

TALITA SUNAITIS DONINI

**A UTILIZAÇÃO DO POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO
ESTÁVEL NO PROCESSO DE INDICAÇÃO DE APARELHOS DE
AMPLIFICAÇÃO SONORA INDIVIDUAL EM CRIANÇAS COM
DEFICIÊNCIA AUDITIVA**

MESTRADO EM FONOAUDIOLOGIA

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

SÃO PAULO

2007

TALITA SUNAITIS DONINI

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia

**A UTILIZAÇÃO DO POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO
ESTÁVEL NO PROCESSO DE INDICAÇÃO DE APARELHOS DE
AMPLIFICAÇÃO SONORA INDIVIDUAL EM CRIANÇAS COM
DEFICIÊNCIA AUDITIVA**

**Dissertação do Programa de
Fonoaudiologia da Pontifícia
Universidade Católica de São Paulo,
sob a orientação da Prof^a Dr^a Beatriz
C. A. C. Novaes**

São Paulo

2007

TALITA SUNAITIS DONINI

**A Utilização do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável no
Processo de Indicação de Aparelhos de Amplificação Sonora
Individual em Crianças com Deficiência Auditiva**

Presidente da Banca: Prof. Dr. _____

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. _____

Profa. Dra. _____

Profa. Dra. _____

Aprovada em: ____/____/____

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

Assinatura: _____ Local e data _____

DEDICATÓRIAS

*Este trabalho é
dedicado aos meus queridos pais, Carlos e Inês,
pelo apoio e força incondicional, por estarem
sempre ao meu lado.*

*E à equipe do
Centro Audição na Criança- DERDIC, pela
oportunidade de estarmos juntos.*

AGRADECIMENTO

***A querida professora e orientadora Beatriz
Novaes, por toda experiência compartilhada,
pela calma, disponibilidade e apoio
constantemente.***

Obrigada por todos os bons momentos divididos ao seu lado.

Obrigada por toda confiança, pelo empenho e pelo carinho.

***Obrigada pela amizade, pelos ensinamentos e por todo
amadurecimento. E ainda, por fazer com que eu me lembre...***

*“ Quando você partir, em direção a Ítaca, que sua jornada seja longa,
repleta de aventuras, plena de conhecimento (...)
(...) não perca Ítaca de vista,
pois chegar lá é o seu destino.
Mas não apresse os passos;
É melhor que a jornada demore muitos anos
E que seu barco já ancore na ilha
Quando você já tiver enriquecido
Com o que conheceu no caminho”*

Eu nunca me esquecerei deste período tão importante ao seu lado.

Obrigada, obrigada por tudo!!!

AGRADECIMENTOS

À querida orientadora Profa. Dra. **Beatriz Novaes**, por todos os conhecimentos compartilhados durante esse período, pela paciência e pela forma tão especial em orientar.

À querida professora **Angelina Nardi Martinez**, pelo companheirismo, pela calma e doçura em ensinar. Você não sabe o quanto eu agradeço por estar ao seu lado, sempre! Obrigada por todo tempo compartilhado, pelas enriquecedoras discussões, pelas palavras de incentivo e pelas sugestões na qualificação. Obrigada!

À Profa. Dra. **Kátia Alvarenga**, pela atenção e pelas valiosas sugestões na banca de qualificação. Obrigada pelas discussões e ensinamentos sobre o assunto.

Ao querido **Edward Myskiel**, por todas as dicas e ensinamentos a respeito do software utilizado neste estudo. E a querida Profa. **Linda Hood**, pelas sugestões aqui realizadas.

À Fga. **Flávia Ribeiro**, pelas sugestões na banca de pré-qualificação.

À **Gianni Naguibashi** pela cuidadosa análise dos dados estatísticos. E à **Claudia Perrota**, pela valiosa ajuda na revisão do português. Obrigada pela enorme disponibilidade e atenção.

À Profa. **Doris Ruth Lewis**, pelos ensinamentos, pelas experiências compartilhadas, pelas discussões. Obrigada!

Ao professor **Orozimbo Alves da Costa Filho**, agradeço pela oportunidade de ter sido sua aluna e por todas as sugestões e discussões a respeito deste trabalho. Muito obrigada por todas as experiências compartilhadas a respeito da audiolgia infantil.

À querida amiga **Renata de Souza Lima Figueiredo**, por ter se disponibilizado a participar deste estudo também como pesquisadora. Rezinha, sua ajuda foi muito valiosa, e estar ao seu lado foi muito especial e enriquecedor. Obrigada por todos os bons momentos compartilhados, por toda dedicação, sempre. Suas palavras de calma e ânimo fazem parte desse estudo também. E por me ensinar que “ninguém faz pesquisa sozinho, OBRIGADA!!!!

À querida professora e amiga **Beatriz Mendes**. Compartilhar esses momentos ao seu lado foi mais fácil. Obrigada pelas opiniões, pela ajuda, pelo apoio incondicional, pelo carinho...e por estar ao meu lado sempre!!!

*A minha família, simplesmente por estarem ao meu lado e fazerem parte da minha vida: aos **meus pais, Carlos e Ines**, aos meus irmãos **Camila, Daniel e Caio**. Obrigada pela paciência*

*Aos meus tios **Idamar e Amâncio**, por todo amor e carinho. Obrigada!!!*

Às queridas Clay R. Balieiro e Luisa Ficker, por todo apoio e carinho. Por todos os conhecimentos, pela experiência compartilhada e pelas palavras de incentivo. Muito obrigada!

*À Dra. **Mariana Fávero Breuel**, pela atenção, pelo carinho e por todo incentivo. Nossas breves discussões foram muito importantes pra a condução deste trabalho. Obrigada mesmo!*

*Ao **Dr. Alfredo Tabith .Jr** e à querida **Katty** pelo apoio e por entenderem meus momentos de ausência na DERDIC. Obrigada por tudo!*

*À querida amiga e fonoaudióloga **Elisabetta Radini**, pelo enorme carinho, pelo auxílio, apoio, por todas as referências, pela ajuda de sempre!MUITO OBRIGADA!*

*Às queridas fonoaudiólogas companheiras de trabalho, **Márcia Mota e Érika Laperuta**. Tenham a certeza que o carinho e a compreensão de vocês durante este período foram muitíssimo importantes. Obrigada pelos bons momentos compartilhados, pela disponibilidade constante. Agora me segurem, porque eu estou de volta, com pique total!!!!!!!*

*À Fga. **Fernanda Stávale Nicastro**, por todo apoio, carinho e incentivo. Pela força no início desta fase, pelas conversas, pelos bons momentos compartilhados. E a **Mônica Gudmom**, pela atenção, pelo enorme carinho e pela paciência. Trabalhar com essa equipe faz um bem enorme! Obrigada meninas, obrigada por tudo!*

*Aos profissionais da secretaria da DERDIC: **Suely, Cris, Fanny, Arlete, Helena, Marcelo**, e agora **Caio, Fernanda, Janaína e Priscila**. Obrigada pelo apoio, por entenderem os momentos de estresse, e por todas as vezes que me socorreram. Obrigada mesmo!*

*Ao **João**, esse amigo muito querido e tão especial. Obrigada por toda energia, pelo imenso carinho e pela ajuda sempre! Às queridas **Graça e Marilei**, pela calma, alegria e acolhimento. Obrigada por todo auxílio e paciência. Vocês são muito queridos!!!!!*

*À querida amiga e companheira **Carolina Versolatto**. Seu enorme carinho, paciência e atenção tornaram menos dolorosos e muito mais brandos os momentos de desespero. Obrigada por acreditar em mim, por todo incentivo, pela amizade. Obrigada, obrigada, obrigada!!!!*

À querida amiga **Claudia Fernanda Pollonio**, por toda disponibilidade e incentivo desde o início da desta pesquisa. Obrigada pela cuidadosa revisão, pela determinação e pela amizade. Agradeço a você e a toda família o carinho e os deliciosos momentos de convivência. Muito Obrigada!!!!!!

À **Thaís dos Santos Vilarinho Peres**. Muito obrigada pela atenção, incentivo e disponibilidade. Você é muito querida!!!! E à **Daniela Calil e Juliana Wolfenson**, por todo incentivo!

Às queridas amigas e companheiras da linha de pesquisa Audição na Criança: **Aline Amorim, Fernanda Campos, Gerissa Neiva e Mônica Scaziotta**. Pelos bons momentos compartilhados, pelo companheirismo, pela amizade, pela ajuda, pelos ombro amigo na hora do desespero. Eu agradeço pela oportunidade da convivência com cada uma de vocês durante esse período. Obrigada pela amizade, sempre!!!!

As amigas do mestrado: **Ana Claudia Fontana, Byanka Cagnacci Buzzo e Iamara Rios**. Obrigada por todos os bons momentos de alegria compartilhados e pela amizade!

À querida amiga **Elisa Hopman de Biase**, pela força e pela amizade tão especial! Obrigada por estar ao meu lado! Adoro você !!!!!

À equipe “mais querida” do CeAC: **Aline Pessoa, Bruna Marcondes, Patrícia Monteiro, Renata Padilha**, cada uma de vocês mora no meu coração. **Daniela, Lílian, Gabi, Mafe,, Silvia Fichino e Vanessa Sinelli...** Obrigada pela disponibilidade e pelo enorme carinho!!!!

As amigas queridas da Fono Puc: **Ana Lucia Vecina, Thaís Tadros, Ariane Moulin, Claudia Fernanda Tumiato, Renata Godoy, Luciana Decossau, Silvia Huvos, Lia Hoshi, Cíntia Gioielli Basso, Marielaine Martins, Carina Rahal, Karina Omae, Vanessinha Nakamura, Érika Senise**. Obrigada pelo apoio, pela amizade e por todas as alegrias compartilhadas. Obrigada mesmo!!!!!!

E finalmente a **DEUS** por estar ao meu lado sempre e possibilitar tantas coisas boas. Obrigada!!!!

LISTA DE ABREVIATURAS

- AASI** Aparelho de Amplificação Sonora Individual
- cc** dois centímetros cúbicos
- CCE** Célula Ciliada Externa
- CeAC** Centro Audição na Criança
- daPa** deca Pascal
- dB** decibel
- dBNA** decibel nível de audição
- dBNAcg** decibel nível de audição corrigido
- dBNPS** decibel nível de pressão sonora
- DERDIC** Divisão de Ensino e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação
- DSL[I/O]** *Desired Sensational Level- Input/Output*
- Hz** Hertz
- ms** milissegundo
- mV** milivolt
- OD** Orelha direita
- OE** Orelha Esquerda
- OM** Orelha média
- PEATE** Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
- PEATE-FE** Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico- Frequência Específica
- PEAEEst** Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável
- RECD** Real Ear to Coupler Difference
- TIMP** Timpanometria
- VRA** (*Visual Reinforcement Audiometry*) Audiometria de Reforço Visual

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Medida do AASI utilizado no estudo no acoplador de 2cc.- Página 4

Figura 2- Valores de saída medidos no acoplador de 2cc de acordo com os níveis de entrada - Página.35

Figura 3 -Sala da realização do PEAEst em campo livre - Página.40

Figura 4- Valores utilizados para conversão dBNA-dBNPS - Página 49

Figura 5 - Coeficientes de correlação intraclasse, segundo exames comparados e frequência - Página 49

Figura 6- Valores máximos do campo livre em dBNA e dBNPS - Página 51

Figura 7--Diagrama de dispersão entre Áudio Fone e Áudio Campo, segundo as frequências de 500, 1K, 2K e 4KHz.. Valores em dBNPS - Página 52

Figura 8- Diagrama de dispersão entre audio fone e audio campo c/ AASI, nas frequências de 500, 1K, 2K e 4KHz, sendo que os valores utilizados estão em dBNPS - Página 56

Figura 9- Diagrama de dispersão entre audiometria realizada com fone e PEAEEst realizado com fone de inserção, segundo as frequências de 500, 1K, 2K e 4KHz, sendo utilizada a unidade de medida em dBNPS para cada orelha testada - Página.59

Figura 10- Limiares obtidos no PEAEEst e audiometria, segundo as frequências testadas. - Página 61

Figura 11- Diagrama de dispersão entre PEAEEst campo c/ AASI e Audio Campo c/ AASI para as frequências de 500, 1K, 2K e 4KHz, sendo as unidades de medida em dB NPS- Página 64

Figura 12- Resultados obtidos na audiometria e PEAEEst realizados em campo livre c/ AASI conforme as frequências avaliadas, utilizando-se dB NPS - Página 66

Figura 13- Medidas resumo do PEAEEst realizado em campo livre com AASI
Página 68

Quadro 1- Protocolo de registro do PEAEEst com fones – Página 40

Quadro 2- Protocolo de registro do PEAEEst em campo livre – Página 44

RESUMO

A implantação dos programas de Triagem Auditiva Neonatal Universal têm o objetivo de promover ao diagnóstico da deficiência e a intervenção terapêutica fonoaudiológica o mais cedo possível. A seleção e adaptação de aparelhos de amplificação sonora (AASI) constituem parte importante do processo de intervenção dentro de uma perspectiva de desenvolvimento da linguagem oral.

Os dados obtidos por meio dos registros do potencial evocado auditivo de tronco encefálico com utilização dos estímulos clique e frequência específica possuem algumas limitações na obtenção do registro. Desta forma, destaca-se o uso do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEEst) como um procedimento que possibilita obter limiares eletrofisiológicos em diferentes frequências, de forma simultânea, o que reduz o tempo de teste e provê informações essenciais para a seleção e adaptação de AASI. Assim, o objetivo deste estudo foi discutir a utilização do registro do potencial evocado auditivo de estado estável em campo livre no processo de indicação de aparelhos de amplificação sonora para crianças com deficiência auditiva, como parte do conjunto dos procedimentos de verificação e validação das características prescritas..

Foram analisados os registros do PEAEEst de crianças e adolescentes usuárias de AASI atendidas pelo Serviço de Audiologia Educacional e pelo Centro Audição na Criança - DERDIC, portadores de deficiência auditiva de grau severo. Foram avaliados os resultados da audiometria tonal e potencial evocado auditivo de estado estável obtidos com fones e em campo livre com uso de amplificação. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente a fim de discutir as contribuições do uso do PEAEEst no processo de indicação de AASI de sujeitos com deficiência auditiva.

Observamos que há correlação entre os achados da audiometria tonal em campo livre e o PEAEEst obtido em campo livre com AASI. Na comparação entre os registros obtidos na audiometria tonal e PEAEEst realizados com fones observamos menor correlação. Algumas características como grau e configuração da perda auditiva pareceram interferir no registro do potencial. A utilização clínica deste procedimento pode promover informações importantes sobre as respostas da criança com uso dos aparelhos de maneira objetiva. **Palavras-Chave:** deficiência auditiva; criança; reabilitação fonoaudiológica; aparelhos de amplificação sonora individual; potencial evocado auditivo.

SUMMARY

The implementation of Universal Newborn hearing screening aims at earlier diagnosis and intervention for hearing impaired children. The use of hearing aids is one of the most important elements of the intervention process focused on the development of oral language.

Brainstem evoked auditory response - ABR using click or frequency specific tone bursts have limitations in terms of presenting the stimulus in free field. The use of Auditory Steady State Response- ASSR in early diagnosis and hearing aid evaluation has been referred in the literature and appears to be promising for obtaining minimal levels of response for children that are not able to give behavioral auditory responses, particularly aided responses in free field. The goal of the study was to discuss the responses of hearing impaired children obtained with ASSR in free field, within the different audiological procedures for verification and validation of the prescribed electroacoustic characteristics of the hearing aids.

Results on the ASSR of six children with severe hearing loss were analyzed . These children were enrolled at the Educational Audiology Program of at The Center for Hearing in Children at DERDIC- PUCSP, and were regular hearing aid users. All subjects had: pure tone audiometry and ASSR with phones and in free field aided and unaided. Correlations were obtained between different conditions in order to discuss the possible contributions of the ASSR in the evaluation of hearing aids benefit.

There was a strong correlation between the response levels obtained in the aided free field audiometry and aided free field ASSR. The correlation was weaker under the earphone condition probably due to the degree of hearing loss of the subjects that participated in the study. There seems to be a good potential for the use of free field aided responses using SSR in clinical conditions as an additional information on hearing aid benefit.

Key words: hearing impairment; children; early intervention; hearing aid; Auditory evoked responses.

Sumário

Sumário	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVO	8
3. REVISÃO DA LITERATURA	9
3.1 Amplificação e audiologia infantil: procedimentos clínicos	9
3.2 Procedimentos de verificação das características da amplificação	12
3.2 O Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável	22
4. MATERIAL E MÉTODO	30
4.1 Local de pesquisa	30
4.2 Sujeitos	30
4.3 Procedimentos	32
4.4 Material	46
4.5 Análise dos dados	47
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
Audiometria realizada com fones e audiometria realizada em campo livre sem AASI	52
Audiometria realizada em campo livre com AASI e audiometria realizada com fones de inserção	55
Audiometria realizada com fones de inserção e PEAEEst realizados com fones de inserção	58
Audiometria realizada em campo livre com AASI e PAEEst realizado em campo livre com AASI	64
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
8. ANEXO	80

1. INTRODUÇÃO

A implementação dos programas de saúde auditiva infantil tem por objetivo fornecer subsídios para a realização de ações de promoção e prevenção de questões relacionadas à perda de audição, bem como de intervenção clínico-terapêutica. Tais ações uma vez implementadas, criaram uma demanda para a clínica fonoaudiológica com o deficiente auditivo: o atendimento de bebês identificados em programas de triagem auditiva neonatal. Sabe-se que quanto mais cedo for realizado o diagnóstico, melhores serão os efeitos para a aquisição da linguagem.

Entidades internacionais como o *Joint Comittee on Infant Hearing* (JCIH, 2000) e a *American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA, 1997) recomendam que o diagnóstico da deficiência de audição ocorra até os três meses de idade, e a intervenção seja iniciada até os seis meses, com o objetivo de minimizar os prejuízos para o desenvolvimento de linguagem desses sujeitos. Porém, para que a intervenção ocorra já nesse período, é necessário obter medidas precisas e confiáveis quanto aos limiares nas diferentes frequências.

Inserida em uma proposta de desenvolvimento da linguagem oral, a intervenção fonoaudiológica, tem justamente como objetivo a aquisição e o desenvolvimento da linguagem por meio da utilização máxima da audição residual (Novaes, Balieiro, 2004).

Nessa perspectiva, o uso do aparelho de amplificação sonora (AASI) ou a decisão pelo encaminhamento para os programas de implante coclear nos casos que não se beneficiam da utilização do AASI são premissas das propostas de (re)habilitação auditiva (Figueiredo, 2004), sendo que o processo inicial da intervenção ocorre por meio da seleção e adaptação dos dispositivos de amplificação.

Tendo em vista as dificuldades e particularidades envolvidas no processo diagnóstico de bebês portadores de deficiência auditiva, bem como na intervenção terapêutica, diversos centros de reabilitação têm se organizado para acolher essa demanda, como o Centro Audição na Criança (CeAC), da linha de pesquisa Audição na Criança (PUC-SP). O delineamento das atividades realizadas por esse Centro tem o objetivo de otimizar o diagnóstico e a intervenção terapêutica, considerando a unidade entre esses dois processos. A intervenção clínica tem o objetivo de dar suporte à família na compreensão do processo diagnóstico, a fim de garantir o desenvolvimento harmônico do bebê nos primeiros meses de vida e contribuir para a melhora de condições no seu desenvolvimento lingüístico, social e educacional. Com o intuito de propiciar a intervenção e o diagnóstico o mais cedo possível, o CeAC apóia e dá o suporte necessário aos programas de triagem auditiva neonatal.

Estabelecer os parâmetros de audição de crianças tão pequenas e em desenvolvimento é um processo bastante complexo, visto que não é possível obter resultados fidedignos por meio dos métodos de avaliação que dependam das respostas desses pacientes. É o caso da audiometria, pois, antes dos seis

meses de idade, o bebê não possui maturidade cognitiva, motora e auditiva para responder ao exigido nesse exame. Neste sentido, faz-se necessário o uso de medidas eletroacústicas e eletrofisiológicas para estimar o nível mínimo de resposta da audição desses pacientes.

Alguns autores sugerem que seja realizada uma bateria de testes que abranja medidas objetivas e de observação do comportamento auditivo para as crianças que falharam nos programas de triagem auditiva. O uso desses testes combinados visa obter, com maior precisão, os níveis mínimos de resposta auditiva para que a intervenção ocorra de maneira apropriada.

Sininger (2003) recomenda o uso do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), medida do reflexo acústico para avaliar o processo maturacional da via auditiva, junto à obtenção das Emissões Otoacústicas (EOA), com a finalidade de verificar a função coclear. Para a detecção de alterações patológicas do ouvido médio, como a otite, muito comum em crianças pequenas, aponta para o uso de medidas de imitância acústica, como a timpanometria. A autora sugere ainda a possibilidade de obtenção de respostas com especificidade de frequência por meio do registro do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEEst) para que sejam obtidos com maior precisão os limiares auditivos por especificidade de frequência, mas aponta para a necessidade de estudos acerca deste registro em crianças para aplicação clínica.

No processo diagnóstico duas medidas eletrofisiológicas vêm sendo utilizadas com o objetivo de prover informações sobre a integridade neural da via auditiva periférica e a configuração audiológica desses pacientes: o potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) com o estímulo clique e com estímulo por especificidade de frequência (*tone burst*). Embora essas medidas sejam vantajosas clinicamente, pelo fato de serem técnicas objetivas, há algumas limitações.

No caso do PEATE- clique sabe-se que esse estímulo abrange uma faixa de frequência limitada. É uma técnica que fornece informações importantes sobre a condução do estímulo auditivo pela via auditiva periférica, mas não provê dados sobre a configuração audiométrica.

Na tentativa de acrescentar dados para o diagnóstico audiológico de crianças pequenas, e para a adaptação de aparelhos, têm-se utilizado junto ao PEATE-clique o PEATE com estímulo *tone burst*. Os estímulos mais utilizados para determinar os limiares e a configuração audiométrica são 500 e 1kHz. Porém, a limitação desse procedimento está no fato de o registro da onda V sofrer a interferência do registro de artefatos, o que poderia prejudicar a visualização da onda, caracterizada pela amplitude diminuída se comparada ao PEATE-clique, principalmente nas intensidades próximas do limiar (Gorga, 2004).

Nos últimos anos, têm-se discutido a aplicação clínica do PEAEEst, que pode fornecer limiares auditivos com especificidade de

freqüência, dados necessários para adaptação de aparelhos em crianças e pacientes que não podem ser avaliados por meio de técnicas que dependam de uma resposta comportamental. Trata-se de um exame complementar e de uma alternativa de avaliação para a obtenção de respostas com especificidade de freqüência, o que permite estimar com precisão a configuração e os limiares para os estímulos sonoros nessa população, dados imprescindíveis para que possa ser calculado o ajuste necessário no aparelho de amplificação.

Muitos trabalhos têm buscado dados de normatização de limiares obtidos pelo registro do PEAEEst. Do ponto de vista clínico, duas características têm sido apontadas como trazendo vantagens na avaliação de crianças pequenas: a possibilidade de registro da resposta para quatro freqüências (500Hz, 1kHz, 2kHz e 4kHz) de maneira simultânea nas duas orelhas, o que pode otimizar o tempo de avaliação e a possibilidade de poder ser realizado em campo livre, permitindo a obtenção de níveis mínimos de resposta com o uso de amplificação independente de respostas comportamentais da criança. (Picton,2002, Martinez, 2004).

De modo geral, a verificação das respostas dos aparelhos de amplificação é realizada por meio das medidas obtidas em acopladores e com microfone sonda, com o objetivo de garantir que as características prescritas estão disponíveis para a criança ao nível do meato acústico externo.

A verificação/validação dos benefícios do AASI quanto ao acesso a sons em diferentes freqüências têm sido realizada através da observação do

comportamento auditivo e da obtenção de níveis mínimos de resposta auditiva por meio do VRA (*Visual Reinforcement Audiometry* – Audiometria com uso do Reforço Visual) em campo livre com aparelhos de amplificação.

A impossibilidade da realização deste procedimento em bebês antes dos seis meses e em crianças com comprometimentos que inviabilizam a utilização desta técnica tem levado a busca de alternativas para verificação/validação envolvendo níveis mínimos de resposta auditiva que não dependam da resposta comportamental da criança, mas que forneçam informações sobre o processamento do sinal acústico.

O PEAEEst começa a ser apontado na literatura como um exame com possibilidade de contribuição de informações sobre o processo de indicação de AASI. Embora seja uma medida que ainda tem limitações no que diz respeito a calibração e correlação com outros parâmetros, pode ser um instrumento complementar no diagnóstico e na verificação do ajuste do aparelho selecionado para adaptação, uma vez que é um procedimento que permite a apresentação do estímulo em campo livre através de caixas acústicas.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi discutir a utilização do registro do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável - PEAEEst - em campo livre no processo de indicação de aparelhos de amplificação sonora para crianças com deficiência auditiva, como parte do conjunto dos procedimentos de verificação e validação das características prescritas.

Nesse sentido, visou determinar:

1. A relação entre os níveis mínimos de resposta do PEAEEst registrado em campo livre e as características eletroacústicas do AASI, analisadas comparativamente com as respostas comportamentais na audiometria tonal realizada com fones e em campo livre;

2. Discutir o potencial e as limitações da utilização desse registro na clínica, e sua utilização quando não há possibilidade de registro das respostas comportamentais.

3. Discutir implicações para outras pesquisas neste campo.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresentamos trabalhos de autores que abordam os seguintes temas: amplificação e audiologia infantil, procedimentos de verificação das características da amplificação, avaliação comportamental e avaliação eletrofisiológica. Foram então selecionados estudos que tratavam especialmente de aspectos relativos aos procedimentos de verificação e validação no processo de indicação de aparelhos para crianças com deficiência auditiva.

3.1 Amplificação e audiologia infantil: procedimentos clínicos

O objetivo da amplificação na clínica audiológica com o bebê ou a criança deficiente auditiva é fornecer de maneira segura e confortável o acesso máximo aos estímulos que constituem a informação da fala. Por esse motivo, o processo de indicação de aparelhos deve combinar uma série de procedimentos, que incluem a escolha do método prescritivo, a verificação e a validação. São, portanto, procedimentos que, de maneira individualizada, fornecem condições para a aquisição da linguagem oral de acordo com as características do sujeito avaliado (JCIH-2000).

No que se refere à escolha do tipo de amplificação, temos que o processamento do sinal pode ocorrer de maneira analógica ou digital.

Atualmente, os aparelhos que têm sido mais utilizados na clínica com a população infantil são os aparelhos digitais, que dispõem de sistemas mais sofisticados no tratamento da informação, incluindo modificações no ganho de acordo com o nível de entrada do sinal e em diferentes regiões de frequências ou canais.

Portanto, o ganho proporcionado pelo AASI pode variar, sendo possível fornecer, então, aqueles mais adequados não só para a informação da fala em intensidade média, mas também para os sons em níveis mais baixos e níveis mais altos. Assim, torna-se necessário o estabelecimento do ganho adequado para os sons nas diversas intensidades, bem como a relação entre o valor do ganho e do limite de saída máxima nas diferentes regiões de frequência, principalmente naquelas que compõem a informação da fala (Beauchaine, 2001).

Há várias maneiras de prescrever o ganho ideal de acordo com as características audiológicas do usuário de AASI. No caso de bebês e crianças pequenas, o método prescritivo indicado no processo de seleção de dispositivos de amplificação é o DSL[i/o] (Desired Sensational Level – [input/output], descrito por Seewald et al em 1995).

O DSL[i/o] calcula as relações entre o nível de entrada do sinal e a saída produzida pelo AASI considerando as informações psicoacústicas e eletroacústicas, buscando sempre o fornecimento da informação dentro dos padrões de sensação de intensidade do usuário do dispositivo (Menegoto e Iorio, 2003).

De acordo com Seewald (2000), a utilização de um protocolo adequado para a adaptação de próteses auditivas em crianças por meio do uso do método prescritivo DSL [i/o] deve compreender as seguintes etapas:

1. Medida dos limiares auditivos, utilizando-se preferencialmente dos fones de inserção;

2. Medida do RECD (*Real Ear to Coupler Difference*), ou seja, a diferença entre o nível de saída de pressão sonora proporcionado pelo aparelho no meato acústico externo da criança e o nível de saída do aparelho auditivo com o mesmo ajuste medido no acoplador de 2cc;

3. Fornecimento de todas as informações necessárias relativas ao paciente no *software* DSL [i/o] e obtenção dos parâmetros prescritos pelo programa para o ganho da prótese no acoplador de 2cc;

4. Seleção de um aparelho auditivo compatível com as características da prescrição realizada pelo programa, que deverá ocorrer de acordo com a comparação entre os dados sugeridos pelo método prescritivo e as características disponíveis no catálogo dos aparelhos auditivos, informações fornecidas pela empresa responsável pelo AASI por meio de ficha técnica.

6. Documentação dos ajustes finais e dos dados de verificação;

7. Obtenção de limiares de audibilidade com prótese auditiva e comparação dos mesmos com a prescrição específica fornecida pelo DSL [i/o];

8. Monitoramento do paciente, ou seja, reavaliações quando necessárias, incluindo o reteste dos limiares auditivos na audiometria em campo livre com uso dos aparelhos de amplificação, e da medida do RECD sempre que ocorrerem modificações no molde, especificamente no caso de bebês e crianças pequenas usuárias de AASI.

Desta forma, após ter sido realizada a prescrição, seleção e adaptação do dispositivo de amplificação, são verificadas as características do AASI escolhido. Esse procedimento poderá ocorrer por meio de métodos diferentes, descritos no capítulo a seguir.

3.2 Procedimentos de verificação das características da amplificação

Existem métodos objetivos e subjetivos para verificar se as escolhas das características acústicas proporcionadas pelo AASI ao seu usuário estão de acordo com a prescrição efetuada pelo fonoaudiólogo.

Nos métodos objetivos a verificação é realizada com o uso das medidas de inserção, com microfone sonda ou das medidas realizadas em acopladores de 2cc. O objetivo dessa avaliação é a comparação das características de ganho, da saída máxima e resposta de frequência do aparelho com o que é sugerido pelo método prescritivo.

Na clínica com bebês e crianças pequenas usuárias de aparelho de amplificação utilizamos com maior frequência as mensurações em acopladores de 2cc, visto que as medidas obtidas por meio do microfone sonda são bastante difíceis de serem coletadas nessa população, e muito suscetíveis a alterações.

Já os métodos subjetivos são aqueles que dependem da resposta do sujeito avaliado. Destaca-se aqui a audiometria realizada em campo livre em duas situações diferentes: com e sem o uso do aparelho auditivo. Vale ressaltar que, no caso de crianças pequenas, essa avaliação poderá contar com respostas nem sempre confiáveis, visto que dependem da colaboração do sujeito ao exame (Beauchaine, 2001).

A seguir, ampliamos a discussão a respeito da utilização de ambos os métodos.

3.2.1 Medidas objetivas: respostas eletroacústicas - as mensurações no acoplador de 2cc

A mensuração dos AASIs em acopladores de 2cc tem como objetivo a avaliação da forma como o aparelho auditivo proporciona ao sujeito os níveis adequados e suficientes de intensidade sonora para a percepção dos sons da fala, além da verificação dos níveis apropriados ou limitações do nível de intensidade sonora dessa informação para que não ocorra desconforto com o

uso da amplificação. Pode-se garantir dessa forma o acesso à informação necessária para que ocorra o desenvolvimento da linguagem oral da melhor maneira possível (Scollie & Seewald, 2001).

Scollie & Seewald (2001) destacam que os procedimentos escolhidos nessas avaliações devem ser clinicamente válidos, eficientes e confiáveis para o clínico que os utiliza. Ou seja, não podem demandar muito tempo para a realização, devem determinar valores com acuidade para informar sobre o processamento da informação pelo AASI e os resultados obtidos deverão ser passíveis de reprodutibilidade.

Para que a verificação por meio das medidas eletroacústicas ocorra de maneira suficientemente clara e objetiva, os autores apontam ainda para a necessidade da utilização de um protocolo, que deverá conter informações sobre o modo pelo qual o AASI processa a fala e a maneira pela qual limita essa informação para que não ocorra desconforto.

Sabe-se que a o processamento do sinal e as limitações de saída são determinadas por fatores diferentes nos aparelhos auditivos. Assim, torna-se necessária a utilização de pelo menos dois testes diferentes para a avaliação - resposta de saturação ou saída máxima e resposta de ganho e espectro de freqüência do aparelho nas medidas realizadas em acopladores de 2cc (Scollie, 2001).

Stelmachowics (2000) aponta para a importância de o examinador estar atento ao estímulo que deverá ser utilizado nessas avaliações de acordo com o modo de processamento do sinal realizado pelo AASI, uma vez que o tipo

de sinal utilizado na mensuração do ganho no acoplador de 2cc poderá influenciar o resultado do teste se o aparelho estiver funcionando de forma não-linear.

A autora acrescenta que, nessas condições, dependendo do instrumento e do sinal utilizado, a medida do valor do ganho do aparelho poderá não estar de acordo com o ganho real promovido pelo AASI. Como não é claro qual seria o tipo de sinal que proporcionaria um valor mais fidedigno do ganho do aparelho para o sinal da fala, sugere o uso de sinais que simulam a situação de conversação para a obtenção dessa medida para esse tipo de AASI.

Munro e col. (2000) avaliaram a validade da utilização da mensuração no acoplador de 2cc para prever a resposta de ganho do AASI medida por meio do microfone sonda utilizando-se de transformadores acústicos adaptados para essa avaliação.

Os autores avaliaram a resposta de inserção, o RECD com fones de inserção e a resposta do microfone do aparelho para estímulo sonoro produzido em campo livre em 24 sujeitos adultos e com audição normal. Foram obtidas respostas com o uso de moldes confeccionados para os indivíduos avaliados e moldes provisórios (sondas), a fim de verificar a diferença causada pelo tipo de condutor do estímulo sonoro no estímulo utilizado para a medida.

O resultado da medida no acoplador de 2cc foi comparado ao valor obtido na resposta do ganho de inserção com o acréscimo de 5dB, valor obtido na medida do RECD de cada sujeito. Não foram observadas diferenças significativas entre a medida do RECD obtida com o molde ou com a sonda

utilizada para o teste, mas as respostas em cada um dos tipos de moldes (adaptado ou de uso temporário) foram diferentes. A medida com o molde provisório apresentou-se muito menos próxima do valor obtido no ganho de inserção do que a medida com o molde confeccionado para o indivíduo.

Por fim, as medidas obtidas em acopladores considerando o cálculo do RECD pareceram válidas quando comparadas com a resposta obtida com fones de inserção, o que aponta para a possibilidade desse cálculo para estimar a medida das características eletroacústicas do aparelho com microfone sonda.

3.1.2 Respostas comportamentais: medidas obtidas por meio da audiometria em campo livre

A verificação também pode fornecer informações sobre a efetividade da amplificação, o que pode ser alcançado com o uso de avaliações comportamentais que possibilitam prever o seu benefício funcional. Desta forma, além das medidas incluídas nos procedimentos de diagnóstico para verificar a audição residual, também podem ser realizadas medidas para verificar a performance do aparelho auditivo.

A audiometria realizada em campo livre com AASI é um procedimento subjetivo, que permite a observação das respostas comportamentais com o uso da amplificação e o estabelecimento do ganho

funcional, definido como a diferença em decibéis entre os limiares obtidos com e sem o uso da amplificação, comparados para cada uma das frequências testadas. Essas medidas passaram a ser utilizadas como procedimento clínico a partir de 1930, inicialmente nos centros de reabilitação para detectar perdas auditivas nos veteranos de guerra, durante a II Guerra Mundial. A partir da publicação de Carhart, em 1946 elas passaram a ser utilizadas como um procedimento seguro para avaliação de aparelhos de amplificação, determinando sua efetividade pela comparação dos resultados obtidos na audiometria em campo livre com e sem AASI (Matas e Iorio, 2003).

Trata-se de uma avaliação ainda muito utilizada na rotina clínica para observação do desempenho do paciente de acordo com as características da amplificação selecionada, principalmente no caso de crianças.

Seewald e col. (2001) apontam para a utilização dos limiares auditivos com AASI como uma forma de verificar a performance auditiva da criança usuária de amplificação, além de prover informação sobre o nível mínimo de detectabilidade dos sons, incluindo a informação da fala. No entanto, os autores consideram que, assim como outros procedimentos, a utilização dessa medida na clínica com o propósito de verificar a performance do AASI conta com algumas limitações.

A primeira limitação diz respeito à necessidade de uma resposta confiável do sujeito na avaliação, o que pode ser um fator de dificuldade quando se trata de crianças.

Os autores referem ainda que, mesmo quando uma resposta confiável é obtida, devemos considerar que toda faixa de abrangência de frequências do aparelho auditivo está sendo resumida às frequências testadas. Além disso, quando são utilizados somente limiares em campo livre com o AASI para a verificação, muitas de suas características eletroacústicas não podem ser quantificadas (exemplo: saída máxima). Esta poderia ser uma das maiores limitações da utilização do ganho funcional, principalmente na avaliação do desempenho do sujeito com aparelhos digitais, que dispõem de recursos mais avançados no processamento do sinal, tais como algoritmos de cancelamento da microfonia, redutores de ruído e compressão dinâmica (WDRC).

Outras limitações importantes na utilização desse procedimento referem-se ao posicionamento do sujeito na situação de avaliação, distância da caixa acústica, calibração e ruído (Seewald e col.2001).

Walker e col (1984) apontam também para a dificuldade do examinador em garantir que o posicionamento do sujeito na situação de teste seja constante, de acordo com a calibração realizada, visto que qualquer modificação na postura da cabeça poderá alterar o nível de pressão sonora (NPS) do estímulo utilizado, percebido no meato acústico externo.

Assim, a intensidade do estímulo a ser percebido varia de acordo com a distância em relação à caixa acústica. O autor refere que, para distâncias de até 0.6m, o NPS da sala de avaliação é influenciado predominantemente pelo som originado diretamente da caixa acústica. Dependendo da distância, qualquer movimentação do indivíduo poderá resultar em alterações na

percepção sonora, que podem interferir na obtenção do nível mínimo de resposta.

De acordo com esses pesquisadores, conforme ocorre o aumento da distância, poderá haver uma diminuição de até 6dB na percepção da intensidade do sinal. Nas situações em que a distância entre a caixa acústica e o posicionamento do sujeito for maior que 0.6m, poderá haver a influência de outras ondas sonoras que podem refletir e interferir no sinal, o que pode prejudicar a acuidade na percepção do estímulo. Por esse motivo, os autores indicam o uso de estímulos como o tom puro modulado em frequência (warble tone) ou ruído de banda estreita como o narrow band, a fim de evitar a presença de ondas estacionárias.

Hawkins (2004) apresentou uma análise da utilização da audiometria tonal realizada em campo livre para verificação do desempenho de pacientes que utilizam amplificação. O autor refere que as respostas obtidas nessa avaliação são de maior interesse para o clínico que atua na audiologia infantil e com pacientes que utilizam o implante coclear, mas também descreve as limitações desse procedimento. São elas: pouca confiabilidade na resposta, dificuldades de calibração do ambiente e modificações resultantes do tipo de circuito do AASI, que poderão influenciar o registro da resposta. Recomenda, então, a utilização de um procedimento que possibilite o mapeamento dos níveis de intensidade dos sinais de fala amplificados dentro da área dinâmica de audição residual dos indivíduos, além da verificação dessas respostas junto com as medidas com microfone sonda. Acrescenta ainda que o registro dos níveis

mínimos de resposta com AASI em campo livre é mais fidedigno na avaliação do benefício de aparelhos com vibradores ósseos, implantes de orelha média e implantes cocleares.

Kuk & Ludvigsen (2003) discutem sobre a utilização da audiometria em campo livre como forma de avaliação do benefício dos aparelhos de amplificação com circuitos não lineares. Os autores afirmam que o sentido desse tipo de registro é questionável, uma vez que esses dispositivos dispõem de características muito particulares. A avaliação de aparelhos com circuitos não lineares pode conter erros de interpretação se apenas essa medida for realizada.

No que se refere à observação das respostas com AASI, os autores apontam que esses registros são apenas uma resposta comportamental em um nível de percepção. Muitas variáveis influenciam a obtenção de uma resposta fidedigna do funcionamento do AASI, tais como a relação das respostas obtidas com as curvas de entrada e saída do dispositivo, razão e limiar de compressão, além do tipo de circuito dele.

No entanto, os autores ressaltam que é uma medida necessária, uma vez que o ganho do AASI mensurado em acopladores de 2cc é diferente do utilizado pelo indivíduo. Sendo assim, a observação das respostas na audiometria em campo livre seria uma medida que, no conjunto de procedimentos para avaliação do benefício do AASI, forneceria informações importantes.

Stelmachowicz (2003) discorre sobre os procedimentos utilizados na avaliação, verificação e validação da amplificação em crianças. Muitos protocolos indicados para essa população visam apenas a quantificação da amplificação sugerida. Na prática com adultos, existe uma variedade de procedimentos que podem ser realizados, tais como questionários de auto avaliação e testes de percepção de fala com AASI. No entanto, muitas das avaliações utilizadas com esses sujeitos não têm a mesma aplicabilidade na população infantil. Assim, a autora sugere um conjunto de procedimentos para a verificação do benefício do AASI em crianças, tais como medidas com microfone sonda, respostas na audiometria em campo livre com AASI e protocolos para avaliar o desenvolvimento de linguagem, além de outros métodos objetivos para verificar como a informação da fala é fornecida ao usuário de AASI.

Uma possibilidade de avaliação objetiva da resposta dos aparelhos de amplificação, além das medidas disponíveis, tais como as obtidas por meio do acoplador de 2cc e com o uso de microfones sonda, seriam as avaliações eletrofisiológicas realizadas em campo livre.

A seguir, discorreremos sobre um desses potenciais, cuja aplicabilidade vem sendo estudada para a utilização na clínica com crianças deficiente auditivas: o potencial evocado auditivo de estado estável.

3.2 O Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável

As medidas utilizadas no processo de diagnóstico para estimar o grau e a configuração da perda auditiva não são suficientes para que ocorram ajustes precisos na adaptação de aparelhos de amplificação sonora. Destaca-se, então, o uso do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEEst) como um exame rápido, objetivo e que permite estimar com precisão os limiares auditivos.

Os PEAEEst são respostas eletrofisiológicas a tons modulados em amplitude e/ou frequência, produzidas após a apresentação de um estímulo contínuo e estável ao longo do tempo, apresentadas dentro de um padrão de estimulação rápido, que contribui para a superposição do estímulo. Tal superposição gera uma resposta periódica na frequência de modulação do estímulo apresentado. As respostas podem ser registradas por eletrodos de superfície, tal como os demais potenciais evocados corticais de tronco cerebral. Os registros são realizados por meio de um método de detecção computadorizado e analisado estatisticamente, o que permite uma análise mais rápida e objetiva das respostas. Desta forma, a análise da forma de onda não ocorre de forma individual como no PEATE (Lins, 2002).

Os primeiros estudos com o potencial auditivo de estado estável utilizavam a frequência de modulação de 40HZ (Rickards & Clark, 1984;

Galambos, 1981), que caracteriza a resposta de média latência. Porém, devido ao fato de sofrer a interferência do sono e do processo de maturação, sua utilização não é indicada para sujeitos neonatos ou crianças pequenas.

Alguns estudos (Lins, 2002; Picton et al, 2002) apontam para a utilização de frequências de modulação que variam entre 80 e 110 Hz, as quais sofrem menos interferência do estado de sono/vigília ou da maturação.

De acordo com Cone Wesson et al (2002), existem poucos estudos sobre os geradores do PEAEEst que utilizam essa razão de modulação. Os autores supõem que o PEAEEst pode ocorrer com os mesmos geradores do PEATE, uma vez que os neurônios do 8º par, o núcleo coclear, o colículo inferior e o córtex auditivo são as estruturas responsáveis por gerar a resposta para estímulos modulados em frequência e amplitude.

Lins (2002) aponta para o fato de as respostas do PEAEEst, que utilizam frequências de modulação mais altas que 40Hz, serem versões de estado estável do PEATE. O autor afirma que, quando a estimulação ocorre em um ritmo entre 80 e 110Hz, as ondas V e N10 tendem a se sobrepor, constituindo, assim, a resposta de estado estável.

Em seu estudo, Herdman et al (2002) apontaram para os possíveis geradores intracerebrais das respostas de PEAEEst, utilizando estímulos com frequências moduladas em 12, 39 e 88Hz. Foram avaliados dez sujeitos com idades entre 17 e 50 anos com limiares tonais em 20 dBNA na frequência de 1000 Hz. Os autores concluíram que o cérebro é consistentemente ativo em todas as taxas de modulação e que as fontes corticais são mais ativas,

particularmente, quando a modulação ocorre em 39Hz. As respostas para os estímulos de 12Hz não mostraram muita energia nesta frequência de modulação e foi difícil a distinção dos artefatos, pois as respostas foram muito pequenas para fornecer precisamente as fontes geradoras. Já na modulação de 39Hz foi possível concluir que a resposta é gerada parcialmente no córtex auditivo e na superfície superior do lóbulo temporal. Os autores sugerem que a atividade talâmica e os circuitos talâmicos corticais podem estar envolvidos nessa resposta. Os dados coletados na utilização da modulação em 88 Hz sugerem que as respostas podem ser geradas na via auditiva. Os neurônios do núcleo coclear respondem melhor à frequência de modulação acima de 80 Hz, e o colículo inferior responde melhor à frequência entre 20 a 40Hz. Portanto, as respostas do PEAEEst em 40 e 80Hz são provenientes do colículo inferior e do núcleo coclear, respectivamente.

John e Picton (2002) apontam para o fato de que alterações na cóclea poderiam provocar uma alteração na reação das estruturas do sistema auditivo em resposta os estímulos sonoros. Desta forma, na utilização de intensidades muito elevadas, pode-se ativar outras estruturas da via auditiva periférica que não seriam diretamente responsáveis pela resposta dependendo da frequência testada. Os autores acreditam que as frequências mais graves poderiam ser mais afetadas nessa situação.

Ainda sobre a questão da obtenção de respostas, Gorga (2004) avaliou o registro do PEAEEst de indivíduos adultos com perdas auditivas de grau profundo que não apresentavam respostas nas avaliações

comportamentais. O autor comparou os registros obtidos no potencial evocado auditivo de estado estável aos achados da audiometria tonal e a resposta comportamental com o estímulo do PEAEEst. Os achados revelaram que muitos registros obtidos no potencial de estado estável constituíam, na verdade, registro de artefatos devido à super estimulação provocada pelo estímulo auditivo em intensidades muito elevadas. E, ainda, que a ausência de respostas comportamentais aos estímulos na intensidade de registros apontou para a confirmação das respostas equivocadas, sendo que pode ter ocorrido a participação de outras estruturas, que não as responsáveis pela resposta de estado estável na participação do registro.

No que se refere à utilização clínica desse potencial, Schmulian et al (2005) referem que as vantagens da utilização da medida do PEAEEst devem-se ao fato de o registro da resposta ocorrer de modo automático e também da especificidade da frequência utilizada. Além disso, a intensidade do estímulo utilizado pode prover informações de perdas auditivas severas ou até severo-profundas, além de facilitar a visualização do audiograma eletrofisiológico.

No que se refere à técnica, existem dois modos distintos de evocar a resposta, primeiramente diferenciada pelo modo de apresentação do estímulo: monoaural ou binaural.

A apresentação monoaural permite o registro de cada frequência da orelha estimulada, como no PEATE ou no PEATE por especificidade de frequência tone burst. Em 1995, Lins e Picton propuseram a utilização do

estímulo modulado em frequência e amplitude em um sinal complexo apresentado nas duas orelhas. Quando a modulação de frequências ocorre de forma diferenciada, ou seja, quando a razão de modulação difere ao menos em uma oitava para cada uma das frequências utilizadas no estímulo, diferentes regiões da cóclea podem ser estimuladas simultaneamente. O registro binaural pode ser realizado se a frequência de modulação utilizada diferir entre as orelhas.

Os autores avaliaram a utilidade da apresentação do estímulo binaural em 25 indivíduos adolescentes com perdas auditivas sensorio-neurais de diferentes graus e configurações. Os resultados foram comparados com o padrão ouro¹ da audiometria para tom puro e com o PEATE para triagem. A diferença entre os limiares encontrados no PEAEEst comparados aos limiares audiológicos foi +14, +18, +15 e +14dB nas frequências de 500, 1KHz, 2KHz e 4KHz, respectivamente. Quanto ao PEATE- frequência específica, obteve-se a diferença de +24dB no PEAEEst. Em relação aos limiares registrados no PEATE com o clique, a diferença encontrada foi de +9dB (comparados com a média dos resultados das frequências de 2 e 4KHz do PEAEEst).

No que se refere ao tempo de exame, o registro das respostas de estado estável ocorreu em média em 28 minutos, contra 24 minutos do protocolo utilizado para o PEATE.

¹ O padrão ouro refere-se à utilização do registro do PEATE para o estímulo clique e para o estímulo *tone burst* na frequência de 500Hz.

Os autores concluíram que o grau da perda auditiva não interferiu de forma significativa no exame; no entanto, a configuração da audiometria possui um efeito significativo no registro dessas respostas.

Ferraz e col. (2002), em um estudo sobre a aplicabilidade do PEAEEst numa população de sujeitos sem queixas auditivas e com limiares audiológicos dentro dos padrões de normalidade, apontam para as vantagens do uso desse procedimento para a estimativa de limiares auditivos: proximidade de registros obtidos com os limiares tonais (variam de 10 a 15 dB quando comparados aos limiares audiológicos); tempo de teste reduzido quando comparado com a realização de outros potenciais auditivos, como o PEATE, e possibilidade de obter respostas de estímulos em diferentes freqüências simultaneamente, para os ouvidos testados. Acrescentam que é um exame que preenche as lacunas entre as propriedades desejáveis do potencial evocado de tronco encefálico e das respostas dos potenciais evocados de freqüência específica com latências mais tardias, cuja excessiva dependência de condições do sistema nervoso central na obtenção de registros dificulta a avaliação. Afirmam também que o PEAEEst acrescenta informações essenciais para a escolha de uma conduta terapêutica eficaz nos casos de perda auditiva em neonatos, lactentes e pacientes que não cooperam na audiometria comportamental.

Outros estudos avaliaram a utilização do PEAEEst no processo de diagnóstico na clínica audiológica com a população infantil. Os estudos apontam para a utilização de uma razão de modulação maior (acima de 80HZ), visto que

o registro deste potencial seria menos afetado. Apontam ainda para uma relação muito próxima dos níveis mínimos de respostas obtidos em outras avaliações comportamentais. Rickards e col (1994) avaliaram o registro deste potencial e recém nascidos e apontam para a utilização deste procedimento com esta população como uma alternativa viável para avaliação audiológica e possibilidade de triagem auditiva. Os autores avaliaram o registro de 337 bebês recém nascidos com audição normal nas frequências de 500, 1,5KHz e 4KHz, modulados em amplitude e frequência. Os achados para esses estímulos revelaram um valor médio de 41,36; 24,4 e 34,5dB NA para as frequências correspondentes.

Rance e col (2005), em um estudo multicêntrico retrospectivo avaliaram o registro do PEAEEst de 285 sujeitos com audição normal, 271 com diagnóstico de perda auditiva e 19 com diagnóstico de neuropatia auditiva. Os achados obtidos foram comparados com a avaliação comportamental (audiometria). Observou-se a ocorrência de correlação entre os valores da audiometria tonal e PEAEEst para o grupo de indivíduos normais e com perdas de audição ($r = 0.96, 0.97, 0.98, 0.98$ para as frequências de 500, 1K, 2K e 4KHz com desvio padrão de 7.5, 6.6, 6.3, e 7.5 respectivamente), No grupo de sujeitos com diagnóstico de neuropatia auditiva, os valores obtidos no PEAEEST não corresponderam aos achados da avaliação comportamental. Os autores apontam para a utilização desta medida como uma avaliação válida para prover informação objetiva para crianças nos primeiros anos de vida.

Picton et al (2002) referem que as medidas obtidas por meio dos registros do PEAEEst possibilitam estimar a acuidade auditiva e habilidade de discriminação para os sons. Acrescentam que as informações desse exame, quando analisadas em conjunto com os resultados de outras avaliações, auxiliam a adaptação de AASI em crianças pequenas com deficiência auditiva, visto que com os PEAEEst é possível estimar os limiares auditivos em diferentes frequências. Desta forma, as medidas permitem calcular o ganho prescrito para a adaptação do AASI, verificar como este está amplificando os sons e como o sistema nervoso responde à estimulação recebida. Através dessa técnica é possível também obter informações sobre o processo de discriminação auditiva.

Os autores analisaram as respostas com amplificação do PEAEEst de 35 crianças usuárias de AASI e observaram que os resultados dos limiares fisiológicos foram obtidos em intensidades próximas dos limiares comportamentais para perdas de audição de grau leve a severo. A técnica se mostrou muito promissora como meio de avaliar limiares, com amplificação, de forma objetiva em sujeitos que não têm condições de responder aos testes comportamentais (Picton et al, 1998).

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1 Local de pesquisa

As avaliações foram realizadas no Centro Audição na Criança (CeAC), serviço da DERDIC, e agendadas de acordo com a disponibilidade de horários da clínica para o atendimento dos sujeitos participantes deste estudo.

4.2 Sujeitos

4.2.1 Seleção e critérios de inclusão dos sujeitos:

Tendo em vista o caráter exploratório desta pesquisa, foram selecionados sujeitos, com perda auditiva neurossensorial de grau moderado a severo, usuários de aparelhos de amplificação sonora, atendidos pelo serviço de audiologia educacional da DERDIC

A inclusão de sujeitos nesta pesquisa obedeceu aos seguintes critérios:

- Termo de autorização e consentimento livre assinado pelos pais e/ou responsáveis (Anexo II, de acordo com o protocolo Ética nº 0006/2004).
- Curvas timpanométricas tipo A, bilateralmente.

- Limiares da audiometria tonal por via aérea e em campo livre rebaixados, indicando perda auditiva neurosensorial de grau moderado ou severo.
- Usuários de AASI
- Sujeitos que apresentassem desempenho fidedigno na obtenção de limiares na audiometria comportamental, com idades que variaram de 09 a 20 anos.

4.2.2- Caracterização dos sujeitos:

Participaram deste estudo 6 sujeitos regularmente matriculados em programas de reabilitação da DERDIC. Foram avaliados os indivíduos que apresentassem limiares compatíveis com perda auditiva neurosensorial de grau moderado a severo nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz em pelo uma frequência e uma orelha. A média obtida entre os limiares avaliados foi de 85dBNA para as frequências de 500, 1 e 2KHz e 83dBNA considerando no calculo a frequência de 4KHz.

No caso dos sujeitos que apresentassem perda auditiva com mesmo grau e mesma configuração audiométrica, optamos pela avaliação de apenas uma orelha, visto que o tempo demandado para realização dos procedimentos deste estudo demandou alguns retornos. Assim, foram analisados os registros obtidos em 9 orelhas dos seis pacientes que participaram deste estudo. As idades dos participantes variaram entre 10 anos e 5 meses a 19 anos e 7meses.

Os sujeitos avaliados foram esclarecidos sobre a finalidade da pesquisa e o tipo de procedimento a ser realizado. Somente participaram da pesquisa os sujeitos cujos pais e/ou responsável autorizassem e concordassem em assinar o termo de consentimento livre esclarecido

4.3 Procedimentos

Para atender aos objetivos desta pesquisa, o delineamento metodológico envolveu quatro procedimentos, divididos em 2 fases, com o auxílio de um segundo pesquisador caracterizando desta forma um estudo duplo-cego.

O pesquisador auxiliar foi responsável pela seleção dos sujeitos e pela escolha das características do aparelho utilizado nesta pesquisa, bem como seu ajuste e mensurações no acoplador de 2cc.

O pesquisador responsável pelo estudo não teve acesso às informações do AASI selecionado, nem à configuração audiológica e limiares audiométricos dos participantes do estudo. Cada pesquisador foi responsável por uma fase do estudo, caracterizada pelos procedimentos a seguir:

Procedimentos realizados na primeira fase:

1. Avaliações dos sujeitos em cabine audiométrica: audiometria tonal com fones, audiometria tonal em campo livre com e sem AASI
2. Mensuração das características do aparelho auditivo no acoplador de 2cc.

Procedimentos realizados na segunda fase:

3. Obtenção dos registros do PEAEEst com fones e em campo livre com e sem AASI
4. Obtenção das respostas comportamentais para os estímulos utilizados no potencial evocado auditivo de estado estável com fones em campo livre com e sem AASI

4.3.1- Mensuração das características da amplificação utilizada no acoplador de 2cc.

Na primeira etapa deste estudo foram definidas as características do aparelho de amplificação utilizado pelos sujeitos para realização dos demais procedimentos.

A literatura aponta para a indicação de aparelhos de tecnologia digital para bebês e crianças pela possibilidade de controle de ruídos e precisão de ajustes. No entanto, por possuírem sistemas não-lineares de amplificação, (compressão dinâmica -WDRC), a relação estabelecida entre o nível do sinal de entrada o ganho fornecido é modificada, podendo provocar uma superestimativa do ganho real. Por este motivo optamos pela utilização de um aparelho com processamento de sinal analógico (Seewald e Scollie, 2002).

O ajuste foi determinado pelo pesquisador auxiliar, tendo como base uma perda auditiva neurossensorial de grau moderado. Foi utilizado o mesmo aparelho de amplificação para todos os participantes do estudo, independente do seu grau de perda e configuração audiológica.

Após terem sido definidas as características do aparelho selecionado e definido seu ajuste, foram obtidas as medidas no acoplador de 2cc.

Vale ressaltar que o autor deste estudo não teve acesso às características do aparelho utilizado até que fossem concluídos todos

procedimentos necessários. As medidas obtidas no acoplador de 2cc foram realizadas pelo pesquisador auxiliar e durante o registro do potencial evocado auditivo de estado estável foi utilizada uma capa de proteção para evitar que o examinador tivesse o acesso as características do aparelho auditivo.

Após ter sido realizada a prescrição do ganho e saída, foi obtida por meio da medida em acoplador de 2cc a curva de ganho e saída do aparelho ajustado para sinais de entrada em que variaram de 50 a 90 dBNPS, apresentados em escalas de variação de 5dB.

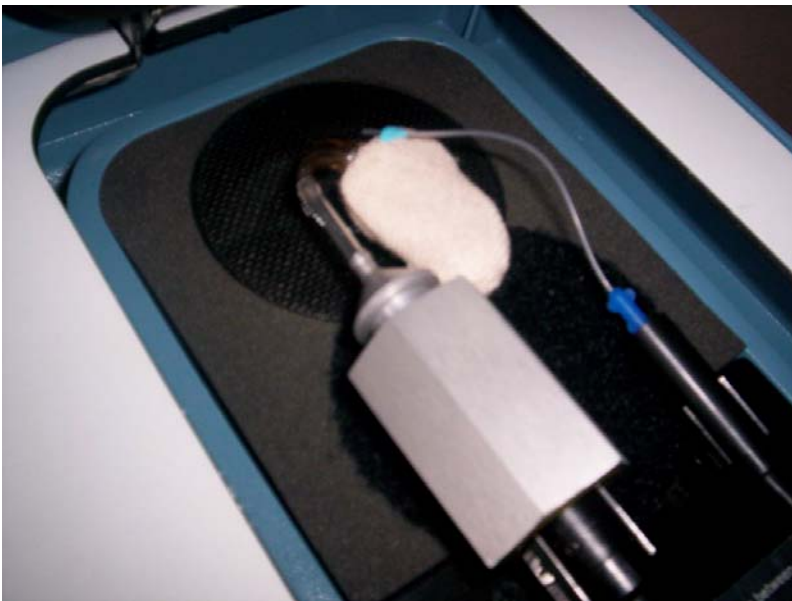


Fig. 1- Medida do AASI utilizado no estudo no acoplador de 2cc

Foi utilizado o estímulo próprio do equipamento para o controle das características da amplificação selecionada. A intensidade escolhida para esta

medida foi o valor mínimo permitido pelo equipamento para a obtenção dos registros a serem utilizados (40dB).

Os valores obtidos no acoplador para verificação das curvas de ganho e saída foram descritos em uma tabela com cada nível de intensidade de entrada utilizada para o estímulo nas frequências de 500, 1K, 2K e 4KHz, para posterior utilização na análise dos resultados.

Entradas	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
40	52.1	58.5	57.3	50.2
45	59.4	64.7	63.8	58.5
50	64.2	70.1	68.1	67
55	69.4	75.8	73.4	73.1
60	74.6	80.9	79.2	79.1
65	78.9	87.5	85.4	83.6
70	85.1	90.8	89.2	88.8
75	89.8	95.4	93.6	94.6
80	94.5	100.6	97.5	99.4
85	94.9	101.9	97.6	100.4
90	95.6	104.5	99.3	103.9

Fig.2- Valores de saída medidos no acoplador de 2cc de acordo com os níveis de entrada

Os valores da curva de saída obtidos no acoplador foram utilizados para comparação com os achados da audiometria tonal e PEAEEst realizados em campo livre, com o objetivo de estimar a resposta com fones nos dois tipos de procedimentos utilizados- audiometria tonal e PEAEEst.

4.3.2 Audiometria tonal

O exame foi realizado em uma sala acusticamente tratada, com os sujeitos posicionados em uma cadeira. Foram utilizados fones de inserção e, posteriormente, obtidos os limiares em campo livre. Nesta situação, a distancia entre a caixa acústica e o sujeito avaliado era de 40cm.

Os estímulos foram eliciados nas freqüências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz e calibrados de acordo com a norma técnica ISO/389-1 e ISO/389-2.

O estímulo utilizado foi o *warble tone*, apresentado em níveis de intensidade suficiente para a obtenção da resposta. A intensidade foi rebaixada gradativamente de 10dBNA em 10dBNA, até que fosse possível estabelecer os níveis mínimos de resposta em cada freqüência de teste para o ouvido direito e para o ouvido esquerdo.

Inicialmente os sujeitos foram avaliados bilateralmente, e no encaminhamento para a segunda fase da realização deste estudo, após a conferência dos critérios que obedeciam a inclusão nesta pesquisa, o pesquisador responsável era informado se a avaliação ocorreria de modo unilateral ou bilateral.

4.3.3 Registro do potencial evocado auditivo de estado estável com fones

Os exames foram agendados de acordo com a disponibilidade de horários dos equipamentos do CeAC. As avaliações foram realizadas em ambiente acusticamente tratado, com o objetivo de eliminar interferências do ruído ambiental.

Os sujeitos deste estudo realizaram a audiometria tonal com fones, imitanciometria, audiometria tonal em campo livre com e sem AASI. Em seguida foram encaminhados para a pesquisa dos limiares do potencial evocado auditivo de estado estável com fones e em campo livre, realizado com e sem aparelhos de amplificação.

Foi agendado um paciente por horário, visto que o tempo médio para a avaliação do PEAEEst foi de 50 minutos, excluindo o tempo de preparação para o exame e cada situação.

Os sujeitos examinados foram orientados a relaxarem ou permanecerem em estado de sono leve para a obtenção do registro do potencial, visto que o estado do sujeito avaliado influencia o teste.

Se o sujeito demonstrasse estado muito agitado, a avaliação era interrompida e reiniciada no mesmo dia ou, remarcada para outro dia, a fim de que houvesse o término do procedimento. Nos casos de necessidade de

remarcação, a timpanometria fora efetuada novamente, para evitar que alterações condutivas interferissem no exame.

Foram posicionados eletrodos na superfície facial do indivíduo para a captação das respostas do exame. A disposição adotada para colocação dos eletrodos foi a seguinte: o eletrodo ativo e o terra colocado o mais próximo possível da posição Cz, o primeiro de referência na posição A1 e o segundo de referência na posição A2 .

Os estímulos foram apresentados em ambiente acusticamente protegido, inicialmente por meio dos fones de inserção com o estímulo calibrado de acordo com as normas técnicas determinadas pelo fabricante do equipamento. Durante o teste, os sujeitos estavam deitados em uma maca e foram orientados a permanecerem relaxados.

Os registros foram obtidos por meio dos níveis mínimos de respostas estimuladas por um sinal acústico complexo, caracterizado pelo *tone burst* nas frequências de 500, 1K, 2K e 4KHz, modulados (100% modulação de amplitude e 25 % modulação de frequência), com frequências de modulação de 77, 85, 93 e 101Hz para a orelha direita e 79, 87, 95 e 103Hz para a orelha esquerda, para cada um dos estímulos utilizados.

A presença de respostas foi calculada a partir da análise da amplitude e fase dos componentes espectrais gerados por este sinal. Também foram considerados válidos os picos de frequência correspondentes às frequências de modulação que se apresentaram estatisticamente superiores aos níveis de ruído, utilizando-se o método estatístico próprio do equipamento.

Esta análise era realizada após a apresentação de uma seqüência direta de 20 estímulos. A interrupção do exame ocorria quando observávamos que o nível do ruído elétrico estava inferior a 0.05 mV e o espectro do sinal encontrava-se acima do nível mínimo de ruído permitido pelo equipamento, ou seja, >0,05 mV, e >6.13dB comparado à intensidade do ruído nos dois canais.

Na medida em que as respostas eram confirmadas, a avaliação era interrompida e iniciada novamente com os estímulos em que não eram obtidos o registro de presença de resposta, de acordo com os critérios avaliados.

Segue abaixo o protocolo utilizado para o registro deste potencial:

PEAEEst - Fones de inserção		
Preparação	<i>Posicionamento dos eletrodos</i>	Cz(Ativo), A1 (Refer1), A2 (Refer2) (terra abaixo de Cz)
	<i>Transdutor:</i>	fones de inserção
	<i>Posição do sujeito</i>	deitado na maca
Estímulo	<i>Estímulo</i>	<i>toneburst</i> modulado
	<i>Frequências</i>	500-1KHz-2KHz-4KHz
	<i>Razão de modulação</i>	100% AM; 25% FM
	<i>Frequências de modulação</i>	77,85,93,101Hz (OD); 79,87,95,103Hz (OE)
	<i>Modo de apresentação</i>	multifrequencial, binaural
	<i>Número mínimo de estímulos</i>	120 sweeps
	<i>Número máximo de estímulos</i>	400 sweeps
	<i>Intensidade inicial</i>	80dBNPS
	<i>Intensidade máxima</i>	12dBNPS
	<i>Escala</i>	10
Registro da resposta	<i>SNR</i>	>6.13dB
	<i>SNR Side-bins</i>	>6.13dB
	<i>Amplitude do sinal</i>	>0.125mV
	<i>Amplitude do ruído</i>	< 0.05mV
	<i>Resposta (p:S/R)</i>	p>0.05

Quadro 1- Protocolo de registro do PEAEEst com fones

4.3.4 Registro do potencial evocado auditivo de estado estável em campo livre

O posicionamento dos eletrodos e a preparação para o exame obedeceram aos mesmos procedimentos adotados para a obtenção deste registro na situação com fones de inserção.

Os estímulos foram apresentados em ambiente acusticamente protegido em campo livre através de duas caixas acústicas calibradas de acordo com as normas técnicas determinadas pelo fabricante do equipamento. Durante o teste, os sujeitos estavam deitados em uma maca e também foram orientados a permanecerem relaxados ou em estado de sono leve.

A distância entre a fonte do estímulo sonoro e o receptor pra o registro em campo foi de 40cm, a 90° azimute.



Fig- 3- sala da realização do PEAEst em campo livre

O nível do sinal de entrada em campo livre para obtenção de respostas foi de 40dBNPS e, em seguida, a intensidade foi acrescida de 10 em 10dB. Se necessário, de 05 em 05dB até precisar os níveis mínimos de resposta.

A escolha pela apresentação do sinal de maneira crescente ocorreu devido ao fato de observarmos em estudos preliminares que este tipo de apresentação facilitou a obtenção do registro deste potencial em campo livre sem que o sujeito acorde com o estímulo.

Os registros foram obtidos com o mesmo estímulo utilizado para esta avaliação com fones. Assim, foi utilizado um sinal acústico formado pelo *toneburst* modulado para as freqüências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz, com freqüências de modulação de 77, 85, 93 e 101Hz respectivamente para a orelha direita e 79, 87, 95 e 103Hz respectivamente para a orelha esquerda, com 100% de modulação da amplitude e 25% de modulação na freqüência.

A apresentação dos estímulos ocorreu inicialmente de forma simultânea, ou seja, com o sinal formado pelas 4 freqüências, e apresentados de forma unilateral. No caso dos sujeitos que foram avaliados bilateralmente, a apresentação dos estímulos para os registros da resposta da orelha direita e orelha esquerda ocorreram de maneira separada.

O critério estabelecido para a presença de respostas foi o mesmo critério adotado para a obtenção deste registro com fones de inserção, ou seja, a

presença da resposta foi calculada a partir da análise da amplitude e fase dos componentes espectrais gerados pelo sinal comparados ao nível de ruído, por meio da análise estatística do equipamento.

Foram considerados válidos os picos de frequência correspondentes às frequências de modulação que se apresentaram estatisticamente superiores aos níveis de ruído, utilizando-se o método estatístico próprio do equipamento.

Esta análise era realizada automaticamente após a apresentação de uma seqüência direta de 20 estímulos. A interrupção do exame ocorria quando o nível do ruído elétrico estava inferior a 0.05 mV e o espectro do sinal (*tone burst* modulado) encontrava-se acima do nível mínimo de ruído permitido pelo equipamento nos dois canais. O protocolo utilizado para o registro do PEAE Est em campo livre será apresentado no quadro a seguir:

PEAEEst-Campo livre		
Preparação	<i>Posicionamento dos eletrodos</i> <i>Transdutor</i> <i>Posição do sujeito:</i>	Cz(Ativo), A1 (Refer1), A2 (Refer2) (terra abaixo de Cz) caixas acústicas deitado na maca, a 40cm dist da caixa acústica
Estímulo	<i>Estímulo</i> <i>Frequências</i> <i>Razão de modulação</i> <i>Frequências de modulação</i> <i>Modo de apresentação</i> <i>Número mínimo de estímulos</i> <i>Número máximo de estímulos</i> <i>Intensidade inicial</i> <i>Intensidade máxima</i> <i>Escala</i>	<i>toneburst</i> modulado 500-1KHz-2KHz-4KHz 100%AM; 25% FM 77,85,93,101Hz (OD); 79,87,95,103Hz (OE) multifrequencial monoaural 120 sweeps 400 sweeps 40dBNPS 70dBNPS 10
Registro da resposta	<i>SNR</i> <i>SNR Side-bins</i> <i>Amplitude do sinal</i> <i>Amplitude do ruído</i> <i>Resposta (p:S/R)</i>	>6.13dB >6.13dB >0.125mV < 0.05mV p>0.05

Quadro 2- Protocolo de registro do PEAEEst em campo livre

4.3.5. Obtenção das respostas comportamentais para os estímulos utilizados no potencial evocado auditivo de estado estável

Foram obtidas as respostas comportamentais para os estímulos de tone burst modulados nas frequências de 77, 85, 93 e 101Hz para a orelha direita e 79, 87, 95 e 103Hz para estímulos apresentados na orelha esquerda frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz apresentadas de forma separada.

A ordem dada aos participantes deste estudo neste procedimento era de que levantassem a mão ao perceberem o estímulo eliciado.

Este procedimento foi realizado em duas situações distintas: com fones de inserção e em campo livre com a utilização do aasi deste estudo pelo sujeito participante da pesquisa.

Na primeira situação, o sujeito avaliado estava sentado confortavelmente em uma cadeira de costas para o examinador.

Na situação em campo livre com o AASI o sujeito avaliado estava deitado em uma maca, numa distancia de 40cm das caixas acústicas e obedecia a mesma ordem da situação com fones. Vale ressaltar que o sujeito avaliado não tinha acesso visual ao controle do equipamento pelo examinador devido ao seu posicionamento e a distribuição espacial dos objetos na sala onde ocorreu esta avaliação.

Somente a orelha avaliada nos demais procedimentos foi estimulada para a obtenção da resposta. O nível de intensidade para o início do exame foi de 20dbNS acima do nível mínimo de resposta encontrado no registro do potencial evocado de estado estável nas situações com fones e em campo livre com aasi.

As respostas obtidas nesta avaliação foram comparadas com os limiares obtidos na audiometria tonal com fones e em campo livre e com os níveis mínimos de resposta registrados no potencial evocado de estado estável também com fones e em campo livre com o AASI.

4.4 Material

Foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Otoscópio – Mini Heine 2000
- Imitanciômetro – Interacustics AC235H
- Audiômetro: AC33 acoplado às caixas acústicas.
- Aparelho de emissões otoacústicas por estímulo transiente: ILO V6 - Otodynamics
- Aparelho de potencial evocado auditivo de estado estável: Smart EP-ASSR versão 2.05 - Intelligent Hearing Systems

- Aparelho de medida em acoplador de 2cc : Frye – Fonix FP35 Frye Hearing Instruments

Vale ressaltar que o termo de consentimento informado, fichas de registros dos exames e anamnese também foram utilizadas como material.

4.5 Análise dos dados

Os dados obtidos no registro da audiometria tonal em campo livre, potencial evocado auditivo de estado estável obtido por meio de fones de inserção e em campo livre com AASI foram comparados e analisados estatisticamente.

Foi estimado o coeficiente de correlação intraclass (Fleiss, 1981), com o objetivo de verificar se para um mesmo indivíduo as medidas obtidas nos diferentes exames foram reprodutivas (semelhantes). De acordo com a literatura, uma boa reprodutibilidade ocorre se os valores destes coeficientes apresentarem-se maiores que 0,60.

Assim, foram obtidas as estimativas deste coeficiente numa comparação entre pares para cada um dos exames realizados, organizados da seguinte forma:

- Audiometria realizada em campo livre sem AASI e Audiometria realizada com fones de inserção;

- Audiometria realizada em campo livre com AASI e Audiometria realizada em campo livre sem AASI
- Audiometria realizada com fones de inserção e PEAEEst realizado com fones de inserção.
- Audiometria realizada em campo livre com AASI e PEAEEst realizado em campo com AASI
- PEAEEst realizado em campo livre com AASI e PEAEEst realizado com fones de inserção.

Posteriormente os dados obtidos foram organizados em um diagrama de dispersão, para que fosse possível uma análise comparativa das tendências de distribuição dos limiares em cada procedimento.

Esta análise visou subsidiar a discussão da aplicabilidade do PEAEEst como instrumento integrante do processo de indicação de AASI em crianças com deficiência auditiva, e sua contribuição nos procedimentos de verificação e validação das características prescritas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo verificar o potencial do registro do PEAEEst em campo livre para verificação/validação da amplificação utilizada por sujeitos portadores de deficiência auditiva com perdas neurossensoriais de grau moderado a severo. E também observar como essas medidas poderiam contribuir clinicamente para a avaliação do AASI no conjunto dos outros procedimentos disponíveis para esta avaliação. Como o registro do PEAEEst ainda não faz parte da rotina clínica no diagnóstico da deficiência auditiva, as etapas para realização do estudo corresponderam àquelas necessárias em pesquisas de caráter exploratório.

Os dados obtidos nos registros das avaliações realizadas foram analisados estatisticamente por meio da estimativa do coeficiente de correlação intraclasse (Fleiss, 1981), com o objetivo de verificar se para um mesmo indivíduo as medidas obtidas nos exames realizados foram reprodutivas. De acordo com a literatura, uma boa reprodutibilidade ocorre se os valores desses coeficientes apresentarem-se maiores que 0,60.

Todos os registros foram comparados em decibel-nível de pressão sonora (dBNPS). As respostas obtidas na audiometria em decibel-nível de audição (dBNA) foram transformadas em dBNPS de acordo com os valores apresentados por Santos (2005), conforme a tabela abaixo:

	500	1KHz	2KHz	4KHz
dBNPS	+13	+7	+11	+10

Fig.4- valores utilizados para conversão dBNA-dBNPS.

Assim, foram estimados os coeficientes de correlação para os diferentes exames comparados, nas frequências avaliadas nos procedimentos deste estudo, de acordo com a figura 5:

Exames comparados	Frequência			
	500	1K	2K	4K
Audio campo sem AASI e Audio fone	0,8492	0,8936	0,9328	0,9571
Audio campo c/ AASI e Audio campo sem AASI	0,8952	0,8879	0,8359	0,8534
Áudio campo c/ AASI e Audio fone	0,9942	0,8936	0,9328	0,9571
Áudio fone e PEAEEst fone	0,8000	0,7263	0,2044	0,7315
Audio campo c/ AASI e PEAEEst campo c/ AASI	0,6074	0,7452	0,7070	0,4810
PEAEEst campo c/ AASI e PEAEEst fone	0,4883	0,7948	-0,0930	0,4912
Audio fone e PEAEEst-Comport fone	0,6612	0,4834	0,6918	0,5298
PEAEEst fone e PEAEEst-Comport fone	-0,0295	0,5842	0,1637	0,6377
Audio campo c/ AASI e PEAEEst- Comport campo c/ AASI	0,4969	0,5440	0,2555	0,3264
PEAEEst campo c/ AASI e PEAEEst-Comport c/ AASI	0,5463	0,4308	0,1692	0,2827
PEAEEst campo c/ AASI e PEAEEst-Comport fone	0,5572	0,2920	0,2551	0,2597

Figura 5- Coeficientes de correlação intraclasse, segundo exames comparados e frequência.

Legenda: Os valores destacados em vermelho são os valores que apresentaram índice de correlação > 0.60 de acordo com Fleiss (1981).

Numa primeira inspeção das correlações, observamos que as medidas audiométricas obtidas tanto por meio do uso do fone como em campo

apresentaram melhores coeficientes, uma vez que envolveram limiares obtidos em procedimentos nos quais a calibração é estabelecida através de medidas objetivas. A audiometria obtida com fones de inserção foi tomada como representativa dos limiares dos sujeitos.

Os limiares obtidos nos procedimentos que envolviam as respostas comportamentais para o estímulo do PEAEEst com fones ou em campo apresentaram baixa correlação com as outras medidas, principalmente devido a fatores relacionados às características do estímulo e à percepção auditiva dos sujeitos na obtenção dos limiares (Gorga, 2004; Walker, 1984).

De acordo com Gorga (2004), o estímulo utilizado para o registro do PEAEEst possui algumas características particulares, como a modulação de frequência e amplitude, o que permite maior definição e especificidade no domínio da frequência se comparado ao clique ou estímulos formados pela onda sinusoidal modulada. Havendo lesão nas regiões da cóclea que corresponda tonotopicamente às frequências estimuladas no registro, haverá alteração na percepção desse estímulo.

Acreditamos que, no presente estudo, esse fator pode ter influenciado a obtenção das respostas comportamentais e, por isso, optamos por não interpretá-las comparativamente aos outros exames.

Com o objetivo de apresentar as variações individuais observadas em cada medida, apresentamos a seguir os diagramas de dispersão para algumas das relações avaliadas.

- ***Audiometria realizada com fones e audiometria realizada em campo livre sem AASI***

A comparação entre a audiometria realizada em campo sem AASI e audiometria realizada com fones revelou um bom índice de correlação para todas as freqüências comparadas ($r > 0.60 = 0,84; 0,89; 0,93; 0,95$ para as freqüências de 500, 1K, 2K e 4KHz, respectivamente).

No entanto, vale ressaltar que alguns sujeitos não apresentaram respostas na avaliação em campo livre sem AASI, devido ao grau de perda e ao limite de intensidade de saída do campo livre no equipamento utilizado, conforme a tabela abaixo (figura 6). Sendo assim, para que os dados pudessem ser comparados, adotamos um valor estimado para o registro da resposta, somando 5dB ao valor do limite da saída disponibilizada no campo livre. Os pontos indicados no diagrama correspondem a esses valores no campo livre.

	500	1K	2K	4KHz
dB NA	90	90	90	80
dB NPS	103	97	101	90

Fig. 6- valores máximos do campo livre em dBNA e dBNPS.

Os diagramas de dispersão (figura 7) demonstram que os valores obtidos como limiares nas duas condições de avaliação (fone e campo) não são

iguais, uma vez que a característica dos transdutores utilizados para cada uma das avaliações foi diferente, o que pode ter influenciado o registro do limiar.

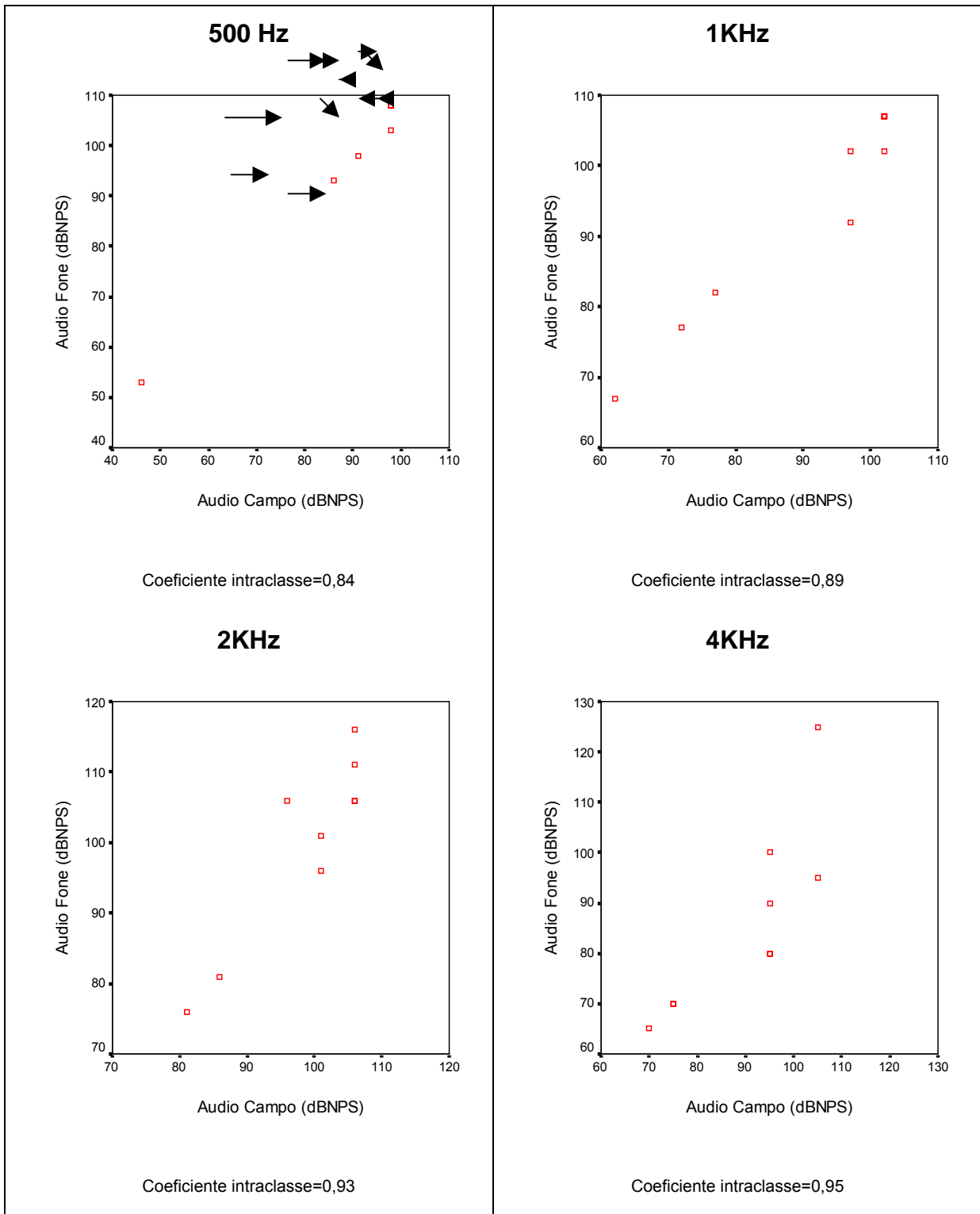


Fig 7-Diagrama de dispersão entre Áudio Fone e Áudio Campo, segundo as freqüências de 500, 1K, 2K e 4KHz.. Valores em dBNS.

Pode-se observar na figura 7 que os sujeitos que participaram da pesquisa possuíam, em sua maioria, perda auditiva de grau severo e, em algumas freqüências, profundo. Na audiometria realizada com fones, apenas dois deles apresentaram limiares compatíveis com perda auditiva de grau moderado na freqüência de 500Hz, três na freqüência de 1KHz, dois na freqüência de 2KHz e três na freqüência de 4KHz.

Na análise dessas medidas, foi possível observar que os achados são correlacionados, mas não na mesma intensidade. Na freqüência de 4KHz houve uma tendência de os sujeitos avaliados responderem melhor na pesquisa da resposta em campo livre do que na obtenção do limiar com fones.

Sabemos que as respostas auditivas obtidas em campo livre podem ser afetadas por alguns fatores dependentes das condições de avaliação, tais como posicionamento do sujeito avaliado e distância em relação à caixa acústica (Walker e col, 1984; Seewald, 2001).

Outros fatores, como a calibração e nível de ruído do ambiente, também podem influenciar o registro da resposta, conforme apontado por Hawkins (2004).

A distância adotada entre a caixa e a posição dos sujeitos avaliados neste estudo foi de 40cm. A literatura aponta para o fato de que ocorre uma diminuição importante na intensidade do sinal acústico conforme ocorre o aumento da distância (Walker, 1984). Assim, acreditamos que a variação entre

os achados obtidos por meio do uso dos fones de inserção e as respostas obtidas em campo livre ocorreu devido ao posicionamento adotado para a avaliação.

- ***Audiometria realizada em campo livre com AASI e audiometria realizada com fones de inserção***

Esta comparação foi realizada com o objetivo de verificar a relação das respostas obtidas no campo livre com AASI e os limiares obtidos com uso dos fones. Podemos observar que os achados são correlacionados para todas as frequências avaliadas ($r = 0,99; 0,89; 0,93$ e $0,95$ para as frequências de 500, 1K, 2K E 4KHz respectivamente.)

Na comparação dessas avaliações com a audiometria realizada em campo livre sem AASI e a audiometria realizada com fones, observamos que os achados estão menos dispersos (figura 8). Isso se deve à possibilidade de registro dos níveis mínimos de resposta com AASI em campo livre para todos os sujeitos avaliados.

Podemos observar na figura 8 que mesmo os indivíduos com limiares de grau profundo apresentaram respostas na avaliação em campo livre com AASI. A possibilidade de registro dessas respostas aponta para a utilização dessa medida como um instrumento de avaliação importante na verificação/validação das características do AASI e no desempenho com uso de

amplificação em sujeitos que possuem perdas de audição de grau severo/profundo (Seewald, 2001).

Vale ressaltar que a obtenção de limiares em campo livre com AASI possui algumas limitações na verificação/validação dos aparelhos de amplificação. A utilização dessa medida como instrumento de avaliação em indivíduos não provê a informação necessária sobre as características eletroacústicas do ajuste do AASI selecionado ou a informação sobre o nível exato de pressão sonora que é disponibilizado ao sujeito no meato acústico externo.

No entanto, é uma medida necessária, uma vez que o ganho do AASI mensurado em acopladores de 2cc é diferente do utilizado pelo indivíduo. Assim, a observação das respostas na audiometria em campo livre seria uma medida que, no conjunto dos procedimentos para avaliação do benefício do AASI, forneceria informações importantes (Kuk e Ludvigsen, 2003; Seewald e col. 2001).

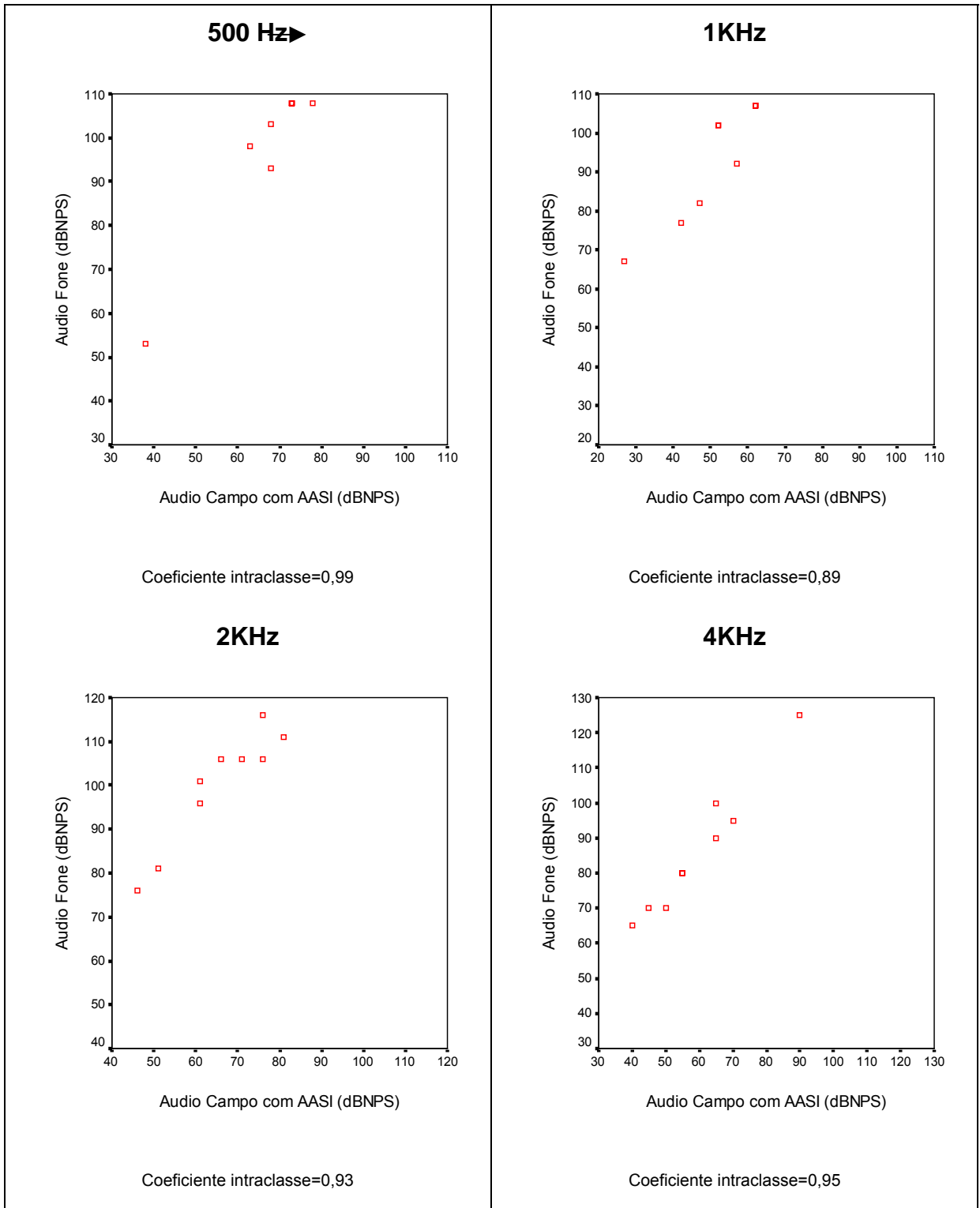


Fig 8- Diagrama de dispersão entre audio fone e audio campo c/ AASI, nas frequências de 500, 1K, 2K e 4KHz, sendo que os valores utilizados estão em dBNPS.

Apenas uma orelha avaliada não apresentou resposta na avaliação em campo livre para a frequência de 4KHz. O ponto destacado no diagrama corresponde ao valor estimado da resposta, de acordo com os valores apresentados na tabela do limite de saída do estímulo em campo livre (figura 5).

Acreditamos que isso ocorreu devido às limitações já mencionadas sobre a obtenção de respostas em campo livre com AASI.

- ***Audiometria realizada com fones de inserção e PEAEEst realizados com fones de inserção***

A comparação entre esses achados apontou para correlação nas frequências de 500 ($r = 0,80$) 1KHz ($r = 0,72$) e 4KHz ($r = 0,73$). O menor índice e a maior dispersão foram observados na frequência de 2KHz ($r = 0,20$), resultados que estão dispostos no diagrama de dispersão (figura 8).

Na frequência de 500Hz apenas um sujeito não apresentou respostas no PEAEEst obtido com uso do fone. Então, na análise dos dados para obtenção dos índices de correlação, optamos por desconsiderar esse sujeito, visto que os limiares obtidos na audiometria sugeriam que a resposta do PEAEEst poderia estar presente. É provável que a ausência de resposta no potencial para a frequência referida tenha ocorrido por uma limitação da avaliação.

Observando os limiares obtidos nos dois registros, podemos notar que os valores da audiometria tonal estiveram piores que os limiares registrados no potencial evocado de estado estável. Apenas para a frequência de 4KHz as respostas obtidas na audiometria apresentaram-se melhores do que o registro do PEAEEst (figura 9).

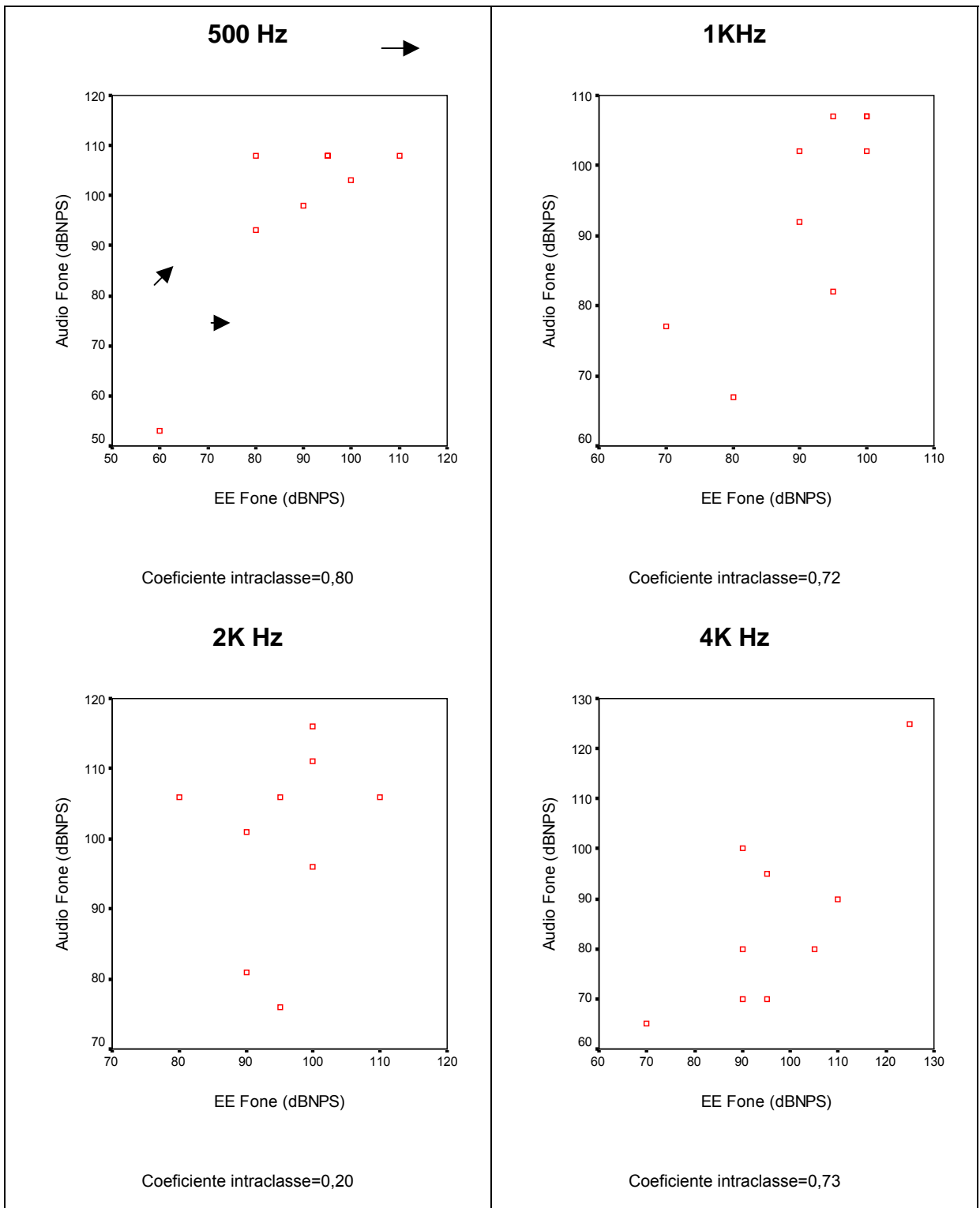


Fig 9- Diagrama de dispersão entre audiometria realizada com fone e PEAEEst realizado com fone de inserção, segundo as frequências de 500, 1K, 2K e 4KHz, sendo utilizada a unidade de medida em dBNPS para cada orelha testada.

A literatura aponta para uma relação que varia, em média, de 10 a 20dB entre as respostas obtidas na audiometria e o PEAEEst (Rickards e col., 1994; Lins, 1995; Ferraz, 2002).

Com o objetivo de observar as variações entre as duas medidas, apresentamos os resultados obtidos nessa avaliação para cada uma das medidas, comparadas por frequência, em todos os sujeitos avaliados, e a diferença observada entre o limiar obtido no PEAEEst e a audiometria tonal com fones (figura 10). Os valores destacados são os valores estimados, visto que não houve a possibilidade de obtenção de resposta na máxima intensidade permitida pelos equipamentos utilizados

Vale ressaltar que alguns fatores, como grau de perda, características do estímulo e intensidade na apresentação, podem interferir no registro de resposta do potencial evocado auditivo de estado estável.

Alguns autores apontam para a diferença na correlação entre os achados do PEAEEst comparados às respostas comportamentais obtidas na audiometria entre indivíduos com audição normal e indivíduos com perda auditiva. Na literatura, encontramos que a correlação entre os achados é melhor para os indivíduos com perda auditiva, fenômeno que provavelmente acontece devido ao recrutamento, uma vez que os estímulos em intensidades mais próximas ao limiar seriam mais fáceis de ser reconhecidos quando comparados a sujeitos com audição normal (Picton e col, 1998).

No que se refere ao desvio padrão entre essas comparações, temos que ele também poderá variar dependendo do grau da perda, sendo

menor para perdas auditivas moderadas e severas e maior para perdas leves ou profundas (Picton e col, 2002).

Outros estudos apontam para a influência da intensidade do estímulo no registro, que pode variar de acordo com a frequência

. 500 Hz				1KHz			
	Audio Fone	PEAEEst Fone	Difer		Audio Fone	PEAEEst Fone	Difer
a	53	60	7	a	67	80	13
b	78	125	47	b	77	70	-7
c	93	80	-13	c	82	95	13
d	98	90	-8	d	102	90	-12
e	103	100	-3	e	92	90	-2
f	108	80	-28	f	107	100	-7
g	108	110	2	g	102	100	-2
h	108	95	-13	h	107	100	-7
i	108	95	-13	i	107	95	-12
2KHz				4KHz			
	Audio Fone	PEAEEst Fone	Difer		Audio Fone	PEAEEst Fone	Difer
a	116	100	-16	a	125	125	0
b	76	95	19	b	70	95	25
c	81	90	9	c	65	70	5
d	111	100	-11	d	80	105	25
e	96	100	4	e	70	90	20
f	106	80	-26	f	100	90	-10
g	101	90	-11	g	80	90	10
h	106	110	4	h	90	110	20
i	106	95	-11	i	95	95	0

Fig.10- Limiares obtidos no PEAEEst e audiometria, segundo as frequências testadas.

Lins e col (1995) observaram um aumento mais rápido na amplitude da resposta para a apresentação do estímulo do PEAEEst em intensidades acima de 70dB SPL. Essa diferença na amplitude do registro foi maior para as frequências mais graves quando comparadas às frequências agudas. O autor aponta para o fato de que ocorre uma ativação de regiões diferentes da cóclea de acordo com a frequência. Assim, o registro do limiar nas frequências graves poderia ser afetado em intensidades mais fortes, visto que essas regiões seriam tonotopicamente maiores.

Para John e Picton (2000), a estimulação de frequências graves com modulações mais baixas provoca uma estimulação na região da membrana basilar maior que as frequências agudas. De acordo com os autores, isso poderia causar uma interferência na resposta coclear, principalmente para intensidades maiores, como se houvesse uma variação no tempo de transmissão, que poderia atenuar a amplitude do registro da resposta no PEAEEst.

Acreditamos que essas variáveis podem ter interferido no registro do PEAEEst dos sujeitos que participaram do presente estudo. Dessa forma, para a realização das comparações com as medidas obtidas no PEAEEst em campo livre, optamos por utilizar os valores da audiometria realizada em campo livre, visto que a análise desses dados comparados aos obtidos na audiometria com fones demonstrou uma boa correlação, permitindo assim essa comparação.

- ***Audiometria realizada em campo livre com AASI e PAEEst realizado em campo livre com AASI***

No que se refere à audiometria realizada em campo livre com AASI e ao PEAEEst também realizado em campo com AASI, observamos que os valores obtidos na análise das frequências de 500, 1K e 2KHz apontaram para uma boa correlação ($r = 0,60$; $0,74$ e $0,70$, respectivamente).

Nessa relação, o melhor índice de correlação ocorreu para a frequência de 1KHz, seguido pelas frequências de 2KHz e 500Hz. Já na frequência de 4KHz os resultados pareceram muito dispersos, com muita variação entre os registros obtidos.

Na análise dos resultados para todos os dados obtidos (figura 11), observamos que, do total de nove orelhas avaliadas na frequência de 4KHz, seis delas não apresentaram respostas no limite máximo de saída estabelecido para o registro das respostas em campo livre. Por esse motivo, as respostas foram estimadas e, assim, restaram poucas medidas para serem comparadas com as respostas obtidas na audiometria.

Na figura 11 apresentamos os valores obtidos para cada uma das avaliações, sendo que aqueles destacados representam os valores estimados, visto que não foi possível o registro da resposta com o AASI no limite de intensidade do campo livre no PEAEEst (70dBNPS).

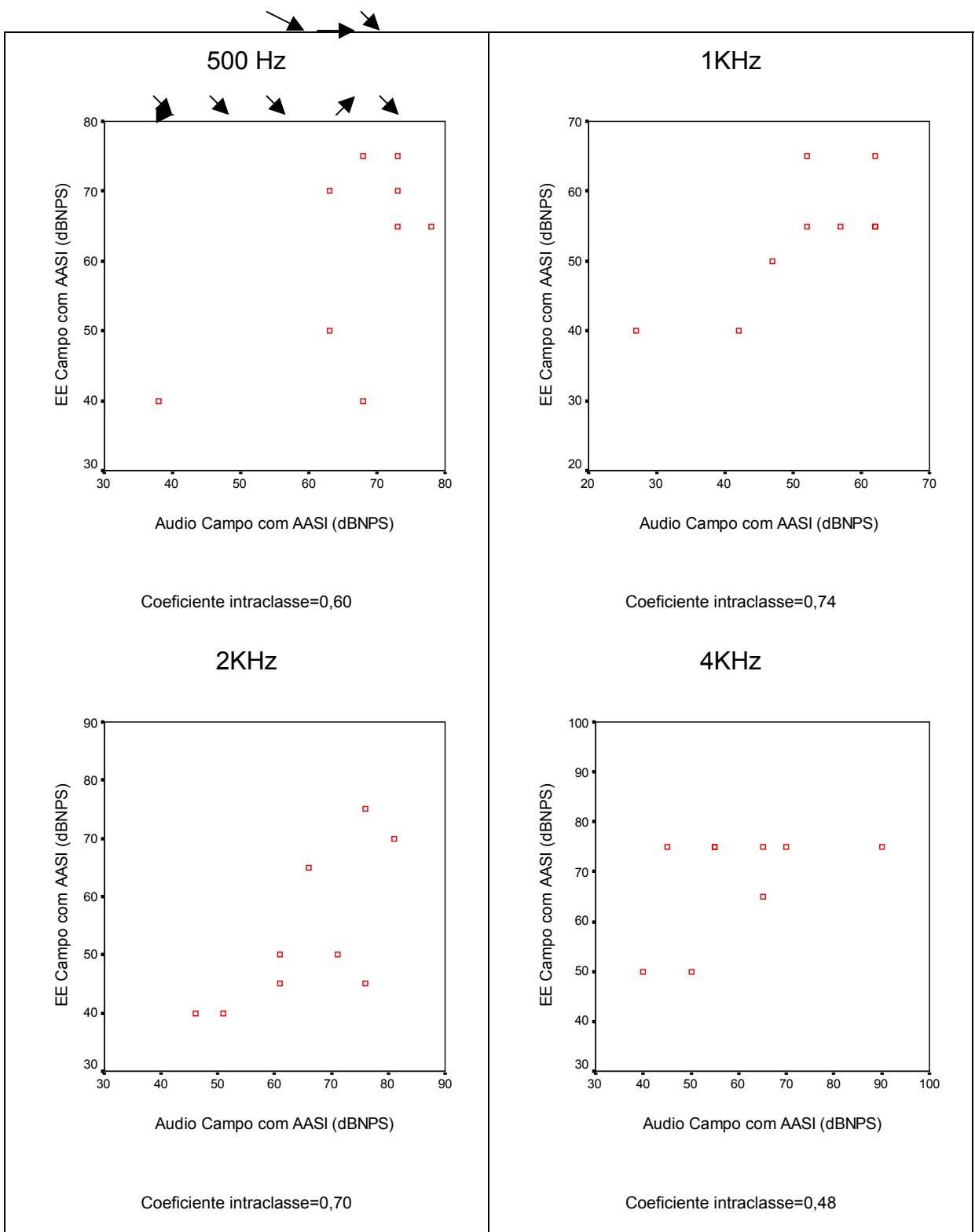


Fig 11- Diagrama de dispersão entre PEAE Est campo c/ AASI e Audio Campo c/ AASI para as frequências de 500, 1K, 2K e 4KHz, sendo as unidades de medida em dB NPS.

O critério utilizado para o estabelecimento da resposta estimada foi o mesmo adotado na comparação entre a audiometria realizada com fones e em campo livre sem AASI. Podemos observar que houve ausência de respostas (portanto, valores estimados) na freqüência de 500Hz (duas orelhas) e 4KHz (seis orelhas). Na freqüência de 2KHz apenas um sujeito não apresentou resposta na maior intensidade utilizada.

Vale ressaltar que o aparelho utilizado para o registro das avaliações possuía características de processamento do sinal analógico, com ganho médio de 15dB e saída máxima de 110dB NPS.

Tendo em vista a possibilidade de obtenção das respostas comportamentais para todas as freqüências avaliadas na audiometria tonal com AASI, acreditamos que a ausência de respostas na freqüência de 4KHz ocorreu devido a uma limitação do registro de PEAEEst em campo livre para essa freqüência.

50KHz				1KHz			
	Audio c/ AASI	PEAEEst c/ AASI	Difer		Audio c/ AASI	PEAEEst c/ AASI	Difer
a	38	40	2	a	27	40	13
b	63	50	-13	b	42	40	-2
c	68	40	-28	c	47	50	3
d	63	70	7	d	52	55	3
e	68	75	7	e	57	55	-2
f	78	65	-13	f	62	55	-7
g	73	75	2	g	52	65	13
h	73	65	-8	h	62	55	-7
i	73	70	-3	i	62	65	3
Media Difer			-5.22	Media Difer			1.88

2KHz				4KHz					
	Audio c/ AASI	PEAEEst c/ AASI	Difer		Audio c/ AASI	PEAEEst c/ AASI	Difer		
a	76	45	-31	a	90	75	-15		
b	46	40	-6	b	45	75	30		
c	51	40	-11	c	40	50	10		
d	81	70	-11	d	55	75	20		
e	61	50	-11	e	50	50	0		
f	66	65	-1	f	65	75	10		
g	61	45	-16	g	55	75	20		
h	71	50	-21	h	65	65	0		
i	76	75	-1	i	70	75	5		
			Media Difer	-12.11				Media Difer	8.88

Fig. 12- Resultados obtidos na audiometria e PEAEEst realizados em campo livre c/ AASI conforme as freqüências avaliadas, utilizando-se dB NPS.

Nas demais freqüências avaliadas, os índices de correlação intraclasse foram maiores que 0,60, apontando para uma relação entre as avaliações (0,60; 0,74; 0,70) para as freqüências de 500, 1K, 2KHz, respectivamente.

Respostas obtidas em campo livre com AASI permitem ao fonoaudiólogo observar o funcionamento do sujeito que utiliza esse dispositivo. Apesar de ser uma medida questionável no que se refere à determinação dos limiares, é um registro muito importante e bastante utilizado na rotina clínica, principalmente com crianças (Seewald e col, 2001; Stelmachowicz, 2002).

Na literatura, encontramos ainda pouca referência sobre a utilização do PEAEEst em campo livre como uma forma de avaliação dos aparelhos de amplificação sonora individual. No entanto, os estudos apontam para o potencial dessa avaliação, principalmente em bebês, crianças pequenas

e sujeitos que não têm possibilidade de responder nas avaliações comportamentais. Há, porém, a necessidade de outras pesquisas com essa medida (Picton e col 1998; Cone-Wesson, 2001; Picton e col, 2002).

Marais (2004) ressalta algumas vantagens na utilização do registro do potencial evocado de estado estável em campo livre para avaliação dos AASIs. Aponta para a possibilidade de observação das respostas com AASI de forma mais objetiva, eliminando fatores como movimentação do sujeito e estado de atenção, que podem afetar a confiabilidade do registro comportamental. O autor refere ainda que o estímulo utilizado, por ser modulado e contínuo, sofre menor distorção se comparado aos outros estímulos utilizados para o registro de potenciais evocados quando apresentados em campo livre. Além disso, o PEAEEst oferece a possibilidade de registro por especificidade de frequência de maneira simultânea, promovendo informações importantes sobre a configuração audiológica do indivíduo.

No que se refere ao registro dessas avaliações com AASI, Picton e col (2002) avaliaram 35 crianças com deficiência auditiva neurossensorial de grau moderado. Os estímulos utilizados para o registro diferem do estímulo utilizado neste estudo. A diferença observada entre os limiares comportamentais e o níveis mínimos de resposta observados no PEAEEst variou entre 10 e 30 dB. O desvio padrão encontrado foi de 17, 13, 13 e 7, com índice de correlação de 0.69, 0.75, 0.81 e 0.71. para as frequências de 500, 1K, 2K e 4KHz, respectivamente.

Esses achados diferem dos resultados observados nesta pesquisa no que se refere à diferença entre os valores das avaliações e o desvio padrão encontrado. Isso pode ter ocorrido devido a fatores adotados para a obtenção das respostas em campo neste estudo, como distância e posicionamento da caixa (Walker, 1984, Hawkins, 2004). Além disso, o número de sujeitos avaliados foi reduzido, comprometendo assim as comparações de média e desvio padrão com a literatura.

Medidas-resumo	Frequência		
	500	1K	2K
N	9	9	9
Média	61,11	53,33	53,33
Mediana	65,00	55,00	50,00
Mínimo	40,00	40,00	40,00
Máximo	75,00	65,00	75,00
Desvio-padrão	14,09	9,01	13,23

Fig.13 – Medidas resumo do PEAEEst realizado em campo livre com AASI².

No entanto, os valores de correlação encontrados para comparação neste estudo estão próximos dos valores apresentados por Picton e col (1998) ($r = 0,60; 0,74; 0,70$ para as frequências de 500, 1K e 2KHz respectivamente), com exceção da frequência de 4KHz ($r = 0,48$).

É possível, então, que o grau da perda auditiva dos sujeitos que participaram deste estudo também tenha influenciado no registro do nível mínimo de resposta com AASI (John e Picton, 2002).

² Nesta comparação não foram obtidos os valores para a frequência de 4KHz devido ao grande número de respostas ausentes no total dos sujeitos avaliados.

No entanto, foi possível observar os níveis mínimos de resposta com AASI em campo livre, e que a relação entre essa observação e a resposta comportamental variou de acordo com a frequência testada, apresentando melhor correlação para 1KHz, seguido de 2KHz e 500Hz ($r = 0,60$; $0,74$ e $0,70$, respectivamente).

Então, ainda que o número reduzido de sujeitos tenha dificultado a comparação com outros estudos da literatura, de maneira geral, as tendências do presente estudo apontam para um bom potencial de informações através desses registros no conjunto dos procedimentos envolvidos no processo de indicação de aparelhos em bebês.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pudemos constatar, a observação e o registro das respostas do PEAEST em campo livre possui algumas limitações, referentes à distância, às características do estímulo utilizado, à posição do sujeito e à calibração. No entanto, apesar de não permitir a determinação de limiares, é um procedimento bastante utilizado na rotina clínica, principalmente com crianças, uma vez que permite ao profissional obter os níveis mínimos de resposta com os aparelhos de amplificação.

Na avaliação da resposta dos PEAEST obtidos com fones e em sua comparação com os achados da audiometria realizada com fones nos sujeitos desta pesquisa, crianças com perdas auditivas de grau moderado a severo, não foram observados os índices de correlação apontados por outros estudos.

A literatura sugere que alguns fatores como grau de perda, idade dos sujeitos avaliados, além do protocolo utilizado para a obtenção dos registros podem interferir na resposta do PEAEEst. De fato, no presente estudo, supomos que as variáveis que interferiram na comparação foram: grau de perda e número de sujeitos avaliados.

Com relação ao grau de perda auditiva, alguns estudos demonstram que os registros obtidos para sujeitos que possuem perdas auditivas de grau profundo ou que não apresentam respostas nas demais

avaliações disponibilizadas podem ser equivocados se for considerada somente a análise estatística realizada pelo equipamento.

Neste estudo, os registros obtidos foram apontados pela análise do equipamento, mas considerados válidos como nível mínimo de resposta pelo examinador por meio da análise da amplitude do sinal, amplitude do ruído elétrico e da relação sinal/ruído.

Consideramos que outros estudos que avaliem o registro das respostas com base nas características da análise estatística do *software* podem ser de grande valor para aprofundar os conhecimentos a respeito do procedimento aqui em foco.

No que se refere ao grau da perda auditiva, outros estudos que avaliem sujeitos com o mesmo grau de perda, ou perdas com limiares audiométricos que permitam a obtenção dos registros em campo livre sem AASI podem trazer informações importantes sobre a interferência desse fator na obtenção das respostas.

Com relação aos registros do PEAEEst obtidos em campo livre e comparados com os achados da audiometria também realizada em campo, os dados obtidos foram correlacionados, ou seja, foi observada relação entre as respostas obtidas no potencial e as respostas comportamentais.

Apesar de não ter sido possível a comparação dos níveis mínimos de resposta em campo livre sem AASI, a obtenção do registro com aparelhos demonstrou ser válida quando comparada aos demais procedimentos.

Desta forma, consideramos que a observação dos níveis mínimos de resposta em campo livre com AASI é uma informação que, no conjunto dos resultados disponibilizados por outras avaliações, tende a acrescentar dados importantes sobre a possibilidade de acesso à informação auditiva sem que seja necessária a resposta do sujeito na avaliação.

No registro obtido com uso de AASI, observamos que a frequência de 1KHz demonstrou melhor índice de correlação com os achados audiométricos.

Neste sentido, sugerimos que, na condição clínica, na impossibilidade de avaliação de todas as frequências, o estímulo de 1KHz poderia ser a primeira frequência utilizada para obtenção do registro, seguido dos estímulos de 2K, 500 e por último 4KHz.

Essas informações nos permitem inferir que o PEAEEst em campo livre é um instrumento possível de ser utilizado clinicamente para observação de respostas auditivas com uso do aparelho sem a necessidade de respostas do sujeito.

Além disso, em nossa rotina clínica, muitas vezes o profissional responsável pelo processo diagnóstico, seleção e indicação de aparelhos de amplificação não é o profissional que atua também na reabilitação. Neste contexto, a utilização de informações objetivas para avaliação das características do AASI poderia assegurar o fornecimento de informações objetivas sobre a verificação e validação da amplificação utilizada.

Desta forma, podemos considerar que o PEAEEst se mostrou um instrumento viável para utilização como procedimentos de verificação/ validação dos AASI de maneira objetiva. As respostas obtidas se mostraram válidas no conjunto de procedimentos disponibilizados na avaliação dos sujeitos que utilizam o aparelho de amplificação sonora.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Speech-language-Hearing Association (ASHA). Guidelines for Audiologic Screening. ASHA, 1997.

Beauchaine, KL.- An Amplification Protocol for Infants *in*: A Sound Foundation Through Early Amplification. Proceedings of the second International Conference. . 105-112. 2001

Cone-Wesson, B. Introduction to the Special Issue on the auditory Steady-State Response. Journal American Academy of Audiology. 13 (4).2002

Couto, CM; Costa, MJ; Almeida, K.: Mensurações com microfone sonda. In: Almeida, K.; Lório, M.C.M.: Próteses Auditivas: Fundamentos Teóricos e Aplicações Clínicas. Lovise, São Paulo, 2003. 275-283.

Ferraz, OB.; Freitas, SV.; Marchiori, LL. : Análise das respostas obtidas por potenciais evocados auditivos de estado estável em indivíduos normais. Revista brasileira de otorrinolaringologia 68(4) julho/agosto 2002. Pág. 480-486.

Fleiss, JL. Statistical methods for rates and proportions. 2nd ed. New York: John Wiley, 38-46. 1981.

Figueiredo, RSL. O bebê deficiente auditivo rumo às primeiras palavras: a questão do enquadre terapêutico fonoaudiológico. Mestrado em fonoaudiologia. PUC-SP. 2004

Galambos, R., Makeig, S., Talmachoff, P.J. (1981). A 40 Hz auditory potential recorded from the human scalp. Proc. Nat. Acad. Sci., 78: 2643-2647.

Gorga MP, Reiland JK, Beauchaine KA. Auditory brainstem responses in a case of high-frequency conductive hearing loss. J. Speech Hear Disord 1985;50(4):346-50

Gorga MP, Neely ST, Dorn PA. Distortion product otoacoustic emissions in relation to hearing loss. In: Robinette MS, Gattke TJ. Otoacoustic emissions: clinical applications. Stuttgart: 2a ed Thieme New York; 2002. p. 243-273.

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, Phd. National Center of audiology, London Ontario Canadá; 2000.

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

Hawkins, DB. Limitations and uses of the aided audiogram. Seminars in Hearing 25(1)2004

Herdman et al. Auditory Steady State response place specificity – J. Acoust. Soc. Am., (112)4. 2002.

Hood L. Clinical applications of the auditory brainstem response. San Diego: Singular Publishing; 1998.

Hodgson WR. Evaluation of infants and young children. In: Katz J. handbook of clinical audiology. 3 edicao. Baltimore, Williams & Wilkins; 1985p. 642-63

JCIH. Joint Committee on Infant Hearing 2000 Position Statement: Principles & Guidelines for Early Hearing Detection & Intervention Programs. Audiology Today; edição especial. 2000

Kuk. F; Ludvigsen, C. Reconsidering the Concept of the Aided Threshold for Nonlinear Hearing Aids. Trends in Amplification, 7(3). 2003

Lins, OG, Picton, TW. Auditory Steady State Responses to multiple simultaneous stimuli. Electroencephal. Clinical Neurophysiology. (96) 420-432. 1995

Lins, OG. Audiometria Fisiológica Tonal Utilizando Respostas de Estado Estável Auditivas de Tronco Cerebral. Tese (doutorado) Escola Paulista de Medicina. São Paulo(2002)

Lonsbury-Martin BL,Whitehead ML,Martin GK.Distorcion product emissions in normal and impaired ears:insight into generation processes.Prog Brain Res 1993;97:77-90

Matas, CG; Iório, MC. Verificação e validação do processo de seleção e adaptação de próteses auditivas. *In*: Almeida, K.; Iório, MCM.: Próteses Auditivas: Fundamentos Teóricos e Aplicações Clínicas. Lovise, São Paulo, 2003. 305-308.

Menegoto IH; Iório,CM –Métodos Prescritivos para seleção do ganho em sistemas não lineares. *In*: Almeida, k.; Iório, MCM.Próteses Auditivas. 242-249. 2003

Munro, KJ; Hatton,N. Customized Acoustic Transform Functions and their Accuracy at predicting Real Ear Hearing Aid Performance. Ear & Hearing. 21(1).59-69. 2000

Novaes,BC, Balieiro,CR. Terapia Fonoaudiológica da criança surda. In: Tratado de Fonoaudiologia. Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia. São Paulo. Rocca. 2004

Picton, TW, Duriex-Smith A., Champagne S., Whittingan J., Moran L., Giguère C., & Beauregard Y. Objective evaluation of aided thresholds using auditory steady-state responses. J. Am. Acad. Audiol., 9, 315-331. 1998.

Picton, TW, Dimitrijevic, A, Van Roon, P., John, MS, Reed, M, e Filkelstein, H. Possible roles for the auditory steady state responses in fitting hearing aids. In: RC Seewald(ed) A Sound Foundation Through Early Amplification. 2^a ed. 63-75.2002

Rabce, G; Ropert, R; Lindsay, S; Moodys, L; Poulis, C; Dourlay, M , Kelly, T. Hearing Thresholds Estimatiois in Infants Using Auditory Steady State Responses. JAAA (16) 291-300.2005

Rickards FW, Clark GM. Tan, LE; Cohen,LT, Wilson, JD. Auditory Steady State evoked potential in newborn. British Journal of Audiology, (28). 327-337. 1994

Santos, TMM. A prática da audiologia clínica. Ed. Cortez. São Paulo, 2005

Scollie, SD; Seewald, RC- Eletroacoustic Verification Measures with Modern Hearing Instrument Technology. In: A Sound Foundation Through Early Amplification. Proceedings of the second International Conference. 121-137. 2001

Seewald,RC. The desired sensational level method (DSL) method for hearing aid fitting in infants and children. Phonak Focus 20. Stafa Phonak AG. 1995

Seewald RC.; Moodie,KS; Sinclair,ST; Corneliesse,LE. Traditional and Teorical Aproaches to selecting amplification for infants and young children. *In* Bess, JS. Amplification for children with auditory deficiencies. 161-192. 2000

Stelmachowics., PG. How do we Know we've got it right? Eletroacustic and Audiometric Measures. *In: A Sound Foundation Through Early Amplification. Proceedings of an International Conference.* 109-118. 2000

_____. Hearing Aid Outcome Measures for Children. *JAAA* (10). 14-25. 1999

Sininger, YS. Audiologic Assessment in Infants. Current opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery. 2003. 11: 378-382

Walker,G; Dillon, H; Byrne,D. Sound Field Audiometry: Recommended Stimuli and Procedures. *Ear & Hearing* (5)13-21.1984.

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Programa de Pós Graduação em Fonoaudiologia
Comitê de Ética

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

AO PARTICIPANTE DESTE ESTUDO

O Sr(a). está sendo convidado(a) a participar da pesquisa que se intitula “O processo de seleção e adaptação de AASI e o uso do potencial auditivo de estado estável na clínica fonoaudiológica com o bebê deficiente auditivo”

O objetivo deste estudo é discutir os procedimentos de avaliação obtidos através dos registros do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE) com e sem o uso de amplificação, com os dados obtidos por meio da medida do ganho de inserção em bebês de 5 a 12 meses de idade portadores de deficiência auditiva.

Caso permita que seu bebê participe como sujeito desta pesquisa, ele terá a audição avaliada por meio dos seguintes testes: Timpanometria, Pesquisa do Reflexo Acústico, Audiometria por Reforço Visual, Emissões Otoacústicas Evocadas por estímulo Transiente; Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por estímulo clique, Potencial Evocado Auditivo por estímulo tone burst , Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável e medida do ganho de inserção.

Não existem riscos médicos ou desconfortos associados a este projeto.

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.

Os dados de seu bebê serão mantidos em sigilo. Serão analisados em conjunto com os dados de outros pacientes e não serão divulgados isoladamente. O (a) Sr. (a) poderá esclarecer suas dúvidas durante toda a pesquisa com o fonoaudiólogo.....no endereço..... ou pelo telefone..... .

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), o participante terá direito a um tratamento médico na Instituição bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

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

Acredito ter sido suficientemente informado (a) a respeito das informações que li ou que foram lidas por mim, descrevendo o estudo “O processo de seleção e adaptação de AASI e o uso do potencial auditivo de estado estável na clínica fonoaudiológica com o bebê deficiente auditivo”

Eu discuti com o fonoaudiólogo sobre a minha decisão em participar do 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 esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em permitir que meu bebê participe deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo, ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste serviço.

Nome do paciente

Assinatura do paciente

___/___/___
Data

Assinatura da testemunha

___/___/___
Data

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

___/___/___