

MARIANA ELISA BENASSI WERKE

MEMORIA OPERACIONAL PARA TONS, PALAVRAS E
PSEUDOPALAVRAS EM MÚSICOS

Tese apresentada à Universidade Federal de
São Paulo – Escola Paulista de Medicina, para
obtenção do título de Mestre em Ciências.

São Paulo

2008

MARIANA ELISA BENASSI WERKE

MEMORIA OPERACIONAL PARA TONS, PALAVRAS E
PSEUDOPALAVRAS EM MÚSICOS

Tese apresentada à Universidade Federal de
São Paulo – Escola Paulista de Medicina, pa-
ra obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Gabriela Menezes de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Orlando Francisco Amodeo Bueno

São Paulo
2008

MARIANA ELISA BENASSI WERKE

MEMÓRIA OPERACIONAL PARA TONS, PALAVRAS E
PSEUDOPALAVRAS EM MÚSICOS

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Gilberto Fernando Xavier

Prof. Dr. Mauro Muzkat

Prof. Dr. José Lino de Oliveira Bueno

Aprovada em 26/03/2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE PSICOBIOLOGIA

Chefe do departamento: Maria Lucia Oliveira de Souza Formigoni

Coordenador do curso de Pós-graduação: Maria Gabriela Menezes de Oliveira

DEDICATÓRIA

*A meus avós, Luzia e Alberto,
minha mãe, Cecília e minha
irmã, Veridiana, que sempre
acreditaram em mim, em
quaisquer circunstâncias.*

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Associação Fundo de Incentivo à Psicofarmacologia (AFIP) pelo apoio financeiro a este trabalho.

Agradeço imensamente

À Professora Doutora Maria Gabriela, pela oportunidade de ser sua aluna, pela grande orientação, interesse e ajuda sempre que precisei.

Ao Professor Doutor Orlando, pela coorientação e sempre ricas discussões.

Às Professoras Doutoras Sônia Brucki, Rafaela Ribeiro e Sabine Pompéia, por terem feito parte da banca examinadora do meu exame de suficiência.

Aos Professores Doutores Gilberto Fernando Xavier, Mauro Muszkat e José Lino Oliveira Bueno, por fazerem parte da banca examinadora deste trabalho.

Ao Professor Doutor Marcelo Queiroz, colaborador deste trabalho, pela ajuda na análise dos arquivos de som e também pelo grande interesse nesta parceria.

Ao Ruben Araújo, também colaborador deste trabalho, que me ajudou a avaliar os testes e que me ajudou a recrutar os voluntários do Coro da OSESP pudessem ser recrutados.

Ao Eduardo Fernandez, me ajudou a recrutar os voluntários do Coral UNIFESP.

A todos os meus voluntários, pela disposição e paciência.

Ao pessoal do departamento de Psicobiologia: Cris, Nereide, Andréia, Júlio, Marcinho e Valéria, pela disponibilidade em ajudar sempre.

Ao Leandro Souza e Silva e ao Mauro Lapena, pela ajuda na gravação dos testes.

Aos amigos do grupo de estudo de memória humana, pela ajuda, pelas idéias e pelo apoio que sempre me deram!

Aos amigos do grupo de estudo de memória animal que, apesar de eu nunca entender muita coisa, sempre me ajudavam no que eu precisava e sempre explicavam **de novo!**

Aos **meus amigos queridos e maravilhosos**, companheiros em todos os momentos, tanto nos difíceis como nas noites de música no Verdinho, em casa, na “casa de Sérgio” ou em qualquer lugar (!!!). Agradeço em especial à (“elenco em ordem alfabética”) Akiko, Ana Luiza, Bia Bá, Fernando Feliz, Francisco, Iowana, Ivanda, Julian, Leandro, Mauro, Nadine, Priscila, Sabrina e Sérgio.

A meus primos, João e Giuliana, por terem me ajudado tanto nos seis meses que morei em sua casa.

Ao meu namorado, Marcelo, pelo amor, dedicação, amizade, compreensão, apoio, pelos copos d’água e por me fazer respirar sempre que estou prestes a enlouquecer (principalmente nestes últimos meses!!!).

À minha mãe, Cecília, minha irmã, Veridiana, e meus avós, Luzia e Alberto, pelo imenso incentivo, amor, compreensão e por sempre confiarem em mim.

A Deus.

“— Foi magnífico – disse, enquanto tomava seu lugar. Você se lembra do que Darwin diz a respeito da música? Ele afirma que o poder de produzi-la e apreciá-la existia entre a raça humana muito antes do poder da fala. Talvez seja por isso que somos tão sutilmente influenciados pela música. Há vagas lembranças em nossas almas daqueles séculos nebulosos, quando o mundo ainda estava na infância.

— É uma idéia muito vasta – observei.

— As nossas idéias devem ser tão vasta quanto a natureza, se quisermos interpretar a natureza – respondeu. (...)”

Sherlock Holmes para Dr. Watson

Um estudo em vermelho, Sir Arthur Conan Doyle (1887)

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Memória.....	1
1.2. Memória de curto prazo.....	2
1.3. Memória operacional.....	3
1.3.1. Capacidade da alça fonológica	6
1.4. Armazenamento de tons e melodias.....	9
1.4.1. Memória para tons e técnicas de imagem cerebral.....	9
1.4.2. Memória para tons e testes com tarefas distratoras	11
1.4.3. Manipulação de tons e melodias armazenados na alça fonológica.....	12
2. OBJETIVO	14
3. MATERIAIS E MÉTODO	15
3.1. Sujeitos.....	15
3.2. Triagem dos sujeitos.....	15
3.3. Materiais/Equipamentos.....	16
3.4. Procedimento.....	17
3.5. Análise estatística.....	18

4. RESULTADOS	20
5. DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÕES	32
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXO 1 – ASPECTOS ÉTICOS	39
Parecer de aprovação o comitê local de ética em pesquisa.....	40
Termo de consentimento livre e esclarecido.....	42
ANEXO 2 – QUESTIONÁRIO	45
ANEXO 3 – TESTES	48
Teste de afinação e ouvido absoluto.....	49
Teste de amplitude numérica.....	50
Teste de amplitude de pseudopalavras.....	52
Teste de amplitude melódica.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Média e erro padrão das amplitudes numérica, de pseudopalavras e melódica dos três grupos experimentais na ordem direta.

Figura 2. Média e erro padrão das amplitudes numérica, de pseudopalavras e melódica dos três grupos experimentais na ordem inversa.

Figura 3. Média e erro padrão dos índices de recordação $[(\text{Ordem direta} - \text{Ordem inversa}) / \text{Ordem direta}]$ de dígitos, pseudopalavras e tons.

Figura 4. Média e erro padrão das amplitudes numérica, de pseudopalavras e melódica dos grupos de cantores amadores, profissionais e músicos com ouvido absoluto que utilizaram estratégia verbal para recordação das melodias na ordem direta.

Figura 5. Média e erro padrão das amplitudes numérica, de pseudopalavras e melódica dos grupos de cantores amadores, profissionais e músicos com ouvido absoluto que utilizaram estratégia verbal para recordação das melodias na ordem inversa.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Média \pm erro padrão da idade, anos de estudo de teoria musical, canto e experiência em coral nos grupos de cantores amadores, profissionais e músicos com ouvido absoluto.

RESUMO

Segundo o modelo de memória operacional de Baddeley e Hitch (1974), a alça fonológica é um subsistema de armazenamento temporário, necessário para a recordação de curto prazo de material verbal, ao passo que o executivo central é um sistema responsável por manipular estas informações. O armazenamento de seqüências verbais pode depender do tamanho e similaridade fonológica das palavras e contexto semântico no qual as palavras se inserem. Há controvérsias acerca de como se dá o armazenamento e manipulação de material melódico na memória operacional. Este trabalho pretendeu investigar se a memória operacional é capaz de lidar igualmente com sons verbais (números e pseudopalavras) e não-verbais (tons) e, com isso, verificar se o executivo central manipula de forma semelhante estes três tipos de material através da comparação do teste de amplitude, na ordem direta e inversa, para dígitos, pseudopalavras e tons em três grupos: cantores amadores, cantores profissionais e músicos com ouvido absoluto. Na ordem inversa, a amplitude melódica foi menor que a amplitude para material verbal, com ou sem significado, o que sugere que material melódico tem características diferentes do material verbal, pois a manipulação de seqüências melódicas na memória operacional foi mais difícil do que a manipulação de seqüências verbais para os três grupos experimentais. Porém, quando há a utilização de estratégias verbais ou mistas (verbal e qualquer outra) para a recordação dos tons, ocorre um aumento na amplitude melódica na ordem direta no grupo de ouvido absoluto, indicando que a associação de códigos verbais aos tons pode ajudar na evocação. Porém, não há aumento de amplitude melódica na ordem inversa, possivelmente pelo uso de outra estratégia diferente da estratégia verbal neste caso. Os resultados ainda não permitem afirmar a existência de uma alça exclusiva para material melódico, mas dão suporte à necessidade de se caracterizar melhor as condições em que seqüências melódicas são armazenadas e manipuladas na memória operacional.

ABSTRACT

According to the working memory model proposed by Baddeley & Hitch (1974), the phonological loop is a temporary storage subsystem, needed for verbal material short term recall, while central executive is a system responsible for manipulating that kind of information. The storage of speech-related sequences may depend on the length (in number of syllables), phonological similarity of words and semantic context they are inserted into. There are controversies about how the storage and manipulation of melodic material is made in working memory. This study intended to investigate whether working memory can deal in the same way with verbal sounds (numbers and pseudowords) and non-verbal sounds (tones) and, thus, verify whether the central executive manipulates similarly those three kinds of material by comparing forward and backward span tests for digits, pseudowords and tones of three groups: amateur singers, professional singers and absolute pitch musicians. We found that backward melodic span was lower than backward verbal span, meaningful or meaningless, suggesting that melodic material has different characteristics from verbal material, since manipulation of melodic sequences in working memory was harder for all three experimental groups. However, in absolute pitch group, when one uses purely verbal or mixed (verbal and any other) strategies for tones recall, there is an increase in forward melodic span, indicating that verbal association to tones may help evocation. But there is no increase in backward melodic span, probably because absolute pitch musicians used some other strategy different from the verbal one (used in forward recall) to recall tones in backward. Although those results do not allow us to affirm the existence of an exclusive loop for melodic material, they give support the need of further investigation to better characterize melodic material storage and its manipulation in working memory.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Memória

Baddeley (1999) define memória como um conjunto de sistemas que interagem entre si, cada um sendo capaz de codificar ou registrar a informação, armazená-la e torná-la disponível para a recordação. A duração do armazenamento nos diferentes sistemas varia desde frações de segundo até uma vida inteira e a capacidade de armazenamento vai desde pequenos estoques até sistemas de longo prazo incalculáveis (Baddeley, 1990).

O interesse pelas características dos diferentes tipos de memória vem de longa data. No final do século XIX, William James (1890) propõe a distinção clássica entre memória primária e memória secundária, com características próprias:

“Um objeto que é lembrado, no sentido próprio do termo, é um que esteve ausente da consciência inteiramente, e agora retorna mais uma vez. Ele é trazido de volta, recordado, por assim dizer pescado de um reservatório no qual estava junto com inúmeros outros objetos, enterrado e perdido de vista. Mas um objeto da memória primária não é trazido de volta dessa maneira. Ele nunca esteve perdido, seu período na consciência nunca foi seccionado do momento imediatamente presente (...), ele chega até nós como se pertencesse à parte de trás do presente espaço de tempo, e não ao passado genuíno.” (James, 1890; p. 423).

A primeira, a memória primária, teria capacidade limitada, e a segunda, ilimitada. O limite desta memória primária, ou memória de curto prazo como foi posteriormente denominada, ainda é, hoje, matéria de estudo (Bueno & Oliveira 2004; Cowan, 2000; Boutla *et al.*, 2004).

No final dos anos 60, alguns modelos de memória baseados na divisão entre memória de curto e longo prazo foram formulados. O modelo mais famoso foi o de Atkinson e Shiffrin (1968), chamado de modelo modal.

De acordo com este modelo, as informações do ambiente são inicialmente processadas por um sistema de estoque sensorial transitório, chamado de memória sensorial. Em seguida, a informação passa para um depósito de curto prazo e capacidade limitada (memória de curto prazo), que por sua vez, comunica-se com o sistema de longo prazo (memória de longo prazo).

Neste modelo, a memória de curto prazo tem papel crucial para a entrada e saída das informações na memória de longo prazo. Além disso, os autores enfatizam a idéia de que a memória de curto prazo realiza processos de controle, os quais são importantes para a transferência para a memória de longo prazo. Os processos de controle envolvem a repetição subvocal dos itens ou reverberação (Atkinson e Shiffrin, 1968; 1971; Baddeley, 1990).

1.2. Memória de curto prazo

O modelo modal foi bastante influente e parecia conseguir explicar os dados disponíveis até o momento, porém alguns estudos posteriores mostraram que havia alguns problemas com o modelo (Baddeley, 2007). Shallice e Warrington (1970) descreveram o caso de uma paciente que apresentava prejuízo de memória de curto prazo, porém tinha memória de longo prazo aparentemente preservada, o que indicava que não era estritamente necessário que as informações passassem pelo compartimento de curto prazo para terem acesso à memória de longo prazo. Além disso, Craik e Lockhart (1972) propuseram que a aprendizagem de longo prazo não depende da reverbe-

ração e de quanto tempo o material pode ficar disponível na memória, mas sim de fatores como compreensão e raciocínio.

Experimentos com testes de memória de curto prazo concorrentes mostraram que uma tarefa não interfere na outra se o tipo de material apresentado em cada um dos testes for de modalidades sensoriais distintas. Por exemplo, a execução de uma tarefa espacial concomitantemente com a memorização de material verbal não provoca queda no desempenho desta última, ao passo que a apresentação de uma tarefa verbal causa prejuízo no desempenho de outra tarefa também verbal (Baddeley *et al.*, 1973). Estes achados indicam que a memória de curto prazo não é um compartimento unitário, servindo para todas as modalidades sensoriais da mesma forma.

Para acomodar estes resultados, dentre outros, em 1974, Baddeley e Hitch propuseram um modelo que compreenderia e substituiria o conceito unitário de memória de curto prazo. Este modelo, denominado de memória operacional, é um sistema integrado que permite tanto o processamento ativo quanto o armazenamento transitório da informação. O modelo propõe a idéia de que as informações podem ser processadas em paralelo até a memória de longo prazo, e não seriamente, como no modelo modal.

1.3. Memória operacional

O primeiro modelo de memória operacional compreendia três componentes relacionados: o executivo central (*central executive*), a alça fonológica (*phonological loop*) e o esboço visuo-espacial (*visuospatial sketchpad*; Baddeley, 2003). Estes três componentes em conjunto seriam responsáveis pela memória de curto prazo e pela manipulação em tempo real da informação ne-

cessária para as funções cognitivas superiores, como linguagem, raciocínio, planejamento etc. (Cohen *et al.* 1997).

O executivo central é um sistema controlador da atenção e responsável pela manipulação da informação armazenada nos outros dois subsistemas subordinados a ele: o esboço visuo-espacial e a alça fonológica. Estes dois subsistemas específicos corresponderiam, portanto, aos sistemas de armazenamento de curto prazo para material visual e fonológico, respectivamente (Baddeley, 2003).

O esboço visuo-espacial tem a função de integrar informação espacial, visual e, possivelmente sinestésica em uma representação unificada, que pode ser temporariamente armazenada e manipulada. Possui capacidade limitada, a qual pode ser medida através do teste de Blocos de Corsi. Nesta tarefa o sujeito deve repetir uma série de movimentos apontando para blocos espalhados em uma plataforma (Gathercole, 1999).

Baddeley (2003) afirma que o esboço visuo-espacial tem menor relevância nas desordens de linguagem, entretanto está envolvido em tarefas de leitura diárias, que envolvem a manutenção da representação da página e de sua diagramação, facilitando atividades como mover os olhos rapidamente do fim de uma linha para o começo da outra, por exemplo.

A alça fonológica está intimamente relacionada ao armazenamento temporário de informações verbo-acústicas. A manutenção dos itens dentro deste componente é dependente da reverberação e a reverberação é dependente da vocalização ou subvocalização (ensaio subvocal; Baddeley, 1990; 2003; 2007).

A alça fonológica foi o primeiro e mais estudado componente do modelo. Compreende dois subsistemas: um subsistema de armazenamento temporário, que apenas guarda as informações verbo-acústicas; e a alça articulatória, responsável pela reverberação destas informações.

Pelo fato deste estudo ter se focado principalmente na alça fonológica, a capacidade deste sub-componente e suas características serão melhor descritas na próxima seção (1.3.1).

Até o final dos anos 90 o executivo central era tido como um componente capaz de estocar informação, além de organizá-la, e manipulá-la. Porém, em 1999, Baddeley e Logie propuseram que o executivo central tinha um papel puramente atencional, sem capacidade para armazenamento. Esta nova classificação refletiu em alguns problemas dentro do modelo de memória operacional. Um deles foi a necessidade de um sistema que permitisse que códigos verbais e visuais fossem combinados e ligados a representações multidimensionais na memória de longo prazo (Baddeley, 2000; 2003). Outro problema era que o armazenamento temporário de material muitas vezes excedia a capacidade dos subsistemas, tanto visual como verbal. Isto se mostrou claro em estudos onde a recordação imediata de palavras integradas em uma frase era muito maior do que se as palavras não possuísem relação entre elas (Baddeley, 2000). Isso ocorre, possivelmente, porque informações de memória de longo prazo auxiliam na integração das palavras a serem recordadas em agrupamentos (*chunks*). Este fato já havia sido sugerido por Miller (1956).

Para que estes achados fossem mais bem acomodados no modelo de memória operacional, foi criado um quarto componente, chamado de *buffer* episódico (Baddeley, 2000). Este sistema é o principal responsável pela ligação entre memória de curto prazo e de longo prazo. É um sistema de armazenamento temporário que permite que informações dos outros subsistemas sejam combinadas com informações da memória de longo prazo em agrupamentos (*chunks*) ou episódios.

O modelo atual de memória operacional consiste, portanto de quatro componentes: o executivo central, sendo o controlador da atenção e responsável pela manipulação da informação; o esboço visuo-espacial, responsável pelo armazenamento de curto prazo de material visual e espa-

cial; a alça fonológica, responsável pelo armazenamento fonológico de curto prazo; e o *buffer* episódico, que liga a informação entre os sistemas de curto prazo e a memória de longo prazo.

1.3.1. Capacidade da alça fonológica

A alça fonológica, como descrita anteriormente, está relacionada armazenamento de itens verbais e possivelmente puramente acústicos na memória de curto prazo (Baddeley, 1990; 2003; 2007). O teste de amplitude numérica (*digit span test*), é bastante usado para avaliar a capacidade do sistema de armazenamento de curto prazo para material verbal (Gabrieli *et al.*, 1998; Norman *et al.*, 1991; Olazaran *et al.*, 1996; Richardson, 1977; Saito, 2001; Shebani *et al.*, 2005). Neste teste, os indivíduos devem repetir seqüências de dígitos na mesma ordem em que lhes são apresentados. As seqüências aumentam acrescentando-se outro dígito a cada apresentação e o indivíduo deve esperar até o final de cada seqüência para repetir os dígitos apresentados.

Na língua inglesa, a habilidade humana em processar informação neste tipo de teste (amplitude numérica na ordem direta) é de sete, com dois itens para mais ou para menos (Miller, 1956). Este número, no entanto, foi originalmente determinado para a língua inglesa, visto que a amplitude numérica difere significativamente entre os vários idiomas. Trabalhos realizados com este tipo de teste em outros idiomas, como espanhol (Olazaran *et al.*, 1996), francês (Thorn & Gathercole, 1999), líbio (Shebani *et al.*, 2003) encontraram sempre amplitudes menores (de 3 a 6 dígitos). Tais diferenças entre as amplitudes de dígitos dependem de fatores como tamanho (número de sílabas) das palavras a serem recordadas (Shebani *et al.*, 2005) e similaridade fonológica entre elas (Baddeley, 1990; 2003). Adicionalmente, foi proposto que a diferença entre o número

de sílabas dos dígitos em espanhol e em inglês é, em parte, responsável pelo pior desempenho de sujeitos que falam espanhol em relação aos que falam inglês, porém às diferenças culturais e educacionais observadas nos dois grupos também contribuem para esta diferença no desempenho do teste (Olazaran *et al.*, 1996).

Outro fator que pode influenciar a habilidade de repetir palavras depois de uma única apresentação (amplitude verbal) seria o contexto semântico nos quais estas palavras se inserem. A recordação serial de números ou palavras da primeira língua em sujeitos bilíngües é maior do que a recordação de palavras apresentadas no segundo idioma (Ardila, 2003; Thorn *et al.*, 2002; Thorn & Gathercole, 1999). Thorn e Gathercole (1999) afirmam que a manutenção de padrões sonoros familiares e não familiares de um idioma bem conhecido na alça fonológica se beneficia do uso de do conhecimento lexical e sublexical para complementar as representações. Como consequência, a alça fonológica é mais eficaz na manutenção de representações de palavras e pseudopalavras de idiomas altamente familiares do que de idiomas menos conhecidos.

Estes resultados sugerem que o armazenamento de itens na alça fonológica é influenciado pela memória de longo prazo semântica e fonológica, como propõe Ardila (2003).

Em suma, é possível que a grande amplitude observada em testes de span de memória verbal tenha origem na interação aditiva entre os vários elementos: material verbal, palavras foneticamente dissimilares, número baixo de fonemas por palavra e conhecimento semântico.

Entretanto, de acordo com a proposta apresentada por Boutla *et al.* (2004) a capacidade da memória de curto prazo relacionada à alça fonológica (fixada em torno de sete itens) é específica para testes de memória de curto prazo serial nos quais a informação é decodificada em uma representação auditiva. De acordo com esta proposta, o fato de a palavra a ser lembrada possuir algum significado não garante que a amplitude alcançada seja de sete itens, pois quando o teste de amplitude foi executado em surdos-mudos com estímulos apresentados na Linguagem de Si-

nais Americana (LSA), a amplitude diminuiu. Quando sujeitos bilíngües (inglês e LSA) não surdos-mudos foram submetidos a ambos os testes (span oral e span na LSA) conseguiram maiores escores sempre no primeiro teste. Os autores propuseram que a amplitude lingüística excepcionalmente alta em indivíduos sem deficiências auditivas poderia ocorrer em razão de um efeito de modalidade sensorial, ao invés de um efeito lingüístico, na memória de curto prazo, pois o tempo de decaimento da memória ecóica (relacionada a materiais processados pela via auditiva) é menor que o da memória icônica (relacionada a materiais apresentados pela via visual, como é o caso da linguagem dos sinais). Esta diferença é que promoveria o efeito facilitatório de material apresentado oralmente. Alternativamente, os autores também levantam a possibilidade de as informações apresentadas por via auditiva terem vantagem sobre a visual, pois o sistema auditivo é mais eficiente que o visual para reter material apresentado seqüencialmente, como é o caso do teste de amplitude numérica.

Os aspectos puramente sonoros da informação a ser armazenada não são tão bem contemplados nos estudos de alça fonológica como são os aspectos semânticos e fonéticos. O modelo de memória operacional de Baddeley não propõe explicitamente como outros tipos de materiais, que claramente são armazenados na memória de curto prazo, se relacionam com os componentes do modelo.

Esse é o caso de material melódico, que não se encaixa facilmente na categoria verbal ou visuo-espacial da memória operacional. Esta dificuldade de classificação possivelmente ocorre pela escassez de trabalhos que procuram investigar as características subjacentes ao armazenamento e manipulação de melodias na memória operacional.

1.4. Armazenamento de tons e melodias

O estudo do armazenamento de material melódico, ou mais especificamente, do armazenamento de seqüências de tons ou tons isolados, sem significado nem estrutura fonética, e com frequências (em termos de ciclos por segundo) diferentes, é feito quase sempre por testes de reconhecimento (Berti *et al.*, 2006; Brown & Martinez, 2007; Deutsch, 1970; 1973; Logie & Edworthy, 1986; Zatorre *et al.*, 1994) e não por testes de recordação serial. Nesses estudos, tipicamente se apresenta um tom (estímulo) que deve ser comparado a algum outro apresentado alguns segundos depois (alvo). O sujeito deve dizer se o tom alvo é igual ou diferente do tom estímulo e, para isso há a necessidade de armazenar o tom estímulo. Porém, entre a apresentação do primeiro tom e a do alvo geralmente se apresenta outros tipos de estímulos, que podem ser outros tons semelhantes ou diferentes do primeiro estímulo (meio tom para baixo ou para cima, um tom para baixo ou para cima, etc.), palavras ou tarefas verbais, como o teste de amplitude numérica (Deutsch, 1970).

Parte desses trabalhos investiga as bases da memória de curto prazo para tons através de técnicas de imagem cerebral (Zatorre *et al.*, 1994; Zatorre *et al.*, 1998), ao passo que outros investigam fatores que influenciam a memória para tons (Deutsch, 1970; 1973; Logie & Edworthy, 1986).

1.4.1. Memória para tons e técnicas de imagem cerebral

A maioria dos trabalhos que investiga a memória de curto prazo ou percepção de tons através de imagem cerebral são feitos pelas técnicas de tomografia por emissão de pósitrons ou

ressonância magnética funcional. Tais estudos geralmente comparam o padrão de ativação cerebral de músicos, não músicos e músicos com ouvido absoluto em testes nos quais o sujeito deve ouvir melodias passivamente ou comparar uma melodia com outra, ou apenas comparar um tom com outro dentro de uma melodia.

O ouvido absoluto é um traço cognitivo raro, que permite a seu portador reconhecer com extrema precisão a frequência característica de cada som, possibilitando-o nomear tons específicos, sem a necessidade de recorrer a quaisquer parâmetros, como um diapasão ou instrumento musical (Bachem, 1937). Wayman *et al.* (1992) definem ouvido absoluto como a habilidade de utilizar a memória de longo prazo para tons. Os sujeitos que possuem esta característica são capazes de reter um tom alvo na memória por tempo indeterminado. Em contraste, sujeitos que não possuem esta habilidade precisam reverberar continuamente o tom, isto é, mantê-lo na memória de curto prazo para identificá-lo posteriormente.

Sujeitos com ouvido absoluto podem associar códigos verbais a estímulos sonoros, como sugere o estudo de Zatorre *et al.* (1998), no qual encontraram forte ativação do córtex frontal dorsolateral posterior esquerdo de músicos com ouvido absoluto em um teste de audição musical.

Além de estudos com possuidores e não possuidores de ouvido absoluto, existem trabalhos que comparam a ativação cerebral entre músicos e não músicos. Por exemplo, em um teste de memória para tons através da ressonância magnética funcional, foi relatada diferença na ativação cerebral entre músicos e não músicos. A comparação entre os dois grupos revelou que, em músicos, há uma maior ativação de regiões responsáveis pela memória de curto prazo auditiva (por exemplo, o giro supramarginal) e regiões envolvidas em processos visuo-espaciais (por exemplo, córtex parietal superior). Não músicos parecem depender mais de regiões importantes para a discriminação dos tons (por exemplo, giro de Heschl) e regiões tradicionalmente responsáveis pela memória (por exemplo, o giro hipocampal). Os autores ressaltam que o treinamento

musical parece influenciar os padrões neurais usados para uma performance bem sucedida no reconhecimento dos tons (Gaab & Schlaug, 2003).

Em outro trabalho, verificou-se que pacientes que apresentam lesão que atinge o giro de Heschl do hemisfério direito apresentam dificuldade na percepção de tons ao passo que lesão em região correspondente do hemisfério esquerdo não provoca este efeito (Zatorre, 1988).

Finalmente, outros estudos verificaram que pacientes com amusia apresentam dificuldades em processar informações musicais e da prosódia, embora o processamento dos outros aspectos da linguagem incluindo os fonológicos esteja intacto (Peretz & Hyde, 2003; Peretz & Coltheart, 2003).

Todos esses trabalhos sugerem a existência de sistemas cerebrais diferentes para lidar com aspectos fonológicos e melódicos dos sons.

1.4.2. Memória para tons e testes com tarefas distratoras

Em estudos onde se investigam os fatores que influenciam a memória para tons são encontradas algumas controvérsias entre os autores. Por exemplo Logie e Edworthy (1986, p. 36), mostraram ocorrer interferência no reconhecimento de seqüências melódicas por testes verbais, o que sugere “certa sobreposição funcional nos mecanismos requeridos para processar material auditivo verbal e não-verbal”. Por outro lado, Deutch (1970) verificou que em um teste de reconhecimento de tons, a interpolação de outros tons causa queda no desempenho, mas quando o mesmo teste é realizado com dígitos a serem recordados no intervalo entre os tons principais, o declínio é mínimo.

Este último dado sugere, ao contrário de Logie e Edworthy, que os mecanismos de armazenamento de material melódico e verbal na memória de curto prazo seriam independentes. Revisando a literatura, incluindo os trabalhos de Deutch (1970; 1973) e muitos outros, Berz (1995) conclui que o armazenamento de curto prazo de material melódico não é feito pela alça fonológica, mas por outro subsistema independente.

Estudos de efeito de sufixo indicam a existência de um sistema de detecção e armazenamento de tons independente de timbre ou aspectos fonéticos da palavra. O efeito de sufixo é investigado através da apresentação de um material logo após o final da apresentação do material a ser lembrado. Por exemplo, se após a apresentação de uma seqüência de dígitos outra palavra for falada, a probabilidade dos dígitos serem esquecidos aumenta (Baddeley, 1990). No caso do estudo de sufixo no qual o material a ser lembrado são tons, uma palavra falada após a apresentação de um som de determinada altura vai interferir na evocação deste som, mas apenas se a palavra for emitida em uma altura semelhante a do estímulo alvo. O fato de o estímulo ser uma palavra ou um tom parece ser pouco relevante nesta capacidade de interferência com a memória da altura do som (Semal *et al.*, 1996). Segundo os autores, este sistema seria “surdo” a outros aspectos do som como o timbre ou aspectos fonéticos, respondendo apenas ao tom. Portanto, o tom seria processado por um sistema independente do sistema de processamento de aspectos fonéticos dos sons.

1.4.3. Manipulação de tons e melodias armazenados na alça fonológica

De acordo com o modelo de memória operacional de Baddeley & Hitch (1974), os itens armazenados na alça fonológica também são passíveis de manipulação através do executivo cen-

tral. Um dos testes que pode avaliar a manipulação interna das representações mnemônicas da informação verbal é o teste de amplitude numérica na ordem inversa (Alptekin et al. 2005; Conklin *et al.*, 2000). Neste teste, é apresentada ao indivíduo uma seqüência de números a ser lembrada, e ele deve repetir a seqüência ouvida na ordem inversa. No teste de amplitude numérica é possível se utilizar estratégias visuo-espaciais além de estratégias verbais para executar a tarefa (Hoshi *et al.* 2000; Rudel & Denckla, 1974). Tais estratégias provavelmente são possíveis pela interação entre os componentes da memória operacional (esboço visuo-espacial e alça fonológica) através do *buffer* episódico e, provavelmente, não são utilizadas quando o material a ser lembrado é de difícil visualização como as pseudopalavras ou tons sem significado ou estrutura fonética.

Não existe relato na literatura a respeito do desempenho de músicos em um teste de amplitude melódica na ordem inversa. É possível supor que músicos profissionais sejam capazes de se valer de alguma estratégia visuo-espacial ou verbal para executar este tipo de teste. Possivelmente, músicos com ouvido absoluto podem usar esta estratégia, mas músicos amadores sem ouvido absoluto dificilmente o fariam.

Enfim, as controvérsias existentes acerca de como a memória de curto prazo armazena cada propriedade dos sons (fonética, semântica, tom), permitem questionar se a retenção e manipulação destas informações pela memória operacional seriam semelhantes para cada propriedade.

2. OBJETIVO

O presente trabalho pretende comparar a amplitude na ordem direta e inversa de material melódico, pseudopalavras e dígitos em testes de recordação serial construídos à semelhança do teste de amplitude numérica em cantores amadores, cantores líricos profissionais e músicos com ouvido absoluto, na tentativa de se verificar se o executivo central manipula de forma semelhante estes três tipos de material. Tais estímulos (dígitos, pseudopalavras e tons) foram utilizados porque cada um possui um componente a menos que o outro: dígitos possuem significado, fonética e som; pseudopalavras não possuem significado, apenas fonética e som; tons não possuem significado, nem fonética, apenas o som. Portanto, utilizando-se estes tipos de estímulos poder-se-ia avaliar se o significado é importante para o armazenamento e manipulação na memória de curto prazo, assim como a fonética.

O teste de recordação serial de tons exige prática anterior, pois os indivíduos devem ser capazes de reproduzir os sons ouvidos. Como o contato prévio com a música parece influenciar o armazenamento de curto prazo de material tonal (Berz, 1995), o presente estudo utilizou como voluntários cantores de coral amador e cantores líricos profissionais. Além disso, um grupo de ouvido absoluto foi incluído, pois este pode diferir quanto à possibilidade de usar estratégias (verbal ou não-verbal) para executar o teste de amplitude para sons de diferentes alturas.

3. MATERIAIS E MÉTODO

3.1. Sujeitos

Foram utilizados 53 sujeitos, divididos em três grupos experimentais: cantores amadores (n = 18), composto por 12 cantores do Coral UNIFESP (Universidade Federal de São Paulo) e seis cantores de outros corais universitários, todos sem ouvido absoluto; cantores profissionais (n = 20), composto por 18 cantores do Coro da OSESP (Orquestra Sinfônica do Estado de São Paulo) e dois cantores de outros dois corais profissionais de São Paulo, todos também sem ouvido absoluto. O grupo de músicos com ouvido absoluto (n = 15) foi constituído por cantores profissionais do Coro da OSESP, estudantes de canto do Centro de Estudos Musicais Tom Jobim, instrumentistas e compositores profissionais. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (processo nº 1350/05).

3.2. Triagem dos sujeitos

Foram definidos os seguintes critérios gerais de inclusão dos sujeitos na amostra: idade entre 18 e 65 anos; ter ensino médio completo, o que equivale a aproximadamente 11 anos de escolaridade; ter como primeiro idioma o Português; não possuir perda auditiva diagnosticada; ser afinado, isto é, capaz de reproduzir dez tons ouvidos sem qualquer distorção, ou com distorção de, no máximo, um quarto de tom (teste de afinação descrito abaixo).

Para o grupo de cantores amadores, além dos critérios acima, os sujeitos deveriam estar participando ou já ter participado de coral amador, e para o grupo de cantores profissionais, os sujeitos deveriam estar cantando ou já ter cantado em coro profissional. Os sujeitos destes dois grupos não deveriam possuir ouvido absoluto. Para o grupo de músicos com ouvido absoluto os sujeitos deveriam conseguir dizer o nome correto de dez notas apresentadas auditivamente, sem a necessidade de recorrer a qualquer parâmetro (como um diapasão), um instrumento musical, ou uma nota dada como referência.

3.3. Materiais/Equipamentos

As listas utilizadas para os testes de amplitude incluíram seqüências crescentes de dígitos, pseudopalavras foneticamente semelhantes a estes dígitos - criadas a partir da modificação de alguns fonemas das palavras que representam os números (ex: *timbo* ao invés de *cinco*) - e sons de voz humana, gravados por uma cantora amadora, com variação das notas de C3 a A3, e por um cantor amador, variando de C2 a A2. (Anexo 3). Definiu-se a voz humana para a reprodução das notas para que o teste de amplitude melódico pudesse ser comparado ao teste numérico e de pseudopalavras, pois estes últimos deveriam ser necessariamente reproduzidos com voz humana por se tratarem de palavras e pseudopalavras.

Cada seqüência de tons foi determinada a partir da escala cromática, sendo que para cada nota primeiramente atribuiu-se um dígito, sorteou-se e, em seguida, os números das seqüências do teste de amplitude numérica foram substituídos pelas respectivas notas. As listas foram construídas contendo duas seqüências consecutivas com o mesmo número de estímulos.

Para a gravação e construção das seqüências a serem aplicadas nos testes foram utilizados um microfone, mesa de som e o software editor de sons e analisador de frequências Sound Forge 8.0 (Sony). Os testes foram reproduzidos em um *notebook* (Dell). Os sujeitos ouviram os estímulos com um fone de ouvido profissional (Philips) e todas as seções foram gravadas em um gravador digital portátil (Panasonic). Para a análise das amplitudes para material melódico de cada sujeito foi utilizado novamente o software Sound Forge 8.0.

3.4. Procedimento

Cada voluntário leu e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foi aplicado um questionário, que versou sobre itens como dados demográficos, experiência musical, distúrbios neurológicos e/ou psiquiátricos diagnosticados, perda auditiva e outras questões que serviriam para a triagem e classificação de cada sujeito em um dos grupos experimentais (Anexo 2). Em seguida, foi realizado o teste de afinação e o teste de ouvido absoluto, este último quando necessário. Posteriormente, os testes de amplitude numérica, amplitude de pseudopalavras e amplitude melódica foram aplicados nas ordens direta e inversa. No teste em ordem direta, seqüências crescentes de estímulos (de duração de meio segundo) foram apresentadas auditivamente, à velocidade de um item por segundo. Ao final de cada seqüência, o sujeito a repetia na ordem direta. O teste terminava quando ocorriam erros em duas seqüências de mesmo número de itens. O teste em ordem inversa foi semelhante ao de ordem direta, porém o sujeito repetia as seqüências ouvidas na ordem inversa. A amplitude para cada estímulo foi dada pelo total de itens contidos na seqüência máxima repetida corretamente, tanto no teste em ordem direta como no teste em

ordem inversa. Para cada teste houve duas listas (lista A e lista B). Para metade dos sujeitos a lista A era apresentada para o teste na ordem direta e a lista B para o teste na ordem inversa e para a outra metade a Lista A foi apresentada para o teste na ordem inversa e a B para o teste na ordem direta.

A pontuação nos testes de amplitude numérica e de pseudopalavras foram obtidas imediatamente após a aplicação dos testes, e o teste de amplitude melódica foi analisado posteriormente, pois foi necessária a comparação da frequência fundamental de cada nota emitida pelo sujeito com a frequência da nota respectiva ouvida. Para que a correção fosse realizada com mais precisão, foi analisada também a frequência do primeiro harmônico de cada nota (Anexo 3 – Teste de afinação; Teste de amplitude melódica).

Depois da aplicação de todos os testes, foram realizadas questões abertas em relação às estratégias utilizadas pelo sujeito para a recordação das seqüências em cada tipo de teste (na ordem direta e na ordem inversa).

Posteriormente, foi calculado um índice da diferença de desempenho para os testes de amplitude da ordem direta em relação à inversa, usando a fórmula: $(\text{índice} = \text{ordem inversa direta} - \text{ordem inversa}) / \text{ordem direta}$.

3.5. Análise estatística

Para a comparação das médias de idade, anos de estudo de música, canto e coral foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) de uma via, seguida do teste *post-hoc* de Newman-Keuls quando pertinente. A escolaridade tradicional foi analisada para os três grupos utilizando-se o

teste de Kruskal-Wallis e, em seguida comparando-se os grupos dois a dois pelo teste U de Mann-Whitney. Foi utilizado o teste qui-quadrado para verificar se o sexo estava homogeneamente distribuído entre as amostras.

Os dados dos testes de amplitude dos três grupos foram analisados por ANOVA's de duas vias para medidas repetidas (para amplitudes na ordem direta, inversa e a diferença entre elas), considerando como efeitos principais o grupo (cantores amadores, cantores profissionais e músicos com ouvido absoluto) e os tipos de estímulos (amplitude numérica, de pseudopalavras e melódica). Foi utilizado o teste *post-hoc* de Newman-Keuls quando necessário. O nível de significância adotado para as análises foi de 0,05.

4. RESULTADOS

Os grupos diferiram em relação à idade, $F(2, 50) = 5,04, p < 0,05$, sendo que a média de idade dos cantores profissionais foi maior que a dos outros dois grupos ($p < 0,05$).

Os grupos também diferiram em relação à média de anos de participação em coral, $F(2, 50) = 18,65, p < 0,05$, sendo a média maior para cantores profissionais em comparação aos outros dois grupos ($p < 0,05$).

Em relação a anos de estudo de teoria musical os grupos também diferiram, $F(2, 50) = 20,24, p < 0,05$, sendo que cantores amadores apresentaram significativamente menos anos de estudo de teoria musical ($p < 0,05$). Por fim, os três grupos foram diferentes com relação à experiência em canto, $F(2, 50) = 18,79, p < 0,05$, cantores profissionais têm mais experiência do que músicos com ouvido absoluto e estes, mais experiência do que cantores amadores ($p < 0,05$). Os resultados acima descritos estão representados na Tabela 1.

Tanto na ordem direta como na ordem inversa os resultados não mostraram efeito de grupo, $F(2, 50) = 0,24$ (para ordem direta) e $F(2, 50) = 1,124$ (para ordem inversa). Porém, houve efeito dos tipos de estímulos para ordem direta, $F(2, 100) = 95,16, p < 0,05$ e para ordem inversa, $F(2, 100) = 87,585, p < 0,05$. O teste *post-hoc* deste efeito lista mostra que na ordem direta a recordação dos dígitos foi maior que a de pseudopalavras e de tons ($p < 0,05$), e estas últimas semelhantes entre si (Figura 1). Na ordem inversa ocorreu um decréscimo na recordação, sendo que a amplitude numérica foi maior que a de pseudopalavras e esta maior que a melódica ($p < 0,05$) (Figura 2).

Houve interação significativa entre os tipos de listas e os grupos na ordem direta, $F(4, 100) = 7,93, p < 0,05$. A análise do teste *post-hoc* para esta interação mostrou que para o grupo de cantores amadores a recordação dos dígitos foi maior do que a de pseudopalavras, e esta, maior do que a de tons ($p < 0,05$), e para os outros dois grupos a amplitude numérica foi maior que as outras duas amplitudes ($p < 0,05$), estas últimas sendo semelhantes entre si. Ao se analisar cada tipo de amplitude em separado, verificou-se que os três grupos apresentaram amplitude numérica semelhante entre si, assim como a amplitude de pseudopalavras e amplitude melódica ($p > 0,05$).

Na ordem inversa, a ANOVA também detectou interação entre os tipos de listas e os grupos, $F(4, 100) = 6,395, p < 0,05$, e o teste *post-hoc* mostrou que para os grupos de cantores amadores e profissionais a recordação numérica foi maior do que a de pseudopalavras e esta foi maior do que a de tons ($p < 0,05$), mas para músicos com ouvido absoluto a amplitude numérica foi maior que as outras duas e estas foram semelhantes entre si.

Ainda na ordem inversa, comparando-se os tipos de amplitudes em separado, observou-se que os grupos não diferiram na amplitude numérica e na de pseudopalavras, porém, o grupo de ouvido absoluto apresentou amplitude melódica maior que os outros dois grupos ($p < 0,05$).

Devido ao fato de as amplitudes na ordem direta terem sido diferentes para cada tipo de estímulo, para melhor análise da diferença de recordação entre ordem direta e ordem inversa, foram analisados os índices de diferença de desempenho (cálculo descrito anteriormente) das amplitudes numérica, de pseudopalavras e melódica. Quanto maior o índice, menor a amplitude na ordem inversa em relação à direta.

A análise estatística mostrou efeito dos índices de recordação, $F(2, 100) = 21,92, p < 0,05$, sendo que os índices de amplitude melódica foram maiores do que os de amplitude numérica e de pseudopalavras ($p < 0,05$) e os índices de amplitude numérica e de pseudopalavras não diferiram

entre si (Figura 3). Não houve efeito de grupo, $F(2, 50) = 1,99$, e tampouco interação entre os grupos e os índices de recordação, $F(4, 100) = 1,36$.

Posteriormente a estas análises, os músicos do grupo de ouvido absoluto foram reclassificados da seguinte forma: sujeitos que relataram ter utilizado estratégias verbais para recordarem dos tons, isto é, associando o nome da nota ao som ouvido; sujeitos que utilizaram estratégia mista, ou seja, verbal e outras (por exemplo visual), e sujeitos que não utilizaram estratégia verbal. Foram excluídos do grupo, então, os músicos que não utilizaram estratégia verbal e o grupo de músicos com ouvido absoluto passou a ter dez indivíduos (que utilizaram estratégia verbal ou mista). Esta reclassificação foi feita porque o grupo de ouvido absoluto apresentou-se muito heterogêneo para alguns fatores. Por exemplo, alguns desses músicos possuíam ouvido absoluto mais preciso para apenas alguns tipos de timbres, como piano, outros não tinham dificuldades em detectar as notas em qualquer que fosse o instrumento; alguns músicos precisavam de certa reflexão para dizer a nota correta, outros a diziam imediatamente; alguns músicos tinham ouvido absoluto desde a infância e desde o começo da educação musical, outros adquiriram posteriormente; e, principalmente, os músicos deste grupo variaram quanto a estratégia utilizada para a recordação das notas.

As mesmas análises foram realizadas e os mesmos efeitos antes descritos foram detectados (Figuras 4 e 5). Os grupos mantiveram os mesmos perfis de recordação, exceto para a o teste *post-hoc* da interação entre tipo de listas e grupo na ordem direta, ($F(4, 90) = 9,16, p < 0,05$), em que o grupo de músicos com ouvido absoluto apresentou uma amplitude melódica maior do que a de cantores amadores ($p < 0,05$). Além disso, houve uma tendência para a amplitude melódica dos músicos de ouvido absoluto que utilizaram estratégia verbal ou mista ser maior que a de pseudopalavras ($p = 0,0535$). Na ordem inversa, o perfil de recordação se manteve o mesmo que

o da análise anterior (com os todos os músicos com ouvido absoluto) e na análise do índice também não mostrou alteração.

Tabela 1. Média \pm erro padrão da idade, anos de estudo de teoria musical, canto e experiência em coral nos grupos de cantores amadores, profissionais e músicos com ouvido absoluto.

		<i>Amadores</i> ($N = 4 \text{ ♂} + 14 \text{ ♀}$)	<i>Profissionais</i> ($N = 7 \text{ ♂} + 13 \text{ ♀}$)	<i>Ouvido Absoluto</i> ($N = 8 \text{ ♂} + 7 \text{ ♀}$)
	<i>Idade</i> ^b	27,78 \pm 1,86	34 \pm 1,50	26,93 \pm 1,98
<i>Anos de estudo</i>	<i>Teoria musical</i> ^a	2,69 \pm 0,69	14,2 \pm 1,29	12,93 \pm 2,19
	<i>Canto</i> ^c	0,6 \pm 0,45	11,7 \pm 1,10	5,37 \pm 2,24
	<i>Coral</i> ^b	4,54 \pm 0,96	16,13 \pm 1,83	5,8 \pm 1,44

Nota: ^a = cantores amadores diferem dos outros dois grupos ($p < 0,05$); ^b = cantores profissionais diferem dos outros dois grupos ($p < 0,05$); ^c = os três grupos diferem entre si ($p < 0,05$).

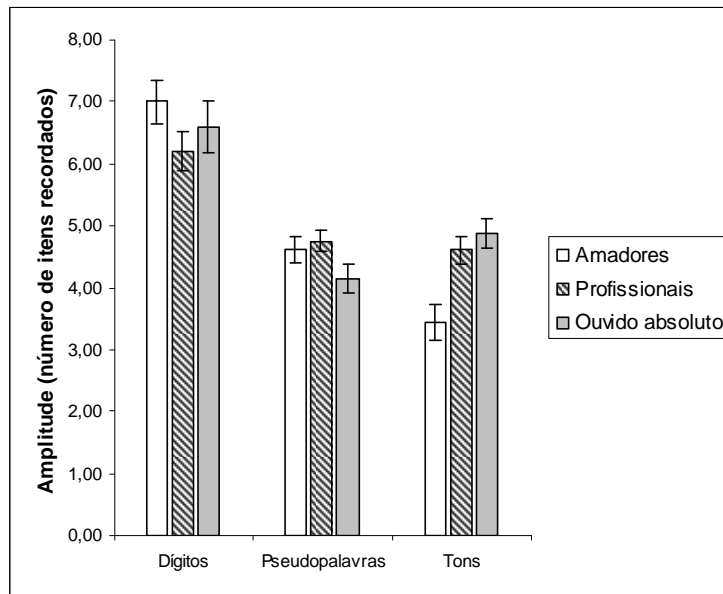


Figura 1. Média e erro padrão das amplitudes numérica, de pseudopalavras e melódica dos três grupos experimentais na ordem direta.

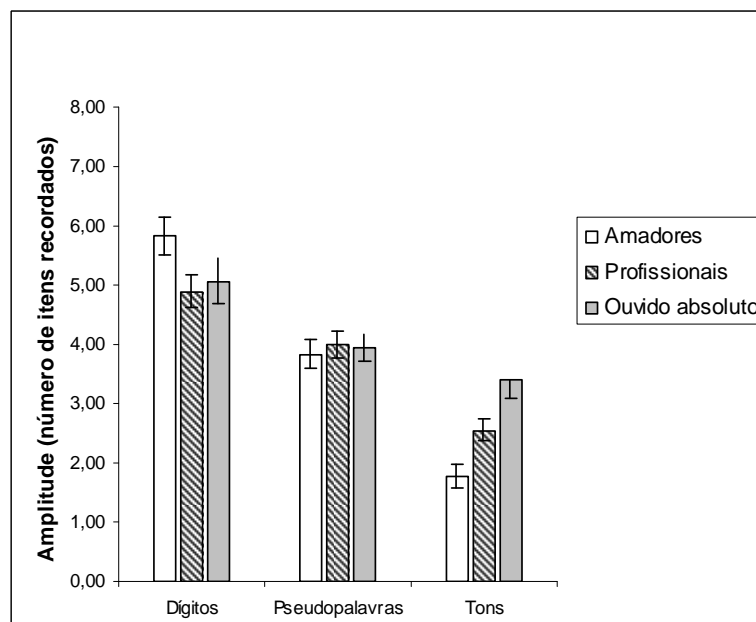


Figura 2. Média e erro padrão das amplitudes numérica, de pseudopalavras e melódica dos três grupos experimentais na ordem inversa.

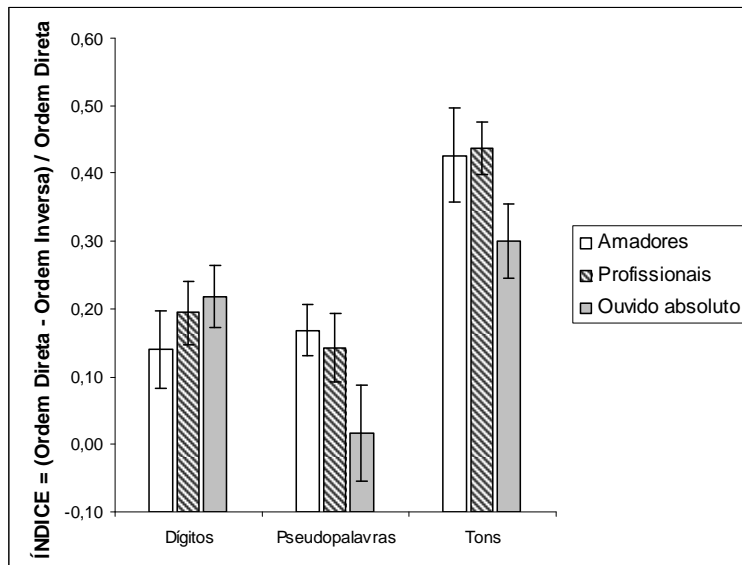


Figura 3. Média e erro padrão dos índices de recordação [(Ordem direta – Ordem inversa) / Ordem direta] de dígitos, pseudopalavras e tons.

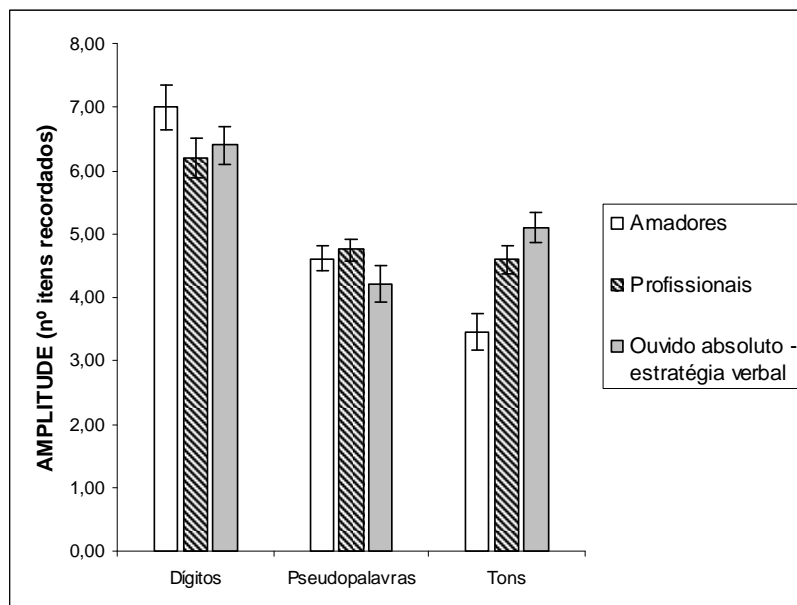


Figura 4. Média e erro padrão das amplitudes numérica, de pseudopalavras e melódica dos grupos de cantores amadores, profissionais e músicos com ouvido absoluto que utilizaram estratégia verbal para recordação das melodias na ordem direta.

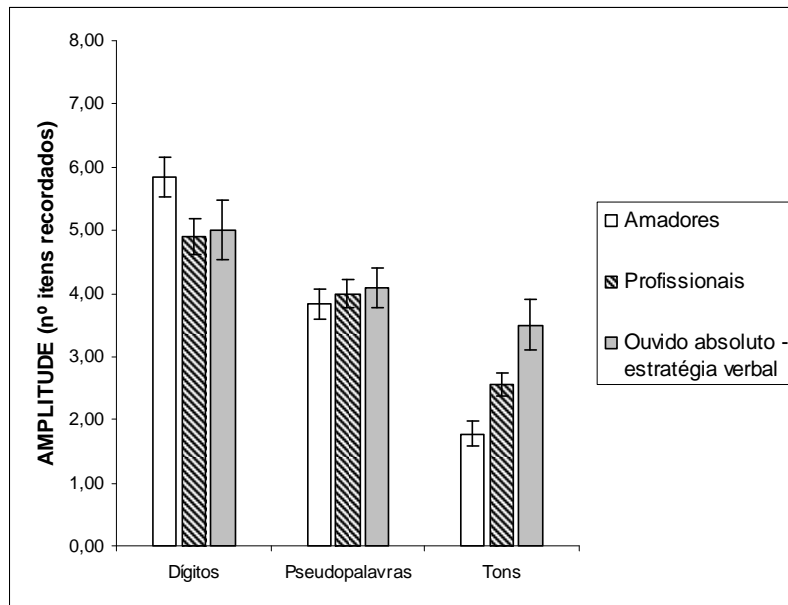


Figura 5. Média e erro padrão das amplitudes numérica, de pseudopalavras e melódica dos grupos de cantores amadores, profissionais e músicos com ouvido absoluto que utilizaram estratégia verbal para recordação das melodias na ordem inversa. Resultados estatísticos semelhantes aos resultados das amplitudes na ordem inversa com o grupo de ouvido absoluto completo (Figura 3).

5. DISCUSSÃO

Os três grupos experimentais não diferiram quanto à amplitude numérica e de pseudopalavras, porém a recordação numérica dos três grupos foi sempre maior do que o de pseudopalavras, tanto na ordem direta como na inversa.

No caso dos testes de amplitude numérica e de pseudopalavras, os efeitos de comprimento da palavra (número de sílabas) (Olazaran, 1996) e similaridade fonológica (Baddeley, 1990, 2003) foram controlados. As pseudopalavras foram formadas a partir dos números, isto é, a partir de mudanças nas consoantes e/ou vogais das palavras que descrevem os números, conservando-se o comprimento e sendo foneticamente similares, mas desprovidas de significado. Além disso, o tempo de intervalo entre os estímulos também foi controlado, de forma que os sujeitos tiveram o mesmo tempo para subvocalização (Baddeley, 1990; 2003; 2007) nos três tipos de testes.

Tendo sido controlados estes dois efeitos que influenciam o armazenamento fonológico, pode-se supor que a diferença na recordação de pseudopalavras na ordem direta em relação aos dígitos seja devida à falta de contexto semântico. Este dado mostra que, de fato, a alça fonológica é influenciada pela memória de longo prazo, como proposto por Ardila (2003).

As pseudopalavras poderiam ser comparadas com palavras de uma segunda língua, pois possuem estrutura fonética conhecida, mas pouca familiaridade com o significado. Trabalhos anteriores com recordação serial de palavras em sujeitos bilíngües mostram que a recordação de palavras da primeira língua é maior do que a recordação de palavras apresentadas no segundo idioma (Thorn & Gathercole, 1999; Thorn *et al.*, 2002; Ardila, 2003). Analogamente, quando há maior familiaridade com as palavras a serem evocadas, como é o caso dos dígitos em oposição às

pseudopalavras, a amplitude de recordação é maior. Portanto, baseando-se nos resultados destes trabalhos, era esperado que a lembrança de pseudopalavras fosse menor que a de números.

Comparando a recordação em inglês com a recordação em Linguagem de Sinais Americana (LSA), Boutla *et al.* (2000) obteve amplitudes maiores para o inglês, mesmo sendo equivalente o conteúdo semântico dos dois tipos de material. Os autores não atribuem a grande amplitude observada em testes de recordação serial de palavras a algum efeito lingüístico, mas sim a um efeito de modalidade sensorial. No presente estudo, a apresentação das pseudopalavras e dos números (material verbal) não diferem em relação à modalidade sensorial (auditiva) e ainda assim a recordação numérica é maior. Portanto, o conteúdo semântico realmente parece ter papel importante na determinação da amplitude numérica.

Embora o número de pseudopalavras recordadas na ordem inversa seja menor que o de dígitos, o índice calculado, que reflete a queda do número de palavras lembradas na ordem inversa em relação à direta, é semelhante para os dois tipos de material. Se for levado em conta apenas a amplitude inversa, poder-se-ia concluir que a memória operacional para material com significado é maior que para material sem significado. Porém, não parece plausível manipular um item que não esteja retido na memória de curto prazo. O índice pressupõe que o que pode ser manipulado deve estar armazenado. Neste sentido, pode-se inferir que a memória operacional para material verbal é semelhante para material com significado ou sem significado.

Analisando-se os estímulos que não possuem significado, ou seja, em relação às amplitudes de pseudopalavras e melódica na ordem direta, a análise mostra que o grupo de cantores amadores apresenta uma queda de desempenho no teste melódico em relação ao de pseudopalavras, fenômeno este não observado nos outros dois grupos. Isto sugere que o contato profissional com a música, ou o tempo de estudo de teoria musical facilita a memorização melódica ou, em

outras palavras, a escolaridade musical influencia a recordação melódica, fenômeno este observado por Berti *et al.* (2006) em testes de reconhecimento de tons.

Este fenômeno não parece ser decorrente da experiência com canto coral ou da idade, visto que o grupo de ouvido absoluto e o de amadores são semelhantes nestes dois fatores.

Os testes de amplitude de pseudopalavras e melódica foram construídos e aplicados de forma semelhante, no entanto existem diferenças que são inerentes ao tipo de material apresentado. Por exemplo, não é possível igualar os dois tipos de estímulos quanto à estrutura fonológica e o grau de dificuldade. Os únicos fatores semelhantes entre os estímulos melódicos e os outros foram o tempo de apresentação do estímulo, o intervalo entre as apresentações dos mesmos e o formato de apresentação (duas seqüências de mesmo número de estímulos).

Além disso, o teste melódico utilizado neste estudo difere dos testes de reconhecimento e memória para tons utilizados geralmente encontrados na literatura (Deutsch, 1970; 1973; Logie & Edworthy, 1986; Semal *et al.* 1996). No presente estudo, o teste de amplitude melódica foi construído para que pudesse ser comparado ao teste de amplitude numérica e, por isso, não houve tarefas distratoras entre uma melodia e outra.

O teste de amplitude melódica na ordem direta para cantores profissionais e músicos com ouvido absoluto pode parecer baixo ($4,6 \pm 0,99$ para profissionais e $4,87 \pm 0,92$ para ouvido absoluto) levando-se em conta que músicos conseguem guardar na memória melodias bastante longas. Esta surpresa foi relatada por alguns voluntários. As escalas melódicas do presente estudo foram construídas a partir da escala cromática e com seqüências sorteadas ao acaso e, portanto, não previsíveis. Isto foi feito com o intuito de impedir que os músicos buscassem esquemas melódicos pré-armazenados na memória de longo prazo. A música ocidental é baseada em escalas tonais, isto é, sempre construída com base na escala diatônica, composta por tons e semitons. Tais melodias, que possuem centros tonais, nos são mais familiares auditivamente (ver Bennett, 1986). É possí-

vel que a amplitude na ordem direta seja diferente se listas forem construídas usando outros tipos de escalas como a diatônica ou a pentatônica. Trabalhos estão sendo desenvolvidos no sentido de se explorar se estes fatores influenciam a amplitude da memória de curto prazo melódica.

Os indivíduos com ouvido absoluto possuem a capacidade de associar sons verbais às notas (Zatorre *et al.*, 1998) e esta habilidade pode conferir vantagem na recordação das melodias. No entanto, nem todos utilizaram tal estratégia para recordar os tons. Uma nova análise realizada apenas com os sujeitos que utilizaram estratégias verbais mostrou que o número de notas recordadas na ordem direta chega a ser maior que o de pseudopalavras. Este aumento na recordação, contudo, não foi observado na ordem inversa e no índice. Isto pode ter acontecido porque os músicos que utilizaram estratégia verbal ou mista podem ter utilizado mais a estratégia diferente da verbal para a recordação na ordem inversa.

Como citado anteriormente, Wayman *et al.* (1992) definem ouvido absoluto como a habilidade de utilizar a memória de longo prazo para tons. Sujeitos que não possuem esta habilidade precisam reverberar continuamente o tom para mantê-lo na memória de curto prazo. Estas características devem ter sido as responsáveis pelas diferenças encontradas no grupo de ouvido absoluto que utilizou estratégias verbais.

Na ordem inversa o material melódico é menos recordado que pseudopalavras e estas menos recordadas do que os números, sugerindo que a inversão de melodias é mais difícil que a inversão de material verbal. Este fenômeno também pode ser evidenciado pela análise do índice. O cálculo $[(\text{Ordem direta} - \text{Ordem inversa}) / \text{Ordem direta}]$ indica que quanto maior o índice, maior a diferença entre os desempenhos na ordem direta e na ordem inversa.

Como afirmado anteriormente, as médias dos índices de amplitude numérica e de pseudopalavras encontradas foram semelhantes, portanto a manipulação de itens verbo-acústicos sem significado na memória operacional parece não ser mais difícil do que a manipulação de itens

verbo-acústicos com significado. Porém, o índice de amplitude melódica é maior do que os dos outros dois tipos de amplitude, isto é, a queda no desempenho quando na ordem inversa é maior para material melódico do que para verbal. Logo, os resultados sugerem que tanto cantores amadores como profissionais têm dificuldade em inverte melodias e esta é maior que a dificuldade de inverter pseudopalavras.

Uma revisão da literatura utilizando resultados dos testes de amplitude na ordem direta e inversa executados nos mesmos sujeitos (adultos normais) mostra que se o índice definido neste estudo for calculado para dados de amplitude numérica em outras línguas, como inglês, espanhol (Ardila *et al.*, 2000), hebraico (Silver *et al.*, 2003) e alemão (Merten *et al.*, 2005), este varia de 0,09 a 0,26. O índice para amplitude verbal calculado no presente trabalho foi da ordem de $0,13 \pm 0,25$ para dígitos e $0,16 \pm 0,19$ para pseudopalavras, em cantores amadores, por exemplo. A exceção encontrada na revisão foi o resultado do índice para amplitude numérica em mandarim (Hsieh & Tori, 2007), uma língua tonal, o qual foi de $0,48 \pm 0,05$. Tal exceção se assemelha ao índice encontrado para material melódico no presente estudo ($0,54 \pm 0,31$).

Essa semelhança entre o índice melódico deste estudo e o índice numérico em mandarim suporta a idéia de que manipular tons na memória operacional é mais difícil do que itens apenas verbais (com ou sem significado). Além disso, as melodias parecem ter características peculiares e diferentes de sons verbais. Esta peculiaridade, juntamente com os indícios de que melodias e tons são processados no hemisfério direito e não no esquerdo (Zatorre, 1988; Peretz & Hyde, 2003; Peretz & Coltheart, 2003), responsável pelo material verbal poderia ser dar indícios de que, realmente o armazenamento de tons é diferente do armazenamento de sons verbais.

6. CONCLUSÕES

1. Material melódico tem características diferentes do material verbal (seja com ou sem significado), pois a manipulação de seqüências melódicas na memória operacional parece ser mais difícil do que a manipulação de seqüências verbais.
2. Não é possível afirmar ainda a existência de uma alça exclusiva para lidar com material melódico, como sugere Berz (1995), mas é necessário considerar que, em termos gerais, os resultados dão suporte à necessidade de se caracterizar melhor as condições em que seqüências melódicas são armazenadas e manipuladas na memória operacional.
3. Se por um lado existem evidências de que material verbal e não-verbal (incluindo material melódico) podem compartilhar a mesma alça fonológica por apresentarem características comuns, outras evidências como os estudos de Deutch (1970, 1973) e o presente estudo sugerem que existem características peculiares do material melódico que precisam ser consideradas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alptekin, K.; Akvardar, Y.; Akdede, B. B. K.; Dumlu, K.; Iyvk, D.; Pirinc,ci, F.; Yahssin, S.; Kitiy, A. (2005). Is quality of life associated with cognitive impairment in schizophrenia? *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 29, pp. 239– 244.
- Ardila, A. (2003). Language representation and working memory with bilinguals. *Journal of Communication Disorders*, 36, pp. 233-240.
- Ardila, A., Rosselli, M., Ostrosky-Solís, F., Marcos, J., Granda, G., Soto, M. (2000). Syntactic comprehension, verbal memory, and calculation abilities in Spanish-English bilinguals. *Applied Neuropsychology*, 7(1), pp. 3-16.
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence (Ed.), *Te psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (pp. 89-195). New York: Academic Press.
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1971). The control of short-term memory. *Scientific American*, 225(2), pp. 82-90.
- Bachem, A. (1937). Various types of absolute pitch. *Journal of the Acoustical Society of America*, 9, pp. 146-151.
- Baddeley, A. D. (1990). The role of memory in cognition: working memory. In Lawrence Erlbaum Associates (Eds.), *Human Memory – Theory and Practice*. (pp. 67-95). Hillsdale, USA.
- Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of human memory*. Hove: Psychology Press.

- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), pp. 417-423.
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, pp. 189–208.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought and action*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-90.
- Baddeley, A. D., Grant, S., Wight, E. & Thomson, N. (1973). Imagery and visual working memory. In P. M. A. Rabbitt & S. Dornic (Eds.), *Attention and performance V* (pp. 205-217). London: Academic Press.
- Baddeley, A. D. & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory* (pp. 28-61). New York: Cambridge University Press.
- Bennett, R. (1986). *Uma breve história da música*. Tradução de Maria Teresa Resende Costa. Ed. Jorge Zahar. Rio de Janeiro.
- Berti, S., Münzer, S., Schröger, E. & Pechmann, T. (2006). Different interference effects in musicians and a control group. *Experimental Psychology*, 53(2), pp. 111–116.
- Berz, W. L. (1995). Working memory in music - a theoretical model. *Music Perception*, 12(3), pp. 353-364.
- Boutla, M.; Supalla, T.; Newport, E. L. & Bavelier, D. (2004). Short-term memory span: insights from sign language. *Nature Neuroscience*, 7(9), pp. 997-1002.
- Bueno, O. F. A. & Oliveira, M. G. M. (2004). Memória e amnésia. In *Neuropsicologia hoje*. Pp. 135-163. Ed. Artes Médicas Ltda. São Paulo.

- Brown, S. & Martinez, M. J. (2007). Activation of premotor vocal areas during musical discrimination. *Brain and Cognition*, 63, pp. 59–69.
- Cohen, J. D.; Perlstein, W. M.; Braver, T. S.; Nystrom, L. E.; Noll, D. C.; Jonides, J.; Smith, E. E. (1997). Temporal dynamics of brain activation during a working memory task. *Nature*, 386(6625), pp. 604-608.
- Conklin, H. M.; Curtis, B. S. C. E.; Katsanis, J. & Iacono, W. G. (2000). Verbal working memory impairment in schizophrenia patients and their first-degree relatives: evidence from the digit span task. *American Journal of Psychiatry*, 157(2), pp. 275–277.
- Cowan, N. (2000). The magic number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, pp. 87-185.
- Craik, F. I. M & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 11, pp. 671-684.
- Deutsch, D. (1970). Tones and numbers: specificity of interference in immediate memory. *Science*, 168, pp. 1604–1605.
- Deutsch, D. (1973). Interference in memory between tones adjacent in the musical scale. *Journal of Experimental Psychology*, 100 (2), pp. 228–231.
- Gaab, N, & Schlaug, G. (2003). The effect of musicianship on pitch memory in performance matched groups. *Neuroreport*, 14(18-19), pp. 2291-2295.
- Gabrieli, M. S.; Gabrieli, J. D. E.; Stebbins, G. T. & Sullivan, E. V. (1998). Working and strategic memory deficits in schizophrenia. *Neuropsychology*, 2, pp. 278-288.
- Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(1), pp. 410-419.

- Hoshi, Y.; Oda, I.; Wada, Y.; Ito, Y.; Yamashita, Y.; Oda, M.; Ohta, K.; Yamada, Y. & Tamura, M. (2000). Visuospatial imagery is a fruitful strategy for the digit span backward task: a study with near-infrared optical tomography. *Cognitive Brain Research*, 9, pp. 339–342.
- Hsieh, S. -L. J. & Tori, C. D. (2007). Normative data on cross-cultural neuropsychological tests obtained from Mandarin-speaking adults across the life span. *Archives of Clinical Neuropsychology*, doi:10.1016/j.acn.2007.01.004 (*in press*).
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. New York: Holt.
- Logie, R. H. & Edworthy, J. (1986). Shared mechanisms in the processing of verbal and musical material. In D. G. Russell, D. Marks & J. Richardson (Eds.), *Imagery II* (pp. 33–37). Dunedin, New Zealand: Human Performance Associates.
- Merten, T., Green, P., Henry, M., Blaskewitz, N. & Brockhaus, R. (2005). Analog validation of German-language symptom validity tests and the influence of coaching. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20, pp. 719–726.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review*, 63(2), pp. 81-97.
- Norman, S.; Kemper, S.; Kynette, D.; Cheung, H. & Anagopoulos, C. (1991). Syntactic complexity and adults' running memory span. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 46(6), pp. 346-351.
- Olazaran, J.; Jacobs, D. M. & Stern, Y. (1996). Comparative study of visual and verbal short-term memory in English and Spanish speakers: testing a linguistic hypothesis. *Journal of International Neuropsychological Society*, 2, pp. 105-110.
- Peretz, I. & Hyde, K. (2003). What is specific to music processing? Insights from congenital amusia. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(8), pp. 362-367.

- Peretz, I. & Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*, 6(7), pp. 688-691.
- Richardson, J. T. E. (1977). Functional relationship between forward and backward digit repetition and a non-verbal analogue. *Cortex*, 13, pp. 317-320.
- Rudel, R. G. & Denckla, M. B. (1974). Relation of forward and backward digit repetition to neurological impairment in children with learning disabilities. *Neuropsychologia*, 12(1), pp. 109-118.
- Saito, S. (2001). The phonological loop and memory for rhythms: an individual differences approach. *Memory*, 9(4/5/6), pp. 313-322.
- Semal, C.; Demany, L.; Ueda, K. & Hallé, P.A. (1996). Speech versus nonspeech in pitch memory. *Journal of Acoustical Society of America*, 100(2 Pt.1), pp. 1132-1140.
- Shallice, T. & Warrington, E. K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: a neuropsychological study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22, pp. 261-273.
- Shebani, M. F. A.; Vijver, F. J. R. V. D. & Poortinga, Y. H. (2005). A strict test of the phonological loop hypothesis with Libyan data. *Memory & Cognition*, 33(2), pp. 196-202.
- Silver, H., Feldman, P., Bilker, W. & Gur, R. C. (2003). Working memory deficit as a core neuropsychological dysfunction in schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, 160(10), pp. 1809-1816.
- Thorn, A. S. C. & Gathercole, S. E. (1999). Language-specific knowledge and short-term memory in bilingual and non-bilingual children. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52A(2), pp. 303-324.

- Thorn, A. S. C.; Gathercole, S. E. & Frakish, C. R. (2002). Language familiarity effects in short-term memory: the role of output delay and long-term knowledge. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55A(4), pp. 1363-1383.
- Wayman, J. W., Frisina, R. D., Walton, J. P., Hantz, E. C. & Crummer, G., C. (1992). Effects of musical training and absolute pitch ability on event-related activity in response to sine tones. *Journal of Acoustical Society of America*, 91(6), pp. 3527-3531.
- Zatorre, R.J. (1988). Pitch perception of complex tones and human temporal-lobe function. *Journal of Acoustical Society of America*, 84(2), pp. 566-572.
- Zatorre, R. J.; Evans, A. C. & Meyer, E. (1994). Neural mechanisms underlying melodic perception and memory for pitch. *The Journal of Neuroscience*, 14(4), pp. 1908-1919.
- 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*, 95, PP. 3172-3177.

ANEXO 1 - ASPECTOS ÉTICOS

Parecer de aprovação o comitê local de ética em pesquisa

Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

MEMÓRIA OPERACIONAL PARA TONS, PALAVRAS E PSEUDOPALAVRAS EM MÚSICOS

1) Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que visa verificar como a memória humana lida com materiais sonoros verbais ou não verbais.

2) Primeiramente você deverá responder ao questionário em anexo a este termo de consentimento. Serão realizados de 8 a 9 (de oito a nove) testes, que consistirão quase sempre da apresentação de seqüências crescentes de números, palavras e sons, que deverão ser repetidos por você, na ordem direta e na ordem inversa da apresentação, conforme for indicado pelo pesquisador. Sua voz será gravada no teste de repetição de sons para posterior comparação com os sons apresentados. Nenhum procedimento aqui utilizado tem valor diagnóstico, trata-se apenas de coleta de dados para realização de possíveis correlações entre a amplitude de itens corretamente recordados e o funcionamento da memória de curto prazo.

3) Não é esperado qualquer tipo de risco à saúde física ou mental dos voluntários desta pesquisa nos procedimentos do item 2;

4) Não há benefício direto para o participante desta pesquisa, trata-se apenas de um estudo experimental testando a hipótese de que a memória de curto prazo lida diferentemente com material verbal e melódico;

5) Garantia de acesso: em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. As principais investigadoras são a *Prof^a Dr^a Maria Gabriela Menezes de Oliveira* e sua orientanda, aluna de pós-graduação *Mariana Elisa Benassi Werke*, que podem ser encontradas no *Departamento de Psicobiologia da UNIFESP*, na Rua Botucatu, 862, Vila Clementino – 1º andar – CEP 04023-062 – São Paulo/SP

Telefone (11)55390155. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Botucatu, 572 – 1º andar – cj 14, 5571-1062, FAX: 5539-7162 – E-mail: cepunifesp@epm.br;

6) É garantida aos participantes a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à qualquer relacionamento que tiver com a Instituição;

7) Direito de confidencialidade – As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as de outros participantes, não sendo divulgado a identificação de nenhum participante;

8) É garantido aos participantes o direito de serem mantidos atualizados sobre os resultados parciais das pesquisas;

9) Despesas e compensações: não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa;

10) Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), o participante tem direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas;

As pesquisadoras têm o compromisso de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo "Memória operacional para tons, palavras e pseudo-palavras em cantores". Eu discuti com a Profª Drª Maria Gabriela Menezes de Oliveira ou com sua orientanda Mariana Elisa Benassi Werke sobre a minha decisão em participar nesse estudo.

Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia de acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do voluntário

Data:

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo

Data:

ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO

Nome:		RG:
Endereço:		Complemento:
CEP:	Cidade:	Estado:
Telefones:		
E-mail:		
Data de Nascimento:	Idade:	Sexo: M (0) <input type="checkbox"/> F (1) <input type="checkbox"/>
Estado civil: Destro (0) <input type="checkbox"/> , Canhoto (1) <input type="checkbox"/> ou Ambidestro (2) <input type="checkbox"/>		
Naturalidade: Cidade:	Estado:	País:
Nacionalidade:		Primeiro idioma:
Escolaridade tradicional:		
<input type="checkbox"/> Ensino Fundamental completo (0)	<input type="checkbox"/> Ensino Médio incompleto (1)	<input type="checkbox"/> Ensino Médio completo (2)
<input type="checkbox"/> Ensino Superior incompleto (3)	<input type="checkbox"/> Ensino Superior completo (4)	<input type="checkbox"/> Pós-graduação (5)
Formação acadêmica/técnica 1:		
Formação acadêmica/técnica 2:		
Profissão 1:		
Profissão 2:		
Já estudou teorial musical? (TM): <input type="checkbox"/> não (0) <input type="checkbox"/> sim (1)		Por quanto tempo? (a_TM):
Desde que idade?:	Até que idade?:	Onde?:
Desde que idade?:	Até que idade?:	Onde?:
Já estudo canto? (Canto): <input type="checkbox"/> não (0) <input type="checkbox"/> sim (1)		Por quanto tempo? (a_Canto):
Desde que idade?:	Até que idade?:	Onde?:
Desde que idade?:	Até que idade?:	Onde?:
Já cantou em coral? (Coral): <input type="checkbox"/> não (0) <input type="checkbox"/> sim (1)		Por quanto tempo? (a_Coral):
Desde que idade?:	Até que idade?:	Onde?:
Desde que idade?:	Até que idade?:	Onde?:
Qual seu nível de conhecimento musical?		
<input type="checkbox"/> nenhum (0)	<input type="checkbox"/> canta ou toca em bar (4)	
<input type="checkbox"/> amador – toca ou canta, não conhece t. musical (1)	<input type="checkbox"/> instrumentista profissional (5)	
<input type="checkbox"/> amador – toca ou canta, noções básicas de t.musical (2)	<input type="checkbox"/> cantor lírico profissional (6)	
<input type="checkbox"/> amador – toca ou canta, conhece bem t. musical (3)	<input type="checkbox"/> outro (7):	
Toca algum instrumento? (Instr.): <input type="checkbox"/> não (0) <input type="checkbox"/> sim(1)	Qual?:	
Qual seu nível de solfejo?		

nenhum (0) <input type="checkbox"/> muito ruim (1) <input type="checkbox"/> ruim (2) <input type="checkbox"/> regular (3) <input type="checkbox"/> bom (4) <input type="checkbox"/> muito bom (5) <input type="checkbox"/> excelente (6) <input type="checkbox"/>	
Posui ouvido absoluto? (OA):	
não sei (0) <input type="checkbox"/>	não, com certeza (1) <input type="checkbox"/> não tenho certeza (2) <input type="checkbox"/> sim, com certeza (3) <input type="checkbox"/>
Possui ouvido relativo? (OR):	
não sei (0) <input type="checkbox"/>	não, com certeza (1) <input type="checkbox"/> não tenho certeza (2) <input type="checkbox"/> sim, com certeza (3) <input type="checkbox"/>
Perda auditiva?: nenhuma (0) <input type="checkbox"/> parcial (1) <input type="checkbox"/>	
Quantas horas de sono você tem por dia? (sono_dia):	
Dorme a que horas? (Dorme):	Acorda a que horas? (Acorda):
Doenças neurológicas ou psiquiátricas diagnosticadas:	
Utiliza algum medicamento continuamente? (Med): <input type="checkbox"/> não (0) <input type="checkbox"/> sim (1)	
Quais?:	
<i>Após o teste:</i>	
Estratégias utilizadas para recordar cada tipo de estímulo:	
Números OD:	
Números OI:	
Pseudopalavras OD:	
Pseudopalavras OI:	
Notas OD:	
Notas OI:	

ANEXO 3 - TESTES

Teste de afinação e de ouvido absoluto

Teste de amplitude numérica

Teste de amplitude de pseudopalavras

Teste de amplitude melódica

Teste de afinação e ouvido absoluto

MASCULINO

NOTAS	Frequência (fundamental)	Frequência (1º harmônico)	TESTE DE AFINAÇÃO	TESTE DE OUVIDO ABSOLUTO
Mi	164Hz	328Hz		
Do#	137Hz	277Hz		
Fá#	183Hz	366Hz		
Ré	145Hz	288Hz		
Fá	172Hz	345Hz		
Sol#	207Hz	412Hz		
Do	132Hz	261Hz		
Lá	218Hz	436Hz		
Sol	194Hz	388Hz		
Fá#	183Hz	366Hz		
TOTAL				

FEMININO

NOTAS	Frequência (fundamental)	Frequência (1º harmônico)	TESTE DE AFINAÇÃO	TESTE DE OUVIDO ABSOLUTO
Mi	330Hz	661Hz		
Do#	274Hz	624Hz		
Fá#	368Hz	736Hz		
Ré	292Hz	585Hz		
Fá	350Hz	703Hz		
Sol#	411Hz	821Hz		
Do	262Hz	527Hz		
Lá	330Hz	880Hz		
Sol	389Hz	778Hz		
Fá#	368Hz	736Hz		
TOTAL				

Teste de amplitude numérica

LISTA A

Ordem Direta

Nº itens	Tentativa I	pontuação	Tentativa II	pontuação
3	6-2-9		3-7-5	
4	5-4-1-7		8-3-9-6	
5	3-6-9-2-5		6-9-4-7-1	
6	9-1-8-4-2-7		6-3-5-4-8-2	
7	1-2-8-5-3-4-6		2-8-1-4-9-7-5	
8	3-8-2-9-5-1-7-4		5-9-1-8-2-6-4-7	
9	6-3-5-9-1-8-2-4-7		9-2-5-3-7-1-5-4-8	
10	7-6-1-9-4-2-8-5-3-1		2-3-8-6-1-9-4-7-5-2	

Ordem Inversa

Nº itens	Tentativa I	pontuação	Tentativa II	pontuação
2	5-1		3-8	
3	4-9-3		5-2-6	
4	3-8-1-4		1-7-9-5	
5	6-2-9-7-2		4-8-5-2-7	
6	7-1-5-2-8-6		8-3-1-9-6-4	
7	4-7-3-9-1-2-8		8-1-2-9-3-6-5	
8	2-3-5-3-9-8-6-1		1-7-5-3-8-6-4-2	
9	3-6-5-1-8-7-2-4-9		9-2-5-8-3-6-4-1-7	
10	1-8-5-2-6-7-4-9-3-8		8-5-2-3-4-9-6-2-1-7	

LISTA B

Ordem Direta

Nº itens	Tentativa I	pontuação	Tentativa II	pontuação
3	4-9-3		5-2-6	
4	3-8-1-4		1-7-9-5	
5	6-2-9-7-2		4-8-5-2-7	
6	7-1-5-2-8-6		8-3-1-9-6-4	
7	4-7-3-9-1-2-8		8-1-2-9-3-6-5	
8	2-3-5-3-9-8-6-1		1-7-5-3-8-6-4-2	
9	3-6-5-1-8-7-2-4-9		9-2-5-8-3-6-4-1-7	
10	1-8-5-2-6-7-4-9-3-8		8-5-2-3-4-9-6-2-1-7	

Ordem Inversa

Nº itens	Tentativa I	pontuação	Tentativa II	pontuação
2	1-5		3-8	
3	6-2-9		3-7-5	
4	5-4-1-7		8-3-9-6	
5	3-6-9-2-5		6-9-4-7-1	
6	9-1-8-4-2-7		6-3-5-4-8-2	
7	1-2-8-5-3-4-6		2-8-1-4-9-7-5	
8	3-8-2-9-5-1-7-4		5-9-1-8-2-6-4-7	
9	6-3-5-9-1-8-2-4-7		9-2-5-3-7-1-5-4-8	
10	7-6-1-9-4-2-8-5-3-1		2-3-8-6-1-9-4-7-5-2	

Teste de amplitude de pseudopalavras

LISTA A

	ORDEM DIRETA	PONTUAÇÃO
3	Timbu Oilo Daus	
3	Beis Noque Jabro	
4	Beis Jabro Tebs Noque	
4	Depe Daus Oilo Beis	
5	Jabro Daus Depe Tebs Im	
5	Depe Timbu Oilo Tebs Beis	
6	Tebs Noque Daus Jabro Oilo Depe	
6	Beis Im Noque Jabro Depe Tebs	
7	Timbu Noque Im Depe Jabro Daus Oilo	
7	Jabro Im Depe Noque Tebs Oilo Beis	
8	Timbu Oilo Im Noque Daus Beis Jabro Depe	
8	Tebs Oilo Daus Noque Timbu Im Depe Jabro	
9	Daus Depe Timbu Oilo Beis Daus Timbu Oilo Jabro	
9	Depe Im Tebs Noque Jabro Daus Timbu Beis Oilo	
10	Noque Jabro Beis Tebs Oilo Daus Im Timbu Depe Noque	
10	Oilo Tebs Noque Im Beis Timbu Depe Jabro Daus Beis	
	ORDEM INVERSA	PONTUAÇÃO
2	Daus Jabro	
2	Timbu Oilo	
3	Beis Daus Noque	
3	Jabro Im Timbu	
4	Tebs Daus Defe Noque	
4	Jabro Noque Beis Oilo	
5	Im Timbu Daus Oilo Beis	
5	Beis Im Oilo Jabro Tebs	
6	Timbu Tebs Noque Jabro Im Oilo	
6	Depe Daus Jabro Oilo Timbu Beis	
7	Oilo Im Daus Noque Tebs Beis Timbu	
7	Jabro Depe Tebs Noque Im Daus Oilo	
8	Noque Jabro Tebs Depe Beis Daus Timbu Oilo	
8	Depe Daus Oilo Im Noque Beis Timbu Tebs	
9	Tebs Im Noque Depe Timbu Oilo Daus Beis Jabro	
9	Oilo Tebs Im Beis Jabro Timbu Noque Depe Daus	
10	Timbu Daus Oilo Tebs Im Beis Jabro Noque Depe Im	
10	Jabro Im Tebs Beis Timbu Oilo Daus Noque Tebs Depe	

LISTA B

	ORDEM DIRETA	PONTUAÇÃO
3	Beis Daus Noque	
3	Jabro Im Timbu	
4	Tebs Daus Defe Noque	
4	Jabro Noque Beis Oilo	
5	Im Timbu Daus Oilo Beis	
5	Beis Im Oilo Jabro Tebs	
6	Timbu Tebs Noque Jabro Im Oilo	
6	Depe Daus Jabro Oilo Timbu Beis	
7	Oilo Im Daus Noque Tebs Beis Timbu	
7	Jabro Depe Tebs Noque Im Daus Oilo	
8	Noque Jabro Tebs Depe Beis Daus Timbu Oilo	
8	Depe Daus Oilo Im Noque Beis Timbu Tebs	
9	Tebs Im Noque Depe Timbu Oilo Daus Beis Jabro	
9	Oilo Tebs Im Beis Jabro Timbu Noque Depe Daus	
10	Timbu Daus Oilo Tebs Im Beis Jabro Noque Depe Im	
10	Jabro Im Tebs Beis Timbu Oilo Daus Noque Tebs Depe	
	ORDEM DIRETA	PONTUAÇÃO
2	Daus Jabro	
2	Timbu Oilo	
3	Timbu Oilo Daus	
3	Beis Noque Jabro	
4	Beis Jabro Tebs Noque	
4	Depe Daus Oilo Beis	
5	Jabro Daus Depe Tebs Im	
5	Depe Timbu Oilo Tebs Beis	
6	Tebs Noque Daus Jabro Oilo Depe	
6	Beis Im Noque Jabro Depe Tebs	
7	Timbu Noque Im Depe Jabro Daus Oilo	
7	Jabro Im Depe Noque Tebs Oilo Beis	
8	Timbu Oilo Im Noque Daus Beis Jabro Depe	
8	Tebs Oilo Daus Noque Timbu Im Depe Jabro	
9	Daus Depe Timbu Oilo Beis Daus Timbu Oilo Jabro	
9	Depe Im Tebs Noque Jabro Daus Timbu Beis Oilo	
10	Noque Jabro Beis Tebs Oilo Daus Im Timbu Depe Noque	
10	Oilo Tebs Noque Im Beis Timbu Depe Jabro Daus Beis	

Teste de amplitude melódica

LISTA A

Ordem Direta

Nº itens		pontuação
3	E - G - C#	
3	G - E - D#	
4	F - D# - D - G#	
4	F# - C# - G - F	
5	E - C# - F# - D - C	
5	F# - E - G - D - F	
6	F - C - G# - D# - F# - D	
6	D - G# - C# - D# - G - F	
7	E - G# - C - F# - D# - C# - G	
7	D# - C - F# - G# - D - G - F	
8	E - G - C - G# - C# - F - D# - F#	
8	D - G - C# - G# - E - C - F# - D#	
9	C# - F# - E - G - F - C# - E - G - D#	
9	F# - C - G# - D# - C# - E - A - G - F	
10	A - C - F - E - G - D# - A - E - D - F#	
10	F - C - G - D - G# - A - E - D# - F# - C#	

Ordem Inversa

Nº itens		pontuação
2	E - C	
2	D - G	
3	C - G - C#	
3	E - C# - F	
4	D - G - C - D#	
4	C - F# - G# - E	
5	F - C# - G# - F# - C#	
5	D# - G - E - C# - F#	
6	F# - C - E - C# - G - F	
6	G - D - C - G - F - D#	
7	D# - F# - D - G# - C - C# - G#	
7	G - C - C# - G# - D - F - E	
8	C# - F# - E - D - G# - G - F - C	
8	C - F# - E - D - G - F - D# - C#	
9	D - F - E - C - G - F# - C# - D# - G#	
9	G# - C# - E - G - D - F - D# - C - F#	
10	C - G - E - C# - F - F# - D# - G# - D - G	
10	G - E - C# - D - D# - G# - F - C# - C - F#	

LISTA B**Ordem Direta**

Nº itens		pontuação
3	C - G - C#	
3	E - C# - F	
4	D - G - C - D#	
4	C - F# - G# - E	
5	F - C# - G# - F# - C#	
5	D# - G - E - C# - F#	
6	F# - C - E - C# - G - F	
6	G - D - C - G - F - D#	
7	D# - F# - D - G# - C - C# - G#	
7	G - C - C# - G# - D - F - E	
8	C# - F# - E - D - G# - G - F - C	
8	C - F# - E - D - G - F - D# - C#	
9	D - F - E - C - G - F# - C# - D# - G#	
9	G# - C# - E - G - D - F - D# - C - F#	
10	C - G - E - C# - F - F# - D# - G# - D - G	
10	G - E - C# - D - D# - G# - F - C# - C - F#	

Ordem inversa

Nº itens		pontuação
2	E - C	
2	D - G	
3	E - G - C#	
3	G - E - D#	
4	F - D# - D - G#	
4	F# - C# - G - F	
5	E - C# - F# - D - C	
5	F# - E - G - D - F	
6	F - C - G# - D# - F# - D	
6	D - G# - C# - D# - G - F	
7	E - G# - C - F# - D# - C# - G	
7	D# - C - F# - G# - D - G - F	
8	E - G - C - G# - C# - F - D# - F#	
8	D - G - C# - G# - E - C - F# - D#	
9	C# - F# - E - G - F - C# - E - G - D#	
9	F# - C - G# - D# - C# - E - A - G - F	
10	A - C - F - E - G - D# - A - E - D - F#	
10	F - C - G - D - G# - A - E - D# - F# - C#	