

# Acoustic stimulation effect on temporal processing skills in elderly subjects before and after hearing aid fitting

*Efeito da estimulação acústica nas habilidades do processamento temporal em idosos antes e após a protetização auditiva*

Maria Madalena Canina Pinheiro<sup>1</sup>, Karin Ziliotto Dias<sup>2</sup>, Liliane Desgualdo Pereira<sup>3</sup>

## Keywords:

auditory perception,  
elderly,  
hearing,  
hearing tests.

## Abstract

**A**ging can alter temporal processing and affect speech perception. **Aim:** To compare temporal processing auditory processing in elderly subject to and new hearing aid users. **Materials and Methods:** The study included 60 elderly patients with bilateral sensorineural hearing loss. The procedures selected were the Duration Pattern Tests (DPT) and *gaps* in noise (GIN) test were used to analyze the responses of correct identification, and the temporal acuity threshold before and after the fitting of hearing aids. Study design: clinical and experimental research with non-probability sample of convenience. **Results:** There was no statistically significant difference between the responses from GI and GII individuals. The elderly users of hearing aids had a lower *gap* detection threshold, greater recognition of *gaps* and of discrimination of the duration pattern in relation to when they were only potential users. **Conclusion:** There was a deterioration in temporal processing skills, regardless of hearing loss degrees. Thus, the effect of acoustic stimulation by the use of a hearing aid improved resolution and temporal ordering.

## Palavras-chave:

audição,  
idoso,  
percepção auditiva,  
testes auditivos.

## Resumo

**O** envelhecimento pode ocasionar alterações no processamento temporal, afetando a percepção da fala. **Objetivo:** Comparar as respostas auditivas do processamento temporal em idosos candidatos e novos usuários de próteses auditivas. **Material e Método:** Participaram do estudo 60 idosos com perda auditiva neurossensorial bilateral. Os procedimentos selecionados foram o Teste Padrão de Duração e Teste de Detecção de *gaps* no Ruído (GIN), no qual foram analisadas as respostas de identificação correta e o limiar de acuidade temporal antes e após a adaptação das próteses auditivas. Forma de Estudo: Pesquisa clínica e experimental com amostra não probabilística por conveniência. **Resultados:** Os idosos usuários de prótese auditiva apresentaram menor limiar de acuidade temporal, maior reconhecimento de *gaps* e de discriminação do padrão de duração em relação ao momento em que eram candidatos. **Conclusão:** Houve deterioração das habilidades do processamento temporal, independentemente do grau da perda auditiva. O efeito de estimulação acústica pelo uso de prótese auditiva melhorou as habilidades de ordenação e resolução temporal.

<sup>1</sup> Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de São Paulo (Professora Adjunta do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Catarina).

<sup>2</sup> Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de São Paulo (Professora colaboradora do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo. Diretora do NESF - Núcleo de Estudos Fonoaudiológicos).

<sup>3</sup> Livre Docente e Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de São Paulo (Professora Doutora Associada e Livre Docente do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo).

Endereço para correspondência: Maria Madalena Canina Pinheiro. Rua Eurico Hosterno, 204, Santa Mônica. Florianópolis - SC. CEP: 88035-400.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 28 de março de 2011. cod. 7669.

Artigo aceito em 11 de outubro de 2011.

---

## INTRODUÇÃO

---

A presbiacusia é a perda auditiva relacionada ao processo do envelhecimento, que se caracteriza por uma perda auditiva neurossensorial bilateral, com configuração descendente e acarreta sérios problemas, tanto na comunicação quanto na sociabilização dos idosos<sup>1</sup>.

Os indivíduos com presbiacusia apresentam dificuldade para discriminar pistas acústicas, que auxiliam na compreensão da fala, especialmente em ambientes acusticamente desfavoráveis<sup>2,4</sup>. Além dos agravos no sistema auditivo periférico, decorrentes do envelhecimento, as vias auditivas do sistema nervoso central são acometidas, ocasionando dificuldades na decodificação fonêmica, transmissão inter-hemisférica e codificação dos estímulos verbais e não verbais<sup>5-8</sup>. Uma vez que o envelhecimento afeta o processamento neurológico da informação auditiva, a imagem mental do evento acústico processada pelo idoso será de má qualidade, com manifestações de inabilidades auditivas.

Vários trabalhos trazem evidências de que, entre as habilidades do processamento auditivo, as do processamento temporal são as mais afetadas pelo processo de envelhecimento<sup>9-13</sup>.

A função do processamento temporal na fala é a discriminação de pistas sutis e de palavras semelhantes. O processamento temporal compreende os aspectos de resolução temporal, mascaramento temporal, integração temporal e ordenação temporal<sup>14</sup>.

A habilidade auditiva de resolução temporal é importante para a compreensão da fala humana, sendo um pré-requisito para a leitura<sup>13,15</sup>. Os seres humanos são capazes de detectar *gaps* com intervalos de 2 a 3 ms apresentados monoauralmente, sendo os neurônios do córtex auditivo responsáveis pela detecção do limiar de acuidade temporal<sup>16</sup>. Esta habilidade envolve a capacidade de detectar intervalos de silêncios entre sons consecutivos<sup>9,10,17</sup> e pode ser avaliada por meio dos testes de detecção de *gaps*<sup>5,18</sup>. O teste de detecção de *gaps* no ruído (GIN) tem sido recomendado nas pesquisas atuais como um instrumento precursor para avaliar a habilidade auditiva de resolução temporal em crianças, adultos jovens e idosos<sup>18-21</sup>.

A habilidade auditiva de ordenação temporal envolve a participação de vários processos perceptuais e cognitivos<sup>22</sup>, além da estimulação dos hemisférios direito e esquerdo e as vias inter-hemisféricas, pois o indivíduo deve, primeiramente, reconhecer e discriminar dois ou mais sons em sua ordem de ocorrência no tempo e, após, nomear o padrão do estímulo<sup>23</sup>.

Esta habilidade pode ser analisada por meio de testes que envolvam o reconhecimento do padrão temporal de tons puros, como o Teste Padrão de Duração (TPD), o qual é considerado um instrumento sensível para identificar lesões do sistema SNAC, bem como não sofre interferência da perda auditiva periférica<sup>23,24</sup>.

A melhora no reconhecimento da fala pelo uso da prótese auditiva costuma surgir entre seis a 12 semanas após o uso da amplificação, período denominado de aclimatização<sup>25</sup>, porém, as mudanças podem não ocorrer nos idosos com alteração das habilidades auditivas do processamento auditivo, em especial, dos aspectos temporais relacionados à frequência, intensidade e duração do estímulo sonoro<sup>26</sup>.

A aplicação da tecnologia digital e o avanço do processamento do sinal têm trazido grandes benefícios na comunicação dos pacientes com presbiacusia. A presença de microfones direcionais, supressores de ruído e a amplificação não linear melhoraram consideravelmente a inteligibilidade do sinal na presença de ruídos competitivos<sup>27</sup>. No entanto, ainda há poucas evidências de melhora nas habilidades auditivas relacionadas aos aspectos temporais pela exposição à amplificação sonora.

Com este estudo, espera-se ampliar o conhecimento dos efeitos da aclimatização no processamento neurológico da audição, por meio da aplicação de testes comportamentais do processamento auditivo em idosos candidatos e usuários de próteses auditivas.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi verificar e comparar as respostas do processamento temporal em idosos candidatos e usuários de próteses auditivas, além de analisar se a escolaridade e idade influenciam nas habilidades do processamento temporal.

---

## MATERIAL E MÉTODO

---

Este estudo caracterizou-se por ser uma pesquisa experimental com amostra não probabilística por conveniência.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da instituição, sob o protocolo de número CEP 1953/08. Todos os sujeitos incluídos na pesquisa assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido autorizando a sua participação voluntária no estudo.

Os participantes desta pesquisa foram selecionados entre os pacientes idosos atendidos no NIAPEA, candidatos à seleção e adaptação de prótese, conforme os critérios da Portaria Atenção à Saúde Auditiva-nº 587, de 07/10/2004<sup>28</sup>.

Foram considerados idosos os indivíduos com idade superior a 60 anos, com base no Estatuto Nacional do Idoso<sup>29</sup>, que preconiza essa faixa etária como início da terceira idade.

A amostra inicial foi composta por 65 idosos, com faixa etária entre 61 e 85 anos. Durante as avaliações, dois pacientes foram excluídos da amostra por apresentarem, no dia da avaliação, alterações condutivas e três optaram por não participar do estudo por dificuldade de realizar avaliações longitudinais. A amostra final foi composta por 60 idosos, sendo 20 do sexo masculino e 40 do sexo feminino. Os indivíduos foram reunidos em dois grupos,

denominados de Grupo I (GI) e Grupo II (GII), baseados no grau da média das frequências sonoras de 500 a 4000 Hz do audiograma. No GI, os indivíduos apresentavam média de 41 a 50 dBNA na faixa de frequências de 500 a 4000 Hz e, no GII, a média variou de 51 a 70 dBNA.

Os indivíduos incluídos na amostra deveriam apresentar os seguintes critérios: ausência de evidências de alterações neurológicas que impedissem a compreensão das tarefas solicitadas, ter o português falado no Brasil como língua materna, apresentar perda auditiva neurosensorial bilateral simétrica com limiares de audibilidade de 41 a 70 dBNA na faixa de frequência de 500 a 4000 Hz, curvas timpanométricas do tipo A bilateralmente<sup>30</sup> e ser novo usuário de próteses auditivas intra-aurais sem nenhuma experiência anterior de audibilidade.

Os dois grupos participantes foram avaliados com os procedimentos selecionados para este estudo em dois momentos. O primeiro momento foi antes da adaptação da prótese auditiva, denominado de Primeira Avaliação. O segundo momento foi após um tempo de uso efetivo da prótese auditiva, denominado de Reavaliação. Para garantir que a prótese auditiva estava sendo utilizada, foram agendados acompanhamentos, entre a Primeira Avaliação e a Reavaliação, com um profissional da instituição responsável por verificar a adaptação da prótese auditiva desses pacientes.

A avaliação do processamento temporal consistiu na realização do teste padrão de duração (TPD) e teste de detecção de *gap* no ruído (GIN). Os testes temporais foram aplicados em dois momentos: na primeira avaliação, antes da seleção e adaptação das próteses auditivas, e, na segunda, após no mínimo três meses de uso dessas próteses.

A função medida com o TPD<sup>23</sup> é a discriminação de padrões sonoros. O estímulo do teste são três tons de 1000 Hz, compostos por 30 sequências, sendo que cada sequência contém três tons com diferenças na duração do tom. A frequência do tom é mantida em 1 KHz, e a duração dos tons é variada, sendo um de 250 msec, denominado de *curto*, e o outro de 500 msec, denominado de *longo*. O intervalo interestímulo é mantido em 300 msec entre os tons sucessivos nas sequências, e o tempo de subida-descida é mantido em 10 msec. As sequências do teste foram apresentadas na intensidade de 30 dBNS, com base na média dos limiares auditivos nas frequências de 500 a 2000 Hz de forma binaural e com fones auriculares TDH-39. O paciente foi instruído a nomear a sequência de três tons na mesma ordem ouvida.

O teste GIN<sup>31</sup> teve como objetivo determinar a porcentagem de detecção de *gaps* e o limiar de acuidade temporal. A gravação em CD foi apresentada com a utilização de fones de ouvido, sendo que o nível de apresentação do teste foi de 30 dBNS, com base na média dos limiares auditivos das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz. Foi utilizada a faixa *dois* para realizar o treinamento,

e as faixas *três* e *quatro* foram utilizadas para avaliar as orelhas direita e a esquerda, respectivamente. Cada faixa contém estímulos de seis segundos de *white noise*, com cinco segundos de intervalo entre os estímulos. Os *gaps* estão inseridos no *white noise* em posições e com durações diferentes, podendo ser de 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 ou 20 ms. Com esse procedimento, foi possível avaliar a capacidade de detectar e discriminar pequenas diferenças entre sinais acústicos, ou seja, a habilidade auditiva de resolução temporal. Utilizou-se o termo “reconhecimento” na quantidade de vezes em que os participantes demonstraram ter identificado o estímulo. A quantidade de vezes que o estímulo foi detectado foi expressa em porcentagem e denominada “porcentagem de reconhecimento de *gaps*”. O valor mínimo que o indivíduo percebeu o *gap* em pelo menos 4 dos 6 estímulos apresentados foi denominado “limiar de acuidade temporal”. Os critérios de normalidade seguidos para esse teste foram de acordo com Dias<sup>21</sup>. Cabe lembrar que os indivíduos que apresentaram o GIN\_Li maior do que 20 ms foram representados por limiar de 22 ms para fins de tratamento estatístico.

Antes da reavaliação dos testes, foi utilizada uma ferramenta disponível no *software* de adaptação de uma empresa de prótese auditiva, denominado *Data Logging*. Essa ferramenta possibilitou avaliar a média de horas de uso da prótese auditiva desde o dia da primeira adaptação. Caso o paciente não tivesse feito uso efetivo, era verificado o problema na adaptação e agendado novo acompanhamento. Nesses casos, a reavaliação só foi feita após um tempo de uso efetivo de no mínimo três meses. Na reavaliação, o paciente realizou os testes fazendo uso das próteses auditivas e o transdutor permaneceu sendo o fone de ouvido TDH 39. Foi desligado o supressor de ruído, para que o mesmo não interferisse nas respostas durante a aplicação do teste GIN.

Os testes especiais do processamento auditivo foram todos apresentados em um Compact Disc, modelo D-152 K, marca Sony, acoplado a um audiômetro de dois canais, modelo GSI 61 *Clinical Audiometer*, marca *Grason-Stadler*, com fones de ouvido TDH 39 P e coxim MX-41 AR, calibrados segundo a norma ANSI 69.

Em todos os testes estatísticos utilizados, foi fixado o nível de significância de 0,05. Os valores estatisticamente significantes foram assinalados com um asterisco [\*] sobrescrito. Em caso de tendência para resultados significantes, o valor calculado foi assinalado com um símbolo denominado jogo da velha [°].

---

## RESULTADOS

---

Os testes selecionados para avaliar o processamento temporal foram aplicados antes da adaptação das próteses auditivas e após um período mínimo de três meses de uso e, máximo, de dez meses. Nos casos em que a reavaliação foi realizada em um período superior a três meses, foram

verificadas intercorrências, como problemas técnicos com a prótese auditiva, presença de cerúmen no meato acústico externo impossibilitando o uso da prótese auditiva intra-aural, além de dificuldade de adaptação ou manipulação da prótese auditiva. Na reavaliação, houve três indivíduos faltantes, totalizando 57 indivíduos.

Na Tabela 1 são apresentados os valores das médias das estatísticas descritivas para a porcentagem de acertos no TPD por Avaliação e Grupo.

Verificou-se que houve diferença significativa entre a média da porcentagem de acertos na situação de reavaliação comparada com a da primeira avaliação. A diferença entre as médias nas duas avaliações é a mesma nos dois grupos ( $p = 0,132$ ). A estimativa da média da diferença nas duas avaliações é 5,7% (Intervalo de Confiança de 95%: [2,1;9,5]).

Na primeira avaliação, um indivíduo do GI e dois indivíduos do GII não discriminaram nenhuma das sequências que avaliavam o aspecto da duração entre tons puros. Na reavaliação, dois indivíduos do GII permaneceram com o mesmo desempenho.

O teste GIN foi estudado em relação à porcentagem de reconhecimento de *gaps* e quanto ao limiar de acuidade temporal em ms. Para facilitar a apresentação dos

resultados, a porcentagem de reconhecimento de *gaps* foi identificada como GIN\_%, e o limiar de acuidade temporal como GIN\_Li.

As médias das estatísticas descritivas do teste GIN em relação a GIN\_% são apresentadas nas Tabelas 2 e 3.

Verificou-se que houve diferença significativa entre as médias do GIN\_% na reavaliação em relação à primeira avaliação. O aumento que ocorreu na porcentagem de reconhecimento de *gaps* é o mesmo nos dois grupos. A média da diferença entre as duas avaliações é 5,6% para o Intervalo de Confiança de 95% [3,2;8,1]. Não houve diferença entre as médias da porcentagem de reconhecimento de *gaps* no ruído nos dois grupos ( $p = 0,362$ ), sendo este resultado válido para as duas avaliações ( $p = 0,128$ ).

Foi avaliada a concordância entre as respostas nas duas orelhas, tanto na primeira avaliação quanto na reavaliação. Os diagramas de dispersão das porcentagens de acertos nas duas orelhas e nas duas avaliações são apresentados na Figura 1.

Verificou-se que tanto no GIN\_Li como no GIN\_% houve forte concordância entre as duas orelhas. Os coeficientes de correlação intraclasse para o GIN\_Li foram

**Tabela 1.** Estatísticas descritivas para a Porcentagem no TPD por Avaliação e Grupo.

Avaliação	Grupo	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Primeira	GI	30	59,5	28,6	0	63,3	96,6
	GII	30	57,1	29,4	0	61,6	100
	Total	60	58,3	28,8	0	63,3	100
Reavaliação	GI	29	68,1	27,4	13,3	73,3	100
	GII	28	59,3	31,3	0	68,3	100
	Total	57	63,8	29,5	0	73,3	100

Análise de Covariância com Medidas Repetidas: G1 X G2 -  $p = 0,132$ . Diferença da Média da % da Primeira Avaliação X Reavaliação -  $p = 0,013^*$ . \* valor estatisticamente significativo.

**Tabela 2.** Estatísticas descritivas para o GIN\_%, por Orelha, Avaliação e Grupo.

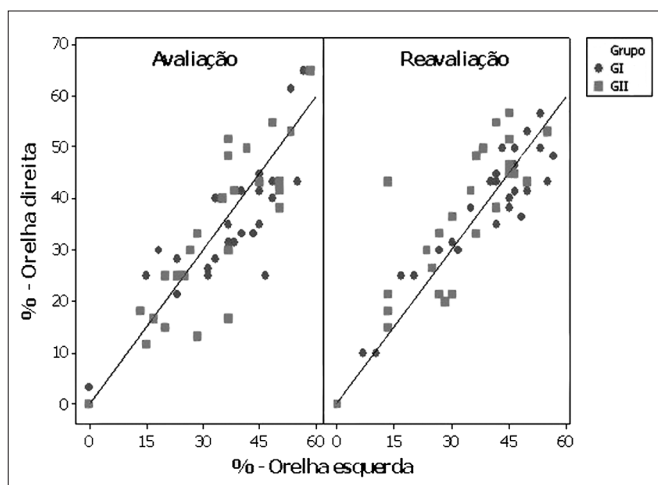
Orelha	Avaliação	Grupo	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Direita	Primeira	GI	30	29,7	16,5	0,0	31,6	65,0
		GII	30	27,7	19,5	0,0	27,5	65,0
		Total	60	28,7	17,9	0,0	30,0	65,0
	Reavaliação	GI	29	37,4	13,3	0,0	41,6	56,6
		GII	28	32,0	17,8	0,0	35,0	56,6
		Total	57*	34,7	15,8	0,0	38,3	56,6
Esquerda	Primeira	GI	30	31,7	17,6	0,0	36,6	56,6
		GII	30	27,8	18,3	0,0	28,3	58,3
		Total	60	29,7	17,9	0,0	34,2	58,3
	Reavaliação	GI	29	38,1	14,9	0,0	41,6	56,6
		GII	28	28,7	16,6	0,0	30,0	55,0
		Total	57	33,5	16,3	0,0	38,3	56,6

Análise de Variância com Medidas Repetidas: Primeira Avaliação G1 X G2 -  $p = 0,362$ . Média do GIN\_% Avaliação X Média GIN\_% Reavaliação -  $p < 0,001^*$ . \* Na reavaliação dos testes comportamentais houve três indivíduos faltantes. \* valor estatisticamente significativo.

**Tabela 3.** Estatísticas descritivas para o GIN\_Li por Orelha, Avaliação e Grupo.

Orelha	Avaliação	Grupo	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Direita	Primeira	GI	30	13,7	4,6	5	12	22
		GII	30	14,6	5,7	6	13,5	22
		Total	60	14,2	5,2	5	12	22
	Reavaliação	GI	29	11,3	3,9	8	10	22
		GII	28	13,3	5,2	6	12	22
		Total	57*	12,3	4,6	6	10	22
Esquerda	Primeira	GI	30	13,1	5,2	8	10	22
		GII	30	15,2	5,6	6	15	22
		Total	60	14,1	5,5	6	12	22
	Reavaliação	GI	29	10,9	4,3	8	10	22
		GII	28	13,3	4,8	8	12	22
		Total	57*	12,1	4,7	8	10	22

Análise de Variância com Medidas Repetidas: Primeira Avaliação G1 X G2 -  $p = 0,263$ . Média do GIN\_Li Avaliação X Média GIN\_Li Reavaliação -  $p < 0,001^*$ .  
 \* Na reavaliação dos testes comportamentais houve três indivíduos faltantes. \* valor estatisticamente significativo.



**Figura 1.** Diagramas de dispersão do GIN\_% de acordo com a variável orelha e avaliação - GIN\_% - porcentagem de reconhecimento de *gap* do teste GIN.

na avaliação 0,88 (Intervalo de Confiança [0,80;0,93]) e na reavaliação 0,92 (Intervalo de Confiança [0,87;0,95]). No GIN\_%, o coeficiente de correlação intraclassa na primeira avaliação foi de 0,92 [0,86;0,95] e, na reavaliação, de 0,90 [0,84;0,94].

Na Tabela 3 são apresentados os resultados GIN\_Li (ms) por Orelha, Avaliação e Grupo. Na primeira avaliação, seis indivíduos do GI e oito indivíduos do GII não reconheceram o *gap* em seu valor Máximo no teste; já na reavaliação, apenas um indivíduo do GI e quatro do GII não identificaram o valor Máximo de *gap* do teste GIN, isto é, 20 milissegundos.

Observa-se que houve diferença significativa entre as médias do GIN\_Li nas duas avaliações, sendo a média na reavaliação menor que na primeira avaliação. O decréscimo médio que ocorre no Limiar é de -2,2 ms (Intervalo

de Confiança de 95%: do [-2,8;-1,5]), sendo igual nos dois grupos. Não houve diferença entre os grupos nas médias do limiar de acuidade temporal, sendo este resultado válido para as duas avaliações ( $p = 0,373$ ).

Verificou-se que no GIN\_Li houve concordância entre as duas orelhas. Os coeficientes de correlação intraclassa foram: na avaliação 0,88 (Intervalo de Confiança [0,80;0,93]) e na reavaliação 0,92 (Intervalo de Confiança [0,87;0,95]).

Na Tabela 4, são apresentados os resultados da associação entre a porcentagem de acertos do TPD e GIN com a Idade e Escolaridade.

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação de Spearman dos testes temporais com a Idade e Escolaridade.

	Coeficientes de Correlação		
	TPD	GIN_%	GIN_Li
Idade	$r = -0,08$ ( $p = 0,547$ )	$r = -0,14$ ( $p = 0,286$ )	$r = 0,11$ ( $p = 0,407$ )
Escolaridade	$r = 0,55$ ( $p < 0,001^*$ )	$r = 0,21$ ( $p = 0,104$ )	$r = -0,25$ ( $p = 0,058$ )

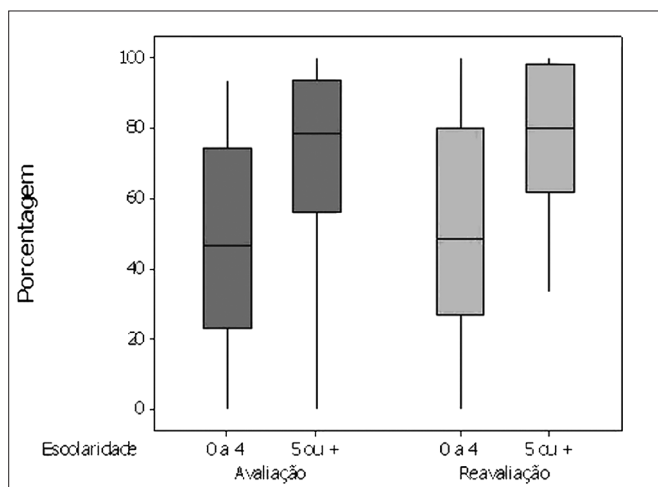
\* valor estatisticamente significativo.

Verificou-se que houve correlação positiva entre a escolaridade e a porcentagem de acertos do TPD. Houve tendência de correlação negativa entre o GIN\_Li com a escolaridade.

As distribuições da porcentagem de acertos nas duas avaliações e faixas de escolaridade podem ser observadas na Figura 2.

## DISCUSSÃO

Os novos usuários de prótese auditiva desta pesquisa foram acompanhados por um período mínimo de 12 semanas de uso para analisar os efeitos da aclimatização.



**Figura 2.** Distribuição dos indivíduos segundo com a porcentagem de acertos no TPD nas duas avaliações de acordo com a escolaridade. TPD: teste padrão de duração.

Isso foi feito baseando-se no estudo de Gatehouse<sup>25</sup>, que verificou melhora no reconhecimento da fala após um período mínimo de seis a 12 semanas de uso da prótese auditiva.

Neste estudo, o grau da perda auditiva não influenciou no desempenho do teste TPD. Os indivíduos do G1 identificaram três sons em sequência rápida, semelhantemente aos indivíduos do GII (Tabela 1). Verificou-se grande variabilidade nos resultados em cada um dos grupos.

As pesquisas mostram que o desempenho no TPD em população de adultos jovens e idosos com e sem perda auditiva foi pior em idosos do que em indivíduos jovens nesta tarefa, sem influência da perda auditiva de grau leve a moderado e com piora do desempenho em lesão em vias auditivas do Sistema Nervoso Central e cérebro<sup>23,32-36</sup>. Os estudos da literatura especializada mostram que, nos idosos, a média de identificação correta de uma série de três sons breves em sequência (TPD tonal) variou de 43,75% a 69%<sup>33,35,36</sup>. Já nos adultos<sup>23,32</sup>, verificou-se um desempenho melhor, com valores médios de identificações corretas maiores do que 83%.

Assim, os estudos mostram que o processo de envelhecimento causa deterioração no processo de ordenação temporal<sup>33-36</sup> e a perda auditiva coclear de grau leve a moderado não interfere no desempenho desta tarefa<sup>13,23,33</sup>.

No presente estudo, a perda auditiva de grau moderado ou moderadamente-grave não influenciou no desempenho dos idosos nesta tarefa de reconhecimento do padrão de duração, e os valores médios encontram-se dentro da faixa de valores médios dos trabalhos com idosos compulsados na literatura<sup>33-36</sup>.

Diversos estudos relatam que o processo de seleção e adaptação de próteses auditivas deve levar em consideração os DPA (C) causados pelo efeito da idade, como a dificuldade de discriminar pistas temporais que

identificam os contrastes da fala<sup>2,3,26</sup>. Ainda não há um consenso na literatura especializada se apenas o uso da prótese auditiva proporciona a melhora nas habilidades auditivas ou se é necessário realizar treinamento auditivo para que ocorra mudança no comportamento auditivo. As pesquisas indicam que a prótese auditiva proporciona melhores informações acústicas, porém, não é capaz de modificar as conexões neurais<sup>26,37</sup>. Já outro estudo mostra melhora na habilidade auditiva de ordenação temporal apenas com o uso de próteses auditivas com tecnologia digital<sup>34</sup>.

Na presente pesquisa, verificou-se que após um período de uso diário da prótese auditiva, houve melhora no reconhecimento do padrão de duração tanto no GI (média 68,1%) como no GII (média de 59,3%), concordando com estudo da literatura especializada<sup>34</sup>. A média da diferença entre as duas avaliações no TPD foi de 5,7%.

No teste GIN (Tabelas 2 e 3), o grau da perda auditiva não influenciou nos resultados do limiar de acuidade temporal e percentual de reconhecimento de *gaps* do teste GIN.

Os estudos da literatura nacional e internacional mostram que os idosos apresentam menor porcentagem de reconhecimento de *gaps* e maior limiar de acuidade temporal do que as crianças e jovens<sup>18,19,21,35,38-40</sup>. Nos estudos da literatura compulsados em idosos<sup>21,35,39</sup>, observou-se que o reconhecimento de *gap* no ruído variou de 39,1% a 57,6% e o limiar de acuidade varia de 7,3 a 10,2 ms. Já nas crianças, jovens e adultos, o limiar de reconhecimento é superior a 70% e o limiar de acuidade temporal variou de 3,9 a 5,38 ms<sup>15,18,19,20,38,40</sup>.

Em idosos com perda auditiva, este limiar pode ser mais elevado do que nos idosos sem perda auditiva<sup>17,35</sup>. No entanto, outros trabalhos não encontram influência da perda auditiva no limiar de detecção de *gaps*<sup>4,5,13,41</sup>. Assim, recomenda-se que sejam realizados mais estudos para verificar os efeitos da idade e perda auditiva na habilidade auditiva de resolução temporal<sup>15</sup>.

No presente estudo, a média da porcentagem de reconhecimento de *gaps* foi inferior e o limiar de acuidade temporal superior aos achados da literatura em idosos<sup>21,35,39</sup>. Observou-se que não houve influência do grau da perda auditiva na habilidade auditiva de resolução temporal (Tabelas 2 e 3), corroborando com os achados da literatura especializada<sup>4,5,13,41</sup>.

Vários trabalhos apontam que não há diferença entre o limiar de acuidade temporal e a porcentagem de reconhecimento de *gap* segundo a variável orelha<sup>15,18,19,21,35,40</sup>.

Na presente pesquisa, verificou-se que tanto no GIN\_% como no GIN\_Li houve forte concordância entre as orelhas (Figura 1), concordando com os estudos da literatura especializada compulsados. Sugere-se a aplicação binaural deste teste, uma vez que não foram encontradas diferenças entre as orelhas.

Uma das principais queixas dos idosos com perda auditiva é a dificuldade de compreensão da fala no ruído. Várias pesquisas mostram que a resolução temporal é afetada pelo processo de envelhecimento e causa dificuldade para compreensão da fala no ruído<sup>1,27,42,43</sup>. Os trabalhos apontam que o processo de seleção e adaptação de prótese auditivas não deve considerar apenas a melhora quantitativa dos limiares auditivos, pois muitos indivíduos não apresentam benefícios devido à alteração nas habilidades auditivas relacionadas ao processamento temporal<sup>2,37,41</sup>.

A inclusão de testes que avaliam o Processamento Auditivo Central no processo de seleção e adaptação de próteses auditivas tem sido cada vez mais recomendada por diversos autores da literatura especializada<sup>37</sup>.

No presente estudo, a porcentagem de reconhecimento de *gaps* aumentou e o limiar de acuidade temporal diminuiu após um período de uso da prótese auditiva. Verificou-se que na reavaliação houve melhora estatisticamente significativa da habilidade auditiva de resolução temporal, sendo que o limiar de acuidade temporal teve decréscimo de 2,2 ms e a porcentagem de reconhecimentos de *gaps* no ruído aumentou 5,6% tanto no GI como no GII.

Cabe salientar que, na primeira avaliação, 14 indivíduos não detectaram os *gaps* na faixa de ruído, sendo representados com o limiar de 22 ms. Na reavaliação, apenas cinco indivíduos permaneceram com limiar de 22 ms. Estes achados sugerem que houve efeito da estimulação acústica no processamento das informações no SAC após o uso da prótese auditiva.

No presente estudo, a média do limiar de acuidade temporal do teste GIN foi alta, tanto na primeira avaliação (média 14 ms) como na reavaliação (12 ms), e o percentual de reconhecimento de *gaps* foi baixo (média 29%), comparado com estudos da literatura especializada realizados em jovens<sup>18,19,38</sup>. Da mesma forma, o TPD apresentou baixo percentual de reconhecimento do padrão de duração na primeira avaliação (média 58,3%) e na reavaliação (média 63,8%), comparado com estudos em populações jovens<sup>23,32</sup>. No entanto, na atual pesquisa, não houve correlação entre o limiar de acuidade temporal e o percentual de reconhecimento de *gaps* com a idade, nem do reconhecimento do padrão de duração com a idade (Tabela 4). Acredita-se que o envelhecimento causa alteração nas habilidades de resolução e ordenação temporal. No entanto, não houve correlação no desempenho dos idosos do presente estudo nos testes do processamento temporal com o aumento da idade na faixa etária de 61 a 85 anos de idade.

Verificou-se, na amostra da pesquisa, correlação positiva da escolaridade com o desempenho no TPD, ou seja, que quanto mais anos de escolaridade melhor o desempenho no TPD (Tabela 4). Na reavaliação, verificou-se que tanto os indivíduos com baixa escolaridade como os de alta apresentaram melhor reconhecimento do padrão

de duração (Figura 2) com o uso da prótese auditiva. Já em relação ao GIN, há uma tendência de correlação negativa ( $p = 0,058$ ) entre o limiar de acuidade temporal e a escolaridade, ou seja, conforme aumenta a escolaridade, há um decréscimo no limiar de acuidade temporal.

Estudos que avaliaram as habilidades de resolução e ordenação temporal em idosos, com escolaridade superior ao presente estudo, mostraram melhor desempenho, tanto no TPD como no GIN\_Li<sup>21,35</sup>. Confrontando estes dados com o presente estudo, pode-se inferir que a escolaridade influencia nas tarefas que envolvam participação das habilidades auditivas de resolução e ordenação temporal.

Acredita-se que a aplicação do teste GIN e o TPD pode ser uma importante ferramenta para auxiliar no monitoramento dos benefícios da adaptação de próteses auditivas em idosos.

---

## CONCLUSÕES

---

- No que diz respeito ao processamento temporal/habilidade de ordenação temporal e de resolução temporal, houve deterioração das habilidades, independentemente do grau da perda auditiva, mostrando o efeito idade originado pelo envelhecimento;
- Houve efeito da estimulação acústica no processamento das informações no Sistema Auditivo Central, após a aclimatização com a prótese auditiva, pois os indivíduos apresentaram melhora na habilidade auditiva de ordenação temporal e resolução temporal;
- Verificou-se que a escolaridade influenciou as tarefas de resolução e ordenação temporal em idosos.

---

## REFERÊNCIAS

---

1. Meister H, Lausberg I, Kiessling J, von Wedel HV, Walger M. Identifying the needs of elderly, hearing-impaired persons: the importance and utility of hearing aid attributes. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2002;259(10):531-4.
2. Pichora-Fuller MK, Souza PE. Effects of aging on auditory processing of speech. *Int J Audiol.* 2003;42(Suppl 2):11-6.
3. Gordon Salant S, Yeni-Komshian G, Fitzgibbons PJ. The role of temporal cues in word identification by younger and older adults: Effects of sentence context. *J Acoust Soc Am.* 2008;124(5):3249-60.
4. Harris KC, Eckert MA, Ahlstrom JB, Dubno JR. Age-related differences in gap detection: Effects of task difficulty and cognitive ability. *Hear Res.* 2010;264(1):21-9.
5. Schneider BA, Hamstra SJ. Gap detection thresholds as a function of tonal duration for younger and older listeners. *J Acoust Soc Am.* 1999;106(1):371-80.
6. Jerger J. Asymmetry in auditory function in elderly persons. *Seminars in Hearing.* 2001;22(3):255-69.
7. Bellis TJ. Interpretation of central auditory assessment results. In: Bellis TJ. *Assessment and management of central auditory processing disorders in the education setting: from science to practice.* 2nd ed. San Diego: Singular Publishing Group;2003. p.267-478.
8. Rajan R, Cainer KE. Ageing without hearing loss or cognitive impairment causes a decrease in speech intelligibility only in informational maskers. *Neuroscience.* 2008;154(2):784-95.
9. Snell KB. Age-related changes in temporal gap detection. *J Acoust Soc Am.* 1997;101(4):2214-20.

10. He NJ, Horwitz AR, Dubno JR, Mills JH. Psychometric functions for gap detection in noise measured from young and aged subjects. *J Acoust Soc Am.* 1999;106(2):966-78.
11. Bertoli S, Smurzynski J, Probst R. Temporal resolution in young and elderly subjects as measured by mismatch negativity and a psychoacoustic gap detection task. *Clin Neurophysiol.* 2002;113(3):396-406.
12. Kolodziejczyk I, Szelag E. Auditory perception of temporal order in centenarians in comparison with young and elderly subjects. *Acta Neurobiol Exp.* 2008;68:373-81.
13. Fitzgibbons PJ, Gordon-Salant S. Age-related differences in discrimination of temporal intervals in accented tone sequences. *Hear Res.* 2010;264(1-2):41-7.
14. Bellis, TJ. Dichotic listening, temporal processing and binaural interaction. In: Bellis TJ. *Assessment and management of central auditory processing disorders in the education setting: form science to practice.* San Diego: Singular Publishing Group; 1997. p.31-64.
15. Samelli AG, Schochat E. Estudo da vantagem da orelha direita em teste de detecção de gap. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2008;74(2):235-40.
16. Eggermont JJ. Neural responses in primary auditory cortex mimic psychophysical, across-frequency-channel, gap-detection thresholds. *J Neurophysiol.* 2000;84(3):1453-63.
17. Werner LA, Folsom RC, Mancl LR, Syapin CL. Human auditory brainstem response to temporal gaps in noise. *J Speech Lang Hear Res.* 2001;44(4):737-50.
18. Weihing JA, Musiek FE, Shinn JB. The effect of presentation level on the Gaps-In-Noise (GIN) test. *J Am Acad Audiol.* 2007;18(2):141-50.
19. Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamio DE, Baran JA, Zaida E. GIN (Gaps-In-Noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear Hearing.* 2005;26(6):608-18.
20. Chermak JD, Lee J. Comparison of children's performance on four tests of resolution temporal. *J Acad Am Audiol.* 2005;16(8):554-63.
21. Dias TLL. Resolução temporal e cognição no idoso saudável [dissertação]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2010. 92p.
22. Kolodziejczyk I, Szelag E. Auditory perception of temporal order in centenarians in comparison with young and elderly subjects. *Acta Neurobiol Exp (Wars).* 2008;68(3):373-81.
23. Musiek FE, Baran JA, Pinheiro ML. Duration pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. *Audiology.* 1990;29(6):304-13.
24. Gordon Salant S, Fitzgibbons PJ. Profile of auditory temporal processing in older listeners. *J Speech, Lang Hear Res.* 1999;42(2):300-11.
25. Gatehouse S. The time course and magnitude of perceptual acclimatization to frequency responses: evidence from monaural fitting of hearing aids. *J Acoust Soc Am.* 1992;92(3):1258-67.
26. Gil D, Iorio MC. Formal auditory training in adult hearing aid users. *Clinics.* 2010;65(2):165-74.
27. Schweitzer C. Considerações binaurais e direcionais para a reabilitação auditiva. In: Almeida K, Iorio MCM. *Próteses Auditivas: fundamentos teóricos e aplicações clínicas.* São Paulo: Lovise; 2003. p.95-117.
28. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência a Saúde. Portaria nº 587 de 07 de outubro de 2004. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil.* 2004; p.105.
29. Brasil. Ministério da Saúde. *Estatuto Nacional do Idoso.* 1ª. ed., Brasília: Ministério da Saúde; 2003. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estatuto\\_idoso.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estatuto_idoso.pdf)
30. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arc Otolaryngol.* 1970;92(4):311-24.
31. Musiek FE, Zaidan EP, Baran JA, Shinn JB, Jirsa RE. Assessing temporal processes in adults with LD: the GIN test. *Proceedings of the Convention of American Academy of Audiology;* 2004 March-April; Salt Lake City. *Annals.* Salt Lake City: American Academy of Audiology; 2004. p.203.
32. Corazza M C A. Avaliação do processamento auditivo central em adultos: teste de padrões tonais auditivos de frequência e teste padrões tonais auditivos de duração [dissertação]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1998. 150p.
33. Parra VM. Processamento temporal e benefício da amplificação sonora: um estudo em idosos [dissertação]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2003. 95p.
34. Ferreira MIDC, Frosi FS, Leão TF. Avaliação do Padrão de Duração no Teste de Próteses Auditivas. *Arq Int Otorrinolaringol.* 2008;12(1):82-8.
35. Liporaci FD. Estudo do Processamento Auditivo Temporal (resolução e ordenação) em idosos [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Veiga de Almeida; 2009. 114p.
36. Azzolini VC, Ferreira MIDC. Processamento Auditivo Temporal em Idosos. *Arq Int Otorrinolaringol.* 2010;14(1):95-102.
37. Hooren SAH, Anteunis LJ, Velentijn SA, Bosma H, Ponds RW, Jolles J, et al. Does cognitive function in older adults with hearing impairment improve by hearing aid use? *Int J Audiol.* 2005;44(5):265-71.
38. Zaidan E, Garcia AP, Tedesco ML, Baran JA. Desempenho de adultos jovens em dois testes de resolução temporal. *Pró-Fono.* 2008;20(1):19-24.
39. Helfer KS, Vargo M. Speech recognition and temporal processing in middle-aged women. *J Am Acad Audiol.* 2009;20(4):264-71.
40. Perez AP, Pereira LD. O Teste Gap in Noise em crianças de 11 e 12 anos. *Pró-Fono.* 2010;22(1):7-12.
41. Schneider B, Speranza F, Pichora-Fuller MK. Age-related changes in temporal resolution: envelope and intensity effects. *Can J Exp Psychol.* 1998;52(4):184-90.
42. Tremblay KL, Piskosz M, Souza P. Effects of age and age-related hearing loss on the neural representation of speech cues. *Clin Neurophysiol.* 2003;114(7):1332-43.
43. Lunner T, Rudner M, Rönnberg J. Cognition and hearing aids. *Scand J Psychol.* 2009;50(5):395-403.