MARCOS ROBERTO BANHARA

**Potenciais auditivos de longa latência:
N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, evocados por estímulo de fala em
usuários de implante coclear**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Ciências

Área de concentração: Fisiopatologia Experimental
Orientador: Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa Filho

São Paulo

2007

DEDICATÓRIA

Dedico este estudo:

Aos meus pais: Luiz S Banhara e Vanda M M Banhara, que não mediram esforços para meu êxito. Provavelmente por mais que tente não encontrarei palavras para expressar minha gratidão, mas assim mesmo tentarei...

Apesar de todas as dificuldades vencemos e hoje lhes ofereço este título....Obrigado por tudo!!!!

*“Os passos apoiados na infância; os conselhos proferidos na adolescência;
os ensinamentos de toda a vida...”*

A Deus que iluminou meu caminho em todos os momentos, mesmo nas horas mais difíceis.

Em alguns momentos pensei em desistir mas sua presença tornou-me forte e perseverante.

“Se vencer, alguém esteve contigo. Se nada conseguir, Ele continuará junto a ti. Se persistir verás que, quem o fez continuar, sorrirá, mesmo que Dele, na felicidade, tu te esqueças...”

“O Mestre se liga à eternidade; ele nunca sabe onde cessa a sua influência.”

Henry Adans

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha imensa gratidão a todos que contribuíram de alguma forma para realização deste sonho.....

*Ao **Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa** que me ensinou o verdadeiro valor de ser Mestre. Homem humildade e dedicado que trilhou sua brilhante trajetória sem gabar-se de sua imensa bagagem intelectual, sempre respeitando seus pares. Sou eternamente grato por sua orientação e por tornar realidade um dos meus sonhos, o título de Mestre.*

*À **Profa. Dra. Kátia de Freitas Alvarenga** que me acompanhou desde o início de minha formação. Não mediu esforços em me mostrar o quão gratificante é a pesquisa científica. Sem dúvida nenhuma, você foi um dos exemplos que me motivaram a seguir a Audiologia.*

*À **Profa. Profa. Dra. Maria Cecília Bevilacqua** que me deu a oportunidade de fazer parte da equipe de pesquisadores no Centro Pesquisas Audiológicas e acreditou em meu potencial.*

*A todos os profissionais e funcionários do Centro de Pesquisas Audiológicas – HRAC/USP e da Clínica de Fonoaudiologia – FOB/USP. Em especial as eternas companheiras: **Natália Frederique, Márcia Yuri, Bete Honda, Deborah Ferrari, Karina Brosco, Luciane Mariotto, Marli Petenuci Ferrari, Mary Mançãno e Helen.** Aonde quer que eu vá jamais me esquecerei da grandiosidade da alma de todas. Obrigado por permanecerem ao meu lado, mesmo quando tudo parecia perdido!*

Aos meus queridos amigos, pelo companheirismo, pela amizade e todos os momentos que foram relevantes no desenvolvimento deste estudo. Valeu pela força!

*Às fonoaudiólogas e amigas: **Marisa Paranhos, Josilene Duarte e Tatiana Mendes**, que estiveram sempre prontas em atender minhas solicitações. Mesmo que estas às vezes fossem apenas um ombro amigo.*

*Às inseparáveis companheiras do programa de Mestrado em Fisiopatologia Experimental da FMUSP: **Liege Tanamati e Camila**. Passamos por momentos difíceis juntos, mas em nenhum deles deixamos de sorrir e acreditar em dias melhores. Obrigado pela dedicação e companheirismo!*

Aos pesquisadores: Fonoudiólogos e Lingüistas do Laboratório de Fonética e Psicolingüística da UNICAMP, que me auxiliaram na construção do estímulo de fala utilizado no estudo.

A todos que aceitaram participar deste estudo e pela confiança que em mim depositaram.

*Especialmente agradeço a você meu **Anjo** que me acompanhou durante este período difícil. Perdão pelos momentos de tensão e nervosismo em que deixei de acreditar em seu amor.*

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia Freddi, Maria F. Crestana, et al. 2ª ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*

SUMÁRIO

LISTAS

RESUMO

SUMMARY

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO	4
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	5
4. MATERIAL E MÉTODO	25
4.1. Estudo Piloto	25
4.2. Seleção da casuística	27
4.2.1. Casuística	28
4.3. MÉTODO	28
4.3.1. Avaliação eletrofisiológica	28
4.3.2. Processo de treinamento	29
4.3.1. Avaliação da percepção de fala	30
4.4. MATERIAL	31
4.4.1. Processo de avaliação eletrofisiológica	31
4.4.2. Produção do contraste de fala	32
4.4.3. Características do sistema de amplificação	34
4.4.4. Calibração do sistema de campo livre	35
4.4.5. Parâmetros para o teste	35
4.4.6. Critérios para análise do registro	37

4.4.7. Análise estatística	39
4.4.8. Equipamento	39
5. RESULTADOS	41
5.1. Análise estatística descritiva	41
5.2. Análise estatística inferencial	51
6. DISCUSSÃO.....	54
7. CONCLUSÃO.....	61
8. ANEXOS.....	62
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
10. REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	79
APÊNDICES	

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

1. SIGLAS:

AASI – Aparelho de Amplificação Sonora Individual

ACE – Advanced Combination Encorder

BKB – Bench, Kowal and Bamford

CPA – Centro de Pesquisas Audiológicas

CIS – Continuous Interleaved Sampler

EARB – Eletrically Evoked Brainstem Response

EEG – Eletro-encefalograma

FMUSP – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

FOB – Faculdade de Odontologia de Bauru

GASP – Glondonald Auditory Speech Perception

HRAC – Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais

IC – Implante Coclear

IEL – Instituto de Estudos da Linguagem

LFAPE – Laboratório de Fonética e Psicolingüística

MMN – Mismatch Negativity

NPS – Nível de Pressão Sonora

PET – Positron Emission Tomography

SPL – Sound Pressur Level

SPEAK – Spectral Peak

UNICAMP – Universidade de Campinas

USP – Universidade de São Paulo

WIPI – Word Intelligibility by Picture Identification

2. SÍMBOLOS:

C – Comfortable level

cm - Centímetro

dB - Decibel

EP – Biologic's Evoked Potential System

Hz – Hertz

ms – Millessegundos

μ V – Microvolts

T – Threshold level

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

1. Tabelas:

- Tabela 1** - Valores de média, mediana, desvio padrão, mínimo e máximo da amplitude (μV) dos potenciais evocados auditivos de longa latência, componentes N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} , gerados a partir dos contrastes: vocálico /i-a/ e consonantal /ba-da/.....**26**
- Tabela 2** - Valores de média, mediana, desvio padrão, máximo e mínimo da latência (ms) dos potenciais evocados auditivos de longa latência, N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} , gerados a partir dos contrastes: vocálico /i-a/ e consonantal /ba-da/.....**27**
- Tabela 3**- Parâmetros utilizados para a pesquisa dos potenciais evocados auditivos de longa latência N_1 , P_2 , N_2 e P_{300}**36**
- Tabela 4** - Média, mediana, desvio padrão, máximo e mínimo das variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e de palavras.....**42**
- Tabela 5** - Valores de média, mediana, desvio padrão, máximo e mínimo das amplitudes (μV) dos potenciais N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} , gerados pelo contraste vocálico /i-a/, nos usuários de IC.....**42**
- Tabela 6** - Valores de média, mediana, desvio padrão, máximo e mínimo das latências (ms) dos potenciais N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} , gerados pelo contraste vocálico /i-a/, nos usuários de IC.....**42**
- Tabela 7** - Modelo de regressão linear aplicado para verificar associação significativa das variáveis: latências dos potenciais N_1 e P_{300} ; amplitude do potencial P_2 ; tempo de surdez; tempo de uso do IC; reconhecimento de palavras.....**53**
- Tabela 8** - Dados individuais referentes às variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC e reconhecimento de fonemas e palavras de cada usuário de IC selecionado para o estudo....**62**
- Tabela 9** - Valores absolutos de latência (ms) e amplitude (μV) para os potenciais N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} , gerados pelo contraste /i-a/, nos usuários de IC avaliados durante o estudo.....**63**

2. Figuras:

- Figura 1** - Usuária de IC posicionada na cabina acústica para pesquisa dos potenciais evocados auditivos de longa latência. Pode-se observar caixa acústica localizada a 50 cm do microfone do IC e o eletrodo ativo (Fz) colocado na testa da paciente.....**32**
- Figura 2**- Amplificador de potência elétrica com controle para seleção do transdutor (fone ou caixa acústica), acoplado ao *Biologic's Evoked Potential System* (EP).....**35**
- Figura 3** - Esquema da colocação dos eletrodos na calvária do paciente e a colocação dos cabos em seus respectivos canais no pré-amplificador do *Biologic's Evoked Potential System* (EP). Eletrodos ativos: F_z e C_z; eletrodos referência: M₁ e M₂ ligados pelo *Jumper*; eletrodo terra: F_{pz}.....**37**
- Figura 4** – As linhas contínuas são tangentes aos seguimentos ascendentes e descendentes que formam o potencial P₃₀₀. A linha vertical traçada a partir do ponto de encontro das tangentes determina, na horizontal (tempo), o ponto onde se mede a latência.....**38**
- Figura 5** - *Biologic's Evoked Potential System* (EP), acoplado ao amplificador de potência que transmite o estímulo. No monitor do computador observam-se os registros dos potenciais evocados auditivos de longa latência.....**40**
- Figura 6** - Gráficos de dispersão para verificar associação entre amplitudes do potencial N₁ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras.....**43**
- Figura 7** - Gráficos de dispersão para verificar associação entre amplitudes do potencial P₂ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras.....**44**
- Figura 8** - Gráficos de dispersão para verificar associação entre amplitudes do potencial N₂ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras.....**45**
- Figura 9** - Gráficos de dispersão para verificar associação entre amplitudes do potencial P₃₀₀ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras.....**46**

Figura 10 - Gráficos de dispersão para verificar associação entre latências do potencial N ₁ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras.....	47
Figura 11 - Gráficos de dispersão para verificar associação entre latências do potencial P ₂ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras.....	48
Figura 12 - Gráficos de dispersão para verificar associação entre latências do potencial N ₂ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras.....	49
Figura 13 - Gráficos de dispersão para verificar associação entre latências do potencial P ₃₀₀ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras.....	50
Figura 14 – Gráficos de dispersão: correlação entre o tempo de uso do IC, tempo de surdez ou de privação sensorial e a idade dos usuários de IC.....	52
Figuras - B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , B ₅ e B ₆ gráficos dos valores de amplitude (μV) dos potenciais N ₁ , P ₂ , N ₂ e P ₃₀₀ , gerados a partir dos contrastes: vocálico: /i-a/ e consonantal /ba-da/, para cada usuário de IC avaliado.....	64-69
Figuras - B ₁₀ , B ₁₁ , B ₁₂ , B ₁₃ e B ₁₄ gráficos dos valores de latência (ms) dos potenciais N ₁ , P ₂ , N ₂ e P ₃₀₀ , gerados a partir dos contrastes: vocálico: /i-a/ e consonantal /ba-da/, para cada usuário de IC avaliado.....	70-77

RESUMO

Banhara MR. *Potenciais auditivos de longa latência: N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀ evocados por estímulos de fala em usuários de implante coclear* [Dissertação]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2007.

Introdução: O implante coclear proporciona aos indivíduos com perda auditiva severa e severa a profunda, que não se beneficiam do uso de aparelho de amplificação sonora individual, maior habilidade quanto à comunicação. Os potenciais evocados auditivos de longa latência (N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀) podem ser um indicador diferencial na avaliação dos usuários de implante coclear. Esses potenciais fornecem parâmetros objetivos de geradores neurais, relacionados às habilidades de atenção, discriminação e memorização de estímulos tonais ou de fala. No estudo, os potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, gerados por estímulos de fala em usuários de implante coclear, foram caracterizados e posteriormente correlacionados às variáveis: percepção de fala, tempo de surdez e tempo de uso do implante.

Metodologia: A pesquisa foi desenvolvida na Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru e no Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de reabilitação de Anomalias, ambas unidades da Universidade de São Paulo. Os potenciais foram captados por eletrodos posicionados nas regiões Cz/Fz/M₁/M₂ da calvária e conectados ao *Biologic's Evoked Potential System* (EP) por cabos, seguindo os padrões do sistema internacional 10-20. Participaram da pesquisa 25 usuários de implante coclear, portadores de surdez pré-lingual, na faixa etária de 6,6 a 12,3 anos. Para realização do procedimento os indivíduos foram orientados a levantar a mão assim que ouvissem o estímulo raro (/a/ e /da/), apresentado na proporção de 20/80 em relação ao estímulo frequente (/i/ e /ba/). Os estímulos de fala /ba-da/ e /i-a/ foram apresentados em *oddball paradigm*, a uma intensidade de 60 dB NPS por uma caixa acústica. **Resultados:** Foram observadas correlações estatisticamente significantes entre a latência do potencial N₁ e o tempo de surdez e de uso do implante; entre amplitude do potencial P₂ e o tempo de surdez e tempo de uso do implante; entre a latência do potencial P₃₀₀ e o reconhecimento de palavras. A latência média do N₁ aumentou 6 ms por ano em relação ao tempo de surdez, mantido o tempo de uso do implante constante e diminuiu 3 ms de acordo com o aumento de 1 ano no tempo de uso. A amplitude média do P₂ diminuiu 1 µV, com o aumento do tempo de surdez em 1 ano, mantendo-se o tempo de uso fixo e aumentou, 0,5 µV com o prolongamento de 1 ano no tempo de uso do IC, mantido o tempo de surdez constante. A latência média do potencial P₃₀₀ aumentou 2 ms, de acordo com a piora do escore de reconhecimento de palavras, e diminuiu 2 ms proporcionalmente à melhora do mesmo escore. **Conclusões:** As variáveis: tempo de surdez e de uso do implante, influenciaram os valores de latência e amplitude dos potenciais N₁ e P₂, sugerindo plasticidade cortical. A latência do potencial P₃₀₀ refletiu os processos cognitivos relacionados às

habilidades de atenção e discriminação auditiva e apresentou relação de significância com os escores de percepção de fala nos usuários de implante coclear.

Descritores: Implante coclear; potenciais evocados auditivos de longa latência; percepção sensorial; percepção de fala.

SUMMARY

Banhara MR. *Long latency auditory potentials: N₁, P₂, N₂ and P₃₀₀, evoked through speech stimulus, in cochlear implant users* [dissertation]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2007.

Introduction: Cochlear implants supply subjects presented with severe and profound hearing loss, who do not benefit from the hearing aid, with a greater communication ability. The long latency auditory evoked potentials (N₁, P₂, N₂ and P₃₀₀) are a differential indicator in the assessment of cochlear implant users. These potentials provide objective parameters of neural generators related to the skills of attention, discrimination and memorization of tonal or speech stimuli. In this study, potentials N₁, P₂, N₂ and P₃₀₀, generated through speech stimuli in cochlear implant users, were characterized and correlated with the variables speech perception, time of deafness and time of cochlear implant use. **Methodology:** the research was carried out at the Speech Pathology clinic of the Dental School and at the Audiological Research Center with the Craniofacial Anomalies Rehabilitation Hospital, both with University of São Paulo at Bauru, SP. The potentials were recorded by electrodes placed in regions Cz/Fz/M₁/M₂ of the skull and connected to the *Biologic's Evoked Potential System* (EP) through cables, according to the standards of international system 10-20. Twenty-five cochlear implant users, presented with pre-lingual deafness, in the age range 6.6 – 12.3 yrs, participated in the study. The subjects were requested to raise their hand as soon as they heard the rare stimulus (/a/ and /da/), presented in the proportion 20/80 in relation to the frequent stimulus (/i/ and /ba/). The speech stimuli /ba-da/ and /i-a/ were presented in *oddball paradigm*, at an intensity of 60 dB NPS, through a speaker. **Results:** statistically significant correlations were observed between the latency of potential N₁ and the time of deafness and time of cochlear implant use; between amplitude of potential P₂ and the time of deafness and time of cochlear implant; between the latency of potential P₃₀₀ and word recognition. The mean latency of N₁ increased 6 ms per year in relation to the time of deafness, with the time of implant use constant and diminished 3 ms according to the increase of 1 year in the time of use. The mean amplitude of P₂ diminished 1 µV, as the time of deafness increased in a year, by keeping fixed the time of use, and increased 0.5 µV, with the increase of a year in the time of CI use, by keeping constant the time of deafness. The mean latency of potential P₃₀₀ increased 2 ms as the word recognition score worsened and diminished 2 ms proportionally to the improvement of the same score. **Conclusions:** The variables time of deafness and cochlear implant use influenced the latency and amplitude of potentials N₁ and P₂, suggesting a cortical plasticity. The latency of potential P₃₀₀ reflected the cognitive processes related to skills of auditory attention and discrimination, and presented a significance relation with the word perception score, in the subjects evaluated.

Descriptors: Cochlear Implant; Long Latency Auditory Evoked Potentials; sensory perception; Speech Perception.

1. INTRODUÇÃO

Alterações do sistema auditivo periférico e central podem desencadear diversos transtornos psicossociais, emocionais e lingüísticos aos indivíduos. Essas alterações identificadas no decorrer da vida podem interferir nos processos educacional e de sociabilização dos mesmos. A possibilidade do uso do implante coclear no tratamento da surdez neurossensorial profunda de indivíduos que não se beneficiam com o uso de aparelhos de amplificação sonora individual (AASI), revolucionou a audiologia a partir da década de 70. Recentemente, a tecnologia do implante coclear (IC) multicanal passou a ser empregada nas deficiências auditivas neurossensoriais severas e severas a profundas em idades cada vez mais precoces.

O IC é um dispositivo composto por um componente externo e outro interno, que pode proporcionar aos indivíduos com perda auditiva severa e profunda audição útil e maior habilidade quanto à comunicação. O componente interno apresenta um feixe de eletrodos inserido cirurgicamente na cóclea e uma antena interna que capta por radiofrequência os sinais emitidos pelo componente externo. A sobrevivência de estruturas neurais em quantidade suficiente na cóclea permite que a estimulação elétrica gerada pelo IC seja transmitida para o córtex cerebral. Diferentes fibras nervosas auditivas podem ser estimuladas em distintos pontos da cóclea, explorando o mecanismo de codificação de frequência e o tonotopismo coclear¹. Um fator relevante é a quantidade de corrente elétrica necessária para desencadear sensação auditiva, que varia de indivíduo para indivíduo e para

cada canal de estimulação. Por essa razão, os parâmetros de estimulação elétrica devem ser ajustados individualmente para adequar-se às necessidades dos usuários². Esse procedimento é denominado mapeamento. O mesmo caracteriza-se pela obtenção das medidas psicoacústicas: *Threshold level* (T), limiar para o estímulo elétrico e, o *Comfortable level* (C), o máximo de corrente elétrica confortável para o paciente³. Uma vez pesquisadas, as medidas psicoacústicas são combinadas com a estratégia de processamento de fala e com outros parâmetros, a fim de formar o que é denominado “mapa”⁴. O objetivo final da programação é ajustar o sistema de IC, de modo que ele possa efetivamente converter o sinal acústico em uma área dinâmica elétrica, utilizável para cada eletrodo estimulado. Quanto mais acurado for esse processo, maior o potencial para o paciente atingir resultado de percepção da fala em conjunto aberto⁵.

Um dos maiores desafios nas pesquisas, com IC, é explicar a variabilidade de resultados no desempenho de percepção de fala dos usuários, o qual pode variar de simples detecção de sons à percepção de fala em conjunto aberto. Partindo dessa constatação, levantou-se a hipótese da utilização de um procedimento eletrofisiológico que possa avaliar objetivamente as áreas auditivas e associativas, corticais e sub-corticais envolvidas no processamento dos sinais acústicos. Para tal propósito, optou-se pela utilização dos potenciais evocados auditivos de longa latência N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀. Os componentes N₁ e P₂, considerados potenciais exógenos refletem a atividade elétrica cerebral, gerada pelas características físicas do

estímulo acústico. Não são influenciados pelo estado atencional do indivíduo e não necessitam de respostas relacionadas a um evento acústico específico para serem registrados. Por outro lado, os potenciais endógenos (N_2 e P_{300}) refletem os processos cognitivos envolvidos nas habilidades de atenção, discriminação e memorização dos estímulos auditivos. E são registrados quando o indivíduo realiza um ato motor simples relacionado a um evento acústico específico, como por exemplo, discriminação de um contraste sonoro (estímulos de frequências distintas, etc).

Devido ao limitado número de trabalhos internacionais e nacionais que avaliam a aplicabilidade dos potenciais de longa latência, evocados por estímulos de fala em usuários de IC, propôs-se a realização do estudo, com o intuito de fornecer informações que possam auxiliar na compreensão das diferenças de desempenho de percepção de fala, encontradas entre os usuários de IC.

2. OBJETIVO

Caracterizar os potenciais evocados auditivos de longa latência, componentes N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, gerados por estímulos de fala em usuários de implante coclear multicanal.

2.1. Objetivos específicos

- Averiguar se as diferenças no desempenho da percepção de fala entre os usuários de implante coclear, refletem-se na qualidade dos registros (latências e amplitudes) dos potenciais evocados auditivos de longa latência;
- Verificar se variáveis, como: tempo de privação sensorial e tempo de uso do implante coclear, podem ser correlacionadas às respostas de latências e amplitudes dos potenciais evocados auditivos de longa latência.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Polich⁶, em 1987, investigou a possibilidade de variação de respostas relacionadas a um evento acústico que possam interferir nos resultados de latência e amplitude do potencial cognitivo P_{300} . Foram avaliados 16 indivíduos (oito homens e oito mulheres), sem queixa auditiva e alterações neurológicas ou de linguagem. Os potenciais gerados pelo contraste de frequência (1kHz estímulo freqüente e 2kHz estímulo raro), foram apresentados a uma intensidade fixa de 60 dB SPL. A atividade eletroencefalográfica foi registrada nos canais ativos F_z , C_z e P_z , posicionados de acordo com o sistema internacional 10-20. Os eletrodos referência foram posicionados nos lóbulos e o eletrodo terra, na testa. Os indivíduos foram instruídos a responder, de três formas diferentes, todas as vezes que discriminassem o estímulo raro: (1) contar silenciosamente; (2) levantar o dedo indicador da mão direita; (3) pressionar um botão também com a mão direita. Cada uma das situações de resposta apresentada foi testada com os olhos abertos e fechados. Os potenciais exógenos N_1 e P_2 não apresentaram diferenças estatisticamente significantes para os resultados de latência e amplitude com relação à manipulação do modo de resposta empregado. Entretanto, o P_2 indicou maiores amplitudes na situação olhos fechados. O potencial endógeno N_2 apresentou diferenças estatisticamente significantes de amplitudes com relação ao tipo de resposta adotada. Para os dados de latência do N_2 não foram obtidos resultados significantes com a manipulação do modo de respostas, entrando foi

observado latências maiores na condição olhos fechados. As três formas de respostas evidenciaram aumento significativo da amplitude do componente P_{300} da posição frontal (canal F_z) para parietal (canal P_z). Entretanto, somente para a resposta 1, observou-se significativo aumento da amplitude do P_{300} , estando o indivíduo de olhos fechados, durante o teste. O aumento da amplitude em relação às demais respostas é diretamente proporcional ao aumento da capacidade atencional, durante a contagem mental. Com relação às latências do P_{300} , verificou-se que a resposta um apresentou maiores valores em relação às demais. A posição dos eletrodos indicou declínio dos valores de latências da posição frontal para parietal. Somente para as situações de resposta (dois e três) observou-se significativo decréscimo de latências do componente P_{300} , em relação à posição dos eletrodos na calvária. O autor concluiu que as variações de latência e amplitude do componente P_{300} podem estar relacionadas aos processos corticais requeridos para cada uma das três respostas testadas.

Kaga et al.⁷, em 1991, avaliaram o P_{300} por meio do tom puro e de palavras, em um estudante de 20 anos de idade, portador de deficiência auditiva de grau profundo desde os 17 anos de idade, o qual recebeu um IC House-3M® monocanal. O teste de percepção de fala para monossílabos e consoantes, em conjunto aberto, evidenciou uma porcentagem de 0%. O mesmo procedimento de avaliação de fala foi aplicado após adaptação binaural, com AASI. Observaram-se os seguintes resultados: escores de percepção de vogais em conjunto aberto de 16% e 36%, respectivamente para as orelhas direita e esquerda, além do incremento de 15% no score de

percepção de consoantes em ambas as orelhas. Em detrimento da limitada percepção de fala em conjunto aberto com AASI(s), foi indicada à cirurgia de IC. A mesma foi realizada na orelha direita e, após um mês de treino auditivo, observou-se: sons de fala de cinco vogais e 14 consoantes; reconhecimento de 15 palavras e compreensão de sentenças de dois, três e quatro sílabas, com e sem leitura orofacial. A porcentagem correta de percepção de monossílabos para vogais e consoantes já não revelou mudanças de três para seis meses de uso do IC. Três meses após a cirurgia, a porcentagem de reconhecimento de palavras foi de 70%, enquanto compreensão de sentenças foi de 92%, sendo que, após seis meses, saltou para 100%. A atividade eletroencefalográfica (EEG) foi registrada pelo eletrodo ativo posicionado no vértice (Cz) e os eletrodos referência na mastóide. Foram criados dois contrastes acústicos: um de frequência (tons puros de 250Hz e 500Hz) e outro de fala: palavras “aka”(vermelho) e “kuro”(preto). Tanto os estímulos tonais quanto os de fala constituíram um “*oddball paradigm*” e foram apresentados na proporção de 80% para o estímulo freqüente e 20% para o raro. Os mesmos foram apresentados ao microfone do processador de sinal externo do IC por fones de cabeça, cuidadosamente posicionados. As ondas do potencial gerado para estímulo tonal e tarefa de reconhecimento de palavra foram examinadas por três registros independentes, usando a presença da deflexão N₂ em adição a uma onda positiva, para determinar a presença do P₃₀₀ entre a latência 300 e 500 ms. Três meses após a cirurgia de implante coclear, respostas identificáveis do P₃₀₀ foram reconhecidas para ambos

estímulos. No entanto, seis meses após a operação, ampla resposta do P₃₀₀ para o estímulo raro de tom e fala foi claramente reconhecida e confirmada pela diferença do potencial raro-freqüente. Os autores concluíram que a adequada reabilitação auditiva pós-cirurgia de IC contribui para melhor discriminação do contraste acústico gerado. O P₃₀₀ é um indicador do desenvolvimento do processamento de informações nesses pacientes. Finalmente, o P₃₀₀ pode ser potencialmente usado na definição da função perceptiva natural, em pacientes com IC, por ser objetivamente mensurável e evidenciar os geradores neurogênicos requeridos.

Micco, et al⁸., em 1995, mensuraram o potencial P₃₀₀ em nove usuários de IC *Nucleus* bem adaptados, com idades entre 34 e 81 anos. O grupo controle foi composto por nove indivíduos com audição normal, equiparados quanto à idade ao grupo experimental (usuários de IC). Os potenciais foram gerados por estímulos silábicos /di/ e /da/ estruturados em “oddball paradigm” (/di/ estímulo freqüente, 80% das vezes e /da/ estímulo raro, 20%) e registrados pelo eletrodo ativo P_z e o eletrodo referência no lóbulo contralateral ao IC, sendo o eletrodo terra posicionado na testa. Os estímulos foram apresentados aos implantados por meio de uma caixa acústica posicionada a “cinco passos” à frente do sujeito, a uma intensidade de 65 dB SPL; e aos indivíduos normais, por fones de inserção, a uma intensidade de 70 dB SPL. A movimentação ocular foi monitorada para minimizar a interferência do artefato ocular. As ondas obtidas para o potencial P₃₀₀, nos nove implantados, foram precedidas pelo complexo N₁-P₂ e apresentaram boa reprodutibilidade, assim como as obtidas nos sujeitos

com audição normal. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para respostas de amplitude e latência do potencial P_{300} quando comparados os grupos controle e experimental. Também não se verificaram diferenças estatisticamente significantes nas latências dos potenciais N_1 e P_2 para os dois grupos estudados, entretanto a amplitude da onda N_1 foi significativamente menor nos usuários de IC. Os resultados também evidenciaram que a latência do pico P_{300} aumenta e a amplitude do mesmo diminui proporcionalmente à idade do sujeito, tanto com audição normal quanto nos usuários de IC. Em um dos usuários de IC, uma mulher de 59 anos de idade, com histórico de alcoolismo, não foi observada resposta para o P_{300} , embora ela tenha discriminado os estímulos. Os autores concluíram que o potencial evocado auditivo cognitivo ou P_{300} pode ser um instrumento útil para o acompanhamento dos aspectos cognitivos do processamento auditivo em implantados.

Groenen et al⁹., em 1996, estudaram as respostas auditivas eletricamente evocadas de tronco encefálico (EABR) e os potenciais cognitivos relacionados a um evento de sete adultos portadores de surdez pós-lingual, usuários de IC. Todos eles usuários de IC multicanal *Nucleus 24* há mais de três anos, processador de fala *mini speech*, com inserção total de eletrodos. Os dados do grupo experimental (usuários de IC) foram comparados aos do grupo controle. Este grupo foi composto por 11 indivíduos com audição normal e sem queixas neurológicas ou otológicas, na faixa etária de 22 a 57 anos. Os potenciais cognitivos ou P_{300} foram gerados por um contraste tonal por frequência (500Hz – estímulo freqüente e

1kHz – estímulo raro), compondo um *oddball paradigm*. Os estímulos foram apresentados a uma intensidade de 70 dB por uma caixa de som posicionada a um metro, e de frente para o sujeito. Os mesmos foram instruídos a contar o estímulo raro. A atividade eletroencefalográfica foi registrada por eletrodos posicionados na mastóide contralateral (referência) e na região parietal P_z (eletrodo ativo). O eletrodo terra foi colocado no pulso do paciente. Foram mensuradas as respostas de amplitude e latência dos componentes N_1 , P_2 e P_{300} . Baseado no escore de reconhecimento de fala, o grupo experimental foi subdividido em dois grupos: um com bom desempenho de reconhecimento (escores entre 85 e 90%) e outro com moderado desempenho da mesma variável (escores entre 67 e 76%). Foram encontrados traçados com pior reprodutibilidade das EABR, em dois indivíduos do grupo, com moderado desempenho de reconhecimento de fala. As latências e amplitudes do complexo N_1 - P_2 para o grupo com bom desempenho de reconhecimento de fala foram semelhantes às dos sujeitos do grupo controle. Entretanto os usuários de IC apresentaram latências do componente P_2 significativamente prolongadas em relação ao grupo controle. Em todos os pacientes do grupo com moderado desempenho de reconhecimento de fala, as latências do componente P_{300} e as amplitudes do componente P_2 encontraram-se fora dos padrões de normalidade. Esses achados podem indicar distúrbios na organização tonotópica da cóclea, no córtex auditivo. As latências do grupo com bom desempenho de fala foram menores que as do grupo com moderado desempenho, o que indica melhor habilidade de discriminação auditiva. Os autores concluíram que os dados

das mensurações eletrofisiológicas avaliam a integridade do sistema auditivo central e se relacionam ao desempenho dos usuários de IC.

Kileny et al¹⁰., em 1997, investigaram os potenciais evocados auditivos de longa latência e os potenciais cognitivos (mismatch negativity e P₃₀₀) em 14 pacientes usuários de IC, na faixa etária de quatro e 12 anos, gerados por estímulos tonais e de fala. Todos eles portadores de perda auditiva severa para profunda, com tempo de uso do IC, variando entre sete e 84 meses. Foram estruturados para o estudo três diferentes contrastes acústicos: (1) por intensidade: tom puro de 1500Hz, nas intensidades de 75dB SPL (estímulo freqüente) e 90dB SPL (raro); (2) por freqüência: tom puro nas freqüências de 1500Hz (estímulo freqüente) e 3000Hz (raro), apresentados a uma intensidade de 80dB SPL; (3) por fala: /heed/ estímulo freqüente e /who`d/ raro. Os três contrastes foram apresentados por uma caixa de som posicionada a três passos do microfone do processador de fala do paciente, a razão de apresentação de 80% (estímulo freqüente) e 20% (estímulo raro). Para avaliação das habilidades de reconhecimento de fala foram utilizados os testes: “*Glendonald Auditory Speech Perception*” (GASP) e o “*Word Intelligibility by Picture Identification*” (WIPI). A atividade eletroencefalográfica foi registrada por eletrodos de prata, posicionados de acordo com o sistema internacional 10-20. O eletrodo ativo foi posicionado no vértice (C_z), os eletrodos referência foram posicionados nas mastóides e o eletrodo terra, na testa do indivíduo. Os resultados foram analisados de acordo com as médias obtidas para o contraste de freqüência, intensidade e fala, respectivamente: 150 ms a 200 ms para o N₁; 200 ms a 300 ms para o

P₂; 300 ms a 400 ms para o N₂; 300 ms a 400 ms para o MMN e 400 ms a 500 ms para o P₃₀₀. Com exceção do pico P₂, os menores valores de latência obtidos foram para o contraste de frequência, seguido pelo contraste de intensidade e o de fala. No entanto a análise de variância indicou que essas diferenças não foram estatisticamente significantes para os três contrastes utilizados. A média de amplitude do P₂ decresceu do contraste de frequência para intensidade e para estímulo de fala, enquanto que, para o P₃₀₀, ela aumentou de frequência para intensidade e para estímulo de fala. No entanto a análise de variância, indicou que essas diferenças não foram estatisticamente significantes. O achado mais relevante do estudo centrou-se na relação observada entre os potenciais cognitivos (P₃₀₀ e MMN) e os *scores* de reconhecimento de fala. As relações com maior grau de significância ocorreram entre as latências dos componentes P₃₀₀ e MMN, geradas pelo contraste de frequência e os *scores* do GASP, e entre as amplitudes dos mesmos componentes, também geradas pelo contraste de frequência, com os *scores* do GASP e do WIPI. A relação entre os componentes gerados pelo contraste de fala e os *scores* dos testes de reconhecimento de fala, embora demonstrem uma tendência similar, não foram estatisticamente significantes. Os autores concluíram que esses potenciais possibilitam a avaliação de habilidades do processamento auditivo de crianças mais jovens, cujo teste comportamental pode ser inconsistente ou de difícil realização. Adicionalmente, essa técnica pode auxiliar na compreensão dos processos de aprendizado e memória auditiva da população usuária de IC.

Ostroff, et al¹¹., em 1998, avaliaram os potenciais evocados auditivos de longa latência N₁ e P₂, gerados por estímulos lingüísticos, em oito indivíduos com audição normal (cinco do sexo feminino e três do sexo masculino), na faixa etária de 24 e 39 anos. Para tal, foram utilizados três estímulos lingüísticos: a sílaba /sei/; a consoante /s/ e o ditongo /ei/ extraídos da sílaba /sei/. Os mesmos foram apresentados em ambas as orelhas, por fones de inserção, a uma intensidade de 80 dB, com intervalos, entre os estímulos de 1030 ms . Os sujeitos foram orientados a ignorar os estímulos auditivos e a permanecerem relaxados durante o teste. Os eletrodos foram posicionados em F_z, C_z, P_z, A₁ e A₂ e o eletrodo terra foi colocado no nariz do indivíduo testado. As ondas para o estímulo /ei/ mostraram maiores amplitudes que as respostas obtidas pelo estímulo /sei/. Para os três estímulos testados, as respostas evocadas apresentaram maiores amplitudes na posição C_z. As respostas, tanto para o /s/, quanto para /ei/, evidenciaram resultados clássicos para o complexo N₁-P₂. No caso do estímulo /s/, as latências foram 110 ms e amplitude de – 0,54 µV para o pico N₁, e de 200 ms e amplitude de 1,63 para o pico P₂. No caso do /ei/, os resultados de latência e amplitude para o pico N₁ foram, respectivamente, 88 ms e – 0,7 µV; e para o pico P₂, foram encontrados os seguintes valores de latência e amplitude: 179 ms e 4,14 µV. O primeiro pico positivo, para o estímulo /sei/, apresentou latência de 200 ms, enquanto o segundo pico positivo apareceu em 300 ms. Os resultados obtidos demonstram que as respostas para o estímulo /ei/, no decorrer da sílaba /sei/, refletem as mudanças de ativação cortical causadas pelas variações espectrais e de

amplitude, durante a transição da consoante para a vogal. Os potenciais evocados auditivos de longa latência (N_1 e P_2) podem ter valor para o acompanhamento da evolução da capacidade de percepção de fala, em crianças com dificuldades auditivas.

Okusa, et al¹²., em 1999, avaliaram oito usuários de implante coclear (IC), seis mulheres e dois homens portadores de surdez pós-lingual com, idade entre 43 e 75 anos. O tempo de privação sensorial dos mesmos variou de dois meses a 20 anos e o tempo de uso do IC variou de um a 19 meses. Os eletrodos ativos foram posicionados nas regiões F_z , C_z e P_z e o eletrodo referência foi colocado na asa nasal. Os sujeitos foram instruídos a levantar o polegar, assim que discriminassem o estímulo raro. Para tal foram utilizadas quatro condições de contrastes por frequência: estímulos raros de 2000Hz, 1500Hz, 1200Hz e 1100Hz para cada situação testada e estímulo frequente de 1000Hz, apresentados a uma intensidade de 75 dB SPL. Os potenciais registrados após o estímulo raro mostraram as ondas N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} , entretanto aqueles gerados, a partir do estímulo frequente evidenciaram apenas as ondas N_1 e P_2 . As latências do pico N_1 foram significativamente maiores no estímulo raro que no frequente, entretanto não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para as quatro condições testadas. A amplitude do potencial N_1 foi maior para o estímulo raro em relação ao frequente em todas as condições testadas, com exceção da condição (1000Hz – 1100Hz) onde ela foi relativamente menor. A amplitude da onda P_2 também não apresentou resultados significativamente diferentes para as quatro condições. As latências do pico N_2 mostraram-se

significativamente maiores, à medida que o estímulo raro se aproximava do estímulo freqüente (233 ms, 249 ms, 261 ms e 283 ms), respectivamente, para cada condição contrastante testada. As amplitudes da onda N₂ foram menores para o contraste (1000Hz – 1500Hz e 1000Hz – 1100Hz), porém não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes. As latências e amplitudes do potencial P₃₀₀ também foram significativamente maiores à medida que o estímulo raro aproximava-se do estímulo freqüente. O aumento das latências das ondas N₂ e P₃₀₀ refletem a dificuldade de discriminação do contraste gerado. Provavelmente as razões para obtenção desses resultados devem-se às limitações dos usuários de IC em discriminarem diferenças sutis de freqüência. As latências das ondas N₁ e P₂ não apresentaram diferenças no decorrer das condições testadas, entretanto foram observados aumentos das latências dos interpicos P₂ - N₂ proporcionalmente ao aumento da dificuldade do teste. Os autores concluíram que os componentes exógenos (N₁ e P₂) dos potenciais de longa latência não são influenciados pela dificuldade de discriminação da tarefa, ao contrário dos potenciais endógenos (N₂ e P₃₀₀), também denominados potenciais cognitivos.

Franco¹³, em 2001, estudou os potenciais auditivos N₁, P₂ e N₂, P₃₀₀ em um grupo de 25 sujeitos normais de ambos os sexos (nove homens e 15 mulheres), na faixa etária de 22 a 58 anos, registrados nos canais ativos F_z e C_z. Os eletrodos referência foram colocados na porção interna dos lóbulos auriculares (A₁ e A₂) e o eletrodo “terra” foi colocado na posição F_{pz}. Como estímulos auditivos foram utilizados tons de 1kHz para o estímulo freqüente

e de 2kHz para o estímulo raro. Os potenciais foram pesquisados em duas promediações ou passagens sucessivas para verificar boa definição e replicação de onda. A identificação do complexo N₂-P₃ simultaneamente em C_z e F_z, foi considerada obrigatória para aceitação dos resultados. Quando a morfologia do complexo N₂-P₃ dificultava a correta identificação das latências, optou-se por adotar, na análise do potencial cognitivo, a técnica descrita por *Chiappa*. O método consiste em traçar linhas tangentes aos segmentos descendente e ascendente do componente. Os prolongamentos dessas linhas se cruzam em um ponto que serve de referência a uma perpendicular ao eixo do tempo. O autor observou uma grande variação nas latências do complexo N₂-P₃, em C_z e F_z, evidenciado pelos altos valores de desvio padrão. A amplitude de P₃₀₀, medida em relação a N₂, revelou também grande variabilidade, sobretudo em F_z, já que amplitude média registrada em C_z foi de 16,56 µV e em F_z, de 14,80 µV. As enfermidades que acometem o encéfalo causam com freqüência distúrbios nas funções cognitivas que podem ser identificadas utilizando-se métodos eletrofisiológicos, como o descrito. Embora sujeitos a variação, e muitas vezes, de difícil interpretação, os potenciais relacionados a eventos ou cognitivos têm o indiscutível mérito de fornecer informações sobre o processamento central do sinal acústico. Em virtude dessa constatação, os valores de normalidade obtidos devem ser usados como ferramenta de pesquisa para a comparação entre grupos e não tomados genericamente como valores de normalidade.

Groenen, et al¹⁴., em 2001, estudaram a amplitude e latência das ondas P₃₀₀ e o complexo N₁/P₂ em nove adultos usuários de IC multicanal *Nucleus*, portadores de surdez profunda pós-lingual (grupo experimental). O grupo controle foi composto por 10 adultos de ambos os sexos e faixa etária de 24 a 57 anos, sem histórico de problemas auditivos, neurológicos ou de linguagem. Anteriormente à avaliação eletroencefalográfica, os usuários de IC foram submetidos à avaliação da percepção de fala. Os potenciais cognitivos P₃₀₀ foram gerados por estímulos tonais e de fala. Para a construção do contraste com tom puro, foram utilizados estímulos nas frequências de 500Hz (contínuo) e 1kHz (raro). Com relação à amostra de fala, o contraste foi construído em três situações: ponto de articulação (/ba/ /da/), traço de sonoridade (/ba/ /pa/) e pelo contraste vocálico (/i/ /a/). Os estímulos sonoros foram apresentados por uma caixa acústica posicionada defronte do indivíduo, a um metro de distância do mesmo. A intensidade de apresentação foi de 70 dB NPS e a probabilidade de ocorrência foi de 85% para o estímulo freqüente e 15% para o raro. Verificou-se reprodutibilidade do pico P₃₀₀ em todos os contrastes, para os indivíduos do grupo controle, entretanto grande variabilidade de respostas foi encontrada para o grupo experimental. O pico P₃₀₀ foi registrado em 100% dos usuários de IC, quando gerado pelos contrastes: tonal e vocálico, todavia o mesmo não foi identificado, considerando-se a média da maioria das ondas para os dois contrastes consonantais. Observaram aumento de latências e diminuição das amplitudes dos componentes N₁, P₂ e P₃ dos usuários de IC, em comparação ao grupo com audição normal. A redução nos valores de

amplitude para o grupo experimental foi maior para os contrastes consonantais (/ba/ /da/ e /ba/ /pa/). Para o componente N₁ foram observadas diferenças significantes nos valores de latência, quando comparado ao grupo controle. As respostas do componente P₃₀₀ nos usuários de implante coclear foram comparadas aos resultados comportamentais do reconhecimento de fala. Foi encontrada relação de significância entre amplitude do P₃₀₀ e os dados comportamentais do reconhecimento de fala para o tom puro (500Hz – 1kHz) e o contraste vocálico (/i/, /a/) no grupo experimental. Os usuários de IC com piores escores de reconhecimento de fala apresentaram amplitudes menores do componente P₃₀₀, quando comparados àqueles que obtiveram melhores scores. Não foi encontrada relação entre o reconhecimento de fala e as respostas do componente P₃₀₀ geradas pelos contrastes consonantais. Os autores verificaram que esses contrastes apresentam maiores dificuldades para discriminação, inclusive para o grupo controle. Os resultados descritos sugerem que os dados obtidos com as mensurações do P₃₀₀ são de grande valia para o acompanhamento da evolução do reconhecimento de fala dos usuários de IC. Entretanto a avaliação dos benefícios do IC por meio dos potenciais cognitivos ou relacionados a um evento, pode depender do tipo de contraste sonoro utilizado. Os autores concluíram ainda que os resultados obtidos com o estudo não oferecem dados consistentes a respeito de qual é o melhor contraste de fala para avaliação dos potenciais cognitivos em usuários de IC.

Beynon, et al¹⁵. , em 2002, estudaram os potenciais evocados auditivos de longa latência e os cognitivos, usando contraste de estímulo de fala

baseado em diferenças acústicas e/ou diferenças na percepção da representação fonética (/ba/ e /da/ e /i/ e /a/) e *tone – burst* (500kHz – 1kHz). Os resultados foram comparados com escores de reconhecimento de fala. Foram avaliadas 10 crianças usuárias há dois anos de IC multicanal, com bom reconhecimento de fala, em conjunto aberto, e 14 crianças de nove a 16 anos de idade com audição normal. O grupo experimental foi subdividido: A) cinco crianças com pobre escore de reconhecimento de palavras (40% ou menos); e, B) cinco crianças com escores de reconhecimento de fala relativamente bom (maior que 65%). Os estímulos foram apresentados por caixa acústica posicionada a um metro do sujeito, na proporção de 85% para o freqüente e 15% para o raro, em nível de intensidade de 70 dB NPS. Os eletrodos foram posicionados em F_z (ativo), terra e mastóides (referência). Para os implantados utilizou-se somente eletrodo de referência contra-lateral ao Implante Coclear para diminuir o artefato eletromagnético. As latências dos potenciais N₁ e P₂ dos indivíduos usuários de implante coclear dos grupos A e B estavam aumentadas (média do grupo A: N₁ = 130 ms, P₂ = 230 ms), comparativamente às latências dos potenciais dos indivíduos com audição normal (média N₁ = 106 ms, média P₂ = 170 ms); o P₃₀₀ estava presente no grupo A, somente quando foi utilizado contraste de tom com latências significativamente aumentadas (média = 635 ms), comparadas ao grupo controle com audição normal (média = 500 ms). Para o contraste de fala o P₃₀₀ apresentou-se ausente ou atrasado: somente duas crianças no grupo A mostraram reprodutibilidade da onda, com latência relativamente aumentada. Isso pode sugerir que a presença de picos bem definidos da

onda P₃₀₀ para o contraste de fala relaciona-se à boa habilidade de discriminação acústica. A latência do potencial cognitivo P₃₀₀, obtido do grupo B (média = 480 ms), não apresentou diferença daqueles obtidos nos indivíduos com audição normal. Os autores concluíram que o registro do P₃₀₀ parece ser sensível para identificar variações no desempenho de reconhecimento de fala dos usuários de IC.

Beynon & Snik¹⁶, em 2004, relataram que em contraste ao Mismatch negativity (MMN), o P₃₀₀ é uma resposta aparentemente baseada na atividade acústica e/ou na discriminação fonética¹⁵. Essa constatação sugere que o P₃₀₀ fornece dados relevantes para a evolução da capacidade de percepção de fala, quando eliciado por estímulos de fala. Os autores avaliaram os potenciais P₃₀₀ em usuários de IC *Nucleus 24*, utilizando diferentes paradigmas de estimulação em diferentes estratégias de codificação. Os potenciais foram obtidos em crianças com bom e pobre desempenho de fala, assim como em adultos. Inicialmente, o complexo N₁-P₃₀₀ foi registrado em nove adultos usuários de implante coclear com estratégia de codificação *MPEAK* e comparado com os resultados obtidos em sujeitos normais. Diferentes contrastes de estimulação foram pesquisados: tom puro (500Hz – 1kHz), contraste vocálico (/i/ - /a/) e contraste consonantal (/ba/ - /da/ e /ba/ - /pa/). Em geral, o estudo evidenciou menores amplitudes e maiores latências para o pico positivo P₃₀₀, no grupo experimental (usuários de IC), quando comparado ao grupo controle. Não foi encontrada associação estatisticamente significativa em relação ao desempenho de reconhecimento de fala, de acordo com os

resultados obtidos em estudos preliminares¹⁰. Estudo similar foi efetuado em crianças com pobre desempenho de reconhecimento de fala (< 40%) e com bom desempenho (> 65%). Somente para o contraste tonal foi encontrado um potencial P₃₀₀ significativo para as crianças avaliadas. Nos dois grupos foram encontradas latências prolongadas para os picos N₁, P₂ e P₃₀₀, em comparação a crianças com audição normal. Em outro estudo, as respostas do P₃₀₀, obtidas em dois contrastes: vocálico e consonantal, foram comparadas aos *scores* de percepção de fala para cada estratégia de codificação (*ACE*, *CIS* e *SPEAK*), em 10 usuários de IC. Concluiu-se que os resultados dos potenciais eliciados por estímulos de fala, obtidos em crianças com pobre desempenho, sugerem imaturidade de geradores (sub)corticais associados ao processamento fonético do sinal acústico. Recentes estudos evidenciaram que, para os adultos usuários de IC os *scores* de fala não afetam diretamente os potenciais corticais, entretanto, para esses mesmos indivíduos são observadas variações do pico P₃₀₀, quando diferentes estratégias de codificação de fala são utilizadas.

Duarte et al¹⁷ ., em 2004, avaliaram o potencial cognitivo P₃₀₀, gerado por tom puro, em 33 indivíduos de ambos os sexos (14 homens e 19 mulheres), na faixa etária de 7a 34 anos, com audição normal e sem alterações neurológicas. Os potenciais evocados auditivos foram gerados pelo contraste de frequência (1kHz estímulo freqüente e 2kHz estímulo raro), com taxa de apresentação de 80% por 20%, respectivamente e intensidade média de 70 dB NPS. O teste foi realizado em sala acusticamente tratada em duas situações: estímulos apresentados por fones de inserção 3A e por

caixa acústica posicionada a um metro do sujeito avaliado, nas posições 0° e 45° azimuth. A colocação dos eletrodos seguiu o sistema internacional 10-20. Os eletrodos ativos foram posicionados nas regiões Cz e Fz; o eletrodo referência foi posicionado na mastóide direita e o “terra”, na testa (Fpz). Os resultados evidenciaram que o padrão de normalidade determinado na calibração biológica realizada com fones pode ser referência para análise do teste, quando realizado em campo livre. Outro dado relevante constatado foi que pequenas variações no posicionamento da caixa acústica, entre a angulação de 0° e 45° azimuth, não interferem na confiabilidade do procedimento intra e interexaminadores. Os autores relataram que a pesquisa do potencial cognitivo P₃₀₀, em campo livre, é um procedimento viável de ser realizado em indivíduos normais. Finalmente concluíram que os valores de latência dos componentes N₂ e P₃₀₀ e amplitude do P₃₀₀ não diferem no modo de realização do teste: fone e campo livre (0° e 45° azimuth).

Green et al¹⁸., em 2005, investigaram a relação entre os resultados auditivos obtidos pós-implante coclear e ativação de áreas do córtex auditivo. O estudo também abordou os efeitos da privação sensorial e do tempo de uso do IC em relação à ativação do córtex auditivo. Participaram do estudo 18 adultos, na faixa etária de 18 a 75 anos (nove homens e nove mulheres), portadores de deficiência auditiva pós-lingual e usuários de IC. O tempo de privação sensorial entre eles variou de um a 51 anos, média de 16,4 anos. A percepção de fala dos implantados foi avaliada pelo teste *Bench, Kowal, Bamford* (BKB), contendo 32 sentenças, totalizando 100

palavras. Os 18 indivíduos foram subdivididos em dois grupos: (1) grupo com mais de dois anos de uso do dispositivo e (2) grupo de novos usuários, com um a três meses de uso do dispositivo. O grupo com maior tempo de uso foi subdividido em dois grupos: pacientes com pobre escore de percepção de fala e pacientes com bom escore de percepção de fala. A atividade cortical resultante da estimulação auditiva foi mensurada, utilizando *FDG positron emission tomography (PET)*. No grupo de usuários mais experientes foi observada correlação positiva entre percepção de fala e ativação de áreas primárias e associativas do córtex auditivo. Essa correlação foi ausente no grupo de novos usuários com habilidades similares de percepção de fala. Verificou-se correlação negativa, significativa entre a duração da perda auditiva ou tempo de privação sensorial e ativação cortical auditiva. Os autores concluíram que a correlação entre percepção de fala e ativação do córtex auditivo é profundamente influenciada pela variável tempo de uso do IC.

Vilhena et al¹⁹., em 2005, estudaram uma casuística de 30 adultos jovens (20 a 25 anos), 12 do gênero masculino e 18 do feminino, sem alterações auditivas e neurológicas. A atividade cerebral foi registrada em eletrodos Ag/AgCl posicionados no couro cabeludo nas regiões F_z, C_z, C₃ e C₄, seguindo o padrão internacional 10/20. Os potenciais evocados de longa latência N₁, P₁, P₂ e N₂ e P₃₀₀ correspondem a manifestações elétricas cerebrais, resultantes de um estímulo externo cujas latências podem variar de 260 ms a 600 ms. A amplitude da onda P₃₀₀ reflete a entrada da informação acústica e é influenciada por aspectos afetivos e emocionais

relacionados ao estímulo selecionado. Estímulos motivantes geram, na maioria das vezes, picos com maior amplitude. Os potenciais exógenos (N_1 e P_2) sofrem influência das características físicas do estímulo, enquanto os potenciais (N_2 e P_{300}) relacionam-se ao processamento cognitivo, não sofrendo influência direta das características físicas do estímulo. Os autores verificaram diferenças estatisticamente significantes, quando comparados os canais ativos C_z e F_z , com relação à latência do pico P_{300} ; e em valores médios, o canal C_z apresentou latências com valores inferiores. A amplitude média do canal F_z foi ligeiramente maior nos indivíduos do sexo masculino, entretanto os valores médios de amplitude encontrados para ambos os sexos são maiores para o canal C_z . Também foi relatada a presença de estabilidade dos potenciais em intervalos de uma semana entre a primeira e a segunda mensuração, quando respeitados os mesmos padrões. Por essa razão, a presença, em um mesmo sujeito, de valores diferentes de latência e amplitude, em um intervalo temporal curto, indica possíveis alterações neurológicas.

4. MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi desenvolvido na Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB) e no Centro de Pesquisas Audiológicas (CPA) do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC), ambas unidades da Universidade de São Paulo (USP), *campus* Bauru.

Desde 1990, o CPA conta com um programa de implante coclear voltado para o diagnóstico e tratamento das deficiências auditivas. O referido programa é pautado por uma estrutura de trabalho interdisciplinar que objetiva a reabilitação dos indivíduos com perdas auditivas neurosensoriais severas e severas a profundas.

A proposta de estudo foi submetida à análise dos Comitês de Ética do HRAC/USP, *campus* Bauru e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), de acordo com os respectivos processos: nº 007/2004 e nº 145/04, apêndice 1. O termo de consentimento livre esclarecido apresentado aos pacientes e responsáveis encontra-se no apêndice 2.

4.1. Estudo Piloto

Os potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, gerados pelos estímulos de fala, foram pesquisados inicialmente em um grupo composto por 10 indivíduos normais de ambos os sexos, na faixa etária de sete a 14,3 anos, sem histórico de alterações neurológicas ou de linguagem. Com o estudo obtiveram-se subsídios a respeito da aplicabilidade do teste em campo livre, além de parâmetros próprios quanto aos traçados eletroencefalográficos,

característicos dos potenciais gerados pelos estímulos de fala. Durante o estudo piloto, a calibração do sistema de campo livre, a partir dos estímulos fala: /ba-/da/ e /i-/a/ foi realizada. Finalmente definiram-se os parâmetros de avaliação e observou-se a reprodução dos potenciais evocados auditivos de longa latência, validando, assim, a metodologia proposta.

Nas tabelas 1 e 2 são apresentados os resultados de amplitude e latência dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀ do grupo de indivíduos com audição normal para os contrastes: /i-a/ e /ba-da/.

Tabela 1 - Valores de média, mediana, desvio padrão, mínimo e máximo da amplitude (μ V) dos potenciais evocados auditivos de longa latência, componentes N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, gerados a partir dos contrastes: vocálico /i-a/ e consonantal /ba-da/

Contraste	Potencial	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
/i-a/	N ₁	6,6	1,5	4,4	6,7	8,9
	P ₂	4,3	2,3	1,9	4,3	6,9
	N ₂	9,2	6,3	4,1	5,8	21,8
	P ₃₀₀	8,2	3,6	3,1	8,5	13,1
/ba-da/	N ₁	3,2	-	3,2	3,2	3,2
	P ₂	4,7	4,3	1,6	2,9	9,6
	N ₂	9,0	3,7	1,1	9,5	15,0
	P ₃₀₀	5,6	3,6	1,8	4,7	12,4

Os dados de amplitude evidenciaram a variabilidade de resultados tanto para o contraste vocálico /i-a/, quanto consonantal /ba-da/. Tal variabilidade pode ser confirmada pelos dados de desvio padrão. Os valores menores de amplitude, obtidos com o contraste /ba-da/ em relação ao /i-a/ para o potencial P₃₀₀, sugerem maior dificuldade de discriminação do contraste consonantal.

Tabela 2 - Valores de média, mediana, desvio padrão, máximo e mínimo da latência (ms) dos potenciais evocados auditivos de longa latência, N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, gerados a partir dos contrastes: vocálico /i-a/ e consonantal /ba-da/

Contraste	Potencial	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
/i-a/	N ₁	165,8	25,2	133,3	163,4	218,8
	P ₂	198,8	20,6	183,2	188,4	229,0
	N ₂	275,3	49,9	237,4	260,3	393,5
	P ₃₀₀	360,2	47,7	322,7	324,8	428,9
/ba-da/	N ₁	241,5	-	241,5	241,5	241,5
	P ₂	135,3	9,1	124,9	139,5	141,6
	N ₂	272,7	50,5	212,4	272,8	343,5
	P ₃₀₀	457,6	37,7	416,4	449,7	503,9

Verificou-se aumento de latências do componente P₃₀₀ para o contraste consonantal /ba-da/, o que também sugere dificuldade para discriminação do contraste utilizado. Os altos valores de desvio-padrão em todos os potenciais, para os dois contrastes de fala testados, também indicaram grande variabilidade de resultados.

4.2. Seleção da Casuística

Os indivíduos selecionados para o estudo são cadastrados no programa de implante coclear do CPA – HRAC/USP, *campus* Bauru/SP. Após análise de prontuários, adotou-se como critério de inclusão à casuística: usuários de implante coclear multicanal *Nucleus 24*; processador de fala *Sprint*; inserção total de eletrodos na cóclea e estratégia de codificação fala ACE. As variáveis - tipo do dispositivo, inserção de eletrodos, processador de fala e estratégia de codificação - estão diretamente relacionadas ao processamento de fala pelo implante coclear; portanto devem ser levadas em consideração na pesquisa dos potenciais

auditivos gerados por estímulos de fala. Todos fazem uso efetivo de seu dispositivo eletrônico e estão em processo terapêutico na área fonoaudiológica. A equipe do programa de implante coclear do CPA – HRAC/USP faz o acompanhamento sistemático destes pacientes, que retornam no mínimo uma vez por ano para avaliação e ajustes na programação do IC.

4.2.1. Casuística

O grupo experimental foi composto por 25 usuários de implante coclear multicanal na faixa etária de 6,6 a 12,3 anos de idade, de ambos os sexos e portadores de surdez pré-lingual.

4.3. MÉTODO

4.3.1. Avaliação eletrofisiológica

Os potenciais evocados auditivos de longa latência N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} são agrupados em componentes exógenos (N_1 e P_2) e endógenos (N_2 e P_{300}). Os potenciais exógenos são influenciados pelas características físicas do estímulo (intensidade, duração e frequência). O potencial N_1 apresenta voltagem negativa e potencial P_2 voltagem positiva. O complexo N_1 - P_2 é registrado passivamente, sem que o indivíduo realize qualquer atividade relacionada ao estímulo acústico. Esses potenciais não refletem atividades intrínsecas corticais, mas sim componentes extrínsecos relacionados às características físicas do estímulo.

Por outro lado, os potenciais evocados auditivos de longa latência N₂ e P₃₀₀, também chamados de potenciais cognitivos ou relacionados a eventos, são potenciais endógenos relacionados a fatores intrínsecos ao indivíduo. O componente N₂ é um pico com voltagem negativa que reflete o estado atencional do indivíduo. O P₃₀₀ ocorre aproximadamente a 300 ms após a apresentação do estímulo, com voltagem positiva e reflete os processos cognitivos envolvidos nas habilidades de atenção, discriminação e memória auditiva. O registro desses potenciais se dá normalmente quando o indivíduo ouve e discrimina um estímulo raro, que é apresentado randomicamente durante um estímulo freqüente. Após discriminação e memorização do contraste acústico tonal ou de fala (*oddball paradigm*), o indivíduo realiza um ato motor simples. Esta ação motora relacionada ao evento acústico reflete os processos cognitivos envolvidos e gera os componentes N₂ e P₃₀₀.

4.3.2. Processo de treinamento

Como o procedimento envolve o reconhecimento dos contrastes vocálico /i-a/ e consonantal /ba-da/ os usuários de IC foram, previamente, submetidos a treinamento auditivo. O avaliador orientou o indivíduo a respeito da existência de um estímulo freqüente (/i/ ou /ba/) e outro raro (/a/ ou /da/) apresentado pela caixa acústica. Posteriormente a etapa de orientação o indivíduo foi exposto aos estímulos de fala, e instruído a ficar atento e a discriminar o estímulo raro do freqüente. O treinamento auditivo evitou o aparecimento de falsos positivos oriundos das dificuldades de

compreensão do teste e discriminação do contraste utilizado, seja ele vocálico ou consonantal. A etapa de treinamento durou em média 10 minutos para cada usuário de IC selecionado para o estudo.

4.3.3. Avaliação de percepção de fala

A percepção de fala dos usuários de IC foi avaliada em campo livre, em uma cabine acústica do CPA – HRAC/USP, utilizando-se o seguinte protocolo:

- Lista de vocábulos dissílabos, procedimento de avaliação da percepção dos sons da fala para crianças deficientes auditivas, maiores de 5 anos. Composta por 10 vocábulos foneticamente balanceados para treino, e 20 vocábulos também foneticamente balanceados para avaliação²¹.

A lista de vocábulos foi apresentada a uma intensidade de 60 dB NPS por uma caixa acústica posicionada a 50 cm do microfone do IC. Entre a caixa acústica e o microfone do IC constituiu-se um ângulo de 45°. Para o procedimento utilizou-se: audiômetro *Midimate 622*, acoplado a um microfone e a caixa acústica.

Delgado & Bevilacqua²¹, em 1999, elaboraram um procedimento de avaliação do reconhecimento de palavras dissílabas que permitem a análise do padrão silábico consoante/vogal. A lista de palavras escolhida possui 20 dissílabos que apresentam todas as vogais e praticamente todas as consoantes na posição inicial e medial. Foram avaliadas 21 crianças com perdas auditivas: moderada, severa e profunda, de ambos os sexos na faixa etária de cinco a 10 anos de idade, usuárias de aparelho de amplificação

sonora individual. As palavras utilizadas nesse procedimento tornaram possível a rápida determinação do escore de reconhecimento de fala e apresentaram poucas pistas contextuais. O reconhecimento de fonemas foi maior em comparação ao reconhecimento de palavras nas crianças deficientes auditivas e ambos diminuíram de acordo com a severidade da perda. As crianças do grupo controle obtiveram 100% de escore de reconhecimento de palavras. Os resultados demonstraram a importância da análise das respostas não apenas em termos de palavras corretas, como também quanto ao escore de fonemas.

4.4 MATERIAL

4.4.1. Processo de avaliação eletrofisiológica

Para a realização do teste, o indivíduo foi posicionado numa maca, em decúbito dorsal com um ângulo de inclinação da cabeça de aproximadamente 20°. A caixa acústica foi posicionada na altura do microfone do implante coclear ou da orelha do indivíduo, a uma distância de 50 cm do mesmo, com angulação de 45°. O indivíduo foi instruído a ficar com os olhos fechados para minimizar os artefatos causados pela movimentação ocular, mantendo-se atento ao estímulo raro (*oddball paradigm*) e a levantar a mão toda vez que o ouvisse. A figura 1 ilustra a descrição apresentada acima.

Figura 1 - Usuária de IC posicionada na cabina acústica para pesquisa dos potenciais evocados auditivos de longa latência. Pode-se observar caixa acústica localizada a 50 cm do microfone do IC e o eletrodo ativo (F_z) colocado na testa da paciente.

4.4.2. Produção do contraste de fala

Os parâmetros para construção da amostra de fala foram baseados em estudo semelhante desenvolvido por Groenen et al, em 2001¹⁴, e posteriormente adaptados para a Língua Portuguesa.

A amostra de fala foi construída em uma sala acusticamente tratada do Laboratório de Fonética e Psicolinguística (LFAPE) do Instituto de Estudos da Linguagem (IEL) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). As emissões foram gravadas por meio de microfone unidirecional, diretamente na placa de computador, pelo programa livre *Praat* (www.praat.org), numa

amostragem de 22Khz. Solicitou-se que o locutor fizesse suas emissões de forma natural.

Inicialmente, trabalhou-se no contraste, por meio do ponto de articulação /ba/-/da/, determinado por sua definição espectral; o /ba/ configurou o estímulo de fala freqüente e o /da/ o raro. Foi utilizada como sinal de fala padrão a voz de um adulto jovem do sexo masculino (homem, de 22 anos de idade, sem refluxo gastroesofágico e com qualidade vocal fluida). Em seguida, foi construído, por meio do traço de sonoridade /ba/-/pa/um contraste, no qual o /ba/ se configurou como o estímulo freqüente e o /pa/ como o raro, determinado pela disposição temporal. Por último, foi gerado o contraste vocálico /i/-/a/, determinado pelas freqüências das formantes F_1 e F_2 e por uma extensão menor de F_3 .

As sílabas [ba] e [da] foram extraídas da emissão das palavras [ba'ba] e [da'da], respectivamente, sendo correspondentes à segunda sílaba. A partir da sílaba isolada, verificaram-se os valores de F_1 , F_2 e F_3 em sua porção inicial e estável. Suas larguras de banda foram colhidas da região estável das freqüências formantes. De posse desses valores, compilou-se um script no Praat (versão 4.2.31) e uma re-síntese de cada sílaba foi realizada. A sílaba [pa] foi extraída da sílaba [ba], originada em [baba], anteriormente, a partir da região em que não se percebia mais a vibração das pregas vocais para o fonema [b]. A partir de então, o procedimento foi o mesmo que descrito para as sílabas anteriores. As vogais [a] e [i] foram extraídas da emissão isolada das sílabas [pa] e [pi], respectivamente. Em

cada sílaba da região da vogal, coletaram-se dois ciclos glotais com estabilidade espectral e, em *Matlab* (versão 6.0.0.88), replicaram-se esses ciclos de forma a corresponderem a uma emissão vocálica de 150 ms. De volta ao *Praat*, re-sintetizaram-se as vogais com script semelhante ao já descrito para as sílabas. Quanto às durações: [ba] e [da] = 180 ms; [pa] = 123 ms; [a] e [i] = 150 ms.

Os estímulos lingüísticos produzidos, previamente manipulados e gravados em CD pelo LAFAPÉ / UNICAMP, foram digitalizados e inseridos na unidade C do computador conectado ao software do *Biologic's Evoked Potential System* (EP). A ordem e o nível de apresentação do estímulo foram manipulados randomicamente pelo referido software. O EP também realizou o registro dos potenciais evocados auditivos de longa latência N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, eliciados pelos estímulos de fala.

4.4.3. Características do sistema de amplificação

Instalou-se um amplificador de potência elétrica, com saída de 30 Watts RMS, em conjunto com uma caixa acústica de 50 Watts RMS, sobre um Tripé. Na entrada de sinal do amplificador foi instalado um transformador isolador com impedância de entrada de 440 Ohms. A impedância do transformador isolador é igual à impedância de saída dos fones de inserção usados no equipamento (*Biologic's Evoked Potential System*). Foi utilizada saída de 5 kOhms para o amplificador. O amplificador é ilustrado na figura 2.

Figura 2 – amplificador de potência elétrica com controle para seleção do transdutor (fone ou caixa acústica), acoplado ao *Biologic's Evoked Potential System* (EP)

4.4.4. Calibração do sistema de campo livre

Foi utilizado um medidor de Nível de Pressão Sonora – *Brüel & Kjær Investigator*, modelo 2260, acoplado a um microfone de campo modelo 4189 – Brüel & Kjær. A caixa acústica foi posicionada na altura da cabeça do paciente, a uma distância de 50 cm do medidor, formando com o mesmo um ângulo de 45°. Foi utilizada a escala (filtro de ponderação) *Peak C* para a mensuração, utilizando-se os seguintes valores para a amostra de fala /ba/ - /da/ e /i/ - /a/: 60 dBNHL $\cong$ 80 dBNPS.

4.4.5. Parâmetros para o teste

O estímulo de fala raro foi apresentado em *oddball paradigm*, de forma imprevisível e aleatória na probabilidade de 20% da apresentação do estímulo freqüente, que foi apresentado na probabilidade de 80%. O

contraste entre o estímulo raro e freqüente, conforme mencionado, foi estruturado por meio do ponto de articulação e pela variação vocálica. Na tabela 3 são apresentados os parâmetros utilizados para pesquisa dos potenciais evocados auditivos de longa latência N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀.

Tabela 3 - Parâmetros utilizados para a pesquisa dos potenciais evocados auditivos de longa latência N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀

PARÂMETROS PARA A REALIZAÇÃO DO TESTE	
Tipo de estímulo	/a/ e /da/ (raro); /i/ e /ba/ (freqüente)
Taxa de apresentação	1 estímulo por segundo
Intensidade do estímulo	80 dB NPS
Tipo de eletrodos	ECG/AGCL com gel
Posição dos eletrodos	F _Z e C _Z (ativos); M ₁ ou M ₂ (referência, contra-lateral ao implante coclear para minimizar o artefato eletromagnético); F _{pz} (eletrodo terra)
Pré-amplificador	Canal 1 e 2 – Input 1 Ativo; Input 2 Referência (<i>Jumper</i>)
Impedância	≤ 5 KΩ (individual); ≤ 2 KΩ (entre eletrodos)
Filtro passa banda	1 A 25 Hz
Transdutor	Caixa acústica
Ganho	50000
Janela	550 ms

Na figura 3 é apresentado um esquema da disposição dos eletrodos na calvária e do pré-amplificador (sistema internacional 10-20) do *Biologic's Evoked Potential System* (EP).

Figura 3 - Esquema da colocação dos eletrodos na calvária do paciente e a colocação dos cabos em seus respectivos canais no pré-amplificador do *Biologic's Evoked Potential System* (EP). Eletrodos ativos: F_z e C_z; eletrodos referência: M₁ e M₂ ligados pelo *Jumper*; eletrodo terra: F_{pz}.

4.4.6. Critérios para análise do registro

Para a avaliação dos resultados obtidos pelo procedimento eletrofisiológico foram consideradas as latências e amplitudes dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀. Considerou-se presença de respostas quando os registros foram simultâneos nos canais ativos (F_z e C_z) e ocorreu reprodutibilidade das ondas nas duas promediações. Os valores de latência e amplitude dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀ foram marcados no canal C_z, sempre na primeira promediação. Os componentes P₂, N₂ e P₃₀₀ foram marcados no registro gerado pelo estímulo fala raro e o componente N₁ foi marcado no registro gerado pelo estímulo fala freqüente. Quando a morfologia do P₃₀₀ dificultava a correta identificação das latências, optou-se por adotar, na análise do

potencial cognitivo P_{300} , a técnica descrita por *Chiappa 1997*. O método consiste em traçar linhas tangentes aos segmentos descendente e ascendente do componente. Os prolongamentos dessas linhas se cruzam em um ponto que serve de referência a uma perpendicular ao eixo do tempo¹³. Na figura 4, é apresentado o método descrito para determinação da latência do P_{300} .

Figura 4 – As linhas contínuas são tangentes aos seguimentos ascendentes e descendentes que formam o potencial P_{300} . A linha vertical traçada a partir do ponto de encontro das tangentes determina, na horizontal (tempo), o ponto onde se mede a latência.

4.4.7. Análise estatística

Foi realizada análise estatística descritiva das variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do implante coclear, reconhecimento de fonemas, reconhecimento de palavras, latências e amplitudes dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀. A associação entre os valores de latência e amplitude dos potenciais, eliciados pelo contraste /i-a/, e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do implante coclear e reconhecimento de fonemas e palavras, foi estudada pelo modelo de regressão linear múltiplo²². Para chegar ao referido modelo, utilizou-se o método de *backward* e os valores de correlação de *Pearson* de 0,82 entre a idade e o tempo de surdez e de 0,96 entre o reconhecimento de palavras e de fonemas, com nível de significância $p \leq 0,05$.

4.4.8. Equipamento

Para os procedimentos descritos acima, foi utilizado o equipamento *Biologic's Evoked Potential System* (EP), acoplado a um amplificador de potência que transmite o estímulo acústico ao transdutor selecionado: caixa acústica ou fone de inserção. Na figura 5 é apresentado o sistema EP, utilizado na pesquisa dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀.

Figura 5 - *Biologic's Evoked Potential System* (EP), acoplado ao amplificador de potência que transmite o estímulo. No monitor do computador observa-se o registro dos potenciais evocados auditivos de longa latência

5. RESULTADOS

Os potenciais evocados auditivos de longa latência N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} foram pesquisados em 25 usuários de IC de ambos os sexos, na faixa etária de 6,6 a 12,3 anos. O tempo de surdez ou de privação sensorial destes indivíduos variou de 1,5 a 6,5 anos e o tempo de uso de implante de 2,6 a 9,0 anos. Todos foram submetidos ao teste de percepção de fala²¹, para definir os escores de reconhecimento de fonemas e de palavras.

A maioria dos indivíduos (80% da casuística) não discriminou o contraste consonantal /ba-da/, mesmo após várias tentativas, na etapa de treinamento. Por essa razão para análise estatística foi considerado apenas o contraste vocálico /i-a/. Em apenas cinco indivíduos (20% da casuística) os potenciais mencionados foram pesquisados a partir dos dois contrastes de fala: vocálico /i-a/ e consonantal /ba-da/, após treinamento prévio.

Dos 25 usuários de implante coclear, apenas em um os potenciais N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} não foram registrados, embora o indivíduo tenha discriminado o contraste vocálico /i-a/ e realizado o teste.

5.1. Análise estatística descritiva

Na tabela 4 são descritos os dados da análise estatística descritiva para as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e de palavras. Nas tabelas 5 e 6 são descritos os resultados de amplitude (μV) e das latências (ms) dos potenciais

evocados auditivos de longa latência N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, gerados pelo contraste /i-a/.

Tabela 4 - Média, mediana, desvio padrão, máximo e mínimo das variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e de palavras

Variável	N	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Idade (anos)	25	9,1	1,9	6,6	8,8	12,3
Tempo de surdez (anos)	25	3,6	1,2	1,5	3,6	6,5
Tempo de uso IC (anos)	25	5,0	1,9	2,6	4,3	9,0
Reconhecimento de palavras	25	77	20	20	83	100
Reconhecimento de fonemas	25	89	9	65	91	100

Tabela 5 - Valores de média, mediana, desvio padrão, máximo e mínimo das amplitudes (μ V) dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, gerados pelo contraste vocálico /i-a/, nos usuários de IC

Contraste	Potencial	N	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
/i-a/	N ₁	23	3,3	2,2	0,3	3,3	11,7
	P ₂	17	3,9	2,8	0,3	3,6	10,7
	N ₂	20	5,4	2,1	1,5	5,1	9,3
	P ₃₀₀	19	4,9	2,9	1,9	3,9	11,7

Tabela 6 - Valores de média, mediana, desvio padrão, máximo e mínimo das latências (ms) dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, gerados pelo contraste vocálico /i-a/, nos usuários de IC

Contraste	Potencial	N	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
/i-a/	N ₁	23	170,2	14,4	139,5	168,6	197,8
	P ₂	17	230,9	34,0	181,1	226,9	341,5
	N ₂	20	287,5	51,7	235,3	268,8	426,8
	P ₃₀₀	19	393,2	61,4	335,2	362,3	516,3

A associação entre as latências e amplitudes dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, para o contraste vocálico /i-a/ e as variáveis: idade, tempo de surdez,

tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e de palavras, encontra-se nas figuras: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

Figura 6 - Gráficos de dispersão para verificar associação entre amplitudes do potencial N₁ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras

Figura 7 - Gráficos de dispersão para verificar associação entre amplitudes do potencial P₂ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras

Figura 8 - Gráficos de dispersão para verificar associação entre amplitudes do potencial N2 e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras

Figura 9 - Gráficos de dispersão para verificar associação entre amplitudes do potencial P₃₀₀ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras

Figura 10 - Gráficos de dispersão para verificar associação entre latências do potencial N₁ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras

Figura 11 - Gráficos de dispersão para verificar associação entre latências do potencial P₂ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras

Figura 12 - Gráficos de dispersão para verificar associação entre latências do potencial N₂ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras

Figura 13 - Gráficos de dispersão para verificar associação entre latências do potencial P₃₀₀ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e reconhecimento de palavras.

5.2 Análise estatística inferencial

A associação foi estudada pelo modelo de regressão linear múltiplo²². Para chegar ao referido modelo utilizou-se o método de *backward* e os valores de correlação de *Pearson* de 0,82 entre a idade e o tempo de surdez e de 0,96 entre o reconhecimento de palavras e de fonemas, com nível de significância $p \leq 0,05$. O modelo é válido para a estrutura de dados apresentada na figura 14. Nela é possível observar a distribuição dos indivíduos em três grupos. O primeiro com tempo de surdez abaixo de 40 meses ou 3,7 anos e tempo de uso de IC abaixo de 60 meses ou 5 anos. O segundo com tempo de surdez acima de 40 meses e tempo de uso de IC abaixo de meses e o terceiro com tempo de surdez acima de 40 meses e tempo de uso de IC acima de 60 meses.

Figura 14 – Gráficos de dispersão: correlação entre o tempo de uso do IC, tempo de surdez ou de privação sensorial e a idade dos usuários de IC

Na tabela 7 é apresentado o resultado do teste de associação entre os potenciais de longa latência e as variáveis: tempo de surdez, tempo de uso de IC e reconhecimento de palavras.

Tabela 7 - Modelo de regressão linear aplicado para verificar associação significativa das variáveis: latências dos potenciais N₁ e P₃₀₀; amplitude do potencial P₂; tempo de surdez; tempo de uso do IC; reconhecimento de palavras

Variável	Fatores	Coefficientes	Erro-padrão	p	R ² ajustado
Latência N₁	Intercepto	176,55	2,90	0,000	0,37
	Tempo de surdez – 4	6,32	2,09	0,007	
	Tempo de uso IC – 4	-3,41	1,26	0,013	
Amplitude P₂	Intercepto	4,20	0,62	0,000	0,22
	Tempo de surdez – 4	-1,00	0,46	0,044	
	Tempo de uso IC – 4	0,56	0,25	0,038	
Latência P₃₀₀	Intercepto	393,18	11,92	0,000	0,29
	Rec. de palavras -80	-2,12	0,74	0,010	

p ≤ 0,05 – estatisticamente significativa

6. DISCUSSÃO

Os potenciais evocados auditivos de longa latência N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} podem fornecer informações de geradores neurais distribuídos nas áreas sub-corticais e corticais, essenciais para o adequado processamento do sinal acústico⁸.

Os resultados obtidos no estudo piloto demonstraram que os potenciais N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} são passíveis de serem registrados quando o procedimento é realizado em campo livre, com o estímulo de fala. Para o contraste /i-a/, os valores de latência dos potenciais P_2 ($198,8 \pm 20,6$) ms, N_2 ($275,3 \pm 49,9$) ms e P_{300} ($360,2 \pm 47,7$) ms, gerados em campo livre nos indivíduos normais, tabela 2, foram semelhantes aos descritos na literatura para o contraste tonal, tanto em campo livre quanto em fone^{13,17 e 19}. Já as latências do potencial N_1 ($165,8 \pm 25,2$) ms, tabela 2, não apresentaram valores semelhantes aos descritos na literatura para o contraste tonal¹³. Os potenciais N_1 e P_2 são considerados exógenos, por sofrerem influências das características físicas do estímulo e não de aspectos cognitivos, como atenção e discriminação do contraste¹⁹. A partir dessa constatação esperava-se encontrar no presente estudo valores de latência do N_1 próximos aos do contraste tonal, como ocorreu para o P_2 .

Contudo para o contraste /ba-da/ observou-se aumento médio de latência e diminuição média de amplitude dos potenciais N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} , tabelas 1 e 2, em relação ao contraste vocálico /i-a/. Os resultados sugerem maior dificuldade para discriminação do contraste consonantal /ba-da/

mesmo em portadores de audição normal e sem histórico de alterações neurológicas ou de linguagem¹⁴. A única exceção, encontrada no estudo, foi o valor médio de latência do P₂ ligeiramente maior para o contraste vocálico /i-a/, em relação ao contraste consonantal /ba-da/. Outro estudo pesquisou a variação dos resultados de latência e amplitude dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀ provocada pela manipulação de respostas relacionadas ao evento acústico. Nele observou-se que respostas, como contar mentalmente, que requerem maior atividade cortical provocam aumento na amplitude do N₂ e na latência do P₃₀₀ em indivíduos normais⁶. Tal constatação sugere que respostas corticais mais elaboradas, sejam elas requeridas pela manipulação de respostas ou pela dificuldade de discriminação do contraste, interferem nos resultados de latência e amplitude do N₂ e P₃₀₀.

Semelhante resultado foi obtido nos usuários de implante coclear, somente cinco deles (20% da casuística) discriminaram o contraste /ba-da/, na etapa de treinamento, e foram capazes de realizar o procedimento. Importante ressaltar que todos relataram maiores dificuldades de discriminação do contraste consonantal /ba-da/. Os resultados indicam que o contraste /ba-da/, estruturado a partir do ponto de articulação dos fonemas /b/ e /d/, apresenta maior dificuldade de discriminação que os contrastes tonal e vocálico /i-a/, em usuários de IC¹⁴. Os sons ou fonemas consonantais /b/ e /d/ oferecem ao ouvinte poucas pistas acústicas quando comparados ao fonema vocálico /a/. Por essa razão a discriminação do contraste /ba-da/, mesmo para o ouvinte normal, torna-se difícil. Os 20 usuários de IC (80% da

casuística), que não discriminaram o contraste consonantal, relataram durante o teste apenas a detecção do som vocálico /a/.

Estudos anteriores, a respeito das dificuldades de discriminação dos contrastes empregados na geração dos potenciais N₂ e P₃₀₀, sejam eles tonais ou de fala, indicam aumento de latências e diminuição de amplitudes proporcionalmente à dificuldade do contraste ^{11 e 12}.

Os usuários de IC apresentaram, no presente estudo, latências médias maiores e amplitudes médias menores para potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, gerados pelo contraste /i-a/, em relação aos indivíduos normais do estudo piloto, tabelas 1, 2, 5 e 6. Tal achado foi semelhante ao descrito na literatura^{14 e 16}. Outro estudo relatou aumento de latências dos potenciais N₁ e P₂ de crianças usuárias de IC, com diferentes escores de reconhecimento de fala, em relação ao grupo normal¹⁵.

Os gráficos de dispersão, ilustrados nas figuras: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13, não indicaram associação entre as latências e amplitudes dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀ e as variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC, reconhecimento de fonemas e de palavras. Diante deste achado optou-se por analisar a associação entre as variáveis descritas e as latências e amplitudes dos potenciais pelo modelo de regressão linear múltiplo. O modelo é válido para a estrutura de dados apresentada nos gráficos da figura 14, onde é possível perceber a presença de 3 grupos de usuários de IC, subdivididos a partir do tempo de surdez e do tempo de uso do IC.

Ao serem analisados os três grupos de distribuição da casuística foram observadas correlações estatisticamente significantes para as seguintes

associações: latência do potencial N_1 e o tempo de surdez e de uso do IC; amplitude do potencial P_2 e o tempo de surdez e de uso de IC; latência do potencial P_{300} e o reconhecimento de palavras. Os resultados encontram-se na tabela 4.

A ativação do córtex auditivo, por meio da estimula elétrica fornecida pelo IC, e a conseqüente melhora no desempenho de percepção de fala são amplamente influenciadas pelas variáveis: tempo de surdez e tempo de uso do IC¹⁸. Outra pesquisa indicou que o treinamento auditivo durante o processo de reabilitação dos usuários de IC desencadeia ativação de áreas corticais contribuindo para adequada reprodutibilidade dos potenciais N_2 e P_{300} ⁷. No presente estudo, os indivíduos com menor tempo de tempo de surdez e maior tempo de uso do IC apresentaram melhores respostas de latência e amplitude dos potenciais N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} , assim como melhor desempenho no reconhecimento de fala.

A latência média do potencial N_1 esperada para os usuários de IC, com tempo de surdez e de uso do dispositivo igual a 4 anos foi de 177 ms. A associação indicou que a latência aumenta 6 ms por ano em relação ao tempo de surdez, mantido o tempo de uso do IC constante. Com relação ao tempo de uso do IC a associação indicou diminuição de 3 ms na latência do N_1 com aumento de 1 ano no tempo de uso, mantido o tempo de surdez constante. A amplitude média do potencial P_2 esperada para os indivíduos com tempo de surdez e tempo de uso do IC igual a 4 anos foi de 4,2 μV . As associações significantes evidenciaram diminuição média de 1 μV , conforme o tempo de surdez aumenta em 1 ano, mantendo-se o tempo de

uso do IC fixo. E aumento médio de 0,5 μ V de acordo com o aumento de um ano no tempo de uso do IC, mantido o tempo de surdez constante.

A relação dos valores de latência do N₁ e amplitude do P₂ com as variáveis: tempo de surdez e tempo de uso do IC sugerem ativação de áreas corticais auditivas desencadeadas pelo processo de plasticidade neural. Os dados de latência N₁ e amplitude do P₂, encontrados, demonstraram refletir o processo de desenvolvimento do sistema auditivo a partir da estimulação acústica. O tempo de surdez mostrou-se relevante na geração dos potenciais N₁ e P₂, mas os resultados do estudo indicaram que o mesmo pode ser compensado pelo tempo de uso de IC. Tal constatação foi observada nos resultados de latência e amplitude dos usuários de IC do grupo 3, figura 14. Nesses indivíduos o tempo de uso compensou o tempo maior de surdez. Não foram encontrados na literatura estudos com análise semelhante quanto à latência e à amplitude dos potenciais N₁ e P₂.

O uso sistemático do IC, associado ao processo terapêutico adequado, pode justificar o aumento da habilidade de discriminação do contraste de fala e dos escores de reconhecimento de fala dos indivíduos. Dados da literatura revelam que o tempo de uso do IC, associado ao processo terapêutico é determinante para ativação de novas áreas corticais auditivas e conseqüente melhora no desempenho de fala dos indivíduos^{7 e 18}.

Os potenciais evocados auditivos de longa latência N₁ e P₂ auxiliam no acompanhamento da evolução da capacidade de percepção de fala em crianças com dificuldades auditivas¹¹. Tal constatação não foi observada

neste estudo, visto que os valores de latência e amplitude dos potenciais N_1 e P_2 não indicaram correlação com o desempenho de percepção de fala.

A latência média do potencial P_{300} esperada para os usuários de IC, que apresentaram reconhecimento de palavras igual a 80% foi de 393 ms. A associação significativa indicou aumento da latência do P_{300} proporcional a piora do escore de reconhecimento de palavras. Os indivíduos com escore de reconhecimento de fala abaixo de 80% apresentaram latências maiores para P_{300} que aqueles com escore acima de 80% do P_{300} , figura 14. Os resultados indicaram aumento médio de 2 ms na latência do P_{300} , com a diminuição do escore de reconhecimento de palavras e diminuição média de 2 ms proporcional ao aumento do mesmo escore. A relação entre a latência do potencial P_{300} e o desempenho de percepção de fala, descrita no estudo, está de acordo com demais trabalhos da literatura^{9, 10, 15 e 16}. Alguns trabalhos destacaram relação significante entre os valores de amplitude do P_{300} e o escore de percepção de fala^{10 e 14}. Achado este contrário aos apresentados neste estudo, visto que os dados coletados indicam somente relação com a latência do P_{300} .

Assim, os potenciais evocados auditivos de longa latência, especialmente os cognitivos (N_2 e P_{300}) têm sido apresentados como indicadores diferenciais do desempenho de reconhecimento de fala dos usuários de IC^{9, 10, 14, 15 e 16}. Os resultados do presente estudo, também demonstraram a aplicabilidade clínica dos potenciais N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} , gerados por estímulos de fala. Os mesmos sugerem que este procedimento de avaliação pode ser utilizado para o acompanhamento dos usuários de IC,

fornecendo informações quanto ao processo de desenvolvimento do sistema auditivo frente à estimulação elétrica.

7. CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu concluir que:

- A pesquisa dos potenciais N_1 , P_2 , N_2 e P_{300} , gerados por estímulos de fala em campo livre, é um procedimento viável de ser realizado na prática clínica para avaliação e acompanhamento dos usuários de IC;
- As variáveis: tempo de privação sensorial e tempo de uso do IC refletiram-se nas latências e amplitudes dos potenciais N_1 e P_2 e no desempenho da percepção de fala dos usuários de implante coclear. Estes achados indicam processos de plasticidade neural e conseqüente ativação de áreas corticais auditivas;
- A latência do P_{300} apresentou associação significativa com o desempenho de reconhecimento de fala dos usuários de IC. Os achados do estudo sugerem que o P_{300} reflete o adequado desenvolvimento das habilidades de atenção, discriminação e memória auditiva.

8. ANEXOS

Tabela 8 – Dados individuais referentes às variáveis: idade, tempo de surdez, tempo de uso do IC e reconhecimento de fonemas e palavras de cada usuário de IC selecionado para o estudo

DISTRIBUIÇÃO DA CASUÍSTICA					
Indivíduo	Idade	Tempo surdez	Tempo (IC)	Rec fonema	Rec palavra
1	11,7	3,8	8,4	95,00	85,00
2	8,1	4,3	4,3	91,25	85,00
3	9,5	4,5	5,0	58,75	30,00
4	10,0	6,5	3,5	86,25	75,00
5	8,8	3,8	4,8	92,50	85,00
6	7,0	3,3	3,5	91,25	80,00
7	7,9	3,2	4,8	75,00	60,00
8	12,3	3,3	9,0	95,00	95,00
9	7,0	3,2	3,8	90,00	80,00
10	8,1	3,5	4,5	100,00	100,00
11	7,8	4,8	2,9	65,00	20,00
12	7,6	2,8	4,7	95,00	85,00
13	9,5	2,6	4,7	95,00	95,00
14	7,0	2,6	4,3	95,00	80,00
15	9,3	2,0	3,3	62,25	35,00
16	8,3	4,8	2,6	90,00	70,00
17	11,8	3,7	7,4	90,00	85,00
18	8,9	4,5	4,3	83,75	55,00
19	7,0	2,0	3,7	92,50	85,00
20	8,9	4,4	3,0	83,75	65,00
21	12,0	4,1	8,2	97,50	95,00
22	7,0	2,7	3,9	86,25	65,00
23	12,1	3,8	8,3	95,00	95,00
24	12,3	5,5	6,8	91,25	80,00
25	9,8	1,5	4,3	100,00	100,00

Legenda - Tempo (IC): tempo de uso do implante coclear, após ativação do mesmo; Rec fonema: reconhecimento de fonemas; Rec palavra: reconhecimento de palavras. A idade o tempo de surdez e o tempo de uso do IC são apresentados em anos

Tabela 9 – Valores absolutos de latência (ms) e amplitude (μ V) para os potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, gerados pelo contraste /i-a/, nos usuários de IC avaliados durante o estudo

DISTRIBUIÇÃO DA CASUÍSTICA								
Indivíduo	N ₁		P ₂		N ₂		P ₃₀₀	
	Lat	Amp	Lat	Amp	Lat	Amp	Lat	Amp
1	149,91	3,30	216,53	0,32	258,17	6,82	337,29	2,05
2	168,64	4,38	222,78	1,29	254,01	2,45	366,44	3,90
3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	183,22	0,31	216,53	0,72	-	-	-	-
5	183,22	4,36	-	-	281,07	8,27	356,03	7,86
6	168,64	1,70	-	-	264,42	8,91	356,03	3,86
7	170,73	2,57	-	-	301,89	6,67	406,00	1,88
8	164,48	1,54	210,29	6,91	297,73	6,98	362,27	3,40
9	172,81	0,98	218,61	2,03	262,34	6,23	512,18	4,67
10	168,64	2,54	229,02	5,42	278,99	4,98	339,37	3,90
11	191,55	3,58	237,35	4,05	-	-	-	-
12	185,30	2,33	226,94	1,58	272,75	4,55	353,95	9,92
13	174,89	2,01	-	-	260,25	4,80	385,18	3,25
14	168,64	3,89	-	-	235,27	3,20	335,21	5,44
15	139,50	1,46	195,71	1,77	256,09	4,04	491,36	3,93
16	191,55	1,98	341,45	3,13	424,73	1,46	485,11	2,97
17	164,48	3,70	222,78	1,13	262,34	5,57	356,03	11,67
18	197,79	4,32	235,75	5,95	322,71	2,82	370,60	3,07
19	168,64	4,05	181,14	7,11	254,93	5,30	424,73	4,78
20	-	-	260,25	3,60	-	-	-	-
21	149,91	3,07	-	-	285,24	7,61	358,11	10,62
22	168,64	3,31	254,01	6,08	426,82	4,63	516,34	4,09
23	168,64	3,62	229,02	3,79	-	-	-	-
24	165,52	11,71	227,98	10,70	297,73	4,35	-	-
25	149,91	4,07	-	-	256,09	9,27	358,11	2,12

Legenda - Lat: latência dos potenciais de longa latência N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀; Amp: amplitude dos potenciais de longa latência N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀. As caselas da tabela preenchidas com (-), indicam ausência de respostas para a latência ou amplitude do potencial pesquisado

Os gráficos dos perfis individuais de amplitude (μ V) e latência (ms) dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀ para os usuários de implante cóclea são apresentados a seguir:

- Figuras: B₁, B₂, B₃, B₄, B₅ e B₆ indicam os gráficos dos valores de amplitude (μ V) dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, gerados a partir dos contrastes: vocálico: /i-a/ e consonantal /ba-da/, para cada usuário de IC avaliado.

Figura: B₁

Legenda: contraste vocálico /i-a/ linha contínua; contraste consonantal /ba-da/ linha tracejada; /°/ indica na abscissa o potencial evocado auditivo de longa latência e na ordenada o valor da amplitude em (μ V) do referido potencial

Figura: B₂

Legenda: contraste vocálico /i-a/ linha contínua; contraste consonantal /ba-da/ linha tracejada; /°/ indica na abscissa o potencial evocado auditivo de longa latência e na ordenada o valor da amplitude em (μ V) do referido potencial

Figura: B₃

Legenda: contraste vocálico /i-a/ linha contínua; contraste consonantal /ba-da/ linha tracejada; /°/ indica na abscissa o potencial evocado auditivo de longa latência e na ordenada o valor da amplitude em (μ V) do referido potencial

Figura: B₄

Legenda: contraste vocálico /i-a/ linha contínua; contraste consonantal /ba-da/ linha tracejada; /°/ indica na abscissa o potencial evocado auditivo de longa latência e na ordenada o valor da amplitude em (μ V) do referido potencial

Figura: B₅

Legenda: contraste vocálico /i-a/ linha contínua; contraste consonantal /ba-da/ linha tracejada; /°/ indica na abscissa o potencial evocado auditivo de longa latência e na ordenada o valor da amplitude em (μV) do referido potencial

Figura: B₆

- Figuras: B₁₀, B₁₁, B₁₂, B₁₃, B₁₄ e B₁₅ indicam os gráficos dos valores de latência (ms) dos potenciais N₁, P₂, N₂ e P₃₀₀, gerados a partir dos contrastes: vocálico: /i-a/ e consonantal /ba-da/, para cada usuário de IC avaliado.

Figura: B₁₀

Legenda: contraste vocálico /i-a/ linha contínua; contraste consonantal /ba-da/ linha tracejada; /°/ indica na abscissa o potencial evocado auditivo de longa latência e na ordenada o valor da latência em (ms) do referido potencial

Figura: B₁₁

Legenda: contraste vocálico /i-a/ linha contínua; contraste consonantal /ba-da/ linha tracejada; /°/ indica na abscissa o potencial evocado auditivo de longa latência e na ordenada o valor da latência em (ms) do referido potencial

Figura: B₁₂

Legenda: contraste vocálico /i-a/ linha contínua; contraste consonantal /ba-da/ linha tracejada; /°/ indica na abscissa o potencial evocado auditivo de longa latência e na ordenada o valor da latência em (ms) do referido potencial

Figura: B₁₃

Legenda: contraste vocálico /i-a/ linha contínua; contraste consonantal /ba-da/ linha tracejada; /°/ indica na abscissa o potencial evocado auditivo de longa latência e na ordenada o valor da latência em (ms) do referido potencial

Figura: B₁₄

Legenda: contraste vocálico /i-a/ linha contínua; contraste consonantal /ba-da/ linha tracejada; /°/ indica na abscissa o potencial evocado auditivo de longa latência e na ordenada o valor da latência em (ms) do referido potencial

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS

1. Costa Filho OA. Implantes cocleares multicanais no tratamento da surdez em adultos [Tese]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 1998.
2. Rance G, Dowell RC. Speech processor programming. In: Clark GM, Cowan RS, Dowell RC. (eds) Cochlear implantation for infants and children. San Diego, Singular Publishing; 1997.
3. Shalloo J, Facer G, Peterson A. Neural response telemetry with the Nucleus CI24 cochlear implant. Laryngoscope 1997; 11(109): 1755-9.
4. COCHLEAR CORPORATION. Technical reference manual: Nucleus 22 cochlear implant system. Cochlear Corporation 1994.
5. Shapiro W. Device programming. In: Waltzman SB, Cohen NL. (eds). **Cochlear implante**. New York, Thieme; 2000.
6. Polich J. Response mode and P300 auditory stimuli. Biological Psychology 1987; 25: 61-77.
7. Kaga K, Kadera K, Hirota E, Tsuzuku T. P300 response to tones and speech sounds after cochlear implant: a case report. Laryngoscope 1991; Aug; 101.
8. Micco AG, Kraus N, Koch DB, et al. Speech-evoked cognitive P300 potentials in cochlear implant recipients. Am J Otol 1995 Jul; 16(4): 514-520.
9. Groenen PAP, Markhdoum M, Van De Brink J, Stollman M, Snik AFM, Van de Broek P. The relation between electric auditory brain stem and cognitive responses and speech perception in cochlear implant users. Acta Otolaryngol (stockh) 1996; 116: 785-790.
10. Kileny, PR, Boerst A, Zwolan TA. Cognitive evoked potentials to speech and tonal stimuli in children with implants. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1997; 117 (3, pt1): 161-9.
11. Ostroff JM, Martin BA, Boothroyd A. Cortical evoked response to acoustic change Within a syllable. Ear & Hearing 1998; 19(4): 290-296.

12. Okusa M, Shiraishi T, Kubo T, Nageishi Y. Effects of discrimination difficulty on cognitive event-related brain potentials in patients with cochlear implants. *Otolaryngol Head and Neck surg* 1999; 121(5): 610-615.
13. Franco GM. O potencial gerado cognitivo em adultos normais. *Arq Neuropsiquiatr* 2001; 159(2-A):198-200.
14. Groenen PAP, Beynon AJ, Snik AFM, Van de Broek P. Speech-evoked cortical potentials and speech recognition in cochlear implant users. *Scand Audiol* 2000; 30(1): 31-40.
15. Beynon, AJ, Snik AFM, Broek PVD. Evaluation of Cochlear implant benefit with auditory cortical evoked potentials. *Int. J. Aud* 2002; 41(7): 429-35.
16. Beynon AJ, Snik AFM. Use of the event-related P300 potential in cochlear implant subjects for the study of strategy-dependent speech processing. *Int. J. Aud* 2004; 43(Suppl 1): 429-35.
17. Duarte JL, Alvarenga KF, Costa OA. Potencial cognitivo P300 realizado em campo livre: aplicabilidade do teste. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2004; 70 (6):780-5.
18. Green KMJ, Julyan PJ, Hastings DL, Ramsden RT. Auditory cortical activation and speech perception in cochlear implant users: Effects of implant experience and duration of deafness. *Hearing Research* 2005; 205: 184-192.
19. Vilhena EM, Paiva I, Rodrigues H, Martins da Silva A, Mendonça D. Variaciones fisiológicas de los potenciales cerebrales auditivos ERP300 em adultos jovens. Análisis secuencial. *Rev Neurol* 2005; 41 (10): 633-635.
20. [http:// www.praat.org](http://www.praat.org)
21. Delgado EMC, Bevilacqua MC. Lista de palavras como procedimento de avaliação da percepção dos sons da fala para crianças deficientes auditivas. *Pró-fono Revista de Atualização Científica* 1999; 11(1): 59-64.
22. Neter J, Kutner MH, Wasserman W, Nachtsheim CJ. *Applied Linear Statistical Models*. 4ed. New York: McGraw-Hill/Irwin; 1996, 1408p.

10. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Balieiro RO. P300 em Crianças: Contribuição ao diagnóstico das desordens do processamento auditivo. São Paulo. [Dissertação]: Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, 2002.

Chermak GD, Musiek, FE. Central Auditory Processing Disorders: New Perspectives. San Diego – California, Singular Publishing Group, Inc, 1997, p.374.

Diniz Junior J, Mangabeira-Albernaz PL, Munhoz MS, Fukuda Y. Cognitive potentials in children with learning disabilities. *Acta Otolaryngol* 1997; 117(2):211-213.

Goodin DS, Squires KC, Hderson BH, Starr A. Age-related variations in evoked potentials to auditory stimuli in normal human subjects. *Electroenceph clin Neurophysiol* 1978; 44: 447-458.

Hall JW. Auditory Evoked Response Measurement. In: Hall JW. Principles Handbook of Auditory Evoked Response. Allyn & Bacon. Massachussetes: Needham Heights; 1990. PartI p. 2-221.

Hall JW. Auditory Evoked Response Practices. In: Hall JW. Principles Handbook of Auditory Evoked Response. Allyn & Bacon. Massachussetes: Needham Heights; 1990. PartII p. 263-305.

Oviatt DL, Kileny PR. Auditory event-related potentials elicited from cochlear implant recipients and hearing subjects. *Am Audiol* 1995; 31:48-55.

Kotchoubey B, Lang S. Event-related potentials in an auditory semantic oddball task in humans. *Neurosci Lett* 2001; 310: 93-96.

Shannon RV. Psychophysics. In: Tyler R. (ed). Cochlear implants: audiological foundatioins. San Diego, Singular Publishing, 1993.

Apêndice 1 - Protocolos dos comitês de ética do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, campus Bauru e da Faculdade de Medicina, campus São Paulo, ambos unidades da Universidade de São Paulo. Pág. 25

Ofício nº 057/2004-UEP-CEP

Bauru, 03 de maio de 2004.

Prezado(a) Senhor(a)

O projeto de pesquisa encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, denominado “Potencial cognitivo – P300 evocado por estímulo de fala em usuários de Implante Coclear Multicanal”, de autoria de MARCOS ROBERTO BANHARA, desenvolvido sob sua orientação, foi enviado ao relator para avaliação.

Na reunião de 28 de abril de 2004 o parecer do relator, **aprovando o projeto**, foi aceito pelo Comitê, considerando que não existem infrações éticas pendentes para início da pesquisa. Solicitamos a V.Sª a gentileza de comunicar o parecer ao pesquisador.

O pesquisador fica responsável pela entrega na Unidade de Ensino e Pesquisa dos relatórios semestrais.

Informamos que após o recebimento do trabalho concluído, este Comitê enviará o parecer final para publicação.

Atenciosamente

PROF. DR. ROBERTO LOUREIRO MARINGONI

Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa do HRAC-USP

Ilmo(a) Sr(a)

Dr. Orozimbo Alves Costa Filho

CPA – HRAC/USP

DIRETORIA CLÍNICA

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa

O Presidente da Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em 19.03.04 tomou conhecimento da execução do Protocolo de Pesquisa nº

~~145704 intitulado "Potencial cognitivo - P300 evocado por estímulos~~

de fala em usuários de implante coclear multicanal", apresentado pela ÁREA DE FISIOPATOLOGIA EXPERIMENTAL.

No que tange a sua parte empírica, será desenvolvido no Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo, com anuência de um dos responsáveis pelo Serviço.

Pesquisador(a) Responsável: PROF. DR. OROZIMBO ALVES COSTA FILHO

Pesquisador(a) Executante: DR. MARCOS ROBERTO BANHARA

CAPPesq, 19 de Março de 2004.

Encaminhe-se à CPG-FMUSP
para as devidas providências.
S.P., 30/03/04

Ulisses Ayres de Castilho
PROF. DR. EUCLIDES AYRES DE CASTILHO
Presidente da Comissão Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa

C. Mitzu Brentani

Prof.ª Dra. Mana Mitzu Brentani
Coordenadora do Curso de
Pos-Graduação do programa
de Fisiopatologia Experimental

OBSERVAÇÃO: Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10.10.1996, inciso IX.2, letra "c")

RECEBIDO SPG

ASS

30/03/04

Euclides Ayres de Castilho

CARTA DE INFORMAÇÃO AO SUJEITO DE PESQUISA

O implante coclear (IC) proporciona aos portadores de perdas auditivas severas e profundas, que não se beneficiam da amplificação fornecida pelos aparelhos de amplificação sonora individual (AASI), uma audição útil e uma maior habilidade quanto à comunicação. Partindo deste pressuposto o estudo visa determinar os benefícios do exame denominado Potencial Cognitivo - P300 quanto à obtenção de informações mais precisas sobre as habilidades de percepção, discriminação e reconhecimento de fala dos usuários de IC no período pós-operatório, além de auxiliar na avaliação das estratégias de processamento de sinal de fala, no decorrer do mapeamento. A resposta do P300 depende da atenção e da discriminação das diferenças dos estímulos sonoros apresentados. O referido potencial eletrofisiológico é provocado por um “paradigma raro”, no qual um estímulo sonoro inesperado ocorre dentro de uma série de estímulos esperados. O procedimento é simples, onde o fonoaudiólogo inicialmente limpa alguns pontos do seu couro cabeludo, sua testa e também atrás de suas orelhas, utilizando para isto pasta apropriada; posteriormente serão colocados cinco eletrodos, espécie de adesivo, nas regiões limpas, conectados a cabos que transmitirão as respostas cerebrais até o computador. O indivíduo (adulto ou criança), permanecerá deitado confortavelmente em uma maca, posicionada em uma sala acusticamente tratada exposto aos estímulos sonoros apresentados por uma caixa acústica. O participante ou seu responsável terá livre acesso aos resultados obtidos na pesquisa e poderá concordar ou desistir de participar do estudo sem que isto acarrete prejuízo ao seu tratamento no Centro de Pesquisas Audiológicas (CPA) – Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC)-USP/ Bauru.

**ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE
GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA**

Você ou seu responsável terá acesso livre aos resultados obtidos na pesquisa e poderá concordar ou desistir de participar do estudo sem que isto acarrete prejuízo ao seu tratamento no CPA/HRAC-USP/Bauru. Todos os resultados dos procedimentos ficaram disponíveis no seu prontuário. O nome do sujeito de pesquisa será mantido em sigilo durante o estudo e no momento da publicação dos resultados.

**INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS
RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA
CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES
ADVERSAS.**

Pesquisador Responsável: Marcos Roberto Banhara

Orientador: Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa Filho

Endereço institucional: Rua Silvio Marchione, 3-20 / CEP: 17043-900

Telefone: (14) 3235-8000 / Ramal: 8409 / 8433

Cidade: Bauru / Estado: São Paulo

Endereço Residencial: Rua Francisco Caldeira, 138 / CEP: 17470-000

Cidade: Duartina / Estado: São Paulo

e-mail: marcobusp@yahoo.com.br

CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa.

Bauru, _____ de _____ de 200____ .

.

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal
assinatura do pesquisador

(carimbo ou nome Legível)