

Felipe Moreti¹
Liliane Desgualdo Pereira²
Ingrid Gielow¹

Descritores

Voz
Música
Percepção auditiva
Testes auditivos
Fonoaudiologia

Keywords

Voice
Music
Auditory perception
Hearing tests
Speech, language and hearing sciences

Endereço para correspondência:

Felipe Moreti
R. Visconde de Mauá, 347, Vila Assunção, Santo André (SP), Brasil, CEP: 09030-530.
E-mail: felipemoreti@uol.com.br

Recebido em: 9/8/2011

Aceito em: 15/3/2012

Triagem da Afinação Vocal: comparação do desempenho de músicos e não músicos

Pitch-matching Scanning: comparison of musicians and non-musicians' performance

RESUMO

Objetivos: Elaborar um procedimento simples e de rápida aplicação contendo tarefas de imitação vocal de sons musicais de diferentes tons e de ordenação temporal de três tons; verificar sua aplicabilidade, comparando o desempenho de músicos e não músicos. **Métodos:** Participaram 32 indivíduos adultos, de ambos os gêneros, sem queixas vocais, auditivas e/ou de processamento auditivo, que foram divididos igualmente em dois grupos: grupo músicos – GM e grupo não músicos – GNM. Todos passaram pela Triagem da Afinação Vocal, que incluiu estímulos musicais compatíveis com a tessitura vocal de homens e mulheres, agrupados em dois tipos de tarefas: tons isolados e sequências de três tons. Os participantes foram instruídos a ouvir os tons apresentados e reproduzi-los vocalmente. As emissões vocais foram gravadas, analisadas acusticamente e os acertos e erros cometidos nos dois tipos de tarefas foram caracterizados. As variáveis referentes à comparação entre os grupos e os tipos de tarefas foram analisadas estatisticamente. **Resultados:** Houve diferença na comparação entre os dois tipos de tarefas para o GNM, o que não ocorreu com o GM. Foram observadas diferenças na comparação entre os grupos, sendo que o GM apresentou um maior número de acertos nos dois tipos de tarefas. **Conclusão:** A Triagem da Afinação Vocal foi criada e mostrou-se sensível para avaliação e comparação do desempenho entre grupos, podendo ser utilizada como instrumento de rastreamento de afinação vocal. Músicos apresentaram melhor desempenho que não músicos na Triagem da Afinação Vocal.

ABSTRACT

Purpose: To develop a simple and quick-to-apply procedure for pitch-matching scanning that contains vocal imitation tasks of musical sounds of different tones and the temporal ordination of three different tones; to verify its applicability, by comparing the performance of musicians and non-musicians. **Methods:** Participants were 32 adults of both genders without vocal, hearing and/or auditory processing complaints. They were equally divided into two groups: musicians group – MG and non-musicians group – NMG. All participants underwent the Pitch-matching Scanning that included musical stimuli compatible with men and women singing vocal range gathered into two types of tasks: isolate tones and three-tone sequences. Participants were instructed to listen to them and to reproduce them vocally. Voice samples were recorded, analyzed acoustically, and right and wrong matches for the two tasks were characterized. The variables regarding the comparison between groups and types of tasks were statistically analyzed. **Results:** A difference was found between groups, and the MG presented greater number of right matches in both tasks. **Conclusion:** The Pitch-matching Scanning was developed and was sensitive to evaluate and compare the performance between groups. Thus, it can be used as a tool for pitch-matching tracking. Musicians presented better performance than non-musicians in the Pitch-matching Scanning.

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil, como pré-requisito para conclusão do Curso de Graduação em Fonoaudiologia. Apresentado no XX Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, Brasília; 2012.

(1) Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil; Centro de Estudos da Voz – CEV – São Paulo (SP), Brasil.

(2) Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

Conflito de interesses: Não

INTRODUÇÃO

A afinação vocal implica na reprodução de alturas de notas isoladas e pode seguir critérios de avaliação e comparação, desde que se considere o contexto e a cultura em questão^(1,2). A desafinação no canto pode ser definida como a não reprodução vocal da linha melódica entre os intervalos das notas, o que a torna diferente do modelo sugerido, sendo suas possíveis causas relacionadas à dificuldade de percepção musical, à falta de domínio vocal, ou à combinação destes fatores⁽²⁾. Desta forma, cabe destacar que tanto os mecanismos neurais inatos e a vivência cultural⁽¹⁾ quanto as emoções⁽³⁾ determinam a resposta comportamental aos estímulos musicais⁽⁴⁾.

Para que a música seja considerada como uma representação mental específica, sua identificação cerebral e sua interferência no processamento linguístico devem ser conhecidas. A música está muito ligada às funções da linguagem⁽⁵⁾, pelo próprio envolvimento dos dois hemisférios cerebrais na sua compreensão. A melodia e a harmonia estão vinculadas ao hemisfério direito⁽⁶⁾ enquanto a produção e a compreensão da linguagem falada e do ritmo musical são tarefas do hemisfério esquerdo⁽⁷⁾.

Para uma boa reprodução do que se escuta é preciso ouvir bem⁽⁸⁾, o que requer não somente uma boa detecção auditiva, mas também um processamento sensorial eficiente. Acredita-se que o processamento das informações auditivas funcione adequadamente nos indivíduos afinados e inadequadamente nos indivíduos desafinados⁽⁹⁾.

Falhas na afinação vocal podem ocorrer por problemas de percepção, processamento, memória, linguagem e/ou produção da emissão. Tais problemas podem ter causas de natureza orgânica, cognitiva, funcional, atitudinal ou estar relacionados à combinação destes fatores⁽¹⁰⁾.

Considerando a plasticidade do sistema nervoso central, acredita-se que, na maior parte dos casos, a afinação possa ser desenvolvida por meio de treino específico. Assim, um procedimento simples e de rápida aplicação relacionado à triagem da afinação vocal poderia auxiliar na avaliação e no acompanhamento das habilidades do processamento neurológico de sons musicais em cantores que apresentem eventual queixa de desafinação. Tal procedimento possibilitaria, portanto, o direcionamento para um treinamento auditivo específico.

Diante do exposto, os objetivos desta pesquisa foram elaborar um procedimento de Triagem da Afinação Vocal e verificar sua aplicabilidade, comparando o desempenho de musicistas e não musicistas.

MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (CEP-UNIFESP nº 0729/06). Todos os participantes assinaram o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” (TCLE), de acordo com a exigência da Resolução 196/96 (BRASIL. Resolução MS/CNS/CNEP nº 196/96 de 10 de outubro de 1996).

Elaboração do instrumento Triagem da Afinação Vocal

Tendo como referência a tessitura vocal de homens e mulheres dos diferentes naipes⁽¹¹⁾, foram selecionados tons médios para as atividades da triagem que fossem confortáveis em qualquer classificação vocal, não beneficiando ou prejudicando nenhum naipe. Para que não houvesse diferenças quanto às dificuldades de homens e mulheres para os intervalos dos tons apresentados, os estímulos selecionados variaram uma oitava exata entre os gêneros.

Após a seleção, os estímulos foram agrupados em dois tipos de tarefas: Tarefa 1: apresentação de cinco tons isolados; e Tarefa 2: apresentação de cinco sequências de três tons (Quadro 1). As duas tarefas da triagem foram produzidas por um piano e gravadas em CD em quatro faixas (Tarefa 1 para homens, Tarefa 2 para homens, Tarefa 1 para mulheres e Tarefa 2 para mulheres).

Quadro 1. Estímulos selecionados para a Triagem da Afinação Vocal

Tarefa	Ordem dos estímulos	Homens	Mulheres	
Tarefa 1	1º estímulo	Mi ²	Mi ³	
	2º estímulo	Sol ^{#2}	Sol ^{#3}	
	3º estímulo	Fá ²	Fá ³	
	4º estímulo	Si ²	Si ³	
	5º estímulo	Ré ^{#2}	Ré ^{#3}	
Tarefa 2	1ª sequência	1º estímulo	Mi ²	Mi ³
		2º estímulo	Lá ²	Lá ³
		3º estímulo	Fá ^{#2}	Fá ^{#3}
	2ª sequência	1º estímulo	Sol ²	Sol ³
		2º estímulo	Ré ^{#2}	Ré ^{#3}
		3º estímulo	Fá ²	Fá ³
	3ª sequência	1º estímulo	Ré ²	Ré ³
		2º estímulo	Sol ²	Sol ³
		3º estímulo	Mi ²	Mi ³
	4ª sequência	1º estímulo	Ré ²	Ré ³
		2º estímulo	Fá ²	Fá ³
		3º estímulo	Lá ²	Lá ³
	5ª sequência	1º estímulo	Lá ^{#2}	Lá ^{#3}
		2º estímulo	Fá ^{#2}	Fá ^{#3}
		3º estímulo	Mi ²	Mi ³

Casuística

Participaram 32 voluntários: 16 musicistas (grupo musicistas – GM), sendo 13 do gênero feminino e três do gênero masculino, com idades variando de 19 a 48 anos e média de 26,05 anos; e 16 não musicistas (grupo não musicistas – GNM), sendo 13 do gênero feminino e três do gênero masculino, com idades variando de 21 a 55 anos e média de 26,12 anos.

Os indivíduos do GM eram todos cantores de um mesmo coro universitário, com ensaios duas vezes por semana, com três horas de duração cada, que continham atividades de teoria musical, aquecimento e técnica vocal, além das atividades

rotineiras de canto com leitura de partituras musicais. A média de tempo de canto no coro para o GM foi de 1,4 anos, estando dentro do grupo apenas pessoas que estivessem regularmente no coro no mínimo por seis meses, sendo que alguns indivíduos além de pertencerem ao coro desempenhavam outras atividades relacionadas à música como ensino de canto, preparação vocal, tocar instrumentos musicais, sendo amadores ou profissionais. Indivíduos que não se enquadraram nestes critérios, foram considerados não musicistas e alocados no GNM. Ambos os grupos foram compostos por indivíduos pertencentes ao complexo da instituição de realização desta pesquisa e todos os indivíduos foram submetidos à entrevista inicial para identificação de possíveis queixas vocais, auditivas e/ou de processamento auditivo, consideradas critério de exclusão.

Aplicação da Triagem da Afinação Vocal

A triagem foi aplicada individualmente nos indivíduos em ambiente silencioso. Os estímulos auditivos foram apresentados em campo, com intensidade confortável aos participantes. Na Tarefa 1, os indivíduos deveriam ouvir os cinco tons musicais isolados e, por meio de imitação vocal, repetí-los um a um, logo após a apresentação de cada estímulo. Na Tarefa 2, os indivíduos deveriam ouvir as cinco sequências de três tons e repetir uma a uma, por meio de imitação vocal, logo após a sequência de estímulos apresentados.

As reproduções vocais foram captadas diretamente em

um computador portátil por meio de microfone de cabeça de curva reta, posicionado à 45° e cinco centímetros de distância da boca dos indivíduos. As emissões foram gravadas pelo programa *Sound Forge*, versão 4.5c e importadas para o programa *Vocalgrama*, versão 1.8i (CTS Informática).

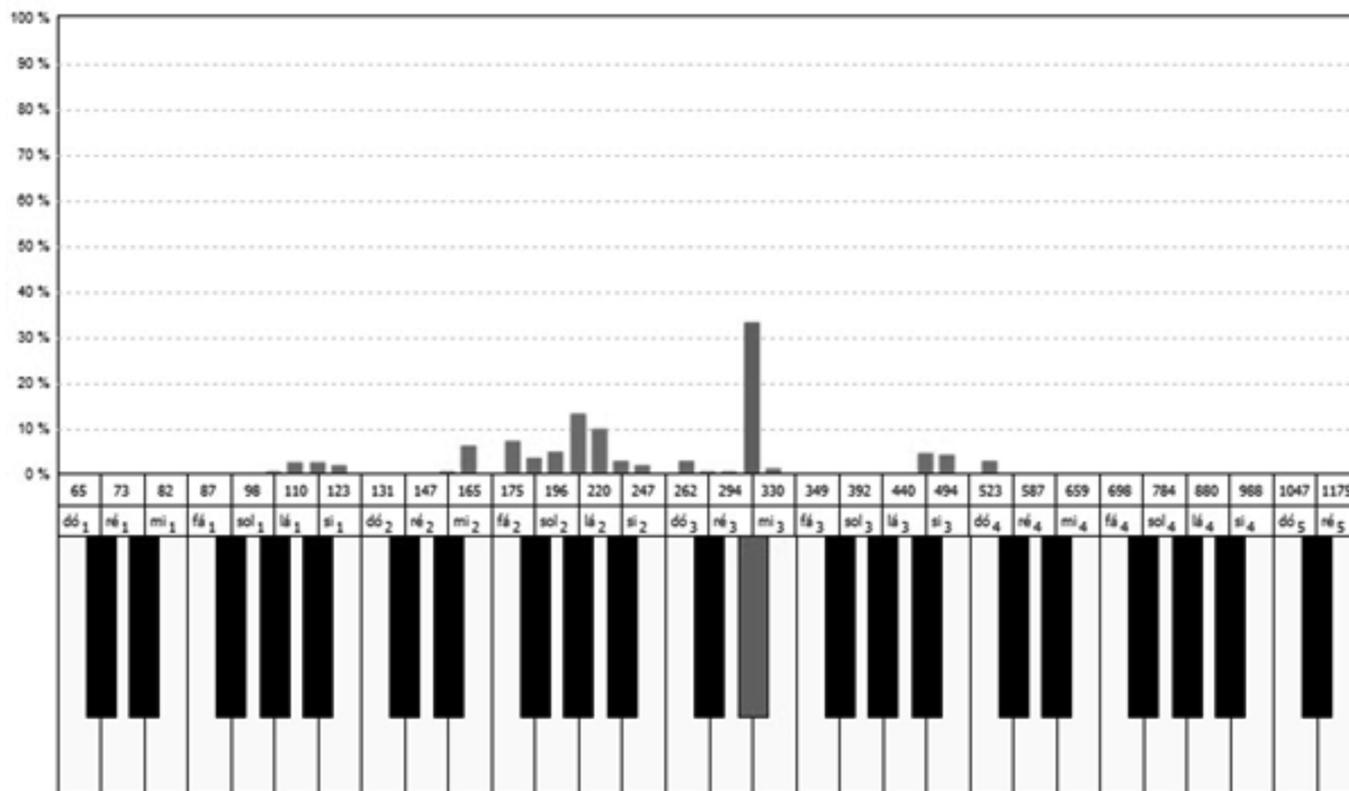
Análise dos dados

Todas as amostras vocais foram submetidas à análise acústica computadorizada por meio do programa *Vocalgrama*. A emissão vocal do indivíduo foi comparada ao tom apresentado originalmente. Considerou-se como acerto a emissão vocal produzida na mesma frequência do tom, ou seja, com afinação correta. Em caso de produção vocal em frequência distinta, considerou-se como erro (Figuras 1 e 2).

Para a análise estatística optou-se por descrever as características mensuradas pelo emprego da frequência e porcentagem de acertos por agrupamentos. Foram utilizados os testes de Igualdade de Duas Proporções e de Mann-Whitney, com nível de significância de 5% (0,05).

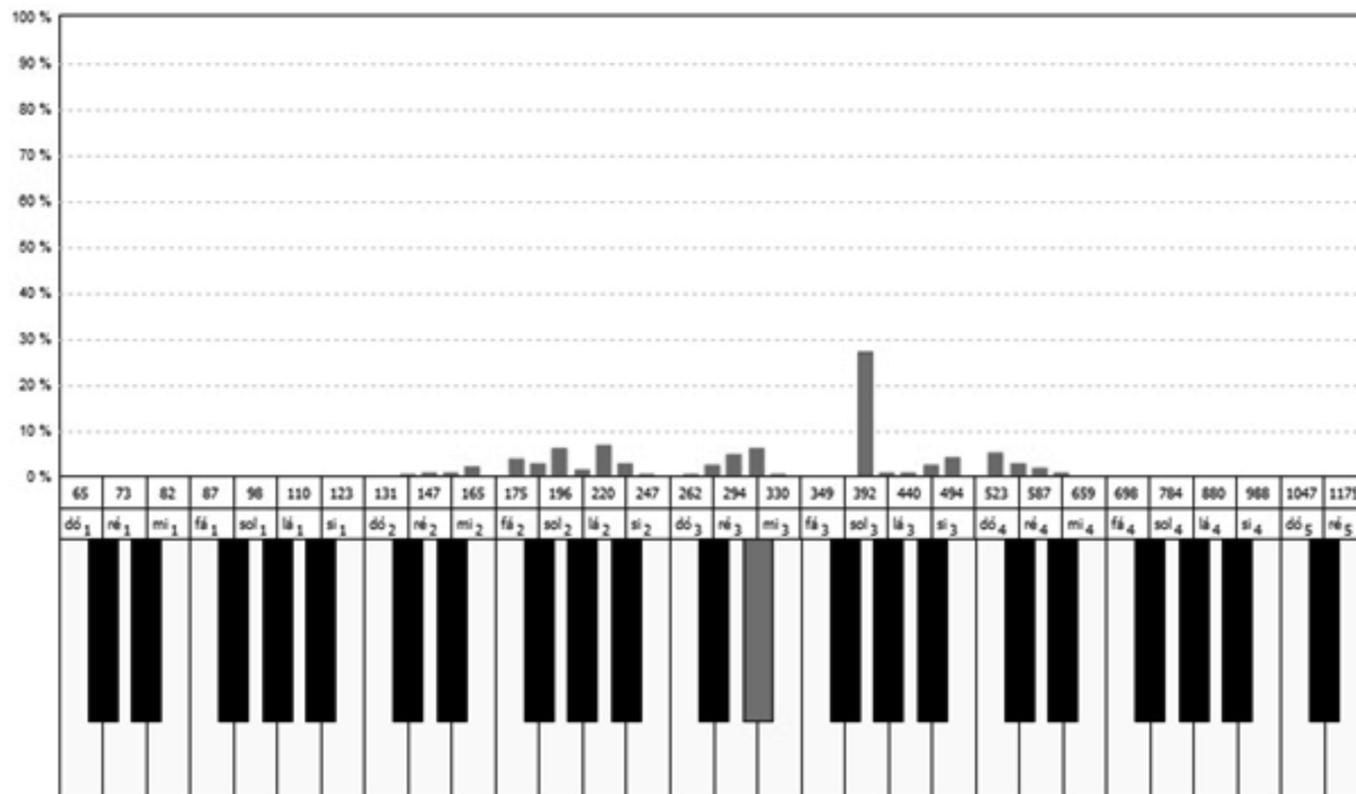
RESULTADOS

A Triagem da Afinação Vocal foi elaborada com base na tessitura vocal de homens e mulheres, sendo contemplados tons médios para ambos os gêneros, em dois tipos de tarefas: emissão de tons isolados e ordenação temporal de três tons.



Legenda: afinação correta – tom produzido Ré#³ (tecla cinza) e barra de porcentagem predominante do histograma de frequência da emissão vocal mostram que a reprodução (Ré#³) foi idêntica ao tom produzido (Vocalgrama 1.8i – CTS Informática)

Figura 1. Exemplo da avaliação acústica computadorizada de uma emissão vocal afinada na Triagem da Afinação Vocal



Legenda: afinação incorreta – tom produzido Ré#³ (tecla cinza) e barra de porcentagem predominante do histograma de frequência da emissão vocal mostram que a reprodução (Sol³) foi diferente do tom produzido (Vocalgrama 1.8i – CTS Informática)

Figura 2. Exemplo da avaliação acústica computadorizada de uma emissão vocal desafinada na Triagem da Afinação Vocal

Houve diferença na comparação da Tarefa 1 entre os grupos, sendo que o GM apresentou um maior número de acertos (Tabela 1).

Houve também diferença entre os grupos para todas as sequências de três tons emitidas, evidenciando novamente maior número de acertos pelo GM (Tabela 2).

Na comparação intragrupos quanto às Tarefas 1 (cinco tons isolados) e 2 (cinco sequências de três tons), observou-se diferença apenas para o GNM, indicando mais erros que acertos

para este grupo, sendo que na Tarefa 2 este índice de erros foi maior (Tabela 3).

DISCUSSÃO

O objetivo desta pesquisa foi elaborar um procedimento denominado Triagem da Afinação Vocal e verificar sua aplicabilidade, comparando o desempenho de musicistas e não musicistas. O procedimento de aplicação da Triagem da Afinação Vocal

Tabela 1. Desempenho dos musicistas e não musicistas na Tarefa 1 (tons isolados) da Triagem da Afinação Vocal

		GM		GNM		Valor de p
		n	%	n	%	
Mi ² /Mi ³	Erros	0	0,0	8	50,0	0,001*
	Acertos	16	100,0	8	50,0	
Sol# ² /Sol# ³	Erros	1	6,3	11	68,8	<0,001*
	Acertos	15	93,8	5	31,3	
Fá ² /Fá ³	Erros	3	18,8	12	75,0	0,001*
	Acertos	13	81,3	4	25,0	
Si ² /Si ³	Erros	2	12,5	12	75,0	<0,001*
	Acertos	14	87,5	4	25,0	
Ré# ² /Ré# ³	Erros	3	18,8	13	81,3	<0,001*
	Acertos	13	81,3	3	18,8	

* Valores significativos (p≤0,05) – Teste de Igualdade de Duas Proporções

Legenda: GM = grupo musicistas; GNM = grupo não musicistas

Tabela 2. Desempenho dos musicistas e não musicistas na Tarefa 2 (seqüências de 3 tons) da Triagem da Afinação Vocal

			GM		GNM		Valor de p
			n	%	n	%	
1ª seqüência	Mi ² /Mi ³	Erros	1	6,3	13	81,3	<0,001*
		Acertos	15	93,8	3	18,8	
	Lá ² /Lá ³	Erros	1	6,3	11	68,8	
		Acertos	15	93,8	5	31,3	
	Fá ^{#2} /Fá ^{#3}	Erros	1	6,3	13	81,3	
		Acertos	15	93,8	3	18,8	
2ª seqüência	Sol ² /Sol ³	Erros	3	18,8	13	81,3	<0,001*
		Acertos	13	81,3	3	18,8	
	Ré ^{#2} /Ré ^{#3}	Erros	2	12,5	13	81,3	
		Acertos	14	87,5	3	18,8	
	Fá ² /Fá ³	Erros	1	6,3	13	81,3	
		Acertos	15	93,8	3	18,8	
3ª seqüência	Ré ² /Ré ³	Erros	3	18,8	12	75,0	0,001*
		Acertos	13	81,3	4	25,0	
	Sol ² /Sol ³	Erros	3	18,8	11	68,8	
		Acertos	13	81,3	5	31,3	
	Mi ² /Mi ³	Erros	3	18,8	14	87,5	
		Acertos	13	81,3	2	12,5	
4ª seqüência	Ré ² /Ré ³	Erros	2	12,5	14	87,5	<0,001*
		Acertos	14	87,5	2	12,5	
	Fá ² /Fá ³	Erros	4	25,0	14	87,5	
		Acertos	12	75,0	2	12,5	
	Lá ² /Lá ³	Erros	3	18,8	12	75,0	
		Acertos	13	81,3	4	25,0	
5ª seqüência	Lá ^{#2} /Lá ^{#3}	Erros	1	6,3	12	75,0	<0,001*
		Acertos	15	93,8	4	25,0	
	Fá ^{#2} /Fá ^{#3}	Erros	2	12,5	14	87,5	
		Acertos	14	87,5	2	12,5	
	Mi ² /Mi ³	Erros	2	12,5	14	87,5	
		Acertos	14	87,5	2	12,5	

* Valores significativos ($p \leq 0,05$) – Teste de Igualdade de Duas Proporções

Legenda: GM = grupo musicistas; GNM = grupo não musicistas

Tabela 3. Acertos e erros cometidos por musicistas e não musicistas nas Tarefas 1 e 2 da Triagem da Afinação Vocal

		Acertos		Erros	
		Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 1	Tarefa 2
GM	Média	4,44	4,00	0,56	1,00
	Mediana	5	4,5	0	0,5
	DP	0,73	1,26	0,73	1,26
	Valor de p	0,420			
GNM	Média	1,50	0,50	3,50	4,50
	Mediana	1	0	4	5
	DP	1,67	1,21	1,67	1,21
	Valor de p	0,022*			

* Valores significativos ($p \leq 0,05$) – Teste Mann-Whitney

Legenda: GM = grupo musicistas; GNM = grupo não musicistas; DP = desvio-padrão

inclui a discriminação e a reprodução vocal de tons isolados e a ordenação temporal de alguns deles, sempre em escuta diótica. Envolve o mecanismo fisiológico de discriminação de padrões

sonoros relacionado às habilidades de ordenação temporal (processo gnóstico não-verbal)⁽¹²⁾.

Os musicistas tiveram mais acertos em tons isolados que os não musicistas (Tabela 1). Sabe-se que musicistas têm melhor percepção de frequência e apresentam melhor discriminação de frequências que indivíduos não musicistas⁽¹³⁻¹⁷⁾ e a falta de exposição à música pode ser uma das causas de uma possível desafinação⁽²⁾.

Na atividade que envolveu reprodução de sequencialização sonora dos padrões de frequência, os musicistas também tiveram melhor desempenho quando comparados aos não musicistas (Tabela 2). Como toda seqüência sonora envolve mais habilidades auditivas, se comparada a tom isolado, indivíduos costumam apresentar melhor desempenho em tarefas mais simples, por exigirem menos das capacidades centrais⁽¹²⁾. É sabido que a experiência musical melhora a percepção auditiva, tanto na duração como na frequência, sendo que os músicos são superiores aos não músicos em perceber e detectar irregularidades de seqüências rítmicas e manipulações refinadas de variações de tons⁽¹⁸⁻²⁰⁾.

Ao se comparar as atividades de tons isolado com

seqüencialização de tons, ambos os grupos tiveram mais acertos na atividade de tons isolados e, para o GNM, a atividade se seqüencialização foi mais difícil (Tabela 3), o que mostra que em um teste simples de triagem, parece que o aprendizado musical, formal ou informal auxilia o indivíduo a superar esta dificuldade maior que é a seqüencialização sonora⁽¹³⁻¹⁷⁾, fato que corrobora o estudo que concluiu que quanto maior a seqüência de estímulos auditivos para tarefa de seqüencialização, mais difícil se torna a atividade, por envolver um maior número de habilidades auditivas⁽¹²⁾ e um maior refinamento do processamento auditivo⁽²¹⁾.

Muitos desafinados processam a informação musical corretamente, mas são incapazes de produzir o tom desejado. A estimativa é de que 3,3% da população tenha algum tipo de déficit no processamento musical e que pelo menos 1% sofra de amusia ou desafinação pura⁽¹⁰⁾.

O termo desafinação pode sugerir um paralelo ao fenômeno visual do daltonismo e, portanto, o estudo da desafinação traria *insights* para o estudo do processamento auditivo. Há ainda a descrição de dois tipos de desafinados: os que desafinam por terem dificuldades no campo da percepção musical (processamento auditivo) e aqueles que desafinam por terem dificuldades ligadas à produção vocal, sendo muito difícil estabelecer qual é a deficiência geradora do problema partindo-se do resultado final⁽²²⁾.

O aprendizado musical contribui no desenvolvimento do processamento neurológico de eventos acústicos e pode auxiliar nas atividades de fala, leitura, canto, entre outras. Desta forma, um treinamento musical, formal ou informal, auxilia a minimizar as dificuldades de ordenação temporal. Por isso a importância e necessidade de um instrumento simples e de rápida aplicação para que se possa avaliar e acompanhar a evolução de habilidades, treinadas ou não, do processamento auditivo.

CONCLUSÃO

A Triagem da Afinação Vocal foi criada e mostrou-se sensível para avaliação e comparação do desempenho entre grupos, podendo ser utilizada como instrumento de rastreamento de afinação vocal. Musicistas apresentaram melhor desempenho que não musicistas na Triagem da Afinação Vocal.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Maestro Eduardo Fernandes, regente do Coral UNIFESP, pelo incentivo, carinho, amizade e colaboração na área de música para o desenvolvimento desta pesquisa, além de viabilizar a coleta do grupo de musicistas com os cantores do Coral UNIFESP.

REFERÊNCIAS

- Schuessler M, Bond ZS, Fucci D, Gunderson F, Vaz P. Possible influence of linguistic musical background on perceptual pitch-matching tasks: a pilot study. *Percept Mot Skills*. 2004;99(2):421-8.
- Sobreira S. *Desafinação vocal*. 2a ed. Rio de Janeiro: Musimed; 2003.
- Petrini K, Crabbe F, Sheridan C, Pollick FE. The music of your emotions: neural substrates involved in detection of emotional correspondence between auditory and visual music actions. *PLoS One*. 2011;6(4):e19165.
- Ríos AA, Rezende AG, Pela SM, Ortiz KZ, Pereira LD. Teste de padrão harmônico em escuta dicótica com dígitos – TDDH. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2007;12(4):304-9.
- Brown S. Are music and language homologues? *Ann N Y Acad Sci*. 2001;930:372-4.
- Hough MS, Givens GD, Cranford JL, Downs RC. Behavioural and electrophysiological measures of auditory attention in right hemisphere brain damage. *Aphasiology*. 2007;21(9):831-43.
- Bamiou DE, Campbell NG, Musiek FE, Taylor R, Chong WK, Moore A, et al. Auditory and verbal working memory deficits in a child with congenital aniridia due to PAX6 mutation. *Int J Audiol*. 2007;46(4):196-202.
- Estis JM, Dean-Clayton A, Moore RE, Rowell TL. Pitch-matching accuracy in trained singers and untrained individuals: the impact of musical interference and noise. *J Voice*. 2011;25(2):173-80.
- Ishii C, Arashiro PM, Pereira LD. Ordering and temporal resolution in professional singers and in well tuned and out of tune amateur singers. *Pro Fono*. 2006;18(3):285-92.
- Heresniak M. The care and training of adult bluebirds: teaching the singing impaired. *J Singing*. 2004;61(1):9-25.
- Lacerda O. *Classificação das vozes*. In: Lacerda O. *Compêndio de teoria elementar da música*. 12a ed. São Paulo: Ricordi; 1961. p.125-8.
- Cedolin L, Delgutte B. Spatiotemporal representation of the pitch of harmonic complex tones in the auditory nerve. *J Neurosci*. 2010;30(38):12712-24.
- Nascimento FM, Monteiro RA, Soares CD, Ferreira MI. Temporal sequencing abilities in musicians violinists and non-musicians. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2010;14(2):217-24.
- Estis JM, Coblentz JK, Moore RE. Effects of increasing time delays on pitch-matching accuracy in trained singers and untrained individuals. *J Voice*. 2009;23(4):439-45.
- Micheyl C, Delhommeau K, Perrot X, Oxenham AJ. Influence of musical and psychoacoustical training on pitch discrimination. *Hear Res*. 2006;219(1-2):36-47.
- Rammsayer T, Altenmüller E. Temporal information processing in musicians and non-musicians. *Music Perception*. 2006;24(1):37-48.
- Kishon-Rabin L, Amir O, Vexler Y, Zaltz Y. Pitch discrimination: are professional musicians better than non-musicians? *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2001;12(2):125-43.
- Kalakoski V. Effect of skill level on recall of visually presented patterns of musical notes. *Scand J Psychol*. 2007;48(2):87-96.
- Pallesen KJ, Brattico E, Bailey CJ, Korvenoja A, Koivisto J, Gjedde A, et al. Cognitive control in auditory working memory is enhanced in musicians. *PLoS One*. 2010;5(6):e11120.
- Bidelman GM, Krishnan A, Gandour JT. Enhanced brainstem encoding predicts musicians' perceptual advantages with pitch. *Eur J Neurosci*. 2011;33(3):530-8.
- Erickson ML, Perry SR. Can listeners hear who is singing? A comparison of three-note and six-note discrimination tasks. *J Voice*. 2003;17(3):353-69.
- Mawhinney T. "Tone-deafness" and low musical abilities – an investigation of prevalence, characteristics and tractability [thesis]. Kingston, Ontario, Canadá: Queen's University; 1986.