequências de 500 ($r=0,891$), 1000 ($r=0,901$) e 2000 ($r=0,821$) e moderada para 4000 Hz ($r=0,672$). Webbe e Greenberg (1983) estudaram as frequências de 1000, 2000 e 4000 Hz por VO em adultos, e também constataram fortes correlações (0,82, 0,72 e 0,85 para 1000, 2000 e 4000 Hz, respectivamente).

Essas informações permitem inferir que os PEATE-FE, tanto por VA quanto por VO, podem ser utilizados na clínica audiológica, quando ainda não é possível obter respostas fidedignas na avaliação comportamental. Assim, uma boa estimativa do audiograma poderá ser realizada e, desta forma, auxiliar na determinação da amplificação sonora necessária para o processo de adaptação de dispositivos eletrônicos antes dos seis meses de idade.

6. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, a partir dos parâmetros e registros no equipamento utilizado, pode-se concluir que:

- 1 - Nos centros de diagnóstico audiológico que não utilizam procedimentos de sedação e/ou que o tempo para realização do PEATE-FE é curto, sugere-se que o exame seja interrompido considerando como padrão de normalidade as seguintes intensidades mínimas: 30 dBnNA para 500 Hz, 20 dBnNA para 1000 Hz, 20 dBnNA para 2000 Hz e 20dBnNA para 4000 Hz para VA; 20 dBnNA para 500Hz, 20 dBnNA para 1000 Hz, 20 dBnNA para 2000 Hz e 20 dBnNA para 4000Hz para VO.
- 2 - A latência da onda V se comporta de maneira inversamente proporcional à intensidade; ou seja, quanto mais fraca a intensidade, maior o tempo de latência. Os tempos de latência apresentados no presente estudo, tanto por condução aérea quanto por óssea, podem ser utilizados como parâmetro para interpretação clínica no diagnóstico audiológico, com o PEATE-FE nas frequências estudadas. Vale ressaltar que os tempos de latência em 500 e em 1000 podem ser similares em fortes intensidades (80 e 60 dBnNA).
- 3 - Os PEATE-FE estimaram a audição de crianças com forte precisão, uma vez que houve boa correlação entre seus resultados e o da audiometria comportamental. Desta forma, a aplicação dos PEATE-FE possibilita a estimativa da audição em crianças de 0 a 3 anos de idade, até que possam ser determinados os limiares auditivos por meio de avaliação audiológica convencional nessa população.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida MG, Rodrigues GRI, Lewis DR. Potenciais evocados auditivos por frequência específica em lactentes com audição normal. Rev. CEFAC. 2010 [acesso em 20 fev 2011]. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462010005000064&lng=en.

ASHA - American speech-language-hearing association..Guidelines for the audiologic assessment of children from birth through 36 months of age. Asha Reports 33:37-43, 1991.

Araujo FCM. Interpretação clínica do potencial evocado auditivo de tronco encefálico na frequência específica de 1000Hz em recém nascidos. (Mestrado em Fonoaudiologia) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2004.

BCEHP – British Columbia Early Hearing Program Diagnostic Audiology Protocol., 2008 [Acesso em 07 de abr 2011]. Disponível em: <http://www.phsa.ca/AgenciesServices/Services/BCEarlyHearingPrgrs/ForProfessionals/ProtocolsStandards.htm>.

BCEHP – BC Early Hearing Program Update. 2010. [Acesso em 10 de out 2011]. Disponível em: <http://phsa.mediasite.com/mediasite/Viewer?peid=c012638823364dc58503a0f2715c73e71d>

Bevilacqua MC, Moret ALM. Abordagem auricular para crianças usuárias de implante coclear. In: Lavinsky L, editor. Tratamento em otologia. Rio de Janeiro: Revinter; 2006: 531-61.

Bussab WO; Morettin PA. Estatística Básica. São Paulo. 6ª edição. Editora Saraiva, 2009.

Cavalcante JMS. Registro dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por estímulos *click* e *tone burst* em recém- nascidos a termo e pré- termo. (Mestrado) - *Universidade de São Paulo*, 2010.

Cone-Wesson B, Ramirez GM. Hearing sensitivity in newborns estimated from ABRs to bone-conducted sounds. J. Am. Acad. Audiol. 1997; 8(5): 299-307.

Davis H, Hirsch SK, Turpin LL, Peacock ME. Threshold sensitivity and frequency specificity in auditory brainstem response audiometry. Audiology. 1985; 24: 54-70.

Davis H. Principles of electric response audiometry. Annals of Otolology, Rhinology and. Laryngology. 1976; 85(28): 1-96.

Downs MP , Yoshinaga-Itano C . The efficacy of early identification and intervention for children with hearing impairment . *Pediatr Clin North Am* . 1999;46:79–87.

Fichino SN; Lewis DR; Fávero ML. Estudo dos limiares eletrofisiológicos das vias aérea e óssea em crianças com até 2 meses de idade. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 2007;73(2):251-256.

Foxe JJ, Stapells DR. Normal Infant and Adult Auditory Brainstem Responses to Bone-Conducted Tones. *Internation Jornal of Audiology*, 1993; 32(2): 95-109.

Gravel JS. Audiologic assessment for the fitting of hearing instruments: big challenges from tiny ears. In Seewald RC. A sound foundation through early amplification: proceedings of an international conference. Edited by Richard C Seewald, National center of audiology, London Ontario Canada, 2000.

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 and Hearing*. 2006; 27(1): 60-74.

Gorga MP, Kaminski JR, Beauchaine KL, Bergman BM. A Comparison of Auditory Brain Stem Response Threshold and Latebcues Elicited by Air- and Bone-conducted Stimuli. *Ear Hear.* 1993; 14(2): 85-94.

Gorga MP, Kaminski JR, Beauchaine KA, Jesteadt W. Auditory brainstem response to tone burst in normally hearing subjects. *Jornal of speech and hearing research.* 1988; 31:87-97.

Gorga MP, Thornton AR. The choice of stimuli for ABR measurements. *Ear and Hearing.* 1980; 10:217-230.

Gorga MP, Worthington DW, Reiland JK, Beauchaine KA, Goldgar DE. Some comparasions between auditory brainsten response thresholds, latencies and the pure-tone audiogram. *Ear & Hearing.* 1985; 6:105-112.

Hall JW. Handbook of Auditory Evoked Responses. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon, 1992.

Hall JW. New Handbook for Auditory Evoked Responses. Boston: Pearson Education. 2006.

Hawes MD, Greenberg, HJ. Slow brain responses (SN10) to tone pip in normaly hearing newborns and adults. *Audiology.* 1981; 20: 113-122.

Hood LJ. Clinical Aplication of the auditory brainstem response. San Diego: Silgular Publishing Group, 1998.

Hurley RM, Hurley A, Berlin CI. Development of low frequency *tone burst* versus the *click* auditory brainstem response. Journal of the American Academy of Audiology. 2005; 16 (2): 114-121.

Hyde ML. Frequency-specific BERA in infants. The Journal of Otolaryngology. 1985; 14: 19-27.

Hyde ML. Ontario Infant Hearing Program Audiologic Assessment Protocol. Otolologic Function Unit Mount Sinai Hospital, Toronto. Version 3.1, January 2008.

Hyde ML, Matsumoto N, Alberti PW. The normative basis for *click* and frequency- specific BERA in high- risk infants. Acta Otolaryngologica (Stockh). 1987; 103: 602- 611.

Interancional Organization for Standardization (ISO). ISO 389-1: Acoustics – Reference zero for the calibration of audiometric equipment – Part 1:Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and insert earphone 1994. Geneva, 1994. 7:33.

Interancional Organization for Standardization (ISO). ISO 389-6: Acoustics – Reference zero for the calibration of audiometric equipment – Part 6:Reference hearing threshold levels for test signals of short duration 2007.

Jasper HA. The ten–twenty system of the International Federation. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 1958; 10:371–375.

Jerger JF, Maudlin L. Prediction of sensory neural hearing level from brain-stem evoked response. Archs Otol. Rhinol. Lary. 1978; 104:456-461.

Jewett DL, Romano MN, Williston JS. Human auditory evoked potentials: possible brainstem components detected on the scalp. Science. 1970; 167:1517-1518.

Joint Committee on Infant Hearing (JCIH). Position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention program. Pediatrics. 2007; 120(4): 898-921.

Kileny P. The frequency specificity of tone-pip evoked auditory brain stem responses. Ear and Hearing. 1981; 2(6): 270-275.

Kramer SJ. Frequency-specific auditory brainstem responses to bone-conducted stimuli. Audiology., 1992; 31(2):61-71.

Kulekçi S, Terlemez S, Çiprut A, Akdas F. 500Hz logon versus *click* ABR maturation. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, Istanbul. 2007;71(5):755-779.

Lee C, Hsihe T, Pan S, Hsu C. Thresholds of Tone Burst Auditory Brainstem Responses for Infants and Young Children with Normal Hearing in Taiwan. *J Formos Med Assoc.* 2007; 106 (10).

Linares AE, Costa OA, Martinez MANS. Auditory steady state response in pediatric audiology. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76(6):723-8.

Matas CG, Frazza MM, Munhoz MSL. Aplicação do potencial auditivo de tronco encefálico em audiologia pediátrica. Em: Basseto MCA, Brock R, Wajnshtein R. *Neonatologia: um convite à atuação fonoaudiológica.* São Paulo: Lovise; 1998: 301-10.

Ontario Infant Hearing Program – Audiologic assessment protocol and support documentation. 2008. [Acesso dia 27 de fev 2011]. Disponível em: <http://ihp.mtsinai.on.ca/english/HealthProfessionals.htm>

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, Smith, AD. Brainstem evoked potentials to tone pips in notched noise. *Journal of Otolaryngology.* 1979; 8:289-314.

Pinheiro JC, Bates DM. *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS.* Springer, NY, 2004.

Porto, MAA. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico – Tone Burst e Resposta Auditiva de Estado Estável em Lactentes. [Doutorado]. 2009.

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

Ribeiro FM, Carvalho RM. Tone-evoked ABR in full-term and preterm neonates with normal hearing. *International Journal of Audiology,* 2008; 47:21-28.

Rodrigues GRI, Almeida MG, Lewis DR. Potencias evocados auditivos de tronco encefálico por frequência específica e de estado estável na audiologia pediátrica: estudo de caso. *Rev SC Bras Fonoaudiologia.* 2009; 14(3):534-8.

Rodrigues GRI, Lewis DR. Threshold prediction in children with sensorineural hearing loss using the auditory steady-state response and tone-evoked auditory brain stem response. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.* 2010; 74: 540-546.

Sininger YS. Auditory brain stem response for objective measures of hearing. *Ear and hearing.* 1993; 14:23-30.

Sininger YS, Abdala C, Cone-Wesson B. Auditory threshold sensitivity of the human neonate as measured by the auditory brainstem response. *Hearing Research*. 1997; 104: 27-38.

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

Small SA, Stapells DR. Normal Brief-Tone Bone-Conduction Behavioral Thresholds using the B-71 Transducer: Three Occlusion Conditions. *J. Amer. Acad. Audiol*. 2003; 14(10): 556-562.

Stapells DR. Estimation of the pure-tone audiogram by the auditory brainstem response: a review. *Audiol Neurotol*. 1997;2(5):257-80.

Stapells DR. Thresholds estimation by the tone evoked auditory brainstem response: a literature meta-analysis. *Journal of Speech Language Pathology & Audiology*. 2000a; 24(2): 74-83.

Stapells DR. Frequency-specific evoked potential audiometry in infants. In: Seewald RC. *A sound foundation through early amplification*. Chicago, Phonak, 2000b:13-31

Stapells DR. The tone-evoked ABR: Why it's the measure of choice for young infants. *The Hearing Journal*. 2002; 55:(11).

Stapells DR. Frequency-specific threshold assessment in Young infants using the transiente ABR and the brainstem ASSR. In: Seewald RC e Tharpe AM. *Comprehensive Handbook of Pediatric*. San Diego: Plural Publishing, 2011.

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 and Hearing*, 1995; 16(4): 361-371.

Stapells DR, Oates P. Estimation of the Pure-Tone Audiogram by the Auditory Brainstem Responde: A Review. *Audiol. Neurotol* 1997; 2:257-280.

Stapells DR, Ruben RJ. Auditory Brain Ste, Responses to Bone-Conducted Tones in Infants. *Annals of Otology, Rhinology, Laryncology*. New York. 1989; 98(12).

Stevens J, e col. Newborn hearing screening and assessment: Guidelines for the early1 audiological assessment and management of babies referred from the newborn hearing screening programme. 2011: v2.5

Stueve MP, O'Rourke C. Estimation of hearing loss in children comparison of auditory steady-state response, auditory brainstem response, and behavioral test methods. *Am J Audiol*. 2003; 12:125-36.

Van Der Drift JFC, Brocaar MP, Van Zanten GA. The relation between the pure-tone audiogram and the click auditory brainstem response threshold in cochlear hearing loss. *Audiology* 1987;26:1-10.

Vander Werff KR, Prieve BA, Georgantas LM. Infant Air and Bone Conduction Tone Burst Auditory Brain Stem Responses for Classification of Hearing Loss and the Relationship to Behavioral Thresholds. *Ear & Hear*. 2009;30:(3)1-19.

Versolatto MC. Relações entre o desenvolvimento sensório motor, características individuais e desempenho na Audiometria de Reforço Visual em crianças com cinco a nove meses de idade. [Dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica; 2005.

Webb KC, Greenberg HJ. Bone-conduction masking for threshold assessment in auditory brain stem response testing, 1983;4(5):261-6.

Werner LA, Folson RC, Mancl LR. The relationship between auditory brainstem response and behavioral thresholds in normal hearing infants and adults. *Hearing Research*, 1993; 68:131-141.

Yoshinaga-Itano C, et al. Language of early- and later-identified children with hearing loss . *Pediatrics* . 1998;102:1161–1171

ANEXOS

Anexo I – Parecer do Comitê de Ética



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

Protocolo de Pesquisa nº 134/2010

Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde
 Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia
 Orientador(a): Prof.(a). Dr.(a). Dóris Ruth Lewis
 Autor(a): Natália Ramos

PARECER sobre o Protocolo de Pesquisa, em nível de Dissertação de Mestrado, intitulado *Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico por frequência específica em crianças com e sem perda auditiva*

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.

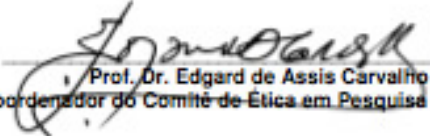
No entendimento do CEP da PUC-SP, o Projeto em questão não apresenta qualquer risco ou dano ao ser humano do ponto de vista ético.

CONCLUSÃO

Face ao parecer substanciado 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 07/06/2010, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº 134/2010.

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, 23 de setembro de 2011.


 Prof. Dr. Edgard de Assis Carvalho
 Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC-SP

Anexo II – Termo de Consentimento



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUC-SP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AO PARTICIPANTE DO ESTUDO

Seu filho está sendo convidado a participar da pesquisa que se intitula: **“Potencias Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por frequência específica em crianças com perda auditiva sensorioneural ou mista”**. Este estudo irá investigar a utilidade de um estímulo na avaliação auditiva de bebês e crianças para estimar com precisão a audição destas crianças, já que nelas não é possível realizar a avaliação auditiva convencional.

Nesta pesquisa seu filho será submetido a dois exames de audição, chamados de imitanciometria e potencial evocado auditivo de tronco encefálico por frequência específica por via aérea e por via óssea. Esses exames são realizados em sono natural e não causam riscos ou desconfortos ao seu bebê. Para a realização do exame seu filho ficará ouvindo sons suaves e sua pele será limpa com álcool, na qual serão colocados eletrodos, que são como adesivos, para registrar as respostas produzidas pelo sistema auditivo.

A avaliação completa dos testes aplicados nesta pesquisa demorará em torno de 3 a 4 horas, podendo ser necessário o retorno pré-agendado da criança para a finalização do exame. Não existem benefícios médicos diretos para o sujeito deste estudo. Porém, este exame irá contribuir para o diagnóstico mais preciso da perda auditiva da criança, podendo assim, ser protetizada com maior rapidez e eficácia.

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 pacientes e não serão divulgados dados de nenhum paciente isoladamente. O (a) Sr. (a) poderá esclarecer suas dúvidas durante toda a pesquisa com a fonoaudióloga Natália Ramos pelo telefone (054) 91834771, no endereço: Rua Borges Lagoa, 1209, apto 2409, São Paulo-SP; que, como pesquisadora responsável, compromete-se 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.

_____	____/____/____	_____	____/____/____
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 pesquisador	Data	Assinatura da testemunha	Data

Anexo III – Planilha da distribuição das frequências avaliadas para cada sujeito do GI

Neonato	Orelha	Realizou 500Hz VA+VO	Realizou 1000Hz VA+VO	Realizou 2000Hz VA+VO	Realizou 4000Hz VA+VO
1	OD		X		X
	OE		X		X
2	OD	X		X	
	OE	X		X	
3	OD	X			
	OE	X			
4	OD			X	
	OE			X	
5	OD		X		
	OE		X		
6	OD		X		X
	OE		X		X
7	OD	X			
	OE	X			
8	OD		X		
	OE		X		
9	OD			X	X
	OE			X	X
10	OD	X			
	OE	X			
11	OD		X	X	
	OE		X	X	
12	OD		X		X
	OE		X		X
13	OD	X			
	OE	X			
14	OD			X	
	OE			X	
15	OD	X			
	OE	X			
16	OD			X	
	OE			X	
17	OD				X
	OE				X
18	OD				X
	OE				X
	TOTAL	12 orelhas	12 orelhas	12 orelhas	12 orelhas