

Janaina Patricio de Lima<sup>1</sup>  
Sônia Maria Simões Iervolino<sup>2</sup>  
Eliane Schochat<sup>3</sup>

### Descritores

Audição  
Perda Auditiva  
Implante Coclear  
Musicoterapia  
Plasticidade Neuronal  
Música

### Keywords

Hearing  
Hearing Loss  
Cochlear Implantation  
Music Therapy  
Neuronal Plasticity  
Music

#### Endereço para correspondência:

Janaina Patricio de Lima  
Rua José Benedito Salinas, 68  
apto.152B, São Paulo (SP), Brasil.  
E-mail: janapatricio@yahoo.com.br

Recebido em: Março 04, 2018

Aceito em: Maio 17, 2018

# Habilidades auditivas musicais e temporais em usuários de implante coclear após musicoterapia

## *Musical and temporal auditory skills in cochlear implant users after music therapy*

### RESUMO

**Objetivo:** Verificar o desempenho das habilidades de percepção musical e das habilidades auditivas temporais de resolução e ordenação pré e pós-musicoterapia em pacientes pós-linguais usuários de implante coclear. **Método:** Participaram do estudo 11 indivíduos (média de idade: 47,64 anos) pós-linguais implantados, que foram submetidos a 10 sessões de musicoterapia, sendo uma por semana. Para a avaliação auditiva, foram utilizados o teste *Montreal Battery Evaluation of Amusia* e o teste de padrão de frequência (TPF). Todos os participantes passaram por um momento placebo antes da musicoterapia e foram avaliados em três momentos distintos. **Resultados:** Foi observada melhora significativa nos subtestes das habilidades musicais de contorno e melodia após musicoterapia. Não foi observado efeito placebo e nem diferença do TPF após a musicoterapia. **Conclusão:** A musicoterapia foi uma ferramenta útil para melhorar as habilidades auditivas musicais em indivíduos adultos pós-linguais usuários de IC.

### ABSTRACT

**Purpose:** Verify the performance of musical perception and temporal auditory resolution and ordering skills in pre- and post-music therapy patients with cochlear implants (CI). **Methods:** Study participants were 11 postlingual CI users with mean age of 47.64 years. All individuals underwent 10 weekly music therapy sessions. Auditory assessment was conducted using the Montreal Battery of Evaluation of Amusia (MBEA) and the Frequency Pattern Test (FPT). All participants were submitted to a placebo condition prior to music therapy and were evaluated at three different times. **Results:** Significant improvement was observed in the subtests of contour and melody memory after music therapy. No placebo effect or difference in the FPT was observed after music therapy. **Conclusion:** Music therapy is a useful tool to improve musical skills in adult postlingual users of CI.

Trabalho realizado na Faculdade de Fonoaudiologia, Irmandade de Santa Casa de Misericórdia de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo – USP - São Paulo (SP), Brasil.

<sup>2</sup> Irmandade de Santa Casa de Misericórdia de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.

<sup>3</sup> Curso de Fonoaudiologia, Universidade de São Paulo – USP - São Paulo (SP), Brasil.

**Fonte de financiamento:** nada a declarar.

**Conflito de interesses:** nada a declarar.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

## INTRODUÇÃO

O Implante Coclear (IC) é um dispositivo eletrônico que estimula diretamente o nervo auditivo, transformando o sinal acústico em sinal elétrico que será enviado pelas vias auditivas até o córtex cerebral<sup>(1,2)</sup>. Esse dispositivo é capaz de fornecer as características necessárias para a compreensão de fala, porém possui limitações para reproduzir e fornecer todas as características finas temporais do estímulo acústico. Uma das queixas frequentes dos pacientes usuários desse dispositivo é a falta de qualidade musical. Além das limitações técnicas do IC, algumas características pessoais podem afetar essa percepção, entre elas, o tempo de privação do indivíduo, a patologia, o número de eletrodos ativados, o tipo e modo de estimulação.

Segundo a *American Speech Language Hearing Association* – ASHA<sup>(3)</sup>, os aspectos temporais da audição envolvem as habilidades de mascaramento, integração, ordem/sequência e resolução temporal. A ordenação temporal está intimamente ligada à importância da fala e da música<sup>(4,5)</sup>. A habilidade para reconhecer, identificar e sequenciar os padrões auditivos envolvem diversos processos, desde vias auditivas ipsi e contralaterais da orelha estimulada até os dois hemisférios corticais e corpo caloso<sup>(6,7)</sup>.

Os aspectos musicais envolvem habilidades de características espectrais e temporais. Pesquisadores<sup>(8)</sup> desenvolveram a bateria de teste *Montreal Battery of Evaluation of Amusia* (MBEA), que avalia seis aspectos da percepção musical: contorno, intervalo, escala, ritmo, métrica e memória. Essa bateria foi usada em estudos com indivíduos que apresentam amusia, que se caracteriza pela presença de algum déficit de percepção musical. Esse teste se mostra útil na avaliação das habilidades musicais, já que apresenta sensibilidade e especificidade satisfatória<sup>(9)</sup>.

O uso da terapia auditiva é uma tentativa de melhorar a *performance* do indivíduo com o uso do IC. Mesmo com as limitações técnicas do IC, o treinamento de habilidades pode ajudar o usuário a ter um melhor rendimento em situações de difícil escuta e nas atividades musicais<sup>(10)</sup>. Uma das abordagens de terapia auditiva é a musicoterapia. O uso da musicoterapia é descrito na literatura como forma de estimular o processamento

auditivo nas mais diversas afecções<sup>(11,12)</sup>. O processo de interpretação da música no cérebro humano é extremamente complexo e envolve diversas áreas cerebrais, incluindo a do processamento da linguagem. Os conceitos básicos da música, como frequência e intensidade, são percebidos na área auditiva primária, enquanto que os conceitos mais robustos como frases musicais são processados na área secundária e área de associação que possui sobreposição próxima das áreas da linguagem<sup>(13,14)</sup>. Além disso, há a participação do sistema límbico que está relacionado com as emoções transmitidas pela música<sup>(15)</sup>. Dessa forma, o uso da música para a estimulação cerebral, na tentativa de melhorar a *performance* do desempenho auditivo deve ser considerado, principalmente na abordagem em que o paciente executa tarefas e se coloca de maneira ativa no processo terapêutico.

Assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar as habilidades auditivas temporais e musicais dos indivíduos implantados e verificar se a musicoterapia poderia ser uma ferramenta capaz de estimular e promover a melhora dessas habilidades.

## MÉTODO

O presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Irmandade de Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, processo número 1.226.566. Participaram do estudo 11 indivíduos, sendo 5 do gênero masculino e 6 do gênero feminino, com idade entre 25 e 68 anos, média de 47,64 ( $\pm 14,36$ ), que possuíam perda auditiva neurosensorial pós-lingual de grau severo ou profundo bilateralmente; faziam uso de implante coclear unilateral há, pelo menos, um ano; que não haviam estudado música de maneira formal previamente; e que possuíam limiar auditivo em campo livre com o implante coclear de, pelo menos, 40dBNA nas frequências de 500, 1k, 2k, 3k e 4k Hz. Os pacientes não estavam em terapia fonoaudiológica no momento do estudo. Todos os indivíduos envolvidos no presente estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

As características individuais dos participantes deste estudo (n=11) são mostradas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Caracterização dos participantes do estudo

Sujeito	Idade	Gênero	Processador/ Estratégia	Etiologia	Tempo de surdez (anos)	Tempo de Ativação (anos)	Idade quando o ic foi ativado (anos)
1	67	M	opus2/fs4	idiopática	47	3	64
2	29	F	freedom/ace	Sífilis	7	3	26
3	55	F	N6/ace	otosclerose	40	11	44
4	34	M	N6/ace	ototóxico	29	5	29
5	52	M	opus2/fs4	meningite	40	2	50
6	54	F	harmony/HiRes120	idiopática	30	6	48
7	25	M	N5/ace	idiopática	19	2	23
8	51	F	harmony/HiRes120	meningite	42	17	34
9	51	F	N5/ace	familiar	39	11	40
10	38	F	naída/HiRes Optima	idiopática	30	1	37
11	68	M	naída/HiRes Optima	idiopática	28	3	65
Média (DP)	47.6( $\pm 14,3$ )	N/A	N/A	N/A	31.9( $\pm 11,5$ )	5.8( $\pm 5,0$ )	41.8( $\pm 14,1$ )

**Legenda:** DP = desvio padrão; N/A= não se aplica; N5 = Nucleus 5; N6 = Nucleus 6; M = masculino; F = feminino

Os participantes foram submetidos inicialmente a uma entrevista inicial, audiometria tonal e vocal e audiometria com ganho funcional. Para a avaliação das habilidades musicais, foi utilizado o teste *Montréal Battery of Evaluation of Amusia* (MBEA), versão reduzida<sup>(8,9)</sup>. Esse teste musical consiste em seis subtestes que avaliam a discriminação de: escala (subteste 1), contorno (subteste 2), intervalo (subteste 3), ritmo (subteste 4), métrica (subteste 5) e memória musical (subteste 6), ou seja, abrange tanto os aspectos espectrais da música (escala, contorno, intervalo) quanto os aspectos temporais (ritmo e métrica). Essa avaliação permite o diagnóstico de diferentes déficits musicais. A faixa de frequência dos trechos das apresentações varia de 247Hz a 988Hz, utilizando timbre de piano.

Para a avaliação de discriminação e ordenação temporal, foi escolhido o teste de padrão de frequência (TPF)<sup>(15)</sup>. Nesse teste, cada estímulo dura 200 ms, o intervalo entre um estímulo e outro é de 150 ms. A frequência utilizada para o tom agudo é de 1122Hz e para o grave é de 880Hz.

Os pacientes foram avaliados em três momentos distintos: avaliação 1, que antecedeu qualquer intervenção, realizada após a anamnese; avaliação 2, realizada após o período placebo, antes da musicoterapia; e avaliação 3, avaliação final, após a musicoterapia. Em todos os momentos de avaliação e treinamento auditivo, os participantes utilizavam o implante coclear.

Todos os participantes foram submetidos a um período de atividade placebo. O objetivo dessa etapa foi avaliar o efeito teste-reteste, proporcionando maior transparência à pesquisa. Esse treino placebo consistiu na solicitação de que o paciente assistisse duas vezes na semana a algum jornal de televisão ou rádio, em um total de 4 semanas. A avaliadora, ao final de cada semana, fez perguntas relacionadas às reportagens assistidas a fim de confirmar a realização da atividade. O contato foi realizado via telefone, mensagem de celular diretamente com o paciente, e, quando não era possível, o contato foi feito com algum familiar/cuidador.

Os participantes, após a fase placebo e avaliação 2, foram submetidos a um treinamento musical. Esse treinamento foi composto de atividades confeccionadas pela pesquisadora, uso de *software* e atividades para casa. As atividades feitas pela pesquisadora em terapia envolveram exercícios de discriminação e ordenação de frequência e duração de tons, percepção de ritmo e métrica, reconhecimento de contorno melódico, reconhecimento de timbre, treino de resolução temporal, compreensão de letra

de música com e sem apoio visual e uso de teclado para tocar música infantil conhecida. Em todas as sessões eram realizadas atividades no teclado. As músicas escolhidas foram canções infantis, como “atirei o pau no gato”. A escolha por canções infantis se deve ao fato de serem popularmente conhecidas e por terem uma sequência curta. As sessões presenciais foram realizadas uma vez por semana, com duração de 40 minutos, por 10 semanas, em ambiente silencioso, sempre com monitoramento da terapeuta. Aqueles que faziam uso de prótese auditiva convencional contralateral, durante a terapia, só utilizaram o IC.

Por fim, depois de realizado os treinamentos, todos os participantes foram submetidos à reavaliação (avaliação 3).

## RESULTADOS

Para a comparação entre os períodos de intervenção (Placebo e Treinamento) foi utilizado o teste dos postos com sinais de Wilcoxon<sup>(16)</sup>. Para complementar a análise descritiva, foi usado o Intervalo de Confiança, utilizado para verificar o quanto a média pode variar numa determinada probabilidade de confiança. O intervalo de confiança estabelecido para a análise dos dados foi de 95% de probabilidade de confiança e um nível de significância (p) de 0,05 (5%).

A Tabela 2 mostra o desempenho de cada participante no teste musical MBEA nos momentos 1 e 2 de avaliação (período placebo).

Na Tabela 2, estão os resultados em porcentagem do teste MBEA nas avaliações 1 e 2. O teste dos postos com sinais de Wilcoxon revelou que não houve uma diferença entre as duas avaliações realizadas no período placebo, com exceção do subteste 5 ( $z = -2,103$ ,  $p = 0,04$ ).

A Tabela 3 mostra o desempenho do teste de padrão de frequência nos momentos 1 e 2 de avaliação (período placebo).

A Tabela 4 mostra o desempenho de cada participante no teste musical MBEA nos momentos 2 e 3 de avaliação.

Na Tabela 4, estão os resultados em porcentagem do teste MBEA nas avaliações 2 e 3. O teste dos postos com sinais de Wilcoxon revelou que houve uma diferença entre as duas avaliações realizadas no período apenas nos subteste 2 e 6 ( $z = -2,103$ ,  $p = 0,04$ ).

A Tabela 5 mostra o desempenho do teste de padrão de frequência nos momentos 2 e 3 de avaliação.

**Tabela 2.** Estatística descritiva do desempenho dos indivíduos no teste específico musical MBEA (*Montréal Battery of Evaluation of Amusia*) durante o período placebo

	Subteste 1%		Subteste 2%		Subteste 3%		Subteste 4%		Subteste 5%		Subteste 6%	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Avaliações												
N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Média	45,18	44,00	35,64	26,45	39,82	32,55	43,36	29,00	54,00	60,27	47,18	45,73
Desvio padrão	25,18	23,44	26,87	25,80	26,89	23,62	35,34	36,21	29,53	32,46	27,21	25,72
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	80,00	66,00	80,00	60,00	73,00	73,00	86,00	93,00	86,00	93,00	86,00	78,00
p-valor	0,73		0,11		0,20		0,11		0,04*		0,68	

\*estatisticamente significante

Legenda: N = número de participantes

**Tabela 3.** Estatística descritiva do desempenho dos indivíduos no TPF durante o período placebo

Avaliações	TPF %	
	1	2
N	11	11
Média	25,45	29,09
Desvio padrão	32,05	33,60
Mínimo	0,00	0,00
Máximo	90,00	100,00
p-valor	0,38	

**Legenda:** TPF = teste de padrão de frequência; N = número de participantes

**Tabela 4.** Estatística descritiva do desempenho dos indivíduos no teste específico musical MBEA (*Montréal Battery of Evaluation of Amusia*) durante a avaliação 2 e 3

Avaliações	Subteste 1%		Subteste 2%		Subteste 3%		Subteste 4%		Subteste 5%		Subteste 6%	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Média	44,00	54,18	26,45	54,18	32,55	43,45	29,00	42,18	60,27	59,55	45,73	62,18
Desvio padrão	23,44	20,90	25,80	11,79	23,62	30,82	36,21	42,42	32,46	21,17	25,72	17,67
Mínimo	0,00	0,00	0,00	33,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,00	0,00	43,00
Máximo	66,00	73,00	60,00	73,00	73,00	80,00	93,00	100,00	93,00	86,00	78,00	100,00
p-valor	0,33		<b>0,01*</b>		0,37		0,37		1,00		<b>0,01*</b>	

\*estatisticamente significativa

**Legenda:** N = número de participantes

**Tabela 5.** Estatística descritiva do desempenho dos indivíduos no TPF durante as avaliações 2 e 3

Avaliações	TPF %	
	2	3
N	11	11
Média	29,09	32,73
Desvio padrão	33,60	29,36
Mínimo	0,00	0,00
Máximo	100,00	80,00
p-valor	0,72	

**Legenda:** N = número de participantes; TPF = teste de padrão de frequência

## DISCUSSÃO

Para avaliar as habilidades da percepção musical nos participantes deste estudo, foi utilizado o teste MBEA. Esse teste foi desenvolvido por Peretz et al.<sup>(8)</sup>, e inicialmente foi utilizado para avaliar indivíduos com quadro de amusia. Esse teste, já aplicado em implantados, tem a grande vantagem de não solicitar canções familiares, que, além de sofrer influência de memória de longo-prazo, ainda limita quanto ao aspecto linguístico.

Os dados da Tabela 2 mostram os resultados dos participantes nas avaliações 1 e 2 nos subtestes do MBEA. Foi observada diferença estatisticamente significativa apenas no subteste 5, que avalia o aspecto de métrica, entre as avaliações 1 e 2, ou seja, durante o período placebo. Como pode ser observado, houve uma grande variação dos resultados entre os participantes, com o mínimo de zero em todos os subtestes nas avaliações 1 e 2. O teste MBEA possui um “item estratégico” que se refere a dois estímulos muito diferentes entre si e, por isso, caso o participante erre esse item (responder como os dois sons sendo iguais), todo o subteste é zerado. Isso pode ter influenciado essa diferença

encontrada. Além disso, o MBEA é um teste comportamental que pode sofrer influência da atenção e motivação do participante.

A Tabela 4 mostra o desempenho dos participantes no MBEA após terapia musical. Pode ser observado que houve melhora em 5 dos 6 subtestes avaliados (escala, contorno, intervalo, ritmo e memória). Nos subtestes 2 (contorno) e no 6 (memória), foram observadas diferenças estatisticamente significantes. Pesquisadores<sup>(17)</sup> encontraram o efeito da musicoterapia em pacientes adultos pós-linguais, com maior reconhecimento de melodias simples e complexas no grupo submetido ao treino musical em comparação ao grupo que não recebeu o treinamento. Em outro estudo<sup>(18)</sup>, também, foi encontrada melhora na percepção do contorno melódico em crianças implantadas submetidas à musicoterapia, assim como no presente estudo, em que pode ser observada uma melhora geral nas habilidades musicais dos indivíduos adultos pós-linguais usuários de IC.

Em relação ao desempenho de cada subteste do MBEA, é possível observar que houve uma maior pontuação no subteste 5 em relação aos demais subtestes tanto na avaliação 1 como na 2, embora não haja diferença estatisticamente significativa entre

eles ( $p=0,41$ ). O subteste 5 avalia a habilidade de métrica. Tais achados corroboram em parte com outro estudo<sup>(19)</sup> em que encontraram pontuação maior nos subtestes de ritmo e métrica em 12 pacientes implantados. No presente estudo, apenas o subteste de métrica se sobressaiu em relação aos demais.

É possível observar, também, na Tabela 4, que o melhor escore obtido foi no subteste 6, seguido dos subtestes 5 (métrica), 2 (contorno), 1 (escala), 3 (intervalo) e 4 (ritmo) após a musicoterapia, porém sem diferença estatisticamente significativa. Esses dados não concordam com os achados de estudo realizado anteriormente<sup>(19)</sup>, que revelaram que aspectos espectrais (escala, contorno e intervalo) foram menos percebidos pelos implantados em relação aos aspectos temporais (ritmo e métrica).

Podemos observar, também, que a média dos resultados dos participantes, mesmo após a musicoterapia, está aquém do padrão quando comparada à média dos resultados de normo-ouvintes para esse teste, que está por volta de 80% de acerto<sup>(9)</sup>. Esse fator pode ser explicado, além das características individuais dos implantados, pelas limitações dos processadores disponíveis. Sabe-se que há uma limitação de resolução temporal fina nos IC, tanto nos aspectos espectrais, como nos temporais. O IC extrai as informações mais relevantes do sinal acústico e isso, para a compreensão de fala, é suficiente, porém, para a música, há uma perda de informações essenciais que caracterizam os elementos musicais do som, e, com isso, a música é distorcida e modificada<sup>(20,21)</sup>.

Melhores tecnologias nos processadores quanto à extração da informação do som, posição do feixe de eletrodos na cóclea, *design* do feixe de eletrodos poderiam melhorar o reconhecimento da estrutura temporal fina nos sons processados nos IC, e, portanto, na percepção musical. Além disso, a combinação de estimulação elétrica e acústica também auxiliaria nessa percepção<sup>(20)</sup>.

Na Tabela 3, pode-se observar que o desempenho dos participantes da pesquisa no TPF no momento placebo mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa nos resultados entre as avaliações 1 e 2. O mesmo ocorreu na avaliação pós-musicoterapia, Tabela 5. É possível observar que, em todas as avaliações, as pontuações obtidas pelos usuários de IC deste estudo estão muito aquém do padrão de normalidade para indivíduos normo-ouvintes, que é de 75% de acertos.

Os achados deste estudo corroboram a pesquisa realizada por um estudo brasileiro<sup>(22)</sup> que utilizou o TPF em crianças implantadas. Nesse estudo, a autora também encontrou escores inferiores nos implantados quando comparados aos normo-ouvintes. Por outro lado, outro grupo de estudiosos<sup>(23)</sup> não detectou diferença estatisticamente significativa nos resultados encontrados em implantados e normo-ouvintes.

Os trabalhos sugerem que a habilidade auditiva para ordenação temporal envolve diversos processos, incluindo vias auditivas periféricas e os hemisférios corticais<sup>(6,7)</sup>. No presente estudo, observa-se uma média de privação sensorial (tempo de surdez) de 31,9 anos (Tabela 1). Mesmo com o uso de prótese convencional anterior ao implante, houve uma limitação de recepção da percepção total dos aspectos sonoros musicais. A privação sensorial resulta na degeneração das fibras do NA e, ainda, na reorganização cortical, quando outras áreas sensoriais recrutam aquela região que não está sendo estimulada<sup>(24,25)</sup>.

Esse fator pode justificar os índices baixos dos testes de TPF e no MBEA apresentados pelos participantes da pesquisa, porém trata-se de um “n” baixo e, como relatado anteriormente, diversos fatores em conjunto podem influenciar a *performance* do indivíduo implantado.

## CONCLUSÃO

No presente estudo, foi observada melhora das habilidades musicais de implantados pós-linguais após musicoterapia. Entretanto, não foi observada melhora no teste de percepção de frequência nesses indivíduos.

## REFERÊNCIAS

1. Bilger RC, Black FO, Hopkinson NT, Myers EN, Payne JL, Stenson NR, et al. Evaluation of subjects presently fitted with implanted auditory prostheses. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1977;86(3\_suppl):1-176. <http://dx.doi.org/10.1177/00034894770860S303>.
2. Clark GM. *Cochlear Implants: fundamentals & applications*. New York: Springer; 2003. <http://dx.doi.org/10.1007/b97263>.
3. American Speech Language Hearing Association. Task force on central auditory processing consensus development central auditory processing: current status of research and implications for clinical practice. *Am J Audiol*. 1996;5(2):41-54. <http://dx.doi.org/10.1044/1059-0889.0502.41>.
4. Hirsh JJ. Auditory perception of temporal order. *J Acoust Soc Am*. 1959;31(6):759-67. <http://dx.doi.org/10.1121/1.1907782>.
5. Kraus N, Skoe E, Parbery-Clark A, Ashley R. Experience-induced malleability in neural encoding of pitch, timbre, and timing-implications for language and music. *Ann N Y Acad Sci*. 2009;1169(1):543-57. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04549.x>. PMID:19673837.
6. Colavita FB, Weisberg D. Spatio-temporal pattern discrimination in cats with insular temporal lesions. *Brain Res Bull*. 1978;3(1):7-9. [http://dx.doi.org/10.1016/0361-9230\(78\)90054-0](http://dx.doi.org/10.1016/0361-9230(78)90054-0). PMID:630422.
7. Musiek FE, Baran J, Pinheiro M. Duration pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. *Audiology*. 1990;29(6):304-13. <http://dx.doi.org/10.3109/00206099009072861>. PMID:2275645.
8. Peretz I, Champod AS, Hyde K. Varieties of musical disorders. The Montréal Battery of Evaluation of Amusia. *Ann N Y Acad Sci*. 2003;999(1):58-75. <http://dx.doi.org/10.1196/annals.1284.006>. PMID:14681118.
9. Nunes-Silva M, Haase VG. Montréal battery of evaluation of amusia. Validity evidence and norms for adolescents in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. *Dement Neuropsychol*. 2012;6(4):244-52. <http://dx.doi.org/10.1590/S1980-57642012DN06040008>. PMID:29213804.
10. Scaranello CA. Reabilitação auditiva pós implante coclear. *Medicina, Ribeirão Preto*. 2005;38(3/4):273-78.
11. Gutsell KJ, Schluchter M, Margevicius S, Degolia PA, McLaughlin B, Harris M, et al. Music therapy reduces pain in palliative care patients: a randomized controlled trial. *J Pain Symptom Manage*. 2012;48(6):1279. PMID:23017609.
12. Raglio A, Bellelli G, Mazzola P, Bellandi D, Giovagnoli AR, Farina E, et al. Music, music therapy and dementia: a review of literature and recommendations of the Italian Psychogeriatric Association. *Maturitas*. 2012;72(4):305-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.maturitas.2012.05.016>. PMID:22743206.
13. Warren J. How does the brain process music? *Clin Med (Lond)*. 2008;8(1):32-6. <http://dx.doi.org/10.7861/clinmedicine.8-1-32>. PMID:18335666.
14. Mc Dermott O, Crellin N, Ridder HM, Orrell M. Music therapy in dementia: a narrative synthesis systematic review. *Int J Ger Psych*. 2012;8(2):49-82.
15. Musiek F. Frequency (pitch) and duration pattern tests. *J Am Acad Audiol*. 1994;5(4):265-68. PMID:7949300.

16. Wilcoxon F. Individual comparisons by ranking methods. *Biom Bull.* 1945;1(6):80-3. <http://dx.doi.org/10.2307/3001968>.
17. Gfeller K, Witt S, Adamek M, Mehr M, Rogers J, Stordahl J, et al. Effects of training on timbre recognition and appraisal by postlingually deafened cochlear implant recipients. *J Am Acad Audiol.* 2002;13(3):132-45. PMID:11936169.
18. Fu QJ, Galvin JJ 3rd, Wang X, Wu JL. Benefits of music training in Mandarinspeaking pediatric cochlear implant users. *J Speech Lang Hear Res.* 2015;58(1):163-9. [http://dx.doi.org/10.1044/2014\\_JSLHR-H-14-0127](http://dx.doi.org/10.1044/2014_JSLHR-H-14-0127). PMID:25321148.
19. Cooper WB, Tobey E, Loizou PC. Music perception by cochlear implant and normal hearing listeners as measured by the Montreal battery for evaluation of amusia. *Ear Hear.* 2008;29(4):618-26. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e318174e787>. PMID:18469714.
20. McDermott HJ. Music perception with cochlear implants: a review. *Trends Amplif.* 2004;8(2):49-82. <http://dx.doi.org/10.1177/108471380400800203>. PMID:15497033.
21. Stainsby TH. The perception of musical sounds with cochlear implants [thesis]. Melbourne: University of Melbourne; 2000.
22. Frederigue NB. Reconhecimento de padrões de frequência e de duração em crianças usuárias em implante coclear multicanal [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2006.
23. Campos RD, Alvarenga KF, Frederigue NB, Nascimento LT, Sameshima K, Costa-Filho AO, et al. Habilidades de ordenação temporal em usuários de implante coclear multicanal. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2008;74(6):884-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992008000600011>.
24. Collignon O, Vandewalle G, Voss P, Albouy G, Charbonneau G, Lassonde M, et al. Functional specialization for auditory-spatial processing in the occipital cortex of congenitally blind humans. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2011;108(11):4435-40. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1013928108>. PMID:21368198.
25. Lazzouni L, Lepore F. Compensatory plasticity: time matters. *Front Hum Neurosci.* 2014;8(340):1-11. PMID:24971056.

### Contribuição dos autores

*JPL participou da idealização do estudo, coleta, análise e interpretação dos dados e redação do artigo; SMSI participou da coleta dos dados; ES participou, na condição de orientadora, da idealização do estudo, análise, interpretação dos dados e redação do artigo.*