

Universidade de Brasília  
Departamento de Processos Psicológicos Básicos  
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

---

**O Reconhecimento de Tons Musicais Produzidos por Timbres Diferentes em  
Pessoas com Ouvido Absoluto**

Fabrizio Veloso Rodrigues

Brasília, D.F.

Julho de 2012

Universidade de Brasília

Instituto de Psicologia

Programa de Pós-graduação em Ciências do Comportamento

**O Reconhecimento de Tons Musicais Produzidos por Timbres Diferentes em  
Pessoas com Ouvido Absoluto**

Fabrício Veloso Rodrigues

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Ciências do Comportamento  
como requisito parcial à obtenção do grau de  
Mestre em Ciências do Comportamento.

Professora Orientadora: Maria Angela Guimarães Feitosa

Brasília – DF

2012

O Reconhecimento de Tons Musicais Produzidos por Timbres Diferentes em Pessoas  
com Ouvido Absoluto

Dissertação avaliada pela banca examinadora constituída por:

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Angela Guimarães Feitosa (Presidente)

Programa de Pós-graduação em Ciências do Comportamento

Universidade de Brasília (UnB)

Prof. Dr. Ronald Dennis Paul Kenneth Clive Ranvaud (Membro Titular)

Programas de Pós-graduação em Fisiologia Humana

Universidade de São Paulo (USP)

Prof. Dr. Gerson Américo Janczura (Membro Titular)

Programa de Pós-graduação em Ciências do Comportamento

Universidade de Brasília (UnB)

Prof. Dr. Sérgio Leme da Silva (Membro Suplente)

Programa de Pós-graduação em Ciências do Comportamento

Universidade de Brasília (UnB)

## AGRADECIMENTOS

- À professora Maria Angela Guimarães Feitosa, pela competência na orientação dedicada e presente ao longo de todo o curso.
- À colega Valéria Reis do Canto Pereira pelo apoio e capacitação no uso da ferramenta E-Prime.
- À colega Marta Rigueira Dias Prestes pelo apoio e capacitação no uso do audiômetro AC40.
- Às colegas de mestrado Keila e Luciana, pela disponibilidade no auxílio teórico e prático para a implementação e finalização do trabalho presente.
- Aos Drs. Raimundo Nonato e Sérgio Leme pela liberação e compreensão nos momentos de ausência e diminuição no tempo de dedicação às atividades do Hospital Universitário de Brasília.
- À equipe técnica do Laboratório de Psicobiologia (Dona Neusa e George), pela prontidão e auxílio na resolução de problemas emergenciais.
- Aos colegas de trabalho, especialmente à equipe de neuropsicologia e neurologia do Hospital Universitário de Brasília pelo apoio e carinho.
- Aos colegas Max Sarmet e Danilo Assis Pereira pelo auxílio no tratamento estatístico dos dados, pelas discussões teóricas e indicação de participantes potenciais para a pesquisa.
- Ao Alexandre Augusto Lima, pela indicação de participantes na pesquisa.
- Ao Felipe Mendes, pela gravação e edição dos estímulos auditivos utilizados.
- À minha família e Anne Tarine pelo apoio incondicional, carinho, compreensão, companheirismo e respeito durante toda esta etapa.
- A Deus por sua infinita Graça.

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| 1. Resumo .....   | vi  |
| 2. <i>Abstract</i> .....  | vii |
| 3. Introdução .....   | 1   |
| 4. Método .....   | 11  |
| 4.1.Procedimento .....  | 12  |
| 4.1.1. Verificação da condição de possuidor de Ouvido Absoluto com nomeação de notas .....          | 14  |
| 4.1.2. Verificação da condição de possuidor de Ouvido Absoluto com equiparação de frequências ..... | 15  |
| 4.1.3. Tarefa Experimental .....  | 16  |
| 5. Resultados .....   | 22  |
| 5.1.Teste de Ouvido Absoluto – nomeação de notas .....  | 22  |
| 5.2.Teste de Ouvido Absoluto – equiparação de frequências.....                                      | 24  |
| 5.3.Tarefa Experimental.....  | 27  |
| 6. Discussão .....  | 33  |
| 7. Conclusão.....   | 41  |
| 8. Referências .....  | 42  |

## RESUMO

O Ouvido Absoluto é conhecido como a habilidade de nomear ou produzir um tom musical sem qualquer tom de referência em seu auxílio. Pesquisas apontam que o timbre é um atributo que pode influenciar no processamento da informação tonal. O objetivo deste trabalho foi verificar as possíveis interferências do timbre na resolução de informações tonais em pessoas com Ouvido Absoluto. Dezoito participantes, divididos nos grupos “Ouvido Absoluto” (n=7) e “Não-Ouvido Absoluto” (n=11), com idade e anos de estudo musical equivalentes, foram selecionados para participação em um procedimento psicofísico “mesmo/diferente” de pares de notas musicais com timbres de violão, voz, piano e flauta. Consideraram-se as respostas de tempo de reação e julgamento corretos (acurácia) dos pares apresentados para análise dos dados. Verificou-se que pessoas com Ouvido Absoluto apresentaram tempo de reação maior para a execução da tarefa quando comparado com pessoas sem Ouvido Absoluto. Não se encontrou um desempenho melhor para este grupo em relação à acurácia nas respostas, medida em termos de julgamentos corretos dos pares. Os resultados sugerem a participação de processos distintos na resolução da informação em pessoas com Ouvido Absoluto. Propõe-se o envolvimento de aspectos perceptuais e cognitivos no processamento da informação auditiva em pessoas com Ouvido Absoluto e possíveis efeitos da variabilidade dos dados encontrados.

Palavras-chave: Ouvido Absoluto, Percepção musical, Percepção de timbre, Tempo de reação e Cognição musical.

## **ABSTRACT**

Absolute pitch is known as the ability to name or produce a musical tone without any reference tone. Research indicates that pitch is an attribute that can influence the processing of tonal information. The aim of this study was to assess the possible interference of timbre in the resolution of tonal information in people with absolute pitch. Eighteen persons were selected and divided into groups "Absolute Pitch" (n = 7) and "Non-Absolute Pitch" (n = 11), with equivalent age and years of musical study, for participation in a "same / different " psychophysical procedure to judge pairs of musical notes with guitar, voice, piano and flute timbres. Data coming from the reaction time and correct judgment (accuracy) of the pairs presented were analyzed. It was found that participants with absolute pitch showed slower reaction time in the task, as compared to non-absolute pitch participants. The two groups did not differ in accuracy of responses. Results suggest the involvement of different processes in the resolution of information in people with absolute pitch. We propose a differential involvement of perceptual and cognitive aspects in auditory information processing in persons with absolute pitch and possible effects of the variability of the data.

**Keywords:** Absolute pitch, Music perception, Timbre perception, Reaction time and Music cognition.

## INTRODUÇÃO

O Ouvido Absoluto é descrito como a capacidade de identificar, nomear ou produzir a frequência de um estímulo tonal sem o auxílio de um tom de referência (Deutsch, 2002; Ross, Olson & Gore, 2003; Ward, 1999). Associa-se a ele uma capacidade diferenciada na codificação do croma, ou seja, a repetição cíclica de intervalos em cada oitava (Roederer, 2002) e da altura tonal de um tom musical (Bachem, 1937).

Sua ocorrência é rara, com prevalência estimada em 1 para cada 10.000 pessoas, considerando-se a população da Europa e América do Norte, e é mais comumente observada em músicos (cerca de 20%) com treinamento formal (Bachem, 1955; Profita & Bidder, 1988). Isto se deve, basicamente, a dois fatores: a assunção recorrente de que o Ouvido Absoluto se limita à capacidade de nomeação de uma nota musical (o que se reflete na elaboração de testes que ratifiquem a existência desta capacidade) e no fato de que, invariavelmente, não-músicos não são hábeis em reconhecer esta capacidade. Os primeiros estudos sobre o Ouvido Absoluto contemplavam diferenças fundamentais na definição do termo. Bachem (1937) chamava a atenção para subtipos: Ouvido Absoluto genuíno, quase Ouvido Absoluto e pseudo Ouvido Absoluto, sendo que pessoas com quase Ouvido Absoluto se difeririam pela interiorização de apenas uma frequência específica que sirva como referência para o reconhecimento dos tons, como um Lá (440 Hz), ao passo que pessoas com pseudo Ouvido Absoluto seriam capazes apenas de fazer uma estimativa acerca da frequência tocada, em detrimento da codificação tonal exata, com base em treinamento musical prévio. Pesquisas recentes consideram que esta habilidade se relaciona à capacidade de associar automaticamente uma frequência tonal



a um rótulo linguístico que a identifique enquanto uma nota musical (Levitin & Rogers, 2005; Schulze, Mueller & Koelsch, 2012), bem como a manutenção dessa informação em um sistema de memória de longo prazo (Levitin, 1994). Nota-se que, comumente, o fenômeno se refere ao conhecimento prévio das notas musicais, em acordo com a escala temperada. Sendo assim, a aplicação do conceito de Ouvido Absoluto é tradicionalmente condicionada ao conhecimento prévio em teoria musical.

No entanto, o Ouvido Absoluto também tem sido associado à codificação de frequências de sinais acústicos distintos de estímulos musicais (Ross, Gore & Marks, 2005). Em pesquisas prévias, verificou-se que tanto músicos sem treinamento musical formal podem apresentar desempenho equivalente ao de músicos com Ouvido Absoluto (Ross, Olson, Marks & Gore, 2004) quanto adultos não-músicos podem ser capazes de codificar adequadamente a frequência de estímulos musicais em tarefa de identificação de frequência tonal (Ross et al., 2003). Pessoas sem Ouvido Absoluto também possuem a capacidade de identificar mudanças no nível de altura dos tons que compõem trechos de músicas conhecidas por eles (Deutsch, 2002; Halpern, 1989; Schellenberg & Trehub, 2003), sugerindo a retenção da informação acústica. Da mesma forma, músicos sem Ouvido Absoluto podem reter uma informação tonal na memória de longo prazo em tarefa de reconhecimento de melodias (Creel & Tumlin, 2012) e julgamento de frequência correta do tom de telefone (Smith & Schmukler, 2004), bem como na identificação da tonalidade correta em músicas conhecidas (Terhardt & Seewann, 1983). A exclusão de pessoas sem treinamento musical ou sem Ouvido Absoluto para o estudo do tema pode traduzir, portanto, uma limitação importante para a melhor compreensão do fenômeno.

Além dos aspectos relacionados à definição do Ouvido Absoluto, outra questão central refere-se ao papel do início dos estudos formais em música (da aprendizagem) e

da hereditariedade no seu desenvolvimento. Em primeiro lugar, pesquisas vêm demonstrando a influência do treinamento musical formal, considerando-se a existência de um período sensível para o desenvolvimento da habilidade (Miyazaki, 1988; Takeushi & Hulse, 1993), associado ao desenvolvimento da linguagem (Deutsch, 2002). Parece haver convergência entre os estudos ao se verificar que pessoas que iniciaram estudos musicais em idade inferior a seis anos têm maior propensão a desenvolver Ouvido Absoluto do que aquelas que iniciaram os estudos em período posterior. Em estudo conduzido por Baharloo et al. (1998), com músicos de orquestra, conservatórios e programas de treinamento musical, verificou-se que cerca de 40% (n=72) possuíam Ouvido Absoluto e iniciaram seus estudos antes dos 4 anos de idade. Em contrapartida, apenas 4% dos que iniciaram treinamento musical após 9 anos de idade, relatavam ser possuidores de Ouvido Absoluto. Outro estudo (Deutsch, Dooley, Henthorn & Head, 2009) observou que pessoas com início do treinamento musical formal entre 2 e 5 anos obtiveram maior percentual de respostas corretas em teste de nomeação de notas musicais, sugerindo a influência do treino precoce na prevalência da habilidade. Efetivamente, sugere-se que o período de 2 a 5 anos de idade facilitaria a associação existente entre a representação absoluta de uma frequência tonal e a rotulação verbal desta frequência no sistema de memória de longo prazo (Levitin & Rogers, 2005; Zatorre & Beckett, 1989). Em conjunto, estes achados reforçam a influência ambiental na aquisição do Ouvido Absoluto.

Entretanto, uma explicação constitucional também tem sido adotada. Há evidências de maior prevalência de Ouvido Absoluto em populações asiáticas, como a japonesa, coreana e chinesa (Gregersen, Kowalski, Kohn & Marvin, 2000), independentemente do início precoce em estudo musical e de serem países com linguagens tonais, bem como taxa elevada de concordância para a ocorrência da

habilidade em gêmeos monozigóticos (78,6%), em comparação a gêmeos dizigóticos (45,2%) (Theusch & Gitschier, 2011). Outro dado aponta uma prevalência quatro vezes maior desta habilidade em famílias de entrevistados com Ouvido Absoluto, em comparação com pessoas sem Ouvido Absoluto (Baharloo et al., 1998). Ainda, Baharloo et al. verificaram em seus estudos que a maioria dos participantes pesquisados e que relataram treinamento musical formal iniciado com 6 anos ou menos não possuíam Ouvido Absoluto, sugerindo, portanto, que o treinamento musical precoce não consegue explicar, por si, a ocorrência da habilidade. Adicionalmente, sugeriu-se a influência de componente genético ao se verificar que os participantes com Ouvido Absoluto relataram a ocorrência de outros possuidores da habilidade em sua família em uma proporção quatro vezes maior do que aqueles sem Ouvido Absoluto.

Em uma perspectiva integrativa e com base em estudos de neuroimagem funcional e estrutural, bem como em pesquisas de base genética, Zatorre (2003) defende a influência conjunta de fatores estruturais, funcionais, cognitivos e desenvolvimentais do cérebro humano. Segundo o autor, há padrões específicos da atividade neuronal relacionados ao Ouvido Absoluto que o caracterizam como único, tais quais a assimetria estrutural para o processamento auditivo e características morfológicas do cérebro de pessoas com essa habilidade. A ativação mais proeminente de regiões frontais (dorsolateral posterior) em músicos com Ouvido Absoluto em tarefa de escuta de tons musicais, quando comparada com músicos sem Ouvido Absoluto (Zatorre, Perry, Beckett, Westbury & Evans, 1998) é tratada como evidência para a participação de um tipo de memória específica nessa população. Ainda, os achados referentes à associação entre a maior ocorrência de Ouvido Absoluto em irmãos e a maior prevalência da habilidade em populações asiáticas, independente da linguagem tonal associada e do início da exposição aos estudos musicais, são ponderações cruciais para se considerar

um componente genético relacionado. Sendo assim, tanto componentes constitucionais quanto ambientais se refletiriam nestas propriedades neurais específicas do fenômeno. Ainda, em favor de uma convergência de fatores ambientais e genéticos, Wilson, Lusher, Martin, Rayner & McLachlan (2012) destacam a interseção histórico familiar de possuidores de Ouvido Absoluto e início do treinamento formal com sistema de “dó fixo”, ou seja, a designação de uma sílaba (nome da nota) ao tom tocado, como prevalentes entre os participantes com Ouvido Absoluto (n=43).

Alguns estudos sugerem que crianças com menos de 1 ano de idade tendem a detectar o padrão de frequência tonal absoluta em sequências de tons contínuos (Saffran & Griepentrog, 2001), sobressaltando um caráter perceptual em detrimento de aspectos mnemônicos associados (Ross & Marks, 2009). Em contrapartida, observa-se que adultos tendem a detectar um padrão de frequência somente quando uma estrutura tonal é utilizada como referência, enquanto padrões de frequências relativas são controladas, independentemente da tonalidade apresentada (Saffran, 2003). Portanto, considerando-se estas assertivas, pontua-se uma tendência de codificação de frequências tonais em pessoas com Ouvido Absoluto tal qual ocorre nos primeiros anos de vida. Em pessoas sem Ouvido Absoluto, esta tendência se modifica com o passar dos anos, priorizando-se o processamento da informação como padrões de ouvido relativo, a fim de facilitar a generalização das informações auditivas disponíveis no ambiente.

Embora o Ouvido Absoluto seja caracterizado pelo reconhecimento de padrões tonais diretamente relacionados à retenção da informação acústica em termos de frequência, sabe-se que informações como tonalidade, relação entre notas, consonância, ritmo e timbre também podem influenciar a sua percepção. De acordo McDermott & Oxenham (2009), por exemplo, certas combinações de tons tocados podem soar mais agradáveis (consonantes) ou desagradáveis (dissonantes) e podem se dever tanto a

aspectos ambientais, onde a cultura musical influenciaria o julgamento, quanto a fatores inatos. Em um estudo sobre ritmo (Jones, Moynihan, MacKenzie & Puente, 2002) com uso de tons sequenciais, verificou-se que a regularidade do ritmo e a frequência característica do estímulo contribuem, conjuntamente, para a formação da percepção musical. No entanto, o papel de cada um destes aspectos na resolução perceptual da informação auditiva ainda não é bem estabelecido.

Da mesma forma, o timbre também parece exercer um papel importante no processo de percepção tonal, embora sua definição exponha uma dependência de outros atributos auditivos para sua melhor compreensão. O timbre é definido como uma propriedade acústica que permite um ouvinte identificar dois estímulos com mesma altura, duração e intensidade como sendo diferentes entre si (American National Standards Institute, 1973). No entanto, a falta de uma conceituação própria e independente não impede que algumas conclusões possam ser feitas a seu respeito. Em primeiro lugar, a produção de um timbre depende, invariavelmente, de um processo físico envolvendo uma fonte geradora de um modo de vibração específico e um filtro modulador da amplitude dos componentes desta fonte, a fim de gerar um padrão específico de um som produzido e percebido (Handel, 1995). Além disso, estudos enfatizam a influência do caráter complexo do timbre para a percepção adequada do estímulo advindo de um instrumento ou da voz humana. Pontua-se o ataque da nota, tempo de decaimento, estrutura dos formantes e espectro característico do instrumento como aspectos influentes na percepção do som ouvido (Loureiro & Paula, 2006; Risset & Wessel, 1999), afora a experiência prévia com aquele timbre (Handel, 1955).

O estudo acerca do timbre tem se mostrado um tópico relevante para o entendimento da percepção musical. Sabe-se que a informação de timbre produz uma ativação cortical distinta, quando comparados a instrumentos musicais e tons senoidais

em músicos. Em exames de imagem, verificou-se o aumento da representação subcortical auditiva, especialmente no tronco cerebral (Kraus, Skoe, Parbery-Clark & Ashley, 2009), nos participantes com experiência musical, em resposta a tons musicais consonantes apresentados. O mesmo se observa em relação à representação cortical auditiva associada a tons de timbres de maior familiaridade (Pantev, Roberts, Schulz, Engelen & Ross, 2001), com maior ativação de áreas secundárias do córtex auditivo, diferentemente de pessoas sem conhecimento musical. As diferenças também se tornam evidentes quando músicos com Ouvido Absoluto são comparados com músicos sem Ouvido Absoluto. Em estudo de discriminação de timbres diferentes (Crummer, Walton, Wayman, Hantz & Frisina, 1994), músicos com e sem ouvido absoluto, bem como não-músicos, foram instruídos a identificar os timbres característicos dos estímulos apresentados (instrumentos de corda da mesma família, flautas de materiais distintos e instrumentos de tamanhos diferentes). Por meio de um estudo com potencial evocado, verificou-se uma latência média mais curta e amplitude menor do sinal no grupo “Ouvido Absoluto” para os timbres apresentados, indicando uma atividade cerebral distinta no processamento da informação auditiva.

Em conjunto, estes achados são convergentes com a ideia de que a aprendizagem prévia também possa influenciar a categorização da informação em nível perceptual. Sloboda (2008) ressalta este aspecto, ao afirmar que a identificação de uma nota musical é determinada por um padrão sonoro característico, influenciado por variáveis como a fonte geradora do estímulo, frequência característica da nota e a sua duração. No entanto, a exposição prévia aos estímulos também é condição essencial para o seu reconhecimento. Desta forma, a geração de um determinado tom advindo de um instrumento musical obedece a regras semelhantes às aquelas expostas na percepção categorial da fala, por meio da extração de suas características “fonêmicas” e culturais.

Em outro estudo, Miyazaki (1988) recrutou pessoas com e sem Ouvido Absoluto para uma tarefa de categorização de tons musicais. Seu objetivo era verificar a acurácia (taxa de acerto) e a velocidade da resposta dos participantes na execução da tarefa. Como resultado, verificou-se desempenho melhor em termos de acurácia e tempo de reação menor para categorização de notas musicais no grupo Ouvido Absoluto.

Em pessoas sem Ouvido Absoluto, nota-se que aquelas com treinamento musical têm desempenho melhor em tarefa de discriminação de timbre, tanto de voz quanto de instrumentos musicais, do que pessoas sem treinamento musical (Chartrand & Belin, 2006). Neste estudo, comparou-se o tempo de reação e taxa de acerto (acurácia) no julgamento de notas apresentadas em pares. O objetivo dos participantes era indicar se as notas apresentadas advinham do mesmo instrumento. Estes resultados sugerem que o timbre exerce um efeito importante na tarefa de reconhecimento de notas musicais, complementarmente à mera relação da rotulação verbal a uma frequência tonal.

Embora timbre seja uma variável reconhecida como importante, encontraram-se poucos estudos delineados com objetivo de entender de maneira clara a contribuição desta informação para a condição de Ouvido Absoluto. Sabe-se, por exemplo, que o processamento de timbres de voz humana apresenta atividade cerebral peculiar. De acordo com pesquisas, as regiões cerebrais ativadas para a voz humana se diferenciam das regiões vinculadas ao reconhecimento de faces e de outros estímulos acústicos complexos (Levy, Granot & Bentin, 2001). Em estudos de imagem cerebral, encontrou-se uma atividade acentuada em regiões do córtex auditivo primário (sulco temporal superior), quando ouvintes eram expostos a sons de voz humana (Belin, Zatorre, Lafeille, Ahad & Pike, 2000). A mesma ativação não foi verificada quando os sons ouvidos eram oriundos de outras fontes sonoras, tal qual sons da natureza, de animais, máquinas e instrumentos musicais. A fala e a música apresentam diferenças quanto à

natureza acústica do som (instrumento de produção, complexidade acústica, duração do estímulo e contorno melódico), ao substrato neural (ativação cortical, organização hierárquica e assimetria cerebral) e quanto aos mecanismos cognitivos (Hauser & McDermott, 2003; Koelsch, Kasper, Sammler, Schulze, Gunter & Friederici, 2004; Schellenberg, 2005) envolvidos em ambas as atividades (Belin & Bédard, 2004; Nikjeh, Lister & Frisch, 2009; Zatorre, Belin & Penhume, 2002). Da mesma forma, a música *per se* parece influenciar o processo de desenvolvimento da fala, principalmente no que se refere à percepção do contorno de frequências (Schön, Magne & Besson, 2004).

Sendo assim, é razoável pressupor que pessoas com Ouvido Absoluto também sofram efeitos na resolução da informação acústica em função do timbre de voz humana, embora haja poucos estudos nessa área. Vanzella & Schellenberg (2010) verificaram que pessoas com Ouvido Absoluto apresentaram maior dificuldade na identificação de tons musicais oriundos de timbre de voz humana, quando comparados a tons senoidais e timbre de piano, sugerindo a interferência de circuitos neurais associados à codificação da informação linguística e paralinguística na resolução da informação tonal destes participantes (Belin, Zatorre & Ahad, 2002).

Embora uma primeira análise proponha a influência de aspectos neurais nessa variação de resposta e no desempenho em tarefas de reconhecimento de estímulos musicais (Miyazaki & Rakowski, 2002), não se sabe se a velocidade no processamento da informação também reflete as peculiaridades ligadas ao timbre encontradas nestes estudos. Uma das abordagens utilizadas para este fim é a aferição do tempo de reação. Comumente, utiliza-se tal medida como variável alternativa em estudos de audição, como opção às técnicas tais quais de imageamento cerebral (Sarter, Hasselmo, Bruno & Givens, 2005). Justifica-se tal adoção por se tratar de um procedimento onde o principal objetivo é fazer inferências acerca dos mecanismos neurais envolvidos no



processamento dessa informação, em função de um estímulo auditivo associado e do comportamento motor observado (Luce, 1986). Sendo assim, alguns delineamentos usam esta mesma medida para o estudo de Ouvido Absoluto (Brancucci, Nuzzo & Tommasi, 2009; Schlemmer, Kulke, Kuchinke & Meer, 2005), pela influência da natureza da atividade auditiva no tempo de resposta motora indicativo de diferenças proeminentes no processamento da informação requerida para essa população, sinalizando uma adequação do procedimento ao seu estudo.

Apesar dos avanços obtidos nesta área de pesquisa, ainda não se sabe, de fato, quais os efeitos e implicações do timbre na percepção de tons musicais, especialmente os oriundos de voz humana, nem como o processamento desta informação ocorre em pessoas com Ouvido Absoluto. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo verificar se o uso de timbre oriundo da voz humana em comparação com timbres de instrumentos musicais distintos interfere no tempo de reação em tarefas de reconhecimento de tons para pessoas possuidoras de Ouvido Absoluto com ou sem treinamento musical formal. Complementarmente, propôs-se analisar a especificidade do Ouvido Absoluto com a capacidade de nomear notas, em detrimento de uma capacidade perceptual diferenciada.

Com base nos dados oferecidos pela literatura, adotou-se como hipótese que os tempos de reação para estímulos com timbre de voz humana são maiores quando comparados aos demais timbres. Ainda, que há maior acurácia (acerto de julgamento) dos participantes com Ouvido Absoluto em um procedimento psicofísico de discriminação de tons, independentemente dos timbres utilizados. Da mesma forma, espera-se que pessoas com Ouvido Absoluto apresentem tempos de reação menores do que pessoas sem Ouvido Absoluto para a tarefa de julgamento de tons, independentemente do timbre.

## **MÉTODO**

### **PARTICIPANTES**

Foram selecionadas 18 pessoas de ambos os sexos, com faixa etária entre 18 e 54 anos de idade e convidados em cursos de música de nível técnico e superior em instituições públicas e particulares de Brasília, tanto por convite oral como por correio eletrônico disponibilizado pelas secretarias dos respectivos cursos e por cartazes impressos e fixados nos murais e informativos das escolas pesquisadas. Os participantes foram distribuídos em 2 grupos, compostos por 9 participantes cada. O primeiro grupo “Ouvido Absoluto” foi composto por músicos profissionais em canto ou instrumentos musicais (violão, voz, baixo e violoncelo), com idade entre 23 e 46 anos, bem como estudos formais em música entre 18 e 32 anos, com Ouvido Absoluto. O grupo “Não-Ouvido Absoluto” formou-se de músicos cantores ou instrumentistas (violino, violão, piano, flauta e cavaquinho), com idade entre 18 e 48 anos, bem como estudos formais em música entre 9 e 31 anos, sem Ouvido Absoluto. Inicialmente, foi previsto um terceiro grupo composto de pessoas com Ouvido Absoluto sem treinamento formal prévio em música ou com treinamento formal inferior a três anos, mas não se obtiveram participantes com o perfil planejado e este grupo não foi viabilizado. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (CEP/FS) sob protocolo número 121/11 e todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido em acordo com as normas apresentadas na Resolução 196/96 do CNS.

### **MATERIAIS E EQUIPAMENTOS**

Para a tarefa psicofísica e testagem da condição de Ouvido Absoluto, utilizou-se um PC de marca Syntax com processador modelo Intel 1.60 GHz, 2 GB de memória

RAM, Sistema Operacional Windows XP Professional e placa de som Realtek High Definition Audio, fone de ouvido Stereo Cyber Pro, modelo CD-6611MV, um mouse para ajuste de frequência e registro do tempo de reação. Foram utilizados os softwares livres Audacity 2.0.0 e Realtime Analyzer, versão 5.1.0.10 para a geração de tons senoidais dos testes de Ouvido Absoluto e ruído branco, e o software E-Prime, versão 2.0, para programação da tarefa experimental, apresentação da tarefa e registro de respostas dos participantes. Para a audiometria, foi utilizado o audiômetro clínico de dois canais modelo AC40, marca Interacoustics, com pera de resposta e fone TDH 39.

### **AMBIENTE EXPERIMENTAL**

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Psicobiologia, do Departamento de Processos Psicológicos Básicos, do Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília. A aplicação dos testes de avaliação da condição de Ouvido Absoluto e a tarefa experimental foram feitas em uma cabine de isolamento acústico da Industrial Acoustics Company, com dimensões internas de 1,40 m de comprimento x 1,20 m de largura x 2,20 m de altura. Nela, alocaram-se monitor, mouse, uma mesa e uma cadeira para acomodação do participante.

### **PROCEDIMENTO**

**CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EXPERIMENTO.** Todos os participantes submeteram-se a um procedimento psicofísico em que o objetivo era a discriminação de tons musicais com timbres diferentes. A realização deste experimento se deu em dois encontros, para cada voluntário. O primeiro encontro objetivou a constituição do grupo “Ouvido Absoluto” e “Não-Ouvido Absoluto” e constou de: (a) assinatura do termo de consentimento e explanação geral acerca do experimento; (b) preenchimento do

questionário demográfico; (c) Realização de audiometria, a fim de certificar a boa capacidade auditiva para participação no experimento; (d) Verificação da condição de possuidor de Ouvido Absoluto. No segundo encontro, aplicou-se a tarefa experimental de discriminação de tons. Aferiu-se, nesta tarefa, o tempo de reação para os estímulos apresentados.

**ASSINATURA DO TERMO DE CONSENTIMENTO E APRESENTAÇÃO DO PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.** Nesta fase, as condições gerais do experimento foram explicitadas e assinou-se o termo de consentimento livre e esclarecido. Ainda, foi respondido um questionário demográfico, considerando-se os seguintes aspectos: nome, sexo, local de nascimento, idade, idiomas principais, local em que desenvolveu habilidade musical para verificação da influência de escalas com padrões diferentes da escala ocidental; idade de início dos estudos musicais, a fim de se verificar a relação entre a aprendizagem musical e o Ouvido Absoluto; instrumento musical no qual desenvolveu a habilidade musical. Foram consideradas as mesmas variáveis em caso de desenvolvimento musical em canto.

**AUDIOMETRIA.** Para a aferição do limiar tonal, o participante foi posicionado na cabine acústica, munido de fone de ouvido e pera de resposta. Foram, então, apresentadas individualmente as frequências de 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000, Hz, 6000 Hz e 8000 Hz, ambas com intensidade inicial de 25 dB e monoauralmente. Para cada frequência apresentada, solicitava-se ao participante que pressionasse a pera de resposta todas as vezes em que escutasse o tom testado. À medida que cada resposta era efetuada, apresentava-se a mesma frequência, porém, com intensidade decrescida em 5 dB. Caso o participante não efetivasse resposta ao estímulo, reapresentava-se a última intensidade respondida. Se a resposta fosse efetivada, então, ratificava-se aquele como sendo o limiar de escuta do paciente para a frequência testada.

O mesmo procedimento foi adotado para as demais frequências tonais testadas. Participantes com limiar tonal superior a 25 dB para qualquer frequência testada foram excluídos das fases posteriores. Com base nestes critérios, um voluntário, do sexo masculino, com idade de 54 anos e com limiar auditivo de 40 dB para a frequência de 6000 Hz, foi excluído da pesquisa.

#### **VERIFICAÇÃO DA CONDIÇÃO DE POSSUIDOR DE OUVIDO ABSOLUTO.**

Adotaram-se dois procedimentos distintos a todos os participantes, sendo que o primeiro foi um teste de nomeação de notas e, portanto, relacionado ao conhecimento teórico em música. O objetivo deste procedimento foi verificar a acurácia na nomeação correta dos tons. Com o segundo procedimento, buscou-se identificar pessoas com Ouvido Absoluto sem a necessidade de nomeação de notas musicais. Pediu-se a cada participante que ajustasse um tom contínuo (1000Hz) a um tom de referência previamente apresentado, com auxílio de um mouse. O objetivo deste procedimento foi verificar a acurácia do participante no ajuste das frequências sem a necessidade de nomear o tom ouvido, priorizando a natureza perceptual do estímulo. Nesta etapa, a cabine acústica estava munida de uma cadeira, mesa, fone de ouvido e um mouse. Ambos foram aplicados conforme se segue:

**TESTE DE OUVIDO ABSOLUTO COM NOMEAÇÃO DE NOTAS.** Foram gerados, com auxílio do software Audacity (versão 2.0.0), 48 tons puros em formato Wave (.wav), com duração de 450 ms e intensidade de 65dB. Os estímulos foram apresentados binauralmente, variando entre C2(Dó2) = 65,4 Hz e B5(Si5) = 987,8 Hz, tomando-se como referência valores de frequência baseados na escala temperada com o tom Lá= 440Hz, em ordem pseudorrandômica, de maneira que notas consecutivas da escala musical não fossem tocadas sequencialmente, a fim de evitar a referência do tom apresentado para a nomeação do tom seguinte. Após a apresentação individual de cada

tom, ele deveria nomeá-la, oralmente, de acordo com seu referencial musical teórico. A instrução dada ao participante foi a seguinte:

*“Você ouvirá uma série de notas musicais. Após a apresentação de cada nota, você irá me dizer o nome dela. Tente responder com exatidão. Portanto, sustentidos e bemóis também serão considerados. Assim que você der sua resposta, passaremos para a nota seguinte. Caso você não saiba a resposta, sinalize e passaremos para a próxima tentativa.”*

Não foi adotado um tempo limite para a efetivação da resposta. Foram considerados como possuidores de Ouvido Absoluto, os participantes que obtiveram um índice de acerto igual ou superior a 80% na nomeação correta dos tons apresentados.

**TESTE DE OUVIDO ABSOLUTO COM EQUIPARAÇÃO DE FREQUÊNCIA.** Foram gerados, com auxílio do software Audacity (versão 2.0.0), 48 tons puros em formato Wave (.wav), com duração de 450 ms e intensidade de 65 dB e ruído branco com duração de 16 segundos e intensidade de 65 dB. O tempo de 16 segundos foi adotado a fim de replicar experimento prévio (Ross et al., 2004) para identificação de pessoas com Ouvido Absoluto sem nomeação de tons musicais, bem como garantir que as respostas obtidas estivessem sob efeito de aspectos perceptuais dos tons, minimizando a utilização de estratégias de memória de curto prazo para as respostas obtidas. As frequências apresentadas foram variadas, baseadas na escala temperada com referência no tom Lá= 440 Hz, pertencentes aos intervalos de C2 e B5. Os tons foram apresentados binauralmente e individualmente. Após a apresentação de cada tom, seguiu-se a apresentação de ruído branco. Em seguida, um tom contínuo com frequência inicial de 1000 Hz e gerado por meio do Gerador de Sinal do software Realtime Analyzer (versão 5.1.0.10) era apresentado. Então, solicitou-se ao participante que ajustasse este segundo tom ao primeiro apresentado antes do ruído branco, para torná-lo o mais semelhante

possível, com auxílio do *dial* de um mouse. Orientou-se a cada participante que priorizasse o ajuste de acordo com a nota ouvida, em detrimento da oitava a qual a nota pertencia. A seguinte instrução foi apresentada a cada participante:

*“Você ouvirá uma série de notas musicais. Após ouvir cada nota, você ouvirá um chiado. Logo em seguida, um tom contínuo será apresentado. Seu objetivo é ajustar esse tom contínuo àquela nota que você ouviu antes do chiado. Você não precisa alcançar a nota na oitava exata da nota apresentada, ou seja, você pode encontrar a mesma nota em oitavas diferentes. Esta resposta será válida. Para isso, você vai usar o mouse. No momento em que você julgar que o tom que você está ouvindo é igual ao tom que você ouviu antes do chiado, você deverá sinalizar, para que possa ser apresentada a próxima tentativa.”*

Sendo assim, os ajustes das frequências priorizaram a nota correta relacionada ao tom apresentado, independentemente da oitava à qual ela pertencia. A cada tentativa finalizada, o Gerador de Sinal era reajustado à frequência de 1000 Hz. As respostas obtidas foram comparadas entre os grupos, considerando-se a distância dos tons ajustados em comparação com os tons de referência, quantificados em semitons. Posteriormente, observou-se a distribuição dos dados para verificar o perfil característico de cada grupo, em relação à discriminabilidade dos estímulos, considerando-se um estudo de simetria e curtose. Para esta análise, foi utilizado o programa SPSS (18.0). Assim, a condição de Ouvido Absoluto foi avaliada para a alocação dos participantes nos grupos pesquisados.

## **TAREFA EXPERIMENTAL**

**OS ESTÍMULOS AUDITIVOS.** Para o procedimento experimental, elegeram-se os timbres de flauta transversal, piano, violão e voz humana. A escolha destes estímulos se

deveu ao fato de apresentarem a possibilidade da utilização de uma mesma tonalidade para as notas apresentadas, minimizando a variação de frequências.

Todos os timbres foram gravados e editados em estúdio profissional com tratamento acústico, e formatados com duração de 450 ms, intensidade de 65 dB e tempo de decaimento de 100 ms. Mantiveram-se as características de tempo de ataque para cada tom gerado, a fim de preservar os aspectos de timbre inerentes a cada instrumento, bem como na voz humana. Todos os estímulos foram editados com a utilização do software Nuendo (versão 3.2), tendo sido utilizados um compressor, a fim de estabelecer um limite de intensidade para os tons gravados (65dB) e regular tempo de decaimento dos estímulo. Ainda, fez-se uso de equalizadores para controle do sinal acústico e estabelecimento de parâmetro das frequências utilizadas. Complementarmente, para timbres de violão e voz humana, aplicou-se tratamento com o software Melodyne (versão 1.0) para editar os tons gravados. Nesta etapa, cada nota tocada foi corrigida para a frequência desejada, considerando-se a distribuição espectral dos estímulos, a fim de ajustá-la e afiná-la. Por fim, cada tom foi transformado para o formato Wave (.wav).

Os timbres de voz e violão foram gerados e tratados no próprio estúdio. Utilizou-se um microfone MXL (Marshall Electronics) para captação do som. Para a produção dos timbres de voz humana, um cantor profissional, do sexo masculino e 27 anos de idade cantou todas as notas, individualmente, utilizando-se dos tons gerados pelo *software* Pianissimo para entoar as notas pretendidas. Para a produção dos timbres de piano, foi utilizado o software Pianissimo (versão 1.0). Os timbres de flauta foram gerados pelo software Garritan Personal Orchestra (versão 1.0). Para a geração do ruído branco, com duração de 16 segundos e intensidade de 65 dB, utilizou-se o software Audacity (versão 2.0.0).



As notas tocadas compreenderam os tons referentes à escala cromática (12 semitons), variando do Dó<sub>2</sub> ao Si<sub>3</sub>, conforme a seguinte especificação:

|                            |                              |                             |                              |
|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Dó <sub>2</sub> = 65,41Hz  | Fa# <sub>2</sub> = 92,50Hz   | Dó <sub>3</sub> = 130,80Hz  | Fa# <sub>3</sub> = 185,00Hz  |
| Dó# <sub>2</sub> = 69,30Hz | Sol <sub>2</sub> = 98,00Hz   | Dó# <sub>3</sub> = 138,60Hz | Sol <sub>3</sub> = 196,00Hz  |
| Ré <sub>2</sub> = 73,42Hz  | Sol# <sub>2</sub> = 103,80Hz | Ré <sub>3</sub> = 146,80Hz  | Sol# <sub>3</sub> = 207,70Hz |
| Ré# <sub>2</sub> = 77,78Hz | Lá <sub>2</sub> = 110,00Hz   | Ré# <sub>3</sub> = 155,60Hz | Lá <sub>3</sub> = 220,00Hz   |
| Mi <sub>2</sub> = 82,41Hz  | Lá# <sub>2</sub> = 116,50Hz  | Mi <sub>3</sub> = 164,80Hz  | Lá# <sub>3</sub> = 233,10Hz  |
| Fá <sub>2</sub> = 87,31Hz  | Si <sub>2</sub> = 123,50Hz   | Fá <sub>3</sub> = 174,60Hz  | Si <sub>3</sub> = 246,90Hz   |

**PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.** Seguiu-se a tarefa experimental de julgamento de tons musicais, adotando-se o procedimento psicofísico de discriminação “Mesmo-Diferente”. O participante deveria comparar e julgar se uma nota apresentada (estímulo-alvo) era igual ou diferente de outra previamente apresentada como tom de referência. Uma vez alocado na cabine acústica, devidamente posicionado e munido de fone de ouvido e mouse, uma tela de boas-vindas foi apresentada, contendo a seguinte instrução, no monitor localizado à frente do participante:

*“Seja bem-vindo! Este é um teste de comparação de notas musicais. Uma nota será tocada. Depois você ouvirá um chiado. Ao fim do chiado você ouvirá uma outra nota. Você deverá julgar, com maior rapidez e precisão possível, se esta nota é igual ou diferente da primeira. Caso sejam iguais, aperte a tecla ‘1’. Se forem diferentes, aperte a tecla ‘2’. E aguarde uma nova tentativa. Clique em ‘espaço’ para começar”.*

Após o clique na tecla “espaço”, uma tela azul, com duração de 2 segundos era apresentada, indicando o início da primeira tentativa. Em seguida, um estímulo (tom de referência) era apresentado em um dos timbres específicos, com duração de 450 ms e

intensidade de 65 dB. Apresentado o primeiro estímulo, seguia-se um intervalo de 16s, preenchido com ruído branco. Após o intervalo, um segundo estímulo (tom-alvo) era apresentado, com as mesmas características de timbre, duração e intensidade do tom de referência, mas diferindo do primeiro estímulo somente em frequência. Formaram-se os pares de uma mesma tentativa de maneira que a distância entre eles se deu sem diferença ou com diferenças entre o intervalo de 1 ou 2 semitons, tanto abaixo quanto acima da nota apresentada, caracterizando uma amostra pseudo-randomizada, a fim de evitar a apresentação de notas consecutivas sequencialmente, dentro de uma escala. Sendo assim, cada timbre apresentou 10 pares de notas iguais, 10 pares de notas com diferenças de um semitom abaixo ou acima, sendo cinco pares para cada uma destas condições e 10 pares de notas com diferenças de dois semitons abaixo ou acima, sendo cinco pares para cada uma destas condições.

Uma vez apresentado o tom-alvo, o participante realizava a resposta de julgamento. O tempo máximo para emissão de uma resposta foi estipulado em cinco segundos. Após esse período, ou imediatamente após uma resposta executada, uma tela preta com duração de um segundo era apresentada, indicando o final da tentativa. Se o participante ultrapassasse o tempo limite para julgamento, a tentativa se encerrava e sua resposta era computada como “omissão”. Feito isso, procedia-se ao próximo julgamento, com um intervalo de 2s entre tentativas.

As tentativas foram organizadas em três blocos, com 40 tentativas para cada bloco, com intervalo de 30 segundos de descanso entre os blocos. Neste intervalo a tela do monitor apresentava um texto indicando que o participante aguardasse uma nova tentativa, até que a mensagem desaparecesse do monitor e a tela azul reaparecesse, indicando o início do próximo bloco de tentativas. Ao total, foram apresentados 120 pares de estímulos para a tarefa de discriminação, sendo 30 pares para cada timbre. O

tempo médio de aplicação do procedimento foi de 42 minutos. Ao término do bloco final de tentativas, a sessão se encerrava, com a indicação do fim do experimento ao participante, constando mensagem de agradecimento na tela do monitor:

*“Fim do experimento! Obrigado por sua participação!”*

Não foi dado *feedback* sobre desempenho de qualquer tentativa, ou seja, em momento algum o participante foi informado se a resposta que ele efetuou estava certa ou errada. Dos resultados obtidos, foi gerado relatório para análise dos dados.

Foram mensurados os tempos de reação para cada condição experimental, a fim de verificar o efeito da variável “timbre”, bem como para a variação de semitons apresentada em cada tentativa. As respostas dadas pelos participantes foram comparadas e analisadas em termos de acurácia, ou seja, o percentual de respostas corretas para cada timbre, considerando-se o efeito de timbre e da condição experimental na qual os participantes foram classificados.

#### **ANÁLISE DE DADOS DA TAREFA EXPERIMENTAL**

Foram comparados os tempos de reação intra-grupos e inter-grupos, considerando-se o tempo de estudo musical formal e idade dos participantes, bem como o desempenho inter-grupos em termos de acurácia de respostas, considerando as condições experimentais previamente explicitadas.

A adoção do procedimento psicofísico “mesmo-diferente” (AX), onde um estímulo de referência (A) é apresentado e seguido por outro estímulo (X) para que o participante julgue se o estímulo X é igual ou diferente ao tom previamente apresentado permitiu que, pudessem ser identificadas as respostas corretas para os itens propostos, obedecendo-se ao seguinte critério: (a) Respostas corretas – se “A” e “X” são julgados como iguais, sendo eles estímulos idênticos, ou seja, acerto; se “A” e “X” são julgados

como estímulos diferentes, sendo eles diferentes entre si, ou seja, rejeição correta; (b) Falso alarme – se “A” e “X” são julgados como iguais, sendo eles estímulos diferentes; se “A” e “X” são julgados como estímulos diferentes, sendo eles iguais.

Sendo assim, para cada item de discriminação julgado, a frequência de alternativas de respostas gerou uma matriz 2x2, sendo duas respostas possíveis consideradas como acerto e 2 consideradas como falso-alarme. Cada tentativa do participante, portanto, foi contabilizada separadamente e, ao final, uma análise de desempenho para cada condição experimental (timbres) foi computada por meio do registro do escore de respostas corretas (acerto e rejeição correta) e de falso-alarme, a fim de se verificar o padrão de desempenho de cada participante nas condições propostas.

Plotaram-se e analisaram-se os dados utilizando-se o software SPSS, versão 18.0. Foi realizada uma ANOVA para o desempenho dos participantes, considerando-se as diferenças inter-grupos para os timbre utilizados, acurácia na resposta e as variáveis demográficas propostas (anos de estudo formal e início de estudo formal em música). Ainda, realizou-se uma MANOVA para comparação do desempenho entre os grupos, considerando-se cada um dos timbres utilizados.

Como hipótese, esperava-se que os tempos de reação para estímulos com timbre de voz humana fossem maiores em comparação com os demais timbres e que o grupo “Ouvido Absoluto” apresentasse menor tempo de reação e maior acurácia (respostas corretas) na tarefa e julgamento.

## **RESULTADOS**

Para a composição dos grupos, consideraram-se os dois testes de Ouvido Absoluto. O primeiro teste (nomeação de notas) definiu a composição inicial dos grupos “Ouvido Absoluto” e “Não-Ouvido Absoluto”. Por meio do autorrelato, nove participantes afirmaram possuir Ouvido Absoluto. A fim de confirmar a existência de Ouvido Absoluto verbalizada pelos participantes, procedeu-se a apresentação dos tons a serem nomeados. O segundo teste (equiparação de frequências) confirmou a condição dos participantes para composição de cada grupo, previamente analisada por meio do teste de nomeação, apontando um perfil de distribuição dos dados obtidos em cada grupo, em termos de frequência de respostas.

Posteriormente, seguiu-se a análise dos dados obtidos no procedimento psicofísico, considerando-se os tempos de reação e julgamento dos timbres utilizados. Em conjunto, estas informações serviram como base para a análise dos efeitos de timbre no reconhecimento de tons musicais dos grupos estudados. Dos sete participantes iniciais que compuseram o grupo “Ouvido Absoluto”, apenas seis compareceram a esta etapa. Portanto, somente estes dados foram considerados para análise.

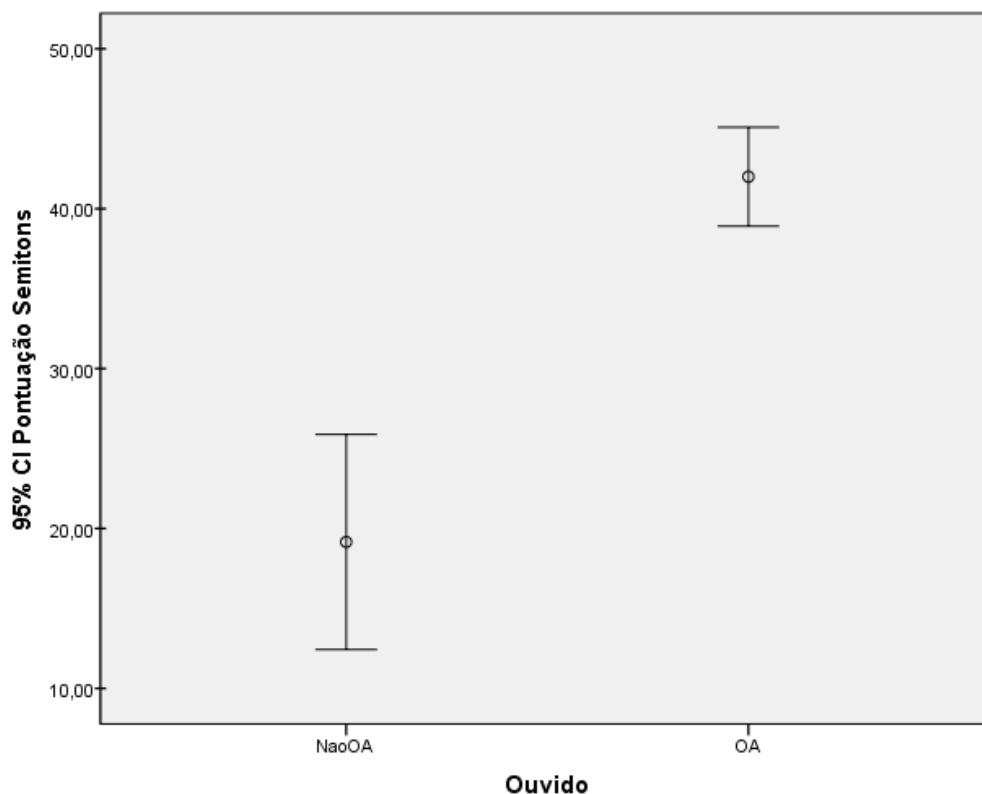
### **TESTE DE OUVIDO ABSOLUTO – NOMEAÇÃO DE TONS**

Para a análise dos resultados, aplicou-se o protocolo proposto por Baharloo et al. (1998): para a nomeação correta de cada um dos 48 tons apresentados, atribuiu-se um ponto; caso a nomeação diferisse em meio tom de distância, tanto abaixo ou acima, do tom de referência, atribuiu-se  $\frac{3}{4}$  de ponto; nenhum ponto foi atribuído para qualquer outra resposta, tomando-se o tom apresentado como referência,. A adoção destes critérios se baseia no fato de que estudos prévios sugerem que pessoas com Ouvido

Absoluto podem apresentar erros em nomeação de notas com variação de um semitom (Miyazaki, 1988).

Os resultados obtidos e codificados como acima descrito indicaram que dos nove participantes que se auto avaliaram como possuidores de Ouvido Absoluto, sete obtiveram pontuação superior a 80% do escore total (38,4 pontos). Desta forma, a distribuição dos participantes entre os grupos para a pesquisa foi composta de 11 participantes no grupo “Não-Ouvido Absoluto”, sendo 5 homens e 6 mulheres, com idade média de 31,2 anos ( $dp=10,0$ ), média de 18,4 anos de estudo musical formal ( $dp=7,91$ ) e pontuação média de 19,1 ( $dp=10,0$ ). O grupo “Ouvido Absoluto” foi composto de 7 participantes, sendo 5 homens e 2 mulheres, com idade média de 31,9 anos ( $dp=7,98$ ), média de 22,7 anos de estudo musical formal ( $dp=4,78$ ) e pontuação média de 42,0 ( $dp=3,34$ ).

Uma ANOVA revelou diferença significativa entre os grupos [ $F(1, 16) = 33,351$ ;  $p < 0,001$ ] considerando-se o desempenho na tarefa de nomeação de tons. Não se verificaram diferenças significativas entre os grupos no que tange à idade [ $F(1, 16) = 0,023$ ;  $p = 0,883$ ] e aos anos de estudo [ $F(1, 16) = 1,696$ ;  $p = 0,211$ ], indicando equivalência entre os grupos estudados quanto à idade e tempo de formação musical. O desempenho de ambos os grupos na tarefa de nomeação de tons é apresentado na Figura 1 e indica maior pontuação obtida pelo grupo “Ouvido Absoluto” em comparação com o grupo “Não-Ouvido Absoluto”, considerando-se intervalo de confiança de 95%.



**Fig.1** - Desempenho no teste de nomeação de notas dos grupos Não-Ouvido Absoluto (NaoOA) e Ouvido Absoluto (OA) em relação à pontuação obtida, com intervalo de confiança de 95%, considerando-se média e erro padrão.

### TESTE DE OUVIDO ABSOLUTO – EQUIPARAÇÃO DE FREQUÊNCIAS

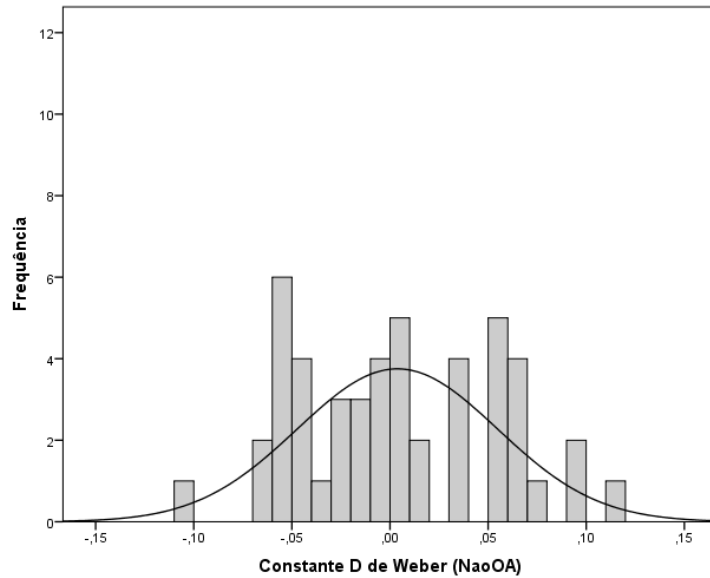
Sempre que necessário, foi transposto o tom de referência à oitava relativa ao tom de resposta que o participante efetuou. Esta transposição foi feita aplicando-se a lei de Weber para cada resposta realizada, a fim de se obter um indicador de discriminabilidade, ou seja, um valor para comparação entre a frequência padrão utilizada e a frequência produzida pelo participante em relação a esta frequência padrão, para cada estímulo apresentado. Por meio dela, pode-se inferir acerca da diferença entre o valor padrão do estímulo e o valor discriminado (Feitosa, 1996), em termos comparáveis para os diferentes estímulos, participantes e grupos:

$$D = (F_{\text{prod}} - F_{\text{padrão}}) / F_{\text{padrão}}$$

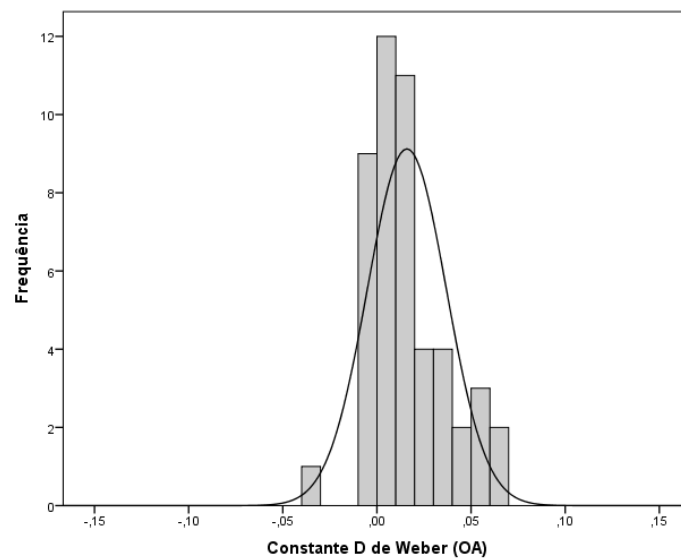
em que “D” representa a discriminabilidade das frequências, “ $F_{\text{padrão}}$ ” corresponde ao valor de frequência do estímulo padrão apresentado e “ $F_{\text{prod}}$ ” refere-se ao valor de frequência do estímulo produzido pelo participante e percebido como equivalente ao estímulo padrão. Desta forma, o índice obtido foi usado para descrever a distância relativa entre o valor de frequência ajustado e o tom de referência para cada estímulo.

O desempenho de cada grupo foi mensurado obtendo-se a média das respostas em cada frequência apresentada. Posteriormente, as médias para cada tom foram comparadas entre os grupos. Observou-se uma distribuição de valores que variaram no grupo “Não-Ouvido Absoluto” ( $-0,11 \leq D \leq +0,11$ ) e no grupo “Ouvido Absoluto” ( $-0,03 \leq D \leq +0,07$ ). Nesta forma de apresentação dos dados, os valores mais próximos de zero traduziram maior acurácia no ajuste do tom apresentado. Quanto mais distante de zero, menor a acurácia para discriminação do tom. Sendo assim, pode-se notar o melhor desempenho, em termos de ajuste de frequência, do grupo “Ouvido Absoluto” na tarefa de equiparação de frequências (Figura 2), para o qual as distâncias entre os tons padrão e ajustado são menores. A análise de distribuição dos dados apontou curtose de -0,697 e simetria de 0,144, para o grupo “Não-Ouvido Absoluto”, indicando distribuição negativamente assimétrica e menos centrada. Já a distribuição dos dados do grupo “Ouvido Absoluto” apresentou curtose de 0,251 e simetria de 0,723 característicos de distribuição assimétrica positiva e mais centrada.





**Fig. 2-** Desempenho do grupo “Não-Ouvido Absoluto” na tarefa de ajuste de tons, considerando-se o índice D de discriminabilidade em termos de distribuição das respostas dos participantes, para todos os tons testados.

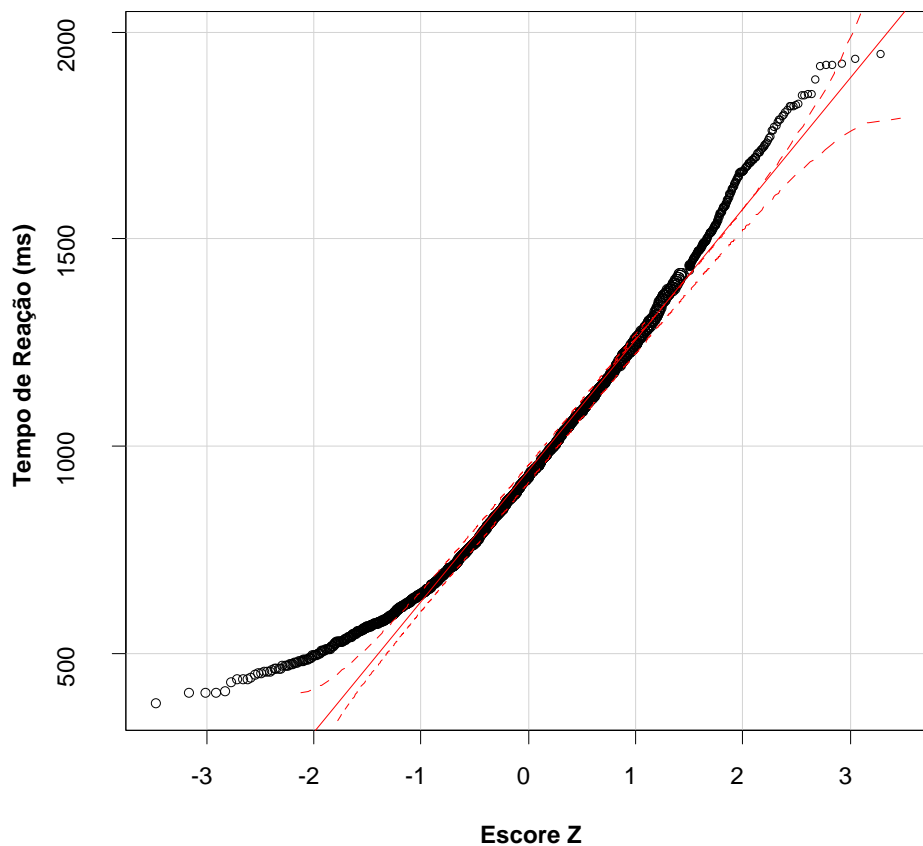


**Fig. 3-** Desempenho do grupo “Ouvido Absoluto” na tarefa de ajuste de tons, considerando-se o índice D de discriminabilidade em termos de distribuição das respostas dos participantes, para todos os tons testados.

Portanto, observou-se desempenho distinto para os grupos estudados, indicando a adequação do procedimento para a separação dos participantes em ambos os grupos testados. Seguiu-se, assim, à análise dos dados obtidos na tarefa de julgamento.

## **TAREFA EXPERIMENTAL**

Analisados os resultados obtidos na tarefa psicofísica, verificou-se que os tempos de reação variaram de 379 ms a 4060 ms. Uma primeira situação considerada para esta análise foi a de que tempos de reação muito baixos podem ser característicos de antecipação de resposta e, portanto, deveriam ser descartados. Igualmente, tempos de reação altos podem sugerir que a resposta efetuada não estava sob controle do estímulo. Dessa forma, estes dados foram excluídos para análise posterior. Buscou-se, portanto, verificar quais os tempos de reação deveriam ser considerados, descartando-se os *outliers*. Por meio de uma análise de resíduos (diagrama Q-Q), pode-se considerar que os tempos de reação entre 379 ms e 2000 ms apresentaram-se adequados, partindo-se do pressuposto de que os erros aleatórios distribuídos ao longo da reta obedeciam critérios de normalidade (Figura 4). Tempos de reação superiores a 2000 ms não foram considerados. Portanto, com base nestes critérios, 13 respostas de três participantes do grupo Ouvido Absoluto e 14 respostas de seis participantes do grupo Não-Ouvido Absoluto foram descartadas.



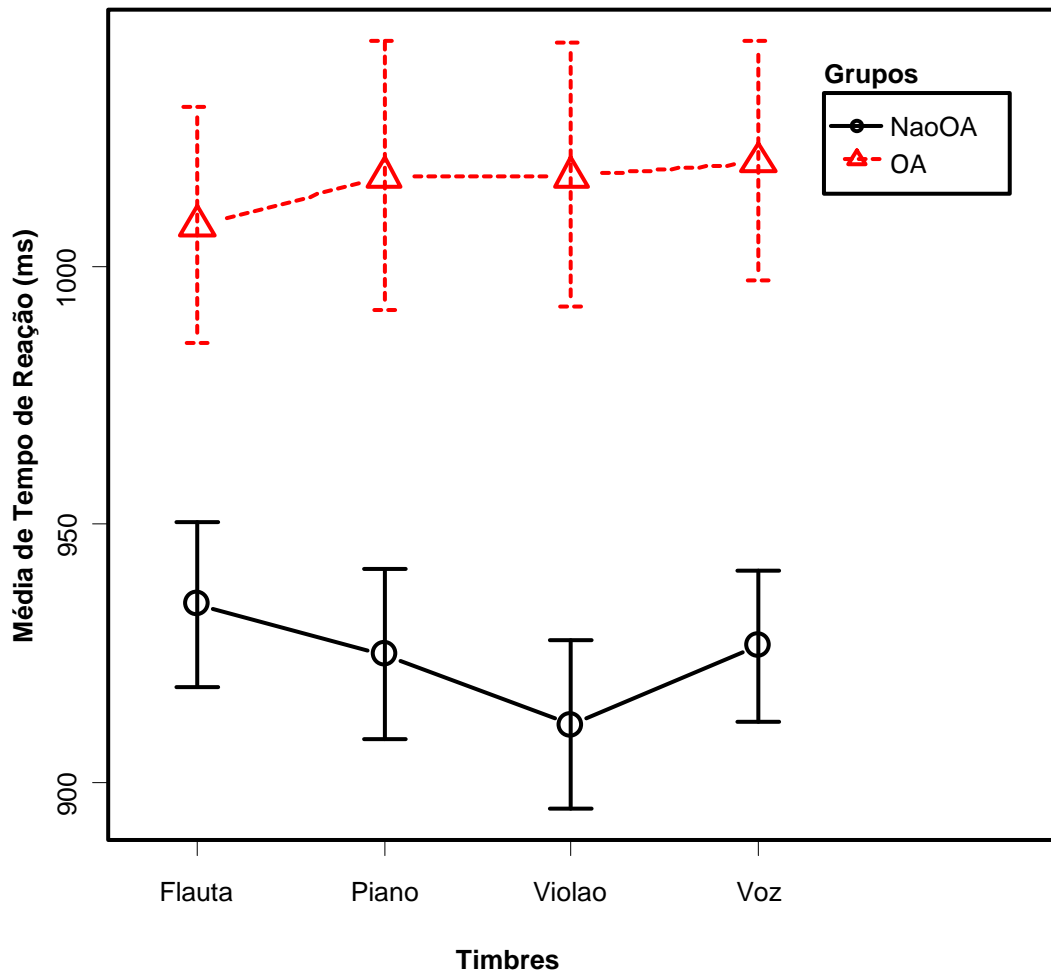
**Fig. 4** – Diagrama de resíduos (Q-Q) referente à distribuição dos tempos de reação obtidos, considerando-se o escore Z, para os grupos “Não-Ouvido Absoluto” e “Ouvido Absoluto”.

Ainda, considerando-se a tarefa psicofísica “mesmo/diferente”, somente os julgamentos corretos foram analisados, ou seja, se os pares foram julgados iguais, sendo eles iguais, ou se julgados diferentes, sendo eles diferentes. Sendo assim, das 2040 respostas obtidas 56 foram tratadas como falso alarme e, portanto, descartadas. Destas, 19 foram realizadas pelos participantes do grupo “Ouvido Absoluto” e 37 do grupo “Não-Ouvido Absoluto”. Uma ANOVA de um fator não revelou diferença significativa

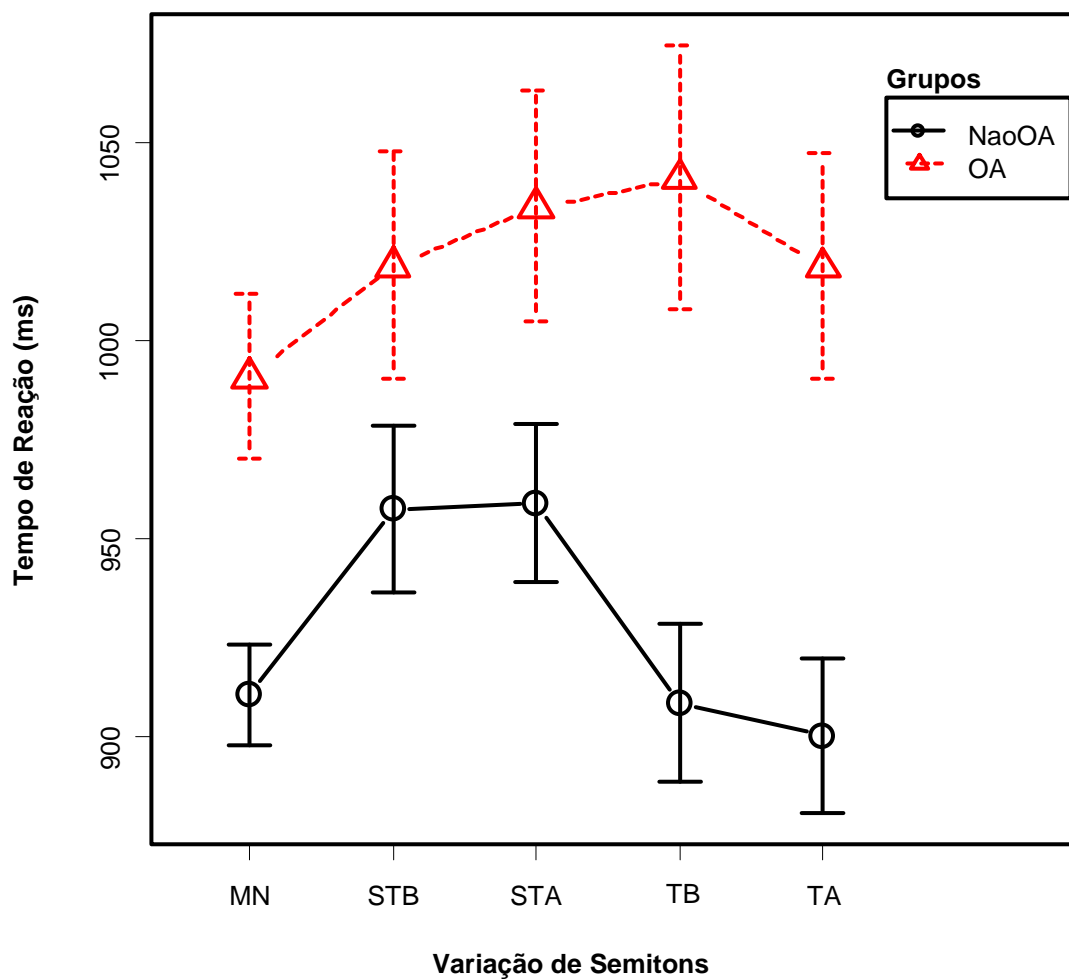
no número de julgamentos errados na tarefa experimental [ $F(1, 15) = 0,002$ ;  $p=0,96$ ], sugerindo nível de dificuldade equivalente para ambos os grupos na execução da tarefa. Não foram verificadas omissões de respostas em ambos os grupos.

Para as respostas corretas, os grupos foram comparados por meio de um teste-t para amostras independentes, considerando-se as médias do tempo de reação (grupo “Não-Ouvido Absoluto” = 924,22 ms; grupo “Ouvido Absoluto” = 1015,77 ms). Os resultados (Figura 5) revelaram diferença significativa entre os grupos “Ouvido Absoluto” e “Não-Ouvido Absoluto” [ $F(1, 1957) = 41,985$ ;  $p<0,001$ ]. No entanto, não se encontrou efeito dos timbres no tempo de reação tanto para o grupo “Ouvido Absoluto” [ $F(3, 684) = 0,048$ ;  $p=0,986$ ], quanto para o grupo “Não-Ouvido Absoluto” [ $F(3, 1266) = 0,372$ ;  $p=0,773$ ]. Complementarmente, utilizou-se uma MANOVA para comparar desempenho entre os grupos, considerando-se os quatro timbres estudados, com índice de significância inferior ao intervalo de confiança estipulado ( $p<0,01$ ). Nesta condição, também não se obteve efeito significativo [ $F(3, 1955) = 0,160$ ;  $p>0,90$ ], refutando a hipótese inicial de que timbres de voz humana propiciariam um tempo de reação maior.

A Figura 6 apresenta, em primeiro lugar, a comparação dos tempos de reação entre os grupos, considerando-se a variação em semitons. Os resultados apontaram efeito entre grupos [ $F(1, 1948) = 41,970$ ;  $p<0,001$ ]. No entanto, não se verificou efeito significativo da variação de semitons dentro do grupo “Ouvido Absoluto” [ $F(4, 683) = 0,601$ ;  $p=0,662$ ]. Vale ressaltar um nível de significância limítrofe para o grupo “Não-Ouvido Absoluto” [ $F(4, 1265) = 2,323$ ;  $p=0,06$ ], tanto para as condições de um (1) semitom abaixo, quanto um (1) semitom acima.



**Fig. 5** – Médias e erro padrão das médias para o Tempo de Reação dos grupos “Ouvido Absoluto” e “Não-Ouvido Absoluto”, para os diferentes timbres apresentados.



**Fig. 6** – Médias e erro padrão das médias para os Tempos de Reação entre os grupos “Não-Ouvido Absoluto” e “Ouvido Absoluto”, considerando-se a distância (variação de semitons) entre as notas apresentadas para julgamento: mesma nota apresentada (MN), 1 semitom abaixo (STB), 1 semitom acima (STA), 1 tom abaixo (TB) e 1 tom acima (TA).

O padrão de resultados apresentados evidenciou, inicialmente, uma diferença significativa no tempo de reação entre grupos estudados. Pessoas com Ouvido Absoluto apresentaram tempo de reação maior para a tarefa de julgamento

de tons musicais. Este resultado não pode ser atribuído à dificuldade da tarefa, uma vez que não houve diferença significativa entre os grupos no número de erros de julgamento apresentados ( $p=0,96$ ). Da mesma forma, esta diferença não pode ser atribuída aos fatores “idade” ou “anos de estudo em música” porque não se encontraram diferença significativa entre os grupos em relação a estas variáveis. Ainda, não se encontraram diferenças significativas de tempo de reação para diferentes timbres utilizados intra grupos. O mesmo pode ser observado em relação aos tempos de reação considerando as distâncias entre as notas de referência e seus pares, na tarefa de julgamento, onde não se observaram valores estatísticos significativos em relação a estes itens.

## DISCUSSÃO

O primeiro aspecto a ser considerado diz respeito à composição dos grupos. A ausência de voluntários com Ouvido Absoluto e sem treinamento musical não permitiu um estudo acerca das possíveis interferências do treinamento musical no desenvolvimento da habilidade. Este aspecto implicaria em possíveis contribuições sobre os mecanismos perceptuais, cognitivos e desenvolvimento do Ouvido Absoluto, uma vez que o estudo da resposta motora na tarefa de discriminação poderia traduzir diferenças relativas ao processamento da informação auditiva nestes grupos.

Dois fatores podem ser associados à ausência de participantes com Ouvido Absoluto: o primeiro refere-se ao desconhecimento da população de não-músicos ou de músicos iniciantes em relação à habilidade de Ouvido Absoluto. Os chamados para a pesquisa, junto aos espaços públicos utilizados, privilegiaram o contato com músicos com conhecimento acerca do objeto de estudo. Um segundo fator refere-se à ideia corrente de que a habilidade limita-se a músicos com treinamento formal, refletindo uma característica encontrada nos próprios estudos sobre o tema (Bachem, 1955; Profita & Bider, 1988; Schulze et al., 2012). As indicações de voluntários para a pesquisa foram em sua maioria feitas por professores de escolas de música e, neste caso, somente alunos com maior tempo de estudo ou outros professores foram indicados. Por si, isto reflete a vinculação direta da condição de Ouvido Absoluto à capacidade de se associar um determinado tom a um rótulo verbal que o identifique (Levitin & Rogers, 2005), bem como a ausência ou limitação de ferramentas capazes de identificar esta habilidade em pessoas que não se enquadram neste contexto específico. Em conjunto, estas assertivas trazem à tona a problemática referente à limitação do estudo do tema dentro de um nicho específico (Ross et al, 2005), dificultando ou minimizando a melhor



compreensão do Ouvido Absoluto, seja pelo desconhecimento da população não-música da habilidade ou pela aplicação estrita do conceito na população de músicos.

Considerando-se a tarefa experimental, os resultados obtidos mostraram a ausência de efeito do timbre no tempo de reação dos participantes, não somente quando comparadas as médias do grupo “Ouvido Absoluto”, mas, também, quando analisado o padrão de resposta obtido no grupo “Não-Ouvido Absoluto”. A rejeição da hipótese inicialmente adotada, de um maior tempo de reação para o timbre de voz humana, pode ser compreendida como possível efeito da característica dos estímulos no estudo. O timbre pode ser descrito como um atributo de um som específico que depende de aspectos multidimensionais que possibilitem sua distinção de outro som, ainda que a altura e frequência sejam a mesma (Risset & Wessel, 1999). Da mesma forma, a fonte (processo físico gerador de energia) e o filtro (componente por onde a energia gerada é propagada) são fundamentais para a manutenção ou caracterização de um dado timbre (Handel, 1995). Aspectos como intensidade percebida, envelope de amplitude, espectro e flutuações de altura e intensidade também podem afetar diretamente a sua percepção. No caso da percepção de voz humana, a estrutura dos formantes parece assumir um papel também preponderante (Loureiro & Paula, 2006; Risset & Wessel, 1999), influenciando na caracterização da onda sonora gerada pelo estímulo.

Com base nessas informações, há de se considerar o fato de que os estímulos utilizados neste trabalho sofreram alterações ao longo do processo de gravação. Em primeiro lugar, fez-se uso de compressores, um filtro comum em processos de masterização de som. O principal objetivo desse filtro é estabelecer limites de intensidade como parâmetro para todos os estímulos gravados. Desta forma, os sinais acústicos são captados e transformados para o nível de sinal pré-estabelecido, a fim de

ajustar o tom ao que se pretende. Outra função do compressor é a regulação do fade in (ataque) e fade out (decaimento) característico do som.

Além do uso de compressores, um software (Melodyne) foi utilizado para o processo de ajuste (correção) e afinação da voz e violão para as frequências desejadas. O objetivo foi garantir que o tom representasse exatamente a nota desejada, a fim de facilitar a sua identificação para os participantes da pesquisa. No entanto, o uso da ferramenta tem, como característica, a extração de frequências de afinação e sua transformação em um sinal acústico dentro da faixa exata de frequência desejada. Em outras palavras, esta transformação interfere, diretamente, na forma de onda gerada para a frequência tocada, um aspecto essencial para a identificação de timbre. Como consequência, para estes estímulos, as características de timbre podem ter sofrido efeito do processo e, por conseguinte, modificado a característica natural do tom gravado, assemelhando-os a um estímulo sintetizado.

Por fim, equalizadores também foram usados, com a função de manter parâmetros de frequência para todos os timbres estudados, controlando o ganho e atenuação do sinal acústico, além de possíveis distorções derivadas do ambiente ou dos aparelhos utilizados para a gravação. Desta forma, a alteração na característica original do timbre de voz humana e violão pode ter interferido no tempo de reação a estes estímulos. Sugere-se, em um estudo posterior, a utilização de estímulos de voz humana e dos demais timbres sem o processo de masterização, a fim de verificar se, nestas condições, há mudança no padrão de resposta de pessoas com Ouvido Absoluto, haja vista a interferência de modificações da natureza do estímulo tonal no tempo de reação de pessoas com conhecimento musical (Agus, Suied, Thorpe & Pressnitzer, 2012).

Ao contrário do que se previa, pessoas com Ouvido Absoluto apresentaram tempo de reação significativamente maior do que pessoas sem Ouvido Absoluto. Ao mesmo tempo, os dados obtidos sugerem um mesmo nível de dificuldade para ambos os grupos, tomando-se como base a ausência de diferença significativa no número de erros apresentados. A diferença encontrada em tempo de reação pode sugerir um processamento diferenciado da informação acústica para pessoas com Ouvido Absoluto. Estudos prévios sugerem maior acurácia e mais rapidez para resolução de tarefas de identificação de timbres e nomeação de notas em pessoas com Ouvido Absoluto (Crummer et al., 1994; Miyazaki, 1988; Vanzella & Schellenberg, 2010). À luz destas pesquisas, portanto, os resultados obtidos apresentam divergência.

No entanto, pesquisas sobre Ouvido Absoluto utilizam-se, frequentemente, do emparelhamento de uma informação acústica com um timbre específico a uma rotulação linguística, ou seja, procedimentos em que a tarefa é de nomeação de uma nota apresentada ou identificação do timbre apresentado, bem como a mera discriminação de timbres. O delineamento do presente trabalho envolveu, sim, a utilização de timbres distintos. No entanto, o uso dos timbres esteve vinculado a uma tarefa de julgamento de pares de notas, ou seja, uma tarefa envolvendo um componente de identificação de timbre e um planejamento de uma ação motora para a classificação dos estímulos apresentados, em função de sua discriminabilidade. Considerando-se essa característica, é de se esperar que a natureza intrínseca à resolução da tarefa apresentada aos participantes no presente trabalho pressupõe uma atividade cognitiva mais complexa para pessoas com Ouvido Absoluto, aliando-se um processo senso-perceptual a um componente linguístico (semântico), um componente de memória de longo prazo e um último de tomada de decisão para a efetivação de uma resposta motora. Portanto, a estratégia cognitiva utilizada pode ser diferenciada em ambos os grupos, traduzindo em

um tempo maior para a execução da tarefa. Este resultado encontra respaldo na literatura, ao se verificar maior tempo na resolução de tarefa de discriminação de timbres de instrumentos musicais e voz humana (Chartrand & Belin, 2006). O oposto pode ser verificado em pessoas sem Ouvido Absoluto. A informação processada para a efetivação de uma resposta motora encontra argumentos na literatura para que seja entendida como um efeito mais proeminente da mera resolução da informação em nível perceptual, aliada à memória de curto prazo, sem a participação de um componente linguístico (Levitin & Rogers, 2005; Ross et al, 2004). Desta forma, verifica-se um processamento de caráter mais primitivo, menos complexo, do ponto de vista de operações participativas no processo, resultando no menor tempo de reação.

Ainda, deve-se considerar o efeito de *expertise*. A natureza da tarefa psicofísica proposta sugere um julgamento sobre a comparabilidade de dois estímulos apresentados sequencialmente. Estudos prévios indicam que o desempenho otimizado em uma determinada tarefa está diretamente vinculado a uma fase de aprendizagem, ou seja, à exposição contínua relacionada à natureza da tarefa, até que se alcance um nível de automatização da resposta para aquela habilidade (Ericsson, Krampe, & Tesch-Romer, 1993). Ainda, estudos apontam efeitos da representação mental da atividade realizada como um aspecto essencial para o melhor desempenho, utilizando-se dos modelos aprendidos previamente como um facilitador do planejamento e avaliação da melhor ação a ser efetivada (Ericsson & Lehmann, 1996). No entanto, esta facilidade tende a diminuir consideravelmente, quando uma determinada situação apresentada difere dos modelos previamente armazenados na memória de longo prazo (Ericsson, 2006).

Aplicando-se estas assertivas à tarefa proposta neste experimento, pode-se supor que o maior tempo de reação em pessoas com Ouvido Absoluto pode ser justificada pela ausência de um modelo prévio na execução de julgamentos de pares de tons

musicais. Em outras palavras, a *expertise* não exerceria efeito no desempenho dos participantes desta pesquisa, ainda que a habilidade estudada seja um aspecto diferencial entre os grupos pesquisados. Esta afirmação vai de encontro com a prática das atividades propostas em escolas musicais. Nestas, as provas comumente se limitam à associação de um tom específico a um rótulo verbal, o que, por si, modifica a natureza e o processamento da informação em nível perceptual e cognitivo. Aliado a estes aspectos, deve-se considerar que todos os estímulos utilizados podem ser caracterizados como tons sintetizados. Desta forma, as características destes estímulos também podem diferir dos estímulos originais de cada um destes instrumentos musicais, por não serem os sons originais que compõem a prática diária de cada um dos participantes. Portanto, deve-se questionar a perícia e os efeitos destes aspectos em pessoas com Ouvido Absoluto na resolução de uma tarefa que se diferencie tanto em relação à natureza da tarefa quanto à natureza dos estímulos.

Os testes de Ouvido Absoluto utilizados também se mostraram importantes no trabalho, uma vez que corroboram a ideia de que testes de Ouvido Absoluto podem ser aplicados independentemente de um treinamento musical formal. O teste de ajuste de tons mostrou, claramente, uma diferença proeminente na distribuição das respostas de ambos os grupos. Esta diferença indica que a habilidade na identificação mais precisa de frequências auditivas, característica de pessoas com Ouvido Absoluto, independe da capacidade de nomeá-la de maneira adequada. Parece, portanto, um argumento a favor de um processamento diferenciado da informação em nível perceptual (Ross et al., 2003; Ross et al., 2004) nessa população específica e que, no entanto, pode não explicar, por si, o fenômeno por completo. Esta afirmativa se pauta nas diferenças características desse grupo em tarefa que demande participação de processamento da

informação em níveis superiores do cérebro, como no tempo de reação verificado neste trabalho, em função do julgamento de notas musicais.

É interessante notar, nesta mesma tarefa, que os valores obtidos pelo grupo Ouvido Absoluto apresentaram um pequeno desvio à direita do valor exato da frequência (zero), sugerindo a produção de uma frequência mais alta que a referência. Uma possível explicação acerca deste dado é o fato de que a percepção da frequência pode ter sofrido efeito de dois fatores. O primeiro se refere ao intervalo inter-estímulos, preenchido com ruído branco. Este período pode ter interferido na representação absoluta da frequência, em nível perceptual, modificando a característica do tom percebido alocado em um sistema de memória de curto prazo que sirva como referência para a resposta. O segundo diz respeito ao tom contínuo de 1000 Hz utilizado em cada tentativa. A existência deste estímulo constante, por si, pode ter alterado a representação da frequência previamente ouvida pelo participante, gerando o desvio observado.

Deve-se considerar, para os resultados alcançados, o número de participantes da pesquisa. Efetivamente, a quantidade restrita de voluntários e o número reduzido de participantes que compuseram o grupo “Ouvido Absoluto” devem ser apontados como um possível fator influente nos resultados obtidos em relação aos tempos de reação. Embora se tenham encontrado diferenças significativas entre os grupos estudados, em relação ao tempo de reação, o número reduzido de participantes pode limitar afirmações relativas à magnitude do efeito observado, bem como na sua relação com a frequência em que o fenômeno pode ser verificado, considerando-se mais casos de pessoas com Ouvido Absoluto. Portanto, uma amostra maior poderia influenciar diretamente nos resultados obtidos pelo experimento. É interessante notar, nesse sentido, que inicialmente este grupo era composto por um número maior de participantes. No entanto, com a aplicação do teste de nomeação de notas, alguns voluntários não

alcançaram escores que os habilitassem a compor o grupo “Ouvido Absoluto”. Isto reflete um aspecto curioso em relação à testagem desta condição nas escolas de música. De acordo com os dados obtidos pelo questionário demográfico, apenas dois participantes relataram ter participado de testes formais em relação à sua condição de Ouvido Absoluto. Os demais participantes que o afirmaram, disseram nunca ter recorrido a testagem formal prévia, revelando certa fragilidade no uso do conceito por parte da população de músicos. Esta é uma informação relevante, uma vez que tanto o conceito inerente ao termo quanto o estudo de sua prevalência e aplicações experimentais podem sofrer influências da forma como esta identificação é realizada.

Por fim, deve-se destacar a variabilidade em tempo de reação para ambos os grupos estudados. Dentro do mesmo grupo, verificaram-se tempos distintos para os participantes. Esta variabilidade pode ter influenciado os resultados obtidos, ao se pontuar que em alguns casos, os padrões de respostas mostraram-se bastante distintos do restante do grupo. O estabelecimento de uma linha de base para os tempos de reação de cada participante, previamente à apresentação do procedimento psicofísico, estipularia um tempo de reação esperado. Posteriormente, este tempo de reação poderia ser comparado com os tempos de reação obtidos após a tarefa experimental, a fim de estabelecer um valor médio para o tempo de reação de cada grupo e estudar o efeito da tarefa nessa variável. Outra tentativa de minimizar os possíveis efeitos da variabilidade encontrada seria a adoção de um treinamento prévio para a tarefa. A familiarização preliminar poderia resultar em uma maior equiparação entre os grupos, em relação ao tempo utilizado para a execução da tarefa. Ainda, o uso de interfaces alternativas para captação do tempo de reação, como *joystick*, poderia aumentar a precisão no registro do tempo de reação, minimizando os efeitos da variabilidade encontrada e pontuando-se a interferência do procedimento no padrão de resposta apresentado por cada indivíduo.

## CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

Músicos com Ouvido Absoluto apresentam maior acurácia em tarefa de nomeação de notas musicais do que músicos sem Ouvido Absoluto. Ainda, músicos com Ouvido Absoluto processam a informação tonal de maneira distinta de músicos sem Ouvido Absoluto, considerando-se o tempo de reação lentificado para a resolução da tarefa de discriminação de estímulos musicais. Embora uma das justificativas para esta ocorrência resida no fato de que pessoas com Ouvido Absoluto possam demandar maior tempo para a resolução da tarefa em virtude da associação de conteúdo tonal ao linguístico para a efetivação de uma resposta, esta diferença, pode não ser devida exclusivamente à associação desses fatores. Esta assertiva pode encontrar respaldo na distribuição diferenciada dos resultados referentes ao teste de ajuste de tons. A distribuição das respostas mais centradas em zero dos participantes com Ouvido Absoluto sugere um desempenho diferenciado da tarefa em nível perceptual, independentemente da capacidade de nomear a nota tocada, ou seja, independentemente de um caráter simbólico associado à tarefa.

Considerando-se os timbres utilizados, não se verificaram diferenças relativas ao tempo de reação dos dois grupos, indicando a ausência de efeito desta variável no processamento da informação. No entanto, este resultado pode ser reflexo do tratamento acústico aplicado aos estímulos vocais em seu processo de gravação em estúdio, gerando alterações na composição espectral. O uso de estímulos de voz humana sem utilização de softwares de afinação ou processos de gravação que não afetem as características originais do timbre podem compor elementos que contribuam para a melhor compreensão do fenômeno estudado.



## REFERÊNCIAS

- Agus, T. R., Suied, C., Thorpe, S. J. & Pressnitzer, D. (2012). Fast recognition of musical sounds based on timbre. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(5), 4124-4133.
- American National Standards Institute (1973). *Psychoacoustical terminology*. New York: ANSI.
- Bachem, A. (1937). Various types of absolute pitch. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 9, 146-157.
- Bachem, A. (1955). Absolute pitch. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 27, 1180-1185.
- Baharloo, S., Johnston, P. A., Service, S. K., Gitschier, J. & Freimer, N. B. (1998). Absolute pitch: An approach for identification of genetic and gongenetic components. *The American Journal of Human Genetics*, 62(2), 224-231.
- Belin, P. F. & Bédard, C. (2004). Thinking the voice: Neural correlates of voice perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 129-135.
- Belin, P.F., Zatorre, R. J. & Ahad, P. (2002). Human temporal-lobe response to vocal sounds. *Cognitive Brain Research*, 13, 17-26.
- Belin, P.F., Zatorre, R. J., Lafaille, P., Ahad, P. & Pike, B. (2000). Voice-selective areas in human auditory cortex. *Nature*, 403(20), 309-312.
- Brancucci, A., Nuzzo, M. & Tommasi, L. (2009). Opposite hemispheric asymmetries for pitch identification in absolute pitch and non-absolute pitch possessors. *Neuropsychologia*, 47, 2937-2941.
- Chartrand, J.-P. & Belin, P. (2006). Superior voice timbre processing in musicians. *Neuroscience Letters*, 405(3), 164-167.
- Creel, S. C. & Tumlin, M. A. (2012). Online recognition of music is influenced by relative and absolute pitch information. *Cognitive Science*, 36, 224-260.
- Crummer, G. C., Walton, J. P., Wayman, J. W., Hantz, E. C. & Frisina, R. D. (1994). Neural processing of musical timbre by musicians, nonmusicians and musicians possessing absolute pitch. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 95(5), 2720-2727.
- Deutsch, D. (2002). The puzzle of absolute pitch. *Current Directions in Psychological Science*, 11(6), 200-204.
- Deutsch, D., Dooley, K., Henthorn, T. & Head, B. (2009). Absolute pitch among students in an American music conservatory: Association with tone language fluency. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125(4), 2398.
- Ericsson, K. A. (2006). The influence of experience and deliberate practice on the development of superior expert performance. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. Feltovich, and R. R.

- Hoffman, R. R. (Eds.). *Cambridge handbook of expertise and expert performance* (pp. 685-706). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T. & Tesch-Romer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, *100*(3), 63–406.
- Ericsson, K. A. & Lehmann, A. C. (1996). Expert and exceptional performance: Evidence of maximal adaptation to task constraints. *Annual Review of Psychology*, *47*, 273-305.
- Feitosa, M. A. G. (2010). Teoria e métodos em psicofísica. In L. Pasquali (Org.), *Instrumentação psicológica: Fundamentos e práticas* (pp. 79-103). Porto Alegre: ArtMed.
- Gregersen, P., Kowalsky, E., Kohn, N. & Marvin, E. (2000). Early childhood music education and predisposition to absolute pitch: Teasing apart genes and environment. *American Journal of Medical Genetics*, *98*, 280-282.
- Halpern, A. R. (1989). Memory for the absolute pitch of familiar songs. *Memory & Cognition*, *17*(5), 572-581.
- Handel, S. (1995). Timbre perception and auditory object identification. In B. C. J. Moore (Ed.), *Hearing* (pp. 425-461). San Diego, California: Academic Press.
- Hauser, M. D. & McDermott, J. H. (2003). The evolution of music faculty: A comparative perspective. *Nature*, *6*(7), 663-668.
- Jones, M. R., Moynihan, H., MacKenzie, N. & Puente, J. (2002). Temporal aspects of stimulus-driven attending in dynamic arrays. *Psychological Science*, *13*(4), 313-319.
- Koelsch, S., Kasper, E., Sammler, D., Schulze, K., Gunter, T. & Friederici, A. D. (2004). Music, language and meaning: Brain signature of semantic processing. *Nature Neuroscience*, *16*, 479-495.
- Kraus, N., Skoe, E., Parbery-Clark, A. & Ashley, R. (2009). Experience-induced malleability in neural encoding of pitch, timbre, and time implications for language and music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1169*, 543-557.
- Levitin, D. J. (1994). Absolute memory for musical pitch: evidence from the production of learned memories. *Perception & Psychophysics*, *56*(4), 414-423.
- Levitin, D. J. & Rogers, S. E. (2005). Absolute pitch: perception, coding, and controversies. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*(1), 26-33.
- Levy, D. A., Granot, R. & Bentin, S. (2001). Processing specificity for human voice stimuli: Electrophysiological evidence. *Neuroreport*, *12*(12), 2653-2657.
- Loureiro, M. A. & Paula, H. B. (2006). Timbre de um instrumento musical: caracterização e representação. *Per Musi*, *14*, 57-81.
- Luce, R. D. (1986). *Response times: Their role in inferring elementary mental organization*. New York, Oxford University Press.

- McDermott, J. H. & Oxenham, A. J. (2009). Music perception, pitch, and the auditory system. *Current Opinion in Neurobiology*, 18(4), 452-463.
- Miyazaki, K. (1988). Musical pitch identification by absolute pitch possessors. *Perception & Psychophysics*, 44(6), 501-512.
- Miyazaki, K. & Rakowski, A. (2002). Recognition of notated melodies by possessors and nonpossessors of absolute pitch. *Perception & Psychophysics*, 64, 1337-1345.
- Nikjeh, D. A., Lister, J. J. & Frisch, S. A. (2009). Preattentive cortical-evoked responses to pure tones, harmonic tones, and speech: Influence of music training. *Ear & Hearing*, 30(4), 432-446.
- Pantev, C., Roberts, L. E., Schulz, M., Engelien, A. & Ross, B. (2001). Timbre-specific enhancement of auditory cortical representations in musicians. *Neuro Report*, 12(1), 959-965.
- Profita, J. & Bidder, T. G. (1988). Perfect pitch. *American Journal of Human Genetic*, 29, 763-771.
- Risset, J. C. & Wessel, D. L. (1999). Exploration of timbre by analysis and synthesis. In D. Deutsch (Ed.). *The Psychology of Music* (pp. 25-58). San Diego, California: Academic Press.
- Roederer, J. G. (2002). *Introdução à física e psicofísica da música*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Ross, D. A., Gore, J. C. & Marks, L. E. (2005). Absolute pitch: Music and beyond. *Epilepsy & Behavior*, 7, 578-601.
- Ross, D. A. & Marks, L. E. (2009). Absolute pitch in children prior to the beginning of musical training. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169, 199-204.
- Ross, D. A., Olson, I. R. & Gore, J. C. (2003). Absolute pitch does not depend on early musical training. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999, 522-526.
- Ross, D. A., Olson, I. R., Marks, L. E. & Gore, J. C. (2004). A non-musical paradigm for identifying absolute pitch possessors. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 116, 1793-1799.
- Saffran, J. R. (2003). Absolute pitch in infancy and adulthood: The role of tonal structure. *Developmental Science*, 6(1), 35-47.
- Saffran, J. R. & Griepentrog, G. J. (2001). Absolute pitch in infant auditory learning: Evidence for developmental reorganization. *Developmental Psychology*, 37, 74-85.
- Sarter, M., Hasselmo, M. E., Bruno, J. P. & Givens, B. (2005). Unraveling the attentional functions of cortical cholinergic inputs: interactions between signal-driven and cognitive modulation of signal detection. *Brain Research Reviews*, 48(1), 98-111.
- Schellenberg, E. G. (2005). Music and cognitive abilities. *Current Directions in Psychological Science*, 14(6), 317-320.

- Schellenberg, E. G. & Trehub, S. (2003). Good pitch memory is widespread. *Psychological Science*, *14*(3), 262-266.
- Schlemmer, K. B., Kulke, F., Kuchinke, L. & Meer, E. V. D. (2005). Absolute pitch and pupillary response: Effects of timbre and key color. *Psychophysiology*, *42*, 465-472.
- Schön, D., Magne, C. & Besson, M. (2004). The music of speech: Music training facilitates pitch processing in both music and language. *Psychophysiology*, *41*, 341-349.
- Schulze, K., Mueller, K. & Koelsch, S. (2012). Auditory stroop and absolute pitch: An fMRI study. *Human Brain Mapping*, DOI: 10.1002/hbm.22010.
- Sloboda, J. A. (2008). *A mente musical: A psicologia cognitiva da música*. Londrina: EDUEL.
- Smith, N. A. & Schmukler, M. A. (2004). The perception of tonal structure through the differentiation and organization of pitches. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *30*(2), 268-286.
- Takeushi, A. H. & Hulse, S. H. (1993). Absolute pitch. *Psychological Bulletin*, *113*, 345-361.
- Terhardt, T. & Seewann, M. (1983). Aural key identification and its relationship to absolute pitch. *Music Perception*, *1*, 63-83.
- Theusch, E. & Gitschier, J. (2011). Absolute pitch twin study and segregation analysis. *Twin Research and Human Genetics*, *14*(2), 173-178.
- Vanzella, P. & Schellenberg, E. G. (2010). Effects of timbre on note-naming ability. *PLoS One*, *5*(11), e15449.
- Ward, W. D. (1999). Absolute pitch. In D. Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music* (pp. 265-294). San Diego, California: Academic Press.
- Wilson, S. J., Lusher, D., Martin, C. L., Rayner, G. & McLachlan, N. (2012). Intersecting factors lead to absolute pitch acquisition that is maintained in a “fixed do” environment. *Music Perception*, *29*(3), 285-296.
- Zatorre, R. J. (2003). Absolute pitch: A model for understanding the influences of genes and development on neural and cognitive function. *Nature Neuroscience*, *6*(7), 692-695.
- Zatorre, R. J. & Beckett, C. (1989). Multiple coding strategies in the retention of musical tones by possessors of absolute pitch. *Memory & Cognition*, *17*(5), 582-589.
- Zatorre, R. J., Belin, P. & Penhume, V. B. (2002). Structure and function of auditory cortex: Music and speech. *Trends in Cognitive Science*, *6*(1), 37-46.
- Zatorre, R. J., Perry, D. W., Beckett, C. A., Westbury, C. F. & Evans, A. C. (1998). Functional anatomy of musical processing in listeners with absolute pitch and relative pitch. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *95*(6), 3172-3177.