

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS**

ANA CLÁUDIA BIANCO GUÇÃO

**EFEITO DA VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA E DURAÇÃO DO ESTÍMULO NO
REGISTRO DO P300 E MMN**

**MARÍLIA
2014**

ANA CLÁUDIA BIANCO GUÇÃO

**EFEITO DA VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA E DURAÇÃO DO ESTÍMULO NO
REGISTRO DO P300 E MMN**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da Faculdade de Filosofia e Ciências, da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Marília, para obtenção do título de mestre em Fonoaudiologia, área de concentração: Distúrbios da Comunicação Humana.

Orientadora: Dra. Ana Claudia Figueiredo Frizzo

**MARÍLIA
2014**

Gução, Ana Cláudia Bianco.

G921e Efeito da variação de frequência e duração do estímulo no registro do P300 e MMN / Ana Cláudia Bianco Gução – Marília, 2014.

89 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, 2014.

Bibliografia: f. 70-82

Orientador: Ana Cláudia Figueiredo Frizzo

1. Potenciais auditivos evocados. 2. Desenvolvimento cognitivo. 3. Crianças. 4. Percepção auditiva. I. Autor. II. Título.

CDD 617.8

ANA CLÁUDIA BIANCO GUÇÃO

**EFEITO DA VARIAÇÃO DE FREQUÊNCIA E DURAÇÃO DO ESTÍMULO NO
REGISTRO DO P300 E MMN**

Dissertação para obtenção do título de mestre em Fonoaudiologia do Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia. Faculdade de Filosofia e Ciências, da Universidade Estadual Paulista – UNESP- Campus de Marília, na Área de Concentração: Distúrbios da Comunicação Humana.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: _____

Dra. Ana Claudia Figueiredo Frizzo
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Botucatu – UNESP
Campus de Marília

2º Examinador: _____

Dr. Heraldo Lorena Guida
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Botucatu – UNESP
Campus de Marília

3º Examinador: _____

Profa. Dra. Kátia de Freitas Alvarenga
Universidade de São Paulo – USP
Faculdade de Odontologia de Bauru - FOB

Marília, 13 de Fevereiro de 2014

À Jesus e Nossa Senhora, que não me abandonaram mesmo nos momentos mais difíceis, e que me iluminaram em mais essa etapa de minha vida.

Ao meu pai Celso e meu tio Marcelo, que sempre me apoiaram e incentivaram aos estudos, com muito amor e dedicação, e em especial à minha mãe Edna, mulher guerreira, carinhosa, que sempre nos mostrou a importância dos estudos em qualquer fase de nossas vidas.

Às minhas irmãs, Maria Fernanda e Laura, que desde pequena me serviram como exemplo de bondade e sabedoria, e que sempre me protegeram com muito amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus familiares por todo apoio, dedicação, carinho e principalmente por acreditarem em mim.

À Dra. Ana Cláudia Figueiredo Frizzo, pelos ensinamentos, pela prazerosa orientação e por acreditar e confiar no meu potencial. Sobretudo, pelo simples fato de sua companhia, alegria e amizade.

Aos meus amigos Daniele Gusson, Laura Emy, Cristiane Oguro, Rodrigo Ricardo, Ana Carla Romero, Mariana Stênico e Carla Linhares por estarem sempre presentes, pela paciência, carinho e apoio no decorrer deste estudo.

Aos colegas da área de audiologia do CEES-UNESP, Dra. Ana Claudia Vieira Cardoso, Dr. Heraldo Lorena Guida, às fonouadiólogas Camila Ribas Delecrode, Adriana Kemp, Simone Fiúza, Mariana Stenico e Ana Carla Romero, os quais colaboraram para este estudo.

Aos funcionários do CEES – UNESP que contribuíram de diversas maneiras para o desenvolvimento desse trabalho, além das amizades construídas.

Ao Prof Dr José Carlos Barbosa, da UNESP de Jaboticabal, pela sua paciência, e pelos momentos de aprendizado, contribuindo de maneira grandiosa para a análise estatística desse estudo.

À banca examinadora, composta pela Dra. Kátia de Freitas Alvarenga e pelo Dr. Heraldo Lorena Guida, por sua aceitação em participar desta banca e pelas contribuições.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior – CAPES, a qual apoiou financeiramente o desenvolvimento desse trabalho.

E, sobretudo, aos participantes desse estudo, por sua disponibilidade, gentileza e por acreditarem na importância da ciência.

RESUMO

Introdução: O teste dos potenciais cognitivos (PC) se refere à captação de eventos elétricos específicos que evocam respostas sensoriais do cérebro a partir de estímulos externos. Os PCs são compostos pelos componentes N1, P2, N2, P3 e MMN, que refletem a integridade e o estado neuromaturacional da via auditiva em crianças, refletindo habilidades corticais auditivas como atenção, discriminação, memória e integridade do cérebro. Esse teste aplicado na população infantil com desenvolvimento típico é de grande valor, uma vez que esses dados normativos auxiliarão na compreensão das alterações infantis na linguagem e aprendizagem, ligados a déficits de atenção e memória auditiva e cognição. **Objetivo:** investigar o efeito da variação da frequência e duração nos Potenciais Cognitivos (PCs) em crianças com desenvolvimento típico. **Materiais e Métodos:** participaram deste estudo 50 indivíduos de ambos os gêneros na faixa etária de 8 a 12 anos e 11 meses, composto por 27 do gênero masculino e 23 do feminino, os quais frequentavam escolas particulares e públicas em Marília e apresentavam bom desempenho acadêmico. Esses indivíduos foram divididos em dois grupos, que diferiam quanto à idade, sendo um grupo de 8 a 10 anos e 11 meses e outro de 11 a 12 anos e 11 meses. Como critérios de inclusão, eram indivíduos sem comprometimentos neurológicos, motores ou psiquiátricos de acordo com a anamnese respondida pelos pais e acuidade auditiva dentro dos padrões da normalidade segundo avaliação audiológica. Foi realizado o teste dos PCs, na discriminação de frequência e duração, aferido à direita e esquerda. Os dados foram analisados pela estatística descritiva da média, desvio padrão, mínimo e máximo. Na sequência, foram feitas análises comparativas entre as variações de frequência *versus* duração para cada componente com o Test T de Student, além de medidas de correlação de frequência e de duração por meio do Teste de Correlação de Pearson. **Resultados:** A discriminação de frequência produziu alteração apenas no componente exógeno (N1), enquanto que a de duração influenciou na diminuição da amplitude (P300 e MMN) e aumento da latência (N2, P300 e MMN) dos componentes dos potenciais cognitivos que estão mais envolvidos com a atenção do indivíduo. A maioria das medidas de correlação de frequência *versus* duração foi positiva, de moderada a forte, sugerindo que a utilização de frequência e duração, quando empregadas em populações infantis, produz efeito semelhante dos valores de latência e amplitude na maior parte dos componentes estudados, independente da orelha estimulada. Destaca-se ainda que, para os componentes dos PCs, MMN e N2, a correlação torna-se ainda mais evidente, independente da classe de idade e a variação do estímulo. **Conclusão:** As variações de frequência e duração nos PCs sensibilizaram a avaliação e garantiram maior especificidade à investigação da organização neurofuncional, uma vez que permitiu a comparação entre as medidas das orelhas direita e esquerda e entre as tarefas passiva e ativa, possibilitando a avaliação das habilidades de identificação, reconhecimento e nomeação, como no caso deste estudo. Porém, outros estudos complementares se fazem necessários a fim de aumentar o conhecimento dos efeitos dessas variações em populações infantis.

Palavras-chave: Potenciais evocados auditivos. Desenvolvimento infantil. Nível de discriminação sonora.

ABSTRACT

Introduction: The Cognitive Potential (CP) test refers to the picking up of specific electric events that evoke sensory responses of the brain from external stimuli. CPs are composed of N1, P2, N2, P3 and MMN components, which reflect the integrity and neuromaturational state of the auditory pathway in children, specifically auditory cortical abilities such as attention, discrimination, memory and brain integrity. This test, applied in children with typical development, is of great value, since these normative data will assist in understanding alterations in children's language and learning linked to attention deficits and auditory memory and cognition. **Objective:** To investigate the effect of frequency variation and duration on Cognitive Potentials (CPs) in children with typical development. **Materials and Methods:** 50 subjects (27 males and 23 females) aged 8-12 years and 11 months who attended private and public schools in Marilia and had good academic performance. These individuals were divided into two groups according to age: one group with 8 to 10 years 11 months children and the other with 11 to 12 years 11 months children. As inclusion criteria, we admitted subjects without neurological, psychiatric or motor impairments, according to the history answered by parents and hearing acuity within normal standards according to audiological evaluation. Cognitive potential, P300 and its other components and MMN were performed, differing in frequency and duration, measured at right and left. Data analysis was carried out using descriptive statistics of mean, standard deviation, minimum and maximum. Following, comparative analyzes were made between the variations of frequency versus duration for each component using the Student T Test as well as correlation of frequency and duration measures through Pearson Correlation Test for P300 and its other components and MMN. **Results:** It was observed that the discrimination of frequency produced alteration only in the exogenous component (N1), while the duration influenced the decrease of the amplitude (P300 and MMN) and increased latency (N2, P300 and MMN) of the component of cognitive potentials that are more involved with the individual's attention. Most correlation measures of frequency versus duration were positive, from moderate to strong, suggesting that the use of frequency and duration, when employed in pediatric populations, produces similar effect of latency and amplitude in most studied components, regardless the stimulated ear. It was also noted that for CPs, MMN and N2 components, the correlation becomes even more evident, regardless of age and stimulus variation. **Conclusion:** The use of variations in frequency and duration in CPs seems to sensitize the assessment and provide greater specificity to the investigation of neurofunctional organization since it allows the comparison between the right and left ear measurements and between passive and active tasks, enabling ability assessment of identification, recognition and naming, as in the case of this study. However, further studies are needed to increase the knowledge of the effects of variations in children.

Key-words: Evoked Potentials, Auditory. Child development. Pitch discrimination.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA

Figura 1 - Componentes N1, P2, N2, P3 e MMN dos PCs aferido à direita.....21

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação (*Teste T*) entre Frequência X Duração para latência dos componentes N1, N2, P3 e MMN aferidos a direita e esquerda (n=50).....45

Gráfico 2 - Comparação (*Teste T*) entre Frequência X Duração para a amplitude do componente P3 aferido a direita (n=50).....46

Gráfico 3 - Comparação (*Teste T*) entre Frequência X Duração para a latência do componente N2 aferido a direita (n=29).....47

Gráfico 4 - Comparação (*Teste T*) entre Frequência X Duração para a amplitude do componente MMN aferido à esquerda (n=29).....47

Gráfico 5 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a latência de N1, N2 e MMN.....49

Gráfico 6 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a amplitude de N1 e P2 aferidas a direita.....49

Gráfico 7 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a latência de N2 e MMN aferidos a esquerda.....50

Gráfico 8 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a amplitude de N2 e P3 aferidos a esquerda.....51

Gráfico 9 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a latência de N1 e P2 aferidos a direita (8 – 10 anos e 11 meses).....53

Gráfico 10 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a amplitude de P2 e P3 aferidos a direita (8 – 10 anos e 11 meses).....53

Gráfico 11 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a amplitude de N2 aferido a esquerda (8 – 10 anos e 11 meses).....54

Gráfico 12 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a latência de P2, N2 e MMN aferidos a esquerda (8 – 10 anos e 11 meses).....55

Gráfico 13 - Correlação entre Frequência X Duração para a latência de MMN aferido à direita (11 - 12 anos e 11 meses)

Gráfico 14 - Correlação entre Frequência X Duração para a amplitude de P2 aferido à direita (11 – 12 anos e 11 meses).....57

Gráfico 15 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a latência de N1
aferido à esquerda (11 - 12 anos e 11 meses).....58

Gráfico 16 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a amplitude de
N2 aferido à esquerda (11 - 12 anos e 11 meses).....59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva do PC P300 e outros componentes e MMN (n=50)..	43
Tabela 2. Estatística descritiva do PC P300 e outros componentes e MMN separados pelas classes de idade.....	44
Tabela 3. Correlação de Pearson (valor de p e r) entre as variações de frequência e duração, aferidos à direita (n=50).....	48
Tabela 4. Correlação de Pearson (valor de p e r) entre as variações de frequência e duração, aferidos à esquerda (n=50).....	50
Tabela 5. Correlação de Pearson (valor de p e r) entre as variações de frequência e duração, aferidos à direita na classe de idade de 8 – 10 anos e 11 meses (n=29)..	52
Tabela 6. Correlação de Pearson (valor de p e r) entre as variações de frequência e duração, aferidos à esquerda na classe de idade de 8 – 10 anos e 11 meses (n=29).....	54
Tabela 7. Correlação de Pearson (valor de p e r) entre as variações de frequência e duração, aferidos à direita na classe de idade de 11 – 10 anos e 11 meses (n=21).....	56
Tabela 8. Correlação de Pearson (valor de p e r) entre as variações de frequência e duração, aferidos à esquerda na classe de idade de 11 – 10 anos e 11 meses (n=21).....	58

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AD	Aferência à direita
AE	Aferência à esquerda
dB NA	Decibel nível de audição
Hz	Hertz
ms	Milissegundos
MMN	Mismatch Negativity
MMNf	Mismatch Negativity frequência
MMNd	Mismatch Negativity duração
P300f	P300 frequência
P300d	P300 duração
%	Porcentagem
PCs	Potenciais Cognitivos
PA (C)	Processamento auditivo (central)
s	Segundos
SNAC	Sistema nervoso auditivo central
μ V	Microvolts
Fz	Linha média na região frontal
Cz	Linha média na região central
A1	Lóbulo da orelha esquerda
A2	Lóbulo da orelha direita

SUMÁRIO

1 Introdução.....	13
2 Revisão de literatura.....	16
2.1 Processamento auditivo e anatomofisiologia da discriminação auditiva.....	16
2.2 Avaliação eletrofisiológica - Potenciais Cognitivos (PCs).....	20
2.2.1 Componentes exógenos –N1 e P2.....	22
2.2.2 Componente misto – N2.....	24
2.2.3 Componentes endógenos - P300 e MMN.....	25
2.2.3.1 Componente P300.....	25
2.2.3.2 Componente Mismatch Negativity – MMN.....	27
3 Objetivo.....	33
4 Material e Método.....	35
4.1 Sujeitos.....	35
4.2 Procedimento Metodológico.....	36
4.3 Análise dos dados.....	39
5 Resultados.....	42
5.1 Análise descritiva das variações de frequência e duração.....	42
5.2 Medidas de Comparação Frequência x Duração.....	45
5.2 Medidas de correlação das variáveis frequência e duração.....	47
6 Discussão.....	61
7 Conclusão.....	69

Introdução

1 Introdução

Desde a infância até a fase adulta o desempenho das habilidades auditivas apresenta grande evolução. A habilidade de discriminação sonora, por exemplo, se aperfeiçoa ao longo do desenvolvimento e ainda não é claro o quanto dessa evolução reflete nas mudanças fisiológicas do sistema auditivo.

Testes eletrofisiológicos são umas das abordagens mais utilizadas nos últimos tempos para a investigação do desenvolvimento auditivo e processamento auditivo da atenção, discriminação sonora e de outras habilidades auditivas.

O potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL) é um teste eletrofisiológico muito utilizado na investigação do processamento auditivo, o qual é dividido em potenciais exógenos - N1 e P2 - capazes de apresentar informações quanto à discriminação das características físicas dos estímulos e o estado de alerta do indivíduo; potenciais endógenos - P300 e MMN - os quais inferem sobre a função cognitiva, chamados Potenciais Cognitivos (PC) ou Relacionado a Eventos, uma vez que analisam essencialmente o nível de atenção utilizado para a discriminação auditiva, e ainda potencial misto - N2 - caracterizado por refletir habilidades exógenas e endógenas.

O estímulo auditivo utilizado na pesquisa desse potencial pode diferir quanto à frequência, duração, intensidade, traço de sonoridade, entre outros. Neste estudo foram realizadas tarefas de discriminação auditiva de frequência e duração, que envolvem diferentes áreas cerebrais ligadas ao processo de maturação do nervo auditivo, tronco encefálico e córtex auditivo, interferindo nos valores de latência e amplitude destes potenciais.

Na literatura pesquisada observou-se que em testes eletrofisiológicos, especificamente o P300 e MMN, a tarefa de discriminação de frequência foi empregada na maioria dos estudos em âmbito nacional.

Quanto à literatura internacional, estudos sobre a variação da discriminação auditiva de frequência e de duração, como nos de Picton et al. (1974) e Davies e Gavi (2010), mostraram haver influência nos valores de latência e amplitude dos PCs. Já Alain, Woods e Covarrubias (1997) não observaram diferenças quanto às variações do estímulo, o que se conclui que o estímulo adequado para a avaliação de populações infantis capaz de avaliar o sistema auditivo, especificamente a habilidade de discriminação auditiva, parece indefinido.

Roggia e Colares (2008) utilizaram a variação de duração na avaliação eletrofisiológica da audição. As autoras aplicaram as duas tarefas de discriminação na pesquisa do MMN em crianças com distúrbio do processamento auditivo e grupo controle, observando que os valores de latência e amplitude desse componente não apresentaram diferenças relacionadas à variação dos estímulos nos dois grupos.

Assim, frente à necessidade do conhecimento das variações dessas duas tarefas de discriminação auditiva e a necessidade de se empregar um estímulo adequado que seja capaz de avaliar integralmente o sistema auditivo em populações infantis, o presente estudo tem o objetivo de investigar o efeito da variação de frequência e duração do estímulo no registro do P300 e MMN.

Revisão de literatura

2 Revisão de literatura

A presente revisão de literatura abordou os seguintes aspectos: Processamento auditivo e anatomofisiologia da discriminação auditiva; Potenciais Cognitivos; Componentes exógenos – N1 e P2; Componente misto – N2; Componentes endógenos – P300 e MMN; Componente P300; Componente Mismatch Negativity. Esta revisão foi realizada como fundamentação teórica dos temas abordados nesta pesquisa.

2.1 Processamento auditivo e anatomofisiologia da discriminação auditiva

Desde o nascimento, a via auditiva periférica da criança, que envolve as orelhas externa, média e interna, encontra-se apta para receber os sons. Na orelha interna localiza-se a cóclea que representa o componente sensorial que transforma, a partir do órgão de Corti, o impulso sonoro em elétrico. Na sequência, o componente neural recebe, analisa e programa uma resposta, a qual é devolvida pelas experiências sonoras da criança, que já possui processo de formação das conexões neurais nos primeiros anos de vida (COSTA, 2003; NEVILLE e BAVALIER, 2000).

Segundo a ASHA (American Speech-Language-Hearing Association, 2005) o processamento auditivo são responsáveis pelas habilidades auditivas de localização e lateralização sonora, discriminação e reconhecimento auditivo, aspectos temporais da audição (resolução temporal, mascaramento temporal, integração temporal e ordenação temporal), desempenho auditivo na presença de sinais acústicos competitivos e desempenho auditivo para sinais acústicos degradados.

O processamento auditivo envolve estruturas auditivas periféricas e centrais desde o ramo coclear e tronco cerebral, que seguem em direção ao córtex auditivo. Funcionalmente, reflete as habilidades de organizar as informações auditivas dependentes da capacidade biológica e da experiência auditiva (BESS et al., 1998; MENEGUELLO, LEONHARDT e PEREIRA, 2006).

Na parte central do tronco encefálico está localizada a formação reticular, uma agregação de neurônios envolvidos com a inibição e facilitação de funções, fundamentais para a manutenção do indivíduo em estado de alerta, com controle

sobre sua resistência, interferência e eficiência para detectar sinais sonoros (MACHADO, 1993; MACHADO, 2003).

As diferentes características físicas dos estímulos podem causar variados processos cognitivos no processamento auditivo, que influenciam em muitos aspectos da função cognitiva (SZYMASZEK; SZELAG; SLIWOWSKA; 2010).

Para a discriminação auditiva, a identificação das variações como intensidade e frequência do estímulo é feita pelos núcleos cocleares, também localizados no tronco encefálico e responsáveis pelas primeiras informações auditivas. Esses núcleos possuem uma organização tonotópica, dividindo-se em dorsal, que recebe informações da porção basal da cóclea, relacionado as frequências altas, e em ventral, com informações provenientes do ápice da cóclea, ligado a sons de baixa frequência (CORREA, 2002; HALL; PLACK, 2009; TALAVAGE et al., 2004). Logo, a frequência dos sons está diretamente relacionada à localização das células ciliadas, enquanto a intensidade corresponde à quantidade de fibras ativas (GUIDA, et al., 2007; MACHADO, 2003).

Essa seleção específica de frequência acontece também em áreas corticais auditivas, onde neurônios de mesma frequência se aglomeram e formam mapas tonotópicos que codificam representações sensoriais dos sons com resoluções temporais e espectrais diferentes, as quais são utilizadas para o processamento eficiente dos estímulos auditivos (ELHILALI, SHAMMA, 2008).

De acordo com Tramo et al. (2005), os estímulos auditivos são processados por neurônios do córtex auditivo, uma massa cinzenta encontrada no córtex cerebral com grande quantidade de neurônios que não possuem sensibilidade a sons contínuos, sendo úteis na discriminação sinal-ruído, uma vez que o grau de descarga do estímulo não se altera com um ruído competindo. Esses neurônios ficam concentrados na parte superior do lobo temporal, próximo ao giro transversal de Heschl, que é constituído de neurônios que recebem aferência auditiva do núcleo geniculado medial do tálamo.

O núcleo geniculado medial possui neurônios com seletividade de frequência, que ao se dividir deriva a entrada aferente do córtex primário, também com a mesma seletividade de frequência e organização topográfica semelhante ao da cóclea (TRAMO et al., 2005).

Segundo Boas et al. (2009), a percepção de frequência possui bases neuronais ainda não conhecidas completamente, mas há indícios de que a região

cortical direita possui estruturas mais específicas para a resolução de frequência em relação a esquerda. Já outros estudos mostraram por meio de exames eletrofisiológicos e de neuroimagem que a sensibilidade de frequência é localizada bilateralmente no plano supratemporal, com baixas frequências em regiões mais laterais e anteriores que as altas frequências (PANTEY et al., 1988, PANTEY et al., 1995, VERKINDT et al., 1995).

Stewart et al. (2008) relataram ainda que a discriminação de frequência é composta por um nível global e outro local do processamento, ligados ao processamento da estrutura global que ocorre no hemisfério direito, anterior ao ser processado pelo local no esquerdo.

O desenvolvimento, a plasticidade e as funções do córtex auditivo podem ser estudados a partir da identificação das regiões que envolvem toda a análise do estímulo auditivo (DA COSTA et al., 2011), porém o conhecimento dos sistemas neurais para a percepção temporal ainda não é bem abordado (BERNASCONI et al, 2010; SEOL et al., 2011).

De acordo com Musiek, Baran e Pinheiro (1990) a tarefa de discriminação de duração é uma função auditiva dos níveis corticais mais altos do cérebro e está relacionada ao processo maturacional das vias auditivas.

Woods et al. (2009) relataram que as variações de tamanho e localização das regiões que envolvem o processamento auditivo existentes entre os indivíduos podem justificar a falta de consenso para o conhecimento dos sistemas neurais, portanto, mais estudos que abordem o delineamento dessas redes neurais são necessários, além das tendências hemisféricas desse mecanismo envolvido na discriminação auditiva (HARRINGTON; HAALAND; KNIGHT, 1998).

As consequências da percepção e discriminação de diferenças nos sons podem ser refletidas nas respostas do córtex auditivo nos dois hemisférios. A literatura da área infere a existência de comportamentos corticais hemisféricos específicos, e relata o lobo temporal direito como responsável pela análise do estímulo, discriminando principalmente quanto à intensidade, duração e entonação; lobo temporal esquerdo relacionado aos aspectos temporais da percepção auditiva, à compreensão verbal e semântica e ainda ao tratamento fonético, e o lobo parietal estaria envolvido com a compreensão da entonação emocional do estímulo auditivo (SEOL et al., 2011).

No estudo de Harrington, Haaland e Knight (1998), os pesquisadores investigaram a função dos hemisférios cerebrais na percepção do tempo com três populações: indivíduos com lesões de hemisfério esquerdo, direito e com ausência de lesões, por meio de imagens de ressonância magnética. Eles observaram que quando utilizada a percepção de duração do estímulo houve alteração nos indivíduos com lesões no hemisfério direito. Já déficits na discriminação de frequência foram poucos naqueles com lesões posteriores do hemisfério esquerdo ou direito, ou com lesões anteriores do hemisfério direito, diferente dos que possuíam lesões anteriores do hemisfério esquerdo, com grande incidência de alteração na percepção de frequência.

Os autores inferiram que quando utilizados estímulos auditivos não linguísticos, o hemisfério esquerdo parece não contribuir tanto quanto o direito nessas tarefas (HAALAND; KNIGHT, 1998).

Musiek, Reeves e Baran (1985) e Musiek e Pinheiro (1987) descreveram o mecanismo neurofisiológico desses testes diferindo quanto ao tipo de tarefa solicitada ao participante. Quando é exigida a verbalização do estímulo tonal ambos hemisférios e vias do corpo caloso trabalham, de forma que no hemisfério direito ocorre o processamento do contorno acústico para a nomeação de um padrão tonal, que é transferido ao hemisfério esquerdo por meio do corpo caloso, ocorrendo à verbalização.

Segundo Elias et al. (2007), o teste de discriminação de frequência e duração pode ser analisado tanto com tarefas de imitação, as quais envolvem o hemisfério direito, quanto tarefas de verbalização, que tem maior participação do hemisfério esquerdo, tornando-se sensível à captação de lesões inter-hemisféricas. Assim, as lesões unilaterais à direita seriam observadas pela alteração na realização de ambas tarefas, uma vez que este hemisfério seria o responsável pela identificação do padrão acústico; já lesões à esquerda seriam representadas por bom desempenho na tarefa de imitação e dificuldade de verbalização por ser o hemisfério responsável pela rotulação linguística.

A investigação da variação de frequência e de duração tem sido utilizada na avaliação do processamento auditivo, principalmente por verificar a integração inter-hemisférica (CORAZZA, 1998; ELIAS et al., 2007). Porém, as avaliações que diferem quanto a essas duas variações do estímulo, são realizadas em maior

número com exames comportamentais, uma vez que a literatura reporta mais estudos eletrofisiológicos diferindo apenas quanto à frequência.

De acordo com Gibbons et al. (2003), ao comparar diretamente o processamento de informação temporal (duração) com o processamento de outro recurso de som (frequência), observa-se aumento da atividade de memória de trabalho quando realizado o processamento de informação temporal. Schroger e Wolf (1998) acrescentaram que na tarefa de discriminação de duração o tempo de reação é mais prolongado.

A literatura traz que os componentes do processamento de informação temporal estão relacionados com uma rede generalizada de ativação cortical e subcortical (MACAR et al., 2002; RAO; MAYER; HARRINGTON, 2001), sendo que o processamento de características de frequência está limitadamente associado ao córtex auditivo (WARREN; GRIFFITHS, 2003).

Os Potenciais Cognitivos (PCs) tem sido um dos métodos de avaliação eletrofisiológica das habilidades de atenção e discriminação que tem auxiliado na compreensão da organização cerebral envolvida no processamento auditivo das características da informação auditiva e no seu processo de distinção.

2.2 Avaliação eletrofisiológica - Potenciais Cognitivos (PCs)

De acordo com a literatura, o termo PC refere-se a eventos elétricos específicos que evocam respostas sensoriais do cérebro a partir de estímulos externos (CELESIA, 1985; CHIAPPA, 1983; DAVIS; HIEMOELLER, 1968; SITTIPRAPAPORN, 2012). Esses potenciais são um subconjunto da atividade geral da eletroencefalografia (EEG), que refletem respostas sensoriais especificamente do funcionamento do processamento auditivo por meio do sistema nervoso auditivo central (SNAC) (SITTIPRAPAPORN, 2012).

Os PCs investigam a atividade neuroelétrica da via auditiva e do processamento auditivo por meio de estímulos ou eventos acústicos, revelando o funcionamento das atividades corticais, como atenção, discriminação e integração auditiva (FRANCO, 2001; McPHERSON, 1996), além da integridade do sistema nervoso auditivo central (BARAN; MUSIEK, 1991; SCHOCHAT et al., 2006).

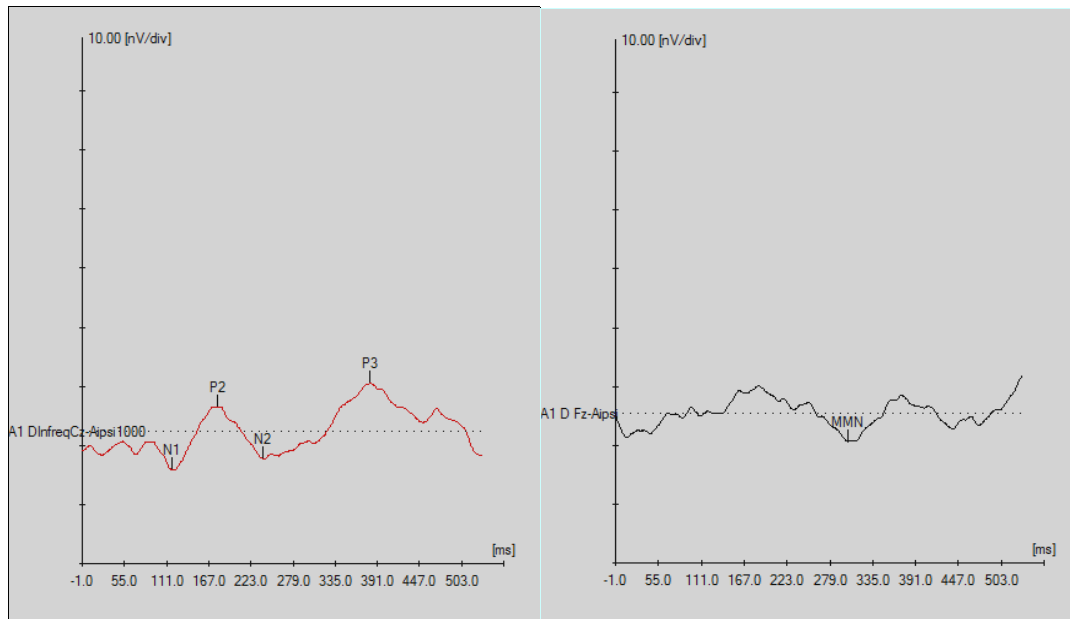
São representados pelas ondas N1, P2, N2, P3 e MMN, que refletem por meio de suas latências e amplitudes o funcionamento do processamento do som (figura 1).

Para o sucesso no desempenho dessas tarefas cognitivas, é necessário que o processamento da informação auditiva ocorra sem desvios (IRIMAJIRI; GOLOB; STARR, 2005).

Nas pesquisas da área, esses potenciais cognitivos têm sido aplicados a fim de qualificar as habilidades dos indivíduos em selecionar, codificar, memorizar e tomar decisões (REIS, 2011; SITTIPRAPAPORN, 2012).

Sistemas íntegros, como o auditivo periférico e central eficientes, que incluem as áreas do tronco cerebral, vias subcorticiais, córtex auditivo e corpo caloso, e também áreas do lobo frontal e a conexão temporoparieto-occipital, são necessários para que ocorram os PCs (HALL, 2006; SCHOCHAT, 2004).

Figura 1 - Componentes N1, P2, N2, P3 e MMN¹ dos PCs aferido à direita



Fonte: Próprio autor

¹ O MMN é considerado a maior onda de polaridade negativa de 100 a 300 ms, gerado a partir da subtração do traçado do estímulo raro ao traçado do estímulo frequente, (LICHT; HORSLEY, 1998; NÄÄTANEN et al., 2004).

Os geradores desses potenciais, segundo Ponton et al. (2002) são o córtex auditivo primário e as áreas corticais associativas, ativados pela atenção que o indivíduo dá ao estímulo, portanto, são úteis no estudo das funções cognitivas e de atenção (McPHERSON, 1996).

Os PCs são investigados a partir da discriminação auditiva que o indivíduo faz do estímulo raro em meio a inúmeros frequentes, e esses estímulos podem diferir quanto à frequência, duração, intensidade e pelo traço de sonoridade da fala (HALL, 2006), podendo apresentar variabilidade relacionada ao contexto de apresentação do estímulo e aos processos cognitivos envolvidos em seu processamento (McPHERSON, 1996).

Muitos aspectos podem ser analisados com esses potenciais, como o processamento linguístico (MECKLINGER; OPITZ; FRIEDERICI, 1997), de incerteza em relação à natureza do estímulo apresentado (SUTTON; BRAREN; ZUBIN, 1965), de memória (ÁVILA; QUAGLIATO; COSTALLAT, 2001) e de atenção seletiva (PICTON; HILLYARD, 1974). Hall (2006) afirmou que qualquer alteração nesses aspectos pode causar o desaparecimento de alguns dos componentes dos PCs.

Esses potenciais são também conhecidos como relacionados a eventos ou tardios (SANTOS FILHA; MATAS, 2010) por serem eliciados a partir de um evento acústico diferente e terem a latência mais alongada, por volta de 300 ms, respectivamente.

A análise da latência dos componentes do PCs tem sido alvo de muitas pesquisas (DUARTE et al., 2009; SANTOS FILHA; MATAS, 2010; SCHOCHAT et al., 2012), e por isso possui valor de referência na literatura. Já a amplitude é muito questionada pela literatura da área (HALL, 2006; McPHERSON, 1996).

Esses PCs são divididos em componentes exógenos (N1 e P2), misto (N2) e componentes endógenos (P300 e MMN), como serão descritos a seguir.

2.2.1 Componentes exógenos –N1 e P2

Segundo Hall (2006), as ondas N1 (N100) e P2 (P200) são classificadas como potenciais exógenos por dependerem essencialmente das características físicas do estímulo, não sendo exclusivamente eliciadas pela atenção do sujeito.

Hall (2006) e McPherson (1996) relataram que a onda N1 ocorre por volta de 80 a 150 ms, com amplitude negativa que varia de 5 a 10 μ V (microvolts) e possui

como possíveis geradores o córtex auditivo primário e secundário (partes superiores e laterais do lobo temporal, respectivamente) (KADNER et al., 2002).

Quanto à latência de N1, embora possa estar ausente em crianças muito pequenas, é um marcador negativo dominante nos adultos (WUNDERLICH; CONE-WESSON; SHEPHERD, 2006), que tende a diminuir com o envelhecimento (BRUNEAU et al., 1997; KRAUS et al., 1993; McARTHUR, BISHOP, 2002; PONTON et al., 2000).

Já sua amplitude não teve um consenso na literatura pesquisada. Portanto existem autores que argumentaram não haver nenhuma relação, aumento, ou diminuição com a evolução da idade (CEPONIENE et al., 2002; CUNNINGHAM et al., 2000; GOMES et al., 2001; KRAUS et al., 1993; OADES; DITTMANN-BALCAR; ZERBIN, 1997; PONTON et al., 2000).

A onda P2 é observada com latência de aproximadamente 145 a 200 ms e amplitude positiva de 3 a 6 μV (HALL, 2006; McPHERSON, 1996). Quanto aos seus geradores, Santos Filha e Matas (2010) relataram não haver um consenso, podendo ter influência também de diferentes áreas do córtex auditivo primário e secundário, além da formação reticular (NÄÄTANEN; PICTON, 1986; SCHERG; VON CRAMON, 1985; SCHERG; VON CRAMON, 1986).

Em relação à latência desse componente, estudos mostraram que não há nenhuma mudança que sofre interferência da idade (JOHNSTONE et al., 1996; PONTON et al., 2000; TONNQUIST-UHLEN, 1995). Já Oades, Dittmann-Balcar e Zerbin (1997) defenderam a hipótese de que haja uma diminuição na latência de P2 de acordo com o aumento da idade.

Não há, também, consenso na literatura pesquisada quanto ao desenvolvimento da amplitude desse componente, uma vez que, existem autores que relataram aumento ou diminuição de acordo com a idade (JOHNSTONE et al., 1996; KRAUS et al., 1993; OADES; DITTMANN-BALCAR; ZERBIN, 1997; PONTON et al., 2000; TONNQUIST-UHLEN, 1996).

Quanto à influência das variações do estímulo nesses componentes, Picton et al. (1974) colocaram que as amplitudes de N1 e P2 são maiores com estímulos de frequências mais baixas em comparação a estímulos de frequências mais altas.

Näätänen (2001) sugeriu que o N1 é capaz de refletir o processo de redirecionar o foco da atenção auditiva quando há um novo estímulo.

Para a variação de duração, a literatura relata uma relação linear entre essa característica do estímulo e a amplitude de N1 em durações de até 24 ms, mantendo-se constante para estímulos maiores que 72 ms. Já para o P2, é encontrado que quanto maior a duração do estímulo, maior será a amplitude desse componente (ALAIN; WOODS; COVARRUBIAS, 1997).

No estudo de Paiva et al. (2013) os autores observaram que a manipulação no estímulo de duração não mostrou relação efetiva com os valores de amplitude e latência de N1 e P2.

Esses dois componentes exógenos, mesmo dependendo principalmente das características do estímulo, sofrem influência do grau de atenção do indivíduo (SANTOS FILHA; MATAS, 2010), e ainda foi descrito na literatura pesquisada que se não houver atenção direcionada para o estímulo, ou o indivíduo ignorar o mesmo, o N1 e o P2 podem apresentar diminuição da amplitude ou atraso na latência (MUSIEK; LEE, 2001).

2.2.2 Componente misto – N2

O N2 é classificado como componente misto por depender tanto da capacidade do indivíduo em discriminar auditivamente os estímulos oferecidos (BARRY; JOHNSTONE; CLARKE, 2003; HALL, 2006; MARTIN; TREMBLAY; STAPPELLS, 2007; McPHERSON, 1996; CUNNINGHAM et al., 2000; JOHNSTONE et al., 1996), quanto da atenção e percepção de uma resposta automática do cérebro, classificada como pré-atencional, eliciada na discriminação auditiva (HALL, 2006; McPHERSON, 1996; McPHERSON; BALLACHANDA; KAF, 2007; SAMS; ALHO; NÄÄTANEN, 1983; NÄÄTENEN; PICTON, 1986).

Esse componente possui latência por volta de 180 a 250 ms e amplitude de 3 a 6 μ V (HALL, 2006; McPHERSON, 1996), é associado a níveis mais elevados do córtex, responsáveis pela capacidade de controlar a atenção (JOHNSTONE et al., 1996), e recebe ainda contribuição da formação reticular no controle inibitório (CEPONIENE et al., 2002; MACHADO, 1993; MACHADO, 2003).

A distribuição do N2 é descrita como sendo fronto-central em crianças mais velhas (OADES; DITTMANN-BALCAR; ZERBIN, 1997; PONTON et al., 2000;

SATTERFIELD et al., 1988 e TONNQUIST-UHLEN, 1996), e pode ser detectada na linha média quando a estimulação for binaural, com respostas maiores do lado direito ou esquerdo (SATTERFIELD et al., 1988) e ainda sem diferenças hemisféricas (OADES; DITTMANN-BALCAR; ZERBIN, 1997).

Quanto à latência dessa onda, há um conflito na literatura pesquisada. Foram identificados muitos estudos que mostraram uma diminuição com o final da idade infantil e início da adolescência (ENOKI et al., 1993; OADES; DITTMANN-BALCAR; ZERBIN, 1997; CEPONIENE et al.; 2002; SATTERFIELD et al., 1988; CUNNINGHAM et al., 2000), outros que não relataram nenhuma relação (JONSTONE et al., 1996 e TONNQUIST-UHLEN, 1996), e um que relatou a interferência da idade no aumento da latência (PONTON et al., 2000).

A idade não influenciou a amplitude de N2 no estudo de TONNQUIST-UHLEN (1996); já Ponton et al. (2000) afirmaram ter encontrado aumento inicial na amplitude entre cinco e 10 anos, e a partir disso aconteceu um declínio gradual.

No que se refere às características físicas do estímulo, Davies, Chang e Gavin (2010) mostraram que a intensidade e a frequência do estímulo podem afetar o valor de amplitude desse componente, e relataram também, que crianças possuem melhor distinção entre os estímulos altos e baixos que os adultos.

2.2.3 Componentes endógenos - P300 e MMN

2.2.3.1 Componente P300

O PC mais investigado na literatura é o P3, uma onda que ocorre por volta de 220 a 400 ms, com amplitude aproximada de 8 a 15 μ V (HALL, 2006; McPHERSON, 1996), tendo como possíveis geradores o córtex pré-frontal e centroparietal, e hipocampo (McPHERSON, 1996), refletindo habilidades de atenção, discriminação e integração do cérebro.

Esse potencial cognitivo, também chamado de endógeno, por refletir o uso funcional que o sujeito faz do estímulo (SILVA; PINTO; MATAS, 2007; FRIZZO; ALVES; COLAFÊMINA, 2011), possui áreas neurais complexas e associativas, entre o tálamo e o córtex têmporo-parietal e córtex pré-frontal, além de haver conexões entre o tronco encefálico e a formação reticular em sua constituição, estruturas que

refletem a atenção, detecção, discriminação e estado de alerta ao estímulo apresentado (CHERMAK; MUSIEK, 1997).

De acordo com Hall (2006), o P3 é um componente dos PEALL que aparece na região de 300 ms após o estímulo auditivo, capaz de refletir diferentes processos neurofisiológicos ou cognitivos. É gerado a partir da discriminação do estímulo raro e imprevisível, em meio há inúmeros estímulos frequentes que geram uma resposta tardia e pode ser classificado como P300 devido à sua região de 300 ms, ou como P3, por formar um componente de grande pico positivo precedido das ondas N1, P2 e N2.

O P300 é um teste aplicado de forma consciente com uma tarefa de discriminação entre os diferentes estímulos acústicos que são apresentados, denominada paradigma *oddball* ou paradigma do alvo (HALL, 2006; PICTON, 1992).

Para eliciar esse potencial, o indivíduo deve fazer a discriminação auditiva entre dois estímulos diferentes, nomeando, contando, mentalizando ou até levantando a mão toda vez que o estímulo raro aparecer entre os frequentes (GOODIN et al., 1978; POLICH; HOWARD; STARR, 1985). Hall (2006) relatou que esses estímulos podem variar quanto a frequência, duração, intensidade ou traço de sonoridade de fala.

O sistema auditivo se habitua com o estímulo frequente, respondendo com maior quantidade de descargas neuronais ao perceber o estímulo raro, gerando uma onda positiva de grande amplitude, o P300 (SCHOCHAT, 2004).

Os efeitos da percepção de frequência e intensidade do estímulo no P300 foram pesquisados por Vesco et al. (1993), Sams et al. (1985), Sugg e Polich (1995) e Cass e Polich (1997), e os efeitos de duração por O'Brien e Stuart (2001).

Vesco et al. (1993) e Sams et al. (1985) relataram que os estímulos de baixa frequência produziram latências mais curtas em P300; já Sugg e Polich (1995) observaram que os tons de baixa frequência resultavam em latências aumentadas.

No estudo de O'Brien e Stuart (2001), os participantes informaram maior dificuldade para realizar o P300 quando a discriminação de duração tinha o estímulo padrão maior (75 ms) do que o estímulo alvo (50 ms), resultando em latências alongadas e amplitudes reduzidas.

Hall (2006) e Polich (1986) classificaram esse potencial como razoavelmente estável, e ainda relataram que ele não sofre muitas variações em função das

diferentes tarefas, tendo aumento na amplitude e/ou acréscimos na latência de pico nas situações em que a recepção passiva do estímulo é empregada.

Quanto à análise dessa onda, autores utilizaram a identificação a partir da morfologia (POLICH; HOWARD; STARR, 1985; POLICH, 1986; POLICH; LADISH; BURNS, 1990), da reprodutibilidade (BROWN; MARSH; LARUE, 1983) e do intervalo de latência (LIN; POLICH, 1999; OADES, DITTMANN-BALCAR, ZERBIN, 1997).

Junqueira e Colafêmina (2002) analisaram estudos nacionais e internacionais em relação aos critérios para marcação do P300. Os autores uniram os pontos em comum mais citados e sugeriram que deve ser identificado após o complexo N1-P2-N2, de polaridade negativa – positiva – negativa, respectivamente, os estímulos frequente e raro foram observados por volta de 60 e 300ms e o P300 por volta de 240 e 700 ms, fazendo a marcação no pico de máxima amplitude, atentando a importância da replicação do estímulo raro.

A latência dessa onda está associada ao nível de atenção que o indivíduo utiliza na tarefa, observando que se ele está à espera do estímulo, sua latência diminui, e aumenta se este não for esperado. O tempo do processamento da informação auditiva também influencia na latência, e foi notado que quanto maior o tempo que o indivíduo leva para discriminar o estímulo, maior será sua latência (DUNCAN-JOHNSON; DONCHIN, 1997; ROTH; FORD; KOPELL, 1978).

Segundo Diniz Junior et al. (1997), a latência desse potencial pode ocorrer por volta de 500 ms em bebês, diminuindo com o desenvolvimento da criança, aproximando-se de 300 ms na adolescência e fase adulta, aumentando novamente próximo aos 65 anos, com média de latência de até 450 ms.

Goodin et al. (1978) afirmaram que ocorre um aumento linear com a idade na latência dessa onda, alongando de 1 a 2 ms por ano, enquanto a amplitude se desenvolve de maneira oposta, diminuindo com o avanço da idade.

Outro método de avaliação do processamento auditivo, o Mismatch Negativity (MMN), vem sendo muito empregado por não solicitar tarefas ao participante, principalmente em indivíduos que não são capazes de responder devido a diversas alterações, ou por estarem em estágio muito precoce de desenvolvimento do SNAC e da linguagem.

2.3.3.2 Componente Mismatch Negativity – MMN

O MMN (Mismatch Negativity) é mais um dos testes eletrofisiológicos capazes de investigar o funcionamento do processamento auditivo (CHERMAK; MUSIEK, 1997; ROGGIA; COLARES, 2008). É caracterizado por uma onda negativa entre 100 e 300 ms, com amplitude por volta de 3 μ V (HALL, 2006; McPHERSON, 1996), que não depende da atenção ativa do sujeito e que tem origem no córtex auditivo, sendo o resultado da discordância do estímulo raro ao frequente (SCHOCHAT, 2004). Por ser obtido mesmo na ausência de atenção, o MMN se torna útil na avaliação de indivíduos muito jovens ou daqueles prejudicados (DUNCAN et al., 2009).

A literatura pesquisada descreve que esse componente não depende da atenção do sujeito por ser um processo automático do cérebro em perceber diferenças sutis na estimulação sonora, tem origem no córtex auditivo e influencia as habilidades cognitivas, como a discriminação auditiva pré-atencional.

Brossi et al. (2007) caracterizaram o MMN como um importante instrumento de pesquisa das habilidades auditivas em indivíduos que possuem comunicação desviante, por dispensar a atenção do sujeito, e também para os que estejam em investigação da discriminação auditiva, como os que possuem alterações auditivas e, ou bebês (WUNDERLICH; CONE-WESSON; SHEPHERD, 2006).

Os geradores dessa onda envolvem regiões corticais, incluindo o plano supratemporal do córtex auditivo, o córtex temporal posterior lateral e o giro frontal direito (DUNCAN et al., 2009; Hall, 2006, PICTON et al., 2000). Outras áreas também podem estar envolvidas na geração desse potencial, como o hipocampo (HALGREN et al., 1998), áreas talâmico-subcorticais (KRAUS et al., 1994), e ainda a via auditiva primária, que está relacionada às mudanças do espectro temporal e a não primária, a qual contribui para transformação de mudanças duracionais. (KRAUS et al., 1994; KRAUS e MCGEE, 1994; ZEFTAWI, 2004).

Duncan et al. (2009), em revisão sobre aplicações clínicas dos potenciais relacionados a eventos, descreveram que quando o MMN é eliciado pelo plano supratemporal do córtex auditivo, torna-se um marcador da mudança que ocorre automaticamente e perceptivelmente no córtex, já quando gerado pelo seu subcomponente frontal, indica que os mecanismos frontais corticais implicados no recrutamento de atenção foram ativados em respostas a uma mudança na estimulação auditiva.

Quanto à sua morfologia, Licht e Horsley (1998) o caracterizaram como uma onda de polaridade negativa, registrada aproximadamente entre 100 e 300 ms, com amplitude por volta de $-3 \mu\text{V}$.

Näätänen (2001) relatou que a captação da resposta desse componente é obtida a partir da subtração de um evento padrão da resposta para o evento desviante e está relacionado a processos cognitivos pré-atencionais da audição, caracterizado como inteligência primitiva do córtex auditivo.

Estudiosos utilizaram o MMN como uma avaliação complementar na investigação da percepção, discriminação auditiva e formação da memória sensorial (ATIENZA; CANTERO; DOMINGUEZ-MARIN, 2002; VAN ZUIJEN et al., 2005), e pode ser realizado ainda nos indivíduos em estado de sono (SALLINEN; KAARTINEN; LYYTINEN, 1999) ou até mesmo em coma, sendo um preditor da recuperação da consciência (KANE et al., 1993).

Schirmer (2005) não observou diferenças quanto à latência e amplitude desse potencial entre meninos e meninas.

Em relação à atenção do indivíduo, não existe consenso entre os estudos. Alguns sugeriram que se a atenção é voltada para um estímulo distrator, como o visual, a resposta do MMN pode ser atenuada (ARNOTT; ALLAN, 2002; MULLER, 2002), outro já afirmou que dependendo do grau desse estímulo visual, não há interferência na resposta desse potencial (OTTEN; ALAIN; PICTON, 2000). Näätänen (2000) observou que o MMN é mais bem eliciado em condições em que a atenção está direcionada para longe do estímulo.

Quanto à latência e amplitude, Kraus e McGee (1994) colocaram que esse potencial atinge seu valor ideal para análise na fase escolar, sendo que a plasticidade do cérebro está diretamente relacionada com um melhor desempenho na discriminação auditiva da fala (BROSSI et al., 2007).

Kraus; McGee; Carrell (1995) relataram a existência de uma possível relação entre as habilidades de discriminação das propriedades do som e a presença do MMN.

Segundo Näätänen et al. (2004), o MMN pode variar quanto a frequência, duração, sequência, intensidade e localização da fonte sonora, sendo interpretado por um processo cortical de detecção automática. Estudiosos ainda relatam que o

MMN está associado a mudanças repentinas nas características físicas do estímulo (KISLEY; NOECKER; GUNTHER, 2004; NÄTANEN; PICTON, 1987).

Estudos diferindo o estímulo quanto a frequência no MMN foram feitos por alguns autores, como Hari et al. (1984), Sams et al. (1985), Jacobsen e Schroger (2001), Roggia e Colares (2008), Meng et al. (2005), e quanto à duração foram realizados por Roggia e Colares (2008), Baldeweg et al. (1999) e Korpilahti e Lang (1995).

De acordo com Jaramillo, Paavilainen e Näätänen (2000), na medida em que aumenta o grau de discrepância entre o estímulo frequente e o raro, a amplitude do MMN também aumenta, embora Colin et al. (2009) terem relatado que a negatividade desse potencial é maior quando o estímulo raro é mais curto que o frequente.

Roggia e Colares (2008) aplicaram a discriminação de frequência e duração no teste do MMN em crianças com distúrbio do processamento auditivo e grupo controle. As autoras observaram que os valores de latência e amplitude desse componente, evocado tanto para estímulos diferindo a frequência, quanto à duração, não apresentaram diferenças significativas entre os dois grupos estudados.

No estudo de Baldeweg et al. (1999) e de Korpilahti e Lang (1995), os autores não observaram variações no MMN quando eliciado diferindo quanto à duração em indivíduos com dislexia e em crianças afásicas, respectivamente. Já Meng et al. (2005), estudando também crianças com dislexia, não encontraram problemas na discriminação de frequência.

Tervaniemi et al. (1999) com o objetivo de determinar os parâmetros de estímulo mais replicáveis para o MMN em indivíduos saudáveis pela confiabilidade teste-reteste, utilizaram cinco tipos de estímulos raros em três diferentes parâmetros de som: frequência (5% maior ou menor e 10% maior ou menor que o estímulo padrão), duração (33% mais curto e 66% mais curto que o estímulo padrão) e intensidade (15dB abaixo do estímulo padrão). Os autores observaram que a utilização do estímulo de duração 66% menor que o padrão mostrou-se com replicabilidade de alto nível, obtendo maior amplitude e menor latência do MMN em comparação aos outros estímulos.

Grimm et al. (2006) relataram que as fontes neurais do MMN revelam um comportamento tendencioso no hemisfério direito para modulações de frequência.

Por fim, devido à sua falta de padronização em função da grande variação observada nesse componente, Giaquinto (2004) sugeriu que seus valores absolutos ainda não devem ser usados para o prognóstico das alterações.

Roggia e Colares (2008) comprovaram a presença do MMN em crianças com distúrbio do processamento auditivo e ainda afirmaram não haver diferenças em termos de latência e amplitude com crianças de desenvolvimento típico, considerando, como no estudo de Liasis et al. (2003), que esse potencial cognitivo passivo não pôde ser utilizado como um indicador de existência de dificuldades auditivas apresentadas por essa população.

Objetivo

3 Objetivo

Este estudo teve como objetivo investigar o efeito da variação da frequência e duração nos PEA corticais e cognitivos (P300 e MMN) em crianças com desenvolvimento típico.

Material e método

4 Material e Método

O presente estudo foi submetido à análise e apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências – CEP/FFC/UNESP e foi realizado após sua aprovação de acordo com o protocolo número 435/2012.

O tipo de estudo foi de caráter prospectivo, transversal, analítico comparativo.

4.1 Sujeitos

- **Seleção de casuística**

Foram selecionados inicialmente 80 indivíduos, porém 30 desses foram descartados da coleta devido a dificuldades encontradas em relação à comportamento e interferência elétrica. Foram selecionados para a pesquisa 50 indivíduos, de ambos os gêneros, na faixa etária de 8 a 12 anos e 11 meses, sendo 27 do gênero masculino e 23 do feminino, os quais frequentavam escolas particulares e públicas em Marília e apresentavam bom desempenho acadêmico. Estes indivíduos foram selecionados pelos professores seguindo o critério de desempenho satisfatório em dois bimestres consecutivos em avaliação de leitura e escrita. Tal faixa de idade foi escolhida para que se pudesse compreender o desenvolvimento do processo maturacional das habilidades auditivas e a capacidade de adequada realização da tarefa em crianças em idade escolar. A partir desta indicação, foram entregues aos pais o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e os que aceitaram participar da pesquisa foram agendados. Os indivíduos foram submetidos previamente a anamnese audiológica infantil e avaliação audiológica. Dessa forma, participaram deste estudo somente aqueles que apresentaram limiares audiométricos dentro dos padrões de normalidade (25 dBNA – LLOYD; KAPLAN, 1978) e que não apresentavam quaisquer outros tipos de comprometimento de saúde geral.

Foi realizada a divisão dos sujeitos em dois grupos deferindo quanto à idade, obtendo-se a classe de idade de 8 a 10 anos e 11 meses (n= 29) e de 11 a 12 anos e 11 meses (n=21).

- **CrITÉrios para seleÇão da amostra**
 - **CrITÉrios de inclusão**
 - Assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido;
 - IndivÍduos sem comprometimentos neurológicos, motores ou psiquiátricos de acordo com a anamnese respondida pelos pais e acuidade auditiva dentro dos padrões da normalidade segundo avaliaÇão audiológica;
 - Idade cronológica entre 8 e 12 anos e 11 meses;
 - IndivÍduos que apresentavam desempenho satisfatório em portuguÊs e matemática por pelo menos dois bimestres consecutivos.
 - **CrITÉrios de exclusão**
 - Não apresentar assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
 - IndivÍduos que apresentassem acometimentos neurológicos, motores ou psiquiátricos e acuidade auditiva abaixo dos padrões da normalidade;
 - IndivÍduos com desempenho insatisfatório em portuguÊs e matemática por pelo menos dois bimestres consecutivos;

4.2 Procedimento Metodológico

Para realizaÇão deste estudo foram aplicados os seguintes procedimentos:

- **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Conforme resoluÇão do Conselho Nacional de Saúde CNS 196/96, anteriormente ao inÍcio das avaliaÇões, os pais ou responsáveis pelos escolares selecionados assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido para autorizaÇão da realizaÇão do estudo;

- **Anamnese especÍfica**

Roteiro de perguntas voltadas para gestaÇão, parto, desenvolvimento global (motor, linguÍstico, psÍquico, comportamental), aspectos escolares e audiológicos (história de otites, medicamentos, comportamento auditivo);

- **InspeÇão do meato acústico externo**

Foi utilizado o meatoscópio da marca Haine para detecção de excesso ou obstrução de cerúmen.

- **Avaliação audiológica**

A avaliação audiológica básica foi realizada em cabina acústica. Para a audiometria tonal limiar foi utilizado o audiômetro GSI-61 (padrão ANSI 3.6-1989 e S3.43-1992) com fones TDH – 50. Os limiares de audibilidade foram obtidos, por via aérea, nas frequências sonoras de 250 a 8000 Hz. O critério de normalidade utilizado foi à classificação proposta por Lloyd e Kaplan (1978) na qual a média das frequências de 500, 1000 e 2000Hz deve ser igual ou menor a 20dBNA.

- **Medidas de imitância acústica**

Realizadas com intuito de verificar a integridade do sistema tímpano ossicular, bem como pesquisar o reflexo acústico modo contralateral nas frequências de 500 a 4000 Hz. Foi utilizado o imitanciómetro GSI-38 (Grason Standler) com sonda de 226 Hz. Foram consideradas alterações a presença de curvas timpanométricas que indicassem alteração do sistema tímpano ossicular em qualquer orelha avaliada (JERGER, 1970).

- **Avaliação do PEALL (MMN e P300)**

Foi utilizado o equipamento *Biologic Navigator Pro* e registrado mediante a utilização de cinco eletrodos descartáveis posicionados em Fz e Cz em referência ao lóbulos direito (Fz e Cz/A2) e depois esquerdo (Fz e Cz/A1), utilizando-se os 2 canais de registro do equipamento, o eletrodo terra foi posicionado em Fpz. A impedância foi mantida em um nível inferior a 5 KW.

Os componentes foram pesquisados em duas varreduras, ou seja, primeiramente foi eliciado para estímulos tonais (*tone burst*) diferindo quanto à frequência – MMNf e P300f (estímulo frequente: frequência de 750Hz e estímulo raro: frequência de 1000Hz), e em seguida para estímulos diferindo quanto à duração – MMNd e P300d (estímulo frequente: 100ms e estímulo raro: 50ms; ambos na frequência de 1000Hz).

Tanto os estímulos diferindo quanto à frequência, como quanto à duração foram apresentados aleatoriamente, num paradigma *oddball*, numa velocidade de 1.1 estímulos por segundo, com uma probabilidade de ocorrência do estímulo raro de 20% do total de 250 estímulos. O tempo de análise das ondas foi de 500ms, com filtro de 0,5 a 30 Hz, sensibilidade de 50.000 μ V e polaridade alternada.

Os indivíduos foram acomodados em poltrona inclinável, com temperatura ambiente controlada em sala protegida acusticamente. Para o registro do MMN o paciente realizou tarefa passiva e foi orientado a permanecer sentado, relaxado, porém desperto e assistindo a um vídeo (sem som) para se distrair e não dar atenção ao estímulo sonoro que lhe era apresentado. Já para o registro do P300, o indivíduo deveria realizar uma tarefa ativa, prestando atenção e discriminando os estímulos nomeando-os como “fino” durante P300f e “curto” em P300d.

O procedimento de aquisição e coleta de dados foi realizado primeiramente pela tarefa passiva, seguida pela tarefa ativa:

a) Tarefa passiva (estímulo distrator, sem atenção ao som) - MMN

- AD (Cz/A2) alterando quanto à frequência, estímulo frequente 750Hz e raro 1000Hz, denominado de MMNf;
- AE (Cz/A1) alterando quanto à frequência, estímulo frequente 750Hz e raro 1000Hz, denominado de MMNf;
- AE (Cz/A1) alterando quanto à duração, o estímulo frequente 100ms e raro 50ms, denominado MMNd;
- AD (Cz/A2) alterando quanto à duração, o estímulo frequente 100ms e raro 50ms, denominado MMNd;

b) Tarefa ativa (de atenção, discriminação e nomeação do estímulo) – P300.

- AD (Cz/A2) alterando quanto à frequência, estímulo frequente 750Hz e raro 1000Hz, denominado de P300f;
- AE (Cz/A1) alterando quanto à frequência, estímulo frequente 750Hz e raro 1000Hz, denominado de P300f;
- AE (Cz/A1) alterando quanto à duração, o estímulo frequente 100ms e raro 50ms, denominado P300d;
- AD (Cz/A2) alterando quanto à duração, o estímulo frequente 100ms e raro 50ms, denominado P300d;

A apresentação dos estímulos foi randomizada em relação a orelha estimulada - aferência, alternando-o a fim de evitar viés nos resultados. Quanto ao tempo de registro cada varredura levou cerca de 4 minutos, totalizando média de 20 minutos para MMN e 20 minutos para P300 com intervalos de 2 a 3 minutos de descanso entre as varreduras.

Para análise final dos resultados optamos por utilizar os registros obtidos em Cz, uma vez que nesse estudo essa região foi onde os registros tiveram melhor morfologia das ondas.

Para a identificação das ondas do P300 foi utilizado o critério proposto por Junqueira e Colafêmima (2002) - adaptado, que se apresenta a seguir:

- identificação do complexo N1-P2-N2 – três primeiras ondas que aparecem na sequência e apresentam polaridade negativa – positiva – negativa, respectivamente, ocorrendo na replicação dos traçados, frequente e raro, entre 60 e 300ms;
- identificação do P3, maior onda positiva, logo após o complexo N1-P2-N2, ocorrendo na replicação do traçado para o estímulo raro, entre 240 e 700ms;
- as latências foram marcadas no maior pico, ou seja, no ponto de máxima amplitude da onda;
- as amplitudes foram marcadas do pico da onda até a linha de base e inter-amplitude no caso da inter-amplitude N2-P3;
- quando a duplicação da onda P3 em P3a e P3b, a marcação era feita sempre na segunda onda, P3b, que representa a atividade neural associada à revisão da representação mental do evento anterior (POLICH, 2007).

Utilizou-se ainda valores de normalidade da literatura pesquisada para a faixa etária: N1 variando de 80 a 150 ms; P2 de 145 a 200 ms; N2 de 180 a 250 ms; P3 de 220 a 400 ms (MCPHERSON, 1996; HALL, 2006).

Para a identificação das ondas do MMN, considerou-se a maior onda de polaridade negativa, entre os valores de latência de 100 a 300 ms, visualizada na subtração do traçado do estímulo raro ao traçado do estímulo frequente (LICHT; HORSLEY, 1998; NÄÄTANEN et al., 2004).

4.3 Análise dos dados

Inicialmente foi realizada estatística descritiva para análise quantitativa dos dados. Foram calculados os valores de Média e Desvio Padrão (DP) de todas as medidas dos componentes do PCs por aferência do estímulo (direita e esquerda) e por sua variação (frequência e duração). Primeiramente foram analisados os 50

indivíduos, em seguida a análise dividiu-se entre as duas classes de idade (8 a 10 anos e 11 meses e 11 a 12 anos e 11 meses).

Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk a fim de verificar a normalidade dos dados. Na sequência, foram feitas análises comparativas entre as variações de frequência *versus* duração para cada componente utilizando-se o Test T de Student.

A seguir, foram correlacionadas as medidas de frequência e de duração por meio do Teste de Correlação de Pearson para o P300 e seus outros componentes e o MMN. As medidas de Correlação também foram feitas inicialmente nos 50 indivíduos e posteriormente por grupos, divididos de acordo com as classes de idade (8 a 10 anos e 11 meses e 11 a 12 anos e 11 meses).

O resultado foi descrito como valor de p, e o nível de significância adotado foi sempre de 5% ou 0,05 ($p \leq 0,05$).

No Teste de Correlação de Pearson foi adotado o valor de r (Forte $r > 0,5$; moderada r entre 0,3 e 0,49 e fraca $r < 0,3$).

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

Resultados

5 Resultados

Nesse capítulo serão apresentados os resultados dos PCs das 50 crianças, separadas por orelha, estímulo de discriminação e por classe de idade (8 – 10 anos e 11 meses e 11 – 12 anos e 11 meses).

A apresentação dos resultados foi dividida em sub-tópicos para facilitar a análise dos resultados: (1) Análise descritiva das variações de frequência e duração; (2) Medidas de Comparação Frequência x Duração; (3) Medidas de correlação entre os estímulos de frequência e duração.

5.1 Análise descritiva das variações de frequência e duração

Os resultados de latência e amplitude dos PCs P300 e outros componentes e do MMN das 50 crianças foram analisados por meio dos valores de média, desvio padrão e mínimo e máximo, diferindo quanto à frequência, duração e aferição à direita e esquerda. Posteriormente os resultados dos indivíduos foram analisados pelas diferentes classes de idade.

A tabela 1 apresenta os valores de média, desvio padrão e mínimo e máximo da latência e amplitude dos componentes N1, P2, N2, P3 e MMN, nas diferentes discriminações de frequência e duração, aferidos à direita, nos 50 indivíduos.

Tabela 1: Estatística descritiva do PC P300 e outros componentes e MMN (n=50)

AD	Disc	Média	DP	Min	Max	AE	Disc	Média	DP	Mín	Máx
Lat N1	Freq	120,16	26,89	74,15	189,71	Lat N1	Freq	133,3	28,49	79,36	186,58
	Dur	116	22,27	66,87	180,34		Dur	119,62	27,93	75,19	201,16
Amp	Freq	-4,35	2,67	-10,95	0,86	Amp N1	Freq	-4,73	2,66	-12,80	0,52
	Dur	-3,47	2,51	-9,61	1,74		Dur	-3,83	2,37	-8,76	2,66
Lat P2	Freq	172,29	33,92	107,47	244,88	Lat P2	Freq	178,23	35,7	89,77	254,25
	Dur	164,24	29,64	84,56	277,15		Dur	164,82	30,73	116,83	282,36
Amp P2	Freq	0,31	2,53	-5,48	7,14	Amp P2	Freq	0,12	3,17	-11,24	6,76
	Dur	1,09	2,53	-5,54	5,79		Dur	0,24	2,86	-8,71	8,69
Lat N2	Freq	221,68	28,52	158,48	283,40	Lat N2	Freq	221,76	34,28	160,56	304,22
	Dur	234,81	27,49	188,66	313,29		Dur	221,07	31,21	180,34	316,71
Amp N2	Freq	-5,38	3,29	-14,24	1,82	Amp N2	Freq	-5,27	3,24	-16,18	2,50
	Dur	-6,48	2,75	-12,55	0,17		Dur	-6,00	3,06	-11,24	2,77
Lat P3	Freq	326,16	25,3	266,74	369,87	Lat P3	Freq	330,88	29,31	266,74	391,66
	Dur	336,94	25,44	277,15	378,13		Dur	331,99	28,35	269,86	380,21
Amp P3	Freq	5,12	3,18	-2,20	16,42	Amp P3	Freq	5,56	3,00	-0,99	14,14
	Dur	3,88	2,24	0,17	8,02		Dur	4,78	2,74	0,55	12,024
Lat MMN	Freq	244,13	32,35	167,84	338,57	Lat MMN	Freq	236,46	36,7	139,74	312,55
	Dur	252,03	34,21	174,09	322,96		Dur	253,79	39,59	179,30	357,31
Amp MMN	Freq	-3,47	2,81	-14,15	2,67	Amp MMN	Freq	-3,78	2,21	-8,04	1,06
	Dur	-3,19	2,35	-8,52	0,79		Dur	-3,51	2,18	-9,15	1,60

Legenda: Disc = discriminação; DP = desvio padrão; Min = mínimo; Max = máximo; AD = aferência à direita; AE = aferência à esquerda; Lat = latência; Amp = amplitude; Freq = frequência; Dur = duração

A tabela 2 apresenta os valores de média, desvio padrão, e valor mínimo e máximo da latência e amplitude dos componentes do PC P300 e outros componentes e MMN, das diferentes discriminações de frequência e duração, aferidas à direita e esquerda, separados pelas classes de idade de 8 – 10 anos e 11 meses (n=29) e de 11 – 12 anos e 11 meses (n=21).

Tabela 2. Estatística descritiva do PC P300 e outros componentes e MMN separados pelas classes de idade.

		8 – 10 AD						8 – 10 AE			
Variável	Discr	Média	DP	Mín	Máx	Variável	Disc	Média	DP	Mín	Máx
Lat N1	Freq	128,57	25,18	91,85	189,71	Lat N1	Freq	132,66	28,24	79,36	186,58
	Dur	117,9	22,02	67,81	173,05		Dur	121,53	26,16	86,65	170,97
Amp N1	Freq	-3,92	2,5	-10,95	0,86	Amp N1	Freq	-4,76	2,96	-12,80	0,49
	Dur	-3,24	2,17	-7,80	1,74		Dur	-3,89	2,29	-8,76	0,95
Lat P2	Freq	174,33	34,86	118,92	244,88	Lat P2	Freq	174,41	38,55	89,77	235,51
	Dur	161,73	25,08	84,56	213,65		Dur	160,52	23,45	116,83	226,14
Amp P2	Freq	0,01	2,61	-5,48	7,14	Amp P2	Freq	0,71	3,07	-11,24	5,62
	Dur	0,94	2,38	-5,54	4,99		Dur	0,05	3,4	-8,71	8,69
Lat N2	Freq	223,01	29,66	158,48	283,40	Lat N2	Freq	218,49	35,34	160,56	290,69
	Dur	237,8	26,24	188,66	304,22		Dur	217,62	24,65	181,38	288,60
Amp N2	Freq	-5,3	2,98	-14,24	0,77	Amp N2	Freq	-5,95	3,35	-16,18	-1,18
	Dur	-6,36	2,62	-11,23	0,10		Dur	-6,29	3,22	-11,91	0,95
Lat P3	Freq	326,33	26,04	266,74	369,80	Lat P3	Freq	331,64	28,64	266,74	380,21
	Dur	336,41	27,12	277,15	378,13		Dur	324,96	24,48	269,86	367
Amp P3	Freq	4,58	2,36	1,47	10,37	Amp P3	Freq	5,44	2,86	1,04	12,61
	Dur	3,83	2,19	0,44	8,02		Dur	4,54	2,87	0,55	12,04
Lat MMN	Freq	237,98	31,37	167,84	309,42	Lat MMN	Freq	234,25	37,9	139,74	312,55
	Dur	242,82	34,4	174,09	308,38		Dur	255,47	44,85	179,30	357,31
Amp MMN	Freq	-3,38	2,47	-9,28	1,84	Amp MMN	Freq	-3,48	2,31	-7,39	1,06
	Dur	-2,81	2,1	-8,52	0,79		Dur	-4,03	2,19	-9,15	-0,55

		11 – 12 AD						11 - 12 AE			
Variável	Discr	Média	DP	Mín	Máx	Variável	Disc	Média	DP	Mín	Máx
Lat N1	Freq	108,55	25,29	74,15	172,01	Lat N1	Freq	134,18	29,51	81,44	179,30
	Dur	113,36	22,88	66,87	180,34		Dur	116,98	30,66	75,19	201,16
Amp N1	Freq	-4,95	2,84	-10,71	0,61	Amp N1	Freq	-4,7	2,26	-8,16	0,52
	Dur	-3,78	2,93	-9,61	0,83		Dur	-3,74	2,53	-8,13	2,66
Lat P2	Freq	169,48	33,21	107,47	227,18	Lat P2	Freq	183,5	31,49	125,16	254,25
	Dur	167,69	35,37	122,04	277,15		Dur	170,77	38,46	123,08	282,36
Amp P2	Freq	0,76	2,4	-4,68	5,49	Amp P2	Freq	1,29	2,98	-5,97	6,76
	Dur	1,3	2,76	-4,31	5,79		Dur	0,49	1,94	-2,98	3,97
Lat N2	Freq	219,84	27,48	164,72	263,62	Lat N2	Freq	226,28	33,07	168,89	304,22
	Dur	230,68	29,26	189,71	313,29		Dur	225,84	38,66	180,34	316,71
Amp N2	Freq	-5,48	3,76	-13,02	1,82	Amp N2	Freq	-4,32	2,89	-8,84	2,50
	Dur	-6,65	2,98	-12,55	0,17		Dur	-5,59	2,86	-10,36	2,44
Lat P3	Freq	325,93	24,87	275,07	369,87	Lat P3	Freq	329,83	30,89	280,27	391,66
	Dur	337,67	23,56	297,97	373,97		Dur	341,69	30,98	279,23	380,21
Amp P3	Freq	5,88	3,99	-2,20	16,42	Amp P3	Freq	5,72	3,26	-0,99	14,14
	Dur	3,95	2,37	0,17	7,98		Dur	5,11	2,58	0,87	10,18
Lat MMN	Freq	252,61	32,5	186,58	338,57	Lat MMN	Freq	239,52	35,67	139,74	297,97
	Dur	264,75	30,27	216,77	322,96		Dur	251,47	31,84	181,38	311,50
Amp MMN	Freq	-3,59	3,27	-14,15	2,67	Amp MMN	Freq	-4,18	2,05	-8,04	0,64
	Dur	-3,71	2,62	-7,44	0,71		Dur	-2,81	2,02	-6,78	1,60

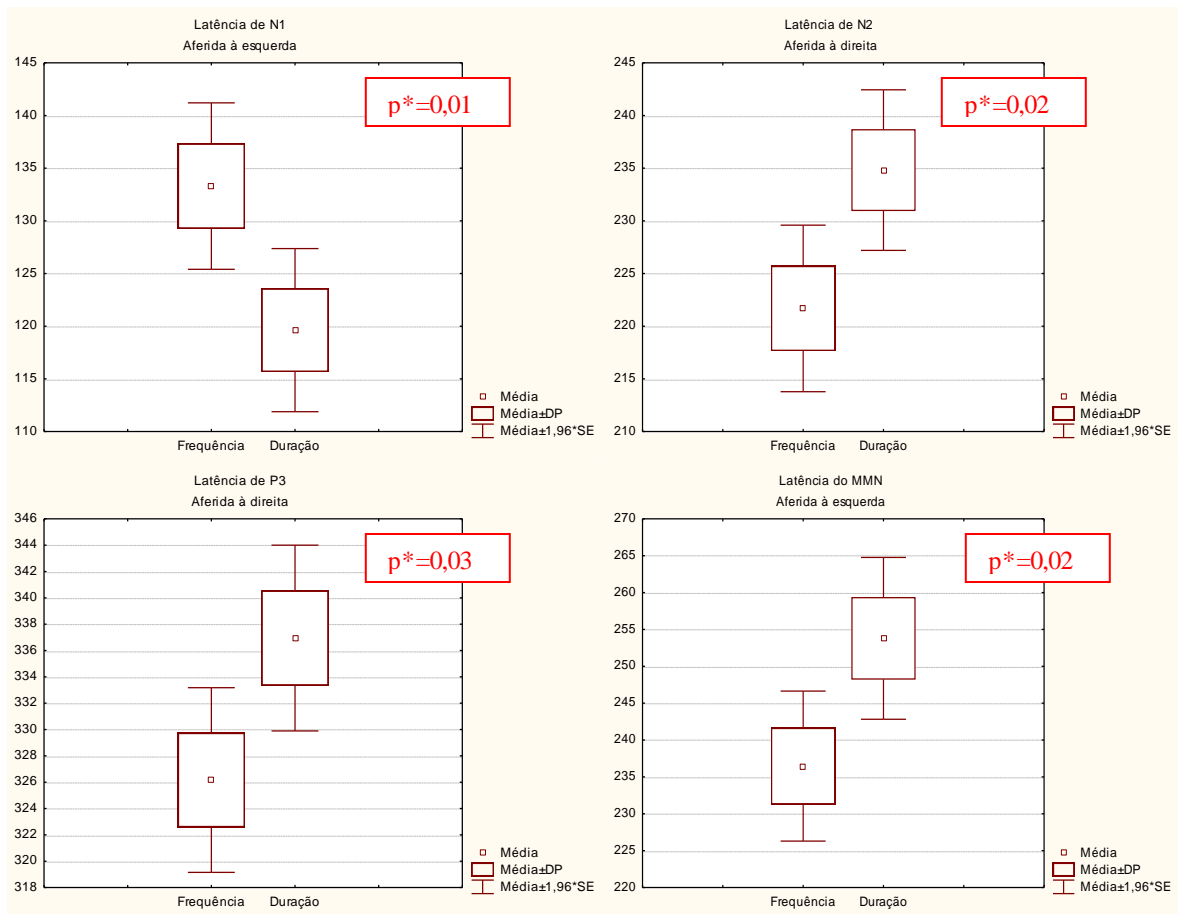
Legenda: Disc = discriminação; DP = desvio padrão; Min = mínimo; Max = máximo; AD = aferência à direita; AE = aferência à esquerda; Lat = latência; Amp = amplitude; Freq = frequência; Dur = duração

5.2 Medidas de Comparação Frequência x Duração

O gráfico 1 mostra os valores de latência dos componentes dos PCs que tiveram diferença em nível de significância quando comparadas por meio do *Teste T* as variações de frequência e duração em todos os indivíduos.

Gráfico 1 - Comparação (*Teste T*) entre Frequência X Duração para latência dos componentes N1, N2, P3 e MMN aferidos a direita e esquerda (n=50)

Frequência x Duração



Legenda: *valor de p em nível de significância $p \leq 0,05$

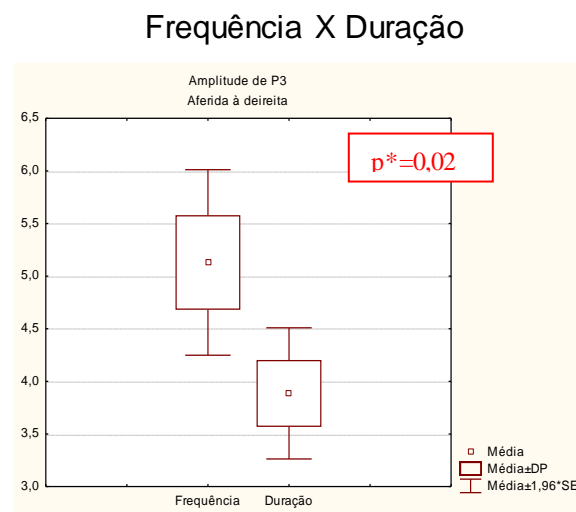
Na análise da aferição à direita foi possível observar valor de p em nível de significância nos valores de latência para os componentes N2 e P3, com aumento da latência durante a discriminação de duração em comparação a de frequência.

Quando aferido à esquerda, encontrou-se valor de p em nível de significância para a latência do componente N1, sugerindo aumento quando utilizada a discriminação de frequência. Já o componente MMN apresentou valor de p em nível

de significância, mostrando que sua latência aumenta quando utilizada a discriminação de duração (figuras 4 e 5).

O componente que apresentou valor de amplitude com diferença em nível de significância entre as variações do estímulo foi o P3, sendo observado que a utilização da discriminação de duração produziu diminuição no tamanho de sua amplitude quando aferido à direita, como mostra o gráfico 2.

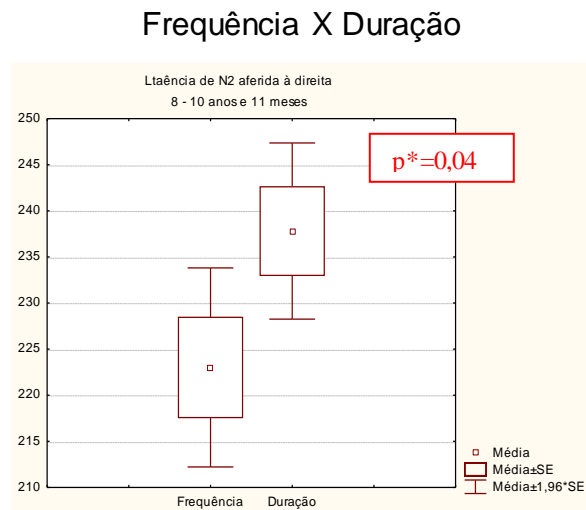
Gráfico 2 - Comparação (*Teste T*) entre Frequência X Duração para a amplitude do componente P3 aferido a direita (n=50)



Legenda: *valor de p em nível de significância $p \leq 0,05$

Na divisão dos indivíduos por classe de idade, pode-se observar que na classe de 8 a 10 anos e 11 meses a latência de N2, na variação de duração foi significativamente maior que a de frequência quando aferido à direita (gráfico 3).

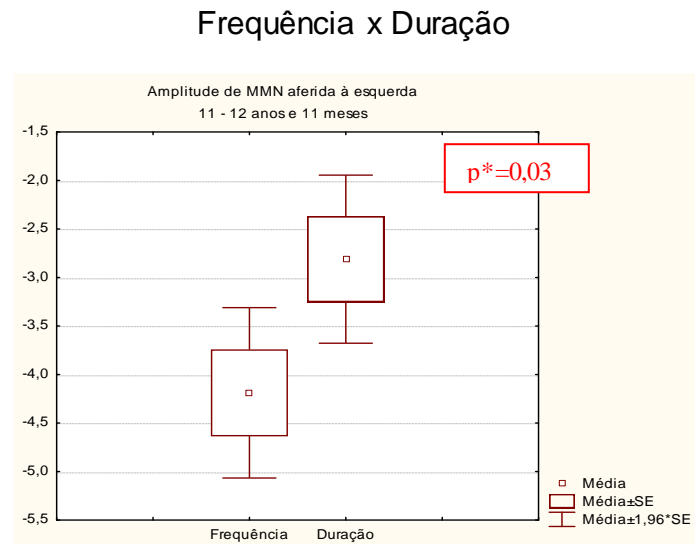
Gráfico 3 - Comparação (*Teste T*) entre Frequência X Duração para a latência do componente N2 aferido a direita (n=29)



Legenda: * valor de p em nível de significância $p \leq 0,05$

Já na classe de idade de 11 a 12 anos e 11 meses, foi possível notar que a variação de duração provocou diminuição na amplitude do componente MMN aferido à esquerda, como observado no gráfico 4.

Figura 4 - Comparação (*Teste T*) entre Frequência X Duração para a amplitude do componente MMN aferido à esquerda (n=29)



Legenda: *valor de p em nível de significância $p \leq 0,05$

5.2 Medidas de correlação das variáveis frequência e duração

Os resultados de latência e amplitude dos PCs P300 e outros componentes e do MMN das 50 crianças foram analisados também a partir da correlação entre as variações de discriminação do estímulo (frequência e duração), por meio dos valores de p e de r da Correlação de Pearson. Posteriormente os resultados dos indivíduos foram analisados pelas diferentes classes de idade, como mostram as tabelas de 3 a 8. Abaixo a cada tabela foram inseridos gráficos de dispersão dos componentes que apresentaram valor de p (Correlação de Pearson) ao nível de significância (gráficos de 5 a 16).

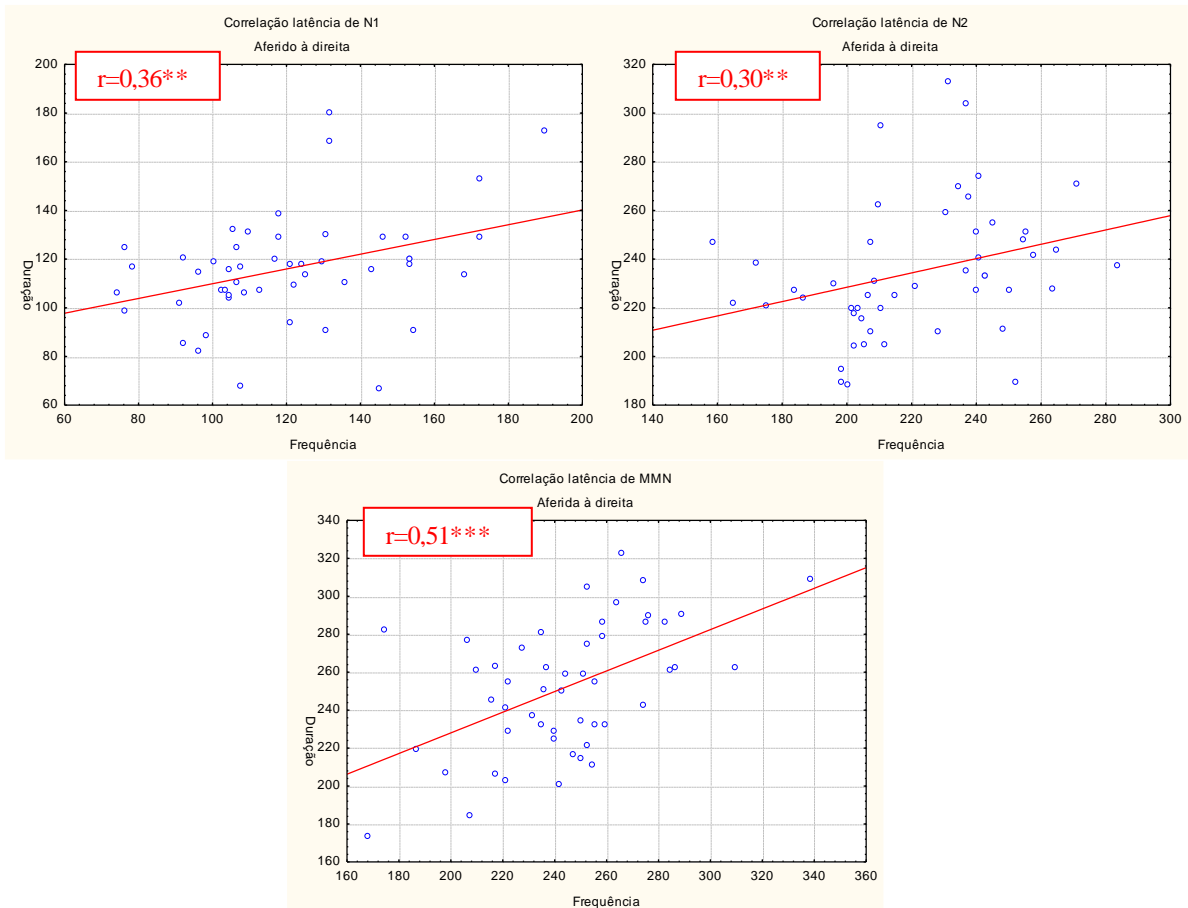
Na correlação entre os estímulos de frequência e duração, aferidos à direita, foi possível observar correlação em nível de significância para a latência e amplitude do componente N1, amplitude de P2 e latência de N2 e correlação positiva moderada em todos os componentes. Foi também observado valor de p significativo para a latência de MMN e correlação positiva forte (tabela 3; gráficos 5 e 6).

Tabela 3. Correlação de Pearson (valor de p e r) entre as variações de frequência e duração, aferidos à direita (n=50)

Componentes	Discr	Valor de p	Valor de r
Lat_N1	Freq	<0,01*	0,36***
	Dur		
Amp_N1	Freq	<0,01*	0,38***
	Dur		
Lat_P2	Freq	0,07	0,25
	Dur		
Amp P2	Freq	<0,01*	0,45***
	Dur		
Lat_N2	Freq	0,03*	0,30***
	Dur		
Amp_N2	Freq	0,97	0,00
	Dur		
Lat_P3	Freq	0,25	0,16
	Dur		
Amp_P3	Freq	0,11	0,22
	Dur		
Lat_MMN	Freq	<0,01*	0,51****
	Dur		
Amp_MMN	Freq	0,12	0,22
	Dur		

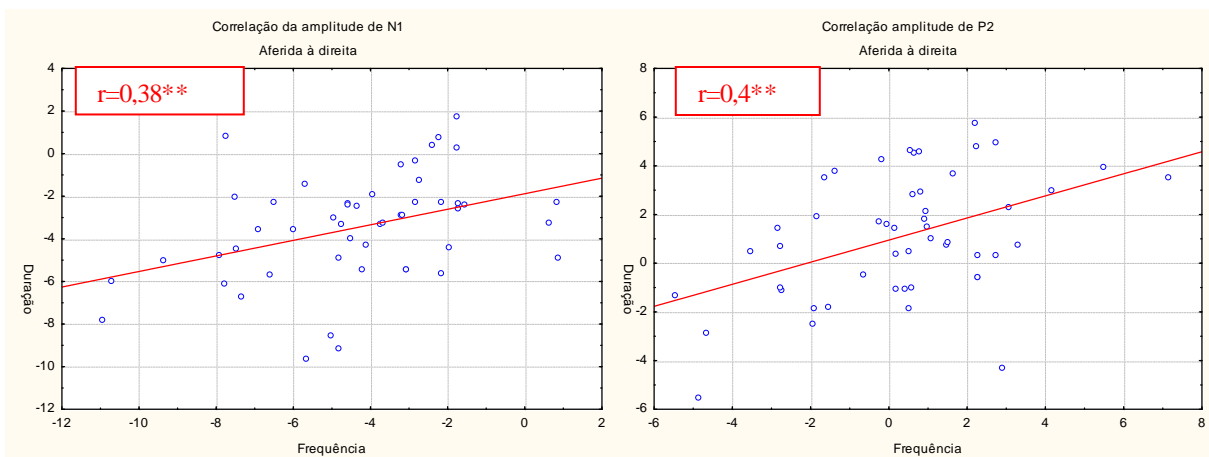
Discr=discriminação; Lat=latência; Amp=amplitude; Freq=frequência; Dur=duração. *p≤0,05; ***Correlação positiva moderada 0,3<r<0,49; ****Correlação positiva forte r>0,5;

Gráfico 5 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a latência de N1, N2 e MMN



Correlação positiva moderada $0,3 < r < 0,49$; *Correlação positiva forte $r > 0,5$

Gráfico 6 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a amplitude de N1 e P2 aferidas a direita



**Correlação positiva moderada $0,3 < r < 0,49$

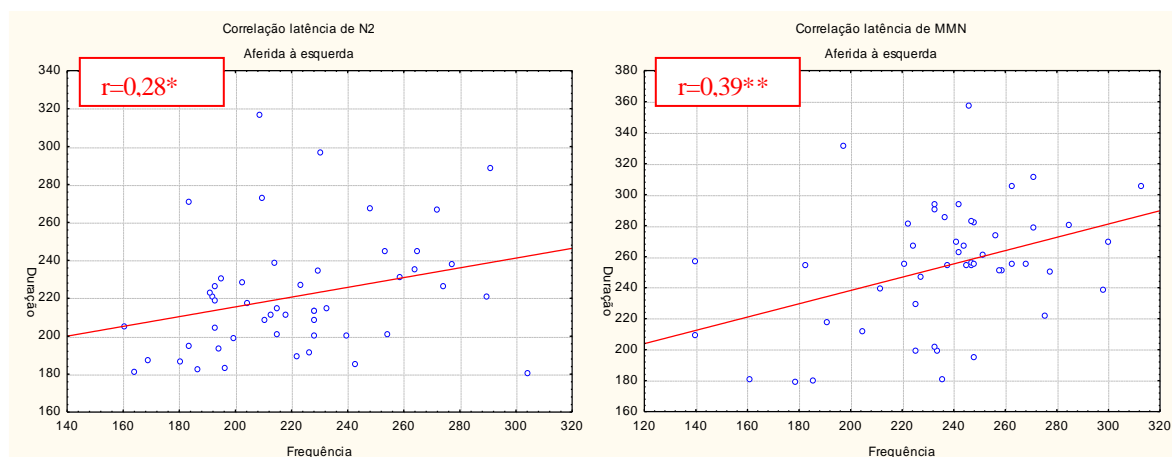
Quando o estímulo foi aferido à esquerda, notou-se valor de p significativo para a latência e amplitude de N2 e correlação positiva fraca e positiva forte, respectivamente. A amplitude de P3 e a latência de MMN também apresentaram correlação em nível de significância, com característica positiva moderada em ambos componentes, como se pode observar na tabela 4 e gráficos 7 e 8.

Tabela 4. Correlação de Pearson (valor de p e r) entre as variações de frequência e duração, aferidos à esquerda (n=50)

Componentes	Discr	Valor de p	Valor de r
Lat_N1	Freq	0,64	-0,06
	Dur		
Amp_N1	Freq	0,31	-0,14
	Dur		
Lat_P2	Freq	0,28	0,15
	Dur		
Amp_P2	Freq	0,16	0,20
	Dur		
Lat_N2	Freq	0,04*	0,28**
	Dur		
Amp_N2	Freq	<0,01*	0,52****
	Dur		
Lat_P3	Freq	0,23	0,17
	Dur		
Amp_P3	Freq	0,03*	0,30***
	Dur		
Lat_MMN	Freq	<0,01*	0,39***
	Dur		
Amp_MMN	Freq	0,95	0,00
	Dur		

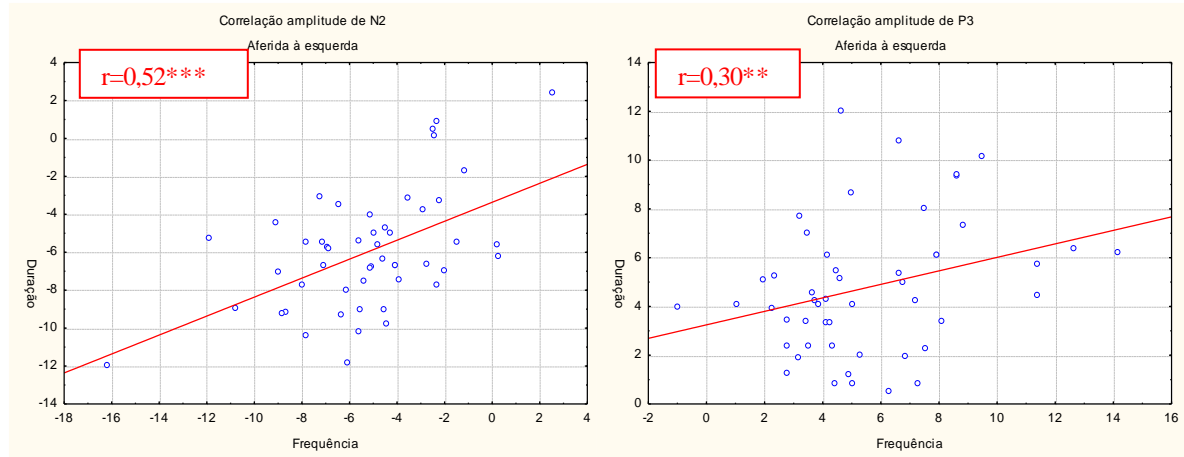
Discr=discriminação; Lat=latência; Amp=amplitude; Freq=frequência; Dur=duração. * $p \leq 0,05$; **Correlação positiva fraca; ***Correlação positiva moderada $0,3 < r < 0,49$; ****Correlação positiva forte $r > 0,5$;

Gráfico 7 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a latência de N2 e MMN aferidos a esquerda



*Correlação positiva fraca $r < 0,3$; **Correlação positiva moderada $0,3 < r < 0,49$

Gráfico 8 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a amplitude de N2 e P3 aferidos a esquerda



Correlação positiva moderada $0,3 < r < 0,49$; *Correlação positiva = forte $r > 0,5$

A correlação das variações do estímulo feita nas diferentes classes de idade mostrou que quando aferida à direita, a classe de idade de 8 – 10 anos e 11 meses apresentou significância para a latência de N1 e correlação positiva moderada. No componente P2, notou-se que houve valor significativo para a latência e amplitude e correlação positiva moderada e fraca, respectivamente, como se observa na tabela 5 e nos gráficos 9 e 10.

Tabela 5. Correlação de Pearson (valor de p e r) entre as variações de frequência e duração, aferidos à direita na classe de idade de 8 – 10 anos e 11 meses (n=29)

Componentes	Discr	Valor de p	Valor de r
Lat_N1	Freq	<0,01*	0,48***
	Dur		
Amp_N1	Freq	0,06	0,46
	Dur		
Lat_P2	Freq	0,02*	0,42***
	Dur		
Amp_P2	Freq	0,01*	0,01**
	Dur		
Lat_N2	Freq	0,07	0,33
	Dur		
Amp_N2	Freq	0,65	0,08
	Dur		
Lat_P3	Freq	0,27	0,20
	Dur		
Amp_P3	Freq	<0,01*	0,59****
	Dur		
Lat_MMN	Freq	0,04*	0,37***
	Dur		
Amp_MMN	Freq	0,34	0,18
	Dur		

Discr=discriminação; Lat=latência; Amp=amplitude; Freq=frequência; Dur=duração. * $p \leq 0,05$; **Correlação positiva fraca; ***Correlação positiva moderada $0,3 < r < 0,49$; ****Correlação positiva forte $r > 0,5$;

Gráfico 9 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a latência de N1 e P2 aferidos a direita (8 – 10 anos e 11 meses)

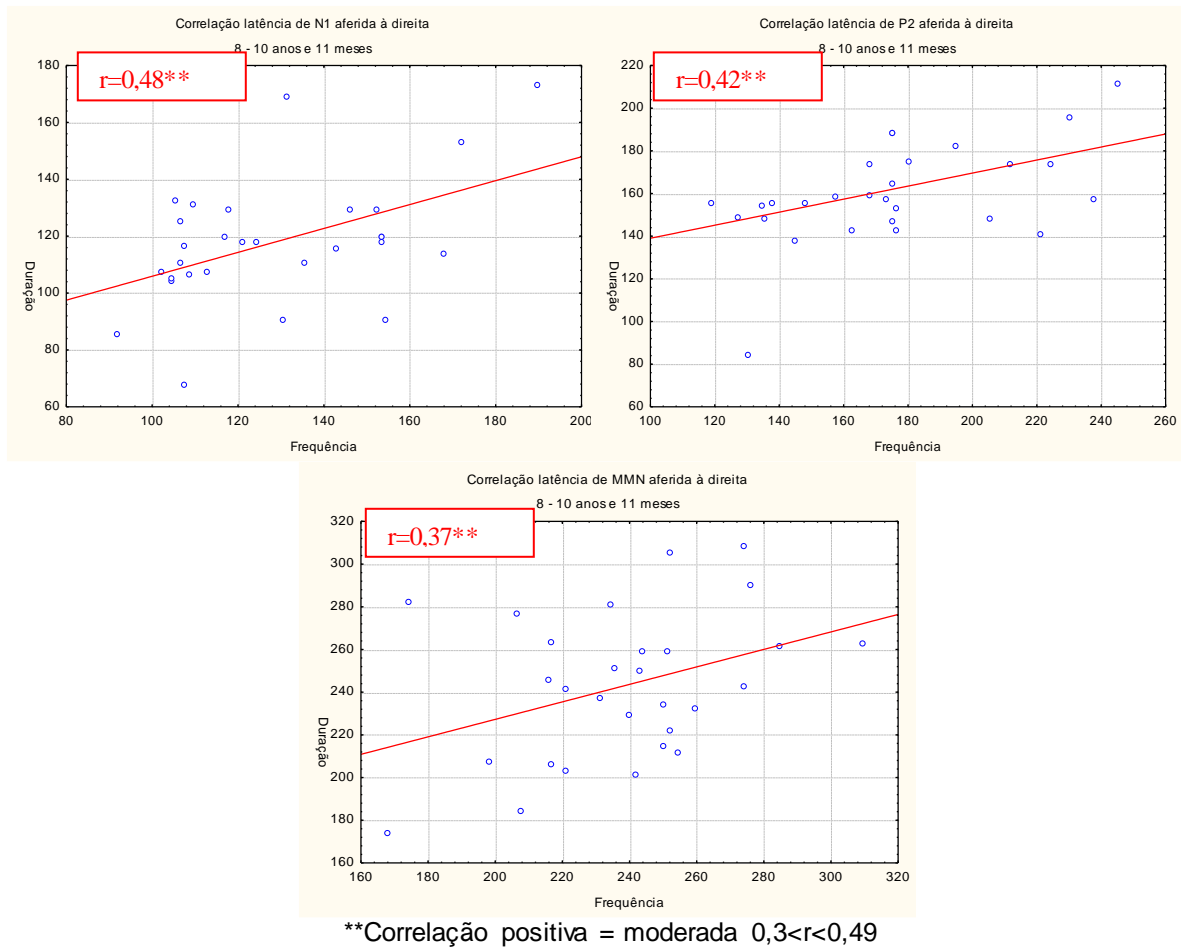
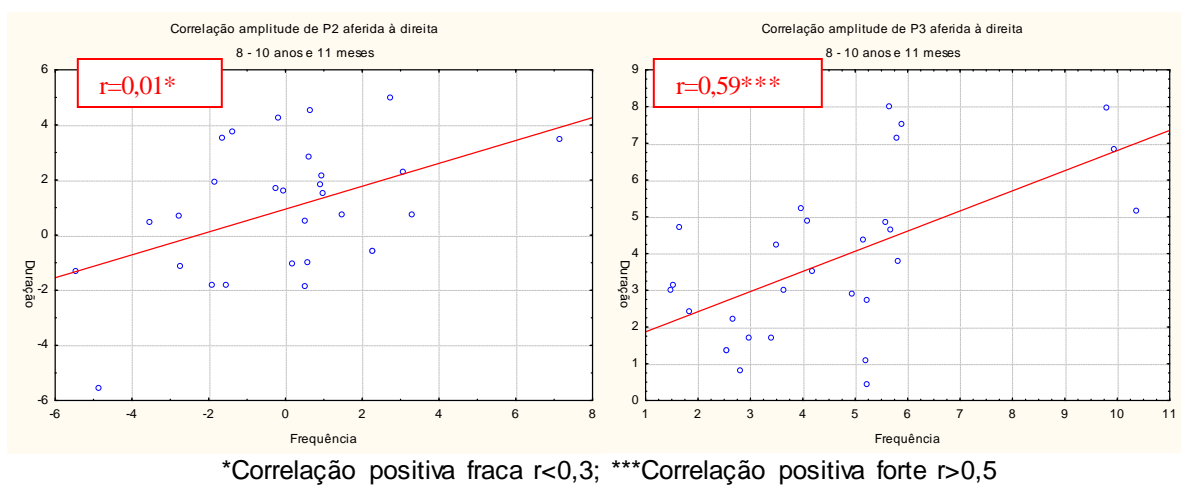


Gráfico 10 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a amplitude de P2 e P3 aferidos a direita (8 – 10 anos e 11 meses)



Nessa mesma classe de idade, aferida à esquerda, a latência dos componentes N1 e P2 apresentou diferença significativa e correlação positiva moderada e forte, respectivamente. O N2 obteve valor de p significativo tanto em sua

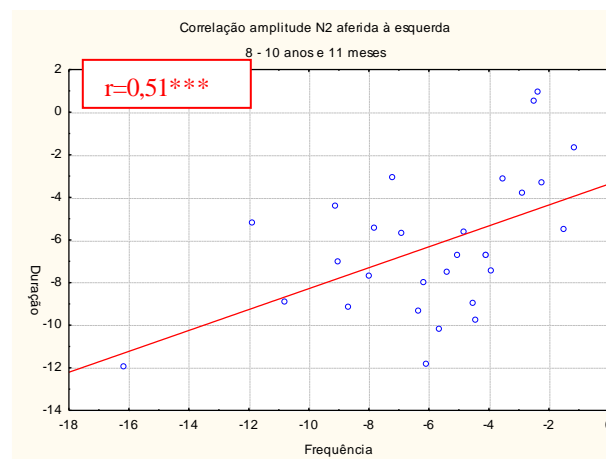
latência quanto em sua amplitude, ambos com correlação positiva forte. Outro componente que apresentou valor de p significativo foi a latência de MMN, com correlação positiva moderada (tabela 6; gráficos 11 e 12).

Tabela 6. Correlação de Pearson (valor de p e r) entre as variações de frequência e duração, aferidos à esquerda na classe de idade de 8 – 10 anos e 11 meses (n=29)

Componentes	Discr	Valor de p	Valor de r
Lat_N1	Freq Dur	0,12	0,35
Amp_N1	Freq Dur	0,79	-0,05
Lat_P2	Freq Dur	<0,01*	0,55****
Amp_P2	Freq Dur	0,26	0,21
Lat_N2	Freq Dur	<0,01*	0,68****
Amp_N2	Freq Dur	<0,01*	0,51****
Lat_P3	Freq Dur	0,21	0,23
Amp_P3	Freq Dur	0,16	0,26
Lat_MMN	Freq Dur	0,01*	0,46***
Amp_MMN	Freq Dur	0,59	0,10

Discr=discriminação; Lat=latência; Amp=amplitude; Freq=frequência; Dur=duração. * $p \leq 0,05$; ***Correlação positiva moderada $0,3 < r < 0,49$; ****Correlação positiva forte $r > 0,5$;

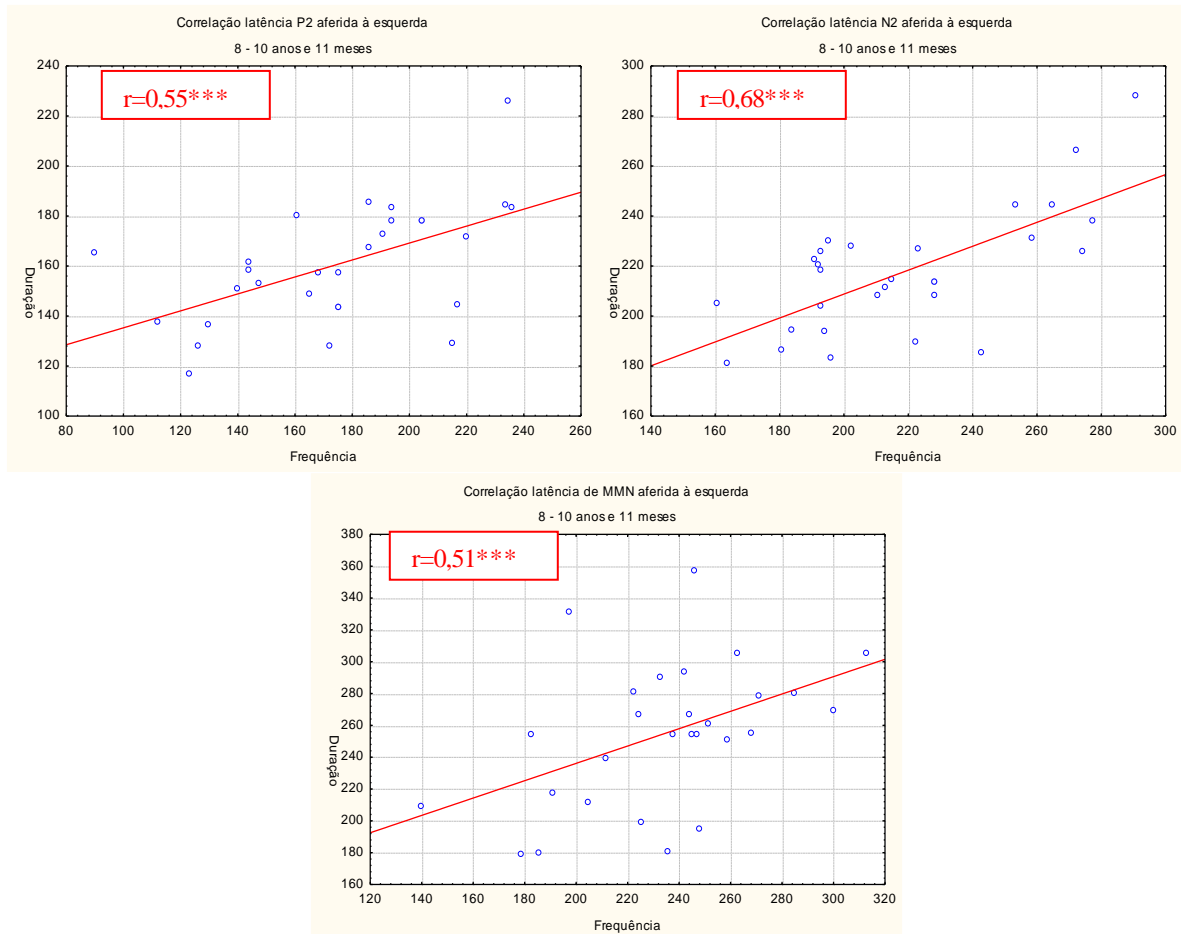
Gráfico 11 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a amplitude de N2 aferido a esquerda (8 – 10 anos e 11 meses)



***Correlação positiva forte $r > 0,5$

Já na classe de idade de 11 – 12 anos e 11 meses, aferido à direita, observou-se valor de p significativo na amplitude de P2 e correlação positiva moderada. Já a latência de MMN, que também apresentou valor de p significativo, teve correlação positiva forte (tabela 7; gráficos 13 e 14).

Gráfico 12 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a latência de P2, N2 e MMN aferidos a esquerda (8 – 10 anos e 11 meses)



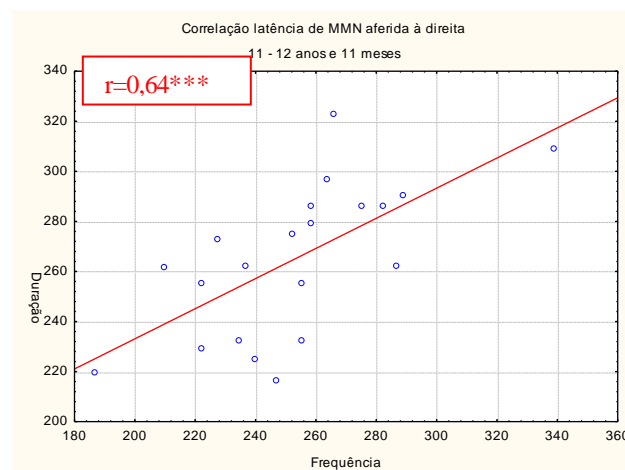
***Correlação positiva moderada $0,3 < r < 0,49$; ***Correlação positiva forte $r > 0,5$

Tabela 7. Correlação de Pearson (valor de p e r) entre as variações de frequência e duração, aferidos à direita na classe de idade de 11 – 10 anos e 11 meses (n=21)

Componentes	Discr	Valor de p	Valor de r
Lat_N1	Freq Dur	0,41	0,18
Amp_N1	Freq Dur	0,19	0,29
Lat_P2	Freq Dur	0,64	0,10
Amp_P2	Freq Dur	0,04*	0,44***
Lat_N2	Freq Dur	0,26	0,25
Amp_N2	Freq Dur	0,74	-0,07
Lat_P3	Freq Dur	0,71	0,08
Amp_P3	Freq Dur	0,83	-0,04
Lat_MMN	Freq Dur	<0,01*	0,64****
Amp_MMN	Freq Dur	0,40	0,19

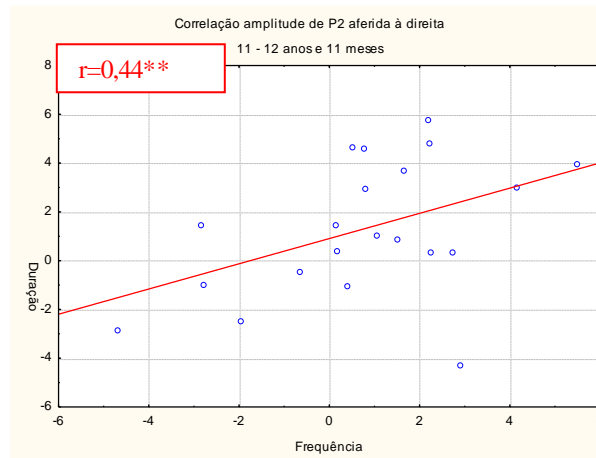
Discr=discriminação; Lat=latência; Amp=amplitude; Freq=frequência; Dur=duração. * $p \leq 0,05$; ***Correlação positiva moderada $0,3 < r < 0,49$; ****Correlação positiva forte $r > 0,5$;

Gráfico 13 - Correlação entre Frequência X Duração para a latência de MMN aferido à direita (11 - 12 anos e 11 meses)



***Correlação positiva forte $r > 0,5$

Gráfico 14 - Correlação entre Frequência X Duração para a amplitude de P2 aferido à direita (11 – 12 anos e 11 meses)



**Correlação positiva moderada $0,3 < r < 0,49$

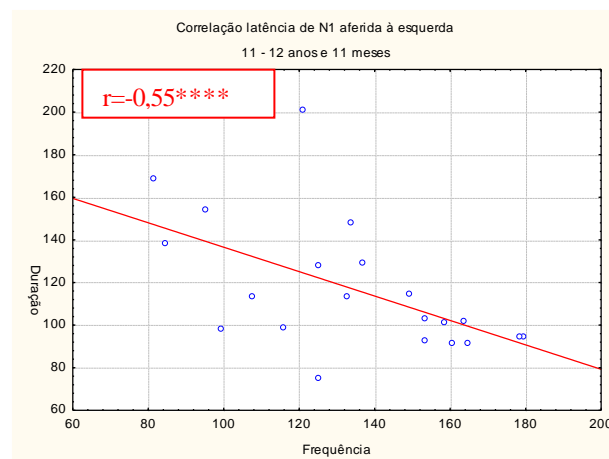
Quando aferida à esquerda, essa classe de idade apresentou valor de p significativo para a latência de N1 com correlação negativa forte. O componente N2 teve valor de p significativo para sua amplitude, com correlação positiva forte, como mostra a tabela 8 e os gráficos 15 e 16.

Tabela 8. Correlação de Pearson (valor de p e r) entre as variações de frequência e duração, aferidos à esquerda na classe de idade de 11 – 10 anos e 11 meses (n=21)

Componentes	Discr	Valor de p	Valor de r
Lat_N1	Freq Dur	<0,01*	-0,55*****
Amp_N1	Freq Dur	0,17	-0,30
Lat_P2	Freq Dur	0,20	-0,28
Amp_P2	Freq Dur	0,57	0,13
Lat_N2	Freq Dur	0,64	-0,10
Amp_N2	Freq Dur	0,01*	0,53****
Lat_P3	Freq Dur	0,54	0,13
Amp_P3	Freq Dur	0,11	0,35
Lat_MMN	Freq Dur	0,21	0,28
Amp_MMN	Freq Dur	0,90	-0,02

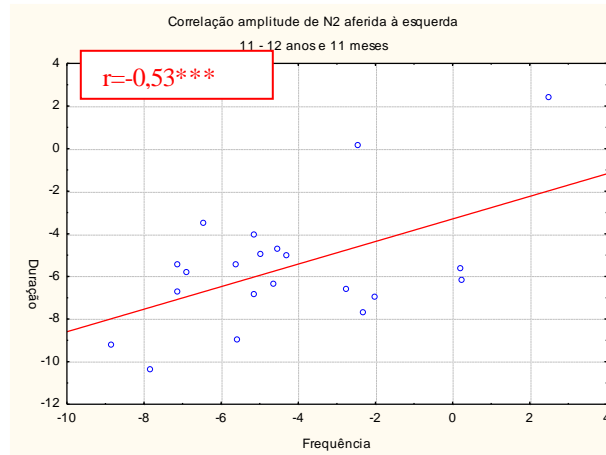
Discr=discriminação; Lat=latência; Amp=amplitude; Freq=frequência; Dur=duração

Gráfico 15 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a latência de N1 aferido à esquerda (11 - 12 anos e 11 meses)



****Correlação negativa forte $r > 0,5$

Gráfico 16 - Correlação (Pearson) entre Frequência X Duração para a amplitude de N2 aferido à esquerda (11 - 12 anos e 11 meses)



***Correlação positiva forte $r > 0,5$

Discussão

6 Discussão

As respostas dos PCs em função da variação do estímulo vêm sendo investigadas em populações infantis afim de se conhecer as regiões cerebrais responsáveis tanto pela discriminação auditiva, quanto pelos componentes desses potenciais, ambos em função da neuromaturação (HUTTENLOCHER; DABHOLKAR; 1997; PONTON et al., 2000).

O desenvolvimento e a plasticidade das áreas corticais auditivas estão relacionadas aos processos de discriminação dos sons (DA COSTA et al., 2011; MUSIEK; BARAN; PINHEIRO,1990), além das respostas de latência e amplitude dos PCs que se modificam por um longo período (BRUNEAU et al, 1997; BRUNEAU et al., 1997; PONTON et al., 2000).

Sendo assim, a literatura traz que o complexo N1-P2-N2, que reflete o caminho do estímulo acústico percorrido dentro do córtex, ou seja, do início do processamento auditivo (MARTIN; TREMBLAY; STAPPELLS, 2007), pode ter ou não influência das variações de frequência e duração no estímulo (ALMEIDA; MATAS, 2013; BALDEWEG et al., 1999; DAVIES; CHANG; GAVIN, 2010; PICTON et al.,1974; PAIVA et al., 2013; ALAIN; WOODS; COVARRUBIAS, 1997).

De acordo com a literatura, o componente dos PCs que possui menor latência é o N1 por realizar o tratamento prévio do estímulo em termos de detecção e determinação da ação a ser tomada (MARTIN; TREMBLAY; STAPPELLS, 2007), e isso está envolvido com a ocorrência de cerca de seis processos cerebrais diferentes (DAVIES; CHANG; GAVIN, 2010; NÄÄTANEN; PICTON, 1987).

Os valores de latência e amplitude dessa onda, encontrados neste estudo para a variação de frequência e duração, AD e AE em todos os indivíduos e nos grupos por idade, estiveram entre os valores descritos na literatura (ALMEIDA; MATAS, 2013; BALDEWEG et al., 1999; DAVIES; CHANG; GAVIN, 2010; HALL, 2006; McPHERSON, 1996).

Segundo Davies, Chang e Gavin (2010), o N1 reflete a atenção precoce a um estímulo, ou ainda um processo prévio de sua identificação. Esses autores compararam o N1 em populações infantis e adultas, observando por meio do encurtamento de onda das crianças, também relatado por Ceponiene et al. (2002), que essa população têm menos recursos para detectar, analisar e tomar a decisão de descarte ou não do estímulo, independente da característica do sinal sonoro.

Hillyard et al. (1978) justifica esse fato por essa onda representar à interação do indivíduo com o ambiente, considerando as experiências e memórias vividas.

Conforme observado nos 50 indivíduos, o componente N1 mostrou diferença quando utilizado dois estímulos diferentes, uma vez que essa onda é sensível às variações do estímulo por depender essencialmente das características físicas do mesmo (HALL, 2006).

O aumento significativo em sua latência quando discriminado por estímulos de frequência, como observado nesse estudo, pode ter relação com as bases neuronais da percepção de frequência e a geração do N1, as quais ainda não são bem determinadas, mas que são descritas como possivelmente pertencentes ao plano supratemporal bilateral (PANTEV et al., 1995, VERKINDT et al., 1995), regiões que também são os possíveis geradores dessa onda (KADNER et al., 2002).

As frequências de 750 Hz e 1000 Hz estão localizadas nas regiões mais posteriores do plano supratemporal, podendo ter relação com o aumento do tempo do processamento das características físicas do estímulo (PANTEV et al., 1988, PANTEV et al., 1995, VERKINDT et al., 1995).

Outros autores (BOAS et al., 2009; STEWART et al., 2008) relataram ainda que essas bases neuronais da discriminação de frequência podem estar alocadas principalmente na região cortical direita, onde ocorre primeiramente o processamento da estrutura global do estímulo, mas também no hemisfério esquerdo, no qual acontece o processamento local e a identificação, justificando o atraso na latência de N1 quando aferido à esquerda.

Musiek, Reeves e Baran (1985) e Musiek e Pinheiro (1987) descreveram que o mecanismo neurofisiológico difere quanto ao tipo de tarefa solicitada ao participante quando se emprega um teste que avalia o processamento auditivo. Neste estudo, quando exigida a verbalização do estímulo tonal, ambos hemisférios e as vias do corpo caloso trabalharam, com a possível participação do hemisfério direito no processamento do contorno acústico e do hemisfério esquerdo na nomeação do padrão tonal a partir da transferência da informação realizada pelo corpo caloso, responsável, neste caso, pelo atraso da latência de N1 quando aferida à esquerda (MUSIEK; PINHEIRO, 1987).

Paiva et al. (2013), em estudo, ainda colocaram que quando o estímulo diferia em duração, o componente N1 não sofria variações em seus valores de latência e amplitude, como observado no presente estudo.

O componente P2, segundo a literatura (NÄÄTANEN; PICTON, 1986; SCHERG; VON CRAMON, 1986), está envolvido com a formação reticular, uma estrutura responsável pela inibição de funções e pela regulação do estado de alerta do indivíduo (MACHADO, 1993; MACHADO, 2003). Essas funções evoluem de acordo com o desenvolvimento do indivíduo, havendo relação entre as características do P2 e o aumento da idade (JONSTONE et al., 1996; KRAUS et al., 1993; OADES; DITTMANN-BALCAR; ZERBIN, 1997; PONTON et al., 2000, TONNQUIST-UHLEN, 1996).

Os achados de média de latência e amplitude de P2, em função da variação do estímulo no presente estudo, estão de acordo com os descritos na literatura (KRAUS; MCGEE, 1999; ALMEIDA; MATAS, 2013; CEPONIENE et al., 2002).

Quanto à influência da variação das características físicas do estímulo, estudos mostraram relação com a latência e amplitude de N1 e P2 (PICTON et al., 1974; ADLER; ADLER, 1989), porém Paiva et al. (2013) sugeriram que essa relação não é direta e que a influência desta variação para o componente P2 ainda permanece desconhecida.

A discriminação física do estímulo e a atenção com que o indivíduo espera pelo sinal auditivo são fatores que compõe o N2, uma onda descrita como tendo grande amplitude em crianças, quando comparada a adultos (CEPONIENE et al., 2002).

No presente estudo, as médias de latência de N2, incluindo todas as análises deste estudo, se mostraram cerca de 10 a 50 ms menores quando comparadas aos estudos nacionais de Leite, Wertzner e Matas (2010) e Almeida e Matas (2013), se aproximando mais da média encontrada por Duarte et al. (2009) de 244 ms.

Davis, Chang e Gavin (2010) observaram, por meio da amplitude desse componente, que crianças possuem melhor habilidade de distinguir estímulos variando quanto a frequência e intensidade que adultos.

Em relação ao aumento da latência da onda N2 na discriminação de duração aferida à direita nos 50 indivíduos e na classe de idade 8 – 10 anos e 11 meses, a literatura traz que esse componente pode ter tanto respostas maiores à direita quanto a esquerda (SATTFIELD et al., 1988), ou ainda sem diferenças hemisféricas (OADES; DITTMANN-BALCAR; ZERBIN, 1997).

Como já mencionado anteriormente, esse componente infere a habilidade de inibição de funções, além de controlar tarefas referentes ao estímulo (CEPONIENE

et al., 2002; MACHADO, 1993; MACHADO, 2003). Assim, o alongamento de N2, que é influenciada pela discriminação das características físicas do estímulo e pela atenção do indivíduo, pode ter sido causado por alterações nessas funções mediante as dificuldades observadas na realização da tarefa de duração nos indivíduos desse estudo, além da relação entre a eficiência na realização dessa tarefa com a maturação (MUSIEK; BARAN; PINHEIRO, 1990), fato que remete principalmente para o achado na classe de idade de 8 a 10 anos e 11 meses.

Em relação ao P300, estudiosos da área afirmaram que a latência dessa onda é influenciada pela demanda da tarefa, aumentando em milissegundos quando a discriminação auditiva para os sons raros for mais difícil que para os frequentes (MENDONÇA et al., 2013). E que o contrário ocorre em função da amplitude, quanto mais fácil à discriminação, maior será o tamanho dessa onda (McPHERSON, 1996). Por isso, tem sido o mais estudado por refletir o momento consciente da presença de uma mudança na informação auditiva (MENDONÇA et al., 2013) e a tomada de decisão do sujeito avaliado em função desta mudança (KEY et al., 2005).

Outros fatores que também influenciam nas características dessa onda são as mudanças cerebrais causadas pelo desenvolvimento, sendo encontrado na literatura que sua latência se alonga à medida que o indivíduo aumenta de idade (CÓSER et al., 2010; MATAS; HATAIAMA; GONÇALVES, 2011), mas que também pode se permanecer estável no desenvolvimento do indivíduo (MATAS; HATAIAMA; GONÇALVES, 2011; MARTINS et al., 2009).

Nesse estudo, os valores de latência e amplitude do P300 estão semelhantes aos encontrados na literatura diante as várias análises aqui realizadas (ALMEIDA; MATAS, 2013; DINIZ Jr. et al., 1997; VISIOLI-MELO; ROTTA, 2000; BRAYNER, 2003).

Esse componente está relacionado a funções corticais como atenção, discriminação, memória recente e preparação da resposta auditiva (KEY et al., 2005), habilidades que acompanham as mudanças no desenvolvimento por um longo tempo, sendo refletidas por meio da latência e amplitude do P300 (DAVIES; CHANG; GAVIN, 2010).

Segalowitz e Davies (2004) observaram que crianças mais novas produzem latências e amplitudes maiores quando discriminavam o estímulo raro e sugerem ainda que essa população apresenta um padrão de onda mais semelhante ao de adultos por volta dos 13 anos de idade.

Neste estudo, diferenças nos valores de latência e amplitude do P300 foram encontradas quando os estímulos variavam na discriminação de duração. O aumento da latência e a diminuição da amplitude dessa onda foram observados quando aferidos à direita.

O'Brien e Stuart (2001) observaram as mesmas variações no P300 quando a discriminação era de duração, e os autores sugeriram que isso acontecia devido à dificuldade relatada dos participantes da pesquisa em discriminar o estímulo de duração quando o frequente era maior que o estímulo raro. Essa informação corrobora a observação feita no presente estudo, uma vez que os padrões do estímulo de duração eram os mesmos que os utilizados pelos autores, além da necessidade de maior explicação da realização da tarefa de duração em comparação a de frequência, já relatada anteriormente.

A latência dessa onda é influenciada tanto pelo nível de atenção que o sujeito utiliza, quanto pelo tempo de reação para a discriminação do estímulo, ocorrendo aumento da latência quando for maior o tempo do indivíduo para discriminar (DUNCAN-JOHNSON; DONCHIN, 1997; ROTH; FORD; KOPELL, 1978) como encontrado nesse estudo, onde se observou tempo de reação na tarefa de discriminação de duração com latência prolongada (SCHROGER; WOLFF, 1998).

A variação na discriminação de duração presente no P300 desse estudo foi observada apenas quando aferida à direita, resultado semelhante ao encontrado por Harrington, Haaland e Knight (1998), os quais pesquisaram a função hemisférica na percepção do tempo por meio de ressonância magnética em indivíduos com lesão de hemisfério esquerdo, direito e em indivíduos sem lesões, observando que quando o estímulo variava à duração, havia alteração nos indivíduos com lesão hemisférica à direita.

Os geradores do P300 são descritos como sendo áreas neuronais complexas e associativas (CHERMAK; MUSIEK, 1997), e as que envolvem o processamento da informação de duração estão associadas a redes generalizadas da ativação cortical e subcortical (MACAR et al., 2002; RAO et al., 2001), tornando difícil à associação entre esse componente e a tarefa de duração.

Variações na discriminação de frequência não foram encontradas na latência desse componente, pois de acordo com o estudo de Sugg e Polich (1995), os autores observaram que os tons de baixa frequência causavam alongamento da latência de P300.

A variação de frequência mostrou-se melhor também em relação à amplitude de P300, com aumento em nível de significância em comparação a de duração.

O processamento de características de frequência está limitadamente relacionado ao córtex auditivo (WARREN; GRIFFITHS, 2003), com suas bases neuronais, já descritas anteriormente, na região cortical direita (BOAS et al., 2009; STEWART et al., 2008), que mostrou, neste estudo, menores latências e maiores amplitudes de P300 variando quanto a frequência.

Outro componente muito utilizado para investigar o processamento da discriminação auditiva é o MMN, uma onda que reflete mecanismos pré atencionais da captação de diferenças sutis do som, o qual tem sua vantagem em populações muito novas ou naquelas incapazes de responder voluntariamente a uma tarefa, por não necessitar da atenção ativa do participante.

No presente estudo, tanto os valores de latência, quanto os de amplitude, aferidos nos dois lados, variando em frequência e duração, no total de indivíduos e nos divididos por idade, apresentaram médias consideravelmente elevadas em comparação à literatura (BALDEWEG et al. 1999; ROGGIA; COLARES, 2008).

Um fator também observado em relação a esse potencial foi que a discriminação de duração produziu aumento em sua latência nos 50 indivíduos, além produzir menor amplitude na classe de idade de 11 – 12 anos e 11 meses.

Esse componente possui grande sensibilidade em função das variações do estímulo, pois é envolvido com a via auditiva primária, a qual está relacionada às mudanças do espectro temporal, e a não primária, a qual contribui para transformação de mudanças duracionais. (KRAUS et al., 1994; KRAUS; MCGEE, 1994; ZEFTAWI, 2004).

Embora os sítios geradores do MMN possam estar relacionados às regiões responsáveis pelo processamento das diferenças de duração do estímulo, como as áreas corticais e subcorticais (KRAUS et al., 1994, MACAR et al., 2002; RAO et al., 2001), foi notado alongamento na latência e diminuição na amplitude dessa onda especialmente quando aferida à esquerda, o que pode ser explicado pelo envolvimento do córtex frontal direito na geração desse componente (DUNCAN et al., 2009; HALL, 2006, PICTON et al., 2000), uma vez que os mecanismos frontais corticais que implicam na mudança de atenção involuntária, são ativados em resposta a uma mudança na estimulação auditiva (DUNCAN et al., 2009).

Roggia e Colares (2008) também pesquisaram o MMN variando os estímulos em frequência e duração em crianças com distúrbio do processamento auditivo e grupo controle, e não observaram diferenças nas duas discriminações. Neste estudo não foram encontradas variações no MMN na discriminação de frequência, porém, quando utilizada a de duração, pode-se observar alongamento das ondas.

De maneira geral, a faixa etária dos indivíduos desse estudo também pode contribuir para variações nos padrões de latência e amplitude dos PCs quando evocados com a discriminação de duração, uma vez que essa tarefa é uma função auditiva dos níveis corticais mais altos do cérebro e está relacionada ao processo maturacional da via auditiva (MUSIEK; BARAN; PINHEIRO, 1990).

Com isso, pode-se observar que a discriminação de frequência causou variação apenas no componente exógeno (N1), enquanto que a de duração influenciou na diminuição da amplitude (P300 e MMN) e aumento da latência (N2, P300 e MMN) dos componentes dos potenciais cognitivos que estão mais envolvidos com a atenção do indivíduo.

A maioria das medidas de correlação de frequência *versus* duração foi positiva, de moderada a forte, sugerindo que a utilização de frequência e duração, quando empregadas em populações infantis, produz efeito semelhante dos valores de latência e amplitude na maior parte dos componentes estudados, independente da orelha estimulada. Destaca-se ainda que, para o componentes dos PCs, MMN e N2, a correlação torna-se ainda mais evidente, independente da classe de idade e a variação do estímulo.

Em populações infantis o uso dessas duas variações do estímulo produziu efeito semelhante nos valores de latência e amplitude na maior parte dos componentes estudados, independente da orelha estimulada.

Conclusão

7 Conclusão

A utilização da discriminação de frequência teve influência apenas no componente exógeno (N1), mostrando variação referente à latência desse componente. Em relação à duração, a amplitude dos componentes endógenos (P300 e MMN) teve diminuição significativa, além do aumento da latência das ondas N2, P300 e MMN, que são potências cognitivas mais envolvidas com a atenção do indivíduo.

O uso combinado das técnicas oportuniza aos audiologistas fazer associações entre os resultados das medidas eletrofisiológicas e os testes comportamentais, viabilizando a comparação do PC com o Teste de Padrão Frequência e Duração, que atualmente faz parte do protocolo de avaliação comportamental do Processamento Auditivo (Central).

O emprego das variações de frequência e duração nos PCs parece sensibilizar a avaliação e garantir maior especificidade à investigação da organização neurofuncional, uma vez que permite a comparação entre as medidas das orelhas direita e esquerda e entre as tarefas passiva e ativa, possibilitando a avaliação das habilidades de identificação, reconhecimento e nomeação, como no caso deste estudo.

As informações deste estudo podem servir de valores de referência, no entanto, a confirmação destes achados ainda é necessária por meio da realização de outros estudos neste âmbito.

REFERÊNCIAS

ADLER, G.; ADLER, J. Influence of Stimulus Intensity on AEP Components in the 80- to 200-Millisecond Latency Range. **Int J Audiol**, v. 28, n. 6, p. 316-24, 1989.

ALAIN, C.; WOODS, D. L.; COVARRUBIAS, D. Activation of duration-sensitive auditory cortical fields in humans. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 104, p. 531-39, 1997.

ALMEIDA, R. P.; MATAS, C. G. Potenciais evocados auditivos e desnutrição. **Codas**, v. 25, n. 5, p. 407-12, 2013.

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION (ASHA). **(Central) auditory processing disorder**. 2005. Disponível em: <<http://www.asha.org/members/deskrefjournals/deskref/default>>. Acesso em: 28 mar. 2013.

ARNOTT, S. R.; ALLAN, C. Stepping out of the spotlight: MMN attenuation as a function of distance from the attended location. **Neuroreport**, v. 13, p. 2209-12, 2002.

ATIENZA, M.; CANTERO, J. L.; DOMINGUEZ-MARIN, E. The time course of neural changes underlying auditory perceptual learning. **J Exp Psychol Learn Mem Cogn**, v. 9, p. 138-50, 2002.

ÁVILA, J. O.; QUAGLIATO, E. M. A. B.; COSTALLAT, L. T. L. "Spectrum bias" e o registro de potenciais evocados de longa latência em pacientes com Lupus Eritematoso Sistêmico (LES)". **Arq Neuropsiquiatr**, v. 59, n. 3, p. 7, 2001.

BALDEWEG, T.; RICHARDSON, A.; WATKINS, S.; FOALE, C.; GRUZELIER, J. Impaired Auditory Frequency Discrimination in Dyslexia Detected with Mismatch Evoked Potentials. **Ann Neurol**, v. 45, n. 4, p. 495-503, 1999.

BARAN, J. A.; MUSIEK, F. E. Behavioral assessment of the central auditory nervous system. In: RINTELMANN, W. F (Ed). **Hearing Assessment**, 2. ed. Boston: Allyn & Bacon, 1991.

BERNASCONI, F.; GRIVEL, J.; MURRAY, M. M.; SPIERER, L. Plastic brain mechanisms for training auditory temporal order judgment proficiency. **Neuroimage**, v. 50, p. 1271-79, 2010.

BESS, et al. **Fundamentos de audiologia**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

BRAYNER, I. C. S. **Aplicação do paradigma auditivo "Oddball" no estudo do P300: normatização para faixa etária de 7-14 anos e avaliação de crianças com dificuldade de aprendizagem com e sem transtorno de déficit de atenção/hiperatividade** [Dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2003.

BOAS, L. V. et al. Desempenho do processamento auditivo temporal em uma população de cegos. **Braz. J. Otorhinolaryngol.** (Impr.), v. 77, n. 4, p. 504-9, 2011.
BROSSI, A. B. et al. Verificação das respostas do mismatch negativity (MMN) em sujeitos adultos normais. *Braslian Journal of Otorhinolaryngology*, v. 73, n. 6, 2007.

BROWN, W. S.; MARSH, J. T.; LARUE, A. Exponential electrophysiological aging: P3 latency. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 55, p. 277-85, 1983.

BRUNEAU, N. et al. Temporal prominence of auditory evoked potentials (N1 wave) in 4–8-year-old children. **Psychophysiology**, v.34, p. 32–8, 1997.

CASS, M.; POLICH, J. P300 from a single-stimulus paradigm: intensity and tone frequency effects. **Biol Psychol**, v. 46, n. 1, p. 51-65, 1997.

CELESIA, G. G.; CONE, S. Visual evoked potentials: A practical approach with the guidelines for clinical evoked potential studies. **Am J EEG technol**, v. 25, p. 93-113, 1985.

CEPONIENE, R.; RINNE, T.; NÄÄTANEN, R. Maturation of cortical sound processing as indexed by event-related potentials. **Clin Neurophysiol**, v. 113, p. 870–82, 2002.

CHERMAK, G. D.; MUSIEK, F. E. Managing central auditory processing disorders in children and youth. **Am J Audiol**, v. 1, n. 3, p. 61-6, 1992.

CHIAPPA, K. H. **Evoked Potentials in Clinical Medicine**. Raven Press, New York, USA, 1983.

COLIN, C.; HOONHORST, I.; MARKESSIS, E.; RADEAU, M.; TOURCHANINOFF, M.; FOUCHER, A. et al. Mismatch Negativity (MMN) evoked by sound duration contrasts: An unexpected major effect of deviance direction on amplitudes. **Clin Neurophysiol**, v. 10, n. 1, p. 51-9, 2009.

CORAZZA, M. C. A. **Avaliação do Processamento Auditivo Central em adultos: testes de padrões tonais auditivos de frequência e teste de padrões tonais auditivos de duração** [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1998.

CORREA, E. M. **Embriologia e histologia fonoaudiológica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.

COSER, M. J. S.; COSER, P. L.; PEDROSO, F. S.; RIGON, R.; CIOQUETA, E. P300 auditory evoked potential latency in elderly. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 76, n. 3, p. 287-93, 2010.

COSTA, M. I. D. Processamento auditivo central e compreensão leitora. **Letras Hoje**, v. 39, n. 3, p. 179-97, 2003.

CUNNINGHAM, J. et al. Speech-evoked neurophysiologic responses in children with learning problems: development and behavioral correlates of perception. **Ear and Hearing**, v. 21, p. 554–68, 2000.

DAVIES P. L., CHANG W. P., GAVIN J. W. Middle and late latency ERP components discriminate between adults, typical children, and children with sensory processing disorders. **Front Integr Neurosci**, v. 4, n. 16, 2010.

DAVIS, H.; HIEMOELLER, A. A system for clinical evoked response audiometry. **J Speech Hear Res**, v. 88, p. 88-7, 1968.

DINIZ JUNIOR, J. et al. Cognitive potentials in children with learning disabilities. **Acta Oto-Laryngologica**, v. 117, n. 2, p. 211-13, 1997.

DUARTE, J. L.; ALVARENGA, K. F.; BANHARA, M. R.; MELO, A. D. P. de; SÁS. R. M.; COSTA FILHO, O. A. Potencial evocado auditivo de longa latência - P300 em indivíduos normais: valor do registro simultâneo em Fz e Cz. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 75, n. 2, 2009.

DUNCAN, R. J. et al. Event-related potentials in clinical research: guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400. **Clin Neurophysiol**, v. 120, p. 1883–908, 2009.

DUNCAN-JOHNSON, C. C.; DONCHIN, E. On quantifying surprise: The variation of event-related potentials with subjective probability. **Psychophysiology**, v. 14, p. 456-67, 1997.

ELHILALI, M; SHAMMA, S. A cocktail party with a cortical twist: how cortical mechanisms contribute to sound segregation. **J Acousti Soci Am**, v.124, p. 3751-71, 2008.

ELIAS, K. M. I. F.; SANTOS, M. F. C.; CIASCA, S. M.; MOURARIBEIRO, M. V. L. Processamento auditivo em criança com doença cerebrovascular. **Pró-Fono**, v.19, n. 4, p. 393-400, 2007.

ENOKI, H. et al. The effects of age on the N200 component of the auditory event-related potentials. **Cognitive Brain Res**, v. 1, p. 161-7, 1993.

FRANCO, G. M. The cognitive potential in normal adults. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 59, n. 2a, p. 198-200, 2001.

FRIZZO, A. C.; ALVES, R. P. C.; COLAFÊMINA, J. F. Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência: um estudo entre hemisférios cerebrais. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 67, n. 5, p. 618-25, 2001.

GIAQUINTO, S. Evoked potentials in rehabilitation: a review. **Funct Neurol**, v. 19, p. 219-25, 2004.

GIBBONS, H.; BRANDLER, S.; RAMMSAYER, T. H. Dissociating aspects of temporal and frequency processing: a functional ERP study in humans. **Cortex**, v. 39, p. 947-65, 2003.

GOMES, H. et al. Spatiotemporal maturation of the central and lateral N1 components to tones. **Dev Brain Res**, v. 129, p. 147-55, 2001.

GOODIN, D. et al. Age-related variations in evoked potentials to auditory stimuli in normal human subjects. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 44, p. 447-58, 1978.

GRIMM, S.; ROEBER, U.; TRUJILLO-BARRETO, N. J. et al. Mechanisms for detecting auditory temporal and spectral deviations operate over similar time windows but are divided differently between the two hemispheres. **Neuroimage**, v. 32, p. 275-82, 2006.

GUIDA, H. L.; FENIMAN, M. R.; ZANCHETTA, S.; FERRARI, F.; GIACHETI, C. M.; ZORZETTO, N. L. Revisão anatômica e fisiológica do processamento auditivo. **ACTA ORL/Técnicas em Otorrinolaringologia**, v. 25, n. 3, p. 177-81, 2007.

HALGREN, E.; MARINKOVIC, K.; CHAUVEL, P. Generators of the late cognitive potentials in auditory and visual oddball tasks. **Electroen Clin Neuro**, v. 106, p. 156–64, 1998.

HALL, J. **New Handbook of auditory evoked responses**. Boston: Allyn & Bacon, 2006.

HALL, D. A, PLACK, C. J. Pitch processing sites in the human auditory brain. **Cereb Cortex**, v. 19, p. 576—85, 2009.

HARI, R.; HAMALAINEN, M.; ILMONIEMI, R.; KAUKORANTA, E.; REINIKAINEN, K.; SALMINEN, J. et al. Responses of the primary auditory cortex to pitch changes of tone pips: neuromagnetic recordings in man. **Neurosci Lett**, v. 50, p. 127-32, 1984.

HARRINGTON, D. L.; HAALAND, K. Y.; KNIGHT, R. T. Cortical networks underlying mechanisms of time perception. **J Neurosci**, v. 18, p. 1085–95, 1998.

HILLYARD, S. A.; PICTON, T. W.; REGAN, D. M. Sensation, perception and attention: Analysis usmg ERPs. See **Callaway et al** 1978, p. 223-322, 1978.

HUTTENLOCHER, P. R.; DABHOLKAR, A. S.; Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. **J Comp Neurol**, v. 387, p. 167–78, 1997.

IRIMAJIRI, R.; GOLOB, E. L.; STARR, A. Auditory brain-stm; middle-and long-latency evoked potentials in mild cognitive impairment. **Clin Neurophysiol**, v. 116, p. 1918-29, 2005.

JACOBSEN, T.; SCHRÖGER, E. Is there pre-attentive memory-based comparison of pitch? **Psychophysiology**, v. 38, p. 723–27, 2001.

JARAMILLO, M.; PAAVILAINEN, P.; & NÄÄTÄNEN, R. Mismatch negativity and behavioral discrimination in humans as a function of the magnitude of change in sound duration. **Neurosci Lett**, v. 290, p. 101–4, 2000.

JERGER, J. Clinical experience with impedance audiometry. **Arch Otolaryngol**, v. 92, p. 311-24, 1970.

JOHNSTONE, S. J. et al. Age-related changes in child and adolescent event-related potential component morphology, amplitude and latency to standard and target stimuli in an auditory oddball task. **Inter J Psychophysiol**, v. 24, p. 223–38, 1996.

JUNQUEIRA, C. A. O.; COLAFÊMINA, J. F. Investigação da estabilidade inter e intra-examinador na identificação do P300 auditivo: análise de erros. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 68, n. 4, 2002.

KADNER, A. et al. Lateral inhibition in the auditory cortex: An EEG index of tinnitus? **J cognitive neurosci**, v. 13, n. 4, p. 443-6, 2002.

KANE, N. M. et al. Electrophysiological indicator for awakening from coma. **The Lancet**, v. 13, p. 341-688, 1993.

KISLEY, M. A.; NOECKER, T. L.; GUNTHER, P. M. Comparison of sensory gating to mismatch negativity and self-reported perceptual phenomena in healthy adults. **Psychophysiology**, v. 41, n. 4, p. 604-12, 2004.

KORPILAHTI, P. Auditory discrimination and memory functions in SLI children: A comprehensive study with neurophysiological and behavioural methods. **Scandinavian Journal of Logopedics and Phoniatrics**, v. 20, p. 131–9, 1995.

KRAUS, N. et al. Speech-evoked cortical potentials in children. **J Am Acad Audiol**, v. 4, p. 238–48, 1993.

KRAUS, N.; MCGEE, T. Mismatch negativity in the assessment of central auditory function. **J Am Acad Audiol**, v. 3, p. 139–51, 1994.

KRAUS, N.; MCGEE, T.; CARRELL, T. Central auditory system plasticity associated with speech discrimination training. **J Cognitive Neurosci**, v. 7, p. 25-32, 1995.

KRAUS, N.; MCGEE, T.; CARRELL, T.; KING, C.; LITTMAN, T.; NICOL, T. Discrimination of speech-like contrasts in the auditory thalamus and cortex. **J Acoust Soci Am**, v. 96, n. 5, p. 2758-68, 1994.

KRAUS, N.; MCGEE, T. Potenciais Evocados Auditivos de longa latência. In: KATZ, J. **Tratado de Audiologia Clínica**, 4. ed. São Paulo: Monole, 2002, p. 403-20.

LEITE, R. A.; WERTZNER, H. F.; MATAS, C. G. Potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com transtorno fonológico. **Pró-Fono**, v. 22, n. 4, p. 561-66, 2010.

LICHT, R., HORSLEY, T. M. Mismatch Negativity as a tool in studying auditory phonological processing in reading disability. In: LICHT, R. et al. **Child Neuropsychology, reading Disability and more**. Delft, The Netherlands: Uitgeverij Eburon, 1998. p. 85-105.

LIN, E.; POLICH, J. P300 habituation patterns: individual differences from ultradian rhythms. **Percept Mot Skills**, v. 88, p. 1111-25, 1999.

MACAR, F.; LEJEUNE, H.; BONNET, M.; FERRARA, A.; POUTHAS, V.; VIDAL, F. et al. Activation of the supplementary motor area and of attentional networks during temporal processing. **Exper Brain Res**, v. 142, p. 475–85, 2002.

MACHADO, A. B. M. **Neuroanatomia funcional**. 2nd ed. São Paulo: Atheneu; 1993.

MACHADO, S. F. **Processamento auditivo uma nova abordagem**. São Paulo: Lexus editora; 2003.

MARTIN, D. A.; TREMBLAY, K. L.; STAPPELLS, D. R. Principles and applications of cortical auditory Evoked Potentials. In: BURKARD, R. F.; DON, M.; EGGERMONT, J. J. **Auditory Evoked Potentials: basic principles and clinical application**. Baltimore: Lippincott Williams e Wilkins, 2007. p. 482-507

MARTINS, C. H.; CASTRO JÚNIOR, N. D.; COSTA FILHO, O. A.; SOUZA NETO, O. M. Obstructive sleep apnea and P300 evoked auditory potential. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 77, n. 6, p. 700-5, 2011.

MATAS, C. G.; HATAIAMA, N. M.; GONÇALVES, I.; C. Estabilidade dos potenciais evocados auditivos em indivíduos adultos com audição normal. **Rev soc bras fonaudiol**, v. 16, n. 1, p. 37-41, 2011.

McARTHUR, G.; BISHOP, D. Event-related potentials reflect individual differences in age-variant auditory skills. **Neuroreport**, v. 13, p. 1079–82, 2002.

McPHERSON, D. L. **Late potentials of the auditory sistem.** San Diego: Singular Publishing Group, 1996. p. 147.

McPHERSON, D. L.; BALLACHANDA, B. B.; KAF, W. Middle and long latency auditory evoked potentials. In: ROESER, R. J.; VALENTE, M.; HOSFORD-DUNN, H. **Audiology Diagnosis.** 2. ed. New York: Thieme, 2007. p. 443-77.

MECKLINGER, A.; OPITZ, B.; FRIEDERICI, A. D. Semantic aspects of novelty detection in humans. **Neurosci Lett**, v. 235, p. 65-8, 1997.

MENDONÇA, E. B. S.; MUNIZ, L. F.; LEAL, M. C.; DINIZ, A. S. Aplicabilidade do teste padrão de frequência e P300 para avaliação do processamento auditivo. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 79, n. 4, p. 512-21, 2013.

MENEGUELLO, J.; LEONHARDT, F. D.; PEREIRA, L. D. Processamento auditivo em indivíduos com epilepsia de lobo temporal. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 72, n. 4, p. 496-504, 2006.

MENG, H.; SMITH, S. D.; HAGER, K.; HELD, M.; LIU, J.; OLSON, R. K. et al. DCDC2 is associated with reading disability and modulates neuronal development in the brain. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, p. 17053–58, 2005.

MULLER, B. W. Modulation of mismatch negativity by stimulus deviance and modality of attention. **Neuroreport**, n. 13, p. 1317-20, 2002.

MUSIEK, F. E.; BARAN, J. A.; MARILIN, L. P. Duration Pattern Recognition in Normal Subjects and Patients with Cerebral and Cochlear Lesions. **Int J Audiol**, v. 29, n. 6 , p. 304-13, 1990.

MUSIEK, F. E.; REEVES, A. G.; BARAN, J. A. Release from central auditory competition in the split-brain patient. **Neurology**, v. 35, n. 7, p. 983, 1985.

MUSIEK, F. E. **Neuroaudiology: case studies.** San Diego; Singular; 1994.

MUSIEK, F. E.; LEE, W. W. Potenciais auditivos de média e longa latência. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMANN, W. F. **Perspectivas atuais em avaliação auditiva.** Barueri: Manole, 2001. cap. 8, p. 239-67.

MUSIEK, F. E.; PINHEIRO, M. L. Frequency patterns in cochlear brainstem, and cerebral lesions. **Audiology**, v. 26, p. 79-88, 1987.

NÄÄTANEN, R. The perception of speech sounds by the human brain as reflected by the mismatch negativity (MMN) and its magnetic equivalent (MMNm). **Psychophysiology**, v. 38, p. 1-21, 2001.

NÄÄTANEN, R. et al. The mismatch negativity (MMN): towards the optimal paradigm. **Clin Neurophysiol**, v. 115, n. 1, p. 140-4, 2004.

NÄÄTANEN, R.; PICTON, T. W. N2 and automatic versus controlled processes. In: MCCALLUM, W. C.; ZAPPOLI, R.; DENOTH, F. **Cerebral psychophysiology: Studies in event-related potentials**. New York: Elsevier, 1986. p. 169-86.

NEVILLE, H. J.; BAVALIER, D. Specificity and plasticity in neurocognitive development in humans. In: GAZZANIGA, M. S., editor. **The new cognitive neurosciences**. 2. ed. Cambridge, Mass; London: MIT; 2000.,p. 83-98.

OADES, R. D.; DITTMANN-BALCAR, A.; ZERBIN, D. Development and topography of event-related potentials (ERPs): Mismatch and processing negativity in individuals 8 – 22 years of age. **Psychophysiology**, v. 34, p. 677- 93, 1997.

O'BRIEN, P. J.; STUART, A. The effect of auditory stimulus duration on the P300 response. **J Speech Lang Pathol Audiol**, v. 25, p. 19-23, 2001.

OTTEN, L. J.; ALAIN, C.; PICTON, T. W. Effects of visual attentional load on auditory processing. **Neuroreport**, v. 11, p. 875-80, 2000.

PAIVA, T. O.; ALMEIDA, P.; FERREIRA-SANTOS, F.; REIS, C. C.; VIEIRA, J.; BARBOSA, F. et al. (2013). **A dissociação experimental de N1 e P2: dois componentes distintos do potencial relacionado com eventos auditivos**. Livro de atas do VIII simpósio nacional de investigação em psicologia.

PANTEV, C., HOKE, M., LEHNERTZ, K., LITKENHIJNER, B., ANOGIANAKIS, G. WITTKOWSKI, W. Tonal organization of the human auditory cortex revealed by transient auditory evoked magnetic fields. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 69, p. 160-70, 1988.

PANTEV, C.; BERTRAND, O.; EULITZ, C.; VERKINDT, C.; HAMPSON, S.; SCHUIERER, G.; ELBERT, T. Specific tonotopic organizations of different areas of the human auditory cortex revealed by simultaneous magnetic and electric recordings. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 94, p. 26–40, 1995.

PICTON, T. W. The P300 wave of the human event related potencial. **Clin Neurophysiol**, v. 9, n. 1, p. 456-79, 1992.

PICTON, T. W.; HILLYARD, A. S. Human auditory evoked potentials. II: Effects of attention. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 36, p. 191-9, 1974.

POLICH, J. Normal variation of P300 from auditory stimuli. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 65, p. 236-40, 1986.

POLICH, J. Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. **Clin Neurophysiol**, v. 118, p. 2128–48, 2007.

POLICH, J.; HOWARD, L.; STARR, A. Effects of age on the P300 component of the event-related potential from auditory stimuli: peak definition, variation, and measurement. **J Gerontol**, v. 40, n. 6, p. 721-6, 1985.

POLICH, J.; LADISH, C.; BURNS, B. Normal variation of P300 in children: Age, memory span and head size. **Int J Psychophysiol**, v. 9, p. 237-48, 1990.

PONTON, C. W. Maturation of human central auditory system acitivity: Evidence from multi-channel evoked potentials. **Clin Neurophysiol**, v. 5, n. 3- 4, p. 167-85, 2000.

RAO, S. M.; MAYER, A.R.; HARRINGTON D. L. The evolution of brain activation during temporal processing. **Nat Neurosci**, v. 4, p. 317–23, 2001

REIS, A. C. M. B. Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência: 231-59. In: Becilacqua MC [et al]. **Tratado de Audiologia**. São Paulo, 2011.

ROGGIA, S. M.; COLARES, N.T. Mismatch Negativity em pacientes com distúrbios do processamento auditivo (central). **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 74, p. 705–11, 2008.

ROTH, W.T.; FORD, J. K.; KOPELL, B. S. Long latency evoked potentials and reaction time. **Psychophysiology**, v. 15, p. 17-23, 1978.

SALLINEN, M.; KAARTINEN, J.; LYYTINEN, H. Is the appearance of mismatch negativity during stage 2 sleep related to the elicitation of K-complex? **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 9, p. 140-8, 1999.

SAMS, M.; ALHO, K.; NÄÄTANEN, R. Sequential effects on de ERP in discriminating two stimuli. **Biol Psychol**, v.17, n. 1, p. 41-58, 1983.

SAMS, M.; HÄMÄLÄINEN, M.; ANTERVO, A.; KAUKORANTA, E.; REINIKAINEN, K.; HARI, R. Cerebral neuromagnetic responses evoked by short auditory stimuli. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 61, p. 254–66, 1985.

SANTOS FILHA, V. A. V.; MATAS, C. G. Potenciais evocados auditivos tardios em indivíduos com queixa de zumbido. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 76, n. 2, 2010 .

SATTERFIELD, J. H.; SCHELL, A. M.; BACKS, R. W. Topographic study of auditory event related potentials in normal boys and boys with attention deficit disorder with hyperactivity. **Psychophysiology**, v. 25, p. 591-606, 1988.

SCHIRMER, A.; STRIANO, T.; FRIEDERICI, A. D. Sex differences in the preattentive processing of vocal emotional expressions. **Neuroreport**, v. 16, p. 635-9, 2005.

SCHOCHAT, E. Avaliação eletrofisiológica da audição. In: FERREIRA, L. P.; BEFYLOPES, D. M.; LIMONGI, S. C. O. **Tratado de fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. p. 656-68.

SCHOCHAT, E. et al. Central auditory evaluation in multiple sclerosis: case report. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 64, n. 3, p. 872-6, 2006.

SCHOCHAT, E. **Desenvolvimento e maturação do sistema nervoso auditivo central em indivíduos de 7 a 16 anos de idade**. 2001. 155 f. Tese (Livre-Docência) – Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SCHOCHAT, E. et al. From otoacoustic emission to late auditory potentials P300: the inhibitory effect. **Acta Neurobiol Exp (Wars)**, v. 72, n. 3, p. 296-308, 2012.

SCHRÖGER, E.; WOLFF, C. Behavioral and electrophysiological effects of task-irrelevant sound change: A new distraction paradigm. **Cognitive Brain Res**, v. 7, p. 71–87, 1998.

SEGALOWITZ, S. J.; DAVIES, P. L. Charting the maturation of the frontal lobe: an electrophysiological strategy. *Brain and Cognition*, v. 55, p. 116–33, 2004.

SEOL, J.; OH, M.; KIM, J. S.; JIN, S-H; KIM, S. I., et al. Discrimination of Timbre in Early Auditory Responses of the Human Brain. **PLoS ONE**, v. 6, n. 9, p. 2495, 2011.

SILVA, A. C.; PINTO, F. R.; MATAS, C. G. Potenciais evocados auditivos de longa latência em adultos com HIV/Aids. **Pro-Fono**, v. 19, n. 4, p. 352-6, 2007.

SITTIPRAPAPORN, W. Evoked Potentials: Electrical Events Specific to Brain's Receiving Sensory Input. **J Artif Intel**, v. 5, p. 91-8, 2012.

SUGG, M. J.; POLICH, J. P300 from auditory stimuli: intensity and frequency effects. **Biol Psychol**, v. 41, p. 255-69, 1995.

SUTTON, S.; BRAREN, M.; ZUBIN, J. Evoked-Potential correlates of stimulus uncertainty. **Science**, v.150, p. 1187-8, 1965.

SZYMASZEK, A.; SZELAG, E.; SLIWOWSKA, M. Auditory perception of temporal order in humans: The effect of age, gender, listener practice and stimulus presentation mode **Neurosci Lett**, v. 403, n. 1–2, p. 190–4, 2006.

TALAVAGE, T. M.; SERENO, M. I.; MELCHER, J. R.; LEDDEN, P. J.; ROSEN, B. R.; A. M. Dale. Tonotopic organization in human auditory cortex revealed by regressions of frequency sensitivity. **J Neurophysiol**, v. 91, n. 3, p. 1282–96, 2004.

TEKIN, S.; CUMMINGS, J. L. Frontal-subcortical neuronal circuits and clinical neuropsychiatry. An update. **J Psychosom Res**. v. 53, p. 647–54, 2002.

TERVANIEMI, M.; LEHTOKOSKI, A.; SINKKONEN, J.; VIRTANEN, J.; ILMONIEMI, R. J.; NÄÄTÄNEN, R. Test–retest reliability of mismatch negativity for duration, frequency, and intensity changes. **Clin Neurophysiol**, v. 110, p. 1388–93, 1999.

TONNQUIST-UHLE´N, I.; BORG, E.; SPENS, K. E. Topography of auditory evoked long-latency potentials in normal children with particular reference to the N1 component. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 95, p. 34–41, 1995.

TRAMO, M. J.; CARIANI, P. A.; KOH, C. K.; MAKRIS, N.; BRAIDA, L. D. Neurophysiology and neuroanatomy of pitch perception: auditory cortex. **Ann NY Acad Sci**, v. 1060, p. 148–74, 2005.

VAN ZUIJEN, T. L. et al. Auditory organization of sound sequences by a temporal or numerical regularity: A mismatch negativity study comparing musicians and non-musicians. **Cognitive Brain Res**, v. 23, p. 270-6, 2005.

VERKINDT, C.; BERTRAND, O.; PERRIN, F.; ECHALLIER, J.; PERNIER, J. Tonotopic organization of the human auditory cortex: N100 topography and multiple dipole model analysis. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 96, p. 143–56, 1995.

VESCO, K.; BONE, R.C.; RYAN, J.; POLICH, J. P300 in young and elderly subjects: auditory frequency and intensity effects. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 88, p. 302–8, 1993.

VISIOLI-MELO JF, ROTTA NT. Avaliação pelo P300 de crianças com e sem epilepsia e rendimento escolar. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 58, n. 2B, p. 476-84, 2000.

ZEFTAWI, M. S. MMN to natural Arabic CV syllables: 1-normative data. **Hearing Res**, p. 69-74, 2004.

WARREN, J. D.; GRIFFITHS, T. D. Distinct Mechanisms for Processing Spatial Sequences and Pitch Sequences in the Human Auditory Brain. **J Neurosci**, v. 23, n. 13, p. 5799-804, 2003.

WOODS, D. L.; STECKER, G. C.; RINNE, T.; HERRON, T. J.; CATE, A. D.; YUND, E. W.; LIAO, I.; KANG, X. Functional maps of human auditory cortex: effects of acoustic features and attention. **PloS One**, v. 4, n. 4, p. 5183, 2009.

WUNDERLICH, J. L.; CONE-WESSON, B. K.; SHEPHERD, R. Maturation of the cortical auditory evoked potential in infants and young children. **Hearing Res**, v. 212, p. 185–202, 2006.

ANEXOS



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Marília

Parecer do Projeto nº. 0435/2012

IDENTIFICAÇÃO

1. Título do Projeto: Potencial evocado auditivo de longa latência sob tarefa ativa e passiva: um estudo de padronização em crianças
2. PESQUISADOR RESPONSÁVEL:
Autor(a): :Ana Cláudia Bianco Gução
Orientador(a): Ana Cláudia Figueiredo Frizzo
3. Instituição do Pesquisador: Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP/Marília
4. Apresentação ao CEP: 23/03/2012
5. Apresentar relatório em: Semestralmente durante a realização da pesquisa.

Objetivos

- 1) Investigar as respostas de latência e amplitude do potencial evocado auditivo de longa latência (P300 e MMN) em crianças dentro dos limites de normalidade, de ambos os gêneros, com eletrodos posicionados em Fz e Cz, com tarefa ativa e passiva, com estímulos tonais diferindo quanto à frequência. 2) Normatizar os parâmetros usados nos protocolos para o registro do P300 e MMN em crianças.

SUMÁRIO DO PROJETO

O estudo tem como objetivo investigar a variabilidade das medidas de amplitude e latência quando realizado o potencial evocado auditivo de longa latência – P300 e Mismatch Negativity, com tarefa passiva e ativa e eletrodos posicionados em Fz e Cz, em crianças normais. Participarão 30 crianças, de ambos os gêneros, na faixa etária de 8 anos a 12 anos, estudantes de escola particular de Marília, com limiares audiométricos nos padrões de normalidade, sem alterações neurológicas e/ou psíquicas e queixas escolares. Procedimento: avaliação audiológica e dos potenciais evocados auditivos de longa latência (P300 – tarefa ativa e Mismatch Negativity – tarefa passiva). Os resultados auxiliarão na compreensão das alterações infantis de aprendizagem escolar, atenção e memória auditiva e cognição.

COMENTÁRIO DO RELATOR

Diante do exposto, o projeto será realizado dentro dos padrões éticos de pesquisa envolvendo seres humanos. Recomenda-se a aprovação do projeto.

PARECER FINAL

O CEP da FFC da UNESP após acatar o parecer do membro relator previamente aprovado para o presente estudo e atendendo a todos os dispositivos das resoluções 196/96 e complementares, bem como ter aprovado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido como também todos os anexos incluídos na pesquisa resolve aprovar o projeto de pesquisa supracitado.

Pág. 1 de 2



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Marília

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

DATA DA REUNIÃO

Homologado na reunião do CEP da FFC da Unesp em 16/05/2012.

Rafael J. Almeida

Simone Aparecida Capellini
Presidente do CEP

Mariângela Spotti Lopes Fujita
Diretora da FFC

IDENT	GEN.	IDADE	AD FREQUÊNCIA							
			LAT N1	AMP N1	LAT P2	AMP P2	LAT N2	AMP N2	LAT P3	AMP P3
1	M	9	106,42	-3,2	144,94	0,64	200,12	-5,43	346,9	1,47
2	F	8	109,55	-4,14	127,24	-1,91	195,95	-14,24	360,43	9,79
3	M	9	142,86	-1,72	220,94	0,56	264,66	-1,58	335,45	5,81
4	M	9	189,71	-7,79	244,88	-4,87	257,37	-5,44	348,98	1,83
5	F	8	130,37	-4,36	148,07	-3,54	186,58	-4,92	266,74	3,96
6	M	9	131,41	-6,63	147,02	-5,48	158,48	-6,24	294,85	4,93
7	F	10	107,47	-3,22	224,06	-0,27	250,08	-2,32	322,96	2,8
8	M	10	153,27	-3,09	175,13	2,26	242,8	-6,61	305,26	2,53
9	F	11	90,81	-1,56	107,47	-0,65	164,72	-6,66	335,45	6,02
10	M	10	102,26	-4,77	175,13	-1,64	205,32	-6,27	322,96	4,09
11	M	8	112,67	-2,84	167,84	-0,2	207,4	-4,16	317,75	5,2
12	M	8	153,27	-3,09	175,13	2,26	242,8	-6,61	305,26	2,53
13	M	10	104,34	-4,53	162,64	-0,07	202,2	-4,5	348,98	5,57
14	M	10	116,83	-10,95	211,57	-1,4	236,55	-6,03	329,2	5,79
15	F	10	172,01	-4,23	230,31	-1,57	254,25	-3,04	290,68	3,49
16	M	10	105,38	-4,6	167,84	-2,76	202,2	-5,63	357,31	10,37
17	F	11	100,18	-3,68	160,56	2,25	220,94	-3,55	328,16	3,41
18	M	11	129,33	-6,01	227,18	0,39	263,62	0,86	346,9	5,55
19	F	12	130,37	-4,82	185,54	0,52	231,35	-5,58	345,86	8,69
20	F	10	152,23	-7,53	176,17	3,29	211,57	-9,15	369,8	9,94
21	F	10	145,98	-1,72	194,91	2,73	255,29	0,14	325,04	5,22
22	F	9	107,47	-3,94	130,37	-2,78	209,49	-11,23	336,49	3,63
23	F	11	91,85	-3,19	193,87	0,77	244,88	-8,48	335,45	5,05
24	M	12	96,01	-10,71	137,66	2,2	175,13	-6,2	315,67	16,42
25	F	10	124,12	0,81	137,66	0,18	206,36	-7,19	351,06	3,39
26	F	11	125,16	-7,77	212,61	1,05	236,55	-2,23	366,68	9,12
27	F	12	172,01	-5,67	208,44	-1,96	248	-7,36	335,45	7,3
28	F	11	117,88	-6,51	179,3	4,14	239,67	-4,65	369,87	7,14
29	F	12	98,1	-6,92	134,53	0,8	198,03	-9,28	336,49	8,46
30	F	11	122,04	-7,34	193,87	2,9	252,17	0,18	293,81	4,12
31	F	11	76,24	-2,4	148,07	2,74	208,44	-2,64	322,96	5,51
32	M	12	74,15	-2,17	114,75	0,17	172,01	-6,32	319,83	3,73
33	F	12	103,3	-5,03	175,13	2,23	228,22	-4,45	297,97	-2,2
34	f	11	121	0,61	140,78	0,14	210,53	-5,58	275,07	2,21
35	F	9	167,84	-4,98	205,32	-1,85	239,67	-5,07	356,27	4,18
36	M	12	144,94	-5,69	207,4	1,64	240,72	-6,62	299,01	8,57
37	M	12	104,34	-1,76	183,46	5,49	237,59	1,82	294,85	2,86
38	M	10	117,88	-7,93	175,13	0,49	203,24	-4,87	277,15	5,66
39	M	12	131,41	-9,37	179,3	-2,79	234,47	-11,83	312,55	2,14
40	M	11	76,24	-7,48	170,97	-4,68	198,03	-7,92	329,2	9,98
41	F	10	104,34	-3,76	134,53	0,93	214,69	-6,39	322,96	5,64
42	M	11	96,01	-4,58	168,89	-2,85	204,28	-13,02	324	0,56
43	M	9	154,31	-2,86	180,34	0,59	240,72	-4,18	302,14	1,51
44	M	10	91,85	0,86	118,92	0,49	183,46	-7,13	315,67	5,88
45	F	8	121	-2,16	173,05	1,48	210,53	-5,05	324	5,15
46	M	9	153,27	-2,25	237,59	7,14	283,4	-3,41	352,1	5,21
47	M	9	135,57	-2,74	176,17	3,07	230,31	0,77	333,37	2,65
48	M	10	108,51	-4,83	157,43	0,89	270,91	-4,61	345,86	1,64
49	M	11	78,32	-1,96	129,33	1,51	207,4	-5,72	359,39	9,02
50	M	10	106,42	-1,76	135,45	0,96	201,16	-3,48	297,97	2,97

IDENT	GEN.	IDADE	AD DURAÇÃO							
			LAT N1	AMP N1	LAT P2	AMP P2	LAT N2	AMP N2	LAT P3	AMP P3
1	M	9	110,59	-0,5	137,66	4,56	188,66	-2,45	354,19	3
2	F	8	131,41	-4,29	149,11	-1,82	230,31	-9,53	358,35	7,99
3	M	9	115,79	-2,31	140,78	-0,99	243,84	-5,98	333,37	3,79
4	M	9	173,05	-6,1	211,57	-5,54	241,76	-9,34	343,78	2,42
5	F	8	90,81	-2,47	155,35	0,49	224,06	-6,46	355,23	5,25
6	M	9	168,89	-5,64	213,65	-1,31	246,96	-3,27	351,06	2,92
7	F	10	116,83	-2,89	174,09	1,7	227,18	-2,12	297,97	0,82
8	M	10	119,96	-5,4	188,66	-0,57	233,43	-5	287,56	1,36
9	F	11	102,26	-2,36	135,57	-0,46	221,98	-7,62	330,24	2,17
10	M	10	107,47	-3,31	147,02	3,53	205,32	-4,48	321,91	4,91
11	M	8	107,47	-0,34	174,09	4,26	246,96	-4,47	327,12	1,1
12	M	8	119,96	-5,4	188,66	-0,57	233,43	-5	287,56	1,36
13	M	10	105,38	-3,96	142,86	1,62	204,28	-8,28	353,15	4,87
14	M	10	119,96	-7,8	174,09	3,78	304,22	-11,23	366,68	7,16
15	F	10	153,27	-5,42	195,95	-1,81	248	-7,4	370,84	4,26
16	M	10	132,45	-2,3	159,52	-1,11	217,81	-6,54	309,42	5,18
17	F	11	118,92	-3,21	165,76	0,33	229,26	-9,95	370,84	7,98
18	M	11	118,92	-3,53	148,07	-1,06	228,22	-5,73	322,96	4,33
19	F	12	130,37	-9,16	277,15	4,67	313,29	0,17	373,97	6,43
20	F	10	129,33	-2,02	142,86	0,76	205,32	-8,35	356,27	6,86
21	F	10	129,33	-2,58	182,42	4,99	251,13	-6,33	378,13	2,74
22	F	9	67,81	-1,91	84,56	0,7	262,58	0,1	345,89	3,01
23	F	11	121	-2,85	196,99	4,62	255,29	-3,18	301,09	0,17
24	M	12	114,75	-5,99	156,39	5,79	220,94	-8,91	357,31	3,6
25	F	10	117,88	-2,28	155,35	-1,02	225,1	-9,62	343,78	1,72
26	F	11	113,71	0,83	159,52	1,03	235,51	-6,38	365,64	6,16
27	F	12	129,33	-9,61	170,97	-2,47	211,57	-8,55	305,26	2,2
28	F	11	138,7	-2,25	190,75	3,02	251,13	-12,55	312,55	0,27
29	F	12	88,73	-3,55	130,37	2,96	189,71	-5,84	338,57	1,07
30	F	11	109,55	-6,7	148,07	-4,31	189,71	-8,42	320,87	6,66
31	F	11	99,14	0,41	141,82	0,33	231,35	-10,85	362,51	3,59
32	M	12	106,42	-2,29	189,71	0,38	238,63	-3,84	327,12	2,3
33	F	12	107,47	-8,54	172,01	4,83	210,53	-6,36	354,19	6,15
34	f	11	93,93	-3,22	179,3	1,44	219,9	-6,25	343,78	1,77
35	F	9	113,71	-2,96	148,07	1,94	227,18	-7,69	350,02	3,53
36	M	12	66,87	-1,41	122,04	3,72	240,72	-6,75	297,97	2,62
37	M	12	115,79	0,32	165,76	3,97	265,7	-2,48	351,06	2,23
38	M	10	129,33	-4,77	164,72	-1,85	219,9	-10,1	277,15	4,67
39	M	12	180,34	-5,01	225,1	-1	269,86	-3,13	336,49	4,86
40	M	11	125,16	-4,46	148,07	-2,83	194,91	-6,93	334,41	6,43
41	F	10	104,34	-3,29	154,31	2,17	225,1	-6,71	319,83	8,02
42	M	11	82,48	-2,4	133,49	1,47	215,73	-7,99	318,79	5,01
43	M	9	90,81	-2,27	175,13	2,86	274,03	-3,55	347,94	3,15
44	M	10	85,6	-4,86	155,35	0,52	227,18	-7,81	358,35	7,54
45	F	8	117,88	-5,61	157,31	0,76	294,85	-8,57	357,31	4,38
46	M	9	117,88	0,81	157,43	3,51	237,59	-7,37	296,93	0,44
47	M	9	110,59	-1,22	153,27	2,33	259,45	-5,5	345,86	2,23
48	M	10	106,42	-4,87	158,48	1,84	270,91	-4,61	345,86	4,73
49	M	11	116,83	-4,4	164,72	0,87	210,53	-8,22	365,64	7,15
50	M	10	125,16	1,74	148,07	1,53	219,9	-6,87	314,63	1,71

IDENT	GEN.	IDADE	AE FREQUÊNCIA							
			LAT N1	AMP N1	LAT P2	AMP P2	LAT N2	AMP N2	LAT P3	AMP P3
1	M	9	149,11	-6,08	164,72	-3,51	190,75	-7,24	306,3	2,78
2	F	8	168,89	-12,8	190,75	-11,24	212,61	-16,18	294,85	8,82
3	M	9	131,41	-3,49	147,02	-2,25	180,34	-6,94	332,33	4,1
4	M	9	125,16	-6,7	185,54	-3,94	228,22	-4,55	356,27	4,24
5	F	8	106,42	-5,39	160,56	-2,37	183,46	-4,47	315,67	5,01
6	M	9	100,18	-1,07	111,63	-0,06	163,68	-5,39	326,08	2,74
7	F	10	107,47	-5,33	143,9	-1,81	191,79	-3,92	274,03	5,26
8	M	10	130,37	-9,76	204,28	-2,34	228,22	-4,11	328,16	7,89
9	F	11	94,97	-0,32	125,16	1,58	183,46	-6,47	297,97	3,39
10	M	10	176,17	-2,79	216,77	1,28	271,95	-6,18	361,47	4,46
11	M	8	79,36	-1,3	89,77	-0,08	160,56	-7,83	366,68	11,38
12	M	8	130,37	-9,76	204,28	-2,34	228,22	-4,11	328,16	7,89
13	M	10	105,38	-1,8	126,2	-1,01	193,87	-8,69	333,37	4,61
14	M	10	94,97	-2,42	139,74	0,39	192,83	-5,65	380,21	12,61
15	F	10	149,11	-2,21	219,9	0,05	290,69	-2,36	344,82	2,22
16	M	10	144,94	-5,57	167,84	-4,38	221,98	-9,11	365,64	4,57
17	F	11	164,72	0,52	190,75	3,28	254,25	-2,02	308,38	4,16
18	M	11	149,11	-6,09	156,39	-5,97	168,89	-7,14	302,14	6,62
19	F	12	153,27	-6,07	202,2	0,58	226,14	-4,64	352,1	8,58
20	F	10	132,45	-8,18	175,13	-0,44	223,02	-6,34	294,85	3,83
21	F	10	151,19	-4,12	185,54	5,62	253,21	-2,92	348,98	3,21
22	F	9	98,1	-1,63	123,08	0,68	214,69	-10,83	372,92	6,27
23	F	11	132,45	-8,12	205,32	-1,48	229,26	-2,32	341,69	7,51
24	M	12	153,27	-3,85	212,61	2,53	228,22	0,21	339,61	8,58
25	F	10	178,25	-3,45	193,87	-2,11	210,53	-5,07	307,34	2,75
26	F	11	121	-2,74	172,01	0,23	208,44	-5,14	391,66	4,08
27	F	12	179,3	-8,16	254,25	2,74	289,64	0,23	345,68	7,49
28	F	11	133,49	-6,29	190,75	0,28	263,62	-4,32	353,15	4,31
29	F	12	99,14	-4,93	168,89	0,94	199,07	-4,54	343,78	7,27
30	F	11	125,16	-4,07	167,84	0,27	217,81	-4,97	318,79	3,51
31	F	11	160,56	-6,69	187,62	-2,74	213,65	-7,85	316,71	3,69
32	M	12	81,44	-1,91	145,98	2,21	209,49	-2,47	313,59	7,17
33	F	12	163,68	-3,65	203,24	5,7	248	-5,16	294,85	3,44
34	f	11	178,25	-5,55	246,96	6,52	304,22	-2,75	381,25	1,93
35	F	9	170,97	-6,09	235,51	2,71	277,15	-6,11	325,1	8,1
36	M	12	158,48	-4,08	196,99	3,53	239,67	-7,13	292,77	14,14
37	M	12	115,79	-4,08	175,13	6,76	214,69	2,5	294,85	6,81
38	M	10	137,66	0,49	175,13	1,1	194,91	-2,25	266,74	4,96
39	M	12	136,61	-4,79	182,42	-1,06	232,39	-5,59	358,35	9,47
40	M	11	107,47	-5,17	154,31	0,76	204,28	-5,61	338,57	6,75
41	F	10	103,3	-6,33	175,13	1,09	192,83	-1,18	327,12	3,61
42	M	11	84,56	-5,51	154,31	0,1	186,58	-6,9	280,27	2,33
43	M	9	143,9	-3,15	172,01	4,04	192,83	-2,49	319,83	5
44	M	10	97,06	-2,46	129,33	-1,85	195,95	-8,01	302,14	6,6
45	F	8	186,58	-5,55	234,47	1,2	264,66	-4,85	351,06	4,89
46	M	9	139,74	-7,24	193,87	-2,47	274,03	-9,03	343,78	11,35
47	M	9	148,07	-5,44	233,43	0,45	258,41	-3,55	332,33	3,15
48	M	10	115,79	-3,28	143,9	0,8	202,2	-11,91	358,35	1,04
49	M	11	125,16	-7,15	160,56	0,37	230,31	-8,84	360,43	-0,99
50	M	10	144,94	-5,37	214,69	2,09	242,8	-1,52	353,15	4,42

IDENT	GEN.	IDADE	AE DURAÇÃO								
			LAT N1	AMP N1	LAT P2	AMP P2	LAT N2	AMP N2	LAT P3	AMP P3	
1	M	9	96,01	-0,16	149,11	5,95	223,02	-3,07	313,59	3,48	
2	F	8	149,11	-4,98	173,05	-0,41	211,57	-11,91	318,79	7,35	
3	M	9	131,41	-4,31	153,27	-1,79	186,58	-5,68	344,82	3,38	
4	M	9	96,01	-5,85	167,84	-4,38	208,44	-8,97	341,69	3,34	
5	F	8	170,97	-8,76	180,34	-8,71	194,91	-9,72	332,33	4,13	
6	M	9	91,85	-4,32	137,66	-2,45	181,38	-7,46	275,07	2,38	
7	F	10	123,08	-2,69	158,48	1,49	220,94	-7,44	310,46	2,05	
8	M	10	122,04	-4,39	178,25	-1,98	213,65	-6,69	324	6,12	
9	F	11	154,31	-5,44	227,18	-1,33	270,91	-3,48	380,21	3,4	
10	M	10	96,01	-2,91	144,94	3,37	266,74	-7,97	367,72	5,48	
11	M	8	137,66	-2,86	165,76	-0,77	205,32	-5,43	358,35	4,47	
12	M	8	122,04	-4,39	178,25	-1,98	213,65	-6,69	324	6,12	
13	M	10	113,71	-3,54	128,29	-3,54	193,87	-9,14	358,35	12,04	
14	M	10	121	-4,08	151,19	-1,89	218,85	-10,17	320,87	6,41	
15	F	10	149,11	-1,54	172,01	-1,05	288,6	0,95	352,1	3,94	
16	M	10	90,81	0,42	157,43	0,46	189,71	-4,41	325,04	5,16	
17	F	11	91,85	-6,42	140,78	0,7	201,16	-6,93	370,84	6,11	
18	M	11	114,75	-1,89	149,11	-2,39	187,62	-5,42	368,76	5,38	
19	F	12	92,89	-2,36	123,08	-1,11	191,79	-6,34	358,35	9,37	
20	F	10	130,37	-4,16	143,9	-2,89	227,18	-9,29	317,75	4,11	
21	F	10	139,74	-5,33	185,54	1,31	244,88	-3,76	365,64	7,73	
22	F	9	87,69	-5,85	116,83	-1,22	214,69	-8,9	269,86	0,55	
23	F	11	113,71	-5,04	176,17	0,81	234,47	-7,69	339,61	2,31	
24	M	12	103,3	-8,13	159,52	-2,98	200,12	-5,6	368,76	9,45	
25	F	10	149,11	-5,87	178,25	-3,41	208,44	-6,71	320,87	1,28	
26	F	11	201,16	-4,91	282,36	1,48	316,71	-4,01	365,64	4,3	
27	F	12	94,97	-6,4	169,93	0,39	220,94	-6,17	361,47	8,03	
28	F	11	148,07	-2,87	172,01	0,24	235,51	-4,98	316,71	2,41	
29	F	12	98,1	-1,91	155,53	0,55	199,07	-4,67	279,23	0,87	
30	F	11	128,29	-2,17	152,23	0,62	211,57	-4,94	281,32	2,39	
31	F	11	91,85	2,66	148,07	3,97	238,63	-10,36	355,23	4,27	
32	M	12	168,89	-3,8	250,08	2,51	272,99	0,15	312,55	4,29	
33	F	12	102,26	-7,7	187,62	1,05	267,78	-6,81	378,13	7,05	
34	f	11	94,97	-3,42	152,23	-2,22	180,34	-6,58	365,64	5,11	
35	F	9	156,39	-3,99	183,46	1,57	238,36	-11,78	330,24	3,42	
36	M	12	101,22	-5,22	161,6	3,09	200,12	-6,68	334,41	6,26	
37	M	12	99,14	0,36	167,84	3,75	201,16	2,44	318,79	1,99	
38	M	10	117,88	-5,76	157,43	0,77	230,31	-3,27	299,01	8,68	
39	M	12	129,33	-3,21	172,01	0,34	214,69	-8,97	336,49	10,18	
40	M	11	113,71	-3,91	155,35	-1,84	217,81	-5,4	348,98	5	
41	F	10	101,22	-4,28	143,9	8,69	226,14	-1,65	306,3	4,58	
42	M	11	138,7	-2,89	150,15	1,44	182,42	-5,81	292,77	5,25	
43	M	9	98,1	-2,8	128,29	0,2	204,28	0,52	312,55	0,84	
44	M	10	86,65	-7,23	136,61	4,46	183,46	-7,67	331,28	10,83	
45	F	8	167,84	-3,81	226,14	2,31	244,88	-5,59	356,27	1,23	
46	M	9	106,42	-4,74	183,46	2,98	226,14	-7,02	302,14	5,76	
47	M	9	167,72	0,95	184,5	0,73	231,35	-3,11	328,16	1,94	
48	M	10	106,42	-6,28	161,6	0,98	228,22	-5,2	320,87	4,08	
49	M	11	75,19	-3,93	133,49	1,29	296,86	-9,21	341,69	4,01	
50	M	10	98,1	0,59	129,33	2,9	185,54	-5,45	295,86	0,85	

IDENT	GEN.	IDADE	AD FREQ		AD DUR		AE FREQ		AD DUR	
			LAT MMN	AMP MMN	LAT MMN	AMP MMN	LAT MMN	AMP MMN	LAT MMN	AMP MMN
1	M	9	207,4	-2,47	184,5	-3,53	139,74	-1,85	209,49	-1,95
2	F	8	276,11	-2,6	290,44	-0,3	284,44	-1,64	280,22	-0,55
3	M	9	198,03	-3,75	207,4	-2,57	312,55	-3,86	305,26	-5,72
4	M	9	231,35	-4,12	237,59	-2,02	204,28	-3,53	211,57	-4,98
5	F	8	252,17	0,27	221,98	-2,25	245,92	1,06	357,31	-4,55
6	M	9	241,76	-0,36	201,16	-3,19	225,1	-0,28	199,07	-1,45
7	F	10	235,51	-2,89	251,13	-2,92	178,25	-3,51	179,3	-6,28
8	M	10	216,77	-3,31	206,36	-8,52	196,99	0,47	331,24	-2,32
9	F	11	255,29	-3,1	232,39	-0,51	139,74	-3,68	257,37	-0,54
10	M	10	220,94	-2,84	203,24	-3,43	248	-0,03	195,15	-4,62
11	M	8	174,09	-4,32	282,36	-3,92	211,57	-4,17	239,67	-2,27
12	M	8	220,94	-0,24	241,76	-1,81	190,75	-4,31	217,81	-9,15
13	M	10	167,84	-6,89	174,09	-5,21	185,54	-2,34	180,34	-8,1
14	M	10	216,77	-4,74	263,62	-3,46	182,42	-4,18	254,25	-3,09
15	F	10	254,25	-2,01	211,57	-3,84	241,76	-4,52	293,81	-2,26
16	M	10	309,42	-5,66	262,58	-6,18	300,05	-5,34	269,86	-3,51
17	F	11	221,98	0,41	229,26	-6,24	160,56	-3,16	181,38	-3,44
18	M	11	286,52	-3,84	262,58	-4,99	225,1	-1,41	229,26	-3,35
19	F	12	239,67	-2,07	225,1	-1,99	233,43	-8,04	199,07	-3,72
20	F	10	284,44	-4,91	261,54	-2,84	262,58	-3,54	305,26	-7,78
21	F	10	274,03	-3,64	308,38	-4,43	251,13	-5,28	261,54	-4,37
22	F	9	252,17	-6,43	305,26	-6,64	244,88	-3,37	254,25	-2,3
23	F	11	236,55	-2,23	262,58	-5,13	240,72	-4,92	269,86	-3
24	M	12	338,57	-14,15	309,42	-7,04	297,97	-6,38	238,63	0,6
25	F	10	239,67	-4,08	229,26	-1,04	224,06	0,28	266,74	-3,03
26	F	11	209,49	-5,87	261,54	0,38	227,18	-5,78	246,96	-3,88
27	F	12	282,36	2,67	286,52	0,71	232,39	-3,32	293,81	-5,94
28	F	11	275,07	-4,09	286,52	-5,78	256,33	-4,02	274,03	1,6
29	F	12	263,62	-2,37	296,93	-4,52	236,55	-3,28	285,48	-3
30	F	11	265,7	-1,99	322,96	-5,25	246,96	-1,96	256,33	-1,05
31	F	11	255,29	-2,94	255,29	-1,59	270,91	-3,87	311,5	-6,78
32	M	12	221,98	-2,94	255,29	-6,42	262,58	-5,98	255,29	-1,51
33	F	12	288,6	-2,78	290,68	0,28	277,15	0,64	250,08	-1,28
34	f	11	252,17	-5,02	275,07	-6,82	220,94	-5,54	255,29	-4,09
35	F	9	206,36	-1,26	277,15	-4,1	235,51	-6,85	181,38	-4,17
36	M	12	258,41	-8,34	279,23	-1,02	232,39	-5,31	202,2	-2,28
37	M	12	227,18	-2,77	272,99	-3,12	248	-5,98	255,29	-3,52
38	M	10	243,84	0,7	259,45	-1,38	258,41	-4,12	251,13	-1,4
39	M	12	258,41	-4,94	286,52	-3,38	275,07	-4,85	221,98	-2,59
40	M	11	246,96	-2,57	216,77	-3,76	241,76	-1,23	262,58	-4,26
41	F	10	250,08	-3,12	234,47	-1,35	221,98	-5,3	281,32	-5,53
42	M	11	234,47	-4,72	232,39	-4,48	246,96	-3,77	283,4	-5,06
43	M	9	242,8	-5,06	250,08	0,1	243,84	-1,1	266,74	-6,82
44	M	10	234,47	-1,28	281,32	-1,57	246,96	-7,15	254,25	-3,12
45	F	8	250,08	-5,09	214,69	-1,9	270,91	-5,62	279,23	-4,72
46	M	9	215,73	-6,25	245,92	0,62	237,59	-7,39	254,25	-5,68
47	M	9	251,13	-4,44	259,45	-2,46	267,78	-4,74	255,29	-1,37
48	M	10	259,45	1,84	232,39	0,79	232,39	-3,24	290,68	-3,05
49	M	11	186,58	-1,94	219,9	-7,44	257,37	-6,12	251,13	-1,94
50	M	10	274,03	-9,28	242,8	-2,37	248	-5,61	282,36	-2,73