UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

ANA CLAUDIA FIGUEIREDO FRIZZO

Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência
Estudo para diferentes níveis de intensidade sonora com estímulo *tone-burst*
em crianças de 10 a 13 anos de idade

RIBEIRÃO PRETO
2004

ANA CLAUDIA FIGUEIREDO FRIZZO

POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE MÉDIA LATÊNCIA
ESTUDO PARA DIFERENTES NÍVEIS DE INTENSIDADE SONORA
COM ESTÍMULO *TONE-BURST* EM CRIANÇAS DE 10 A 13 ANOS DE IDADE

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para
obtenção de título de Mestre em Neurociências.

Área de Concentração: Neurologia. Subárea de
neurociências.

Orientador: Profa. Dra. Carolina Araújo Rodrigues
Funayama.

RIBEIRÃO PRETO
2004

FOLHA DE APROVAÇÃO

Ana Claudia Figueiredo Frizzo
Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência
Estudo para diferentes níveis de intensidade sonora
com estímulo *tone-burst* em crianças de 10 a 13 anos de idade

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto para obtenção de título de Mestre em Neurociências.

Área de Concentração: Neurologia. Subárea de neurociências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Professor Dr.: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Professor Dr.: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Professor Dr.: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

À minha família

Pai, mãe e irmãos

Pela oportunidade do aprendizado das diversas formas de amar...

“Para tudo há uma razão.

Muitas vezes, na hora, não temos

a percepção para compreender.

No entanto, o tempo acaba por revelar.”

Ana Claudia Figueiredo Frizzo

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof. Dra. Carolina Araújo Rodrigues Funayama, pelo total apoio, carinho e compreensão durante a realização deste trabalho. Agradeço-a pelos conhecimentos a mim transmitidos, que serão válidos para minha formação pessoal e acadêmica.

Ao Prof. Dr. José Fernando Colafêmina, que autorizou a utilização do Laboratório de Percepção da Audição, no departamento de Psicobiologia da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP para a realização deste trabalho. Em especial, por estar presente em minha trajetória acadêmica, auxiliando-me sempre que necessário.

Ao Prof. Dr. Júlio César Daneluzzi, responsável pelo Centro Social Comunitário em Saúde da Vila Lobato – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, que permitiu o acesso aos pacientes acompanhados em Puericultura, os quais fazem parte deste estudo.

Aos componentes da banca examinadora deste estudo, Dra. Eliane Schochat e Dra. Myriam de Lima Isaac, que me auxiliaram com suas colocações sempre pertinentes e contribuíram para o enriquecimento desta dissertação.

À Ana Clara N. de Felipe e Cínthia A. O. Junqueira, minhas amigas e companheiras de profissão, que tem feito parte de minha formação pessoal, profissional e acadêmica.

À Aparecida Elisabete Gomes Sartori, minha amiga BETE, secretária do setor de pós-graduação do departamento de Neurologia, Psiquiatria e Psicologia Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, sempre pronta a auxiliar-me com carinho e paciência.

Às colegas e companheiras de pós-graduação, Mara, Emília e Elce, que dividiram comigo às dificuldades e angústias durante o cumprimento das disciplinas.

À fonoaudióloga, professora, amiga e mestre, Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis, que nunca se cansa de me proporcionar ensinamentos sobre a fonoaudiologia e a vida.

Às assistentes sociais Silvandira Ângela Vertuan, Rosalina Masson e Aparecida D. Belotti da Silva, do Centro Social Comunitário em Saúde da Vila Lobato – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, pela ajuda na busca de pacientes participantes na pesquisa, sem a qual a realização deste estudo não seria possível.

À Karina Advíncula de Almeida, fonoaudióloga e amiga, pela oportunidade de divulgação dos conhecimentos científicos por mim adquiridos.

Ao Prof. Dr. Antônio M. M. Claret de Aquino, pelo apoio e incentivo para as publicações científicas.

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Formigoni, sempre disposto a auxiliar-me na melhor compreensão das ciências, física e matemática, voltadas para a medicina. Em especial pela colaboração no conhecimento e manuseio do equipamento.

Ao Prof. Geraldo Cássio dos Reis e Prof. José Carlos Barbosa pelo auxílio no tratamento estatístico dos dados e na disposição das tabelas e gráficos.

Aos pacientes participantes da pesquisa, fundamentais para a realização da mesma, que muito contribuirão para o avanço científico.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, tornaram este trabalho possível e ajudaram-me a acreditar que ele seria válido,

MUITO OBRIGADA!

*“De todos os fenômenos naturais para os quais a ciência
pode voltar suas atenções, nenhum excede em fascínio
o funcionamento do cérebro humano.”*

(MACKAY, 1967)

RESUMO

FRIZZO, A. C. F. *Potencias Evocados Auditivos de Média Latência, estudo para diferentes níveis de intensidade sonora com estímulo tone-burst em crianças de 10 a 13 anos de idade*. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São, Paulo, 2004. Dissertação (mestrado Stricto Sensu – Área de concentração: Neurologia. Subárea de Neurociências). Orientador: Prof. Dra. Carolina Araújo Rodrigues Funayama.

Introdução: A captação e o estudo de respostas cerebrais evocadas por um estímulo sonoro vem permitindo a investigação objetiva do processamento da informação auditiva e uma melhor compreensão da via auditiva central. A utilidade deste método diagnóstico tem sido cada vez mais valorizada pelos audiologistas, no entanto sua aplicação clínica corrente requer a realização de uma quantidade mais expressiva de estudos, especialmente na literatura nacional, para um conhecimento mais profundo deste método, sobretudo quanto a normatizações, critérios de identificação das ondas e interferências de variáveis como idade, sexo e parâmetros utilizados na aquisição. Os Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência são compostos por uma sequência de ondas com latências em torno de 10 a 80ms, com origem neurogênica múltipla (projeções tálamo-corticais e córtex auditivo, colículo inferior e formação reticular em menor escala). O presente estudo tem como objetivo pesquisar os componentes dos PEAMLs, numa população de crianças saudáveis, estudando a latência e amplitude das ondas, a fim de conhecer as características dos PEAMLs para esta faixa etária. *Metodologia:* Participaram do estudo 32 crianças de ambos os sexos com idade entre 10 e 13 anos, otologicamente normais e sem histórias neurológicas. A análise estatística incluiu a realização da estatística descritiva (média e desvio-padrão) e análise da variância pelo teste *F*. Os PEAMLs foram pesquisados utilizando como estímulo *tone-burst*, nas intensidades de 50, 60 e 70 dBNA. *Resultados e conclusão:* Os valores médios de latência dos componentes foram Na=20,79ms, Pa=35,34ms, Nb=43,27ms e Pb=53,36ms. Para a amplitude Na-Pa os valores médios obtidos no estudo variaram entre 0,2 e 1,9mV (M=1,0mV). As formas de onda Na-Pa constituíram os componentes mais consistentes e mais facilmente identificáveis. Pode-se concluir que a amplitude aumenta e a latência diminui com o aumento da intensidade sonora. Na intensidade de 50dBNA as latências obtidas são significativamente

maiores que as intensidades de 60 e 70 dBNA para a onda Na. A partir de 60dBNA os valores se estabilizam e não há mudanças significativas na latência ou morfologia da onda. Nas comparações inter e intra-individual foram observadas latências mais longas e amplitudes menores para o lado E (A1/Cz). Numa análise posterior dos dados segundo queixa de dificuldade escolar não foram observadas diferenças ao nível de significância para os componentes Na, Pa, Nb e Pb para os grupos de crianças com e sem queixa de dificuldades escolares. Nestas crianças foram observadas anormalidades na morfologia das ondas, as quais não foram atribuídas exclusivamente à queixa de dificuldade escolar, já que poderia haver também interferência da idade do sujeito avaliado e do neuro-desenvolvimento do Sistema Nervoso Auditivo Central. O presente estudo possibilitou um melhor conhecimento das características dos PEAMLs, o que contribuirá para a aplicação mais segura da técnica. Porém, outros estudos ainda se fazem necessários, principalmente na literatura nacional, a fim de estabelecer padrões normativos para o uso na rotina clínica.

ABSTRACT

FRIZZO, A. C. F. *Middle Latency Auditory Evoked Potentials study on levels of sound intensity with tone-burst stimulus in childrens* between the ages of 10 e 13. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, 2004. Dissertação (mestrado Stricto Sensu – Área de concentração: Neurologia. Subárea de Neurociências). Orientador: Prof. Dra. Carolina Araújo Rodrigues Funayama.

Introduction: The record and study of corticals responses evoked by auditory stimulus has allowed the objective investigation from process of auditory information and a better understanding of central auditory path. The utility of the procedure has been valued by audiologists, nevertheless her clinical application current demand the a execution a sum more significative of the study, especially in nationals researchs, to knowledge profoundest this procedure, over all as for normative studys, waves's identification criterion and interference of the variables with age, gender and parameters used in records. The PEAMLs are composed of a waves's sequence with latency are around 10 a 80ms, with multiple neurogenic origen (thalamus corticais projections and auditory cortex, coliculus inferior and reticular formation in small scale). The present study objetive examined the components dos PEAMLs, in healthy childrens, researching the waves's latency and amplitude, to know the PEAML in this band of age. *Methods:* make part of study 32 childrens in both genders between the ages of 10 e 13, normal hearing without neurological disorders. The statistical analises involved the description statistical (mean and standard deviation) and variance analises by test *F*. The PEAMLs are investigated with tone-burst stimuli in 50, 60 e 70 dBNA. *Results and conclusions:* the means values of the components are Na=20,79ms, Pa=35,34ms, Nb=43,27ms e Pb=53,36ms. To the amplitude Na-Pa the means values obtained in the study varies between 0,2 and 1,9mV (M=1,0mV). The waveforms are more consistents e more easily identifiable. We are able to conclude that the amplitude increase and latency decrease with growth of intensity of sound. In 50dBNA the latency are significative higher that 60 and 70 dBNA to wave Na. From 60dBNA the values are stabilize and there is no significatives changes in the latency ou morphology of wave. In the comparisions inter e intra-hemisferical were observed latencys lengthest and amplitudes higher to side left (A1/Cz). In a posterior analises in conformity to complaint of hardness scholar were observeds diferrences no significants to the components

Na, Pa, Nb e Pb in the childrens groups with and without complaint of hardness scholar. Anormalities in the morphology of waves were viewed in this childrens wich weren't atribute to complaint of hardness scholar exclusively once there was interference of the patient's age and the neural development of Central Auditory System Nervous. The present study made possible a better knowledge of PEAMLs and will contribute to securest aplication this procedure. But, another studys still are requisite, essentialy in the researchs national to established normatives standard to utily in the clinical practice.

LISTA DE ABREVIATURAS

A – amplitude
A1 – lóbulo da orelha esquerda
A2 – lóbulo da orelha direita
ABR – Resposta auditiva de tronco encefálico
AMLR – Resposta auditiva de média latência
C3, C5 – Região temporo-parietal esquerda
C4, C6 – Região temporo-parietal direita
CC – Corpo Caloso
CGM – Corpo Geniculado Medial
CI – Colículo Inferior
cm – Centímetros
COS – Complexo Olivar Superior
Cz – Eixo central da cabeça
D – Direito
dB – decibel
DP – Desvio Padrão
E – Esquerdo
EE – Efeito de Eletrodo
EEG – electroencefalografia
EO – Efeito de Orelha
Hz – Hertz ou ciclos/segundo
I – Intensidade
K Ω – Kilo ohms
L – Latência
LL – Lemnisco Lateral
M – Média
MAE – Meato Acústico Externo
Max – Máximo
ms – milissegundos
mV – millivolt

Min – Mínimo

Mono – Monossílabos

μV – microvolt

n – número de sujeitos da amostra

NA – Nível de Audição

NC – Núcleo Coclear

NCAD – Núcleo Coclear Ventral Anterior

NCPV – Núcleo Coclear Ventral Posterior

NCD – Núcleo Coclear Dorsal

NS – não significante

O – Ondas

OD – Orelha direita

OE – Orelha esquerda

OR – Orelha

PEA – Potencial Evocado Auditivo

PEAML – Potencial Evocado Auditivo de Média Latência

SNAC – Sistema Nervoso Auditivo Central

T3 – região temporal esquerda

T4 – região temporal direita

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema Auditivo Periférico e Central.....	29
Figura 2: Sistema Nervoso Auditivo Central – via aferente.....	30
Figura 3: Sistema Nervoso Auditivo Central - via aferente. Visão posterior em relação à disposição de suas estruturas no crânio.....	31
Figura 4: Representação esquemática das vias auditivas aferentes e suas principais funções.....	32
Figura 5: traçado PEAML de um paciente adulto a 70dBNA, com replicação.....	34
Figura 6: Identificação da latência (L) e amplitude (A) absolutas	35
Figura 7: Representação da morfologia dos PEAMLs.....	36
Figura 8: Registro do PEAML de um paciente aos 12 anos de idade. Com replicação.....	43
Figura 9: esquema do equipamento.....	47
Figura 10: Foto ilustrativa da captação dos PEAMLs.....	48
Figura 11: montagem dos eletrodos.....	49
Figura 12: Registro dos PEAMLs de um paciente de 12 anos de idade sem queixa dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.....	83
Figura 13: Registro dos PEAMLs de um paciente de 13 anos de idade com queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.....	83

Figura 14: Registro dos PEAMLs de um paciente de 12 anos de idade sem queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.	84
Figura 15: Registro dos PEAMLs de um paciente de 12 anos de idade com queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.....	84
Figura 16: Registro dos PEAMLs de um paciente de 10 anos de idade com queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.....	85
Figura 17: Registro dos PEAMLs de um paciente de 13 anos de idade com queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.....	85
Figura 18: Registro dos PEAMLs de um paciente de 13 anos de idade sem queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.	86
Figura 19: Registro dos PEAMLs de um paciente de 10 anos de idade com queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.	86
Figura 20: Registro dos PEAMLs para as intensidades sonoras de 50, 60 e 70dBNA.....	87
Figura 21: Registro dos PEAMLs para as intensidades sonoras de 50, 60 e 70dBNA.....	88
Figura 22: Registro dos PEAMLs para as intensidades sonoras de 50, 60 e 70dBNA.....	89
Figura 23: Registro dos PEAMLs para as intensidades sonoras de 50, 60 e 70dBNA.....	90
Figura 24: Registro dos PEAMLs para as intensidades sonoras de 50, 60 e 70dBNA.....	91

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb nas intensidades de 50, 60 e 70 dB para ambas derivações A2/Cz e A1/Cz.....	58
Gráfico 2: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb na intensidade de 50dB para a derivação A1/Cz.....	59
Gráfico 3: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb na intensidade de 50dB para a derivação A2/Cz.	60
Gráfico 4: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb na intensidade de 60dB para a derivação A1/Cz.	61
Gráfico 5: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb na intensidade de 60dB para a derivação A2/Cz.	62
Gráfico 6: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb na intensidade de 70dB para a derivação A1/Cz.....	63
Gráfico 7: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb na intensidade de 60dB para a derivação A2/Cz.....	64
Gráfico 8: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo com queixas de dificuldade escolar na intensidade de 50dB para a derivação A1/Cz.....	70
Gráfico 9: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo com queixas de dificuldade escolar na intensidade de 50dB para a derivação A2/Cz.	71
Gráfico 10: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo sem queixas de dificuldade escolar na intensidade de 50dB para a derivação A1/Cz.	72

Gráfico 11: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo sem queixas de dificuldade escolar na intensidade de 50dB para a derivação A2/Cz.	73
Gráfico 12: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo com queixas de dificuldade escolar na intensidade de 60dB para a derivação A1/Cz.	74
Gráfico 13: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo com queixas de dificuldade escolar na intensidade de 60dB para a derivação A2/Cz.	75
Gráfico 14: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo sem queixas de dificuldade escolar na intensidade de 60dB para a derivação A1/Cz.	76
Gráfico 15: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo sem queixas de dificuldade escolar na intensidade de 60dB para a derivação A2/Cz.....	77
Gráfico 16: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo com queixas de dificuldade escolar na intensidade de 70dB para a derivação A1/Cz.....	78
Gráfico 17: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo com queixas de dificuldade escolar na intensidade de 70dB para a derivação A2/Cz.	79
Gráfico 18: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo sem queixas de dificuldade escolar na intensidade de 70dB para a derivação A1/Cz.	80
Gráfico 19: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo sem queixas de dificuldade escolar na intensidade de 70dB para a derivação A2/Cz.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Componentes dos PEAMLs.....	34
Tabela 2: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb nas intensidades de 50, 60 e 70 dB para ambas derivações A2/Cz e A1/Cz.....	57
Tabela 3: Média (M), Valores Mínimos (Min) e Máximos (Max) das amplitudes das ondas Na-Pa nas intensidades de 50, 60 e 70 dB para ambas derivações A2/Cz e A1/Cz.....	65
Tabela 4: Média e variância das medidas nas intensidades de 50, 60 e 70dB em relação às derivações de eletrodos A1/Cz e A2/Cz.....	66
Tabela 5: Média e variância das medidas nas intensidades de 50, 60 e 70dB em relação as ondas Na, Pa, Nb e Pb.....	67
Tabela 6: Variância e interações entre Orelha (OR), Intensidade (I) e Ondas (O).....	67
Tabela 7: Média e variância das medidas dos grupos 1 e 2 para as ondas Na, Pa, Nb e Pb segundo queixa.....	82

SUMÁRIO

RESUMO.....	08
ABSTRACT.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS.....	12
LISTA DE FIGURAS.....	14
LISTA DE GRÁFICOS.....	16
LISTA DE TABELAS.....	18
INTRODUÇÃO.....	20
REVISÃO DA LITERATURA.....	22
1 Sistema Auditivo.....	22
2 Sistema Auditivo Periférico.....	22
3 Sistema Auditivo Central.....	23
4 Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência (PEAMLs).....	33
4.1 PEAMLs e geradores neurais.....	38
4.2 Maturação dos PEAMLs.....	42
OBJETIVO.....	44
MATERIAL E MÉTODO.....	44
1 Descrição da amostra.....	44
1.1 Critério de Inclusão na Pesquisa.....	45
2 Procedimento Geral.....	45
3 Material e Procedimento de Coleta de dados.....	46
4 Análise dos resultados.....	52
5 Tratamento Estatístico.....	54
RESULTADOS.....	56
DISCUSSÃO.....	92
CONCLUSÃO.....	104
BIBLIOGRAFIA.....	106
ANEXOS.....	117

INTRODUÇÃO

O campo da audiologia sempre esteve fortemente ligado à ciência e tecnologia. A compreensão dos aspectos anátomo-funcionais das estruturas do sistema auditivo depende diretamente do desenvolvimento técnico-científico de equipamentos, tanto no diagnóstico como no tratamento das diversas patologias. Historicamente observa-se que, ao longo do tempo, devido aos avanços da ciência, os audiologistas puderam mensurar danos auditivos, por meio do surgimento dos audiômetros e outros equipamentos do gênero, bem como tratar tais prejuízos, fazendo uso de recursos técnicos como os aparelhos eletrônicos de amplificação sonora. Atualmente, tais avanços foram além, e puderam auxiliar os audiologistas no entendimento do sistema auditivo, em nível cortical. Em 1958, após a descoberta do computador, Geisler *et al*, através da apresentação de *clicks* e captação da atividade elétrica craniana via eletrodos, observaram uma resposta precoce, caracterizada por um pico positivo, com latência de aproximadamente 30 milissegundos (ms), os resultados obtidos dessas medidas foram denominados Respostas Auditivas de Média Latência (do inglês, AMLR) ou Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência (PEAMLs). Atualmente, é impossível negar a validade deste método para o campo da audiologia, principalmente no que se refere à compreensão do funcionamento de um sistema cerebral tão complexo como o Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC) e a possibilidade de associação dos processos neurofisiológicos aos comportamentais. Muitas pesquisas têm sido realizadas para que se consigam medidas confiáveis deste procedimento e apesar das inúmeras pesquisas comprovando a efetividade dos PEAMLs, ainda tem havido muitas contradições entre os

estudiosos da área e a aplicação segura deste procedimento como método diagnóstico ainda requer muitos esforços. Uma vez que os PEAMLs são definidos como exógenos, dependentes do padrão do estímulo e dos parâmetros utilizados, e que há uma variação ainda maior quando se trata de populações infantis, o objetivo deste estudo foi pesquisar os PEAMLs em diferentes derivações de eletrodos (A1 e A2/Cz), variando a intensidade sonora (50, 60 e 70 dBN) numa amostra de crianças de 10 a 13 anos de idade. Tal estudo permitirá um melhor conhecimento das características dos PEAMLs nesta faixa etária.

REVISÃO DA LITERATURA

1 SISTEMA AUDITIVO

O estudo da anatomia e fisiologia do sistema auditivo é fundamental para a compreensão do processamento auditivo das informações e constituem conhecimentos básicos para sua avaliação.

Incluem os sistemas auditivos periférico e central.

2 SISTEMA AUDITIVO PERIFÉRICO

O sistema auditivo periférico é composto de orelha externa, média, interna e nervo auditivo até a junção com o núcleo coclear (Figura 1). Estas estruturas trabalham de forma integrada, funcionando como receptores à distância, empenhados na captação, condução, modificação, amplificação e análise das ondas sonoras do ambiente (NORTHERN, 1996; AQUINO & ARAÚJO, 2002). Tais estruturas são responsáveis pela captação das ondas sonoras, conversão da energia sonora em energia mecânica, transmissão sonora, amplificação sonora e proteção da orelha interna aos sons intensos (BONALDI, DE ANGELIS & SMITH, 1998).

3 SISTEMA NERVOSO CENTRAL

As informações vindas do sistema auditivo periférico entram na via auditiva pelo núcleo coclear e seguem para o complexo olivar superior, lemnisco lateral, colículo inferior, formação reticular, corpo geniculado medial e córtex auditivo (Figuras 2, 3 e 4).

O Núcleo Coclear (NC) é o primeiro núcleo auditivo da via central, estrutura mais caudal do Sistema Nervoso Auditivo Central que dá início a via aferente do Sistema Auditivo Central (BELLIS, 1996) (Figuras 2, 3 e 4). Este se divide em três porções: ventral anterior (NCAV), ventral posterior (NCPV) e dorsal (NCD). O NC é formado por múltiplos tipos de células: fusiformes, piramidais, esféricas, em arbusto, globulares, estreladas, oitavadas, gigantes e granulares. Cada porção do núcleo é composta por tipos específicos de células (PHEIFFER, 1966 *apud* CHERMAK & MUSIEK, 1994; MUSIEK & OXHOLM, 2000). De acordo com Musiek & Oxholm (2000) há uma especialização celular no padrão de respostas elétricas segundo seu padrão histológico e histogramas de tempo por estimulação. O autor evidencia ainda que, há uma correlação entre a anatomia celular e sua funcionalidade para a codificação da informação auditiva. Para Romand & Avan (1997) a principal função do núcleo coclear é separar a configuração acústica ou gestáltica de um som em partes e aspectos qualitativamente diferentes que seguem por diferentes caminhos para os centros superiores e futuro processamento. A organização tonotópica coclear também seria preservada, de forma que a porção ventro-lateral seria responsável pela recepção de frequências baixas e a porção dorso-medial a recepção de frequências altas. De acordo com Bellis (1996) a representação tonotópica coclear é reproduzida do começo ao fim no caminho auditivo ascendente. Para Munhoz & Silva (1996), os núcleos cocleares auxiliam na função de seleção e modulação de frequências e iniciam o processo de audição binaural. O NC possui três principais vias de saída: complexo olivar superior, lemnisco lateral e colículo inferior. A

maioria das fibras dirige-se para o complexo olivar superior contralateral (CHERMAK & MUSIEK, 1994).

O Complexo Olivar Superior (COS) situa-se na porção caudal da ponte, composto por um grupo de núcleos: Complexo Olivar Superior Lateral (COSL), Complexo Olivar Superior Medial (COSM), núcleo do corpo trapezóide, núcleos pré-olivares superior, lateral e medial. Apresenta organização tonotópica com padrão semelhante ao NC. O COSM tem uma representação primária de frequências baixas. Já o COSL responde a uma extensão mais larga de frequências, sendo que as frequências baixas estão representadas lateralmente, enquanto que as frequências altas estão representadas medialmente. O COS é a principal estrutura de entrada das fibras nervosas bilaterais, provenientes do NC. Ao nível desta estrutura há o cruzamento das fibras auditivas ipsilaterais e contralaterais (HELFERT & ASCHOFF, 1997). Para Bellis (1996) a presença de células binaurais sensitivas às pistas de tempo e intensidade é um traço distintivo desta estrutura. Logo, o COS é responsável pela localização sonora, (análise binaural, diferença entre intensidade interaural e de tempo de chegada do estímulo acústico), resultado da ação das células do tipo “chopper”, da porção caudal da ponte. Função importante no reflexo acústico, na audição binaural e na integração do estímulo acústico (AQUINO & ARAÚJO, 2002). Segundo Munhoz & Silva (1996), a função do COS é exercida por meio da análise de diferenças de intensidade e tempo dos sons recebidos de ambos os lados, além do reforço no sistema de transmissão de informações por salvas em períodos de tempo determinado.

O lemnisco lateral (LL) é a principal e maior via auditiva do tronco encefálico é o caminho auditivo ascendente primário (BELLIS, 1996). É composto de fibras nervosas ascendentes e descendentes. Recebe fibras ipsilaterais e contralaterais em sua maioria, que se projetam para o outro lado pela comissura de *Probst*. Munhoz & Silva (1996) citam que as fibras do LL mantêm uma forte conexão entre os núcleos situados nos dois lados. Liga o NC

ao colículo inferior, na porção medial do tronco cerebral (MUSIEK & OXHOLM, 2000) e por isso possui representação bilateral do estímulo auditivo.

O Colículo Inferior (CI) é a estrutura mais larga do tronco encefálico. Situado na superfície dorsal do mesencéfalo, seu “miolo” é composto de fibras auditivas. De acordo com MUNHOZ & SILVA (1996), o CI é a última estação neural da via auditiva que estabelece o cruzamento direto das fibras, formado em seu todo por fibras auditivas e somatossensoriais, tem especificidade de frequência, é tonotópico, sendo que as frequências baixas estão representadas dorsalmente, enquanto que as frequências altas, mais ventralmente. É importante na localização sonora e na resolução de frequência, que identifica e organiza a informação auditiva (MUSIEK & OXHOLM, 2000). Munhoz & Silva (1996) acrescentam ainda que o CI é um importante centro de conexão da via auditiva aferente e eferente e exerce a função de audição direcional.

Localizado no tálamo, o Corpo Geniculado Medial (CGM) é responsável pelo processamento de fala e pela manutenção e direcionamento da atenção livre. De acordo com os estudos de Morest (1964) citado por Ribaupierre (1997), o CGM possui as divisões: ventral, dorsal e medial. As células da divisão ventral respondem ao estímulo auditivo e transmitem informações de discriminação de fala ao córtex auditivo. Aquelas da divisão dorsal respondem a estímulos sinestésicos e auditivos e possuem projeções para as áreas associativas sendo importante para o direcionamento da atenção livre, e as células da divisão medial respondem aos estímulos multisensoriais. A organização tonotópica do CGM é semelhante à observada no CI, porém menos específica. As frequências baixas são representadas lateralmente, enquanto que as frequências altas, medialmente (MUSIEK & OXHOLM, 2000). O CGM recebe projeções do colículo inferior, da via espino-talâmica, do lemnisco lateral e do cerebelo. Da porção central saem fibras para o córtex auditivo primário enquanto que da porção externa partem fibras para a área cortical externa. Noback (1985)

citado por Chermak & Musiek (1994) menciona que os núcleos mediais do CGM não possuem fibras comissurais que os conectam de um lado para outro, assim, as conexões desta estrutura são ipsilaterais. Projeções do CGM constituem conexões tálamo-corticais que seguem em duas vias principais: uma via que com projeção para o córtex auditivo primário pela cápsula interna (fibras exclusivamente auditivas), e uma outra via que segue para a porção inferior da cápsula interna, putâmen, *claustrum* e cápsula externa, e subseqüentemente, a ínsula (fibras somáticas, visuais e auditivas) (RIBAUPIERRE, 1997).

A Formação Reticular (FR) é uma estrutura de organização difusa, disposta numa área extensa do tronco cerebral. É importante nos processos de atenção, sensoriais e de cognição. Esta estrutura subdivide-se em dois sistemas: o sensorial ou sistema de ativação reticular ascendente e o sistema de ativação motora. A ativação/desativação do sistema sensorial no córtex regula os estados de alerta e atenção e de sono e coma, respectivamente. Atua também no controle sensório-motor, influenciando o processo da informação, atenuando ou acentuando o estímulo (MUSIEK & OXHOLM, 2000).

O córtex auditivo primário é a substância cinzenta, situado na superfície posterior do lobo temporal superior. Também tido como giro de Heschl ou giro transversal, projeta-se na direção medial-posterior, na superfície do plano supratemporal (CHERMAK & MUSIEK, 1994). Apresenta organização tonotópica, sendo que as frequências altas estão representadas na porção caudo-medial e as frequências baixas, na porção rostro-lateral (MUSIEK & OXHOLM, 2000).

O plano supratemporal ou *planum temporale* estende-se ao longo da fissura lateral até a fissura Silviana. Acredita-se que esta estrutura esteja relacionada à linguagem receptiva, reconhecimento do estímulo acústico e compreensão da linguagem (área de Wernicke), devido a evidências de estudos anteriores revelando que a estrutura apresentava-se no hemisfério esquerdo que no direito (RIBAUPIERRE, 1997). É possível que essas assimetrias

cerebrais contribuam para o maior potencial de desenvolvimento de linguagem para o hemisfério esquerdo e conseqüente dominância, além de funções da audição binaural (BELLIS, 1996).

Circundando a fissura Silviana, ao final, situa-se o giro supramarginal, uma área responsiva ao estímulo acústico. Localizado também nas proximidades da área de Wernike, constituem uma área de associação complexa que integra as informações visuais, somáticas e auditivas (áreas de associação). É importante para a leitura e escrita. As porções inferiores dos lobos, parietal e frontal são igualmente responsivas ao estímulo acústico e mantém a atenção auditiva (MUSIEK & OXHOLM, 2000).

A ínsula é uma porção do córtex localizada mais profundamente dentro da fissura Silviana. Contém fibras que respondem a estimulação auditiva, visual, somática e gustatória. No entanto, as fibras auditivas são encontradas em maior número (AQUINO & ARAÚJO, 2002).

Localizado medialmente encontra-se uma faixa estreita de substância cinzenta chamada *claustrum*. A função do *claustrum* ainda é desconhecida, possui conexões com o córtex visual, somestésico, porém é uma estrutura altamente responsiva ao estímulo acústico (CHERMAK & MUSIEK, 1995).

O *fasciculus arcuate* ou fascículo arqueado faz comunicação da área de Wernike com o lobo frontal, na área de Broca, e é responsável pela saída de impulsos motores da fala (AQUINO & ARAÚJO, 2002).

Localizado na fissura longitudinal, o Corpo Caloso (CC) interconecta os dois hemisférios cerebrais. Não é uma estrutura exclusivamente de linha média já que ocupa muito espaço na região dos gânglios da base e ventrículos laterais. Desta forma, lesões cerebrais muito freqüentemente envolvem esta estrutura (MUSIEK & OXHOLM, 2000). De acordo com os estudos de Baran *et al* (1986) citado por Chermak & Musiek (1994), metade anterior

do CC não produz alterações em tarefas dicóticas. Para Bellis (1996), lesões na porção posterior do CC afetam a integração da informação entre os dois hemisférios cerebrais e dificultam ou até impedem as tarefas dicóticas, já que nesta porção encontra-se a maior parte das fibras para o lobo temporal.

O sistema auditivo central eferente é composto por fibras descendentes do córtex ao órgão de Corti, porém a compreensão do funcionamento deste sistema ainda é limitada e muitas pesquisas ainda têm sido realizadas neste âmbito. Sabe-se que o sistema auditivo eferente realiza um controle de *feedback* importante no controle dos impulsos que chegam à cóclea por meio da ação dos reflexos musculares de proteção contra sons intensos e da via olivococlear, responsável pela proteção e a audição em ambientes ruidosos (MUNHOZ & SILVA, 1996; AQUINO & ARAÚJO, 2002). A atividade excitatória do sistema auditivo eferente permite que a célula propague o impulso nervoso, freqüentemente, aumentando o sinal. Por outro lado, a atividade inibitória deste sistema produz inibição das informações nervosas que auxiliarão na detecção do sinal auditivo na presença do ruído. O efeito inibitório das fibras eferentes olivo-cocleares sobre as células ciliadas é responsável também pela manutenção da atenção auditiva ao estímulo (BELLIS, 1996).

Figura 1: Sistema Auditivo Periférico e Central.

Fonte: www.colorado.edu - adaptado

Figura 2: Sistema Nervoso Auditivo Central – via aferente.

Fonte: NETTER, F. H. *Nervous system a compilation of paintings on the normal and pathologic anatomy*. New Jersey: Ciba, 1968. 168 p.

Figura 3: Sistema Nervoso Auditivo Central - via aferente.

Visão posterior em relação à disposição de suas estruturas no crânio.

Fonte: www.ucihs.uci.edu - adaptado

Figura 4: Representação esquemática das vias auditivas e suas principais funções.

LL = Lemnisco Lateral; CI = Colículo Inferior.

4 Potencias Evocados Auditivos de Média Latência (PEAMLs)

Os PEAMLs são descritos como uma série de ondas, evocadas após a deflagração de um estímulo sonoro, observadas num intervalo entre 10 e 80ms, após o início do estímulo auditivo (RUTH & LAMBERT, 1991; KRAUS, KILENY & McGEE, 1994). Estas são respostas muito rápidas e por isso, descritas em milissegundos (ms). As formas de ondas aparecem como picos de voltagem, positivo (P) e negativo (N), respectivamente. A seqüência de ondas é simbolizada alfabeticamente em letras minúsculas, que incluem os componentes Po, Na, Pa, Nb, Pb e Nc. Tal representação foi introduzida por Goldstein & Rodman (1967) e, desde então, utilizada universalmente. A onda Po atualmente não constitui um componente dos PEAMLs, já que reflete principalmente a atividade elétrica da musculatura post-auricular e não considerado um potencial neurogênico (HALL, 1992). É um artefato post-auricular presente durante a pesquisa dos PEAMLs em sujeitos em estado de alerta ou não-relaxados, que desaparece quando o sujeito é avaliado dormindo ou relaxado (RUTH & LAMBERT, 1991; OZDAMAR & KRAUS, 1993). Segundo Mendel & Goldstein (1969) os PEAMLs apresentam configuração polifásica e são respostas bastante consistentes durante os estágios de alerta e até mesmo durante o sono. As ondas mais freqüentemente analisadas são Na, Pa, Nb e Pb (tabela 1 e figura 5), maiores em amplitude e mais consistentes (MUSIEK *et al*, 1984). Sendo a forma de onda Na-Pa, a mais freqüentemente utilizada e pesquisada (MUSIEK & LEE, 2001). A onda Pb é altamente variável e pode não aparecer em indivíduos normais (HALL, 1992).

Como no ABR (*Auditory Brainstem Response*), são as consistências nos valores de latência e amplitude dos componentes dos PEAMLs que facilitam a sua identificação. A onda Pa é usualmente a onda mais robusta, e neste sentido, pode ser comparada à onda V do ABR (HALL, 1992; KRAUS, KILENY & McGEE, 1994).

Tabela 1: Componentes dos PEAMLs.

Respostas	Latência (ms)
Na	12 – 27
Pa	25 – 40
Nb	30 – 50
Pb	45 – 65

Figura 5: traçado PEAML de um paciente adulto a 70dBNA, com replicação.

Se a identificação das ondas for realizada segundo a consistência dos valores de latência e amplitude que compõem os PEAMLs, pode-se evitar a interferência da subjetividade na marcação das ondas e trazer mais fidedignidade ao procedimento.

A latência representa o intervalo de tempo entre a apresentação do estímulo e o surgimento da resposta, descrito em milissegundos (ms), representa 1/1000 do segundo. A amplitude é a medida da atividade cerebral, descrita em voltagem, microvolt (μV), que representa uma parte 1/1.000.000 de um volt. Os valores de latência absoluta são marcados da linha de base ao maior pico ou pico de máxima amplitude (figura 6).

Figura 6: Identificação da latência (L) e amplitude (A) absolutas.

As ondas Na-Pa-Nb são mais consistentes, logo, primeiramente deve haver a identificação deste complexo. Os PEAMLs devem ser considerados presentes quando há na seqüência de componentes, um negativo seguido de outro positivo, tendo como referência à linha de base e o eletrodo positivo posicionado no vértex (KRAUS *et al*, 1985). Para Ozdamar & Kraus (1983) a morfologia dos PEAMLs é bastante variada, as ondas Pa e Pb podem surgir bem separadas em dois picos positivos, a onda Pb pode não ser identificada e a onda Nb pode apresentar negatividade restrita ou até desaparecer tornando a onda Pa mais larga (figura 7).

A onda Na é o primeiro maior pico negativo, presente entre 12 e 27ms. Pa é o maior pico positivo após a onda Na, entre 25 e 40ms. A onda Pa é a mais proeminente dentre as outras ondas dos PEAMLs. Nb é o pico negativo logo após Pa, entre 30 e 50ms. Pb é o maior pico positivo, na sequência, ou seja, logo após Nb, entre 45 e 65ms (GOLDSTEIN & RODMAN, 1967; HALL, 1992; KRAUS, KILENY & McGEE, 1994; MUNHOZ, 2000b).

Figura 7: Representação da morfologia dos PEAMLs.

A = Visualização de dois picos positivos Pa e Pb, bem separados; B = Não identificação da onda Pb; C = Onda Nb com negatividade restrita dificultando a visualização da onda Pb.

Os PEAMLs são definidos como exógenos, ou seja, dependentes do padrão do estímulo e dos parâmetros utilizados. Tal fato explica a preocupação dos pesquisadores e a grande quantidade de artigos científicos nesta área. No entanto, contradições entre os estudos têm sido frequentes, já que são muitas as variáveis que interferem na captação dos PEAMLs,

produzindo divergências na literatura da área. A aplicação segura deste procedimento como método diagnóstico ainda requer esforços dos pesquisadores. A realização de uma quantidade maior de estudos com metodologias bastante específicas ainda se faz necessária para que se possa conhecer melhor a interferência das variáveis, especialmente na literatura nacional.

Com relação à utilidade clínica, a pesquisa dos PEAMLs é um método diagnóstico útil na investigação do funcionamento da via auditiva e na estimação da sensibilidade auditiva tanto para adultos quanto para crianças. Auxilia na pesquisa da integridade da função auditiva central (MUSIEK *et al*, 1984, BUCHWALD *et al*, 1992) em pacientes com alterações na linguagem e distúrbios do processamento auditivo (OZDAMAR & KRAUS, 1993; MUSIEK, BARAN & PINHEIRO, 1994). Lesões discretas e déficits funcionais sutis das vias auditivas podem ser detectadas mais facilmente por esse método, fato que não ocorre pelo uso dos procedimentos diagnósticos por imagem mais comumente utilizados. Para Musiek *et al* (1989), as funções do SNAC operam em nível celular e suas disfunções auditivas não necessariamente precisam apresentar evidências radiológicas comprováveis. Os PEAs diferem da ressonância magnética e tomografia computadorizada porque eles dependem da integridade da membrana e dos sistemas moleculares responsáveis pelo transporte axonal e pelas transmissões sinápticas (MISULIS, 2003).

Na prática clínica, a estimação dos limiares de audibilidade é mais comum pela aplicação do teste ABR, uma vez que ele sofre menor interferência dos aspectos maturacionais e não é dependente dos estados de sono e vigília. Atualmente, a utilização das PEAMLs para obtenção de limiares de audibilidade é restrita à pesquisa da sensibilidade auditiva em frequências mais baixas (500 Hz, por exemplo), como um complemento do teste ABR, que investiga somente frequências agudas (KRAUS *et al*, 1995; KRAUS, KILENY & McGEE, 1994).

Por outro lado, estudos recentes têm utilizado a técnica de captação de respostas evocadas auditivas buscando associação entre disfunções auditivas centrais e dificuldades na aprendizagem escolar. A maior parte das pesquisas tem empregado o ABR em populações de crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem e mostrado resultados bastante contraditórios. Arehole, Augustine & Simhadri (1995) citam que a inconsistência dos achados dos estudos utilizando ABR deve ser atribuída ao fato de que a integridade da via auditiva pode ser afetada em níveis cerebrais mais altos no caso de crianças com dificuldades de aprendizagem. Logo, os mesmos autores sugeriram que a pesquisa dos PEAMLs parece ser o método mais apropriado para avaliar tal população, já que neste caso trata-se de origens neurais mais superiores. Até o momento, poucos têm empregado os PEAMLs na avaliação de crianças com dificuldades de aprendizagem (JERGER, MARTIN & JERGER, 1987; KRAUS *et al*, 1995; PURDY, KELLY & DAVIES, 2002) apresentando também algumas informações controversas. Entretanto, a maioria concorda com o fato de que a pesquisa dos PEAMLs parece ser a melhor opção na busca e um protocolo de diagnóstico para esta condição adversa do desenvolvimento infantil.

4.1 PEAMLs e Geradores Neurais

Por muito tempo, houve um questionamento com relação à origem dos PEAMLs, acreditando-se que estes pudessem ser gerados por respostas miogênicas. Atualmente, está claro entre os pesquisadores da área que elas contribuem na contaminação dos traçados captados dos PEAMLs (GOLDSTEIN & RODMAN 1967; KRAUS *et al* 1985; KRAUS *et al*, 1995). Situações em que o eletrodo referência é colocado na mastóide representam maiores riscos e a possibilidade de interferência de respostas musculares sempre deve ser considerada (MUSIEK, 1989). O componente Po reflete a atividade muscular pós-auricular e não é um

componente neurogênico. Por isso, atualmente o mesmo não é um verdadeiro componente das PEAMLs (HALL, 1992). Considerando as evidências das pesquisas realizadas, pode-se acreditar que as respostas dos PEAMLs são essencialmente neurogênicas.

Estudos indicam que o lobo temporal contém a maior parte dos geradores dos PEAMLs (COHEN, 1982; OZDAMAR & KRAUS, 1983). Por outro lado, outros mencionam o fato de que lesões bilaterais do lobo temporal não produzem ausência total da onda Pa, apenas deformação na morfologia da onda. Logo, várias estruturas são apresentadas como possíveis geradores neurais dos PEAMLs. Assim, a eliciação dessa resposta elétrica cerebral exige a participação simultânea de múltiplos geradores. Participam conjuntamente o colículo inferior, corpo geniculado medial, formação reticular e o lobo temporal (giro de *Heschl* - área auditiva primária). Também estão envolvidas áreas de associação e corpo caloso. A formação reticular estaria amplamente relacionada às vias auditivas centrais primárias e não primárias (KRAUS *et al*, 1992).

A captação desses potenciais reflete a atividade cortical envolvida nas habilidades de audição primária (reconhecimento, discriminação e figura-fundo) e não primária (atenção seletiva, seqüência auditiva e integração auditiva/visual). No entanto, não é possível especificar, separadamente, quais são as habilidades prejudicadas, já que os PEAMLs parecem ter geradores múltiplos que trabalham concomitantemente na geração das respostas. Participam da geração dos PEAMLs, com menor colaboração, o colículo inferior e formação reticular, e em maior escala as vias tálamo-corticais (KRAUS, KILENY & MCGEE, 1994) e córtex auditivo (MUSIEK, BARAN & PINHEIRO, 1994).

A onda Na tem origem subcortical profunda (MÄKELÄ *et al*, 1994), do colículo inferior e corpo geniculado medial (FISCHER *et al*, 1995) com pequena contribuição cortical (LÉGEOIS-CHAUVEL *et al*, 1995).

Pa tem origem cortical e subcortical (POLYAKOV & PRATT, 1994). Estudos de topografia craniana e de pacientes com lesão cortical têm mostrado a participação do lobo temporal para a geração da onda Pa (COHEN, 1982). No entanto, há evidências de que geradores talâmicos e projeções tálamo-corticais participam da geração das respostas (WOODS *et al* 1987). A onda Pa pode ainda ser afetada pelo estado de estimulação e sonolência, devido à participação da formação reticular na geração da resposta (KRAUS *et al*, 1992; KRAUS, KILENY & McGEE, 1994).

O córtex auditivo não-primário ou córtex associativo e a formação reticular são geradoras neurais da onda Pb (BUCHAWALD *et al*, 1992; McGEE & KRAUS, 1996). Na idade entre 06 e 08 anos de idade o componente Pb é a onda cortical dominante, porém, mudanças nos valores de latência e amplitude da onda Pb continuam a ocorrer até a idade adulta. Parece ser uma onda robusta e de fácil identificação (McGEE & KRAUS, 1996).

Buchwald *et al* (1991) estudaram o efeito dos agonistas (fisostigmina) e antagonistas (escopolamina) colinérgicos nos PEAMLs. A aplicação intravenosa de agonistas colinérgicos fez com que os sujeitos avaliados permanecessem apenas sonolentos e com os olhos abertos durante a captação dos registros, produzindo o completo desaparecimento da onda Pb e um aumento da amplitude de Pa. Um efeito inverso foi observado com o uso de antagonistas colinérgicos, os sujeitos apresentavam-se despertos e foram observados o reaparecimento da onda Pb com amplitude aumentada e a diminuição da amplitude da onda Pa. Concluíram que a onda Pb reflete a atividade elétrica do sistema central de alerta do sistema de ativação reticular ascendente, o qual é dependente de mecanismos colinérgicos.

De acordo com Kraus, McGee & Comperatore (1989), a melhora da detectabilidade da onda Pa em crianças mais velhas pode ser atribuída aos fatores maturacionais e ao desenvolvimento dos geradores neurais auditivos tálamo-corticais, e seria um indício da participação destas estruturas na geração dos PEAMLs.

Para McGee & Kraus (1996), há dois sistemas de geradores neurais responsáveis pela geração dos PEAMLs. Um sistema se desenvolve mais precocemente e é parte da via auditiva subcortical. O outro apresenta um tempo de desenvolvimento mais longo, e faz parte da via auditiva primária cortical. Mudanças na detectabilidade das ondas estariam relacionadas ao curso de desenvolvimento dos múltiplos geradores dos PEAMLs e aos estágios de sono. Em crianças menores há maior dependência do estado de sono, já que nesta população a geração das respostas é predominantemente subcortical (formação reticular) (KRAUS *et al*, 1995).

Há uma variabilidade nos PEAMLs relacionados ao local de captação dos mesmos, ou seja, poderemos obter diferentes respostas conforme a localização dos eletrodos de superfície. Além disso, parece que diferentes posições de eletrodos produzem participações de estruturas neurais diferentes, na geração das respostas. McGee *et al* (1991) estudaram a contribuição das vias tálamo-corticais, da formação reticular e do colículo inferior, utilizando lidocaína para selecionar e inativar as áreas neurais. Para eles, as vias tálamo-corticais são importantes para a geração dos PEAMLs, por outro lado, o córtex auditivo participa principalmente da modulação da atividade elétrica destes potenciais. Littman *et al* (1992) afirmaram que não só os geradores são diferentes, como a resposta temporal reflete principalmente a atividade neural do caminho auditivo primário e a linha mediana reflete o caminho não primário. Kraus, Smith & McGee (1988), em pesquisas experimentais, demonstraram que as respostas captadas na linha mediana e lobo temporal são originadas por diferentes estruturas neurais, sendo que os componentes de linha mediana são gerados por áreas subcorticais e os componentes do lobo temporal são gerados pelo córtex auditivo. Kraus *et al* (1995) mencionam que as repostas de linha mediana são mais difusas, profundas e simétricas, ao passo que as respostas do lobo temporal são mais superficiais, próximos da superfície e mais assimétricos em relação às respostas de linha mediana. Kraus, McGee, & Comperatore (1989) e McGee *et al* (1991) acrescentam ainda que a captação dos PEAMLs na linha mediana em crianças tem a formação

reticular como área geradora primária. Arehole, Augustine & Simhadri (1995), num resumo da literatura recente sobre o assunto, concluíram que há duas respostas possíveis para os PEAMLs: temporal e de linha mediana. A resposta temporal estaria associada ao córtex auditivo primário e inclui a porção ventral do corpo geniculado medial. A resposta da linha mediana seria atribuída à porção não-primária do tálamo e formação reticular.

Dado à diversidade dos geradores neurais e à possibilidade de geração de respostas subcorticais e corticais primárias e não primárias durante a pesquisa dos PEALMs, é importante que sejam utilizados ao menos dois canais de registro e mais de uma derivação. Musiek (1989) sugere que os eletrodos devem ser colocados em cada hemisfério e não só no vértex (Cz) para otimizar a aplicação. O eletrodo colocado no local da lesão provê a melhor indicação do déficit.

4.2 Maturação dos PEAMLs

Na infância, o sistema neuronal responsável pela geração dos PEAMLs parece estar desenvolvido apenas parcialmente e não atinge sua maturidade até a puberdade. Para Mcgee & Kraus (1996) as estruturas neurais geradoras dos PEAMLs têm um curso de desenvolvimento bastante longo, que se estende principalmente durante a primeira década de vida. Os componentes dos PEAMLs passam por um processo maturacional sistêmico mostrando cursos de desenvolvimento distintos. Da infância até a adolescência, a detecção da onda Pa parece aumentar de 20% na infância para 90% aos 12 anos de idade. Os valores de latência e amplitude obtidos em crianças tornam-se similares aos encontrados em adultos por volta de 10 anos de idade (KRAUS *et al*, 1985).

Hall (1992) menciona que há uma interação complexa entre a latência e amplitude e a idade do sujeito. A amplitude da onda Pa encontra-se na média de 1.0 μ V em sujeitos normais

ocorrendo uma diminuição da amplitude e um aumento da latência para sujeitos com idade inferior a 10 anos. Para este autor, esta interação torna-se ainda mais complexa se considerarmos que há uma variação ainda maior com o estado de alerta do sujeito avaliado.

Para Mcgee & Kraus (1996), dois sistemas de geradores neurais estão envolvidos na geração dos PEAMLs. Um se desenvolve precocemente e é uma porção da via auditiva subcortical. Já o segundo, apresenta um tempo de desenvolvimento mais longo, e faz parte da via auditiva primária. O desenvolvimento do gerador neural primário varia entre indivíduos, mas está bem desenvolvido ao redor dos 10 a 12 anos de idade. A onda Pb é provavelmente uma resposta cortical com características não primárias e com origem de áreas de associação, logo, pode não estar desenvolvido até o início da idade adulta.

Munhoz *et al* (2000b) relatam que entre 8 e 10 anos os registros obtidos das PEAMLs apresentam-se mais estáveis, com configurações de traçado semelhante ao de adulto.

Figura 8: Registro do PEAML de um paciente aos 12 anos de idade. Com replicação.

OBJETIVO

Verificar as características dos Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência (PEAMLs) para diferentes níveis de intensidade sonora 50, 60 e 70dBNA com estímulo *tone-burst* em crianças de 10 a 13 anos.

MATERIAL E MÉTODO

1 Descrição da amostra

Foram avaliados na pesquisa 32 sujeitos, de ambos os sexos (quatorze do sexo feminino e dezoito do sexo masculino), destros, com idade entre 10 e 13 anos. Os participantes foram crianças hígdas, nascidas a termo, livres de doenças auditivas crônicas, agudas ou quaisquer outras alterações que acometem o Sistema Nervoso Central (SNC). Tais crianças encontravam-se em atendimento no Centro Social Comunitário em Saúde da Vila Lobato, centro este coordenando por docentes da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, no qual são feitos acompanhamentos em Puericultura, em crianças e adolescentes de até 18 anos.

1.1 Critério de inclusão na pesquisa

- Normalidade do sistema auditivo periférico a fim de evitar quaisquer influências nos testes centrais.

Para tanto, foram realizadas: anamnese audiológica, meatoscopia, avaliação audiológica básica e medida de imitância acústica. Todos os sujeitos participantes apresentavam exame meatoscópico sem evidências de alterações de conduto auditivo externo e membrana timpânica, e limiares de audibilidade tonais aéreos com valores de até 25dBNA nas frequências entre 250 e 8000Hz (DAVIS & SILVERMAN, 1978). Todos os resultados obtidos na pesquisa da imitância acústica apresentavam-se normais, ou seja, com curvas timpanométricas do tipo A (KATZ, 1994), sem indícios de alterações de orelha externa e média que interferissem na realização dos exames.

- Ausência de problemas de saúde no período da avaliação.
- Crianças que cursassem escolas pertencentes à rede pública de educação, sem necessidade de sistema de educação especial de ensino.

1 Procedimento geral

O presente trabalho passou por análise junto ao Centro Social de Vila Lobato e posteriormente ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP e foi aprovado conforme processo n.º 3863/2001. Inicialmente, a pesquisa foi explanada aos participantes e seus responsáveis no Centro Social e Comunitário, que então foram convidados para participar na pesquisa. Após o consentimento, foram feitos agendamentos para as avaliações. Posteriormente, os responsáveis pelos participantes na pesquisa deram consentimento, por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e então foi iniciada a coleta dos dados. Durante a coleta de dados foram realizadas anamnese de saúde auditiva e geral, meatoscopia,

avaliação audiológica básica, medida de imitância acústica (critério de inclusão na pesquisa) e posteriormente, pesquisa dos potenciais evocados auditivos de média latência. A anamnese auditiva e de saúde geral dos participantes foi realizada cuidadosamente em entrevistas com o participante e seu responsável, e posteriormente, foram complementadas pelas consultas aos prontuários dos mesmos, que já se encontravam em seguimento no Centro Social e Comunitário, citado anteriormente.

A coleta de dados foi realizada no laboratório de Percepção da Audição, no departamento de Psicobiologia da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, conforme autorização do Prof. Dr. José Fernando Colafêmima, responsável pelo mesmo e no Centro Social Comunitário em Saúde da Vila Lobato, pertencente à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, conforme autorização do chefe do serviço, Dr. Júlio César Daneluzzi.

3 Material e procedimento de coleta de dados

Para a pesquisa do sistema auditivo periférico foi utilizado o audiômetro de um canal, da marca MAICO, modelo MA-41, devidamente calibrado segundo especificação do Padrão ANSI S3.26-1981, com fones TDH-39 e coxim MX-41, em cabina tratada acusticamente. Para a testagem da pesquisa da imitância acústica foi usado analisador de orelha média da marca TELEDAYNE, modelo *Avionics* TA3P.

A pesquisa das Respostas Auditivas de Média Latência (PEAMLs) foi realizada utilizando o programa *ATI NAUTILUS PE* (versão 4.19c - LERMED S.R.L. - Argentina, 1992) acoplado ao pré-amplificador, estágios de filtros, amplificação de saída, computador e fone TDH-39. A figura 9 mostra um esquema representativo do equipamento.

Figura 9: esquema do equipamento.

Pré-amplificador: para amplificação do sinal captado tornando possível a observação destes. Possui entradas para os eletrodos (positiva, negativa e referência), fazendo conexão entre o paciente e o equipamento.

Estágio de filtros: para determinação da faixa de frequência que será captada bem como eliminação de interferências externas indesejáveis. Podemos ter filtros passa-alto (1, 5, 10, 25, 100 e 300 Hz) ou passa-baixo (100, 200, 500, 1000 e 3000 Hz).

Amplificação de saída: contém o sinal já pré-amplificado e filtrado, conectado ao computador por meio de um cabo de sinal. Possui um amplificador diferencial que compara as duas entradas e novamente amplifica as diferenças entre elas. Sobretudo ocorre a amplificação do potencial cerebral que tem voltagens diferentes nos dois eletrodos. Em geral há um cancelamento dos potenciais extracerebrais (artefato de 60Hz, por exemplo), que tem voltagem de entrada semelhante nos dois eletrodos e são rejeitados pelo computador – rejeição de artefatos.

Computador: possui um conversor análogo-digital para codificação do sinal recebido do amplificador em formato numérico (*bits*), para posterior análise dos dados.

A realização do exame pode ser observada na figura 10.

Figura 10: Foto ilustrativa da captação dos PEAMLs.

Os sujeitos foram acomodados numa poltrona reclinável, porém foram orientados para permanecer com os olhos abertos e em estado de alerta. A limpeza da pele para colocação dos eletrodos foi feita com pasta abrasiva para a remoção de resíduos e da oleosidade cutânea, que poderiam impedir a captação da resposta. Uma pasta eletrolítica foi utilizada para melhorar a condutividade elétrica. A fixação dos eletrodos foi feita por meio de esparadrapo microporoso, sendo que a impedância de cada eletrodo não ultrapassou 5 Kohms ($K\Omega$) e não houve diferença superior a 2 Kohms ($K\Omega$) entre as impedâncias dos eletrodos, conforme recomendações do *Handbook of Evoked Potentials* (HALL, 1992).

A sala de exame foi protegida acústica e eletricamente.

As derivações utilizadas na montagem dos eletrodos foram A1 e A2/Cz, obtidas por meio de três eletrodos de ouro: ativo posicionado no vértex (Cz) e referência situados nos lóbulos das orelhas esquerda (A1) e direita (A2), e o terra na orelha contra-lateral captadas alternadamente, segundo padrão do sistema internacional 10-20 (JASPER, 1958) (figura 11).

Figura 11: montagem dos eletrodos

Sabe-se que a disposição de eletrodos sobre o lobo temporal (T3/T4) e temporo-parietal (C3/C4 e C5/C6) sensibilizam a pesquisa neurodiagnóstica. Para LEE *et al* (1984) a utilização de eletrodos sobre a Fissura Silvana (região que se estende aproximadamente em 5 a 6,9 cm acima do lobo temporal), favorece a observação dos componentes dos PEAMLs. Porém, devido à limitação do equipamento, ou seja, o fato do mesmo possuir um único canal de registro das respostas, optou-se por utilizar eletrodos dispostos em linha mediana, no vértex (Cz), o que contribuiria com um aumento na amplitude do sinal (HALL, 1992).

Os estímulos foram apresentados nas intensidades de 50, 60 e 70dBNA de forma aleatória para cada derivação.

Os parâmetros do estímulo e de aquisição utilizados no equipamento foram:

- tons *bursts* monoaurais (*plateau* de 6ms e *rise/fall* de 2ms): 500 estímulos acústicos construídos eletronicamente apresentados na frequência de 1000Hz. Tal estímulo é resultado de um envelope eletrônico, com um tempo de subida (*rise*), um tempo de manutenção (*plateau*) e um tempo de descida (*fall*). Para Munhoz *et al* (2000a) a subida está relacionada diretamente ao nível de estimulação e a manutenção, relacionada com a seletividade de frequência. Segundo Davis (1976), o tempo de *rise/fall* deve ser de 2 ciclos, para um platô de

ciclo. HALL (1992) sugere que valores maiores de rise/fall produzem aumento de amplitude e pequeno aumento na latência. Para Misulis (2003) os estímulos monoaurais testam um lado do corpo de cada vez, ao passo que a soma de estímulos binaurais produz uma resposta que difere das respostas monoaurais independentes. Não há somente o efeito aditivo, há uma interação de ambos os lados, de forma que a ativação de um lado possa influenciar na resposta do outro lado.

De acordo com Hood (1990) e Misulis (2003) 512 respostas ou até menos são suficientes para a obtenção dos PEAMLs.

A estimulação monoaural apresentada à orelha ipsilateral em relação à localização do eletrodo produz em geral uma amplitude menor, no entanto, nenhum efeito foi observado na latência (HALL, 1992). Por outro lado, Cone-Wesson, Ma & Fowler (1997) mencionam que a onda Pa apresenta amplitude menor em respostas binaurais quando comparados com estímulos monoaurais somados.

- taxa de apresentação do estímulo (*rate*): de 5 estímulos/segundo. Quantidade de estímulos apresentados em um segundo. Influencia de modo que a intensidade sonora sobre o estímulo, aumentando a amplitude e diminuindo a latência (MISULIS, 2003). A recomendação mais freqüente é de 5 a 10 estímulos/segundo (MENDEL, 1989). Valores menores de latência são obtidos por meio do uso de taxas de apresentação de estímulos mais lentas em relação a mais rápidas (HALL, 1992). Para Tucker *et al* (2002) o aumento da taxa de estimulação produz diminuição na amplitude e aumento na latência das ondas.

- tempo de análise (janela): 70 ou 100ms. Estabelecido para garantir uma janela de tempo que permita a identificação dos componentes a serem pesquisados, sem interferir na latência e amplitude das ondas. Tempos de análise de 50 a 100ms podem ser utilizados, uma vez que todos os componentes dos PEAMLs estão incluídos dentro desta faixa de tempo (HALL, 1992; MISULIS, 2003).

- filtro: de 3 a 100Hz. Altera o processo de análise pelo conversor análogo-digital, podendo provocar reduções ou melhoras no sinal captado. Sabe-se que a energia das PEAMLs concentra-se na região de 20 a 40Hz, utiliza-se um filtro passa-baixo para garantir a captação do sinal sem distorção da resposta (HALL, 1992). Filtros maiores que 150Hz podem distorcer a amplitude e a latência do PEAML (MISULIS, 2003).

- polaridade: alternada. Variação uniforme entre as formas de transmissão da energia sonora. Inicia a transmissão sonora alternadamente com as ondas de compressão/descompressão das moléculas de ar. Para Davis (1976), o uso do estímulo de polaridade alternada contribui para redução da quantidade de artefatos que interferem no registro e tem sido empregado muito freqüentemente, exceto quando se deseja observar repostas cocleares.

- Sensibilidade: 75 microvolts (μV). Também tida como plena escala, representa a resolução vertical, ou seja, a resolução máxima do registro. Além do amplificador do sinal captado, existe um conversor análogo-digital, que transforma a voltagem captada em números, submetidos posteriormente à análise. Munhoz *et al* (2000a) relatam ser necessário ao conversor um número de *bits* suficiente para a captação das mudanças de voltagem. Exemplificam dizendo que um conversor de 8 *bits* interpreta 256 níveis de voltagem e um outro de 12 *bits*, no entanto, é capaz de interpretar 4.096. Isto significa que 8 *bits* somente podem detectar mudanças de voltagens maiores que 39mV, com uma resolução baixa, já que nessa situação, sinais inferiores a este valor não serão analisados.

A duração do exame foi de aproximadamente 50 minutos, sendo 15 minutos para a aplicação da anamnese, avaliação audiológica/timpanométrica e 35 minutos para o PEAML, pesquisados nas intensidades sonoras de 50, 60 e 70 dBNA, para as derivações A1 e A2 /Cz. Todos os registros foram replicados, a fim de duplicar as respostas e garantir a fidedignidade do exame.

4 Análise dos resultados

Foram estudados os componentes Na, Pa, Nb e Pb, que registrados na memória do computador, tiveram seus valores de amplitude e latência analisados posteriormente, por meio do tratamento estatístico. O componente Po reflete a atividade muscular pós-auricular e não é um componente neurogênico (HALL, 1992) e apesar de ser vistos em alguns registros, não foi analisado neste estudo.

Em relação à reprodutibilidade dos traçados, durante a pesquisa dos PEAMLs todos os registros foram replicados e as marcações das ondas eram feitas nos traçados com melhor replicação. Devido ao fato do equipamento utilizado apresentar apenas um canal de registro e a possibilidade de impressão de somente 04 traçados em cada tela, na discussão foram apresentados nas figuras somente os melhores registros.

As marcações das ondas dos PEAMLs foram realizadas seguindo o critério pré-estabelecido elaborado a partir da literatura: a identificação das ondas é realizada por meio da consistência nos valores de latência e amplitude dos seus componentes. Então, considerando a seqüência dos componentes, tem-se:

- Na: primeiro maior pico negativo, entre 12 e 27ms, considerando a replicação dos traçados.
- Pa: maior pico positivo após a onda Na, entre 25 e 40ms, considerando a replicação dos traçados. A onda Pa é a mais proeminente dentre as ondas dos PEAMLs.
- Nb: pico positivo logo após PA, entre 30 e 50ms, considerando a replicação dos traçados.

- Pb: maior pico positivo, na seqüência, ou seja, logo após Nb, entre 45 e 65ms, considerando a replicação dos traçados (GOLDSTEIN & RODMAN, 1967; HALL, 1992; RUTH & LAMBERT, 1991; KRAUS, KILENY & McGEE, 1994; MUNHOZ, 2000b; MUSIEK & LEE, 2001).

As ondas Na-Pa-Nb são mais consistentes, sendo que este complexo deve ser identificado afim de facilitar a visualização das ondas. As ondas dos PEAMLs foram consideradas presentes quando havia na seqüência de componentes, um negativo seguido de outro positivo, tendo como referência a negatividade ou positividade em relação à linha de base e ao eletrodo positivo colocado no vértex (KRAUS *et al*, 1985).

Os valores de latência foram marcados no maior pico ou pico de máxima amplitude, considerando a sobreposição parcial dos traçados. Para a pesquisa dos PEAMLs a replicação não é totalmente válida, já que existem respostas miogênicas que ocorrem na mesma latência das ondas (MUNHOZ *et al*, 2000b).

Como um reflexo das distinções de bases neurofisiológicas, a amplitude é um fator mais sensível a disfunções do que a latência (HALL, 1992; MUSIEK & LEE, 2001). Então, foram analisados também os valores de amplitude interpico Na-Pa, que era marcada do primeiro maior pico negativo ao primeiro maior pico positivo. Na literatura os valores médios de amplitude interpico Na-Pa são observados ao redor de 0,5 e 2 μ V (MUSIEK, *et al*, 1984) e 0,4 e 2,58 μ V (COSTA, COSTA FILHO e CARDOSO, 2002). Tais valores têm uma variabilidade muito alta entre os sujeitos e a análise destes dados foram feitas apenas numa comparação intra-individual entre as medidas de amplitude obtidos de uma orelha e outra (A1 e A2/Cz), o que chamamos de Efeito de Orelha (O). Cada resposta de um lado ou outro não deveria ultrapassar 50% no mesmo indivíduo (CHERMAK & MUSIEK, 1994; MUSIEK, BARAN & PINHEIRO, 1994). O Efeito de Eletrodo (EE) não foi pesquisado devido às

limitações do equipamento, já que a existência de somente um canal de registro inviabilizou a realização de maiores comparações.

5 Tratamento estatístico

O programa utilizado para a realização do tratamento estatístico foi o *The SAS (Analises Statistical System)*.

Primeiramente foi realizada a análise quantitativa dos dados por meio da estatística descritiva. Foram calculados os valores de Média (M) e Desvio Padrão (DP) de todas as medidas para cada derivação de montagem de eletrodos A2/Cz e A1/Cz, separadamente nas três intensidades sonoras pesquisadas 50dB, 60dB e 70dB.

Os dados foram estudados também pela análise da variância, aplicando-se o teste F considerando-se o efeito de três fatores: Orelha (A1 e A2), Intensidade (50, 60 e 70 dB) e Ondas (Na, Pa, Nb, Pb).

Apesar deste não ser o objetivo do estudo, num segundo momento, a população pesquisada foi dividida em dois grupos de acordo com a queixa de dificuldade escolar apresentada pelos pais ou responsáveis pela criança participante na pesquisa. Sendo que, o grupo 1 era composto por crianças com queixa de dificuldade escolar e o grupo 2, crianças sem queixa de dificuldade escolar. Esta análise foi realizada no sentido de verificar se estas variáveis interferem nos resultados, caso existam diferenças entre os grupos.

O estudo do efeito das medidas obtidas dos grupos 1 e 2 foi realizada também pela análise da variância e aplicação do teste F , agora considerando-se apenas o efeito do fator queixa na latência das ondas.

Realizou-se também uma análise qualitativa dos dados por meio do estudo individual da morfologia dos traçados a fim de caracterizar as formas de ondas observadas para a amostra estudada. Esta análise também propiciou uma comparação entre os traçados dos grupos 1 e 2, a fim de estudar a interferência da variável queixa.

O nível para a rejeição da hipótese de nulidade para os testes foi fixado em 0,05 ou 5% ($p \leq 0,05$), sendo que os valores significativos foram assinalados com um asterisco.

RESULTADOS

A tabela 2 e o gráfico 1 mostram os resultados obtidos na análise quantitativa ou estatística descritiva, mostrando os valores de média (M) e Desvio Padrão (DP) das medidas de latência das ondas Na, Pa, Nb e Pb nas intensidades de 50, 60 e 70 dB para as derivações de eletrodos A2/Cz e A1/Cz.

Os componentes Na, Pa e Nb foram detectados em todos o sujeitos (100%) em intensidades altas e médias. O componente Pb não foi identificado em apenas 04 registros (0,51%), garantindo uma detectabilidade de 99,49%.

Os gráficos 2, 3, 4, 5, 6 e 7 mostram os valores de Média (M) e Desvio Padrão (DP) de latência das ondas Na, Pa, Nb e Pb nas intensidades de 50, 60 e 70 dB para as derivações A2/Cz e A1/Cz. De acordo com os padrões americanos que estabelecem as normas para a realização de medidas eletroencefalográficas, a *American EEG Society* (1994), é recomendado a utilização de 2,5 desvios-padrão acima ou abaixo da média de uma dada população para estabelecer os níveis de normalidade, o que confere um grau de confiança de 99,4%. Na população estudada, foram observadas quatro medidas com valores de latências fora deste padrão. Temos então 0,51% das medidas fora do padrão, garantindo um grau de confiabilidade de 98,99%. Tais medidas foram obtidas dos sujeitos 2, 5, 11 e 32, que tiveram suas anamneses consultadas, sendo constatado que os mesmos apresentavam queixas de dificuldades escolares e terão seus dados analisados separadamente num momento posterior.

A reprodutibilidade total dos traçados foi parcial (65,1%) e o grau de variabilidade nos valores de latência obtidos para cada onda, intra e inter sujeito, foi bastante grande, independente da intensidade pesquisada, no entanto, valores menores de desvio-padrão foram obtidos para a onda Na (tabela 2 e gráfico 1).

Tabela 2: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb nas intensidades de 50, 60 e 70 dB para ambas derivações A2/Cz e A1/Cz (n=32).

Intensidade (dB)	A2/Cz								A1/Cz							
	Latência das ondas (ms)								Latência das ondas (ms)							
	Na		Pa		Nb		Pb		Na		Pa		Nb		Pb	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
50	22,38	3,52	34,11	4,34	43,22	5,28	55,19	5,55	22,73	3,21	36,59	4,06	44,95	5,00	56,81	4,67
60	22,40	2,51	34,78	3,90	43,03	5,46	54,91	5,01	22,58	2,19	35,47	3,79	43,84	4,28	54,96	4,89
70	20,61	2,96	34,87	4,57	42,70	5,83	55,61	5,92	20,98	2,82	35,81	5,40	43,83	6,59	55,17	6,39

A2/Cz **A1/Cz**

Gráfico 1: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb nas intensidades de 50, 60 e 70 dB para ambas derivações A2/Cz e A1/Cz (n=32).

Legenda: ■ : valor médio; - : valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 2: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb na intensidade de 50dB para a derivação A1/Cz (n=32).

Legenda: —: valor médio; - - : valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 3: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb na intensidade de 50dB para a derivação A2/Cz (n=32).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 4: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb na intensidade de 60dB para a derivação A1/Cz (n=32).

Legenda: —: valor médio; - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 5: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb na intensidade de 60dB para a derivação A2/Cz (n=32).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 6: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb na intensidade de 70dB para a derivação A1/Cz (n=32).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 7: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb na intensidade de 70dB para a derivação A2/Cz (n=32).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

As formas de onda Na-Pa foram os componentes mais consistentes e mais facilmente identificáveis, com alta reprodutibilidade e 100% de detectabilidade.

Os valores médios de amplitude Na-Pa variaram entre 0,15 e 1,9 μ V (M=1,0 μ V).

Tabela 3: Média (M), Valores Mínimos (Min) e Máximos (Max) das amplitudes das ondas Na-Pa nas intensidades de 50, 60 e 70 dB para ambas derivações A2/Cz e A1/Cz (n=32).

Intensidade (dB)	A2/Cz			A1/Cz		
	Amplitude das ondas (μ V)			Amplitude das ondas (μ V)		
	Na-Pa			Na-Pa		
	M	Min	Max	M	Min	Max
50	0,81	0,16	1,60	0,53	0,15	1,70
60	0,99	0,20	1,90	0,82	0,28	1,50
70	1,05	0,16	1,90	1,02	0,38	1,90

Apenas 06 sujeitos apresentaram amplitude inferior a 50% na comparação interaural, para a pesquisa do Efeito de Orelha (EO). Dentre estes, 05 sujeitos tinham queixas de dificuldades escolares e 01 sujeito apresentava histórico de otites de repetição durante a infância. Os achados dos sujeitos com queixas de dificuldades escolares serão analisados detalhadamente num momento posterior durante a discussão.

A tabela 4 mostra a média e variância das medidas nas intensidades de 50, 60 e 70dB em relação às derivações de eletrodos A2/Cz e A1/Cz. Na maioria das medidas não há diferenças significantes, no entanto, na intensidade de 50dBNA, os valores obtidos da derivação A1/Cz (lado esquerdo) (*a*) apresentam-se mais alongados em relação à derivação A2/Cz (lado direito) (*b*).

Tabela 4: Média e variância das medidas nas intensidades de 50, 60 e 70dB em relação às derivações de eletrodos A1/Cz e A2/Cz.

INTENSIDADE (dB)	A2/Cz	A1/Cz	TESTE <i>F</i> ($p \leq 0,05$)
50	38,76 <i>a</i>	40,27 <i>b</i>	8,70**
60	38,82 <i>a</i>	39,21 <i>a</i>	0,58 <i>NS</i>
70	38,43 <i>a</i>	38,95 <i>a</i>	1,01 <i>NS</i>
Teste <i>F</i>	0,32 <i>NS</i>	3,75* ($p=0,02$)	

Na tabela 5 observa-se que a média das medidas obtidas para a onda Na na intensidade de 50dBNA (*a*) é significativamente maior que aquela obtida na intensidade de 70dBNA (*b*). Contudo, não há diferenças estatisticamente significantes entre as médias obtidas para a onda NA na intensidade de 60dBNA (*ab*) e 50dBNA (*a*) e 70dBNA (*b*). Também não foram observadas diferenças ao nível de significância para as ondas Pa, Nb e Pb nas intensidades de 50, 60 e 70dNA.

Tabela 5: Média e variância das medidas das latências nas intensidades de 50, 60 e 70dB em relação as ondas Na, Pa, Nb e Pb.

INTENSIDADE (dB)	Na	Pa	Nb	Pb
50	22,56 <i>a</i>	35,35 <i>b</i>	44,09 <i>b</i>	56,07 <i>b</i>
60	22,49 <i>ab</i>	35,13 <i>b</i>	43,44 <i>b</i>	55,01 <i>b</i>
70	20,79 <i>b</i>	35,34 <i>b</i>	43,27 <i>b</i>	55,36 <i>b</i>
Teste <i>F</i>	3,83* ($p=0,02$)	0,76 <i>NS</i>	0,72 <i>NS</i>	1,11 <i>NS</i>

A tabela 6 apresenta os resultados da análise de variância dos três fatores estudados: Orelha, Intensidade e Onda.

Tabela 6: Variância e interações entre Orelha (OR), Intensidade (I) e Ondas (O) ($p \leq 0,05$).

ORELHA (OR)	LATÊNCIA (ms)
A1	39,48 <i>a</i>
A2	38,48 <i>b</i>
Teste <i>F</i>	6,91** ($p=0,013$)
INTENSIDADE (I)	LATÊNCIA (ms)
50	39,44 <i>a</i>
60	38,94 <i>b</i>
70	38,57 <i>b</i>
Teste <i>F</i>	3,08* ($p=0,046$)
ONDAS (O)	LATÊNCIA (ms)
Na	21,95 <i>a</i>
Pa	35,27 <i>b</i>
Nb	43,60 <i>c</i>
Pb	55,44 <i>d</i>
Teste <i>F</i>	2270,87** ($p=0,0001$)
INTERAÇÕES	LATÊNCIA (ms)
OR x I	1,42 <i>NS</i>
OR x O	0,93 <i>NS</i>
I x O	1,03 <i>NS</i>
OR x I x O	0,21 <i>NS</i>

Na análise de variância de Orelha (OR), o valor de média e o cálculo do teste F indicaram que as medidas obtidas em relação à orelha direita-A2 (a) e orelha esquerda-A1 (b) variam entre si ($p=0,013$) ao nível de significância. Pode-se afirmar então que as respostas captadas na derivação A1/Cz apresentam latência mais longa em relação à derivação A2/Cz, tendência esta observada nas análises apresentadas anteriormente.

Para a análise de Intensidade (I), o teste F mostrou que os valores obtidos nas intensidades de 50dB (a) e 70dB (b) variam entre si. Porém, a intensidade de 60dB (ab) não mostrou variação em relação às intensidades de 50 e 70 dB.

No cálculo da variância entre as medidas das Ondas (O), observou-se por meio do teste F que as quatro ondas Na (a), Pa (b), Nb (c) e Pb (d) têm uma alta variabilidade entre seus valores ($p=0,0001$). Este cálculo foi analisado somente para efeito de apresentação e para a observação da interação deste com os outros fatores, já que parece óbvio mencionar que as ondas diferem-se entre si, trata-se de ondas distintas com valores de latência também distintos.

Não foram observadas interações ao nível de significância entre os fatores Orelha (OR), Intensidade (I) e Ondas (I).

Os gráficos 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,16, 1, 18 e 19 mostram os valores de Média (M) e Desvio Padrão (DP) para as ondas Na, Pa, Nb e Pb nas intensidades de 50, 60 e 70dB para as derivações A2/Cz e A1/Cz, separadamente em grupos com queixas de dificuldades escolares ($n=19$) e sem queixas de dificuldades escolares ($n=13$). Agora, foram observadas três medidas com valores de latência fora do padrão 2,5 desvio-padrão, medidas estas dos sujeitos 2, 5 e 11, também do grupo com queixas de dificuldades escolares. Ao realizarmos um estudo quantitativo em percentagem temos 0,38% de medidas fora do padrão, garantindo 99,02% dentro de 2,5 desvios-padrão.

É importante ressaltar ainda que as medidas que excedem 2,5 desvios-padrão foram obtidas de registros ipsilaterais captados do lado esquerdo (A1/Cz) com estimulação à esquerda.

Gráfico 8: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo com queixas de dificuldade escolar na intensidade de 50dB para a derivação A1/Cz (n=19).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 9: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo com queixas de dificuldade escolar na intensidade de 50dB para a derivação A2/Cz (n=19).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 10: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo sem queixas de dificuldade escolar na intensidade de 50dB para a derivação A1/Cz (n=13).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 11: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo sem queixas de dificuldade escolar na intensidade de 50dB para a derivação A2/Cz (n=13).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 12: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo com queixas de dificuldade escolar na intensidade de 60dB para a derivação A1/Cz (n=19).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 13: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo com queixas de dificuldade escolar na intensidade de 60dB para a derivação A2/Cz (n=19).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP

Gráfico 14: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo sem queixas de dificuldade escolar na intensidade de 60dB para a derivação A1/Cz (n=13).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 15: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo sem queixas de dificuldade escolar na intensidade de 60dB para a derivação A2/Cz (n=13).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 16: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo com queixas de dificuldade escolar na intensidade de 70dB para a derivação A1/Cz (n=19).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 17: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo com queixas de dificuldade escolar na intensidade de 70dB para a derivação A2/Cz (n=19).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 18: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo sem queixas de dificuldade escolar na intensidade de 70dB para a derivação A1/Cz (n=13).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

Gráfico 19: Média (M) e Desvio Padrão (DP) das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb para o grupo sem queixas de dificuldade escolar na intensidade de 70dB para a derivação A2/Cz (n=13).

Legenda: —: valor médio; - - -: valor médio $\pm$ 2,5 DP.

A tabela 7 mostra a média e variância das medidas das ondas Na, Pa, Nb e Pb nas intensidades de 50, 60 e 70 dB em relação às derivações de eletrodos A2 e A1/Cz segundo a queixa.

Tabela 7: Média e variância das medidas de latência dos grupos 1 e 2 para as ondas Na, Pa, Nb e Pb segundo queixa.

INTENSIDADE (dB)	Na	Pa	Nb	Pb
Grupo 1	21,85 <i>a</i>	34,98 <i>a</i>	43,10 <i>a</i>	53,80 <i>a</i>
Grupo 2	22,09 <i>a</i>	35,71 <i>a</i>	44,32 <i>a</i>	55,00 <i>a</i>
Teste <i>F</i>	0,07 <i>NS</i>	0,73 <i>NS</i>	2,05 <i>NS</i>	1,98 <i>NS</i>

O estudo da variância das ondas para os grupos com e sem queixa de dificuldades escolares mostrou apenas uma tendência de encurtamento das latências das ondas Na, Pa, Nb e Pb obtidas do grupo 1, logo, não foram constatadas diferenças significativas para os valores de latência entre os grupos. Em consequência de uma maior variabilidade nas ondas finais, maior efeito pôde ser observado sobre as ondas Nb e Pb.

As figuras 12, 13, 14, 15 e 16 ilustram a diversidade da morfologia dos traçados entre os sujeitos dos grupos com e sem queixas de dificuldades escolares na intensidade de 70dBNA e serão analisadas qualitativamente durante a discussão.

Figura 12: Registro dos PEAMLs de um paciente de 12 anos de idade sem queixa dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.

Figura 13: Registro dos PEAMLs de um paciente de 13 anos de idade com queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.

Figura 14: Registro dos PEAMLs de um paciente de 12 anos de idade sem queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.

Figura 15: Registro dos PEAMLs de um paciente de 12 anos de idade com queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.

Figura 16: Registro dos PEAMLs de um paciente de 10 anos de idade com queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.

Figura 17: Registro dos PEAMLs de um paciente de 13 anos de idade com queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.

Figura 18: Registro dos PEAMLs de um paciente de 13 anos de idade sem queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.

Figura 19: Registro dos PEAMLs de um paciente de 10 anos de idade com queixa de dificuldade escolar para a intensidade sonora de 70dBNA.

As figuras 20, 21, 22, 23 e 24 mostram registros dos PEAMLs nas intensidades sonoras de 50, 60 e 70dB. Os traçados foram apresentados em ordem crescente, ou seja, visualiza-se um aumento gradual da intensidade, de modo que o primeiro traçado refere-se ao registro dos PEAMLs na intensidade de 50dBNA, o segundo, a intensidade de 60dBNA e assim por diante. Durante a discussão será realizada uma análise qualitativa, por meio de estudo individual da morfologia destes traçados, na busca de uma caracterização mais detalhada das formas de ondas observadas para a amostra estudada nas intensidades sonoras de 50, 60 e 70dBNA.

Figura 20: Registro dos PEAMLs para as intensidades sonoras de 50, 60 e 70dBNA.

Figura 21: Registro dos PEAMLs para as intensidades sonoras de 50, 60 e 70dBNA.

Figura 22: Registro dos PEAMLs para as intensidades sonoras de 50, 60 e 70dBNA.

Figura 23: Registro dos PEAMLs para as intensidades sonoras de 50, 60 e 70dBNA.

Figura 24: Registro dos PEAMLs para as intensidades sonoras de 50, 60 e 70dBNA.

DISCUSSÃO

Por se tratar de um intervalo bastante pequeno na faixa etária de 10 a 13 anos de idade, a variável idade não foi considerada durante o tratamento estatístico e não foi analisada quantitativamente. A análise dos dados não foi realizada separadamente por sexo, já que de acordo com a literatura parece não haver diferenças significativas entre as medidas obtidas para populações de diferentes sexos, o que inviabiliza a realização destes cálculos (OZDAMAR & KRAUS, 1983; STEWART, JERGER & LEW, 1993; COSTA, COSTA FILHO & CARDOSO, 2003).

Com relação à estabilidade dos componentes dos PEAMLs, Ozdamar & Kraus (1993) observaram que Na e Pa foram os componentes com maior percentual de identificação (100%) para todas as intensidades, ao passo que Nb foram detectados em aproximadamente em 85% dos casos.

O percentual de detectabilidade da onda Pb varia de 30 a 50% na literatura (GOLDSNTEIN & RODMAN, 1967; OZDAMAR & KRAUS, 1993). Uma vez que o componente Pb tem como gerador neural o córtex auditivo não-primário (McGEE & KRAUS, 1996) e que a captação das respostas elétricas sobre a linha mediana refletem o caminho auditivo não-primário ou subcortical (LITTMAN *et al*, 1992) o aparecimento das respostas foi favorecido e possivelmente contribuiu para a alta detectabilidade da onda Pb.

A ausência da onda Pb ocorreu independente da intensidade sonora apresentada. Pb é um componente cortical, em especial do córtex auditivo associativo ou não-primário (McGEE & KRAUS, 1996; BUCHAWALD *et al*, 1992). Logo, parece certo que há maior interferência endógena (do córtex) que exógena (do estímulo).

Os valores médios das latências observados para as ondas Na, Pa, Nb e Pb encontram-se um pouco alongados em comparação a outros estudos para a mesma faixa etária (KRAUS *et al*, 1985; MUSIEK *et al*, 1994). Porém, latências mais longas têm sido obtidas pelo uso de estímulos tonais em relação a clicks (OZDAMAR & KRAUS, 1993; BORGMANN *et al*, 2001). Além disso, latências mais longas e amplitudes maiores podem ser observadas com registros obtidos com o eletrodo ativo sobre o vértex em relação ao lobo temporal (OZDAMAR & KRAUS, 1993).

Em relação às médias e desvio-padrão das medidas de latência, apenas 04 indivíduos mostraram valores fora de 2,5 desvio-padrão, garantindo um grau de confiabilidade de 99,49%. Logo, conclui-se que apesar da grande variação, é possível utilizar este método na prática clínica com um nível de confiança desejável.

Em relação ao alto grau de variabilidade nos valores de latência de cada onda observado no presente trabalho, a literatura registra achado semelhante. Ozdamar & Kraus (1983) constataram um alto nível de variação nos componentes dos PEAMLs em relação ao ABR. Por outro lado, Goldsntein & Rodman (1967) relatam que os PEAMLs apresentam considerável consistência do padrão de resposta para intensidades baixas, médias e altas. Mendel & Goldstein (1969) mencionam que há uma estabilidade dos potenciais evocados auditivos precoces (de curta e média latência) em relação aos tardios. Para estes autores, a latência dos componentes tem relação com a variabilidade dos mesmos; logo, quanto maiores os valores de latência, maior a variação das ondas.

A consistência das formas de onda Na-Pa tem sido achado constante na literatura e os valores de amplitude Na-Pa aqui observados foram também condizentes com a literatura consultada (MUSIEK *et al*, 1984; COSTA, COSTA FILHO & CARDOSO, 2003). Por outro lado, a reprodutibilidade não é totalmente válida para a pesquisa dos PEAMLs, já que existem

respostas miogênicas que ocorrem na mesma latência das ondas (HALL, 1992; MUNHOZ *et al*, 2000b) conforme observamos neste estudo.

O registro das respostas dos PEAMLs do presente estudo deu-se pela estimulação ipsilateral. Logo, parece correto que a captação do lado esquerdo, ou seja, derivação A1/Cz, apresente-se com valores de latência mais longos. Ao considerarmos os conceitos de neurofisiologia, tem-se que o hemisfério direito é o local responsável pela recepção de estímulos não verbais e que a maioria das fibras nervosas auditivas que compõem o sistema auditivo aferente são contralaterais e passam em sua maioria por um cruzamento e seguem para o outro lado do córtex. Neste caso, a estimulação não-verbal ipsilateral à esquerda, em seu seguimento aferente, possivelmente, passou pelo cruzamento e continuou contralateralmente chegando primeiro ao hemisfério direito, local atribuído à recepção do estímulo não-verbal. No entanto, para que o estímulo pudesse ser identificado no hemisfério esquerdo ainda seria necessário continuar o caminho, passando pelo corpo caloso. Logo, é certo que o tempo de chegada do estímulo, representado pela latência da onda seria mais longo se captado no hemisfério esquerdo em relação ao hemisfério direito. Para Kraus *et al* (1995) e Hall (1992) as latências das ondas são equivalentes sobre os modos de estimulação ipsilateral e contralateral sugerindo conduções de tempo similares para os caminhos auditivos ipsilaterais e contralaterais e que a geração das respostas seria bilateral. Por outro lado, os estudos de Woods & Clayworth (1985) e Kanno *et al* (2000) constataram que a latência é menor em registros contralaterais em relação às disposições ipsilaterais, concordando que as estimulações ipsilaterais produzem um alongamento no valor da latência das ondas conforme pôde ser constatado neste estudo.

No presente trabalho, a relação entre o aumento na intensidade e redução na latência reafirma as observações de Goldstein & Rodman (1967) e de Hall (1992), de que aumentos progressivos na intensidade a partir do limiar tonal comportamental do sujeito em até 40 a

50dBNS resultam na diminuição gradual na latência das ondas. Em níveis de intensidade mais altos, a latência das ondas permanece relativamente constante. Para Borgmann *et al* (2001) se o estímulo tonal é usado, o aumento da intensidade sonora entre 40-80dBNA provoca uma pequena diminuição na latência das ondas finais, podendo ser observado um efeito mais significativo sobre as ondas iniciais. Smith, Lee & Mills (1989) num estudo experimental (*gerbils*), confirmaram os achados acima citados sobre as mudanças menos aparentes das ondas iniciais, mencionando que tais mudanças são ainda mais significantes em intensidades mais baixas.

Para Misulis (2003) um estímulo deve ter um mínimo de intensidade (limiar) para produzir um potencial evocado. Um aumento da intensidade sonora, acima do limiar, em geral, há um aumento na amplitude e uma diminuição na latência, porém a amplitude não cresce linearmente com a intensidade do estímulo. A amplitude aumenta até um máximo, após o qual se estabiliza. Segundo Mcgee & Kraus (1996) a latência das ondas diminuem um pouco com o aumento da intensidade do estímulo e a amplitude aumenta até aproximadamente 60dBNA então estabiliza.

Ozdamar & Kraus (1983) detectam 100% das ondas iniciais (Na e Pa) em altas intensidades, porém as ondas finais variaram significativamente, ao passo que a onda Nb foi detectada em aproximadamente 85% dos casos e a onda Pb com detectabilidade inferior a 30%. Com a diminuição da intensidade sonora as ondas Na e Pa, tiveram 80 e 90% de detecção, respectivamente e as ondas finais mantinham o nível de detectabilidade ao redor de 25 a 30%.

Para Goldstein & Rodman (1967) e Hall (1992) a diminuição progressiva da intensidade resultaria em alongamento gradual na latência das ondas em intensidades menores entre 40/50dBNS acima do limiar comportamental do sujeito. Neste caso, pode ser observado

um aumento da latência para os traçados pesquisados na intensidade de 50dBNA e a estabilização dos valores de latência nas intensidades a partir de 60dBNA.

O uso do tom *burst* permitiu constatar que a latência das ondas sofre um alongamento em decorrência da diminuição da intensidade, apesar de não ter sido constatada uma variação linear em função da intensidade neste estudo e na literatura. Alongamento este mais evidenciado na derivação A1/Cz (lado esquerdo) para a menor intensidade pesquisada e nas ondas iniciais.

A análise da variância por grupos com e sem queixa de dificuldade escolar possibilitou observar que as medidas excederam 2,5 desvio-padrão, obtidas de registros ipsilaterais captados sobre o hemisfério esquerdo (A1/Cz), apresentavam variações maiores e valores mais longos de latência, fato este também constatado por WOODS & CLAYWORTH (1985) e WOOD *et al* (1995). Em ambos os grupos, maior variabilidade foi constatada nas ondas finais o que produziu maiores implicações sobre as ondas Nb e Pb em concordância com as afirmações de SMITH, LEE & MILLS (1989) e OZDAMAR & KRAUS (1983).

Anormalidades como aumento de latências e diminuição de amplitude, ausência das ondas, degradação dos traçados e pobreza na morfologia e replicabilidade das ondas em crianças com dificuldades de aprendizagem, exigindo a realização de uma análise mais detalhada dos traçados, separadamente por grupos por grupos de crianças com e sem queixas de dificuldades escolares.

Os resultados mostram que 05 sujeitos com queixas de dificuldades escolares e 01 sujeito com histórico de otite de repetição na infância apresentaram amplitude inferior a 50% na comparação interaural para a pesquisa do efeito de orelha. Para McGee *et al* (1991) os PEAMLs têm um longo curso maturacional envolvendo regiões auditivas primárias e até conexões não primárias associativas. Então, as anormalidades nos PEAMLs observadas em

crianças com dificuldades de aprendizagem podem ser resultado de atrasos neuromaturacionais (MUSIEK, BARAN & PINHEIRO, 1994).

Arehole, Augustine & Simhadri (1995) observaram degradação dos traçados, pobreza na morfologia e replicabilidade e ausência de ondas, em crianças com dificuldades de aprendizagem.

Purdy, Kelly & Davies (2002) estudaram um grupo de crianças com dificuldades de aprendizagem e observaram alongamento da latência da onda Na e diminuição da amplitude de Nb.

Katz & Tillery (1997) acreditam que a audição flutuante é prejudicial durante a infância, fase de desenvolvimento do SNAC. Para eles, a inconsistência de informações poderia acarretar em desenvolvimento desigual dos dois ouvidos podendo predispor a dificuldades na integração binaural e perturbar a evolução de outras funções auditivas.

Um estudo experimental realizado por Webster & Webster (1980) destacou anormalidades no SNAC, em níveis mais altos do tronco cerebral em ratos com privação sensorial longa durante estágios de desenvolvimento mais posteriores. A anormalidade seguiu o padrão de desenvolvimento do tronco cerebral, sendo observadas alterações em níveis mais baixos quando a aquisição da perda auditiva deu-se em animais recém-nascidos, com fases iniciais de desenvolvimento e alterações em níveis mais altos quando em animais mais velhos, com estágios de desenvolvimento posteriores.

Weber, Folsom & Thompson (1983) pesquisaram ABR (*Auditory Brainstem Response*) em crianças com e sem histórico de otite de repetição durante o primeiro ano de vida. O grupo de crianças com história de otite apresentou grande aumento na latência das ondas III e V quando comparado ao grupo controle.

Numa análise qualitativa dos registros foram escolhidos traçados para discussão a fim de possibilitar uma comparação entre os traçados dos grupos 1 e 2, estudando a interferência

da variável queixa e de promover um conhecimento mais detalhado das características dos PEAMLs nas intensidades de 50, 60 e 70 dBNA para a faixa etária pesquisada.

Conforme pôde ser observado nas figuras 12, 13, 14, 15 e 16 a variabilidade na morfologia das ondas intra e inter sujeitos mostrou-se demasiadamente alta em concordância com a descrição da literatura (OZDAMAR & KRAUS, 1983).

As ondas Na, Pa, Nb e Pb são facilmente identificadas na figura 12. A morfologia das ondas é bastante boa e os picos positivos e negativos são visualizados bem separados. Este padrão de traçado pode ser visto nos grupos com e sem queixas de dificuldades escolares conforme pôde ser constatado na figura 12 e 13. Para Kraus *et al* (1985) havia especulações de que anormalidades nos PEAMLs e os distúrbios comunicativos pudessem estar relacionadas, uma vez que a geração das PEAMLs associava o córtex auditivo à ocorrência das respostas evocadas auditivas, fato este não comprovado pelos autores. Para eles, a detectabilidade das ondas teria uma relação mais significativa com a idade, a partir de 10 anos de idade os traçados dos PEAMLs tornam-se similares aos obtidos na população adulta.

Configuração semelhante pôde ser verificada na figura 14 que apresenta um traçado de um paciente sem queixas de dificuldade escolar. No entanto, temos uma redução na amplitude da onda Pb. É importante enfatizar que nesta figura a pesquisa dos PEAMLs foi realizada utilizando uma janela de 100ms, portanto, não houve um encurtamento de latência em relação aos traçados obtidos com uma janela de 70ms. Mcgee & Kraus (1996) relatam que a onda Pb tem origem no lobo temporal, na porção mais lateral e anterior, possivelmente relacionada ao córtex associativo. Estes substratos neurais têm um curso de desenvolvimento mais longo. Por volta dos 6 e 8 anos de idade a onda Pb é a resposta cortical dominante. No entanto, a forma da onda continua a mudar até os 20 anos de idade, aproximadamente. Logo, a redução da amplitude da onda Pb pode ser atribuída a questões neuro-maturacionais.

O traçado de um paciente com queixas de dificuldades escolares mostrado na figura 15 permite a clara visualização das ondas Na, Pa, Nb e Pb. No entanto, observa-se maior amplitude do complexo Na-Pa em relação às outras ondas. A expressividade das ondas Na-Pa em relação às outras ondas foi notada também por Goldstein & Rodman (1967). Segundo estes autores a amplitude Na-Pa tem uma identificação mais expressivamente entre os sujeitos em relação às outras combinações de componentes, concluindo que o complexo Na-Pa devem ser identificado primeiramente a fim de facilitar a identificação das outras ondas.

Em grande parte dos traçados observa-se uma inclinação acentuada da amplitude Na-Pa, porém nos grupos de crianças com queixas de dificuldades escolares em geral esta inclinação associa-se à um alongamento da latência da onda Na, uma redução da amplitude da onda Pa e negatividade da onda Nb, muitas vezes dificultando a identificação das ondas Pa e Nb conforme pode ser constatado nas figuras 16 e 17 e confirmado pelos estudos de Purdy, Kelly & Davies (2002). O processo maturacional das estruturas envolvidas na geração dos PEAMLs tem sido associado à inconsistência dos traçados em crianças. A tendência de aumento na detectabilidade das ondas com o avanço da idade existe tanto para crianças com desenvolvimento normal como para aquelas que podem desenvolver algum distúrbio comunicativo (KRAUS *et al*, 1995).

Mcgee & Kraus (1996) mencionam que as características dos PEAMLs mudam com o desenvolvimento não somente na morfologia da onda, mas também na segurança a resposta. Para estas autoras a geração da onda Pa é de responsabilidade dos componentes neurais primários e não primários. Em crianças menores as respostas são predominantemente atribuídas aos geradores neurais não-primários que iniciam seu desenvolvimento mais precocemente. A resposta do adulto é dominada por geradores neurais primários que começam a desenvolver-se mais tardiamente.

Segundo Woods *et al* (1987) lesões nas projeções tálamo-corticais produzem anormalidades na onda Pa.

A onda Na tem origem subcortical profunda e contribuição bastante restrita de resposta cortical (McGEE & KRAUS, 1996). Algumas irregularidades podem ser visualizadas durante a pesquisa da onda Na em pacientes com neuropatias. Em geral, apresentam latências mais longas e são mais robustas em relação aos outros componentes (HALL, 1992).

Logo, a ocorrência de algum distúrbios que acomete o sistema gerador dos PEAMLs (projeções auditivas tálamo-corticais, córtex auditivo primário e não primário), possivelmente implicaria num desenvolvimento ainda mais lento, o que poderia resultar em anormalidades nos PEAMLs.

Na figura 18 ocorre o contrário, o registro de um paciente sem dificuldade escolar mostra ondas Na-Pa bem delineadas e maior amplitude em relação à onda Pb. Nesse caso ocorreu uma diminuição significativa da onda Pb. Além disso, observa-se anormalidade na onda Nb, possivelmente em decorrência da deformidade em Pb. A onda Pb tem origem cortical não-primária ou associativa. O desenvolvimento neural destas estruturas dá-se num período de tempo mais longo. Apesar da possibilidade detecção deste componente entre 6 e 8 anos de idade, o neuro-desenvolvimento poderá acarretar mudanças na morfologia dos traçados até a idade adulta (BUCHAWALD *et al*, 1992; McGEE & KRAUS, 1996).

No registro de um paciente com queixas de dificuldade escolar da figura 19, observa-se a presença das ondas Na, Pa e Nb com morfologia boa e a inexistência da onda Pb. Galaburda & Eidelberg (1982) mencionam em seus estudos neuro-desenvolvimento subcortical anormal em crianças com dificuldades de aprendizagem. O envolvimento dos substratos neurais subcorticais baseou-se no rompimento bilateral da citoarquitetura neural na região nuclear do corpo geniculado medial e posterior do tálamo. Se o componente Pb é uma resposta subcortical, do córtex associativo, e que são identificadas anormalidades em nível

celular nestas estruturas em crianças com dificuldades de aprendizagem, por inferência, anormalidades na onda Pb poderão ser observadas nesta população.

Ayres (1972) citado por Arehole, Augustine & Simhadri (1995) hipotetizou que crianças com dificuldades de aprendizagem mostram formação reticular mal funcionante, dificultando os processos de modulação dos estados de alerta e de seleção de estímulos sensoriais.

Enfim, a análise dos conceitos relacionados aos geradores neurais das respostas e as discussões até aqui realizadas nos permitiu concluir que as anormalidades observadas na presente amostra podem ser atribuídas a alterações sutis ou disfunções do SNAC envolvendo o aprendizado, uma vez que as estruturas neurais responsáveis pela geração dos PEAMLs (áreas subcorticais, projeções tálamo-corticais, formação reticular e córtex associativo) parecem ser afetadas nesta população. No entanto, as anormalidades na morfologia das ondas neste estudo não foram atribuídas exclusivamente às dificuldades escolares, já que poderia haver também interferência da idade do sujeito avaliado e do neuro-desenvolvimento, além disso, não foram realizados outros procedimentos que auxiliassem na avaliação do SNAC.

A morfologia dos traçados da figura 20 foi adequada facilitando a identificação das ondas Na, Pa, Nb e Pb para as três intensidades sonoras pesquisadas. Observa-se uma tendência de encurtamento da latência das ondas com o aumento da intensidade sonora de 50dBNA para 60dBNA, podendo ser constatado maior variação na onda Na. Não há mudanças significativas nos traçados obtidos por meio da estimulação nas intensidades sonoras de 60dBNA e 70dBNA, exceto pela diminuição na latência da onda Pb. Estas características também foram evidenciadas pela análise quantitativa dos dados. O aumento da intensidade sonora provoca uma diminuição mais significativa na latência das ondas iniciais em relação as ondas finais (BORGSMANN *et al*, 2001). Um encurtamento gradual na latência das ondas pode ser observado com o aumento progressivo da intensidade sonora. Em níveis

de intensidade sonora mais elevados, a latência das ondas permanece relativamente constante e há uma estabilização destes valores (GOLDSTEIN & RODMAN, 1967; HALL, 1992).

As ondas Na, Pa, Nb e Pb também podem ser facilmente vistas na figura 21. A morfologia dos traçados é boa, nas três intensidades sonoras pesquisadas. Observa-se que as ondas Na e Pb apresentam-se mais alongadas na intensidade de 50dBNA. Na intensidade sonora de 70dBNA, a onda Pa, principal componente dos PEAMLs, foi mais robusta e apresentou a negatividade mais pronunciada da onda Na, apesar de seu observado duplo pico em Pb. Segundo Mcgee & Kraus (1996) a latência das ondas diminuem um pouco com o aumento da intensidade do estímulo até aproximadamente 60dBNA e então estabiliza.

Na figura 22 pode-se visualizar traçados com morfologia adequada e onda bastante apicadas e robustas, em especial para a pesquisa nas intensidades de 60 e 70dBNA. Não houve mudanças relevantes na latência das ondas Na, Pa, Nb e Pb, porém na intensidade de 50dBNA a onda Pa apresenta-se distorcida e com pico duplo e a onda Nb mostra um alongamento. O uso do critério de identificação das ondas e a marcação da onda Pa no maior pico, produziu um encurtamento da latência da onda Pa, no entanto, o estudo quantitativo dos dados não mostrou significância quanto aos aspectos acima citados. Observa-se também uma acentuação da amplitude do complexo Na-Pa-Nb na intensidade sonora de 70dBNA em relação às intensidades de 50 e 60dBNA contribuindo para a melhora da qualidade do traçado. Em níveis de intensidade mais baixos, observa-se menor estabilidade da morfologia das ondas e maior variação nos valores de latência em relação à intensidade sonora mais alta (HALL, 1992; OZDAMAR & KRAUS, 1993).

Ao observar os traçados da figura 23 constata-se pouca similaridade do traçado obtido na intensidade sonora de 60dBNA em relação às intensidades de 50 e 70dBNA, possivelmente em decorrência de alguma interferência externa no traçado. Ainda com relação ao traçado obtido na intensidade de 60dBNA pode ser visualizado um alongamento da onda

Pb, que pode ser relacionado ainda às interferências acima citadas. Observa-se também alto grau de variabilidade da onda Na, conforme mostra a análise qualitativa e as discussões anteriores. A onda Nb apresenta negatividade restrita para as três intensidades pesquisadas, principalmente nos traçados das intensidades de 50 e 70dBNA. Para Davis (1976) uma desvantagem dos PEAMLs é a susceptibilidade de interferência muscular, já que existem respostas miogênicas que ocorrem na mesma latência das ondas.

Os registros dos PEAMLs mostrados na figura 24 apresentam morfologia pobre com ondas pouco evidenciadas e com amplitude reduzida. Nota-se a morfologia é bastante variada dentre os sujeitos avaliados (WOODS & CLAYWORTH, 1985; MUSIEK & LEE, 2001).

Poucas variações podem ser visualizadas na latência das ondas, exceto pelo alongamento da onda Pb na intensidade de 50dBNA. É importante ressaltar que não foram constatadas variações ao nível de significância para onda Pb em nenhuma das intensidades pesquisadas durante o estudo estatístico quantitativo.

CONCLUSÃO

O grau de variabilidade entre os valores de latência e amplitude dos componentes é bastante grande. Menor variação nos traçados foi constatada nas ondas iniciais. A latência das ondas tem relação com a variabilidade das mesmas, quanto menor os valores de latência menor a variação das ondas.

Os valores médios de latência com o uso do estímulo *tone-burst*, foram:

- Na = 20,79ms;
- Pa = 35,34ms;
- Nb = 43,27ms;
- Pb = 53,36ms.

As formas de onda Na-Pa foram os componentes mais consistentes e mais facilmente identificáveis, com alta reprodutibilidade e 100% de detectabilidade. Os valores médios de amplitude Na-Pa variaram entre 0,2/1,9mV (M=1,0mV).

Nas comparações inter e intra-individual foram observadas latências mais longas e amplitudes menores para o lado esquerdo (A1/Cz).

Houve uma tendência de aumento da amplitude e diminuição da latência com o aumento da intensidade. Variações ao nível de significância foram constatadas somente para a onda Na a 50dBNA. Há uma estabilização dos traçados a partir de 60dBNA, não ocorrendo mudanças significativas na latência ou morfologia da onda em intensidades maiores.

A análise dos dados segundo queixa de dificuldade escolar não mostrou diferenças ao nível de significância para os componentes Na, Pa, Nb e Pb para os grupos de crianças com e sem queixa de dificuldades escolares.

As anormalidades na morfologia das ondas neste estudo não foram atribuídas exclusivamente às dificuldades escolares, já que outras variáveis como idade do sujeito avaliado e do neuro-desenvolvimento não analisadas neste estudo, precisam ser mais bem estudadas.

O presente estudo possibilitou um melhor conhecimento das características dos PEAMLs. Porém, outros estudos ainda se fazem necessários, principalmente na literatura nacional, a fim de estabelecer padrões normativos para o uso na rotina clínica.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN EEG Society – Clinical evoked potentials guide lines. Recommended standards for normative studies of evoked potentials, statistical analysis of results and criteria for clinically significant anormality. **Journal Clinical Neurophysiology**, v.11, p.45-47, 1994.

AREHOLE, S.; AUGUSTINE, L. E.; SIMHADRI, R. Middle latency response in children with learning disabilities: preliminary findings. **Journal of Comunications Disorders**, v.28, p.21-38, 1995.

AQUINO, A. M. C. M.; ARAÚJO, M. S. Vias auditivas: periférica e central. In: AQUINO, A.M.C.M. **Processamento auditivo: eletrofisiologia & psicoacústica**. São Paulo: Lovise, cap. 1, p.17-31, 2002.

BELLIS, T. J. **Assessment and Management of Central Auditory Processing Disorders in the Educational Setting**: from science to practice. San Diego: Singular Publishing Group, 1996. 349 p.

BONALDI, L. V.; DE ANGELIS, M. A. & SMITH, R. L. Anatomia funcional do sistema vestibulococlear. In: FROTA, S. **Fundamentos de fonoaudiologia: audiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 1, p.2-17, 1998.

BORGMANN, C.; ROB, B.; DRAGANOVA, R.; PANTEV, C. Human auditory latency responses: influence of stimulus type and intensity. *Hearing Research*, v. 158, p. 57-64, 2001.

BUCHWALD, J. S.; RUBINSTEIN, E. H.; SCHWAFEL, J.; STRANDBURG, R. J. Midlatency auditory evoked responses: differential effects of a cholinergic agonist and antagonist. ***Electroencephalography Clinical Neurophysiology***, v. 80, p.303-309, 1991.

BUCHWALD, J. S.; ERWIN, R.; VAN LANCKER, D.; GUTHRIE, D.; SCHWAFEL, J.; TANGUAY, P. Midlatency auditory evoked responses: P1 abnormalities in adult autistic subjects. ***Electroencephalography Clinical Neurophysiology***, 84: 164-171, 1992.

CHERMAK, G. D.; MUSIEK, F. E. **Central auditory processing disorders**. San Diego: Singular Publishing Group, 1994. 374 p.

COHEN, M.M. Coronal topography of the middle latency auditory evoked potentials in man. ***Electroencephalography Clinical Neurophysiology***, v. 53, p. 231-236, 1982.

CONE-WESSION, B.; MA, E.; FOWLER, C. G. Effect of stimulus level and frequency on ABR and MLR binaural interaction in human neonates. ***Hearing Research***, v. 106, P. 163-178, 1997.

COSTA, S. M. B.; COSTA FILHO, O. A.; CARDOSO, M. R. A. Estudo do potencial auditivo de média latência: efeito de orelha, sexo e idade. **Pró-fono Revista de Atualização Científica**, Barueri, v. 15, n.2, p.181-188, maio-ago, 2003.

DAVIS, H. Principles of electric response audiometry. **The Annal of Otology, Rhinology and Laryngology**, v.85, p.1-96, 1976.

DAVIS, H.; SILVERMAN, S. R. **Hearing and deafness**. 4 .ed. New York: Rinehardt & Wilson, 1978.

FISCHER, C.; BOGNAR, L.; TURJMAN, F.; LAPRAS, C. Auditory evoked potentials in a patient with unilateral lesion of the inferior colliculus, and medial geniculate body. **Eletroencephalography Clinical Neurophysiology**, v.96, p.261-267, 1995.

GALABURDA, A. M.; EIDELBERG, D. Symetry and assymetry in the human posterior thalamus: II. Thalamic lesions in a case of developmental dyslexia. **Archives of neurlogy**, v.39, p. 333-336,1982.

GEISLER, C. D.; FRISHKOPF, L. S.; ROSENBLITH, W. A. Extracranial responses to acoustic clicks in man. **Science**, v.128, p. 1210-11, 1958.

GOLDSTEIN, R.; RODMAN, L. B. Early components of the averaged evoked responses to rapidly repeates auditory stimuli. **Journal Speech and Hearing Research**, v.10, p. 697-705, 1967.

- HALL, J. **Handbook of auditory evoked responses**. Boston: Allyn & Bacon, 1992. 871 p.
- HELFERT, R. H.; ASCHOFF, A. Superior olivary complex and nuclei of the lateral lemniscus. In: EHRET, G.; ROMAND, R. **The Central Auditory System**. New York: Academic Press, 1997. p.193-258.
- HOOD, L.; MARTIN, D.; BERLIN, C. Auditory evoked potentials differ at 50 milliseconds in right- and left-handed listeners. **Hearing Research**, v. 45, p. 115-122, 1990.
- JASPER, H. H. The ten twenty electrode system of the international federation. **Electroencephalography Clinical Neurophysiology**, v.10, p.371-75, 1958.
- JERGER, S.; MARTIN, R. C. & JERGER, J. Specific auditory perceptual dysfunction in a learning disabled child. **Ear and Hearing**, v. 8, p. 78-86, 1987.
- KANNO, A.; NAKASATO, N.; MRAYAMA, N.; YOSHIMOTO, T. Middle and long latency peak source in auditory evoked magnetic fields for tone burst in humans. **Neuroscience Letters**, v. 293, p. 187-190, 2000.
- KATZ, J. **Handbook of clinical audiology**. 4. ed. Baltimore: Williams & Wilkins Co., 1994.

KATZ, J.; TILLERY, K. L. An introduction to auditory processing. In: LICHTIG, I.; CARVALLO, R.M.M. **Audição: abordagens atuais**. Carapicuíba, SP: Pró-fono, cap.6, p.120-143, 1997.

KRAUS, N.; KILENY, P. & MCGEE, T. Middle Latency Auditory Evoked Potentials In: KATZ, J. **Handbook of Clinical Auditory**. 4.ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1994. cap. 26, p. 387-405.

KRAUS, N.; MCGEE, T. & COMPERATORE, C. MLRs in children are consistently present during wakefulness, satage 1, and REM sleep. **Ear and Hearing**, v.1, p.339-345, 1989.

KRAUS, N.; MCGEE, T.; LITTMAN, T.; NICOL, T. Reticular formation influences on primary and non-primary auditory pathways as reflected by the middle latency response. **Brain Research**, v. 587, p.186-194, 1992.

KRAUS, N.; MCGEE, T.; CARRELL, D.; SHARMA, A. Neurophysiologic bases of speech discrimination. **Ear and Hearing**, v.16, n.1, p.19-37, 1995.

KRAUS, N.; SMITH, D. I.; REED, N. L.; STEIN, L. K.; CARTEE, C. Auditory Middle Latency Responses In Children: Effects of age and diagnostic Category. **Eletroencephalography Clinical Neurophysiology**, v.62, p.343-351, 1985.

KRAUS, N.; SMITH, D. I.; McGEE, T. Midline and temporal lobe MLRs in the guinea pig originate from different generator systems: a conceptual framework for new and existing data. **Electroencephalography Clinical Neurophysiology**, v. 70, p.541-558, 1988.

LIÉGEOIS-CHAUVEL, C.; MUSOLINO, A.; BADIER, J. M.; MARQUIS, P.; CHAUVEL, P. Evoked potentials recorded from the auditory cortex in man: Evaluation and topography of the middle latency components. **Electroencephalography Clinical Neurophysiology**, v.92, p.204-214, 1994.

LEE, Y. S.; LUEDERS, H.; DINNER, D. S.; LESSER, R. P.; HAHN, J.; KLEMM, G. Recording of auditory evoked potentials in man using chronic subdural electrodes. **Brain**, v.107, p.115-131, 1984.

LITTMAN, T.; KRAUS, N.; McGEE, T.; NICOL, T. Binaural stimulation reveals functional differences between midline and temporal components of the middle latency responses in guinea pigs. **Electroencephalography Clinical Neurophysiology**, v.84, p.362-372, 1992.

MÄKELÄ, J. P.; HÄMÄLÄINEN, M.; HARI, R.; McEVOY, L.. Whole-head mapping of middle latency auditory evoked magnetic fields. **Electroencephalography Clinical Neurophysiology**, v.92, p. 414-421, 1994.

McGEE, T.; KRAUS, N. Auditory development reflected by middle latency response. **Ear and Hearing**, v.17, p.419-429, 1996.

McGEE, T.; KRAUS, N.; COMPERATORE, C.; NICOL, T. Subcortical and cortical components of the MLR generation system. **Brain Research**, v.544, p. 211-220, 1991.

MENDEL, M. I. Potenciais evocados auditivos: potencias médio e tardio. In: KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica**. 3.ed. São Paulo: Manole, cap. 28, p. 574-591, 1989.

MISULIS, K.E. Potencial evocado de Spehlmann. Tradução de Jussara Nogueira Terra Burnier; Raimundo Rodrigues Santos. Rio de Janeiro: Revinter, 2003. 235 p.

MUNHOZ, M.S.L.; SILVA, M.L.G. Alguns aspectos sobre a anatomofisiologia da audição. **Revista Brasileira Médica de Otorrinolaringologia**, vol.3, n.1, jan. 1996.

MUNHOZ, M. S. L.; CAOVIALLA, H. H.; SILVA, M. L. G.; GANANÇA, M. M.; FRAZZA, M. M. Potenciais evocados auditivos: aspectos históricos e técnicos In: MUNHOZ, M. S. L.; CAOVIALLA, H. H.; SILVA, M. L. G.; GANANÇA, M. M. **Audiologia clínica**. São Paulo: Atheneu, cap. 10, p.149-172, 2000a.

MUNHOZ, M. S. L.; SILVA, M. L. G.; GANANÇA, M. M.; CAOVIALLA, H. H.; FRAZZA, M. M. Respostas evocadas auditivas de média latência. In: MUNHOZ, M. S. L.; CAOVIALLA, H. H.; SILVA, M. L. G.; GANANÇA, M. M. **Audiologia clínica**. São Paulo: Atheneu, cap. 10, p.149-172, 2000b.

MUSIEK, F. E. Probing brain function with acoustic stimuli. **ASHA**, v. 31, p. 100-106, 1989.

MUSIEK, F.E.; BARAN, J.A.; PINHEIRO, M.L. **Neuroaudiology**: case studies. San Diego: Singular Publishing Group, 1994. 279 p.

MUSIEK, F.E., LEE, W.W. Potenciais evocados auditivos de média e longa latência. In: MUSIEK, F., RINTELMANN, W.F. **Perspectivas atuais em avaliação auditiva**. Barueri: Manole, cap. 8, p. 239-267, 2001.

MUSIEK, F. E.; GEURKINK, N. A.; WEIDER, D. J.; DONNELLY, K. Past, Present, and Future Applications of the Audiometry Middle Latency Response. **Laryngoscope**, v.94, p.1545-1553, 1984.

MUSIEK, F.E.; OXHOLM, V.B. Anatomy and Physiology of the central auditory nervous system: a Clinical Perspective. In: ROESER, R.J.; VALENTE, M.; HOSFORD-DUNN, H. (eds) **Audiology Diagnosis**. Thieme, New York, 2000. pgs 45-72.

NETTER, F. H. **Nervous system a compilation of paintings on the normal and pathologic anatomy**. New Jersey: Ciba, 1968. 168 p.

NORTHERN, J. L. **Hearing Disorders**. 3.ed. Boston: Allyn & Bacon, 1996. 352 p.

OZDAMAR, O.; KRAUS, N. Auditory middle latency responses in humans. **Audiology**, v. 22, p.34-49, 1983.

POLYAKOV, A; PRATT, H. Three-channel Lissajours' trajectory of the middle latency auditory evoked potentials. **Ear and Hearing**, v.15, p.390-399, 1994.

PURDY, S.C.; KELLY, A.S.; DAVIES, M.G. Auditory brainstem response, middle latency response, and late cortical evoked potentials in children with learning disabilities. **Journal of American Academy Audiology**, v 13, n. 7, 367-382, 2002.

RIBAUPIERRE, F. Acoustical information processing in the auditory thalamus and cerebral cortex. In: EHRET, G.; ROMAND, R. **The Central Auditory System**. New York: Academic Press, 1997. p.317-397.

ROMAND, R.; AVAN, P. Anatomical and functional aspects of the cochlear nucleus. In: EHRET, G.; ROMAND, R. **The Central Auditory System**. New York: Academic Press, 1997. p.97-191.

RUTH, R. A.; LAMBERT, P. R. Auditory evoked potentials. **Otolaryngologic Clinics of North America**, v. 24, n.2, p. 349-370, 1991.

SMITH, D. I.; LEE, F. S.; MILLIS, J. H. Middle latency response: frequency and intensity effects. **Hearing Research**, v. 42, n. 2-3, p. 293-303, 1989.

STEWART, M. G.; JERGER, J.; LEW, H. L. Effect of handedness on the middle latency auditory evoked potential. **American Journal Otology**, v.14, n. 6, p. 595-600, 1993.

TUCKER, D.A.; DIETRICH, S; HRRIS, S; PELLETIER, S. Effects of stimulus rate and gender on the auditory middle latency response. **Journal of American Academy Audiology**, v. 13, n..3, p. 146-53; 2002.

UNIVERSITY OF CALIFÓRNIA. May 22, 2003. Disponível em: <http://www.ucihs.uci.ed/medical/anatomyimage3.jpg> Acesso em 03 de março de 2004.

UNIVERSITY OF COLORADO. Feb 16, 2004. Disponível em: <http://www.colorado.edu/epob/epob1220lynch/06pns1.html/image/figure6.jpg> Acesso em 03 de março de 2004.

WEBER, B. A.; FOLSOM, R.; THOMPSON, G. Auditory brainstem response in children with early recurrent middle ear disease. **The Annal of Otolaryngology, Rinnology and Laryngology**, v. 92, p.249-253, 1983.

WEBSTER, D.B.; WEBSTER, M. Mouse brianstem auditory nuclei development. **The Annal of Otolaryngology, Rinnology and Laryngology**, v. 89, p. 254-256, 1980.

WOOD, D. L.; ALAIN, C.; COVARRUBIAS, D.; ZAIDEL, O. Middle Latency auditory evoked potentials to tones of different frequency. **Hearing Research**, v. 85, p. 69-75, 1995.

WOODS, D. L.; CLAYWORTH, C. C. Click spatial position influences middle latency auditory evoked potentials in humans. *Eletroenceph Clin Neurophysiol.*, 60, 122-129, 1985.

WOODS, D. L.; CLAYWORTH, C. C.; KNIGHT, R. T.; SIMPSON, G. V.; NAESER, M. A. Generators of middle- and long-latency auditory evoked potentials: Implications from studies of patients with bitemporal lesions. *Eletroenceph Clin Neurophysiol.*, 68: 132-148, 1987.

ANEXO 1

ANAMNESE

Nome: _____

Idade: _____ D.N.: _____

Telefone: _____ Data: _____

Escuta bem? () sim () não Escuta bem em ambiente barulhento? () sim () não

É sempre desatento ou desligado? () sim () não

É sempre agitado ou inquieto? () sim () não

Tem boa memória? () sim () não

Andou e falou com quantos anos? _____

Repetiu de ano? () sim () não

Tem ou teve dificuldade em alguma matéria na escola? () sim () não _____

Na gestação a mãe teve:

() rubéola () sífilis () Toxoplasmose () Herpes () Citomegalovírus

() outras doenças _____

Nos primeiros anos de vida teve nos ouvidos:

() inflamação () dor forte () purgação () sangramento

E atualmente? _____

Foi internado? Quando? Porquê? _____

Teve: () meningite () sarampo () convulsão/desmaio () trauma/fratura na cabeça

() outras doenças _____

Tem algum parente (1.º grau) com problemas neurológicos? () sim () não _____

Está tomando algum medicamento? () sim () não Qual e para quê? _____

Observações: _____

ANEXO 2

AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA (Folha de registro)

Inspeção do Meato Acústico Externo (MAE):

Presença de rolha de cerume OD () OE ()

Ausência de rolha de cerume OD () OE ()

SCREENING AUDIOMÉTRICO

OD -	500Hz	1000Hz	2000Hz	3000Hz	4000Hz	6000Hz	8000Hz
	___ dB	___ dB	___ dB	___ dB	___ dB	___ dB	___ dB
OE -	500Hz	1000Hz	2000Hz	3000Hz	4000Hz	6000Hz	8000Hz
	___ dB	___ dB	___ dB	___ dB	___ dB	___ dB	___ dB

ÍNDICE PERCENTUAL DE RECONHECIMENTO DE FALA (IPRF)

OD - _____ % _____ dB (mono) **OE -** _____ % _____ dB (mono)

TIMPANOMETRIA

OD - curva: _____

OE - curva: _____

Pico: _____

Pico: _____

Fecha em: _____

Fecha em: _____

PESQUISA DO REFLEXO ACÚSTICO

AFERÊNCIA D (sonda OE)

AFERÊNCIA E (sonda OD)

CONTRA

IPSI

CONTRA

IPSI

500Hz

1KHz

2KHz

4KHz

Observações: _____

ANEXO 3

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Campus Universtário Monte Alegre - Fone: 633-1000 - Fax: 633 1144
CEP-14048-900 RIBEIRÃO PRETO-SÃO PAULO

ESCLARECIMENTOS AO SUJEITO DA PESQUISA

Nome da Pesquisa:

“Respostas de média latência (MLR) em crianças nascidas a termo para diferentes níveis de intensidade de estímulo.”

Pesquisador Responsável: Profa. Dra. Carolina A.R. Funayama.
CRM n.º 30007

Informações para os Participantes desta Pesquisa:

Senhores pais:

Com a finalidade de estudar a capacidade de atenção e melhor compreender a audição de crianças com idade entre 10 e 13 anos, estamos solicitando sua autorização para realizar uma avaliação em seu filho. O responsável (pai, mãe ou alguém responsável) deverá responder algumas perguntas sobre a audição e saúde geral do seu filho. O exame a ser feito na criança consta de: 1. exame com aparelho de verificar se o ouvido tem ou não alguma infecção. 2. colocação de um fone por onde a criança ouvirá apitos e “clics” em altura que não prejudica a audição. 3. Colocação de 3 eletrodos fixados por esparadrapos, sendo um em cada orelha e um no alto da cabeça para captação do registro das ondas a serem estudadas na pesquisa. Este trabalho auxiliará avaliações auditivas mais completas de populações de jovens, podendo beneficiar crianças com e sem problemas na escola, quanto à audição. Todos estes testes já foram aplicados em outras pessoas e não apresentaram nenhum tipo de risco ou desconforto.

Pesquisador Responsável

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, RG: _____, abaixo assinado, responsável por _____, tendo sido devidamente esclarecido sobre todas as condições que constam do documento, de que trata o Projeto de Pesquisa intitulado “Respostas de média latência (MLR) em crianças nascidas a termo para diferentes níveis de intensidade de estímulo”, que tem como pesquisador responsável a Sra. Carolina Funayama, especialmente no que diz respeito ao objetivo da pesquisa, aos procedimentos que a criança será submetida, aos riscos e aos benefícios, a forma de ressarcimento no caso de eventuais despesas, bem como a forma de indenização por danos decorrentes da pesquisa, declaro que tenho pleno conhecimento dos direitos e das condições que me foram assegurados, a seguir relacionados:

- 1) A garantia de receber a resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento a qualquer dúvida a respeito dos procedimentos, riscos, benefícios e outras situações relacionadas com a pesquisa;
- 2) A liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem que isso prejudique à continuação do cuidado e tratamento do participante;
- 3) A segurança de que a criança não será identificada e que será mantido o caráter confidencial da informação relacionada com sua privacidade;
- 4) O compromisso de proporcionar informação atualizada durante o estudo, ainda que este possa afetar minha vontade de continuar participando;
- 5) O compromisso de que terei minha criança devidamente acompanhada e assistida durante todo o período da participação no projeto, bem como será garantida a continuidade do tratamento, após a conclusão dos resultados da pesquisa;
- 6) O ressarcimento de eventuais despesas decorrentes da participação da criança no projeto, bem como a indenização e reparação de possíveis danos imediatos ou tardios, a título de cobertura material, serão de responsabilidade dos pesquisadores do projeto, não cabendo ao Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, qualquer responsabilidade quanto aos referidos pagamentos.

Declaro, ainda, que concordo inteiramente com as condições apresentadas e, que, livremente, manifesto a minha vontade em participar do projeto.

Ribeirão Preto, ____ de _____ de 200__

Assinatura do Responsável