

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU**

ADEMIR ANTONIO COMERLATTO JUNIOR

**Resolução Temporal Auditiva de Crianças Usuárias de Implante
Coclear**

BAURU

2011

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU**

ADEMIR ANTONIO COMERLATTO JUNIOR

**Resolução Temporal Auditiva de Crianças Usuárias de Implante
Coclear**

BAURU

2011

ADEMIR ANTONIO COMERLATTO JUNIOR

Resolução Temporal Auditiva de Crianças Usuárias de Implante Coclear

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências no programa de Fonoaudiologia.

Área de concentração: Fonoaudiologia

Orientador: Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa Filho

BAURU

2011

Comerlatto Junior, Ademir Antonio

C734r Resolução Temporal Auditiva de Crianças Usuárias
de Implante Coclear / Ademir Antonio Comerlatto
Junior. -- Bauru, 2011.

114p. : il. ; 31cm.

Dissertação. (Mestrado) – Faculdade de Odontologia
de Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa Filho

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

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética em Pesquisa Nacional

Protocolo nº: 143/2009

Data: 18/11/2009

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos e amados pais Ademir e Maristela, e ao meu parceiro e irmão João Guilherme, que sempre me apoiaram e acreditaram nos meus ideais.

Vocês são exemplos de caráter, honestidade e dedicação.

Devo tudo a vocês.

Amo Vocês!

À minha namorada, colega e parceira Mariane, que esteve sempre comigo nessa caminhada acadêmica, não mediu esforços em me instigar a buscar sempre mais e fazer-me acreditar que o possível não tem limites. Sabemos contemplar as nossas diferenças e transformá-las em virtudes, sabemos olhar um para o outro e nos

tornarmos complementos – um do outro.

Te Amo!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a *Deus* por todas as conquistas durante minha caminhada pessoal e acadêmica.

Ao meu Orientador *Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa Filho* pela oportunidade de ter estudado ao seu lado e de ter compartilhado comigo conhecimentos ímpares, possibilitando o meu amadurecimento científico. Admiro-o pela indiscutível competência profissional.

À *Profa. Dra. Maria Cecília Bevilacqua* que sempre encontrava uma solução nos momentos de dúvidas. Obrigado pelo carinho, pela confiança, pelos conselhos e pelo tempo dedicado a mim e a este trabalho.

À *Profa. Dra. Sheila Andreoli Balen* por ensinar-me o caminho da pesquisa. É imensurável o carinho e o valor da amizade que tenho por você.

À *Profa. Dra. Kátia de Freitas Alvarenga* por ter se disponibilizado, a todo o momento, a auxiliar e a sanar minhas dúvidas. Obrigado pelas valiosas contribuições neste trabalho.

À *Profa. Dra. Dionísia Aparecida Cusin Lamônica* por aceitar participar das correções deste trabalho e pela atenção dedicada desde o primeiro contato que tivemos.

Às professoras *Dra. Sheila Andreoli Balen, Dra. Kátia de Freitas Alvarenga e Dra. Alessandra Gianella Samelli* pelas importantes contribuições durante o exame de qualificação.

Ao *Prof. Dr. Heitor Marques Honório* que disponibilizou seu tempo para análise estatística deste trabalho.

Às Professoras *Denise Terçariol e Neusa Amorin Fleury Machado* pelas correções e contribuições realizadas neste trabalho.

À *Profa. Dra. Wanderléia Quinhoneiro Blasca* por ter se disponibilizado em acompanhar os membros da banca de qualificação. Obrigado pela atenção.

À *Dra. Natália Barreto Frederique Lopes* pelas dúvidas sanadas e pelas sugestões no decorrer desta pesquisa.

À *Faculdade de Odontologia de Bauru, ao Programa de Pós-graduação em Fonoaudiologia e seus professores, em especial a Profa. Dra. Alcione Ghedini*

Brasolotto, pela dedicação ao programa e pela oportunidade de crescimento científico.

Ao *Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (Centrinho)*, por possibilitar a coleta dos dados desta pesquisa nas dependências do Centro de Pesquisas Audiológicas (CPA).

A *Cíntia, Camila, Dona Carminha, Elisabete, Fabiana, José Luiz, Karina B., Karina D., Raquel, Rosimeire* e todas as pessoas que auxiliaram e contribuíram durante a etapa de seleção das crianças desta pesquisa.

Às *crianças* que participaram deste estudo e *seus familiares*.

Aos funcionários do *Centro de Pesquisas Audiológicas (CPA)* do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo - em especial a *Elisabete, Marina, Mari e Marli* – pela atenção, cuidado e por estarem sempre de prontidão para me auxiliar. Muito obrigado por tudo.

Aos *funcionários do Departamento de Fonoaudiologia* da Faculdade de Odontologia de Bauru, em especial a *Karina*, pela paciência e pela ajuda durante o curso, e ao *Eliton* por prontamente auxiliar na videoconferência do exame de qualificação.

Aos amigos especiais *Aldrey e Raquel* pelo acolhimento e atenção. A amizade de vocês é muito importante e levaremos para toda a vida.

Aos amigos *Seu Izídio, Dona Ana Maria, Henrique, Liliana, Miguel, Márcia, André e Claudinha* por dividirem seus finais de semana e amizade.

Aos *amigos e familiares*, em especial a *Ellen*, que sempre acreditaram e deram forças para que eu pudesse superar os momentos de trabalho árduo.

À *Turma de Mestrado em Fonoaudiologia 2009* da Faculdade de Odontologia de Bauru. Foi um prazer estar com vocês neste percurso.

A *todos que contribuíram para a realização deste trabalho. A constante ajuda de cada um foi de extrema importância.*

Obrigado!

“Quando você está inspirado por algum grande objetivo, algum projeto extraordinário, todos os seus pensamentos libertam-se de seus grilhões; Sua mente transcende as limitações, sua consciência expande-se em todas as direções, e você se descobre em um mundo novo, notável, maravilhoso. Forças, faculdades e talentos adormecidos tornam-se vivos e você descobre que é uma pessoa muito mais fantástica do que alguma vez sonhou.”

Patanjali

RESUMO

A resolução temporal auditiva é considerada uma das habilidades mais importantes para o processamento do sinal acústico ao longo do tempo. Ela permite identificar diferenças finas dos aspectos segmentais da fala, como a identificação de fonemas, e o início e o final de palavras em frases encadeadas. Crianças usuárias de Implante Coclear (IC) apresentam características próprias de decodificação e processamento do sinal da fala ao longo do tempo, realizada pelo IC. Diante do exposto, esta pesquisa teve por objetivo verificar o desempenho de crianças usuárias de IC em tarefas de resolução temporal. A amostra foi composta por 20 crianças usuárias de IC *Nucleus 24/SPRINT* (Grupo Experimental - GE) e 20 crianças sem alterações auditivas (Grupo Controle - GC). Foram aplicados o *Random Gap Detection Test (RGDT)* e o teste *Gaps In Noise (GIN)* para avaliar a habilidade de resolução temporal por meio de tarefas de detecção de *gap*. Os testes foram aplicados em campo livre e a 40dBNS. Os testes estatísticos utilizados para a análise dos dados foram o teste *t de Student* para dados independentes, e o teste de *Mann Whitney* e o *Coefficiente de Correlação de Pearson*. As crianças usuárias de IC obtiveram limiares de *gap* no *RGDT* de $74,13 \pm 51$ ms e no teste *GIN* de $12,12 \pm 2,53$ ms, sendo que apenas quatro das 20 crianças realizaram o teste *GIN*. Os limiares de *gap* do GC foram de $18,77 \pm 12,29$ ms no *RGDT* e de $6,13 \pm 1,27$ ms no teste *GIN*. A diferença entre os dois grupos foi estatisticamente significativa. Além disso, houve diferença significativa na comparação dos resultados dos testes entre os sexos do GE, sendo o masculino melhor que o feminino. Não houve correlação entre a idade e os limiares de detecção de *gap* em ambos os grupos e, também, não houve significância entre o tempo de uso de IC e os resultados nos testes no GE. Mesmo avaliando a mesma habilidade auditiva, não houve correlação significativa entre os resultados dos testes aplicados. Foi observado que crianças usuárias de IC apresentam os limiares de detecção de *gap* significativamente maiores que crianças sem alterações auditivas.

Palavras-Chave: Perda Auditiva. Testes Auditivos. Criança. Implante Coclear.

Auditory Temporal Resolution in Children Using Cochlear Implantation

ABSTRACT

Auditory temporal resolution is considered one of the most important skills for acoustic signal processing along the time. It allows the identification of fine differences of speech segmental aspects, such as phonemes and the beginning and end of words in linked phrases. Children using a cochlear implant (CI) present specific characteristics of speech sign decoding and processing, along the time, performed by the CI. Thus, this research aimed at verifying the performance of children fitted with CIs, in temporal resolution tasks. The sample comprised 20 children using CI *Nucleus 24/SPRINT* (Experimental group - EG) and 20 children with no auditory alterations (Control Group - CG). The Random Gap Detection (RGDT) and Gaps In Noise (GIN) tests were applied to assess the temporal resolution skill through gap detection tests which were applied in free field and 40 dB SL. The statistical tests utilized for data analysis were Student's t test, for independent data, Mann Whitney's test and Pearson's Correlation Coefficient. The children fitted with CIs achieved gap thresholds of $74,13 \pm 51$ ms on the RGDT and $12,12 \pm 2,53$ ms on the GIN test, the latter performed by only four out of the 20 children. Gap thresholds for the CG were $18,77 \pm 12,29$ ms on the RGDT and $6,13 \pm 1,27$ ms on the GIN test. The difference between the two groups was statistically significant. There was a significant difference in the comparison of the results of tests between the genders of EG, with males outdoing females. No correlation was seen between age and gap detection thresholds for both groups and there was no significance between the time of CI use and the results on the tests for the EG. Even assessing the same hearing skill, no significant correlation was seen between the results of the tests applied. Thus, it was observed that children fitted with cochlear implantation present gap detection thresholds significantly worse than those presented by normally hearing children.

Keywords: Hearing Loss. Hearing Tests. Child. Cochlear Implantation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURAS

- Figuras 1 -** Exemplo dos parâmetros do *Random Gap Detection Test (RGDT)* **32**
- Figuras 2 -** Exemplo dos parâmetros do teste *Gaps In Noise (GIN)* **35**

- GRÁFICO

- Gráfico 1 -** Causas de exclusão e número de pacientes excluídos durante a seleção do GE **55**

- QUADROS

- Quadro 1 -** Resultados da pesquisa de padronização do *RGDT* (KEITH, 2000) **33**
- Quadro 2 -** Pesquisas brasileiras com resultados do *RGDT* em crianças sem alterações auditivas **34**
- Quadro 3 -** Resultados da pesquisa de padronização do teste *GIN* (SHINN; CHERMAK; MUSIEK, 2009) **36**
- Quadro 4 -** Pesquisas brasileiras com resultados do teste *GIN* em crianças com audição normal **37**
- Quadro 5 -** Descrição dos estudos de detecção de *gap* em usuários de implante coclear **44**
- Quadro 6 -** Características do implante coclear estudado **55**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Dados descritivos em meses da idade, tempo de uso do IC por orelha implantada e por sexo do GE (n=20)	63
Tabela 2 -	Limiars de detecção de <i>gap</i> (ms) do <i>RGDT</i> do GE (n = 20)	63
Tabela 3 -	Medidas descritivas dos limiars médios de detecção de <i>gap</i> (ms) do <i>RGDT</i> detalhados por orelha e por sexo do GE (n = 20)	64
Tabela 4 -	Valores de <i>p</i> e de <i>r</i> obtidos na análise de correlação dos limiars de <i>gap</i> (ms) do <i>RGDT</i> com a idade e com o tempo de uso do IC do GE (n=20)	64
Tabela 5 -	Valores de <i>p</i> obtidos na comparação dos limiars de detecção de <i>gap</i> do <i>RGDT</i> entre as orelhas e entre os sexos do GE (n=20)	64
Tabela 6 -	Limiars de detecção de <i>gap</i> (ms) do teste <i>GIN</i> do GE (n=4)	65
Tabela 7 -	Limiars médios de detecção de <i>gap</i> (ms) do <i>GIN</i> detalhados por orelha e sexo do GE (n = 4)	65
Tabela 8 -	Valores de <i>p</i> e de <i>r</i> obtidos na análise de correlação dos limiars de <i>gap</i> (ms) do teste <i>GIN</i> com a idade e com o tempo de uso do IC do GE (n=4)	65
Tabela 9 -	Valores de <i>p</i> obtidos na comparação dos limiars de detecção de <i>gap</i> (ms) do teste <i>GIN</i> entre as orelhas e entre os sexos do GE (n=4)	66
Tabela 10 -	Dados descritivos da idade, em meses, por sexo do GC (n=20)	66
Tabela 11 -	Limiars de detecção de <i>gap</i> (ms) no <i>RGDT</i> do GC (n=20)	66
Tabela 12 -	Limiars médios de detecção de <i>gap</i> (ms) do <i>RGDT</i> detalhados por sexo do GC (n = 20)	67
Tabela 13 -	Valores de <i>p</i> e de <i>r</i> obtidos na análise de correlação dos limiars de <i>gap</i> (ms) do <i>RGDT</i> com a idade do GC (n=20)	67

Tabela 14 -	Valores de p obtidos na comparação dos limiares de detecção de <i>gap</i> do <i>RGDT</i> entre os sexos do GC (n=20)	67
Tabela 15 -	Limiars de detecção de <i>gap</i> (ms) do teste <i>GIN</i> do GC (n=20)	68
Tabela 16 -	Limiars médios de detecção de <i>gap</i> (ms) do <i>GIN</i> detalhados por sexo do GC (n = 20)	68
Tabela 17 -	Valores de p e de r obtidos na análise de correlação dos limiars de <i>gap</i> (ms) do teste <i>GIN</i> com a idade do GC (n=20)	68
Tabela 18 -	Valores de p obtidos na comparação dos limiars de detecção de <i>gap</i> (ms) do teste <i>GIN</i> entre os sexos do GC (n=20)	69
Tabela 19 -	Comparação dos limiars de detecção de <i>gap</i> (ms) do <i>RGDT</i> entre o GE (n=20) e o GC (n=20)	69
Tabela 20 -	Comparação dos limiars de detecção de <i>gap</i> (ms) do teste <i>GIN</i> entre o GE (n=4) e o GC (n=20)	69
Tabela 21 -	Valores de p e de r obtidos na análise de correlação dos limiars de <i>gap</i> (ms) do teste <i>GIN</i> (n=20) com o <i>RGDT</i> (n=20) do GC	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μ s/f	microssegundos por fase
ACE	<i>Advanced Combination Encoders</i>
ASHA	<i>American Speech-Language-Hearing Association</i>
CD	Compact disk
CIS	<i>Continuous Interleaved Sampler</i>
dB	decibel
GIN	<i>Gaps In Noise</i>
Hz	Hertz
IC	Implante Coclear
m	metros
ms	milissegundos
NA	Nível de audição
NS	Nível de sensação
PA(C)	Processamento Auditivo (Central)
pps	Pulsos por segundo
RGDT	<i>Random Gap Detection Test</i>
SPEAK	<i>Spectral Peak</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	PROCESSAMENTO TEMPORAL AUDITIVO	23
2.1.1	Resolução Temporal	25
2.2	TESTES DE RESOLUÇÃO TEMPORAL	27
2.2.1	<i>Random Gap Detection Test (RGDT)</i>	31
2.2.2	<i>Gaps In Noise (GIN)</i>	35
2.3	IMPLANTE COCLEAR	38
2.3.1	Componentes e funcionamento	39
2.4	IMPLANTE COCLEAR E TESTES DE RESOLUÇÃO TEMPORAL	42
3	PROPOSIÇÃO	47
4	MATERIAL E MÉTODO	51
4.1	CASUÍSTICA	53
4.1.1	Grupo Experimental	53
4.1.2	Grupo Controle	55
4.2	PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	56
4.2.1	Local e equipamentos	56
4.2.2	Avaliações da etapa de seleção das amostras	57
4.2.2.1	Grupo experimental	57
4.2.2.2	Grupo Controle	57
4.2.3	Testes de resolução temporal	58
4.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS	60
5	RESULTADOS	61
5.1	GRUPO EXPERIMENTAL	63
5.2	GRUPO CONTROLE	66
5.3	GRUPO EXPERIMENTAL x GRUPO CONTROLE	69
5.4	<i>RGDT x GIN</i>	70
6	DISCUSSÃO	71
6.1	GRUPO EXPERIMENTAL	73
6.2	GRUPO CONTROLE	77

6.3	GRUPO EXPERIMENTAL x GRUPO CONTROLE	79
6.4	<i>RGDT x GIN</i>	82
7	CONCLUSÃO	85
	REFERÊNCIAS	89
	APÊNDICES	101
	ANEXOS	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μ s/f	microssegundos por fase
ACE	<i>Advanced Combination Encoders</i>
ASHA	<i>American Speech-Language-Hearing Association</i>
CD	Compact disk
CIS	<i>Continuous Interleaved Sampler</i>
dB	decibel
GIN	<i>Gaps In Noise</i>
Hz	Hertz
IC	Implante Coclear
m	metros
ms	milissegundos
NA	Nível de audição
NS	Nível de sensação
PA(C)	Processamento Auditivo (Central)
pps	Pulsos por segundo
RGDT	<i>Random Gap Detection Test</i>
SPEAK	<i>Spectral Peak</i>

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O Processamento Temporal Auditivo pode ser definido como a capacidade que o indivíduo apresenta em identificar rápidas mudanças do sinal acústico ao longo do tempo.

A resolução temporal é considerada uma das habilidades mais importantes do processamento temporal auditivo, e é definida como o tempo mínimo requerido para segregar e resolver eventos acústicos (GIRAUDI-PERRY et al., 1982), assim como determinar a presença de dois sons separados pelo tempo (IRWIN, 1985).

Além disso, essa habilidade auxilia o indivíduo a identificar pequenas variações acústicas que ocorrem no sinal de fala ao longo do tempo, e permite realizar distinções segmentais, silábicas e de palavras na fala contínua (BALEN, 1997).

A neurociência esclarece que o primeiro processo temporal do som realizado pelo sistema auditivo parte da membrana basilar, onde o padrão de vibração do som se movimenta e desloca-se da base e para o ápice da cóclea. O padrão temporal se reproduz nas fibras e neurônios do sistema auditivo, produzindo a sequência temporal do som incidente obedecendo ao mapa tonotópico correspondente (LENT, 2001).

Para que ocorra o desenvolvimento adequado da habilidade de resolução temporal é necessária a integridade das vias auditivas. Dessa forma, crianças com perda auditiva sensorioneural podem apresentar um processamento da resolução temporal inadequado e, conseqüentemente, ter dificuldades no desenvolvimento linguístico.

O Implante Coclear (IC) é um dispositivo que busca minimizar o impacto da deficiência auditiva severa/profunda, visando o desenvolvimento da linguagem oral. Sabe-se que esse dispositivo tem como princípio substituir as principais funções realizadas pelo mecanismo sensorial coclear.

Em todas as tarefas auditivas o IC realiza o processamento do espectro acústico no paradigma temporal por meio de pulsos elétricos sincrônicos que

estimulam diretamente as fibras do nervo auditivo (BEVILACQUA; COSTA FILHO; MARTINHO, 2004).

Tendo em vista a importância da resolução temporal no processo comunicativo é importante que crianças usuárias de IC sejam avaliadas, com vistas a fornecer informações do desenvolvimento dessa habilidade. Isso possibilitará uma programação mais detalhada do IC e um delineamento específico do planejamento terapêutico.

A resolução temporal auditiva pode ser avaliada por meio de testes comportamentais que fornecem os limiares de detecção de *gap* como medidas da referida habilidade.

Como o IC realiza a substituição dos mecanismos sensoriais da cóclea, a questão que suscitou a presente pesquisa foi a seguinte: o processamento da informação temporal está sendo realizado de forma adequada nos usuários desse dispositivo?

Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo verificar o desempenho de crianças usuárias de IC em tarefas de resolução temporal por meio da aplicação de dois testes de detecção de *gap*, o *Random Gap Detection Test (RGDT)* e o *Gaps In Noise (GIN)*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PROCESSAMENTO TEMPORAL AUDITIVO

Lent (2001) refere que o primeiro processo temporal do som realizado pelo sistema auditivo parte da membrana basilar, onde o padrão de vibração do som se movimenta e desloca-se do ápice e para base da cóclea. O padrão temporal se reproduz nas fibras e neurônios do sistema auditivo, produzindo a sequência temporal do som incidente e obedecendo ao mapa tonotópico correspondente.

Assim, o padrão de disparo das fibras do nervo coclear indica ao córtex a amplificação e o tempo de energia do estímulo em cada espectro de frequência, obtendo, já no nervo coclear, a representação completa do sinal acústico (HOOD, 1997; PHILIPS, 1998).

Em outros níveis do sistema auditivo como o núcleo coclear, colículo inferior e no córtex auditivo primário, existem neurônios que são ativados e possuem uma maior especificidade para a identificação do padrão temporal (LENT, 2001).

No córtex auditivo, a representação do som apresenta um padrão temporal de ativação dos neurônios. Esses neurônios respondem brevemente ao início do som, independentemente da duração do sinal. O comprimento e o tempo de ativação neuronal não dependem apenas da frequência estimulada, mas da amplitude, tempo e orelha estimulada (PHILLIPS, 1993; PHILLIPS, 1998).

Ao longo do sistema auditivo há uma hierarquização no desempenho das tarefas em cada uma das estruturas, onde as células de todos os núcleos auditivos centrais, incluindo o próprio córtex, respondem a padrões temporais de estímulos de diferentes maneiras (PINHEIRO; MUSIEK, 1985).

O sistema auditivo é adaptado para detectar e analisar variações sonoras ao longo do tempo, especialmente na habilidade de seguir variações temporais do sinal de fala (DE BOER; DRESCHLER, 1987).

A habilidade do processamento temporal auditivo, especificamente, é considerada uma das habilidades mais importantes do Processamento Auditivo

(Central) - PA(C), tendo em vista que todas as funções do sistema auditivo são influenciadas pelo tempo, principalmente eventos relacionados à fala (PINHEIRO; MUSIEK, 1985; MOORE, 2006).

De acordo com a *American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA) (2005) os aspectos temporais da audição envolvem as habilidades de: mascaramento temporal, integração temporal, ordem e sequência temporal e resolução temporal.

Williams e Perrot (1972) referem que o processamento temporal auditivo possibilita o sistema auditivo detectar a ocorrência de dois eventos auditivos consecutivos e evitar, conseqüentemente, que estes sejam detectados como um único evento.

O processamento temporal pode ser definido como a percepção das características temporais de um som ou a alteração da duração das características do som com intervalo de tempo restrito ou pré definido (MUSIEK et al., 2005).

Rawool (2007) descreve o processamento temporal auditivo como o processamento do estímulo acústico através do tempo, sendo de suma importância para habilitar o indivíduo a compreender os sons da fala no silêncio e no ruído competitivo.

Lubert (1981) esclarece que para que a decodificação dos aspectos da fala seja considerada efetiva, as pistas acústicas relacionadas ao tempo devem ser processadas de forma precisa pelo sistema auditivo. Bellis (2003), por sua vez, afirma que durante o processo de decodificação da fala, o processamento temporal é considerado uma das funções mais importantes e necessárias para a discriminação de pistas súbitas.

Os aspectos temporais auditivos possibilitam ao ouvinte discriminar sons surdos e sonoros, bem como permite a ordenação de notas musicais, a análise de *pitch*, a ordenação de fonemas para percepção da fala e o aprendizado de determinadas regras de conversação (MACHADO; PEREIRA; AZEVEDO, 2006).

Chermak e Musiek (1997) enfatizam a importância do processamento temporal auditivo em toda a gama de capacidades do processamento linguístico,

como a diferenciação de fonemas através do tempo (*voice onset time*), as distinções lexicais e prosódicas, e a resolução da ambiguidade.

O *voice onset time* é considerado um importante parâmetro da fala o qual é encontrado na maioria das línguas do mundo (LISKER; ABRAMSON, 1964). Ele pode ser descrito fisicamente como o intervalo entre o início da produção da consoante e o início das vibrações rítmicas das pregas vocais (LISKER; ABRAMSON, 1964; STEINSCHNEIDER et al., 1999; STEINSCHNEIDER; FISHMAN; AREZZO, 2003).

A percepção e a distinção entre os fonemas baseiam-se especificamente no tempo de latência do *voice onset time* e no tempo de duração do intervalo de silêncio entre a explosão de ruído e a vogal seguinte (PHILLIPS, 1993; EGGERMONT, 2000).

Conseqüentemente entende-se que um déficit no processamento temporal pode ser a base de uma série de dificuldades auditivas como: compreensão da fala na presença de ruído, pior desempenho auditivo com sinais competitivos ou sinais acústicos degradados e dificuldades em seguir instruções (ASHA, 1996; CHERMAK, MUSIEK, 1997).

A percepção de fala em crianças ouvintes é altamente relacionada ao comportamento auditivo de resolução temporal. Associam-se alterações do processamento temporal auditivo aos déficits no processamento fonológico, discriminação auditiva, linguagem receptiva e leitura (KEITH, 2000).

No processo de (re)habilitação os profissionais que trabalham com audição e linguagem devem estar familiarizados com os aspectos do processamento temporal, pois crianças com alterações auditivas têm dificuldades em processar os estímulos auditivos ao longo do tempo. Essas alterações podem criar dificuldades na aquisição da fala, linguagem e leitura (RAWOOL, 2007).

2.1.1 Resolução Temporal

A resolução temporal é o tempo mínimo requerido para segregar e resolver eventos acústicos (GIRAUDI-PERRY et al., 1982). Irwin (1985) acrescenta que ela determina a presença de dois sons separados pelo tempo.

A habilidade dos ouvintes em detectar um breve intervalo de silêncio ao longo do tempo entre sucessivos eventos acústicos é possibilitada pela habilidade de resolução temporal (FITZGIBBONS, 1983).

Para Rawool (2007) a resolução temporal refere-se à habilidade que o sistema nervoso auditivo central possui para identificar o menor limite de tempo detectável.

Além disso, a resolução temporal diz respeito à capacidade do indivíduo em detectar pequenas mudanças dos estímulos ao longo do tempo, como uma breve interrupção entre dois sons ou discriminar uma forma de modulação em um som (MOORE 1997, FORMBY; SHERLOCK 1998, MOORE 2006).

Balen (1997) ressalta que a resolução temporal auxilia o indivíduo a identificar pequenas variações acústicas que ocorrem no sinal de fala ao longo do tempo e que permite ao indivíduo realizar distinções segmentais, silábicas e de palavras na fala contínua.

A discriminação entre dois sons da fala possui uma rápida mudança nas características do tempo do espectro e requer a habilidade precisa de resolução temporal (JOHNSON; BELLIS; BILLIET, 2007).

A detecção de intervalos entre dois estímulos é importante para a discriminação de fricativas e africadas, para identificar a presença ou ausência do fim da consoante em um encontro consonantal, para detectar o fim da consoante em posição medial da palavra e para discriminar entre uma e duas consoantes (DORMAN; RAPHAEL; LIBERMAN, 1979).

Diante do exposto, torna-se importante avaliar a habilidade de resolução temporal, a fim de verificar o desempenho desta habilidade na vida dos sujeitos e possibilitar possíveis diagnósticos e intervenções pontuais quando necessário.

2.2 TESTES DE RESOLUÇÃO TEMPORAL

As habilidades auditivas podem ser avaliadas por testes comportamentais do processamento auditivo. Esses testes fornecem informações diagnósticas a respeito do comportamento, do *status* neuromaturacional, da integridade, do funcionamento das vias auditivas centrais e, além disso, possibilitam o delineamento de um programa de habilitação/reabilitação auditiva (SANCHEZ; ALVAREZ, 2006).

Nos testes de detecção do intervalo de silêncio, o intervalo pode ser marcado por dois segmentos do estímulo que o delimitam. Esse intervalo geralmente é medido em milissegundos e recebe o nome de *gap* (PHILLIPS et al., 1998; HE, 1999).

Uma das primeiras investigações relacionadas ao processamento temporal utilizando testes de detecção de *gap* foi descrita por Garner (1947). O autor aplicou um teste que consistia na apresentação de tons, o paciente deveria apertar um botão todo o momento que os ouvia. Cada vez que o tom era apresentado a duração era diminuída e a intensidade era aumentada em 1 dB como efeito compensatório. A medida era considerada limite sempre que o paciente detectava dois tons em sucessão.

Hirsh (1959) afirma que o ouvido humano é capaz de perceber dois sons quando esses estão separados por um intervalo de silêncio maior do que 2 ms. A não percepção do intervalo de silêncio acarretará ao indivíduo uma sensação de um som apenas.

Uma constante nos testes de processamento temporal é o uso de diferentes tipos de marcadores. Eles têm como função delimitar o intervalo de silêncio entre os estímulos acústicos apresentados (GROSE et al., 1999). Normalmente, os dois segmentos ou marcadores apresentam características semelhantes (PHILLIPS et al., 1998; GROSE et al., 1999).

Estudos foram realizados a fim de pesquisar a resolução temporal com o uso de marcadores variando em sua frequência (IRWIN et al., 1985; OXENHAM, 2000).

Irwin et al. (1985) estudaram a resolução temporal em crianças e as comparou com os resultados em adultos. Os autores utilizaram marcadores de ruído de banda nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz. Como resultados encontraram limiares de detecção de *gap* das crianças no mesmo nível de resposta que adultos, com 5 ms na frequência em 1000 Hz e 10 ms em 2000 Hz. Entretanto, na frequência de 500 Hz os valores encontrados foram acima de 10 ms, em uma resposta de detecção mais alta que o grupo de adultos. Os autores sugeriram que os piores valores encontrados em crianças mais novas na frequência mais baixa, deve-se ao fato do sistema nervoso auditivo central encontrar-se ainda em processo maturacional.

Oxenham (2000) aplicou um teste de resolução temporal em seis adultos ouvintes, utilizando como marcadores tons harmônicos complexos de 140 Hz e 350 Hz. O autor observou que no teste que foi apresentado com o marcador de frequência mais alta, o limiar de detecção de *gap* foi menor quando comparado ao limiar do marcador de frequência mais baixa. Concluiu que essa diferença pode ser devido às flutuações periódicas de cada filtro auditivo estimulado.

A apresentação dos testes de detecção de *gap* pode ser realizada binaural ou monoaural. O processamento monoaural está mais envolvido nos segmentos dos sinais de fala, e o binaural na separação do sinal de sons competitivos (STROUSE et al., 1998; OXENHAM, 2000).

Strouse et al. (1998) pesquisaram o efeito do processamento temporal em situações monoaurais e binaurais, na população de adultos e idosos sem alterações auditivas. Foi observado que os limiares de detecção de *gap* na situação binaural se apresentaram ligeiramente maiores do que em situação monoaural, porém não suficientes para serem estatisticamente significantes.

Oxenham (2000) estudou o efeito de detecção de *gap* em situações monoaurais e binaurais em seis mulheres adultas sem alterações auditivas. O autor constatou que os limiares de *gap* não são afetados pela diferença de tempo interaural e que o sistema binaural tem um papel pequeno ou até inexistente neste processo. Assim, os limiares obtidos nas situações monoaurais e binaurais podem ser entendidos como resultados apresentados por cada orelha independente e que

se a condição de resposta monoaural estiver disponível, o desempenho auditivo não é afetado por informações binaurais.

Ainda, segundo Baran e Musiek (2001), os testes monoaurais são úteis para detectar alterações na via auditiva, mas não a localização da lesão, uma vez que há grande participação das vias ipsi e contralaterais, resultando em desempenho semelhante entre as orelhas.

Outra variável na constituição dos testes é o tipo do estímulo, verbais ou não verbais. Segundo Musiek e Lamb (1999) os testes auditivos não verbais apresentam uma vantagem frente aos verbais, visto que sua aplicação é apropriada a indivíduos que ainda não desenvolveram a habilidade de linguagem funcional, indivíduos com distúrbios de linguagem e indivíduos que não falam a mesma língua em que o teste é apresentado. Os autores também referem que os testes de fala podem mascarar dificuldades do processamento auditivo, uma vez que as habilidades linguísticas podem ser utilizadas para compensar suas dificuldades.

Musiek e Lamb (1999) referem também que a função auditiva central pode ser influenciada pelo limiar auditivo do paciente e que qualquer alteração na função auditiva pode ocasionar uma falha no processo de recepção da mensagem ouvida.

Estudos foram realizados com o intuito de caracterizar o limiar de detecção de *gap* nas perdas auditivas (GIRAUDI-PERRY et al., 1982; FITZGIBBONS; WIGHTMAN, 1982; NELSON; TOMAS, 1997).

Giraudi-perry et al. (1982) mediram o limiar de detecção de *gap* em chinchilas com diferentes graus de perda auditiva. Os resultados mostraram que as perdas auditivas com limiares entre 15 a 30 dB não afetaram o desempenho na detecção de *gap*. Porém, em limiares acima de 40 dB os limiares de detecção dos *gaps* foram maiores. Quando se aumentou a intensidade do estímulo, a detecção dos *gaps* melhorou.

Fitzgibbons e Wightman (1982) estudaram a resolução temporal em 10 crianças, cinco sem alterações auditivas e cinco com perda auditiva coclear. A resolução temporal nos indivíduos com perda auditiva foi significativamente pior do

que o grupo de indivíduos com audição normal, na comparação realizada em mesmo nível de pressão sonora e com o mesmo nível de sensação auditiva.

Nelson e Tomas (1997) estudaram a resolução temporal em oito indivíduos sem alterações auditivas e em oito indivíduos com perda auditiva moderada/severa. Os resultados encontrados apontaram que quando a intensidade sonora era menor, indivíduos com perda auditiva apresentavam piores limiares de detecção de *gap*. Quando a intensidade era aumentada, ficando com o mesmo nível de sensação auditiva que os indivíduos sem perda auditiva, o limiar de detecção de *gap* dos indivíduos com perda auditiva melhorou, porém não alcançou os mesmos níveis que o grupo de ouvintes.

Outra questão importante é a especificidade dos hemisférios cerebrais para tarefas de detecção de *gap*.

Um grande número de pesquisas tem indicado o papel preferencial do hemisfério esquerdo na análise temporal do estímulo acústico. Essa especialização pode estar relacionada aos parâmetros acústicos específicos para a discriminação dos sons da fala (PENHUNE et al., 1996)

Brown e Nicholls (1997) avaliaram a assimetria perceptual do estímulo acústico em adultos com tarefas de detecção de *gap* utilizando marcadores de ruído. Como resultados encontraram melhores respostas na orelha direita do que na esquerda. A orelha esquerda mostrou mais respostas falsas de *gaps* que a direita, isto é, detectou mais *gaps* que não existiam.

Zatorre e Belin (2001) investigaram o córtex auditivo direito e esquerdo por meio de exames de neuroimagem. Evidenciaram ativação do giro de Heschl em ambos os hemisférios, mas com maior resposta do lado esquerdo para tarefas temporais, e para mudanças espectrais, identificaram uma maior ativação do giro temporal superior em ambos os lados com maiores respostas do lado direito. Os autores concluíram que a maior mielinização do hemisfério esquerdo permite uma condução mais rápida do estímulo, sendo mais sensível para mudanças acústicas rápidas. Já o hemisfério direito apresenta espaçamentos menores das colunas corticais favorecendo uma maior resolução da frequência, embora uma transmissão mais lenta.

Efron et al. (1985) avaliou os limiares de detecção de *gap*, em tarefas monoaurais, em sujeitos com lobotomia temporal anterior e sujeitos sem alterações. Como resultados observaram uma simetria de respostas entre o hemisfério direito e o hemisfério esquerdo nos sujeitos sem alterações e déficit na detecção de *gap* no ouvido contralateral à lobotomia temporal.

Samelli e Schochat (2008) avaliaram a diferença de respostas entre as orelhas em tarefa de detecção de *gap* em 100 indivíduos adultos. Como resultados não encontraram diferenças estatisticamente significantes na tarefa de detecção de *gap* entre as orelhas pesquisadas, independentemente de qual orelha iniciava o teste.

Tendo em vista o objetivo do presente trabalho, os próximos itens apresentam maiores informações sobre os dois testes que foram utilizados na pesquisa: o *Random Gap Detection Test (RGDT)* e o teste *Gaps In Noise (GIN)*. Para tanto, serão expostas pesquisas nacionais que utilizaram esses testes em diferentes populações a fim de relacionar seus resultados com os da presente pesquisa.

Destaca-se que se optou por apresentar apenas as pesquisas nacionais de cada teste visando descartar supostas variáveis de natureza linguística, pois Salmelin et al. (1999), Garcia (2001) e Balen et al. (2009a) acreditam que as diferenças de estimulação recebidas pelos indivíduos durante o desenvolvimento da linguagem são influenciadas pelas propriedades acústicas dos fonemas nas diversas línguas, formando um diferente padrão neural de decodificação e de acesso à informação. As características acústicas de cada língua são diferentes em vários aspectos e os processos da resolução temporal necessários para a decodificação podem ser diferentes em função das propriedades exigidas pela língua. Assim descartariam variáveis ligadas à natureza linguística.

2.2.1 *Random Gap Detection Test (RGDT)*

O teste RGDT foi desenvolvido por Keith (2000), como uma revisão do *Auditory Fusion Test-Revised (AFTR)*, e é utilizado para avaliar a habilidade de

resolução temporal em crianças e adultos. O seu objetivo é detectar o menor intervalo de silêncio entre dois estímulos em cada uma das frequências avaliadas.

O teste deve ser aplicado em cabine acústica, com o uso de audiômetro acoplado a um leitor de *compact disk* (CD). O sinal é apresentado binaural em nível auditivo mais confortável para o paciente (55 dB a 65 dB).

O teste oferece dois tipos de estímulos para serem aplicados: o clique e o tom.

O RGDT tem aproximadamente 10 minutos de duração incluindo as instruções e a faixa treino. A resposta é dada pela criança de forma motora, como por exemplo: mostrando com os dedos quantos estímulos ouviu.

O RGDT é composto por:

- *Subtest 1*, que consiste na apresentação de pares tonais na frequência 500 Hz, com variação do *gap* entre os dois tons de 0 a 40 ms, seguindo intervalos específicos de: 0, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 ms apresentados na ordem crescente. Os intervalos interestímulos são de 4,5 segundos para permitir o tempo de resposta do indivíduo. Cada um dos dois tons apresenta 17 ms de duração incluindo 1 ms de *rise* e 1 ms de *fall*.
- *Subtest 2*, consiste no teste propriamente dito, utilizado como padrão para a análise. Possui os mesmos parâmetros do *Subtest 1*, com diferença na apresentação dos *gaps* que ocorrem de forma aleatória e a pesquisa nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.
- *Subtest 5*, é uma faixa expandida (*RGDT-Expanded*) apresentado quando não há detecção do *gap* no *Subtest 2*. É apresentado nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, variando o intervalo entre os estímulos de 50 a 300 ms e seguindo intervalos específicos de: 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250 e 300 ms apresentados de forma aleatória.

Segue na Figura 1 a representação visual dos parâmetros utilizados no RGDT.

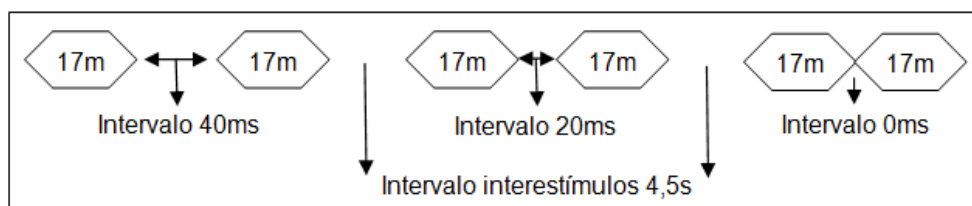


Figura 1: Exemplo dos parâmetros do *Random Gap Detection Test* (RGDT)

O teste RGDT foi padronizado por Keith (2000) em crianças norte-americanas de cinco a 11 anos e 11 meses de idade fazendo uso de fone supra-aural. O Quadro 1 apresenta os valores de normalidade encontrados pelo autor:

Quadro 1 – Resultados da pesquisa de padronização do *RGDT* (KEITH, 2000)

Grupos por idade (anos)	Média (ms)	dp (ms)
5 - 7	7,3	4,8
8	6,0	2,5
9	7,2	5,3
10 - 11	7,8	3,9

Destaca-se que não foram encontrados estudos nacionais que tenham utilizado o RGDT como instrumento de avaliação da população de usuários de implante coclear. Além disso, não foram encontrados estudos da aplicação o *RGDT* em campo livre.

Para complementação da literatura, considerando a temática proposta, realizou-se a busca de estudos nacionais que abordassem a utilização do teste *RGDT* como instrumento de avaliação em crianças sem alterações auditivas.

O Quadro 2 apresenta os resultados de estudos nacionais com crianças sem alterações auditivas, sendo na maioria deles os resultados dos grupos controle das pesquisas.

Quadro 2 – Pesquisas brasileiras com resultados do RGDT em crianças sem alterações auditivas

Autor	Ano	N	Idade (anos)	Média (ms)	dp (ms)	Conclusão
Branco-Barreiro	2003	14	9 - 11	14,4	NC	Diferença estatisticamente significativa para a frequência de 2000Hz e na média de todas as frequências na comparação entre os grupos do estudo
Barreto, Muniz e Teixeira	2004	15	7 - 13	9,22	NC	Diferença significativa entre as frequências. Não houve diferença significativa entre as faixas etárias e os sexos
Dias	2004	74	7 - 10	8,7	4,5	Não houve diferença significativa entre as faixas etárias
Muniz et al.	2007	18	6 - 9	10,16	3,85	Não houve diferença significativa entre as frequências, os sexos e as faixas etárias
Balen et al.	2009a	16	6 - 14	10,5	5,28	Não houve diferença significativa entre as frequências e os sexos
Balen et al.	2009b	12	7 - 10	10,94	5,50	Não houve diferença significativa entre as frequências e os sexos
Silva et al.	2009	16	9 - 11	10,3	NC	Não houve diferença significativa entre os sexos

Legenda: NC - Não consta

2.2.2 *Gaps In Noise (GIN)*

O teste GIN foi criado por Musiek et al. (2005) e tem como objetivo determinar o limiar de detecção de *gap* com o uso marcadores de ruído branco.

O teste deve ser aplicado em cabine acústica, com o uso de audiômetro acoplado a um leitor de CD. O sinal deve ser apresentado monoaural e a 50 dBNS.

O teste GIN é composto por uma faixa treino e quatro faixas teste, sendo cada faixa composta por segmentos de ruído branco (*white noise*). Cada segmento consiste em seis segundos de ruído branco com intervalos de silêncio apresentados entre 2 e 20 ms de duração, sendo: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 e 20 ms. Ressalta-se que os segmentos podem apresentar um, dois, três ou nenhum intervalo de silêncio. Cada intervalo de silêncio é apresentado seis vezes em cada uma das quatro faixas teste. Segue na Figura 2 o exemplo dos parâmetros do GIN:

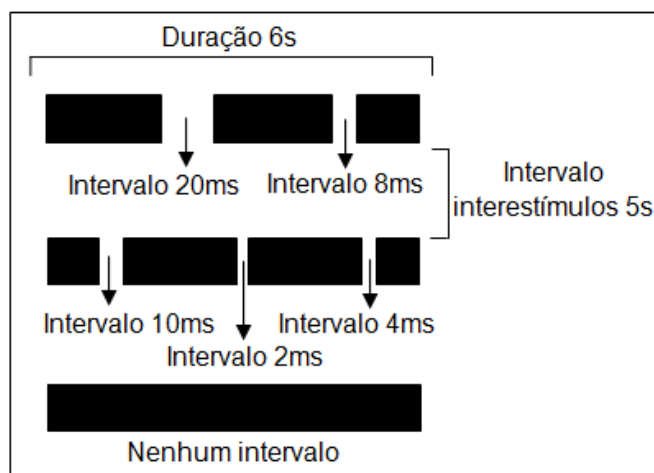


Figura 2: Exemplo dos parâmetros do teste *Gaps In Noise* (GIN)

Shinn, Chermak e Musiek (2009) realizaram um estudo em crianças a fim de determinar o padrão de normalidade para cada faixa etária. Como resultados encontraram os seguintes limiares expostos no Quadro 3.

Quadro 3 – Resultados da pesquisa de padronização do teste GIN (SHINN; CHERMAK; MUSIEK, 2009)

Grupos por idade (anos)	Média OD (ms)	dp OD (ms)	Média OE (ms)	dp OE (ms)
7	5,36	1,36	5,00	1,34
8	5,00	1,00	4,73	1,00
9	4,60	0,84	5,10	1,37
10	5,30	1,25	4,90	0,99
11	4,80	0,63	4,80	0,63
12+	4,87	1,25	5,00	1,16

Assim como no teste RGDT, não foram encontrados estudos nacionais que utilizaram o teste GIN como instrumento de avaliação na população de usuários de implante coclear, nem mesmo sua aplicação na situação de campo livre.

Para complementação da literatura, considerando a temática proposta, realizou-se a busca de estudos nacionais que abordassem a utilização do teste GIN como instrumento de avaliação em crianças sem alterações auditivas.

O Quadro 4 apresenta os resultados de estudos nacionais com crianças sem alterações auditivas e os resultados dos grupos controle das pesquisas.

Quadro 4 – Pesquisas brasileiras com resultados do teste GIN em crianças com audição normal

Autores	Ano	N	Idade (anos)	Gap (OD)		Gap (OE)		Conclusão
				Média (ms)	dp (ms)	Média (ms)	dp (ms)	
Balen <i>et al.</i>	2009a	16	6 - 14	5,7	2,87	5,4	1,07	Não houve diferença significativa entre as orelhas e os sexos
Silva <i>et al.</i>	2009	16	9 - 11	5,25	NC	4,9	NC	Não houve diferença significativa entre os sexos
Perez e Pereira	2010	92	11 - 12	5,00	1,04	5,11	0,93	Não houve diferença significativa entre as orelhas, faixas etárias e os sexos
Amaral e Colella-Santos	2010	75	8 - 10	4,7	0,7	4,4	0,7	Não houve diferença significativa entre as orelhas, faixas etárias e os sexos

Legenda: NC - Não consta

2.3 IMPLANTE COCLEAR

Indivíduos que apresentam perda auditiva neurossensorial coclear de grau severo a profundo acabam perdendo a função das células ciliadas da orelha interna, pois quando essas células estão ausentes, nenhuma quantidade de amplificação sonora poderá auxiliar o indivíduo a perceber o som. Isso decorre do fato de não existir nenhum mecanismo auditivo que possa estimular as fibras do nervo auditivo (CLARK, 2003; BEVILACQUA; COSTA FILHO; MARTINHO, 2004).

O implante coclear (IC) caracteriza-se por ser um dispositivo que substitui parcialmente as funções da cóclea, nos casos em que esse órgão não foi desenvolvido corretamente ou foi destruído por alguma doença ou lesão. Ele atua na estimulação elétrica do nervo auditivo, a partir da inserção de eletrodos na cóclea. Atualmente é reconhecido como um sucesso no estabelecimento e restabelecimento da audição em indivíduos com deficiência auditiva severa a profunda (LOEB, 1990; CLARK, 2003; BEVILACQUA; COSTA FILHO; MARTINHO, 2004).

É de suma importância que, nas crianças deficientes auditivas, as vias auditivas centrais sejam estimuladas sensorialmente com informações significativas, pois, desta forma, a construção da linguagem oral e das habilidades cognitivas se desenvolvem (ALVES; LEMES, 2005).

Estudos comprovam que a indicação do IC em crianças cada vez mais jovens reduz significativamente os efeitos da privação auditiva, possibilitando o acesso à linguagem oral (MIYAMOTO et al., 1999; NIKOLOPOULOS; O'DONOGHUE; O'NEILL et al., 2002).

Pesquisas realizadas com crianças usuárias de IC demonstram que o desenvolvimento das habilidades de percepção auditiva e de linguagem de crianças implantadas precocemente são superiores quando comparadas às crianças implantadas tardiamente (ANDERSON et al., 2003; NICHOLAS; GEERS; BRENNER, 2004; CONNOR et al., 2006; DETTMAN et al., 2007; MIYAMOTO et al., 2008; COLLETTI, 2008).

Connor et al. (2006) afirmam que o melhor desenvolvimento da fala e da linguagem oral em crianças que receberam o IC, antes dos dois anos e meio de

idade, se deve ao período de explosão do desenvolvimento durante essa idade somado ao maior tempo de uso do dispositivo eletrônico.

O'Neill et al. (2002) ressalta que com o uso contínuo do dispositivo eletrônico, as habilidades auditivas e linguísticas progridem e continuam a se desenvolver ao longo do tempo.

A possibilidade de desenvolvimento das habilidades auditivas e linguísticas ocorrem devido à existência da plasticidade neural. Ratey (2002) refere que durante a estimulação auditiva os neurônios e as redes neuronais competem e se empenham em processar novas informações. Aqueles que obtêm êxito consolidam-se como membros fortes e permanentes, ao passo que as redes neuronais não utilizadas são desligadas do fluxo e refluxo de informações e, conseqüentemente, morrem.

2.3.1 Componentes e funcionamento

O IC é formado por um componente interno e outro externo. O componente interno é composto por uma antena, um ímã, um receptor-estimulador e um cabo com filamentos de múltiplos eletrodos que são alocados cirurgicamente na cóclea do paciente. O componente externo é formado por um processador de fala, um microfone e por uma antena transmissora (TYLER 1993; CLARK 2003; BEVILACQUA; COSTA FILHO; MARTINHO, 2004).

Seu funcionamento ocorre quando o microfone capta o som e gera um sinal elétrico que é enviado ao processador de fala, onde será codificado e transmitido por radiofrequência ao componente interno por meio da antena. Os impulsos elétricos são enviados aos eletrodos estimulando fibras nervosas específicas nas várias regiões da cóclea, promovendo assim a sensação de audição (BEVILACQUA; COSTA FILHO; MARTINHO, 2004).

O IC realiza a estimulação elétrica buscando preservar o tonotopismo coclear, no qual o resultado da estimulação de diferentes canais possibilita a percepção de diferentes tonalidades, refletindo na organização tonotópica das fibras neurais auditivas (SHANNON, 1989).

Destaca-se que há um sistema específico de programação para cada tipo de IC. Esta programação é realizada por meio de um *software*, permitindo que parâmetros de estimulação elétrica sejam selecionados de forma diferenciada para cada usuário (ZENG, 2004).

A programação do IC permite a escolha da estratégia de decodificação do sinal, que é a forma pela qual o processador converte os sons que são captados pelo microfone em sinais elétricos. A estratégia de decodificação do sinal influencia diretamente os aspectos a serem selecionados para o processamento do sinal do IC.

No IC Nucleus 24, utilizado nesta pesquisa, existe a possibilidade de implementação de três estratégias de decodificação do sinal: a *Spectral Peak (SPEAK)*, *Continuous Interleaved Sampler (CIS)* e a *Advanced Combination Encoders (ACE)*.

A estratégia *SPEAK* possui um banco de 20 filtros com centros de frequências de 250 a 10000 Hz e taxas de estimulação que variam de 180 a 300 pulsos por segundo (pps) (BEITER, SHALLOP, 1998).

A CIS apresenta flexibilidade de variação da velocidade do pulso de 500 a 2400 pps com a possibilidade de selecionar 4, 6, 8 ou 12 canais de estimulação entre os 22 disponíveis (BEITER, SHALLOP, 1998).

Já a ACE é um conjunto de códigos híbridos, desenvolvida para poder combinar as vantagens do grande número de eletrodos e melhor representação de frequências da estratégia *SPEAK*, com a alta velocidade de estimulação da estratégia CIS, enfatizando as pistas espectrais e temporais. Especificamente a estratégia ACE, que é utilizada nos sistemas *Nucleus*, apresenta uma taxa de estimulação de até 2400 pps por canal ou 14400 pps totais, oferecendo uma representação espectral com altas velocidades melhorando a resolução temporal do sinal (COCHLEAR, 1998).

Um parâmetro importante na programação do IC é a velocidade dos pulsos elétricos destinados para o feixe de eletrodos que pode ser dividido em duração do pulso e taxa do pulso.

A duração do pulso refere-se ao tempo em que a atividade elétrica estimula cada feixe de eletrodo e é dado em microsegundos por fase ($\mu\text{s}/f$). A taxa de pulso define o número de pulsos por segundo (pps) enviados para cada eletrodo e ela pode apresentar baixas velocidades de estimulação como 100 pps e altas velocidades de estimulação como 2500 pps. A velocidade ideal da taxa de pulso varia de paciente para paciente (LOUIZOU, 1999).

Avanços na tecnologia dos IC e no processamento do sinal da fala forneceram importantes informações para a estimulação elétrica da cóclea em taxas mais elevadas. O uso de altas taxas de estimulação elétrica dos canais tem promovido melhoras na percepção de fala (WHITFORD et al., 1995).

Vandali (2000) relata que uma possível razão para essa melhora é que as altas taxas de estimulação podem promover um aumento no detalhe temporal do estímulo e/ou podem fornecer padrões de disparo neural que melhor harmonizam os padrões de estimulação acústica.

Nas medidas de potenciais auditivos intracocleares, as taxas mais elevadas de estimulação (2000 – 4000 pps) se têm mostrado idênticas ao modelo acústico natural (WILSON et al., 1997).

Wilson et al. (1992), em estudo com um sujeito, puderam manipular e explorar mais sistematicamente a taxa de estimulação do dispositivo. Os resultados em um teste de identificação de consoantes indicaram que o melhor desempenho foi alcançada em pulsos de baixa duração, com taxas de estimulação de 833 pps por canal ou menos. Também notaram que bons resultados foram encontrados quando os dispositivos apresentavam menores durações do pulso e maiores taxas de apresentação do pulso.

Dobie e Dillier (1985) estudaram dois sujeitos com diferentes taxas de estimulação em tarefas de detecção de *gap* de 80 a 1000 pps. O limiar de detecção de *gap* foi menor que 5ms em ambos os sujeitos, entretanto houve uma tendência de piores limiares de detecção de *gap*, 4,5 e 5 ms a 80 pps, e melhores, 1,8 a 2 ms a 1000 pps.

Em estudo, Vandali (2000) buscou o efeito das diferentes velocidades de estimulação em usuários de IC. Utilizou baixas taxas de estimulação (250 pps) e

altas taxas de estimulação (807 e 1615 pps). Foram aplicados testes de percepção de fala em cinco sujeitos usuários de Nucleus 24. Como resultado não foi encontrado significância entre o grupo de 250 pps e de 807 pps, porém um pior desempenho foi encontrado no grupo de 1616 pps. Concluíram que o aumento da velocidade de estimulação não afeta positivamente a qualidade perceptual auditiva do implantado.

Busby e Clark (1999) destacam que baixos limiares de detecção de *gap* podem ser causados pelas taxas de pulso programadas no implante coclear. O intervalo entre os pulsos são maiores em baixas taxas de estimulação levando a uma distorção do sinal e incertezas no processamento dos pequenos sinais temporais dos *gaps*. Em contrapartida, os limiares de *gaps* poderiam ser piores em altas taxas de estimulação, pois o intervalo do tempo de interpulso se aproxima do período refratário das fibras auditivas, resultando em uma pior transmissão do sinal ao longo do tempo.

2.4 IMPLANTE COCLEAR E TESTES DE RESOLUÇÃO TEMPORAL

As estratégias de processamento da fala dos IC têm um papel fundamental na reprodução da codificação temporal das frequências dos sons por meio da estimulação elétrica (CLARK, 2003).

Existem importantes diferenças entre a estimulação elétrica realizada pelo IC e a estimulação acústica natural da cóclea. No intuito de substituir o papel funcional da cóclea, os IC estimulam diretamente o nervo auditivo (ZENG, 2004).

Contudo, usuários de IC apresentam significativas diferenças na capacidade de compreensão dos aspectos ligados à fala quando comparados a ouvintes normais. Mesmo os usuários bem sucedidos podem apresentar dificuldades para compreendê-la (KAISER; SVIRSK; MEYER, 1999).

Isso se deve ao fato do IC apresentar uma limitada discriminação espectral do som nos aspectos temporais que são especialmente importantes para facilitar o processo de compreensão (KIRBY; MIDDLEBROOKS, 2009).

Segue no Quadro 5 estudos referentes à habilidade de resolução temporal com testes de detecção de *gap* em usuários de IC.

Quadro 5 – Descrição dos estudos de detecção de *gap* em usuários de implante coclear

Autor	Ano	Amostra	Teste	Resultados / Conclusões
Shannon	1989	N: 17 Idade: 25 a 78 anos	Parâmetros utilizados: estímulos pulsáteis e sinusoidais, com variação nos marcadores de 500, 1000, 1600 ou 2000Hz	Foram encontrados limiaries de detecção de <i>gap</i> de 20-50ms para os estímulos mais graves e 2-5ms para os estímulos mais agudos. A detecção de <i>gap</i> não é afetada pela posição do eletrodo na cóclea ou pela distância dos eletrodos estimulados. <i>Gaps</i> similares entre usuários de implante coclear e sujeitos normais, sugerindo que a atividade neural periférica possivelmente não é importante para esta tarefa.
Muchnik et al.	1994	N: 14 usuários de IC pós linguais Idade: 13 a 63 anos	Parâmetros utilizados: marcadores de ruído de 1000 a 4000Hz com durações de 85, 65, 52, 36, 25 e 10ms	Limiares entre 12,8 ms a 71,58 ms. Com a diminuição da duração do marcador melhorava a detecção de <i>gap</i> .
Hanekom e Shannon	1998	N: 3 Idade: 39 a 55 anos	Parâmetros utilizados: estímulos gerados por computador e apresentados a 1000pps com duração de 200ms diretamente ao dispositivo interno	Foram encontrados menores limiaries de <i>gap</i> quando o primeiro e o segundo estímulo apresentados acionavam eletrodos próximos, de 1 a 4ms.
Moore e Glasberg	1998	N: 7 Idade: 35 a 72 anos	Parâmetros utilizados: ruído passa baixo e um sinal sinusoidal, nas frequências de 500, 1000 e 2000Hz	Foram encontrados menores <i>gaps</i> com o uso de marcadores sinusoidal, 5,7ms do que marcadores de ruído, 14,46 ms. A diferença entre os resultados é devido às flutuações do sinal de ruído, que no caso de usuários de implante coclear se confundem com o <i>gap</i> aumentando o campo dinâmico sonoro, mascarando o intervalo de silêncio.
Busby e Clark	1999	N: 15 Idade: 9,3 a 21,5 anos	Parâmetros utilizados: estímulos com 200, 500 e 1000pps e duração do estímulo de 500 e 1000ms	Foi encontrado variação na detecção de <i>gap</i> entre 1,8 e 32,1 ms. Não foi encontrada relação entre a taxa de estimulação e a duração dos estímulos. Porém, para dois sujeitos houve um pior desempenho no estímulo com duração de 1000ms.
Wei et al.	2007	N: 10 pós-linguais e 7 pré-linguais Idade: 10 a 49 anos	Parâmetros utilizados: - ruído de 500ms de duração com intervalo de silêncio inserido no centro do ruído - discriminação de frequências de 250 a 4000Hz	Os implantados pós-linguais apresentaram melhor desempenho 10ms comparado com 41ms do grupo pré-lingual. Nenhum dos dois grupos chegou ao nível de detecção de <i>gap</i> de ouvintes normais que variou de 2-3ms.

continua

continuação

Autor	Ano	Amostra	Teste	Resultados / Conclusões
Sagi <i>et al.</i>	2008	N: 11 pós-linguais Idade: 35 a 73 anos	Parâmetros utilizados: os estímulos usados foram vogais sinteticamente criadas	Implantados foram hábeis em identificar o intervalo de silêncio com desempenho similar a adultos normais, bem como verificaram que a compreensão da fala em conjunto aberto relaciona-se ao limiar de detecção de <i>gap</i> .
Daniels e Musiek	2009	N: 7 pós-linguais Idade: Adultos	Teste: <i>Gaps In Noise</i> aplicado com nível de sensação de 30 e 50dB	Limiars de 8,795ms a 50dB nível de sensação e 17,607ms a 30dB nível de sensação auditiva.
Kirby e Middlebrooks	2010	Animais (<i>guinea pigs</i>)	Parâmetros utilizados: taxas de estimulação de 254, 1.017 e 4.069pps	Limiar de <i>gap</i> diminuía com aumento da taxa de estimulação de 254 para 4.069pps. A detecção de <i>gap</i> com altas taxas de estimulação não foi benéfica, podendo trazer aos usuários de implante coclear dificuldade na discriminação de consoantes surdas e sonoras durante a fala encadeada.

É importante referir que a pesquisa de Daniel e Musiek (2009) foi à única pesquisa encontrada que utilizou um teste de detecção de *gap* padronizado, o teste GIN, na população de usuários de IC, e teve como população adultos pós-linguais.

A relação entre a detecção de *gap* e a percepção de fala ainda é amplamente discutida. Estudos sugerem que limiares de detecção de *gap* inferiores a 40 ms podem ser suficientes para perceber a informação de fala (MUCHNIK et al., 1994; TYLER; MOORE; KUK, 1989). Essa informação sugere a identificação de consoantes, marcações silábicas, bem como a percepção do final das palavras (BUSBY; CLARK, 1999).

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Esta pesquisa teve o objetivo de verificar o desempenho de crianças usuárias de implante coclear em tarefas de resolução temporal.

Os objetivos específicos da pesquisa foram:

- Comparar a resolução temporal de crianças usuárias de implante coclear com crianças com audição normal.
- Verificar a relação da idade cronológica com os limiares de detecção de *gap*.
- Verificar a relação do tempo de uso de implante coclear com os limiares de detecção de *gap*.
- Correlacionar os limiares de detecção de *gap* com o sexo e as orelhas implantadas.
- Relacionar os limiares de detecção de *gap* dos diferentes testes aplicados.

4 MATERIAL E MÉTODO

4 MATERIAL E MÉTODO

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru / Universidade de São Paulo (FOB/USP), sob o parecer 143/2009 (Anexo 1).

4.1 CASUÍSTICA

Os responsáveis e participantes desta pesquisa foram orientados quanto ao caráter voluntário de participação, aos objetivos e aos exames que seriam realizados. Caso concordassem em participar, frente aos fatos explicados pelo avaliador, deveriam assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1).

A devolutiva aos responsáveis foi realizada logo após o término do exame, ficando o pesquisador com o compromisso de entregar os resultados impressos dos exames realizados com a criança ao término deste estudo.

Os participantes do presente estudo foram classificados em dois grupos:

- Grupo Experimental (GE): formado por crianças usuárias de IC.
- Grupo Controle (GC): crianças sem alterações auditivas.

4.1.1 Grupo Experimental

A população desta pesquisa foi formada por 868 pacientes regularmente matriculados e acompanhados pelo Centro de Pesquisas Audiológicas (CPA) do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC) da Universidade de São Paulo (USP) - Campus Bauru.

Para a composição da amostra do GE foram observados os seguintes critérios de inclusão:

- ausência de doenças psiquiátricas e psicológicas conhecidas;
- deficiência auditiva sensorineural severa/profunda bilateral;
- idade entre sete e 11 anos e 11 meses;
- usuários de IC;
- utilização da estratégia de codificação de fala *ACE*;
- mínimo de 24 meses de uso do dispositivo;
- inserção total dos eletrodos na cóclea;
- apresentação de média dos limiares auditivos em campo livre nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz até 25 dB.
- língua portuguesa como primeira língua;
- categoria de audição seis¹;
- categoria de linguagem quatro²;
- retorno agendado para acompanhamento anual ou semestral com a equipe do CPA dentro do tempo estipulado para a coleta de dados da presente pesquisa.

Com o intuito de estabelecer um padrão e descartar possíveis variáveis diante de diferentes marcas de IC e estratégias de codificação de fala, optou-se por determinar quais IC seriam estudados. Para tanto, foram selecionados os usuários de IC modelo *Nucleus 24M*, *Nucleus 24K* ou *Nucleus Contour* como componente interno.

Esses dispositivos possuem diferenças no tamanho ou na curvatura do feixe de eletrodos, sendo o mesmo arranjo de 22 eletrodos. O componente externo não apresenta diferença em relação aos parâmetros de programação, uma vez que é o mesmo para os três modelos (COCHLEAR, 1998). O componente externo

¹ A categoria de audição seis, de acordo com Geers (1994), é o reconhecimento de palavras em conjunto aberto, sendo que a criança é capaz de ouvir palavras fora do contexto, extrair informação fonêmica e reconhecer a palavra somente por meio da audição.

² A categoria quatro, conforme Bevilacqua, Delgado e Moret (1996), é quando a criança constrói frases de quatro a cinco palavras, e inicia o uso de elementos como: pronomes, artigos e preposições.

determinado para esta pesquisa foi o modelo *SPRINT* com estratégia de codificação de fala *ACE*.

As características do IC utilizado pelas crianças do presente estudo seguem detalhadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Características do implante coclear estudado

Características	
Número de eletrodos ativos	22
Modo de estimulação	MP1+2
Processador de fala	<i>Sprint</i>
Estratégia de codificação de fala	ACE
Canais/Máximas	12 máximas
Velocidade por canal	1200pps
Faixa de frequência	188 – 7938 Hz

Portanto, a partir da aplicação dos critérios de inclusão na pesquisa foram selecionadas 20 crianças. O Gráfico 1 expõe os motivos e o número de exclusões durante a seleção da amostra do GE.

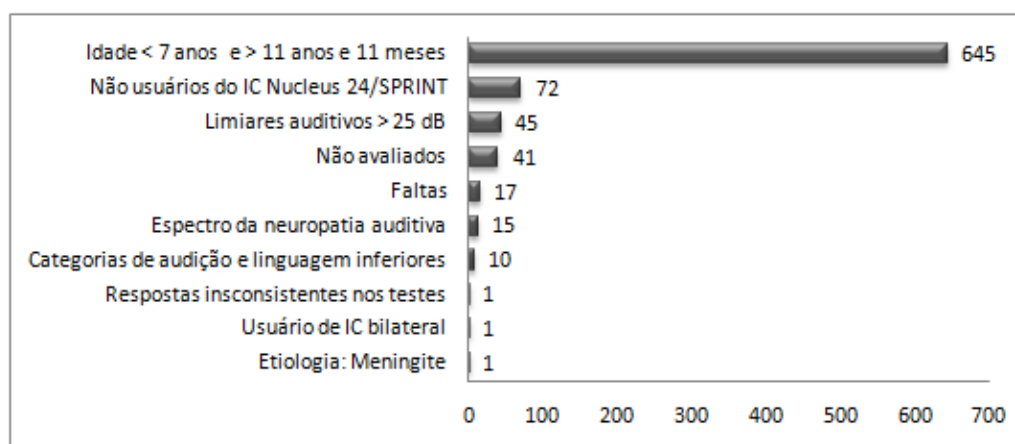


Gráfico 1 – Causas de exclusão e número de pacientes excluídos durante a seleção do GE

4.1.2 Grupo Controle

O grupo controle foi formado por filhos de funcionários e de alunos da USP – Campus Bauru.

Para a inclusão das crianças na pesquisa foram criados os seguintes critérios:

- idade entre sete e 11 anos e 11 meses;
- ausência de histórico de intercorrências na gravidez ou perinatal;
- ausência de doenças neurológicas, psiquiátricas e psicológicas conhecidas;
- ausência de histórico otológico recorrente;
- ausência de queixas quanto ao desenvolvimento da linguagem;
- ausência de dificuldades escolares;
- limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade bilateralmente;
- apresentação de resultados dentro dos padrões de normalidade no teste Dicótico de Dígitos (PEREIRA; SCHOCHAT, 1997).

Jerger e Musiek (2000) propõem a utilização de um teste dicótico como triagem, descartando uma possível alteração no processamento auditivo.

Sendo assim, foram incluídas no grupo controle todas as crianças que apresentaram um total de no mínimo 90% de acertos no teste (SANTOS, 1998).

O histórico de cada criança foi coletado por meio de conversa espontânea com os seus responsáveis. Foram utilizados pontos de direcionamento quanto à gravidez, ao desenvolvimento neuropsicomotor, ao histórico otológico, à linguagem, e à leitura e escrita.

A partir da aplicação dos critérios de inclusão, foram selecionadas e avaliadas 20 crianças. Não foi necessária a exclusão de nenhuma criança, pois todas se encaixaram nos critérios de seleção desta pesquisa.

4.2 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

4.2.1 Local e equipamentos

As avaliações realizadas neste trabalho ocorreram nas dependências do Centro de Pesquisas Audiológicas (CPA) do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC) da Universidade de São Paulo (USP) - Campus Bauru.

Os testes foram aplicados em cabina tratada acusticamente com dimensões de 1,5 m x 2 m.

A calibração do campo livre, dos fones TDH39-P e do audiômetro MIDIMATE 622 encontravam-se regularmente de acordo com as normas IEC-NBR 60645.

4.2.2 Avaliações da etapa de seleção das amostras

4.2.2.1 Grupo experimental

As avaliações para a seleção do grupo experimental foram analisadas a partir dos dados descritos no prontuário único do paciente, sendo elas:

- **Audiometria em campo livre:** foi realizada uma pesquisa do limiar auditivo nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. As caixas de som estavam acopladas ao audiômetro e na altura da cabeça do paciente, a uma distância de 60 cm e a 0° azimute;
- **Categorias de audição e linguagem:** essas avaliações foram realizadas pelos profissionais fonoaudiólogos do setor e eram confirmadas pelo pesquisador no momento da realização dos testes de resolução temporal.

4.2.2.2 Grupo controle

Foram realizados os seguintes procedimentos para a seleção do grupo controle:

- **Inspeção da orelha externa:** buscou-se verificar a existência de corpo estranho e/ou excesso de cerúmen no meato acústico externo das crianças.
- **Audiometria tonal limiar:** em cabine acústica foi realizada a pesquisa do limiar auditivo das crianças do grupo controle, nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz, com intuito de verificar se o limiar auditivo, de ambas as orelhas, encontravam-se dentro dos padrões de normalidade, ou seja, iguais ou inferiores a 15 dBNA, de acordo com Silman e Silverman (1997).
- **Audiometria em campo livre:** foi realizada uma pesquisa do limiar auditivo nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. As caixas de som estavam acopladas ao audiômetro e na altura da cabeça do paciente, a uma distância de 60 cm e a 0° azimute.
- **Medidas de imitância acústica:** buscou-se por meio desse procedimento verificar quaisquer comprometimentos de orelha média do grupo controle, que poderiam interferir nos resultados da pesquisa, assim como a presença do reflexo acústico contralateral nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Utilizou-se o imitanciômetro AZ-7, seguindo normas de calibração ISO – 389.
- **Teste Dicótico de Dígitos:** o teste Dicótico de Dígitos é disponibilizado em CD. É composto por 20 pares de vocábulos representando dígitos. Na tarefa dicótica é solicitado que o paciente repita verbalmente todos os números ouvidos independentemente da ordem, conforme orientam as autoras Pereira e Schochat (1997) (Anexo 2).

4.2.3 Testes de resolução temporal

Para avaliar o desenvolvimento da habilidade de resolução temporal foi utilizado um protocolo de investigação composto por dois testes comportamentais disponibilizados em CD: *Random Gap Detection Test (RGDT)* desenvolvido por Keith (2000) e o teste *Gaps In Noise (GIN)* desenvolvido por Musiek et al. (2005).

No teste RGDT foram utilizadas as faixas *Subtest 1, 2 e 5*, correspondentes aos estímulos de tom puro nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

No teste GIN foram utilizadas apenas as faixas testes 1 e 2, tendo como base o estudo de Samelli (2005), que demonstrou a ausência de diferenças significativas no desempenho de sujeitos nas faixas teste 1, 2, 3 e 4, sem efeito de aprendizagem ou de cansaço entre uma faixa e outra. A autora encontrou evidências de que a utilização de somente duas faixas do teste não interfere nos resultados obtidos e, dessa maneira, torna-se possível reduzir o tempo de aplicação.

A aplicação dos testes aconteceu em campo livre a 0° azimute e a 60 cm da caixa de som de onde o estímulo foi apresentado, uma vez que para os usuários de IC não é possível a utilização de fone supra-aural com o dispositivo ligado. Também, a aplicação do teste GIN, que é realizada monoaural, deu-se binaural nas crianças do grupo controle.

Foi realizada audiometria em campo livre nas crianças pertencentes ao GE com finalidade de obter os limiares tonais nessa situação. A média foi calculada entre as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

Os limiares médios encontrados no GE variaram entre 20 e 25 dBNA. Dessa forma o valor de apresentação do sinal foi fixado em 40 dBNA acima do limiar auditivo obtido em campo livre de cada paciente, para que não fosse extrapolado os valores padronizados em pesquisas realizadas no CPA do HRAC/USP para usuários de IC.

Frederigue (2006) realizou uma pesquisa com crianças de 7 a 11 anos e 11 meses, usuárias de IC em campo livre com dois testes temporais, o Teste de Padrões de Frequência (TPF) e o Teste de Padrões de Duração (TPD). Utilizou como parâmetros 40dBNS e 30dBNS como divisor de grupos na aplicação dos testes, uma vez que definiu como limite para cada grupo 60dBNA nesta situação. Referente aos diferentes níveis de sensação aplicados em sua pesquisa, concluiu que não houve diferença estatisticamente significativa nos resultados entre esses dois grupos.

O RGDT e o teste GIN foram aplicados no mesmo dia com um intervalo de tempo entre eles, para que efeitos do primeiro teste não interferissem nos resultados do segundo. Para todas as crianças seguiu-se a mesma ordem de apresentação, inicialmente com o RGDT e, em seguida, com o teste GIN. As respostas dos pacientes foram anotadas na folha de resposta dos próprios testes (Anexos 3 e 4).

Os dispositivos dos usuários de IC foram ligados e programados na estratégia de codificação de fala usual e com o mapeamento do último retorno, para que as crianças estivessem familiarizadas com o programa.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foi utilizado o teste não paramétrico *Mann Whitney* para comparar as seguintes variáveis entre o GE e o GC: cada uma das frequências pesquisadas e a média geral das frequências no RGDT, e cada uma das listas aplicadas e a média no teste GIN.

O teste *Mann Whitney* foi utilizado também para verificar se houve influência das orelhas (OD x OE) avaliadas e dos sexos (M x F) nos resultados no *RGDT* e no teste *GIN* do GE.

O teste paramétrico *t* de *Student* para dados independentes foi utilizado para verificar a influência do sexo (M x F) nos resultados no *RGDT* e no teste *GIN* do GC.

O Coeficiente de Correlação de *Pearson* foi aplicado para verificar as seguintes correlações no GE: a média do *RGDT* com a idade cronológica e com o tempo de uso do IC, e a média no teste *GIN* com a idade cronológica e com o tempo de uso do IC. No GC: a média do *RGDT* com idade cronológica e a média do *GIN* com a idade cronológica.

O Coeficiente de Correlação de *Pearson* foi utilizado, também, para verificar a correlação entre os testes *GIN* e *RGDT* do GC.

Em todos os testes o nível de significância adotado foi de 5% ($p \leq 0,05$).

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

Os resultados foram divididos em quatro itens: Grupo Experimental (GE), Grupo Controle (GC), comparação entre os dois grupos e comparação entre os dois testes no GC.

Os dados do histórico e dos resultados nos testes de cada criança participante desta pesquisa estão expostos nos Apêndices 2 e 3.

5.1 GRUPO EXPERIMENTAL

A Tabela 1 apresenta a média, o desvio padrão, a mediana, o mínimo e o máximo da idade e do tempo de uso do IC por orelha implantada e por sexo do GE.

Tabela 1 – Dados descritivos em meses da idade, tempo de uso do IC por orelha implantada e por sexo do GE (n=20)

	Idade (meses)					Tempo de uso do IC (meses)				
	Grupo n=20	Orelha		Sexo		Grupo n=20	Orelha		Sexo	
		OD n=13	OE n=7	M n=9	F n=11		OD n=13	OE n=7	M n=9	F n=11
Média	110,15	107,23	115,57	110,78	109,64	78,15	77,50	81,14	78,56	77,82
dp	15,72	17,64	10,37	13,59	17,92	16,13	16,94	16,06	16,02	16,99
Mediana	109,50	108	111	109	111	73,50	77	74	74	69
Mínimo	84	84	102	88	84	54	54	64	55	54
Máximo	131	131	131	131	131	107	99	107	107	99

A Tabela 2 apresenta as medidas descritivas dos limiares de detecção de *gap* encontrados no *RGDT* por frequência (500, 1000, 2000 e 4000 Hz) e a média das frequências (500–4000 Hz) do GE.

Tabela 2 – Limiares de detecção de *gap* (ms) do *RGDT* do GE (n = 20)

	Limiares de detecção de <i>gap</i> (ms)				
	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	500-4000Hz
Média	69,25	72,50	67,00	87,75	74,13
dp	52,00	53,00	49,00	79,00	51,00
Mediana	55,00	60,00	50,00	50,00	54,00
Mínimo	15,00	15,00	15,00	15,00	16,25
Máximo	200,00	200,00	150,00	300,00	172,50

A Tabela 3 apresenta as medidas descritivas da média dos limiares de detecção de *gap* do RGDT encontrados por orelha e por sexo do GE. Destacam-se na Tabela 3 os limiares médios do sexo feminino que são maiores que o dobro dos limiares do grupo masculino.

Tabela 3 – Medidas descritivas dos limiares médios de detecção de *gap* (ms) do RGDT detalhados por orelha e por sexo do GE (n = 20)

	Limiares médios de detecção de <i>gap</i> (ms)			
	Orelha		Sexo	
	OD n=13	OE n=7	M n=9	F n=11
Média	81,15	61,07	42,08	100,34
dp	52,14	50,86	24,02	53,44
Mediana	80	33,75	33,75	125
Mínimo	16,25	23,75	16,25	17,50
Máximo	172,5	137,5	82,5	172,5

A Tabela 4 expõe a correlação da média dos valores de *gap* das frequências (500–4000 Hz) do RGDT com a idade e com o tempo de uso do IC do GE. Destaca-se na Tabela que não há correlação dos valores de *gap* encontrados no RGDT com a idade e com o tempo de uso do IC. O valor negativo de *r* indica valores inversamente proporcionais entre as variáveis.

Tabela 4 – Valores de *p* e de *r* obtidos na análise de correlação dos limiares de *gap* (ms) do RGDT com a idade e com o tempo de uso do IC do GE (n=20)

	<i>r</i>	<i>p</i>
Idade	-0,373	0,116
Tempo de uso do IC	-0,422	0,072

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significativa

A Tabela 5 expõe o nível de significância dos limiares de *gap* das frequências do RGDT (500–4000 Hz) entre as orelhas implantadas e entre os sexos no GE. Destaca-se a significância do valor de *p* na comparação entre os sexos.

Tabela 5 – Valores de *p* obtidos na comparação dos limiares de detecção de *gap* do RGDT entre as orelhas e entre os sexos do GE (n=20)

	<i>p</i>
Orelha (OD x OE)	0,374
Sexo (M x F)	0,027*

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significativa

A Tabela 6 apresenta as medidas descritivas dos limiares de detecção de *gap* encontrados no teste *GIN* em cada lista aplicada (L1 e L2) e a média das listas (L1 + L2) do GE. Ressalta-se que apenas quatro das 20 crianças realizaram o teste.

Tabela 6 – Limiares de detecção de *gap* (ms) do teste *GIN* do GE (n=4)

	Limiares de detecção de <i>gap</i> (ms)		
	L1	L2	L1 + L2
Média	12,5	11,75	12,12
dp	2,89	2,36	2,53
Mediana	12,50	11	11,75
Mínimo	10	10	10
Máximo	15	15	15

A Tabela 7 apresenta as medidas descritivas da média dos limiares de detecção de *gap* do *GIN* encontrados por orelha e por sexo do GE. Observa-se que apenas quatro das 20 crianças realizaram o teste.

Tabela 7 – Limiares médios de detecção de *gap* (ms) do *GIN* detalhados por orelha e sexo do GE (n = 4)

	Limiares médios de detecção de <i>gap</i> (ms)			
	Orelha		Sexo	
	OD n=2	OE n=2	M n=2	F n=2
Média	11,75	12,5	12,5	11,75
dp	2,47	3,54	3,54	2,47
Mediana	11,75	12,5	12,5	11,75
Mínimo	10	10	10	10
Máximo	13,50	15	15	13,50

A Tabela 8 expõe a correlação da média dos limiares de *gap* das listas (L1 + L2) do teste *GIN* com a idade e com o tempo de uso do IC do GE. Nota-se que não há correlação dos valores de *gap* encontrados no teste *GIN* com a idade e com o tempo de uso do IC. O valor negativo de *r* indica valores inversamente proporcionais entre as variáveis idade e tempo de uso do IC no GE.

Tabela 8 – Valores de *p* e de *r* obtidos na análise de correlação dos limiares de *gap* (ms) do teste *GIN* com a idade e com o tempo de uso do IC do GE (n=4)

	<i>r</i>	<i>p</i>
Idade	-0,033	0,966
Tempo de uso do IC	-0,423	0,577

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significativa

A Tabela 9 expõe o nível de significância da média dos limiares de *gap* das listas (L1 + L2) do teste GIN entre as orelhas implantadas e entre os sexos no GE. Destaca-se a não significância do valor de *p* na comparação entre os sexos e entre orelhas.

Tabela 9 – Valores de *p* obtidos na comparação dos limiares de detecção de *gap* (ms) do teste GIN entre as orelhas e entre os sexos do GE (n=4)

	p
Orelha (OD x OE)	0,667
Sexo (M x F)	0,667

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significativa

5.2 GRUPO CONTROLE

A Tabela 10 apresenta a média, o desvio padrão, a mediana, o mínimo e máximo da idade em meses por sexo do GC.

Tabela 10 – Dados descritivos da idade, em meses, por sexo do GC (n=20)

	Idade (meses)		
	Grupo n=20	Sexo	
		M n=12	F n=8
Média	110,95	112,58	108,50
dp	11,68	13,22	9,17
Mediana	114	118	108,50
Mínimo	87	87	98
Máximo	133	133	119

A Tabela 11 apresenta as medidas descritivas dos limiares de detecção de *gap* encontrados no *RGDT* por frequência (500, 1000, 2000 e 4000 Hz) e a média das frequências (500–4000Hz) do GC.

Tabela 11 – Limiares de detecção de *gap* (ms) no *RGDT* do GC (n=20)

	Limiares de detecção de <i>gap</i> (ms)				
	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	500-4000Hz
Média	18,9	15,75	21,1	19,35	18,77
dp	14,99	12,49	14,23	12,86	12,29
Mediana	15	10	25	15	19
Mínimo	2	5	2	2	3,5
Máximo	60	50	50	50	52,5

A Tabela 12 apresenta as medidas descritivas da média dos limiares de detecção de *gap* do *RGDT* por sexo do GC. Observam-se na Tabela os maiores limiares do sexo feminino quando comparados ao masculino.

Tabela 12 – Limiares médios de detecção de *gap* (ms) do *RGDT* detalhados por sexo do GC (n = 20)

	Limiares médios de detecção de <i>gap</i> (ms)	
	Sexo	
	M n=12	F n=8
Média	15,46	23,75
dp	10,26	14,05
Mediana	13,38	22,5
Mínimo	3,5	8,75
Máximo	40	52,50

A Tabela 13 expõe a correlação da média dos valores de *gap* das frequências (500–4000 Hz) do *RGDT* com a idade do GC. Destaca-se a não correlação da idade com os valores médios do *RGDT*. O valor negativo de r indica valores inversamente proporcionais entre as variáveis.

Tabela 13 – Valores de p e de r obtidos na análise de correlação dos limiares de *gap* (ms) do *RGDT* com a idade do GC (n=20)

	r	p
Idade	-0,124	0,603

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significante

A Tabela 14 expõe o nível de significância dos limiares de *gap* das frequências do *RGDT* (500–4000 Hz) entre os sexos do GC. O valor de p não demonstrou significância entre as variáveis.

Tabela 14 – Valores de p obtidos na comparação dos limiares de detecção de *gap* do *RGDT* entre os sexos do GC (n=20)

	p
Sexo (M x F)	0,143

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significante

A Tabela 15 apresenta as medidas descritivas dos limiares de detecção de *gap* encontrados no teste *GIN* em cada lista aplicada (L1 e L2) e a média das listas (L1 + L2) do GC.

Tabela 15 – Limiares de detecção de *gap* (ms) do teste GIN do GC (n=20)

	Limiares de detecção de <i>gap</i> (ms)		
	L1	L2	L1 + L2
Média	6,26	6	6,13
dp	1,62	1,03	1,27
Mediana	6	6	6
Mínimo	4	4	4,5
Máximo	10	8	9

A Tabela 16 apresenta as medidas descritivas da média dos limiares de detecção de *gap* do *GIN* encontrados por sexo do GC.

Tabela 16 – Limiares médios de detecção de *gap* (ms) do *GIN* detalhados por sexo do GC (n = 20)

	Limiares médios de detecção de <i>gap</i> (ms)	
	Sexo	
	M n=12	F n=8
Média	6,38	5,75
dp	1,42	0,85
Mediana	6	6
Mínimo	4,5	4,5
Máximo	9	7

A Tabela 17 expõe a correlação da média dos limiares de *gap* das listas (L1 + L2) do teste *GIN* com a idade do GC. Nota-se a não correlação do valor de *p* entre as variáveis analisadas. Observa-se também o valor positivo de *r*.

Tabela 17 – Valores de *p* e de *r* obtidos na análise de correlação dos limiares de *gap* (ms) do teste GIN com a idade do GC (n=20)

	r	p
Idade	0,156	0,512

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significativa

A Tabela 18 apresenta o nível de significância da média dos limiares de *gap* das listas (L1 + L2) do teste *GIN* na comparação entre os sexos do GC. Destaca-se a não significância do valor de *p* na comparação entre os sexos do grupo pesquisado.

Tabela 18 – Valores de p obtidos na comparação dos limiares de detecção de *gap* (ms) do teste GIN entre os sexos do GC (n=20)

	p
Sexo (M x F)	0,279

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significativa

5.3 GRUPO EXPERIMENTAL x GRUPO CONTROLE

A Tabela 19 expõe o valor de p na comparação dos limiares de detecção de *gap* do teste *RGDT* entre o GE x GC. Observa-se na Tabela 19 o valor de p estatisticamente significativa em todas as frequências analisadas, assim como na média das frequências do *RGDT* na comparação dos resultados entre os grupos.

Tabela 19 – Comparação dos limiares de detecção de *gap* (ms) do *RGDT* entre o GE (n=20) e o GC (n=20)

	p
500Hz	<0,001*
1000Hz	<0,001*
2000Hz	<0,001*
4000Hz	<0,001*
500-4000Hz	<0,001*

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significativa

A Tabela 20 expõe o valor de p na comparação dos limiares de detecção de *gap* do teste *GIN* entre o GE x GC. Observa-se o valor de p estatisticamente significativa em cada uma das listas pesquisadas assim como na média dos limiares das duas listas. Destaca-se que o número de crianças em cada grupo é diferenciado.

Tabela 20 – Comparação dos limiares de detecção de *gap* (ms) do teste *GIN* entre o GE (n=4) e o GC (n=20).

	p
L1	0,002*
L2	0,001*
L1 + L2	0,001*

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significativa

5.4 *RGDT* x *GIN*

A Tabela 21 expõe a correlação entre a média dos valores das frequências (500 – 4000Hz) do *RGDT* com a média das listas (L1 + L2) do teste *GIN* no GC. Ressalta-se a não correlação dos valores de *gap* encontrados. Não foi aplicado o Coeficiente de Correlação de Pearson entre os testes do GE devido ao número desigual de crianças que realizaram cada um dos testes (*RGDT* (n=20) e *GIN* (n=4)).

Tabela 21 – Valores de *p* e de *r* obtidos na análise de correlação dos limiares de *gap* (ms) do teste *GIN* (n=20) com o *RGDT* (n=20) do GC

	<i>r</i>	<i>p</i>
RGDT x GIN	0,178	0,453

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significativa

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Neste capítulo as discussões dos resultados estão divididas em quatro itens: Grupo Experimental (GE), Grupo Controle (GC), Grupo Experimental x Grupo Controle e *RGDT* x *GIN*.

Com intuito de primar pela clareza do texto e torná-lo menos redundante, os testes estão discutidos, sequencialmente, em cada um dos itens.

6.1 GRUPO EXPERIMENTAL

Na literatura atual, tanto nacional quanto internacional, não foram encontrados estudos referindo a aplicação do *RGDT* em campo livre, assim como não foram encontrados estudos com a aplicação do teste na população de usuários de implante coclear.

Contudo, o Quadro 5 exhibe nove estudos com tarefas de detecção de *gap* na população de usuários de implante coclear. Nos estudos, os adultos constituem a população pesquisada, e em sua grande maioria são pós-linguais. Nos referidos trabalhos também não há concordância entre as pesquisas quanto aos parâmetros utilizados para a aplicação dos testes.

No entanto, não é possível estabelecer uma relação entre a literatura estudada e os resultados encontrados nesta pesquisa, tendo em vista que não há padronização do *RGDT* em campo livre, e nem a aplicação do teste com a população de implantados.

Foi encontrada apenas a pesquisa de Daniels e Musiek (2009) que aplicou o teste *GIN* em campo livre em adultos pós-linguais usuários de IC. Os limiares encontrados pelos autores quando aplicaram o *GIN* a 50 dBNS foi de 8,79 ms e 17,60 ms a 30 dBNS.

Na presente pesquisa foi aplicado o mesmo teste a 40 dBNS, intensidade intermediária a utilizada pelos autores do estudo citado anteriormente, e obteve-se

como resultado limiars do GE com valores de 12,12 ms, também intermediários aos encontrados.

Das 20 crianças do GE apenas quatro delas conseguiram realizar o teste *GIN*. No entanto, o pesquisador descartou a variável da não compreensão da tarefa, tendo em vista que as instruções eram dadas previamente com exemplos a viva voz, durante o treinamento com a criança.

Pode-se observar que o não cumprimento do teste deu-se pelo fato do teste *GIN* apresentar limiars de detecção de *gap* de no máximo 20 ms e as crianças apresentarem, possivelmente, limiars superiores a esses valores. Questiona-se se o teste apresentasse limiars com maiores intervalos de *gap* a detecção e o grau de significância dos resultados seriam maiores.

Convém também analisar o marcador do teste *GIN*, que pode ter contribuído para os piores limiars das crianças do GE ou até mesmo a não realização do teste por algumas crianças. Moore e Glasberg (1998) relacionam a dificuldade dos usuários de IC em realizar tarefas de detecção de *gap* com marcadores de ruído, devido as flutuações do sinal, que acabam se estendendo e se confundindo com o intervalo de *gap*, aumentando o campo dinâmico sonoro e mascarando o intervalo de silêncio detectado pelo implantado.

Na literatura estudada não foram encontradas pesquisas utilizando o *RGDT* e o teste *GIN* na população de crianças usuárias de IC, nem sua aplicação em campo livre ou em situação monoaural.

A fim de verificar a correlação da idade com os limiars de detecção de *gap* no *RGDT* e no teste *GIN* foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson.

As Tabelas 4 e 8 demonstram não haver correlação da idade com os limiars de detecção de *gap* do *RGDT* ($p=0,116$) e do teste *GIN* ($p=0,966$) do GE. Isto é, com o aumento da idade não houve melhora significativa nos limiars de detecção de *gap* dos testes aplicados.

Pesquisas nacionais expostas no Quadro 2 (BARRETO; MUNIZ; TEIXEIRA, 2003; DIAS, 2004; MUNIZ et al., 2007) utilizando o *RGDT* e no Quadro 4 (PEREZ; PEREIRA, 2010; AMARAL; COLELLA-SANTOS, 2010) utilizando o *GIN*,

ressaltam não ter encontrado correlação entre as idades e o limiar de detecção de *gap*.

Ressalta-se que os pesquisadores dos estudos dos Quadros 2 e 4 aplicaram os testes em crianças sem alterações auditivas, com o uso de fones supra-aurais e em intensidade mais confortável para cada criança. Desse modo, os resultados da correlação da idade e do limiar de *gap* destes estudos confirmam os achados do GE do presente estudo.

Os achados do GE corroboram também com o GC desta pesquisa, pelo fato de não encontrar diferenças significantes na correlação da idade com os limiares de *gap* do *RGDT* e do teste *GIN*.

É ainda importante destacar que não existem na literatura atual estudos correlacionando a idade cronológica e os limiares de *gap* no *RGDT* ou no teste *GIN* com a população usuária de IC.

Diante do exposto, observa-se que em crianças usuárias de IC os limiares de detecção de *gap* obtidos no *RGDT* e no *GIN* não são afetados pela idade.

O teste t de *Student* foi utilizado para verificar a influência dos sexos com os limiares de *gap* do *RGDT* e do teste *GIN* no GE.

A Tabela 5 apresenta o valor de $p=0,027$, estatisticamente significativa na comparação dos sexos com os valores do *RGDT*, em que as crianças do sexo masculino apresentaram limiares médios de 42,08 ms e do sexo feminino de 100,34 ms.

Cinco estudos do Quadro 2 (BARRETO; MUNIZ; TEIXEIRA, 2004; MUNIZ et al., 2007; BALEN et al., 2009a; BALEN et al., 2009b; SILVA et al., 2009) não encontraram significância entre o desempenho dos sexos no *RGDT*.

O achado do GC da atual pesquisa também não encontrou diferenças significantes entre os sexos ao aplicar o *RGDT*. Entretanto, o sexo masculino apresentou uma tendência de melhores limiares de *gap*.

A significância dos valores da variável sexo com os limiares de *gap* do *RGDT* são contrários aos achados da literatura do Quadro 2, assim como do GC desta pesquisa.

Descarta-se o fato da idade e do tempo de uso do IC terem contribuído para melhores limiares de *gap* no *RGDT* do sexo masculino, pois eles se encontram próximos das crianças do sexo feminino, como se pode ver na Tabela 1.

A Tabela 9 apresenta o valor de $p=0,667$ não significativo ao comparar o limiar de detecção de *gap* dos sexos do GE no teste *GIN*.

O Quadro 4 apresenta quatro estudos (BALEN et al., 2009a; SILVA et al. 2009; PEREZ; PEREIRA, 2010; AMARAL; COLELLA-SANTOS, 2010) com o teste *GIN* nos quais não foram encontradas diferenças significantes entre a variável sexo e os limiares de detecção de *gap*.

O GC desta pesquisa também não encontrou diferença significativa dos limiares de *gap* do *GIN* entre os sexos.

Convém ressaltar que os estudos dos Quadros 2 e 4 aplicaram os testes em crianças sem alterações auditivas, com o uso de fones supra-aurais e em intensidade mais confortável para cada criança.

É importante destacar que apenas quatro crianças do GE realizaram o teste *GIN*, assim, a não significância apresentada nesses testes pode estar relacionada com o tamanho da amostra.

Na literatura atual não existem estudos correlacionando a variável sexo com os limiares de *gap* do *RGDT* ou do teste *GIN* na população usuária de IC.

Aplicou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson para correlacionar o tempo de uso do IC com os limiares de *gap* do *RGDT* e do teste *GIN*. Observou-se que não houve correlação entre o tempo de uso do IC e os limiares obtidos no *RGDT* ($p=0,072$) e no teste *GIN* ($p=0,577$).

A não correlação entre as variáveis pode estar associada às características de programação do IC, principalmente aquelas relacionadas com a velocidade do pulso do sinal, em que os 1200 pps do IC das crianças do GE já estariam sendo processadas e facilmente decodificadas pelo sistema nervoso auditivo aos quatro anos e meio de uso do dispositivo.

Surge desse modo, um novo questionamento: com o aumento gradativo das variáveis responsáveis pela velocidade das informações no IC haveria melhora

na detecção de *gap* e, conseqüentemente, uma melhor habilidade de resolução temporal?

O desempenho das orelhas do GE que também foi pesquisado a fim de verificar sua influência no *RGDT* e no teste *GIN*, apontou que o valor de *p* das Tabelas 5 e 9 não relataram significância entre as orelhas nos testes de detecção de *gap*.

Destaca-se que a presente pesquisa fez a comparação entre as orelhas a partir dos resultados de cada criança, ou seja, uma orelha para cada criança. Entretanto, a literatura apresenta dados de comparação entre as orelhas avaliadas do mesmo sujeito.

Nas pesquisas com adultos, sem alterações auditivas, realizadas por Brown e Nichols (1997) e Zatorre e Belin (2011) foram encontradas melhores respostas quando o estímulo foi apresentado na orelha direita. Em contrapartida, os achados de Efron et al. (1985) e Samelli e Schochat (2008) não encontraram diferenças significantes entre as orelhas em tarefas de detecção de *gap*.

Em crianças sem alterações auditivas, Shinn, Chermak e Musiek (2009) encontraram valores semelhantes entre as orelhas pesquisadas no teste *GIN*, corroborando com os achados desta pesquisa.

Os autores sugerem que a ausência da diferença entre as orelhas se deve ao desenvolvimento relativamente cedo e simétrico dos processos auditivos.

Baran e Musiek (1999) também relatam que em testes aplicados monoaurais há grande participação das vias ipsi e contralaterais, resultando em desempenho semelhante entre as orelhas.

6.2 GRUPO CONTROLE

Os limiares de detecção de *gap* do *RGDT* (18,77 ms) e do teste *GIN* (6,13 ms) desta pesquisa apresentam valores de *gap* maiores do que os dos estudos do Quadros 1 e 2 do *RGDT* e dos estudos dos Quadros 3 e 4 do teste *GIN*.

Contudo, vale destacar que nas pesquisas citadas nos Quadros 1, 2, 3 e 4, os testes foram aplicados com fone supra-aural, e na presente pesquisa eles foram realizados em campo livre, ressaltando-se ainda que a diferença de intensidade utilizada para a apresentação dos testes não é a mesma.

Acredita-se que os maiores limiares de *gap* do GC deste estudo estejam relacionados ao fato dos testes serem apresentados em campo livre, onde o som encontra barreiras, perdendo energia no campo e no corpo da própria criança, até chegar ao ouvido.

Também, o fato do teste ter sido apresentado em menor intensidade sonora pode causar uma diminuição na resolução fina do som.

Estudos (GIRAUDI-PERRY et al., 1982; FITZGIBBONS; WIGHTMAN, 1982; NELSON; TOMAS, 1997) descrevem que a intensidade de apresentação do sinal em testes de detecção de *RGDT* está diretamente relacionada ao número de disparo das fibras auditivas, e que pouca intensidade de estimulação utilizada pode ser insuficiente para detectar o real intervalo de *gap* de cada indivíduo.

Na presente pesquisa, a fim de verificar a correlação da idade com os limiares de detecção de *gap* no *RGDT* e no teste *GIN* foi aplicado o Coeficiente de Correlação de Pearson.

As Tabelas 13 e 17 demonstram a não correlação da idade com os limiares de detecção de *gap* do *RGDT* e do teste *GIN* do GC. Isto é, com o aumento da idade não houve variações significantes dos limiares de detecção de *gap* dos testes aplicados.

Pesquisas nacionais expostas no Quadro 2 (BARRETO; MUNIZ; TEIXEIRA, 2003; DIAS, 2004; MUNIZ et al., 2007) utilizando o *RGDT* e pesquisas expostas no Quadro 4 (PEREZ; PEREIRA, 2010; AMARAL; COLELLA-SANTOS, 2010) utilizando o *GIN*, ressaltam não ter encontrado correlação entre as idades e o limiar de detecção de *gap*.

Já na pesquisa de Shinn, Chermak e Musiek (2009), com crianças de 7 anos de idade, verifica-se a presença de limiares de detecção de *gap* no teste *GIN* idêntico ao dos adultos.

Os achados desta pesquisa sugerem que os limiares de detecção de *gap* não são afetados pela diferença da idade em crianças de 7 a 11 anos e 11 meses de idade.

O teste t de *Student* foi utilizado para avaliar a influência dos sexos no *RGDT* e no teste *GIN* do GC. As Tabelas 14 e 18 demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa no desempenho das crianças em relação ao sexo.

Cinco estudos do Quadro 2 (BARRETO; MUNIZ; TEIXEIRA, 2004; MUNIZ et al., 2007; BALEN et al., 2009a; BALEN et al., 2009b; SILVA et al., 2009) não encontraram significância entre o desempenho dos sexos no *RGDT* e, no Quadro 4, quatro estudos (BALEN et al., 2009a; SILVA et al. 2009; PEREZ; PEREIRA, 2010; AMARAL; COLELLA-SANTOS, 2010) com o teste *GIN* não encontraram diferenças significantes entre a variável sexo e os limiares de detecção de *gap*, corroborando com a presente pesquisa.

6.3 GRUPO EXPERIMENTAL x GRUPO CONTROLE

Aplicou-se o teste não paramétrico *Mann Whitney* a fim de comparar os limiares de *gap* entre os grupos pesquisados em cada uma das frequências e na média das frequências do *RGDT*, e em cada uma das listas e na média das listas do teste *GIN*.

Observa-se nas Tabelas 19 e 20 diferenças estatisticamente significantes entre o GE e o GC nas análises dos limiares de *gap* em cada uma das frequências e na média das frequências no *RGDT*, e em cada uma das listas e na média das listas do teste *GIN*.

Um fator que pode ter contribuído para os piores limiares de detecção de *gap* do GE foram os maiores limiares auditivos deste grupo, visto que Musiek e Lamb (1999) destacam que função auditiva central pode ser influenciada pelo limiar auditivo do paciente e que qualquer alteração na função auditiva pode ocasionar uma falha no processo de recepção da mensagem ouvida.

Pesquisas (FITZGIBBONS; WIGHTMAN, 1982; NELSON; TOMAS, 1997) ressaltam que os limiares de detecção de *gap* em sujeitos com perda auditiva são maiores quando comparados com sujeitos sem alteração auditiva, mesmo quando o nível de sensação do estímulo é o mesmo para as duas populações.

Ainda Lent (2001) refere que o primeiro processo temporal do som realizado pelo sistema auditivo estaria sendo realizado nas unidades sensoriais ao longo da membrana basilar e que alterações cocleares poderiam causar falhas na redundância do sinal dificultando a detecção dos *gaps*.

No GE o mecanismo coclear é totalmente dependente de um dispositivo eletrônico que recebe, codifica e estimula de forma particular o nervo auditivo, assim como possui características próprias de processamento do sinal ao longo do tempo.

Busby e Clark (1999) destacam que baixos limiares de detecção de *gap* podem ser decorrentes das taxas de pulso programadas no implante coclear. O intervalo entre os pulsos são maiores em baixas taxas de estimulação levando a uma distorção do sinal e incertezas no processamento dos pequenos sinais temporais dos *gaps*. Em contrapartida, os limiares de *gaps* poderiam ser piores em altas taxas de estimulação, pois o intervalo do tempo interpulso se aproxima do período refratário das fibras auditivas, resultando em uma pior transmissão do sinal ao longo do tempo.

O IC das crianças do GE desta pesquisa, como descrito no Quadro 6, apresentavam uma taxa de pulso do sinal de 1200 pps.

Pesquisas (WILSON et al., 1992; DOBIE; DILLIER, 1985; VANDALI, 2000) com testes de detecção de *gap* em usuários de IC constataram que taxas de pulso do sinal, variando entre e 833 e 1000 pps, possibilitariam melhores resultados.

Em contrapartida, autores (WILSON et al., 1997) ao estudarem os potenciais auditivos intracocleares evidenciaram que taxas de estimulação mais elevadas, entre 2000 e 4000 pps, têm se mostrado mais fiéis ao modelo acústico natural.

O que se sabe é que cada estratégia de decodificação da fala apresenta características únicas de programação e que a taxa de estimulação do sinal é

diferente para cada uma delas. É necessário também levar em conta a subjetividade de cada paciente e a programação individual de cada parâmetro do dispositivo.

Diante do exposto, não se pode interpretar a taxa de estimulação do IC estudado como uma variável que interferiu no desempenho dos testes do GE. Porém deve-se levar em conta como uma variável em potencial.

Em relação especificamente às pesquisas com usuários de IC, o Quadro 5 apresenta oito estudos que condizem com os achados deste trabalho, os quais relatam piores limiares de detecção de *gap* na população de usuários de IC.

Em contrapartida, Shannon (1989) refere em um estudo com adultos implantados que não houve diferença entre os limiares de detecção de *gap* encontrados quando comparado com a literatura. Contudo, o teste utilizado foi apresentado diretamente no dispositivo eletrônico e não em campo livre.

Destaca-se, ainda, que as pesquisas apresentadas no Quadro 5 foram realizadas com adultos, em sua na grande maioria pós-linguais, e não apresentaram concordância quanto aos parâmetros utilizados para a aplicação de cada um dos testes.

Foi encontrada apenas a pesquisa de Daniels e Musiek (2009) que aplicou o teste *GIN* em campo livre em adultos pós-linguais usuários de IC. Encontraram piores limiares de detecção de *gap* em usuários de IC ao compararem com sujeitos sem alterações auditivas.

Outra variável que pode ter contribuído para os maiores limiares de *gap* do GE quando comparados ao GC é o modo de apresentação do sinal durante os testes, pois o GE respondeu para estímulos apresentados monoaurais por fazerem uso do IC, enquanto o GC respondeu para estímulos apresentados binaurais.

Estudos (STROUSE et al., 1998; OXENHAM, 2000) que visaram descrever resultados de testes de *gap* em situações monoaurais e binaurais referem que os limiares obtidos nestas situações podem ser entendidos como resultados apresentados por cada orelha independente, e que se a condição de resposta monoaural estiver disponível, o desempenho auditivo não é afetado por informações binaurais.

6.4 *RGDT X GIN*

Foi aplicado o Coeficiente de Correlação de Pearson para verificar a correlação entre o *RGDT* e o teste *GIN* no GC.

O valor de *p* obtido no teste de correlação entre o *RGDT* e o teste *GIN* do GC não foi estatisticamente significativa, demonstrando que não há correlação entre os valores obtidos em cada um dos testes.

Visto que os testes aplicados apresentem a mesma finalidade, nota-se que existem particularidades entre eles.

Existem diferenças entre os testes quanto ao modo de resposta. No *RGDT* solicita-se que a criança, sempre que ouvir os tons responda de forma motora, apontando com os dedos, se ouviu um ou dois tons. Essa resposta é realizada em forma de julgamento, ou seja, todas as vezes que o tom é apresentado algum tipo de resposta é dada pela criança. Sendo assim, mesmo que ela não consiga reconhecer se escutou um ou dois sons ela tem 50% de chances de acerto.

No teste *GIN* é solicitado que a criança clique em um botão apenas quando o intervalo de silêncio é detectado, ou seja, não existe ordem de julgamento prévio, ou mesmo acerto ao acaso.

Outro fator importante é relatado na pesquisa de Zaidan et al. (2008), em que relatam que o teste *GIN* apresenta um grau de sensibilidade e especificidade maior que o *RGDT*.

No estudo original do teste *GIN*, Musiek et al. (2005) relatam 67% de sensibilidade e 94% de especificidade na aplicação do teste com sujeitos sem alterações auditivas e sujeitos com envolvimento neurológico do sistema nervoso auditivo central. Os níveis de sensibilidade e especificidade do *RGDT* não foram encontrados na literatura estudada.

Nota-se também que nas pesquisas de Balen et al. (2009a), Silva et al. (2009), bem como nos resultados da presente pesquisa, os limiares de *gap* encontrados no *RGDT* são maiores quando comparados aos limiares de *gap* encontrados no teste *GIN*.

Ressalta-se que não foi realizada a referida análise no GE, pois o número de crianças que realizou cada teste é diferente: 20 crianças realizaram o *RGDT* e quatro crianças o *GIN*. Isso se justifica pelo fato de que quando aplicado o Coeficiente de correlação há a necessidade dos grupos estarem pareados numericamente.

O motivo pelo qual um pequeno número de crianças usuárias de IC não ter conseguido realizar o teste *GIN* pode ser explicado por Moore e Glasberg (1998). Eles esclarecem que as dificuldades se devem às flutuações do sinal de ruído, que no caso de usuários de implante coclear se confundem com o *gap*, aumentando o campo dinâmico sonoro, mascarando o intervalo de silêncio.

Acredita-se que se no teste *GIN* houvesse intervalos maiores de *gaps* poderiam ser medidos os limiares desta população.

6 CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

Os limiares de detecção de *gap* encontrados em crianças usuárias de IC foram estatisticamente maiores que os limiares encontrados em crianças da mesma faixa etária sem alterações auditivas, tanto no *RGDT* quanto no teste *GIN*.

Nas amostras estudadas, a idade das crianças de ambos os grupos não influenciou no desempenho das crianças nos testes de detecção de *gap*.

Os limiares de detecção de *gap* das crianças implantadas não foram influenciados pela orelha em que o estímulo foi apresentado, bem como não foram influenciados pelo tempo de uso do implante coclear.

No grupo de crianças usuárias de IC observa-se que o sexo masculino apresentou um desempenho significativamente melhor no teste *RGDT* quando comparado ao sexo feminino. Esse resultado não foi encontrado no teste *GIN* e também não foi encontrado no grupo de crianças sem alterações auditivas, em ambos os testes.

Não houve correlação dos limiares de *gap* entre o *RGDT* e o teste *GIN* no grupo de crianças sem alterações auditivas. A correlação entre os testes do grupo de crianças usuárias de IC não foi realizada devido ao diferente tamanho da amostra desse grupo em cada teste.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ALVES, A. M. S.; LEMES, V. A. M. P. O poder da audição na construção da linguagem. In: BEVILACQUA, M. C.; MORET, A. L. M. **Deficiência auditiva: conversando com familiares e profissionais de saúde**. São José dos Campos: Pulso, 2005. cap. 10, p. 161-178.

AMARAL, M. I. R.; COLELLA-SANTOS, M. F. Temporal Resolution: performance of school-aged children in the GIN - Gaps-in-noise test. **Braz J Otorhinolaryngol**, v.76, n.6, p. 745-52, 2010.

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION (ASHA). Task force on central auditory processing consensus development: central auditory processing: current status of research and implications for clinical practice. **Am J of Audiol**, Rockville, v. 5, n. 2, p. 41-54, 1996.

_____. **(Central) Auditory processing disorders**. Technical report. 2005.

ANDERSON, I. et al. Cochlear implantation in children under the age of two – what do the outcomes show us? **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, v. 68, n. 4, p. 425-431.

BALEN, S. A. **Processamento auditivo central: aspectos temporais da audição e percepção acústica da fala**. 1997. Dissertação (Mestrado em) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1997.

BALEN, S. A. et al. Resolução temporal de crianças escolares. **Rev CEFAC**, v. 11, p. 52-61. 2009a. Suplemento 1.

BALEN, S. A. et al. **Resolução temporal de crianças: comparação entre audição normal, perda auditiva condutiva e distúrbio do processamento auditivo**. **Rev Bras Otorrinolaringol**, v. 75, n. 1, p. 123-129, 2009b.

BARAN, J. A.; MUSIEK, F. E. Avaliação comportamental do sistema nervoso central. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMANN, W. F. **Perspectivas atuais em avaliação auditiva**. São Paulo: Manoele, 2001. p.371-409.

BARRETO, M. A. S. C.; MUNIZ, L. F.; TEIXEIRA, C. F. Desempenho da habilidade a resolução temporal em crianças de 07 a 13 anos. **Rev Soc Bras Fonoaudiol.**, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 220-228, out./dez. 2004.

BEITER, A. L.; SHALLOP, J. K. Cochlear implants: past, present and future. In: ESTABROOKS W. **Cochlear implants for kids**. Washington: Alexander Graham Bell Association for Deaf, 1998. p. 3-29.

BELLIS, T. J. **Assessment and management of Central Auditory Processing Disorders in the educational setting**: from science to practice. 2 ed. New York: Delmar Learning Thompson Learning, 2003.

BEVILACQUA, M. C.; COSTA, O. A.; MARTINHO, A. C. Implante coclear. In: FERREIRA, L. P.; BEFI-LOPES, D.; LIMONGI, S. C. **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. p. 751-761.

BEVILACQUA, M.C., DELGADO, E.M.C.; MORET, A.L.M. Estudos de casos clínicos de crianças do Centro Educacional do Deficiente Auditivo (CEDAU), do Hospital de Pesquisa e Reabilitação de Lesões Lábio-Palatais - USP. In: COSTA, O. A.; BEVILACQUA, M. C. organizadores. Encontro Internacional de Audiologia, XI., 1996, Bauru. **Anais...** Bauru, 1996.

BRANCO-BARREIRO, F. C. A. **Estudo do processamento auditivo temporal em alunos de escola pública com e sem dificuldade de leitura**. 2003. Tese (Doutorado) –Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

BROWN, S.; NICHOLLS, M.E.R. Hemispheric asymmetries for the temporal resolution of brief auditory stimuli. **Percept Psychophys**, v.59, n. 3, p. 442-447, 1997. 1997.

BUSBY, P. A.; CLARK, G. M. Gap detection by early-deafened cochlear-implant subjects. **J Acoust Soc Am**, v.105, n. 3, March 1999.

CHERMAK, G. D; MUSIEK, F. E. **Central Auditory Processing Disorders**: new perspectives. San Diego: Singular Publishing Group, 1997. 374 p.

CLARK G. **Cochlear Implants**: Fundamentals & Applications. New York: Springer, 2003. 830 p.

COCHLEAR CORPORATION. **Nucleus 24 Cochlear Implant System**: adult advanced encoder conversions study. Lane Cove: Cochlear Corporation, 1998.

COLLETTI, L. Long-term follow-up of infants (4-11 months) fitted with cochlear implants. **Acta Otolaryngol**, v. 129, n. 4, p. 361-366, 2008.

CONNOR, C. M. et al. The age at which young deaf children receive cochlear implants and their vocabulary and speech-production growth: is there an added value for early implantation? **Ear Hear**, v. 27, n. 6, p. 628-644, 2006.

DANIELS, S., MUSIEK, F. **Gap Detection Thresholds in Cochlear Implant Patients Using the Gaps-in-Noise Test**. American Academy of Audiology, Dallas, April, 2009 (Poster).

DIAS A. M. N. **Desempenho de escolares para o teste de detecção de intervalo de silêncio em tom puro**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

DE BOER, E.; DRESCHLER, W. A. Auditory psychophysics: spectrotemporal representation of signals. **Annu Rev Psychol**. v. 38, p. 181-202, 1987.

DETTMAN, S. J. et al. Communication development in children who receive the cochlear implant younger than 12 months: risks versus benefits. **Ear Hear**, v. 28, p. 11-18, 2007. Supplement 2.

DOBIE, R. A.; DILLIER, N. Some aspects of temporal coding for single-channel electrical stimulation of the cochlea. **Hear Res**. v. 18, n. 1, p. 41-55. 1985.

DORMAN, M. F.; RAPHAEL, L. J. Some experiments on the sound of silence in phonetic perception. **J Acoust Soc Am**. v. 65, n. 6, p. 1518-1532, 1979.

EFRON, R. et al. An ear asymmetry for gap detection following anterior temporal lobectomy. **Neuropsychologia**, v. 23, n. 1, p. 43-50, 1985.

EGGERMONT, J. J. Neural responses in primary auditory cortex mimic psychophysical across-frequency-channel, gap-detection thresholds. **J Neurophysiol**. v. 84, n. 3, p. 1453-1463. 2000.

FISHMAN, K. E.; SHANNON, R. V.; SLATTERY, W. H. Speech recognition as a function of the number of electrodes used in the SPEAK cochlear implant speech processor. **J Speech Lang Hear Res**, Rockville, v. 40, n. 5, p. 1201-1215, Oct. 1997.

- FITZGIBBONS, P. J.; WIGHTMAN, F. L. Gap detection in normal and hearing-impaired listeners. **J Acoust Soc Am**, v. 72, n. 3, p. 761-765, Sept. 1982.
- FITZGIBBONS, P. J. Temporal gap resolution in masked normal ears as a function of masker level. **J Acoust Soc Am.**, v. 76, n. 1, p. 67-70, July 1983.
- FORMBY, C.; SHERLOCK, L. P. Temporal gap detection measured with multiple sinusoidal markers: effects of marker number, frequency, and temporal position. **J Acoust Soc Am**, v. 104, n. 2, p. 984-998, 1998.
- FREDERIGUE, N. B. **Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e de duração em crianças usuárias de implante coclear multicanal**. 2006. 158 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo. 2006.
- GARCIA, V. L. **Processamento auditivo em crianças com e sem distúrbios de aprendizagem**. São Paulo, 2001. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2001.
- GARNER, W. R. The Effect of Frequency Spectrum on Temporal Integration of Energy in the Ear. **J Acoustic Soc Am**. v. 19, n. 5, p. 808-815, 1947.
- GEERS, A. E. Techniques for assessing auditory speech perception and lipreading enhancement in young deaf children. **Volta Rev**, v. 96, n. 5. p. 85-96. 1994.
- GEERS, A. E.; BRENNER, C. Educacional intervention and outcomes of early cochlear implantation. **Int Congr Ser**, V. 1273, p. 405-408, 2004.
- GIRAUDI-PERRY, D. M. et al. Gap detection and masking in hearing-impaired chinchillas. **J Acoust Soc Am**, v. 72, n. 5, p. 1387-1393, 1982.
- GROSE, J. H.; HALL, J. W.; BUSS, E. Modulation gap detection: effects of modulation rate, carrier separation, and mode of presentation. **J Acoust Soc Am**, v. 106, n. 2, p. 946-53, 1999.
- HANEKOM, J. J.; SHANNON, R. V. Gap detection as a measure of electrode interaction in cochlear implants. **J Acoust Soc Am**. v. 104, n. 4, Oct. 1998.

HE, N. et al. Psychometric functions for gap detection in noise measured from young and aged subjects. **J Acoust Soc Am**, v. 106, n. 2, p. 966-78, 1999.

HIRSH, J. Auditory perception of temporal order. **J Acoust Soc Am.**, Lancaster, v. 31, p. 759-767, 1959.

HOOD, L. Physiology of binaural hearing. **Seminars in Hearing**. v. 18, n. 4, p. 313-320, 1997.

IRWIN, R. J. et al. The development of auditory temporal acuity in children. **Child Dev**, v. 56, n. 3, p. 614-20, 1985.

JERGER, J.; MUSIEK, F. E. Report of the Consensus Conference on the Diagnosis of Auditory Processing Disorders in School-Age Children. **J Acoust Soc Am**, v.11, p.467-474, 2000.

JOHNSON, M. L.; BELLIS, T. J.; BILIET, C. Audiologic Assessment of (C)APD. In: GEFNER, D; ROSS-SWAIN, D. R. **Auditory Processing Disorders: Assessment, Management, and Treatment**. San Diego: Plural Publishing, 2007. p. 75-94.

KAISER, A. R.; SVIRSK, M. A.; MEYER, T. A. Use of Gap Duration Identification in Consonant Perception by Cochlear Implant Users. **Research on spoken language processing**. Progress Report No. 23 Indiana University (1999).

KEITH, R.W. **Random gap detection test**. St Louis: Auditec, 2000. Manual.

KIRBY, A. E.; MIDDLEBROOKS, J. C. Auditory Temporal Acuity Probed With Cochlear Implant Stimulation and Cortical Recording. **J Neurophysiol**, v. 103, p. 531–542, 2010.

LENT, R. **Cem milhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência**. São Paulo: Editora Atheneu, 2001. 698p.

LIBERMAN, E. Biological physics and the physics of the real word. **Biosystems**. v. 11, n. 4, p. 323-327, 1979.

LISKER, L.; ABRAMSON, A. A Cross-Language Study of Voicing in Initial Stops: Acoustical Measurements. **Word**. n. 3, v. 20, p. 384-422, 1964.

- LOEB, G. E. Cochlear prosthetics. **Ann Rev of Neurosc**, Palo Alto, v. 13, p. 357-371, 1990.
- LOUIZOU, P. C. Signal- Processing Techniques for Cochlear Implants. **IEEE Eng Med Biol Maq.** v. 18, n. 3, p. 34-46, 1999.
- MACHADO, L. P.; PEREIRA, L. D.; AZEVEDO, M. F. Processamento auditivo central: reabilitação. In: COSTA, S. S.; CRUZ, O. L. M.; OLIVEIRA, J. A.; e col. **Otorrinolaringologia: princípios e práticas.** 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- MIYAMOTO, R. T. et al. Communication skills in pediatric cochlear implant recipients. **Acta Otolaryngol**, Stockolm, v. 119, n. 2, p. 219-224, March 1999.
- MIYAMOTO, R. T. et al. Language Skills of profoundly deaf children who received cochlear implants under 12 months of age: a preliminary study. **Acta Otolaryngol**, v. 128, p. 373-377, 2008.
- MOORE, B. C. J. **An Introduction to the psychology of hearing.** San Diego, CA: Academic Press, 1997.
- MOORE, B. C. J.; GLASBERG, B, R. Gap detection with sinusoids and noise in normal, impaired, and electrically stimulated ears. **J Acoust Soc Am.**, v. 83, n. 3, March 1998.
- MOORE, B. C. J. **An Introduction to the psychology of hearing.** 5ed. San Diego, CA: Elsevier: Academic Press, 2006. 413p.
- MUCHNIK C. et al. Auditory Temporal Resolution and Open Speech Recognition in Cochlear Implant Recipients. **Seand Audiol**, v. 23, p. 105-109, 1994.
- MUNIZ, L. F., et al. Avaliação da habilidade de resolução temporal, com uso do tom em crianças com e sem desvio fonológico. **Rev CEFAC**, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 550-562, out./dez., 2007.
- MUSIEK, F. E.; LAMB, L. Avaliação auditiva central: uma visão geral. In: KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica.** 4ª ed. São Paulo: Manole, p. 195–209, 1999.
- MUSIEK, F. E. et al. GIN (Gaps-in-noise) - Test Performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. **Ear Hear**, v. 26, n. 6, p.608-618, 2005.

NELSON, P. B.; THOMAS, S. D. Gap detection as a function of stimulus loudness for listeners with and without hearing loss. **J Speech Lang Hear Res**, v. 40, p. 1387-94, 1997.

NICHOLAS, J. G.; GEERS, A. E. Effect of age of cochlear implantation on receptive and expressive spoken language in 3-year-old deaf children. **Int Congr Ser**, v. 1273, p. 340-343, 2004.

NIKOLOPOULOS, T. P.; O'DONOGHUE, G. M.; ARCHNOLD, S. Age at implantation: its importance in pediatric cochlear implantation. **Laryngoscope**, St. Louis, v. 109, n. 4, p. 595-599, Apr. 1999.

O'NEILL, C. et al. Variations in gains in auditory performance from pediatric cochlear implantation. **Otol Neurotol**, Hagerstown, v. 23, n. 1, p. 44-48, Jan. 2002.

OXENHAM, A. J. Influence of spatial and temporal coding on auditory gap detection. **J Acoust Soc Am**, v. 107, n. 4, p. 2215-2223, 2000.

PENHUNE, V. B. et al. Interhemispheric anatomical differences in human primary auditory cortex: probabilistic mapping and volume measurement from magnetic resonance scans. **Cereb Cortex**, v. 6, n. 5, p. 661-672, 1996.

PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo central: manual de avaliação**. São Paulo: Louvise, 1997. 221p.

PEREZ, A. P.; PEREIRA, L. D. O Teste *Gap in Noise* em crianças de 11 e 12 anos. **Pró-Fono R Atual Cient.**, v. 22, n. 1, p. 7-1, 2010.

PHILLIPS, D. P. Representation of Acoustic Events in the Primary Auditory Cortex. **J of Exp Psyc**. v. 19, n. 1, p. 203-216, 1993.

PHILLIPS, D. P. et al. "Central" auditory gap detection: a spatial case. **J Acoust Soc Am**, v. 103, n. 4, p. 2064-2068, 1998.

PINHEIRO, M. L.; MUSIEK, F. E. Sequencing and Temporal Ordering in the Auditory System. In: PINHEIRO, M. L.; MUSIEK, F. E. **Assessment of Central Auditory Dysfunction: foundation and clinical correlates**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985. p.219-238.

RATEY, J. J. **O cérebro**: um guia para o usuário. Rio de Janeiro: Objetivo. 2002.

RAWOOL, V.W. Temporal Processing in the Auditory System. In: GEFNER, D; ROSS-SWAIN, D. R. **Auditory Processing Disorders**: Assessment, Management, and Treatment. San Diego: Plural Publishing, 2007. p. 117-137.

SAGI, E. et al. The effect of temporal gap identification on speech perception by users of cochlear implants. **J Speech Lang Hear Res**, v. 52, n. 2, p. 385–395, April 2009.

SALMELIN, R. et al. Native language, gender, and functional organization of the auditory cortex. **Proc Natl Acad Sci U.S.A**, v. 96, p. 10460-10465, 1999.

SAMELLI, A. G.; SCHOCHAT, E. Study of the right ear advantage on gap detection tests. **Braz J Otorhinolaryngol.**, v.74, n. 2, p. 235-240, Mar./Apr. 2008.

SAMELLI, A. G. **O teste GIN (gap in noise test)**: limiares de detecção de *gap* em adultos com audição normal. 2005. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2005.

SANTOS, M. F. C. dos. **Processamento auditivo central: teste dicótico de dígitos em crianças e adultos normais**. 1998. Tese (Doutorado) – Escola Paulista de Medicina (Unifesp). 1998.

SANCHEZ, M. L.; ALAVREZ, A. M. M. A. Processamento auditivo: avaliação. In: COSTA, S. S. **Otorrinolaringologia Princípios e Prática**. 2a ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SHANNON, R. V. Detection of gaps in sinusoids and pulse trains by patients with cochlear implants. **J Acoust Soc Am**. v. 85, n. 6, June 1989.

SHINN, J. B.; CHERMAK, G. D.; MUSIEK, F. E. GIN (Gaps-In-Noise) Performance in the Pediatric Population. **J Am Acad Audiol**. v. 20, p. 229–238, 2009.

SILVA, T. G. C. et al. Resolução auditiva temporal em escolares: estudo comparativo do desempenho em dois instrumentos. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE AUDIOLOGIA, 24, 2009, Bauru. **Anais...** Bauru: Academia Brasileira de Audiologia, 2009. p.2332. Disponível em:

<http://www.audiologiabrasil.org.br/eiabauru2009/anais_select.php?eia=&pg=temas&cid=2332>.

STEINSCHNEIDER, M. et al., Temporal Encoding of the Voice Onset Time Phonetic Parameter Field Potentials Recorded Directly From Human Auditory Cortex. **J Neurophysiol.** v. 82, p. 2346-2357, 1999;

STEINSCHNEIDER, M.; FISHMAN, Y. I.; AREZZO, J. C. Representation of the voice onset time (VOT) speech parameters in population responses within primary auditory cortex of the awake monkey. **J Acoust Soc Am.** v. 114, n. 1, p. 307-321, 2003.

STROUSE, A. et al. Temporal processing in the aging auditory system. **J Acoust Soc Am,** v. 104, n. 4, p. 2385-99, 1998.

TYLER, R. S.; MOORE, B. C.; KUK, F. K. Performance of some of the better cochlear-implant patients, **J Speech Hear Res.** v. 32, n. 4, p. 887-911, 1989.

TYLER R. S. **Cochlear Implants:** Audiological Foundations. San Diego (CA): Singular Publishing Group, Inc., 1993. 411 p.

VANDALI, et al., Speech Perception as a Function of Electrical Stimulation Rate: Using the Nucleus 24 Cochlear Implant System. **Ear & Hearing.** v. 21, n. 6, p. 608-624, 2000.

WEI, C. et al., Psychophysical Performance and Mandarin Tone Recognition in Noise by Cochlear Implant Users. **Ear & Hearing.** v. 28, n. 2, p. 62s-65s, 2007.

WILLIAMS, K. N.; PERROT, D. R. Temporal Resolution of Tonal Pulses. **J Acoust Soc of Am,** v. 51, n. 2, p. 644-647, 1972.

WILSON, B. S. Cochlear implant technology. In: NIPARKO, J. K. et al., **Cochlear implants:** principles and practices. Philadelphia: Lippincott Williams Wilkins, 2000. p. 109-27.

WILSON, B. S. et al. Speech processors for auditory prostheses. **National Institutes of Health,** Bethesda, MD: Neural prostheses program. 1992. Disponível em: <<http://www.nidcd.nih.gov/staticresources/funding/programs/npp/pdf/archived/N01-DC-9-2401QPRFF.pdf>>.

WILSON et al. Temporal representation with cochlear implants. **Am J Otol.** v. 18, n. 6, p. 30-34, 1997.

WHITFORD et al., Evaluation of the Nucleus Spectra 22 processor and new speech processing strategy (SPEAK) in postlinguistically deafened adults. **Acta Otolaryngol.** v. 115, n. 5, p. 629-637, 1995.

Z Aidan, E. et al. Desempenho de adultos jovens normais em dois testes de resolução temporal. **Pró-Fono R Atual Cient.**, v. 20, n. 1, p. 19-24, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-56872008000100004>. Acesso em: 1 junho de 2011.

ZATORRE, R. J.; BELIN, P. Spectral and temporal processing in human auditory cortex. **Cereb Cortex**, v. 11, n. 10, p. 946-953, 2001.

ZENG, F. G. Trends in cochlear implant. **Trends Amplif**, Washington, v. 8, n. 1, p. 1-34, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru**

Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Seu filho(a) está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado(a) de forma alguma.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: Resolução temporal auditiva em crianças usuárias de implante coclear.

Pesquisador responsável: Fgo. Ademir Antonio Comerlatto Junior

Telefones para contato: (14) 3204 4968

Orientador: Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa Filho

Telefone para contato: (14) 3234 2280

A presente pesquisa tem por objetivo verificar a habilidade de resolução temporal em crianças usuárias de implante coclear multicanal.

Todas as crianças convidadas a fazerem parte desta pesquisa serão submetidas a uma avaliação da audição. Estas avaliações serão feitas no Centro de Pesquisas Audiológicas localizado na USP/Bauru. Serão realizados dois exames em cabinas isoladas acusticamente. Em ambos os exames será solicitado que a criança responda manualmente para os estímulos sonoros que estiver ouvindo.

Nenhuma das avaliações realizadas causará desconforto ou dor em seu filho(a).

A participação de seu filho(a) na pesquisa deverá ocorrer espontaneamente e o(a) senhor(a) poderá desistir a qualquer momento da mesma, inclusive sem nenhum motivo, bastando para isso informar, da maneira que achar mais conveniente, a sua desistência. Por ser voluntário(a) e sem interesse financeiro, o(a) senhor(a) não terá direito a nenhuma remuneração. Os dados referentes a seu(sua) filho(a) serão sigilosos e privados, e a divulgação do resultado visará apenas mostrar os possíveis benefícios obtidos pela pesquisa em questão, sendo que o(a) senhor(a) poderá solicitar informações durante todas as fases desta pesquisa, inclusive após a publicação da mesma.

Caso você queira apresentar reclamações em relação a sua participação no estudo, poderá entrar e contado com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, da FOB-USP, pelo endereço da Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 (sala do prédio da Biblioteca, FOB/USP) pelo telefone (14) 3235-8356. Dúvidas em relação à pesquisa entrar em contato com o pesquisador responsável.

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o(a) Sr.(a)

_____, portador(a) da cédula de identidade nº _____, após leitura minuciosa das informações constantes neste **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**, devidamente explicada pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** concordando em participar da pesquisa proposta.

Fica claro que o sujeito da pesquisa ou seu representante legal, pode a qualquer momento retirar seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornar-se-ão confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (Art. 29º do Código de Ética do Fonoaudiólogo).

Bauru-SP, _____ de _____ de _____ .

Assinatura do responsável

APÊNDICE 2 – Características e resultados individuais das crianças pertencentes ao Grupo Experimental

ID	Idade (meses)	Tempo de IC (meses)	Sexo	Orelha	ACL (dB)	<i>Random Gap Detection Test (RGDT) (ms)</i>					<i>Gaps In Noise (GIN) (ms)</i>		
						500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Média	L 1	L 2	L 1 + L 2
1	131	96	F	OD	25	100	150	150	100	125	-	-	-
2	102	64	F	OE	20	100	80	70	300	137,5	-	-	-
3	126	73	M	OE	20	30	30	30	30	30	-	-	-
4	111	69	F	OE	20	150	200	100	80	132,5	-	-	-
5	84	63	F	OD	20	100	150	150	150	137,5	10	10	10
6	101	64	F	OD	25	150	150	150	150	150	-	-	-
7	96	70	M	OD	25	50	50	50	50	50	-	-	-
8	84	54	F	OD	20	60	60	60	50	57,5	15	12	13,5
9	111	84	F	OD	20	20	15	20	15	17,5	-	-	-
10	109	84	M	OD	20	15	15	15	20	16,25	-	-	-
11	88	55	M	OD	25	60	70	50	150	82,5	-	-	-
12	131	97	M	OD	25	60	80	80	100	80	-	-	-
13	96	69	F	OD	25	200	90	150	250	172,5	-	-	-
14	131	95	F	OD	25	100	100	90	100	97,5	-	-	-
15	124	99	F	OD	25	40	40	25	30	33,75	-	-	-
16	131	99	F	OE	25	40	30	50	50	42,5	-	-	-
17	109	74	M	OE	25	15	20	20	40	23,75	15	15	15
18	120	107	M	OE	20	25	40	25	20	27,5	10	10	10
19	108	65	M	OD	20	30	60	30	20	35	-	-	-
20	110	82	M	OE	25	40	20	25	50	33,75	-	-	-

Legenda: ID – identificação; ACL – audiometria em campo livre


APÊNDICE 3 – Características e resultados individuais das crianças pertencentes ao Grupo Controle

ID	Idade (meses)	Sexo	ACL (dB)	<i>Random Gap Detection Test (RGDT) (ms)</i>					<i>Gaps In Noise (GIN) (ms)</i>		
				500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Média	L 1	L 2	L 1 + L 2
1	118	M	15	15	15	25	25	20	6	6	6
2	119	F	10	20	15	25	15	18,75	6	6	6
3	87	M	10	2	5	5	2	3,5	4	6	5
4	125	M	10	5	5	10	10	7,5	8	8	8
5	99	F	10	15	5	30	40	22,5	6	6	6
6	117	F	15	30	5	40	15	22,5	4	5	4,5
7	118	M	10	2	20	30	25	19,25	6	6	6
8	99	F	10	15	10	5	5	8,75	5	4	4,5
9	102	M	15	40	40	40	40	40	10	8	9
10	119	M	10	15	5	5	10	8,75	8	6	7
11	98	M	15	30	20	25	15	22,5	5	6	5,5
12	98	F	10	60	50	50	50	52,5	6	6	6
13	110	F	10	40	30	30	30	32,5	6	6	6
14	111	M	10	15	10	5	10	10	8	8	8
15	119	F	20	20	25	30	20	23,75	6	6	6
16	107	F	10	15	10	5	5	8,75	8	6	7
17	100	M	10	2	10	10	20	10,5	5	5	5
18	121	M	10	15	10	25	15	16,25	8	6	7
19	119	M	10	2	5	2	10	4,75	4	5	4,5
20	133	M	10	20	20	25	25	22,5	6	5	5,5

Legenda: ID – identificação; ACL – audiometria em campo livre

ANEXOS

ANEXO 1 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru
Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

Comitê de Ética em Pesquisa (14)3235-8356
mferrari@fob.usp.br

Processo nº 143/2009

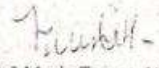
Bauru, 18 de novembro de 2009.

Senhor Professor,

O projeto de pesquisa "Resolução Temporal Auditiva em Crianças Usuárias de Implante Coclear" de autoria de Ademir Antonio Comerlatto Junior, sob sua orientação, novamente encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa, foi analisado por um Relator e considerado **APROVADO** em reunião deste Colegiado, realizada no dia 23 de outubro de 2009.

Informamos que qualquer alteração efetuada no trabalho de pesquisa, o pesquisador/orientador deverá comunicar ao CEP-FOB/USP, bem como ao final do trabalho enviar um Relatório para novo parecer, o qual será utilizado para publicação científica.

Atenciosamente,


Profª Drª Maria Teresa Atta
Coordenadora

Prof. Dr. Cristiano Alves Costa Filho
Docente do Departamento de Fonoaudiologia

ANEXO 2 – Folha de respostas do Teste Dicótico de Dígitos (PEREIRA; SCHOCHAT, 1997)

Nome: _____ Idade: _____ Data: _____

TESTE DICÓTICO DE DÍGITOS:

INTEGRAÇÃO BIAURAL

<i>OD</i>		<i>OE</i>	
5	4	8	7
4	8	9	7
5	9	8	4
7	4	5	9
8	9	7	5
5	7	9	5
5	8	9	4
4	5	8	9
4	9	7	8
9	5	4	8
4	7	8	5
8	5	4	7
8	9	7	4
7	9	5	8
9	7	4	5
7	8	5	4
7	5	9	8
8	7	4	9
9	4	5	7
8	4	7	9

ATENÇÃO
DIRECIONADA À
DIREITA

<i>OD</i>	<i>OE</i>
5, 4	8, 7
4, 8	9, 7
5, 9	8, 4
7, 4	5, 9
8, 9	7, 5
5, 7	9, 5
5, 8	9, 4
4, 5	8, 9
4, 9	7, 8
9, 5	4, 8
4, 7	8, 5
8, 5	4, 7
8, 9	7, 4
7, 9	5, 8
9, 7	4, 5
7, 8	5, 4
7, 5	9, 8
8, 7	4, 9
9, 4	5, 7
8, 4	7, 9

ATENÇÃO
DIRECIONADA À
ESQUERDA

<i>OD</i>	<i>OE</i>
5, 4	8, 7
4, 8	9, 7
5, 9	8, 4
7, 4	5, 9
8, 9	7, 5
5, 7	9, 5
5, 8	9, 4
4, 5	8, 9
4, 9	7, 8
9, 5	4, 8
4, 7	8, 5
8, 5	4, 7
8, 9	7, 4
7, 9	5, 8
9, 7	4, 5
7, 8	5, 4
7, 5	9, 8
8, 7	4, 9
9, 4	5, 7
8, 4	7, 9

Integração Binaural: OD: _____ OE: _____ ERROS: _____

Separação binaural: Atenção à direita: _____ Atenção à esquerda: _____

ANEXO 4 – Folha de respostas do teste *Gaps In Noise (GIN)* (MUSIEK et al., 2005)**Gap Detection Score Sheet**

Practice 4/2003	Location (ms)	Duration (ms)
1	1865.1	15
	2838.1	5
	3454.4	20
2	643.7	8
	1871.2	8
	4353.1	5
3	2961.4	15
4	2314.6	15
5	1205.5	5
	4387.9	10
	5436.2	10
6	1049.6	20
	2925.7	8
	4197.4	8
7	972.1	8
8		
9	1099.6	20
	3698.4	15
	4781.5	15
10	4280.0	20

Teste 1	12/2002 Location (ms)	Duration (ms)		Location (ms)	Duration (ms)
1	1337.3	15	20	726.3	2
	3870.3	2			
	5277.3	5	21	4595.4	5
2	1303.2	15	22	4024.6	8
				3174.2	20
3	2862.4	6			
	4491.8	10	23	500.5	12
4				4837.5	10
	1145.4	6			
	3449.6	20	24	2196.3	8
5					
	4466.0	4	25	2006.8	20
6				3349.4	2
	1389.5	12	26	1520.3	3
7				5491.9	2
	2799.7	3			
8					
	3421.8	4	27	1955.9	5
9				3194.0	15
	1757.1	10			
	2875.5	10	28	1056.3	2
10				3190.6	20
	2863.4	5		4358.1	8
11					
			29	1338.3	3
12				3802.5	4
	2727.5	6			
	4205.0	12	30	884.3	3
13					
	5011.1	12		2150.3	15
14				3386.4	20
	4014.1	6	31	4199.3	4
15					
	2304.8	15	32	3047.4	4
16				5322.9	10
	1597.2	5	33	1812.0	15
17					
	2032.1	3		2793.5	8
	4564.7	6	34	1564.4	8
18				2255.5	8
	1000.8	2			
19					
	2613.4	3	35	1118.5	12
20				2613.0	12
	4190.7	20			
21					
	1268.9	5			
22					
	1977.2	4			
23					
	1193.7	10			

Teste 2	12/2002 Location (ms)	Duration (ms)		Location (ms)	Duration (ms)
1	2230.0 3571.3	2 10	18	1509.1 4759.5	2 3
2			19		
3	4380.2	15	20	684.5 2673.1 3425.0	3 12 3
4	1985.9 3014.2 3745.9	3 6 2	21	4238.4	8
5	2433.6 5033.8	12 20	22	3216.0	20
6	1308.9 1865.4 2681.0	12 4 12	23	774.2 3276.4 4923.4	5 12 4
7	1019.9 4179.4 5469.4	10 15 8	24	520.9 2799.5	5 5
8	1275.5 2944.7 4918.3	10 2 10	25	1840.3	8
9	872.4 1460.8 4869.5	10 15 15	26	1209.1 5376.2	5 6
10	3558.8	2	27	510.1 2549.9 4399.3	5 20 6
11	753.1 1298.7	4 3	28	624.9 2737.8 4108.1	6 12 20
12	2202.5	2	29	1319.7	20
13	1546.5 2924.6 5014.3	15 4 4	30	711.7	8
14	718.7 2498.6 4546.5	10 4 20	31	2698.9	8
15	820.5 1675.9	6 15	32	1501.8	8
16					
17	3726.3	3			