

## OTOLOGIA

# AVALIAÇÃO DA RESOLUÇÃO TEMPORAL E DO DESEMPENHO COM SINAL ACÚSTICO DEGRADADO EM PACIENTES COM IMPLANTE COCLEAR: ESTUDO PRELIMINAR

## *EVALUATION OF TEMPORAL RESOLUTION AND PERFORMANCE WITH DEGRADED ACOUSTIC SIGNAL IN PATIENTS WITH COCHLEAR IMPLANT: PRELIMINARY STUDY*

**Autores:** Jorge Humberto Martins<sup>1,2</sup>; Graça Oliveira<sup>1</sup>; Marisa Alves<sup>2,3</sup>; Conceição Peixoto<sup>4</sup>; Susana Andrade<sup>4</sup>; António Teixeira<sup>5</sup>; Carlos Ribeiro<sup>6</sup>

1- Audiologista do Serviço de ORL do Centro Hospitalar de Coimbra, EPE

2- Mestre em Ciências da Fala e da Audição pela Universidade de Aveiro

3- Terapeuta da Fala do Serviço de ORL do Centro Hospitalar de Coimbra, EPE

4- Médica do Internato da Especialidade de ORL do Centro Hospitalar de Coimbra, EPE

5- Professor Auxiliar do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro e Investigador do IEETA

6- Director de Serviço de ORL do Centro Hospitalar de Coimbra, EPE

Jorge Humberto Martins | Serviço de ORL do Centro Hospitalar de Coimbra, EPE

Quinta dos Vales | 3041-801 S. Martinho do Bispo | Email: aud.jorgehumberto@gmail.com; jorge.humberto@chc-min.saude.pt

### RESUMO

Desde o início da actividade de implantação coclear no Serviço de ORL do Centro Hospitalar de Coimbra em 1985, foram efectuadas 630 cirurgias, 374 das quais em crianças e 256 em adultos. A falta de informação sobre o desempenho dos indivíduos implantados em testes de avaliação do processamento auditivo central, que nos permita compreender melhor a variabilidade dos resultados obtidos e também verificar se existem diferenças de *performance* nestes testes entre adultos e crianças implantadas, motivou os autores a iniciar a aplicação dos testes de resolução temporal e de desempenho com sinais acústicos degradados em dois grupos de pacientes implantados (19 implantados em idade adulta e 28 implantados quando crianças). Para o efeito, efectuaram a aplicação dos testes de detecção de intervalo no ruído, fala filtrada e fala no ruído. Após a comparação estatística dos dois grupos estudados foi já possível, apesar do carácter preliminar do estudo e do tamanho da amostra, encontrar diferença estatisticamente significativa entre os grupos no teste de fala filtrada, com desempenho superior nos adultos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processamento auditivo, Implante coclear, Fala filtrada, Fala no ruído, Detecção de intervalo no ruído.

### ABSTRACT

*Since the beginning of cochlear implantation in the Centro Hospitalar de Coimbra's ENT Department, in 1985, 630 surgeries were conducted, of which 374 in children and 256 in adults. The lack of information regarding the cochlear implant users' performance in central auditory processing evaluations, information that could help better understand the variability of the results and also verify if there is a difference in the performance, on these tests, between adults and children cochlear implant users, motivated the authors to initiate the evaluation of two groups of cochlear implant users (19 implanted in adult age and 28 implanted as children) with temporal resolution and performance with degraded acoustic signal tests. The tests used were gaps in noise, filtered speech and speech in noise. After the statistical comparison between both groups, and although this is a preliminary study with a small number of patients, statistically significant difference was found in the speech filtered test, having the adults showed superior performance.*

**KEY-WORDS:** Auditory processing, Cochlear implant, Filtered speech, Speech in noise, Gap in noise.

## INTRODUÇÃO

A avaliação do sistema auditivo central teve origem nos trabalhos de Bocca e seus colaboradores, em 1954 e 1955. Estes trabalhos pioneiros despertaram e motivaram diversos investigadores. Contudo, a comunidade científica audiológica, devido à complexidade do sistema nervoso auditivo central (SNAC), não aceitou facilmente a utilidade destes meios de avaliação. Ainda hoje, a anatomofisiologia do SNAC não é totalmente compreendida, nem as suas diferentes funções são definidas adequadamente. Por estas razões, a avaliação do sistema auditivo central representa um desafio<sup>(1)</sup>.

Com a evolução tecnológica, os exames audiológicos comportamentais, electrofisiológicos e imagiológicos têm permitido uma melhor compreensão deste sistema tão complexo, o que motivou os investigadores a prosseguirem o estudo do sistema auditivo central normal para melhor compreenderem as suas alterações. Estima-se que a prevalência de problemas de processamento auditivo está compreendida entre 2-3%<sup>(2)</sup> e 7%<sup>(3)</sup> na criança e 10% nos adultos<sup>(4)</sup>.

## IMPLANTAÇÃO COCLEAR

A implantação coclear veio permitir um novo olhar sobre a forma como se desenrola o desenvolvimento do sistema auditivo, sublinhando a importância da estimulação auditiva no desenvolvimento normal das vias e áreas auditivas.

Cada parte do sistema auditivo sofre degradação se não for estimulado. A reorganização do córtex auditivo é considerada como o factor mais limitativo no desenvolvimento de audição funcional em crianças implantadas mais tardiamente<sup>(5)</sup>. A plasticidade modal cruzada ocorre em indivíduos com hipoacusia neurosensorial severa a profunda quando os sistemas visual ou somatossensorial recrutam os recursos de processamento normalmente atribuídos ao processamento de informação auditiva. Quando as áreas de processamento cortical foram recrutadas por outra modalidade em indivíduos com hipoacusia neurosensorial severa a profunda, é difícil que um sistema auditivo com a sensação auditiva restaurada (através do implante coclear) consiga recrutar recursos corticais suficientes para o processamento da fala<sup>(6)</sup>.

Os avanços tecnológicos a nível dos implantes cocleares e do processamento dos sinais da fala têm permitido grandes benefícios a muitos utilizadores. Porém, alguns utilizadores apresentam benefício reduzido, e mesmo os utilizadores com os melhores resultados apresentam grandes dificuldades na compreensão de fala em situação de ruído ambiente, e a percepção e apreciação da música permanecem grandes desafios<sup>(7)</sup>.

## AValiação DO PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL

Os testes de avaliação do Processamento Auditivo Central são categorizados segundo Bellis e Ferre (BELLIS, 1996 citado por Jorge, 2006; Ferre, 1997 citado por Jorge, 2006) como: testes monoaurais de baixa redundância, testes dicóticos, testes de

processamento temporal e testes de interacção binaural.

As baterias de testes de avaliação devem incluir testes com estímulos verbais e também testes com estímulos não-verbais. Estes últimos permitem-nos avaliar os indivíduos, obtendo informação que não é influenciada pelas capacidades linguísticas<sup>(8)</sup>.

A capacidade de detecção de *gaps* tem sido estudada em utilizadores de implante coclear. Vários estudos sugerem que esta capacidade é semelhante entre adultos utilizadores de implante coclear com surdez pós-lingual e normo-ouvintes. Para ambos os grupos, o limiar de detecção desce quando o nível do estímulo é aumentado: de 20-50 ms a 2-5 ms em utilizadores de IC e de 25 ms a 2 ms em normo-ouvintes, embora estes valores também possam variar em função da escolha do estímulo. Porém, esta semelhança com os adultos normo-ouvintes poderá ser específica para os utilizadores de IC com surdez pós-lingual. De facto, estudos indicam que o limiar de detecção para utilizadores de IC com baixas capacidades de percepção da fala em *open-set* pode ser superior a 50 ms<sup>(9)</sup>. Da pesquisa bibliográfica realizada não foi encontrada informação relevante para outras competências auditivas para sujeitos utilizadores de implante coclear.

## MÉTODO

### BATERIA DE TESTES SELECIONADOS

Atendendo ao implante unilateral, foram seleccionados testes das categorias relativas a testes monoaurais de baixa redundância (dois testes) e testes de processamento temporal. De seguida, após um breve enquadramento relativo ao panorama internacional, são apresentados, de forma breve, os testes seleccionados.

A construção do teste de fala filtrada, um dos testes monoaurais de baixa redundância, é historicamente atribuída aos trabalhos Bocca e colaboradores (1954), que nas suas investigações avaliou pacientes com lesões no lobo temporal que apresentavam limiares tonais dentro dos valores normais mas que nos testes de discriminação apresentavam alterações nos testes realizados no ouvido contralateral à lesão<sup>(10)</sup>. Em 1969, Ivey propõe o seu teste que é composto por listas de 25 ou 50 monossílabos apresentados a 50 dB SL distorcidos com filtro passa-baixo a 400 Hz com atenuação de 24 dB até 800 Hz. São considerados, como valores normais para este teste, uma percentagem de acertos igual ou superior a 70%<sup>(11)</sup>. Em Portugal, foi recentemente desenvolvida uma versão preliminar deste teste, com base na lista de números desenvolvida por Martins e colaboradores em 2009<sup>(12)</sup>, gravada com voz feminina, tendo sido aplicado um filtro passa-baixo com frequência de corte igual a 1000 Hz<sup>(13)</sup>.

Um segundo teste de baixa redundância, o teste de fala com ruído, pode ser realizado utilizando diversos estímulos de fala e utiliza-se normalmente ruído branco (*White Noise*), ruído da fala (*Speech Noise*) ou *multitalker babble*, com diferentes relações sinal/ruído. Existem pelo menos três versões deste teste, em utilização internacional, em avaliação clínica: Teste auditivo

de figura-fundo (AFG), Identificação de frases sintéticas com mensagem competitiva ipsilateral (SSI-ICM) e Teste pediátrico de inteligibilidade com mensagem competitiva ipsilateral (PSI-ICM)<sup>(14)</sup>.

Para o Português Europeu, foi desenvolvido um pré-teste, por Alves, em 2010, que consiste na apresentação de 30 palavras dissilábicas (10 substantivos, 10 adjectivos e 10 verbos) com a estrutura CVCV, gravadas com voz feminina, apresentado a 65 dB SPL (em campo livre), sendo cada palavra apresentada duas vezes, uma com relação sinal/ruído (*babble*) de + 10 dB e a outra a + 15 dB<sup>(13)</sup>.

O teste detecção de *gap* no ruído, um dos mais conhecidos testes da categoria de avaliação temporal, foi desenvolvido por Musiek e colaboradores em 2003 e consiste na apresentação unilateral a uma intensidade confortável de intervalos (de 2 a 20 ms) em ruído branco contínuo. É solicitado ao paciente que identifique os intervalos ouvidos, com o objectivo de determinar qual o menor intervalo que o paciente consegue detectar<sup>(15)</sup>.

Em Portugal, foi adaptado por Alves, em 2010, tendo sido criada uma versão com melhorias na sua adequação à avaliação de crianças com implante coclear e ao nível da facilidade de registo pelo avaliador. Este teste possui intervalos de 2, 4, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30 e 40 ms. Cada intervalo é apresentado 6 vezes a uma intensidade de 65 dB SPL, e o limiar de detecção de intervalo no ruído corresponde ao menor intervalo detectado com uma percentagem não inferior a 50% e que a partir do qual a percentagem de detecção não volta a ser inferior a esse valor<sup>(13)</sup>.

## PROCEDIMENTO

Os testes do âmbito da resolução temporal (teste de detecção de intervalo no ruído) e de sinal acústico degradado (teste de fala filtrada e fala com ruído) foram apresentados em campo livre à intensidade de 65 dB SPL em cabine insonorizada com recurso a PC, audiómetro com campo livre e software desenvolvido para o efeito.

Foi efectuada também a avaliação do desempenho dos mesmos indivíduos com testes comparáveis (testes de 100 palavras e teste de números<sup>(12)</sup>) mas sem alteração dos estímulos verbais ou inclusão de sinal acústico em competição.

## A AMOSTRA

Participaram no estudo 19 pacientes adultos e 28 crianças, recrutados como amostra de conveniência no serviço de Otorrinolaringologia do Centro Hospitalar de Coimbra.

O grupo de adultos estudado apresentava uma idade média, à data da cirurgia, de 40,1 com desvio padrão de 13,4 anos e tempo médio de uso de implante de 4,3 com desvio padrão de 3,9 anos. O grupo de crianças estudado apresentava uma idade média, à data da cirurgia de implantação, de 3,0 com desvio padrão de 1,4 anos e tempo médio de uso de implante de 7,5 e desvio padrão de 3,3 anos. A distribuição quanto à variável "sexo" é apresentada na **Figura 1**. A distribuição quanto à variável "ouvido implantado" é apresentada na **Figura 2**.

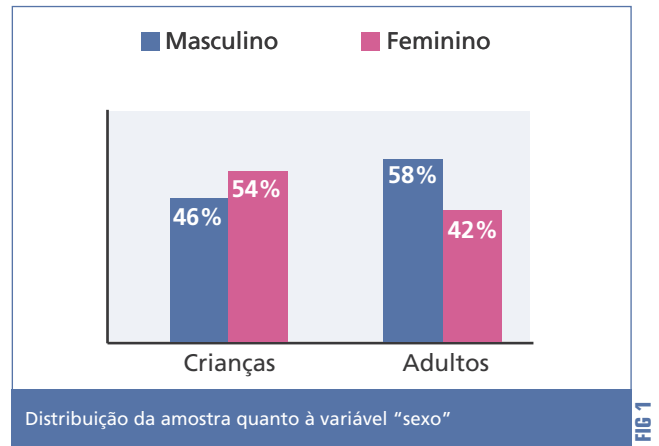


FIG 1

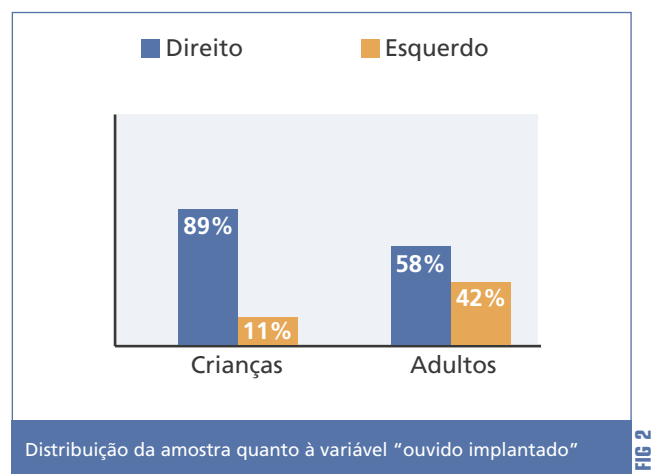


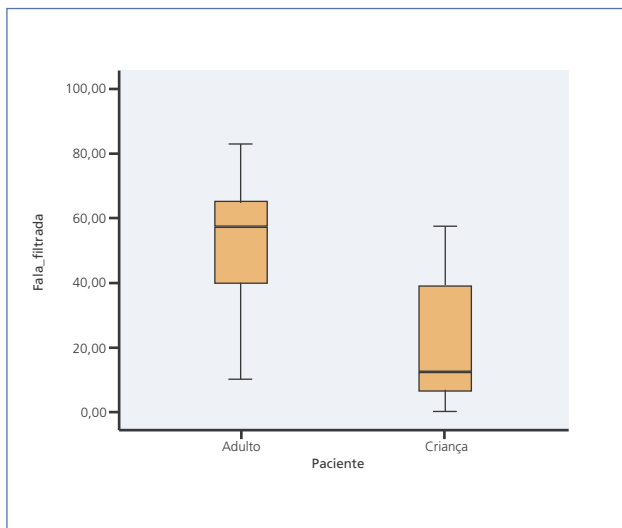
FIG 2

## PRIMEIROS RESULTADOS

Apresentamos os primeiros resultados, começando pela análise, em separado, dos resultados dos 3 testes, e concluindo com a avaliação conjunta dos 3 testes nos dois grupos.

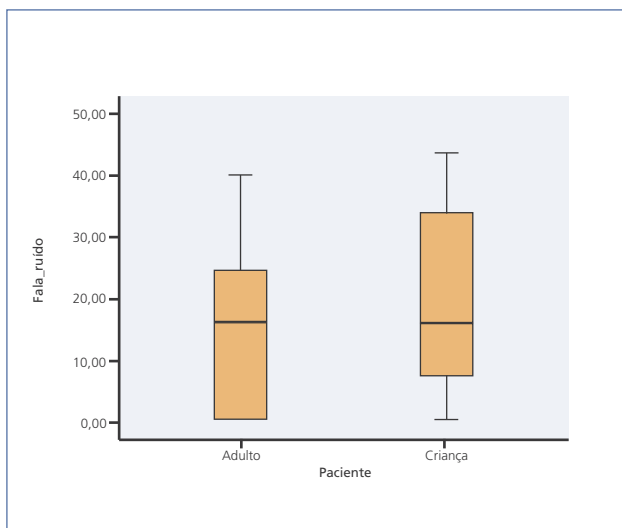
Os resultados, em termos de percentagem de discriminação no teste de fala filtrada, sob a forma de diagramas de bigodes, encontram-se na **Figura 3**. Em termos médios obtiveram-se:  $50,83 \pm 20,95$  no grupo de adultos e  $21,90 \pm 19,51$  no grupo de crianças, valores bastante diferentes para os dois grupos. No entanto, é notória uma dispersão razoável. De realçar também o limite inferior bastante baixo em ambos os casos, sendo mesmo 0 no grupo "Crianças".

Os resultados de percentagem de discriminação no teste de fala com ruído, na **Figura 4**, foram respectivamente:  $13,33 \pm 11,32$  no grupo de adultos e  $18,5 \pm 12,02$  no grupo de crianças. Neste teste existe mais uma vez dispersão (a que não é estranha a reduzida dimensão) e sobreposição clara entre a gama de valores correspondente ao intervalo entre os percentis 25 e 75.



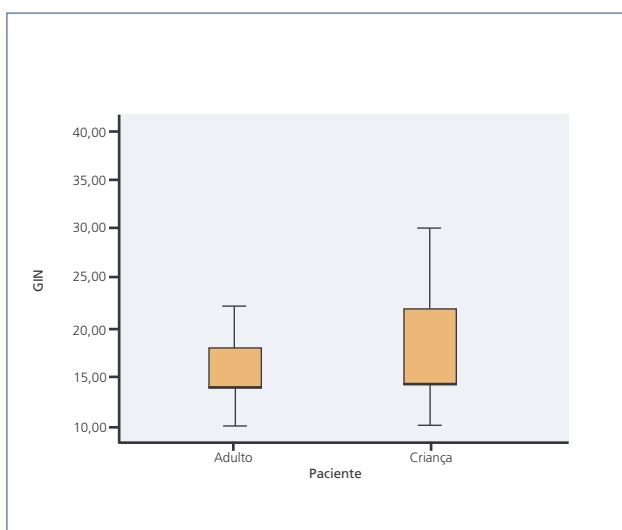
Apresentação em "Box Plot" dos resultados obtidos para os dois grupos no teste de fala filtrada

FIG 3



Apresentação em "Box Plot" dos resultados obtidos para os dois grupos no teste de fala com ruído

FIG 4



Apresentação em "Box Plot" dos resultados obtidos para os dois grupos no teste de detecção de intervalo no ruído

FIG 5

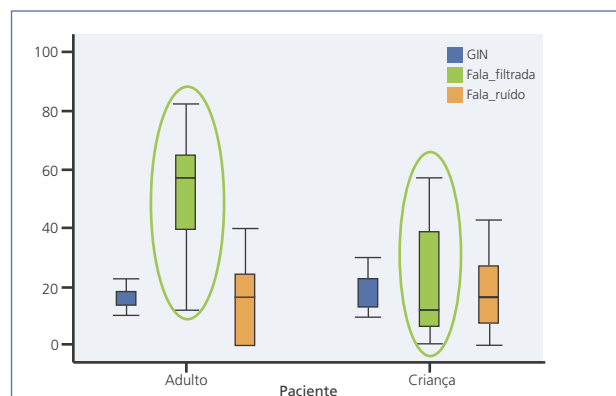
Na **Figura 5** apresentam-se os resultados do terceiro teste, detecção de intervalo no ruído.

As médias e dispersão em torno da média são muito similares para os dois grupos, respectivamente:  $17,87 \pm 7,26$  no grupo de adultos e  $17,92 \pm 7,22$  ms no grupo de crianças.

A hipótese de diferença entre as médias obtidas para os dois grupos foi alvo de análise estatística, efectuada em separado para cada um dos 3 testes, e usando o teste não paramétrico Mann-Whitney (devido à não verificação do pressuposto de normalidade), verificando-se apenas a rejeição da hipótese nula (igualdade de desempenho em ambos os grupos) para o teste de fala filtrada. Os resultados dos testes confirmam como estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ) a diferença anteriormente relatada pela análise da **Figura 6**. Quanto aos outros dois testes, a não significância tem de ser investigada com uma amostra adequada.

Efectuámos também a avaliação do desempenho obtido pelos grupos estudados em testes comparáveis, teste de 100 palavras e teste de números, mas em condições favoráveis (sem alteração dos estímulos verbais ou inclusão de sinal acústico em competição). Os resultados obtidos nas duas situações foram comparados entre si e são apresentados, em separado para os dois grupos, nas **Figuras 7 e 8**.

Pela avaliação dos dados obtidos podemos verificar que a *performance* auditiva obtida com implante coclear é muito boa em condições favoráveis e decresce bastante pela diminuição da redundância (relacionada com ambientes acusticamente



**Mann-Whitney Test**

Ranks				
	Paciente	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Fala_ruído	Adulto	19	21,32	405,00
	Criança	28	25,82	723,00
	Total	47		
Fala_filtrada	Adulto	19	34,26	651,00
	Criança	28	17,04	477,00
	Total	47		
GIN	Adulto	19	23,76	451,50
	Criança	28	24,16	676,50
	Total	47		

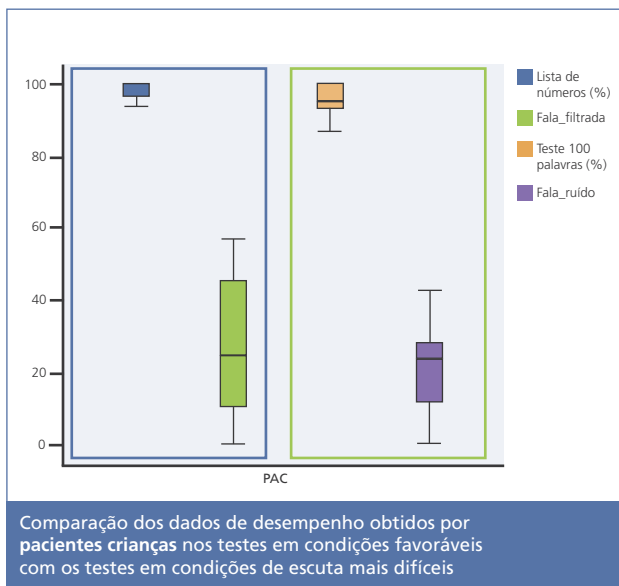
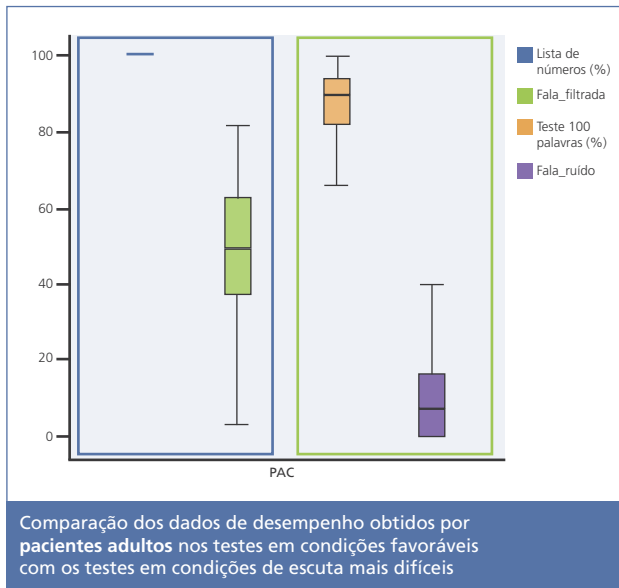
**Test Statistics<sup>a</sup>**

	Fala_ruído	Fala_filtrada	GIN
Mann-whitney	215,000	71,000	261,500
Willcoxon W	405,000	477,000	451,500
Z	-1,111	-4,235	-,103
Asymp. Sig. (2-tailed)	,267	,000	,918

<sup>a</sup> grouping variable: paciente

Apresentação do "Box Plot" e dos testes estatísticos aplicados para o estudo estatístico efectuado

FIG 6



difíceis e/ou estímulos verbais degradados). Este facto reforça a necessidade de uso de sistemas de apoio à escuta, principalmente em crianças em contexto escolar.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Apesar da reduzida dimensão da amostra, os resultados obtidos estão de acordo com os encontrados na literatura internacional e revelam as dificuldades que os pacientes possuem em situações de escuta mais difíceis. Considera-se relevante a continuação do presente estudo de forma a permitir alargar a amostra e procurar correlações com aspectos como:

- no adulto - tempo de privação auditiva, tempo de uso de implante, estratégia de estimulação.
- na criança - idade de implantação, tempo de utilização de implante, estratégia de estimulação e método de habilitação.

## BIBLIOGRAFIA

1. JORGE, THELMA CERQUEIRA. *Avaliação do Processamento Auditivo em Pré-escolares*. Campinas: Universidade Católica de Campinas, 2006.
2. CHERMAK, GD. e MUSIEK, FE. *Central Auditory Processing Disorders: New perspectives*. San Diego/London: Singular Publishing Group, inc., 1997.
3. BAMIU, DE., MUSIEK, FE. e LUXON, LM. 2001, *Aetiologies and clinical presentations of auditory processing disorders: a review*. Arch Dis Child, pp. 85(5):361-365.
4. SAUNDERS, GH. e HAGGARD, MP. 1992, *The clinical assessment of "Obscure Auditory Dysfunction" (OAD) 2. Case control analysis of determining factors*. Ear Hear, pp. 13(4):241-54.
5. TEOH, S., PISONI, D. e MIYAMOTO, T. 2004, *Cochlear Implantation in Adults With Prelingual Deafness. Part II. Underlying Constraints That Affect Audiological Outcomes*. The Laryngoscope, pp. 114:1714-1719.
6. BUCKLEY, K. e TOBEY, E. 2011, *Cross-Modal Plasticity and Speech Perception in Pre and Postlingually Deaf Cochlear Implant Users*. Ear & Hearing, pp. 32;2-15.
7. FU, Q. e GALVIN III, J. 2008, *Maximizing cochlear implant patients' performance with advanced speech training procedures*. Hearing Research, pp. 198-208.
8. MOORE, D., et al. 2011, *Development of Auditory Processing in 6 to 11 years old Children*. Ear & Hearing, Vol. 32, pp. 269-285.
9. SAGI, E., et al. 2009, *The effect of temporal gap identification on speech perception by users of cochlear implants*. Journal of Speech, Language and Hearing Research, Vol. April; 52(2), pp. 385-395.
10. BOCCA, E., CALEARO, C. e CASSINARI, V. 1954, *A New Method for Testing Hearing in Temporal Lobe Tumors*. Acta Otolaryngologica (Stockholm), pp. 44, 219-221.
11. MARTINS, ELSA. 2008, *Criação de um Conjunto de Testes para Avaliação do Processamento Auditivo*. Aveiro: Tese apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Ciências da Fala e da Audição - Universidade de Aveiro.
12. MARTINS, JH., et al. 2009, *Validação de Listas de Monossílabos, Números e Frases para Audiometria Vocal para Adultos*. Clínica e Investigação em Otorrinolaringologia, Vol. 3 (1), pp. 54-59.
13. ALVES, MARISA. *Habilidades Auditivas e Linguagem em Crianças com Implante Coclear*. Aveiro: Tese apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Ciências da Fala e da Audição na Universidade de Aveiro, 2010.
14. KRISHNAMURTI, SRIDHAR. *Monoaural Low-Redundancy Speech Tests - Chapter 8*. [autor do livro] F. MUSIEK e G. CHERMAK. *Handbook of (Central) Auditory Processing Disorders - Auditory Neuroscience and Diagnosis*. San Diego: Plural Publishing, 2007, Vol. 1, pp. 193-205.
15. MUSIEK, F.E., et al. 2005, *GIN (Gaps-In-Noise) Test Performance in Subjects with Confirmed Central Auditory Nervous System Involvement*. Ear and Hearing, pp. 608-618.