

ANA CAROLINA OLIVEIRA E RODRIGUES

**ATENÇÃO VISUAL EM MÚSICOS E NÃO-
MÚSICOS:
um estudo comparativo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação “stricto sensu” – mestrado – em Música da Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Prof. Orientador: Maurício Alves Loureiro
Prof. Co-Orientadora: Leonor Bezerra Guerra

Belo Horizonte
Escola de Música
Universidade Federal de Minas Gerais
Março de 2007

AGRADECIMENTOS

À minha família, pela constante presença e suporte.

Aos professores Maurício Loureiro e Leonor Guerra, pelos ensinamentos, sabedoria, generosidade e compreensão.

Aos amigos, pelo estímulo e companheirismo.

À Orquestra Sinfônica da Escola de Música da UFMG, coordenada pelos professores Sílvio Viegas e Eduardo Ribeiro, e à Banda Sinfônica da UFMG, coordenada pelo professor Carlos Ernest Dias, pela contribuição solidária e essencial à pesquisa.

Aos alunos e ex-alunos de graduação e pós-graduação dos cursos de Ciências Biológicas, Medicina e Veterinária da UFMG, igualmente pela contribuição solidária e essencial à pesquisa.

À equipe do Laboratório de Psicologia do Esporte (LAPES) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, especialmente ao professor Dietmar Samulski, pelo apoio e valiosa colaboração.

Ao professor Ramon Cosenza, pelas observações e sugestões.

A Tairone Magalhães, pelo auxílio técnico.

Ao Instituto de Ciências Biológicas e à Escola de Música da UFMG, pela minha formação acadêmica e humana e pela possibilidade de uma interface música e neurociência.

“A imaginação é mais importante que o conhecimento.”
Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE GRÁFICOS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. NEUROPLASTICIDADE CEREBRAL	5
2.2. PRÁTICA MUSICAL E NEUROPLASTICIDADE	8
2.2.1. MÚSICA E NEUROPLASTICIDADE: ESTUDOS ESTRUTURAIS	8
2.2.1.1. Corpo caloso	8
2.2.1.2. Córtex motor	9
2.2.1.3. Cerebelo	10
2.2.2. MÚSICA E NEUROPLASTICIDADE: ESTUDOS FUNCIONAIS	11
2.2.2.1. Representação somatosensória	11
2.2.2.2. Representação auditiva	12
2.2.3. MODELO PARA NEUROPLASTICIDADE RELACIONADA À PRÁTICA MUSICAL SEGUNDO ALTENMÜLLER (2001)	13
2.2.4. MÚSICA E CAPACIDADES COGNITIVAS	14
2.3. ATENÇÃO	19
2.3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE ATENÇÃO	19
2.3.2. ABORDAGEM COMPORTAMENTAL DA ATENÇÃO	21
2.3.3. ATENÇÃO VISUAL	23
3. OBJETIVOS	26
3.1. OBJETIVO GERAL	26
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4. MÉTODOS	27
4.1. AMOSTRA	27
4.1.1. GRUPO DOS MÚSICOS	27
4.1.2. GRUPO DOS NÃO-MÚSICOS	30
4.2. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO	30
4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA	33

5. RESULTADOS	35
5.1. COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS	35
5.1.1. AMOSTRA: 26 MÚSICOS E 26 NÃO-MÚSICOS	35
5.1.1.1. Teste <i>MCRT</i> sem acoplamento do vídeo (situação 1)	35
5.1.1.2. Teste <i>MCRT</i> com acoplamento do vídeo (situação 2)	36
5.1.1.3. Comparação entre o teste <i>MCRT</i> nas situações 1 e 2	38
5.1.1.4. Teste “trilhas”	38
5.1.1.5. Subteste “códigos” do <i>WAIS III</i>	39
5.1.2. AMOSTRA: 18 MÚSICOS E 18 NÃO-MÚSICOS	40
5.1.2.1. Teste <i>MCRT</i> sem acoplamento do vídeo (situação 1)	40
5.1.2.2. Teste <i>MCRT</i> com acoplamento do vídeo (situação 2)	41
5.1.2.3. Comparação entre o teste <i>MCRT</i> nas situações 1 e 2	43
5.1.2.4. Teste “trilhas”	44
5.1.2.5. Subteste “códigos” do <i>WAIS III</i>	45
5.2. COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS	45
5.2.1. CORRELAÇÃO ENTRE DESEMPENHO DOS MÚSICOS NOS TESTES E VARIÁVEIS RELACIONADAS À PRÁTICA MUSICAL	45
5.2.2. COMPARAÇÃO ENTRE INSTRUMENTISTAS DE SOPROS E INSTRUMENTISTAS DE CORDAS	49
5.2.3. COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS COM INSTRUMENTO SECUNDÁRIO E MÚSICOS SEM INSTRUMENTO SECUNDÁRIO	50
6. DISCUSSÃO	52
6.1. COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS	52
6.2. COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS	60
7. CONCLUSÃO	63
8. REFERÊNCIAS	64
9. ANEXO I	71
10. ANEXO II	73
11. ANEXO III	75
12. ANEXO IV	79
13. GLOSSÁRIO	81

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ÁREAS CITOARQUITETÔNICAS DO CÓRTEX CEREBRAL HUMANO, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO DE BRODMANN.	83
FIGURA 2 – HEMISFÉRIOS E LOBOS DO CÉREBRO HUMANO.....	84
FIGURA 3 – CORTE SAGITAL DO CÉREBRO HUMANO.....	84
FIGURA 4 – VISÃO ESQUEMÁTICA DE UM NEURÔNIO	85
FIGURA 5 – TETO E TEGMENTO DO MESENCÉFALO (PORÇÃO DO TRONCO ENCEFÁLICO).....	85
FIGURA 6 – ENCÉFALO HUMANO.....	86

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS NO TESTE <i>MCRT</i> SEM ACOPLAMENTO DO VÍDEO - SITUAÇÃO 1 (n=52).....	35
TABELA 2: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS NO TESTE <i>MCRT</i> COM ACOPLAMENTO DO VÍDEO - SITUAÇÃO 2 (n=52).....	36
TABELA 3: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS EM RELAÇÃO AOS ESTÍMULOS DO VÍDEO (n=52)	37
TABELA 4: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS EM RELAÇÃO AOS ESTÍMULOS DO VÍDEO COM ELIMINAÇÃO DOS PONTOS SOLTOS (n=52)	37
TABELA 5: COMPARAÇÃO ENTRE O TESTE <i>MCRT</i> NAS SITUAÇÕES 1 E 2 NO GRUPO DOS MÚSICOS (n=26)	38
TABELA 6: COMPARAÇÃO ENTRE O TESTE <i>MCRT</i> NAS SITUAÇÕES 1 E 2 NO GRUPO DOS NÃO-MÚSICOS (n=26).....	38
TABELA 7: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS NO TESTE “TRILHAS” PARTE A (n=52)	39
TABELA 8: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS NO TESTE “TRILHAS” PARTE B (n=52)	39
TABELA 9: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS NO SUBTESTE “CÓDIGOS” DO <i>WAIS III</i> (n=52)..	40
TABELA 10: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS NO TESTE <i>MCRT</i> SEM ACOPLAMENTO DO VÍDEO - SITUAÇÃO 1 (n=36).....	41
TABELA 11: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS NO TESTE <i>MCRT</i> COM ACOPLAMENTO DO VÍDEO - SITUAÇÃO 2 (n=36).....	41
TABELA 12: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS EM RELAÇÃO AOS ESTÍMULOS DO VÍDEO (n=36)	42
TABELA 13: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS EM RELAÇÃO AOS ESTÍMULOS DO VÍDEO COM ELIMINAÇÃO DOS PONTOS SOLTOS (n=36)	42
TABELA 14: COMPARAÇÃO ENTRE O TESTE <i>MCRT</i> NAS SITUAÇÕES 1 E 2 NO GRUPO DOS MÚSICOS (n=18)....	43
TABELA 15: COMPARAÇÃO ENTRE O TESTE <i>MCRT</i> NAS SITUAÇÕES 1 E 2 NO GRUPO DOS NÃO-MÚSICOS (n=18).	43
TABELA 16: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS NO TESTE “TRILHAS” PARTE A (n=36)	44
TABELA 17: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS NO TESTE “TRILHAS” PARTE B (n=36)	44
TABELA 18: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS E NÃO-MÚSICOS NO SUBTESTE “CÓDIGOS” DO <i>WAIS III</i> (n=36)	45
TABELA 19: CORRELAÇÕES ENTRE O DESEMPENHO DOS MÚSICOS NOS TESTES E A IDADE DE INÍCIO DOS ESTUDOS MÚSICAIS (n=26)	46
TABELA 20: CORRELAÇÕES ENTRE O DESEMPENHO DOS MÚSICOS NOS TESTES E O TEMPO DE PRÁTICA MUSICAL TOTAL (n=26)	48
TABELA 21: CORRELAÇÕES ENTRE O DESEMPENHO DOS MÚSICOS NOS TESTES E O TEMPO DE PRÁTICA MUSICAL COM ORQUESTRA E/OU BANDA SINFÔNICA (n=26)	49
TABELA 22: COMPARAÇÃO ENTRE INSTRUMENTISTAS DE SOPROS E INSTRUMENTISTAS DE CORDAS EM TODOS OS TESTES (n=26)	50
TABELA 23: COMPARAÇÃO ENTRE MÚSICOS COM INSTRUMENTO SECUNDÁRIO E MÚSICOS SEM INSTRUMENTO SECUNDÁRIO EM TODOS OS TESTES (n=26)	51

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – MODELO SIMPLIFICADO DEMONSTRANDO A INTERDEPENDÊNCIA ENTRE O AUMENTO DA COMPLEXIDADE DA INFORMAÇÃO AUDITIVA (EIXO HORIZONTAL) E O AUMENTO DA COMPLEXIDADE DAS REDES NEURAIS ENVOLVIDAS NO SEU PROCESSAMENTO (EIXO VERTICAL).....	14
GRÁFICO 2 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DA IDADE DE INÍCIO DOS ESTUDOS MUSICAIS.	28
GRÁFICO 3 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DO TEMPO DE PRÁTICA MUSICAL TOTAL.	29
GRÁFICO 4 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DO TEMPO DE PRÁTICA MUSICAL COM ORQUESTRA E/OU BANDA SINFÔNICA.	29
GRÁFICO 5 – CORRELAÇÃO ENTRE IDADE DE INÍCIO DOS ESTUDOS MUSICAIS E NÚMERO DE RESPOSTAS OMISSAS NO VÍDEO.	47
GRÁFICO 6 – CORRELAÇÃO ENTRE IDADE DE INÍCIO DOS ESTUDOS MUSICAIS E TEMPO DE REALIZAÇÃO DO TESTE “TRILHAS” PARTE B.....	47

RESUMO

A influência da música sobre a função cerebral tem sido alvo da investigação de neurocientistas e músicos desde a década de 1990. Existem várias evidências que apontam para a existência dos processos de neuroplasticidade cerebral decorrentes do treinamento musical, os quais podem produzir diferenças comportamentais entre músicos e não-músicos. Pesquisas sugerem uma influência do treinamento musical em capacidades cognitivas não-musicais em crianças, mas existem poucos estudos em adultos. Destes, alguns trabalhos têm relatado a existência de capacidades visuais aumentadas em músicos. O objetivo geral deste trabalho consistiu na investigação da capacidade de atenção visual em músicos e não-músicos adultos. Aplicamos um questionário de caracterização dos indivíduos e testes neuropsicológicos indicados para avaliar a capacidade de atenção visual. O teste “trilhas” e o subtteste “códigos” do *WAIS III* foram utilizados principalmente para que a sensibilidade dos mesmos à proposta desta investigação fosse avaliada. O principal teste aplicado, *multiple choice reaction time (MCRT)*, exigiu que o indivíduo respondesse, por meio de ações motoras específicas, a vários estímulos luminosos apresentados. Para avaliação da capacidade de atenção visual dividida, o teste *MCRT* foi aplicado duas vezes: na primeira, situação 1, isoladamente, e na segunda, situação 2, concomitantemente a um vídeo com outros estímulos visuais, os quais se alternavam aleatoriamente. Ao indivíduo foi solicitado informar verbalmente a ocorrência da mudança destes no momento em que a percebesse. Na situação 1, os músicos apresentaram uma porcentagem de respostas corretas significativamente maior. Na situação 2, embora não tenha sido observada diferença significativa entre os grupos em nenhuma das variáveis do teste *MCRT*, os músicos apresentaram menores tempos de reação aos estímulos do vídeo. No teste “trilhas”, parte A, os músicos apresentaram um número de erros significativamente menor. Em relação ao teste “trilhas”, parte B, e ao subtteste “códigos” do *WAIS III*, não houve diferença significativa entre os grupos. Os resultados sugerem principalmente uma maior capacidade de atenção visual dividida em músicos em relação a não-músicos, o que pode indicar a existência de um benefício do treinamento musical em uma capacidade cognitiva não-musical, com implicações para a área de educação.

Palavras-chave: atenção visual, neuroplasticidade, treinamento musical

ABSTRACT

Recognition of the influence of music on cerebral function has incited neuroscientists and musicians to investigate the connections between these two areas since the 1990's. There is now a large amount of evidence indicating that cerebral neuroplastic processes can be modified as a result of musical training, which in turn can produce behavioral differences between musicians and non-musicians. Although several studies have suggested that musical training can influence non-musical cognitive abilities in children, there have been few works investigating such an influence in adults. Some of these studies have related the existence of augmented visual abilities in musicians. The general aim of the present work was to investigate the visual attention ability in adult musicians and non-musicians. We utilized a questionnaire to characterize each individual and several neuropsychological tests to measure visual attention ability. The "trail making" test and "digit symbol" subtest of WAIS III were used specifically to allow verification of their sensitivity, regarding the purpose of this investigation. The main test, "multiple choice reaction time" (MCRT), consisted of specific motor action responses when various luminous stimuli were presented. In order to evaluate divided visual attention ability, the MCRT test was applied twice: the first time, situation 1, the test was used alone; the second time, situation 2, it was used concomitantly with a video containing other visual stimuli, which changed randomly. The subject was asked to respond verbally to each change as quickly as possible. In situation 1, musicians exhibited a significantly higher percentage of correct responses. In situation 2, although no significant difference was observed between the two groups, musicians showed shorter reaction timing for verbal response to video stimuli. In part A of the "trail making" test, musicians exhibited a significantly smaller number of errors. In part B of the "trail making" test, and in the "digit symbol" subtest of WAIS III, no significant differences were observed between the groups. These results indicate that musicians have an augmented divided visual attention ability as compared to non-musicians. This suggests that musical training may be beneficial to non-musical cognitive ability, what have implications in educational areas.

Keywords: visual attention, neuroplasticity, musical training

1. INTRODUÇÃO

A idéia de que a percepção e a produção da música possuem bases biológicas só ganhou legitimidade recentemente. Segundo PERETZ (2001), durante muitos anos a música foi estudada principalmente como um produto cultural. Os musicólogos têm analisado cada sistema musical no contexto de sua cultura específica, enquanto psicólogos têm considerado a música como um instrumento interessante para o estudo do funcionamento geral do cérebro humano. Entretanto, PERETZ (2001) ressalta que estudos neuropsicológicos têm fornecido evidências consistentes sugerindo que a música seria claramente distinta de outras funções cognitivas e envolveria redes neurais específicas no cérebro. Assim, de acordo com a autora, os estudos têm apoiado essa perspectiva biológica da música.

Segundo LEMAN (1999), a neuromusicologia, que pode ser abordada como sensorial ou cognitiva, envolve o estudo das atividades musicais humanas e o cérebro. A neuromusicologia sensorial tem como objetivo a compreensão dos mecanismos envolvidos no processamento do sinal musical em termos dos processos funcionais, fisiológicos e bioquímicos do sistema auditivo. Por outro lado, a neuromusicologia cognitiva é mais voltada para a compreensão do envolvimento de várias regiões cerebrais, principalmente corticais, nos diversos aspectos cognitivos relacionados às experiências musicais. Entretanto, o autor ressalta que tal distinção é artificial, já que as duas abordagens devem ser consideradas complementares e que, futuramente, essas serão reunidas em uma única teoria. O autor ainda destaca que a abordagem cognitiva da neuromusicologia começou a ser estudada nas últimas décadas devido ao desenvolvimento das ciências cognitivas e da tecnologia de neuroimagem, constituindo, portanto, um campo de pesquisas recente. O estudo dos efeitos da prática musical sobre o desenvolvimento de capacidades cognitivas, por sua vez, é ainda mais recente, o que estimula a realização de pesquisas na área.

Músicos constituem um grupo ideal de indivíduos para a investigação de adaptações às exigências únicas do desempenho musical, assim como para o estudo dos substratos

cerebrais envolvidos em habilidades musicais específicas, como ouvido absoluto¹. O aspecto mais importante de se considerar músicos como modelo para estudos sobre adaptação funcional e estrutural do cérebro devido a desafios extraordinários é o fato de que o início do treinamento musical geralmente ocorre quando o cérebro ainda pode ser capaz de se adaptar a tais desafios (SCHLAUG, 2001).

Segundo BAECK (2002), o processo de maturação cerebral ocorre, na maior parte das áreas cerebrais, até os sete anos de idade. De acordo com GOGTAY *et al.* (2004), o desenvolvimento cerebral humano é um processo estrutural e funcionalmente não linear. Vários estudos (JERNIGAN *et al.*, 1991; GIEDD *et al.*, 1999; SOWELL *et al.* 2001) têm mostrado evidências de alterações regionais não lineares na densidade de substância cinzenta durante a infância e a adolescência, com aumento na fase pré-puberal seguido de diminuição na fase pós-puberal. GOGTAY *et al.* (2004), em um estudo longitudinal envolvendo crianças e adolescentes, mostraram que o desenvolvimento de substância cinzenta cortical parece acompanhar a seqüência de maturação funcional, sendo que as regiões associadas a funções mais primárias, como o córtex motor primário, desenvolvem-se primeiro em relação às regiões envolvidas com tarefas mais complexas, como o lobo temporal. Considerando a importância dos primeiros anos do desenvolvimento no processo de maturação do cérebro, o treinamento musical, iniciado precocemente, poderia resultar em adaptação estrutural, provavelmente reorganização plástica, isto é, mudanças nas conexões sinápticas e/ou nos processos de crescimento de prolongamentos neurais (BAECK, 2002). Assim, é possível a investigação de vários aspectos da aprendizagem e aquisição das habilidades, assim como das alterações funcionais e estruturais nos cérebros dos músicos como resultado de suas experiências únicas de treinamento.

Vários estudos sobre plasticidade cerebral em mamíferos, como os de WANG *et al.* (1995), NUDO *et al.* (1992) e JACOBS & DONOGHUE (1991), têm demonstrado reorganização funcional das representações do córtex cerebral, sensoriais e motoras, após estimulação ou lesão do cérebro. De maneira similar, estudos em humanos, como os de KARNI *et al.* (1998), HUND-GEORGIADIS & VON CRAMON (1999) e CHARNESS &

¹ O ouvido absoluto proporciona ao seu portador a capacidade de reconhecer com extrema precisão a altura característica de cada nota, possibilitando-o nomear qualquer tom ouvido, sem a necessidade de recorrer a quaisquer parâmetros.

SCHLAUG (2000), têm mostrado alterações adaptativas na organização cortical após aprendizado de habilidade ou lesão cerebral. Assim, os estudos indicam que propriedades funcionais do sistema nervoso central, incluindo as de circuitos neurais do cérebro, possibilitam um grau significativo de plasticidade, o que pode levar a alterações estruturais, reorganização de circuitos neurais, refletidos em habilidades específicas.

Na revisão de BAECK (2002), o autor apresenta várias evidências de que os músicos possuem características cerebrais, tanto anatômicas quanto funcionais, que não são encontradas em não-músicos e que estão relacionadas com a idade de início dos estudos musicais. Muitas pesquisas (ELBERT *et al.*, 1995; PANTEV *et al.*, 1998; PANTEV *et al.*, 2001; SCHLAUG, 2001), que serão abordadas adiante, descrevem alterações neuroplásticas no córtex cerebral de músicos decorrentes dos vários anos de prática musical.

É preciso considerar também o efeito que o treinamento musical pode exercer no desenvolvimento cognitivo do indivíduo. De acordo com SCHELLENBERG (2001), várias pesquisas (STANDLEY & HUGHES, 1997; COSTA-GIOMI, 1999; GRAZIANO *et al.*, 1999; RAUSCHER & ZUPAN, 2000; BILHARTZ *et al.*, 2000) têm relatado, em crianças, associações positivas entre o estudo da música e capacidades cognitivas pertencentes ao domínio não-musical, como raciocínio verbal, matemático e visio-espacial. Segundo o autor, se a educação musical representa um enriquecimento para o ambiente da criança, é possível sugerir que tal enriquecimento poderia promover desenvolvimento neurológico, o que poderia influenciar no desenvolvimento de habilidades pertencentes a outros domínios. É importante lembrar que a educação musical é um processo complexo e que envolve várias dimensões. Assim, de acordo com o autor, talvez seja mais interessante investigar os efeitos da educação musical ao nível comportamental do que tentar mapear tais efeitos diretamente na arquitetura do córtex cerebral.

SCHELLENBERG (2001) salienta ainda que as aulas de música podem ser consideradas experiências únicas porque envolvem uma combinação particular de vários aspectos tais como horas de prática individual, leitura à primeira vista, atenção e concentração, percepção de ritmo, treinamento auditivo, presença de *feedback* do professor e exposição à música. Logo, efeitos positivos de transferência para domínios não-musicais, como linguagem, matemática e raciocínio espacial, poderiam também ser únicos para os indivíduos sujeitos à educação musical. Por outro lado, como ressalta o autor, as aulas de

música são capazes de desenvolver muitas habilidades gerais, como atender rapidamente a informações temporais, detectar agrupamentos temporais, desenvolver atenção a várias formas de sinais, aprimorar a sensibilidade emocional e a expressividade e desenvolver habilidades motoras finas. Estas habilidades gerais poderiam ser particularmente transferidas para uma grande variedade de domínios não-musicais.

Entretanto, é preciso lembrar, como apontam BROCHARD *et al.* (2004), que poucos estudos têm sido realizados para investigar, em adultos, a influência do treinamento musical em capacidades cognitivas não-musicais, especialmente em capacidades não-auditivas. Segundo estes autores, a utilização de material auditivo para o estudo das diferenças entre músicos e não-músicos é de certa forma problemática, já que o processamento do estímulo auditivo é considerado uma tarefa mais familiar para os músicos do que para os não-músicos. Assim, é interessante a avaliação de capacidades não-auditivas para a comparação dos dois grupos.

Inferências sobre as funções cerebrais são feitas medindo-se as alterações em uma ou mais variáveis enquanto o indivíduo executa tarefas cognitivas específicas. As variáveis podem englobar desde medidas comportamentais como tempo de reação e precisão, até medidas fisiológicas do fluxo sanguíneo cerebral regional ou potenciais gerados pelos neurônios (JANATA, 2001). Portanto, é possível a utilização de medidas comportamentais, que são mais simples e menos onerosas em relação às medidas fisiológicas, para o estudo, ainda que indireto, do funcionamento cerebral.

Assim, a neuroplasticidade cerebral, estimulada pelo treinamento musical, pode provocar alterações estruturais e funcionais no cérebro, produzindo modificações em capacidades cognitivas. Embora os efeitos da música sobre o desenvolvimento cognitivo já tenham sido bem documentados em crianças, o mesmo não ocorreu em relação a adultos.

O objetivo deste trabalho é comparar a capacidade de atenção visual em músicos e não-músicos adultos, mediante a aplicação de testes neuropsicológicos. O estudo poderá contribuir para aumentar o conhecimento das diferenças cognitivas entre músicos e não-músicos e ressaltar a existência de benefícios do treinamento musical em capacidades cognitivas não-musicais. Evidências que apontem para um maior desenvolvimento da capacidade de atenção visual em músicos poderão ser consideradas mais um argumento para a educação musical.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Neuroplasticidade Cerebral

A organização estrutural e funcional do cérebro humano torna-se progressivamente diferenciada durante o desenvolvimento na infância (PANTEV *et al.*, 2001). Em mamíferos superiores, incluindo os humanos, os neurônios e muitas de suas interconexões em redes neurais são formados no período pré-natal. Durante muitos anos, acreditou-se que as conexões entre os neurônios eram estabelecidas quase que exclusivamente durante os processos de maturação cerebral na infância, com exceção somente das estruturas diretamente envolvidas na memória. A opinião predominante sugeria que o padrão de rede neural, semelhante a um diagrama interconectado, não poderia ser alterado posteriormente. Entretanto, como ressaltam PANTEV *et al.* (2001), os seres humanos respondem, com considerável flexibilidade, aos novos desafios durante suas vidas inteiras. Desde a década de 1980, evidências experimentais têm demonstrado que a conectividade no cérebro adulto é, de fato, apenas parcialmente determinada pela genética e pelos primeiros anos do desenvolvimento, podendo ser substancialmente modificada durante a fase adulta por meio de experiências sensoriais.

De acordo com SCHLAUG (2001), o termo *plasticidade* possui um significado amplo e pode se referir tanto à adaptação de um sistema motor ou sensorial às necessidades desencadeadas pelos estímulos ambientais, quanto à compensação de certas estruturas cerebrais lesadas por outras que não sofreram lesão. As alterações neurofisiológicas subjacentes a tais adaptações funcionais ainda são foco de intensa pesquisa. Segundo o autor, as adaptações poderiam incluir a modificação dos circuitos neurais existentes e/ou a criação de novos circuitos.

Neuroplasticidade, de acordo com LENT (2001), é a propriedade de os neurônios transformarem, de modo permanente, ou pelo menos prolongado, a sua função e sua forma, em resposta à ação do ambiente externo, sendo maior durante o desenvolvimento e declinando gradativamente, sem se extinguir, na vida adulta. A neuroplasticidade pode ser regenerativa (recrescimento de axônios lesados); axônica (reorganização da distribuição de terminais axônicos em resposta a estímulos ambientais); sináptica (aumento ou diminuição

prolongados ou permanentes da eficácia da transmissão sináptica, base celular e molecular de certos tipos de memória); dendrítica (reorganização da morfologia dos dendritos em resposta a estímulos ambientais); e somática (capacidade de regulação da proliferação ou morte de células nervosas) (LENT, 2001).

Em relação à modificação dos circuitos neurais existentes, KOLB & WHISHAW (2002) ressaltam o caráter plástico dos dendritos que são, essencialmente, extensões da membrana do neurônio, que possibilitam mais espaço para as sinapses. Segundo os autores, pelo fato de os neurônios complexos, como os corticais, possuírem 95% de suas sinapses nos dendritos, a medição das alterações em sua extensão pode ser utilizada para inferir alterações sinápticas. Células que possuem poucos ou nenhum dendrito possuem espaço limitado para a entrada de estímulos, enquanto que células com estrutura dendrítica complexa, possuem espaço para milhares de entradas. Portanto, a alteração na estrutura dendrítica implica em alteração na organização sináptica. É importante lembrar que uma característica evidente dos dendritos é que sua forma é altamente transformável. No estudo de PURVES & VOYVODIC (1987), os pesquisadores marcaram certos neurônios de camundongos vivos com um corante especial, que lhes permitiu a visualização dos dendritos. Quando as mesmas células foram examinadas cerca de três meses depois, foram identificadas alterações qualitativas evidentes na extensão dendrítica. É possível assumir que novas ramificações dendríticas possuem novas sinapses e que ramificações perdidas significam perda de sinapses. Assim, os neurônios não são estáticos, sendo capazes de alterar sua morfologia em resposta a experiências variáveis. Essa plasticidade pode ser extremamente útil, por exemplo, no estudo das alterações na morfologia dendrítica correlacionadas a experiências específicas, como o aprendizado de alguma tarefa.

Em relação à criação de novos circuitos neurais, KOLB & WHISHAW (2002) salientam que a idéia da possibilidade da geração de novos neurônios pelo cérebro de um mamífero adulto só começou a ser apoiada por evidências científicas nas últimas décadas. Segundo os autores, essa possibilidade pode ser testada diretamente ao se injetar em animais um composto que é absorvido pelas células quando estas se dividem para produzir outras novas, incluindo os neurônios. Quando esse composto é injetado em ratos adultos, as células em divisão o incorporam em seu DNA. Assim, em análises posteriores, pode-se utilizar um corante específico para identificar novos neurônios. De acordo com KOLB &

WHISHAW (2002), essa técnica tem fornecido evidências consideráveis de que o cérebro dos mamíferos pode gerar neurônios encontrados em várias regiões, como bulbo olfatório, formação hipocampal e córtex dos lobos temporal e frontal.

Segundo KOLB & WHISHAW (2002), os estudos que revelam alteração plástica neuronal em animais criados em ambientes complexos demonstram que extensas áreas do cérebro podem ser alteradas com tal experiência. Assim, é possível questionar se experiências específicas produziram alterações sinápticas em determinadas regiões cerebrais. Uma maneira de abordar essa questão é proporcionar experiências específicas aos animais e depois observar como seus cérebros foram alterados por elas. Outra maneira é analisar cérebros de pessoas que em toda sua vida tiveram uma determinada experiência.

Em relação aos estudos com animais, é interessante citar o trabalho de NUDO *et al.* (1997), no qual os pesquisadores realizaram um mapeamento do córtex motor em macacos e verificaram diferenças individuais evidentes na topografia dos mapas. Eles supunham que a variabilidade individual de cada mapa deveria refletir as experiências de cada animal até o momento em que o mapa cortical fosse produzido. Para testar diretamente a idéia, os pesquisadores treinaram dois grupos de macacos para pegar pequenos montes de alimento (um grupo por meio de um orifício pequeno e outro por um orifício bem maior). Os animais dos dois grupos foram comparados em relação ao número de flexões dos dedos, que totalizaram cerca de 12 mil flexões por animal no estudo inteiro. Não foram encontradas alterações sistemáticas nos mapas motores das mãos dos macacos que recolhiam o alimento do orifício grande, mas aqueles que o faziam do orifício menor exibiram alterações significativas, que provavelmente se devem a procedimentos motores mais exigentes da condição do orifício pequeno.

Muitos estudos que demonstram a plasticidade no córtex motor são realizados em animais de laboratório, nos quais o córtex é mapeado por meio da estimulação por microeletrodos. Entretanto, atualmente, com o desenvolvimento de novas técnicas como a estimulação transmagnética e a investigação funcional por ressonância magnética, é possível revelar resultados análogos em seres humanos com habilidades motoras especiais. Por exemplo, de acordo com KOLB & WHISHAW (2002), pode-se sugerir que um dos efeitos do treinamento musical é alterar a representação motora dos dedos utilizados para tocar instrumentos diferentes ou as representações auditivas de frequências sonoras

específicas. Essa pode ser uma manifestação de neuroplasticidade, uma forma de memória, e é provável que alterações sinápticas subjacentes ocorram buscando adequar os mapas corticais motor e sensorial frente aos estímulos ofertados.

2.2. Prática musical e Neuroplasticidade

2.2.1. Música e Neuroplasticidade: estudos estruturais

SCHLAUG (2001) relata uma série de estudos, desenvolvidos por sua equipe de pesquisa, que indicam que certas regiões do encéfalo – corpo caloso, córtex motor, cerebelo – podem apresentar algum tipo de adaptação aos desafios e exigências do desempenho musical. Tais desafios podem levar a alterações funcionais e estruturais de regiões do encéfalo para acomodar estas necessidades. Os estudos realizados investigaram diferenças encefálicas estruturais entre músicos (instrumentistas de cordas e pianistas) e não-músicos, com a utilização de técnicas de neuroimagem.

2.2.1.1. Corpo caloso

Segundo SCHLAUG (2001), a morfometria do corpo caloso é de particular interesse para estudos de investigação da assimetria cerebral e da comunicação inter-hemisférica por várias razões. Primeiro, o corpo caloso é o principal conjunto de fibras inter-hemisféricas e possui um importante papel na integração funcional dos hemisférios cerebrais. Segundo, existem evidências de que sua maturação funcional e, possivelmente, sua maturação estrutural estendem-se até o final da infância e início da adolescência, coincidindo com o término do seu ciclo de mielinização. Terceiro, há um consenso geral de que o controle do movimento e a coordenação motora, assim como a transferência intermanual de informação sensório-motora, aumentam gradualmente entre quatro e onze anos de idade, o que coincide com o período de maturação do corpo caloso. Finalmente, tem sido estabelecida uma correlação positiva entre a área de secção sagital desta estrutura e o número de fibras que a atravessam.

A principal hipótese dos pesquisadores era a de que o treinamento musical precoce e intensivo dos instrumentistas de cordas e pianistas, bem como a necessidade de uma grande e rápida troca de informação inter-hemisférica a fim de executar seqüências bimanuais complexas, poderiam levar a alterações estruturais na anatomia do corpo caloso.

Os resultados do estudo (SCHLAUG *et al.*, 1995b) mostraram que a área de secção sagital da metade anterior do corpo caloso era significativamente maior em músicos do que em não-músicos. Uma comparação entre subgrupos revelou que tal porção do corpo caloso foi, de maneira significativa, maior em músicos com início precoce do treinamento musical (anterior a sete anos de idade), em relação a músicos com início mais tardio e ao grupo controle.

Segundo SCHLAUG (2001), a porção anterior do corpo caloso contém principalmente fibras de regiões frontais relacionadas à motricidade e de regiões pré-frontais, além de ser a última subregião calosa a completar o processo de maturação. Assim, de acordo com o autor, a diferença anatômica observada na área de secção sagital da porção anterior do corpo caloso em músicos deve ser entendida em um contexto de exigência de uma maior comunicação inter-hemisférica, permitindo a realização de seqüências bimanuais complexas.

2.2.1.2. Córtex motor

Existem várias evidências de que alterações plásticas podem ser induzidas na organização morfofuncional do córtex sensorio-motor humano após estimulação sensorial ou aquisição de habilidades motoras. Como aponta SCHLAUG (2001), tais alterações morfofuncionais detectadas após aquisição de determinada habilidade poderiam estar relacionadas a modificações microestruturais como aumento do número de sinapses por neurônio, aumento do número de células gliais por neurônio, ou uma maior quantidade de capilares sanguíneos. Assim, de acordo com o autor, é possível questionar se uma prática consistente de seqüências bimanuais complexas, iniciada durante o período crítico de desenvolvimento cerebral, poderia levar a modificações macroestruturais no córtex motor humano.

Ao avaliar as dimensões do córtex motor dos hemisférios direito e esquerdo em músicos e não-músicos, AMUNTS *et al.* (1997) verificaram uma assimetria em direção ao hemisfério esquerdo em ambos os grupos. Porém, no grupo dos músicos, foi observada uma menor assimetria, já que o córtex motor direito foi significativamente maior em relação aos não-músicos. Quanto ao córtex motor esquerdo, não houve diferença significativa entre os grupos. Considerando que todos os indivíduos eram destros, os músicos apresentaram uma maior área responsável pelo controle dos movimentos da mão

não-dominante (córtex motor direito). Os pesquisadores ressaltam que a reduzida assimetria do córtex motor dos músicos coincidiu com uma reduzida assimetria manual observada em um teste motor (*tapping test*) realizado previamente. Este teste consiste em bater repetidamente, flexionando a articulação do punho, um estilete em uma placa de metal durante 20 segundos, uma vez com a mão dominante e outra vez com a outra mão.

O estudo também verificou uma correlação entre o tamanho do córtex motor de ambos os hemisférios e a idade de início dos estudos musicais. Quanto mais cedo o início dos estudos, maiores as dimensões do córtex motor direito e esquerdo.

Segundo SCHLAUG (2001), os músicos, em particular os pianistas, poderiam ser pré-selecionados, devido a características genéticas, por possuírem uma organização anatômica mais simétrica da representação cortical de suas mãos. Assim, esses indivíduos com maior córtex motor e menor assimetria inter-hemisférica poderiam se sobressair no desempenho de determinadas habilidades motoras e superar indivíduos que apresentam menor córtex motor, ou maior assimetria, ou ambos. Entretanto, o autor salienta que a descoberta de uma associação entre início precoce dos estudos musicais e maior tamanho do córtex motor sustenta a hipótese de uma plasticidade anatômica induzida pelo treinamento, o que está de acordo com várias outras pesquisas que mostram a reorganização de mapas motores relacionada à experiência.

2.2.1.3. Cerebelo

De acordo com SCHLAUG (2001), a abundância de neurônios presentes no córtex cerebelar (quatro vezes mais em relação ao córtex cerebral), juntamente com o seu papel na coordenação motora, nos processos de seqüenciamento dos movimentos e possivelmente em outras funções cognitivas, permite-nos questionar se o cerebelo apresenta diferenças estruturais entre músicos e não-músicos.

A fim de avaliar um número maior de indivíduos, SCHLAUG *et al.* (1998) realizaram um estudo retrospectivo, utilizando todos os dados de neuroimagem disponíveis de músicos e não-músicos que haviam participado de estudos anteriores. Um dos principais achados do trabalho foi a observação de um volume cerebelar relativo médio 5% maior em músicos do sexo masculino quando comparados a não-músicos do mesmo sexo. Em relação ao sexo feminino, não foi encontrada diferença significativa entre musicistas e não-musicistas.

Segundo os pesquisadores, a ausência de diferença significativa no grupo do sexo feminino pode ter sido devida ao menor tamanho da amostra (34 mulheres *versus* 56 homens) e à maior heterogeneidade da mesma. Por outro lado, os resultados observados no grupo do sexo masculino podem ser interpretados como evidência de adaptações microestruturais no cerebelo humano em resposta ao início precoce e à prática contínua de seqüências bimanuais complexas. Tais alterações microestruturais podem levar a diferenças estruturais detectáveis ao nível macroscópico.

2.2.2. Música e Neuroplasticidade: estudos funcionais

Segundo PANTEV *et al.* (2001), o treinamento musical implica em intensas estimulações sensoriais periféricas auditivas e somatosensórias, que são transmitidas via receptores e feixes axonais específicos, constituindo as vias sensoriais, às regiões correspondentes no córtex cerebral. Como a organização funcional do córtex de representação tem sido intensamente estudada, a investigação de áreas corticais sensoriais nos sistemas auditivo e somatosensório proporciona um excelente modelo para o estudo das alterações plásticas associadas ao treinamento musical. Os córtices sensoriais dos dois sistemas possuem organizações topográficas das representações neurais bem conhecidas: um mapeamento homuncular da superfície corporal no córtex somatosensório e um mapeamento tonotópico das frequências no córtex auditivo. Portanto, modificações específicas nas representações sensoriais podem ser facilmente identificadas.

2.2.2.1. Representação somatosensória

O estudo de ELBERT *et al.* (1995) investigou as representações corticais somatosensórias dos dedos D1 (polegar) e D5 (dedo mínimo) de ambas as mãos em dois grupos de indivíduos: músicos (instrumentistas de cordas) e não-músicos.

Após estimulação dos dedos D1 e D5 da mão esquerda, verificou-se que a força de ativação cortical, determinada por encefalografia magnética, foi maior em músicos do que em não-músicos, evidenciando uma representação cortical aumentada de dedos que são intensivamente usados por instrumentistas de cordas. Os autores ressaltam que tal efeito foi particularmente pronunciado para D5. A representação cortical para D1 foi também aumentada, mas em menor grau em relação à D5, o que pode ser explicado pela menor utilização de D1, quando comparado aos outros dedos. Assim, quanto maior a estimulação

de determinado dedo, maior será sua representação cortical. Em relação à representação cortical da mão direita, não foi observada diferença significativa entre músicos e não-músicos.

Também é preciso ressaltar que o grau de representação cortical somatosensória da mão esquerda em músicos mostrou correlação com a idade de início dos estudos musicais. A resposta cortical para estimulação de D5 foi maior em músicos que iniciaram seus estudos mais cedo. Entre os músicos que tiveram um início mais tardio (após os treze anos de idade), a representação cortical para D5 foi menor, mas, ainda assim, superou o observado no grupo controle.

2.2.2.2. Representação auditiva

O estudo de PANTEV *et al.* (1998) investigou a representação cortical auditiva em três grupos de indivíduos: músicos com ouvido absoluto, músicos com ouvido relativo e não-músicos. A estimulação acústica consistiu em uma seqüência pseudo-aleatória de quatro tons de piano (C4, C5, C6 e C7, com as freqüências fundamentais de 262, 523, 1046 e 2093 Hz), e quatro tons puros com as mesmas freqüências fundamentais.

Através de encefalografia magnética, observou-se que todos os músicos apresentaram uma maior representação cortical auditiva do que os não-músicos. A força total de ativação cortical foi 25% maior em músicos do que no grupo controle. Curiosamente, este resultado foi verificado apenas quando o estímulo auditivo consistia em tons de piano. Para tons puros, mesmo que de mesma freqüência e intensidade, não foi observada diferença significativa entre músicos e não-músicos em relação à ativação cortical. Os autores ressaltam que os tons puros não são encontrados em nosso ambiente acústico natural e também não fazem parte do treinamento musical, o que poderia explicar a ausência de diferença significativa entre músicos e não-músicos. Não foram observadas diferenças entre músicos com ouvido absoluto e músicos com ouvido relativo em relação à ativação cortical.

De maneira similar ao descrito no caso da representação somatosensória, foi observada uma correlação com a idade de início dos estudos musicais. Quanto mais cedo o início dos estudos, maior a resposta neural aos tons de piano. Nesse estudo, uma diferença marcante foi encontrada entre aqueles que começaram o treinamento musical antes e após os nove anos de idade.

2.2.3. Modelo para Neuroplasticidade relacionada à Prática Musical segundo ALTENMÜLLER (2001)

Em um estudo longitudinal, ALTENMÜLLER (2001) demonstrou que a ativação cortical durante o processamento da música reflete a “biografia da experiência auditiva”, ou seja, as experiências pessoais do indivíduo acumuladas ao longo do tempo. Assim, a aprendizagem musical pode resultar em muitas representações da música, inclusive multissensoriais. Em seu estudo, o autor propõe um modelo (GRAF. 1) para representar a relação existente entre a informação auditiva e as redes neurais envolvidas no processamento musical. Segundo o modelo, a complexidade das redes neurais aumenta de acordo com a complexidade da informação. Mais interessante é o fato de o treinamento musical acrescentar representações mentais da música, as quais podem envolver diferentes substratos cerebrais. Tais representações podem ser auditivas, sensório-motoras, simbólicas, visuais, etc. Assim, para um mesmo nível de complexidade da informação auditiva, os músicos profissionais utilizariam redes neurais maiores e mais complexas em relação aos não-músicos.

No GRAF. 1, o eixo vertical representa a utilização de diferentes estruturas cerebrais para o processamento auditivo e o eixo horizontal relaciona-se ao fato de que o ouvinte pode aumentar ou reduzir a complexidade do processamento por meio de uma adaptação de suas estratégias de escuta (*P.* = plasticidade). À medida que a informação torna-se mais complexa, a biografia da experiência auditiva, representada pelos eixos oblíquos *L.B.*, pode influenciar a rede neural que será utilizada para o processamento musical, determinando uma multiplicidade de representações da informação. O autor ressalta que, para fins de clareza, outras variáveis capazes de influenciar os padrões de ativação do cérebro durante o processamento musical foram omitidas: direcionamento da atenção, emoções, memória, etc. A existência de tais variáveis torna o processamento musical ainda mais complexo.

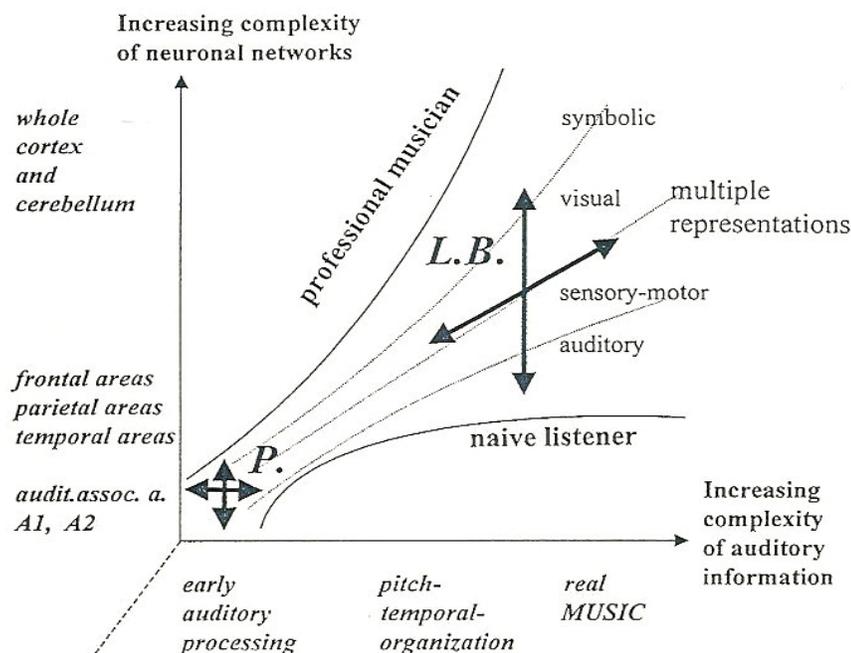


GRÁFICO 1 – Modelo simplificado demonstrando a interdependência entre o aumento da complexidade da informação auditiva (eixo horizontal) e o aumento da complexidade das redes neurais envolvidas no seu processamento (eixo vertical). P = plasticidade; L.B. = biografia da experiência auditiva; A1 = córtex auditivo primário; A2 = córtex auditivo secundário; audit. assoc. a = córtex auditivo de associação. Fonte: ALTENMÜLLER, 2001, p. 279.

2.2.4. Música e Capacidades Cognitivas

Os estudos citados (ELBERT *et al.*, 1995; PANTEV *et al.*, 1998; PANTEV *et al.*, 2001; SCHLAUG, 2001) indicam a existência de uma reorganização cortical como resultado do treinamento musical. Tal reorganização, por sua vez, poderia produzir diferenças comportamentais entre músicos e não-músicos no que se refere a capacidades cognitivas e/ou motoras. De acordo com SCHELLENBERG (2001), muitas pesquisas (STANDLEY & HUGHES, 1997; COSTA-GIOMI, 1999; GRAZIANO *et al.*, 1999; RAUSCHER & ZUPAN, 2000; BILHARTZ *et al.*, 2000) têm relatado associações positivas entre estudo formal de música em crianças e capacidades pertencentes ao domínio não-musical, como linguagem, matemática e raciocínio visio-espacial. Entretanto, como afirma o estudo de BROCHARD *et al.* (2004), existem controvérsias, já que alguns estudos sustentam que tais benefícios do aprendizado musical seriam mais evidentes durante a infância, tendendo a desaparecer após alguns anos. Contudo, é preciso reconhecer que tal

aprendizado envolve o desenvolvimento de capacidades cognitivas e motoras específicas, que podem ser transferidas, de modo geral, para outras respostas comportamentais (BROCHARD *et al.*, 2004). Assim, os autores sugerem a possibilidade da persistência dos benefícios do treinamento musical, em domínios não-musicais, na fase adulta.

O estudo acima investigou capacidades visio-espaciais em músicos e não-músicos adultos. O experimento principal envolveu a aplicação de um teste neuropsicológico capaz de avaliar capacidades visio-espaciais de percepção e de imagem mental. Os pesquisadores mediram o tempo de reação dos indivíduos, em uma tarefa na qual era preciso detectar a posição de um ponto em relação a uma linha horizontal (discriminação vertical) ou vertical (discriminação horizontal), apresentados em uma tela de computador. Foram realizadas duas condições experimentais: uma condição de imagem – na qual a linha de referência desaparecia antes que o ponto fosse apresentado, envolvendo portanto a necessidade de uma imagem mental da linha – e uma condição de percepção – que envolvia o mesmo procedimento, porém com a permanência da linha na tela. Os resultados mostraram que os tempos de reação foram significativamente menores em músicos em ambas as condições, mas principalmente na discriminação vertical na condição de imagem. O outro experimento do estudo envolveu a avaliação de capacidades sensório-motoras de músicos e não-músicos, já que um melhor desempenho dos músicos neste experimento poderia explicar o melhor desempenho no experimento anterior. Os resultados mostraram que as capacidades visio-espaciais dos músicos podem ser apenas parcialmente explicadas por uma melhor integração sensório-motora.

Assim, o estudo de BROCHARD *et al.* (2004) fornece evidências de que os músicos possuem capacidades visio-espaciais aumentadas em relação aos não-músicos. Os pesquisadores afirmam que tal benefício pode ser devido à experiência de leitura musical, já que a decodificação de variações na dimensão altura envolve o reconhecimento das posições verticais relativas das notas musicais na partitura. O estudo também ressalta que as diferenças observadas poderiam ser explicadas por processos atencionais mais eficientes em músicos. Assim, os mesmos poderiam apresentar, por exemplo, um campo espacial de atenção maior em relação aos não-músicos, como é sugerido nos estudos de RAYNER & POLLATSK (1997) e FURNEAUX & LAND (1999). Entretanto, segundo os pesquisadores, isso ainda é uma hipótese e requer, portanto, maiores investigações.

Em relação à prática de leitura musical, é preciso fazer algumas considerações. A comparação dos movimentos sacádicos², tipo de movimento dos olhos, em músicos e não-músicos permite observações interessantes. Segundo KOPIEZ & GALLEY (2002), para estudo do processamento da informação visual geral, o padrão dos movimentos sacádicos pode ser usado como um possível indicador de distúrbios mentais, assim como uma medida da velocidade de processamento mental. De acordo com os mesmos autores, devido às demandas específicas da leitura musical, parece razoável presumir que o início precoce da prática instrumental com a utilização da leitura pode ser capaz de modificar a maneira pela qual a informação visual é processada em músicos adultos.

O estudo de KOPIEZ & GALLEY (2002), que comparou músicos e não-músicos, mostrou que, durante a execução de tarefas óculo-motoras simples, músicos profissionais produzem movimentos sacádicos mais rápidos e eficientes, com mais movimentos antecipatórios, em relação a não-músicos. Vários estudos enfatizam a considerável antecipação feita pelos músicos do conteúdo visual da partitura, a fim de programar as ações motoras necessárias a um bom desempenho. Segundo GOOLSBY (1999a; 1994b), quanto mais experiente o músico, maior é a antecipação. KOPIEZ & GALLEY (2002) sugerem que os parâmetros de movimento do sistema óculo-motor revelam uma espécie de “impressão digital” da maneira pela qual o indivíduo processa a informação visual, e que tal característica é diferente nos músicos.

O estudo de GRUHN *et al.* (2006) também investigou os movimentos sacádicos em músicos e não-músicos. De acordo com os autores, vários estudos (CURRIE *et al.* 1991; SERENO *et al.*, 1995; KINSLER & CARPENTER, 1995; BISCALDI *et al.*, 2000) apontam para a existência de uma conexão direta entre atenção e movimentos sacádicos. Eles citam KIMMIG (1986) ao afirmarem que todas as modalidades de atenção possuem um impacto no sistema óculo-motor.

Segundo os mesmos pesquisadores, apesar da ausência de diferenças estatisticamente significativas na maior parte dos parâmetros analisados, foi observada uma clara tendência de superioridade dos músicos em relação às capacidades óculo-motoras. Em

² Movimentos sacádicos são movimentos rápidos dos olhos realizados entre fases de fixação. Na percepção visual normal, os olhos humanos executam de três a cinco movimentos sacádicos por segundo. (GRUHN *et al.*, 2006)

geral, os músicos apresentaram tempos de reação menores, maior produção de movimentos sacádicos expressos (reações entre 80 e 135 milissegundos) e maior êxito na correção de erros direcionais e na supressão sacádica. De acordo com os autores, este resultado deve-se provavelmente à prática musical diária, que exige grande concentração, fixação ocular controlada, atenção dirigida e controle voluntário de todos os movimentos finos envolvidos no desempenho musical. Eles ressaltam que, especialmente os parâmetros que se referem ao controle voluntário e exigem supressão dos movimentos sacádicos, indicaram uma diferença significativa entre músicos e não-músicos.

Os autores salientam que seus resultados estão de acordo com um estudo anterior (GRUHN, GALLEY & KLUTH, 2003), que comparou dados óculo-motores entre crianças com e sem treinamento musical e os interpretou como um indicador da velocidade de processamento mental. O estudo demonstrou que todas as crianças com treinamento musical apresentaram este parâmetro significativamente maior em relação às outras crianças. Assim, GRUHN *et al.* (2006) sugerem que os músicos apresentam níveis mais elevados de velocidade de processamento mental. Entretanto, os autores ressaltam que seus resultados não fornecem evidências suficientes para o estabelecimento de uma relação causal entre treinamento musical e aquisição de capacidades cognitivas.

BROCHARD *et al.* (2004) citam o estudo de NEUHOFF, KNIGHT & WAYAND (2002), no qual foi solicitado aos participantes, com diferentes níveis de experiência musical, que avaliassem a magnitude de intervalos de altura utilizando um analógico visual. Os resultados mostraram que os músicos profissionais forneceram respostas mais precisas, sugerindo um melhor uso do domínio visual (distâncias espaciais) para a representação de uma informação sonora (intervalos de altura). Uma condição controle no estudo, na qual diferenças de brilho deveriam ser visualmente mapeadas, mostrou que tal vantagem encontrada em músicos não poderia ser explicada apenas por melhores capacidades sensorio-motoras. Assim, os estudos de BROCHARD *et al.* (2004) e NEUHOFF *et al.* (2002) fornecem evidências para uma melhor capacidade visio-espacial em músicos.

Aqui é importante situar a imagem visio-espacial em um contexto mais amplo, que talvez seja fundamentado pelo modelo proposto por ALTENMÜLLER (2001). Trata-se de um tipo de imagem mental, assim como a imagem auditiva, motora, entre outras. Segundo KALAKOSKI (2001), a essência da imagem mental é a sua similaridade com os processos

de percepção. Em música, é possível ter, por exemplo, uma imagem auditiva de uma peça musical, uma imagem visual de sua partitura, ou uma imagem motora de sua execução em um instrumento. A imagem musical tem sido mais estudada como um exemplo de imagem auditiva, mas é preciso reconhecer que este é apenas um de seus componentes. MOUTAIN (2001) ressalta que frequentemente há uma considerável interação entre as imagens visual e auditiva. Compositores costumam considerá-las inseparáveis, transitando livremente entre o conceito auditivo e sua representação visual. De acordo com KVIFTE (2001), a teoria da música tradicional busca representar visualmente a matéria musical na partitura, a fim de caracterizá-la e evidenciar suas estruturas. Entretanto, o autor ressalta que imagens da forma não são, evidentemente, limitadas a representações no papel. Os músicos fazem espontaneamente suas próprias imagens internas da forma, e parte do processo de aprender a ouvir e a tocar um estilo musical específico consiste no desenvolvimento de imagens que operam em certo sentido, proporcionando a compreensão da música em questão.

Alguns estudos anteriores ao de BROCHARD *et al.* (2004), envolvendo neuroimagem, também sugerem uma maior eficiência dos processos visuais em músicos. PLATEL *et al.* (1997) mostraram a ativação de uma área visual associativa (BA³19) em músicos, durante uma tarefa de discriminação de altura. Os autores sugeriram que os músicos imaginavam as melodias em um eixo visual, a fim de detectar as mudanças de altura. O estudo de SLUMING *et al.* (2002), que comparou músicos do gênero masculino integrantes de uma orquestra sinfônica e não-músicos, revelou um aumento na densidade de substância cinzenta na área de Broca em músicos. Segundo o estudo, tal área é um importante substrato neuroanatômico para a linguagem falada e para várias capacidades musicalmente relevantes, incluindo localização visio-espacial e audio-espacial. Os autores interpretaram a descoberta como sendo um desenvolvimento uso-dependente de substância cinzenta em uma região cerebral que possui relevância funcional particular em músicos de orquestra, o que poderia constituir um benefício adaptativo para o desempenho musical. O estudo de SCHMITHORST & HOLLAND (2003) investigou a relação entre a prática musical e o processamento cerebral de dois elementos musicais, melodia e harmonia. Os resultados mostraram que músicos e não-músicos recrutam redes neurais diferentes para a

³ Área de Brodmann

percepção destes dois elementos. Áreas parietais inferiores foram ativadas somente em músicos durante a percepção de melodia (BA 40) e harmonia (BA 39), e tais áreas já foram descritas como envolvidas em processamento visio-espacial, de modo geral. Entretanto, os autores ressaltam que ainda não é claro o exato papel das regiões parietais na percepção musical.

Considerando as evidências que apontam para uma maior eficiência dos processos visuais em músicos e, especificamente, a necessidade de investigação da capacidade de atenção visual, como ressaltam BROCHARD *et al.* (2004), o interesse em avaliar o desempenho de músicos e não-músicos em tarefas que envolvam tal capacidade torna-se evidente, justificando estudos sobre o efeito do treinamento musical em capacidades cognitivas não-musicais em adultos.

2.3. Atenção

2.3.1. Considerações gerais sobre atenção

Psicólogos e neurofisiologistas têm tentado estreitar as definições de atenção, já que se trata de um processo multifacetado (NABAS & XAVIER, 2004). Segundo esses autores, atenção, definida de modo simples, corresponde à seleção ou priorização no processamento de certas categorias de informação. Isto é, o sistema de processamento de informações deve selecionar, a partir de uma miríade de estímulos presentes no ambiente, aqueles que receberão processamento mais intenso e que eventualmente exercerão controle sobre as ações do organismo. Entretanto, ALLPORT (1993) resalta a existência de controvérsia e ambigüidade referentes ao termo atenção e salienta que esse impasse está presente não só na definição, mas também nas teorias psicológicas que procuram discutir a função e atuação da atenção.

Muitos autores consideram os mecanismos atencionais como componentes essenciais para os processos cognitivos e/ou de aprendizagem. De acordo com D'MELLO & STECKLER (1996), em revisão de NABAS & XAVIER (2004), a eficiência do aprendizado depende de fatores como motivação, atenção, memória e experiência prévia. Alguns autores, como FUSTER (1995), consideram que memória e atenção são processos

tão intimamente relacionados que não devem ser tratados separadamente mas, sim, como aspectos distintos de um mesmo processo.

A atenção é mais comumente utilizada para se referir à seletividade do processamento (NABAS & XAVIER, 2004). COULL (1998), mencionado por NABAS & XAVIER (2004), define atenção como a alocação apropriada dos recursos de processamento para estímulos relevantes e RIZZOLLATI *et al.* (1994) afirmam que prestar atenção é selecionar para processamento adicional. ESTÉVEZ-GONZÁLEZ *et al.* (1997), segundo revisão dos mesmos autores, sustentam que a complexidade conceitual, neuroanatômica e neurofuncional da atenção faz com que ela não possa ser reduzida a uma simples definição, nem estar ligada a uma única estrutura anatômica ou explorada com um único teste. Além disso, os autores propõem a existência, no sistema nervoso, de um terceiro sistema fisiológico, o atencional, além dos sistemas motor (eferente) e sensorial (aférente). Eles também destacam o aspecto seletivo da atenção. Segundo os autores, o indivíduo é “bombardeado” durante a vigília por sinais sensoriais provenientes do exterior e do interior do organismo. Logo, a quantidade de informação aferente excede a capacidade de nosso sistema para processá-la em paralelo, de modo que se faz necessário um mecanismo neuronal que regule e focalize o organismo, selecionando e organizando a percepção e permitindo que um estímulo possa dar lugar a um “impacto”, ou seja, que possa desenvolver um processo neural eletroquímico. Esse mecanismo neuronal seria a atenção.

POSNER (1990; 1995) ressalta três principais funções do sistema atencional: (a) orientação para estímulos sensoriais, (b) detecção de sinais para processamento consciente e (c) manutenção de estado de alerta ou vigilância. De maneira complementar, ALLPORT (1991) destaca o papel ecológico da atenção, enfatizando sua importância (a) no caso de um ambiente não totalmente previsível, (b) para organismos com uma ampla gama de objetivos de ação, que portanto requerem definição de prioridades e (c) no caso de organismos multifuncionais, como o ser humano, cujos “subcomponentes” (órgãos sensoriais, efetadores e subsistemas cognitivos) geralmente não estão unicamente vinculados a objetivos particulares ou a categorias específicas de ação. Os subcomponentes, portanto, devem ser seletivamente engajados e coordenados para implementar atividades ou objetivos particulares.

VAN DER HEIJDEN (1992), entretanto, propõe que a função da atenção não estaria relacionada à seleção de informações mais relevantes a serem processadas mas, sim, a uma promoção de respostas mais rápidas a estímulos ambientais potencialmente importantes. De acordo com o autor, a função principal da atenção é algo parecido com prover ou melhorar o ganho temporal.

Segundo NABAS & XAVIER (2004), apesar de podermos atender tanto ao ambiente externo (por exemplo, objetos ou locais) quanto ao interno (por exemplo, pensamentos ou informações arquivadas na memória), a maioria dos trabalhos sobre atenção tem se preocupado apenas com a atenção sobre o meio externo. Isso deve-se ao fato de uma maior facilidade de identificação e controle dos estímulos apresentados no ambiente externo, o que ainda não foi desenvolvido na mesma medida no que diz respeito aos determinantes internos da atenção. Outra limitação destacada pelos autores nos estudos de processos atencionais refere-se à modalidade sensorial. Embora teoricamente seja possível enfocarmos a atenção sobre qualquer uma das várias modalidades sensoriais, na prática, quase toda a pesquisa tem envolvido as modalidades de atenção visual ou auditiva.

2.3.2. Abordagem comportamental da atenção

NABAS & XAVIER (2004) salientam que a partir da década de 1980, principalmente, houve um esforço no sentido de se desenvolver testes comportamentais para avaliar os diferentes componentes da atenção e para investigar os circuitos nervosos relacionados a esses processos. Desde então, muitos pesquisadores vêm ressaltando que atenção não se refere a um constructo unitário, mas consiste de mecanismos distintos e muitas vezes complementares. MUIR (1996) propõe a existência de três formas básicas de atenção: atenção sustentada ou vigilância, atenção dividida e atenção seletiva.

Atenção sustentada corresponde a um estado de prontidão para detectar e responder a certas alterações específicas na situação de estímulos. Tarefas comportamentais usualmente utilizadas para investigar a atenção sustentada geralmente demandam que a atenção seja direcionada para uma fonte de informação por prolongados períodos de tempo. Nessas tarefas, a piora do desempenho ao longo do tempo indica a perda ou instabilidade da concentração, um aspecto da atenção que parece relacionar-se à sua intensidade.

Atenção dividida refere-se à necessidade de atender concomitantemente a duas ou mais fontes de estimulação, o que pode envolver tanto aspectos espaciais quanto temporais. Testes geralmente empregados para investigar a atenção dividida envolvem o desempenho concomitante de duas tarefas. Espera-se que haja prejuízo de desempenho em situações de tarefa dupla, pois haveria divisão dos recursos de processamento para o desempenho das duas tarefas. Entretanto, como ressaltam NABAS & XAVIER (2004), a natureza da divisão da atenção não está clara. Não se sabe se ela envolve uma separação dos recursos de processamento, de modo que cada um dos subcomponentes resultante continue a processar os elementos críticos de cada tarefa em paralelo, ou se essa divisão ocorre no tempo, de modo que os recursos atencionais sejam destinados ao processamento ora de uma tarefa, ora da outra, alternando-se entre ambas.

Já a atenção seletiva refere-se à capacidade de direcionar a atenção para uma determinada porção do ambiente, enquanto os demais estímulos à sua volta são ignorados. Tarefas envolvendo atenção seletiva tipicamente avaliam a resistência a algumas formas de distração e, portanto, requerem a focalização dos recursos de processamento em um número restrito de canais sensoriais. Essa resistência à distração pode ocorrer tanto para assegurar o processamento perceptual adequado de sinais sensoriais importantes, via um mecanismo de filtragem, quanto para assegurar a seleção e execução adequada de ações importantes (MUIR, 1996).

Além destes subcomponentes da atenção descritos por MUIR (1996), COULL (1998) admite a existência de um quarto subcomponente, a orientação atencional, que envolveria o simples direcionamento da atenção para um estímulo particular. Tal orientação é geralmente acompanhada por algum movimento da cabeça, dos olhos, ou do corpo todo, produzindo o que é denominado comportamento de orientação ou comportamento exploratório. SOKOLOV (1963 *apud* SOKOLOV & VINOGRADOVA, 1975) descreveu esse fenômeno como “reflexo de orientação”. Segundo TURATTO *et al.* (2000), o propósito do reflexo de orientação é permitir que o sistema nervoso central identifique uma nova fonte de estimulação, com o objetivo de preparar o organismo para reagir a ela, caso necessário. Esse tipo de orientação que ocorre de maneira explícita foi denominada por VON HELMHOLTZ (1894 *apud* VAN DER HEIJDEN, 1992) de “orientação manifesta”

da atenção, em contraposição à “orientação encoberta”, que ocorre sem alterações nas posições dos olhos ou na postura.

2.3.3. Atenção visual

Segundo POSNER (1995), estudos em primatas revelaram o envolvimento de pelo menos três áreas encefálicas no controle do direcionamento da atenção para estímulos visuais: o córtex parietal posterior, os colículos superiores e o núcleo pulvinar do tálamo. Danos em qualquer uma dessas regiões encefálicas levam a alterações na habilidade de direcionar ou redirecionar a atenção visual. No entanto, cada uma delas parece desempenhar funções específicas e distintas nesse processo. De acordo com POSNER e RAICHLE (1994) os colículos superiores desempenham um papel na movimentação da atenção encoberta de um local para outro, da mesma forma que faz com os movimentos oculares. Já o núcleo pulvinar do tálamo é responsável pelo engajamento da atenção visual e o córtex parietal posterior, pelo desengajamento da mesma. Assim, POSNER e RAICHLE (1994) sugerem a existência de um circuito para a orientação visual, no qual o lobo parietal teria como função desengajar a atenção do foco presente; em seguida, os colículos superiores atuariam movendo a atenção para a região do novo alvo; e finalmente, o núcleo pulvinar do tálamo focalizaria a atenção para as informações oriundas do novo alvo.

Um dos principais modelos de funcionamento da atenção visual é o de POSNER *et al.* Segundo POSNER & DEHAENE (1994) e POSNER & RAICHLE (1994), existem três funções distintas relacionadas à atenção. Inicialmente, o sistema nervoso promove um aumento no processamento do estímulo selecionado em relação aos demais estímulos presentes. Depois, o processamento do estímulo selecionado deve ser ativamente orientado para áreas corticais apropriadas para ações relacionadas à tarefa desempenhada. Finalmente, há a manutenção do estado de alerta. De acordo com os autores, tais funções são executadas por sistemas distintos. O sistema atencional posterior, composto pelo córtex parietal posterior, colículos superiores e pulvinar, é responsável por selecionar a localização de um estímulo específico entre muitos e por deslocar a atenção de um estímulo a outro, sendo portanto relacionado ao processo de orientação da atenção. Uma vez que a atenção tenha sido mobilizada para um novo local e que os conteúdos visuais tenham sido

transmitidos para outras regiões encefálicas, passaria a atuar o sistema atencional anterior, composto pelos córtices frontal e cingulado anterior e pelos núcleos da base. Este sistema está envolvido no recrutamento atencional para detecção de estímulos e controle das áreas cerebrais para o desempenho de tarefas cognitivas complexas (por exemplo, reconhecimento da presença do objeto, de sua identidade e de seu significado, o que possibilita uma reação comportamental adequada). Finalmente, o sistema de vigilância, que inclui os lobos parietal e frontal direitos, garantiria a manutenção do estado de alerta, que pode ser caracterizado como uma mudança na receptividade geral do sistema nervoso para eventos externos.

De acordo com NABAS & XAVIER (2004), diversos modelos explicativos do funcionamento da atenção visual vêm sendo propostos. Segundo os autores, embora haja controvérsias em relação às concepções e também aos diversos aspectos de cada um desses modelos, eles são extremamente úteis pois, muitas vezes, auxiliam na sistematização das observações realizadas até o momento. Além disso, uma vez que é possível gerar previsões claras sobre potenciais resultados experimentais a partir desses modelos, eles podem ser testados experimentalmente, o que estimula o desenvolvimento de novas pesquisas sobre atenção e promove avanços no conhecimento da área.

Em relação à capacidade de processamento dos sistemas atencionais, é preciso fazer algumas considerações. O sistema nervoso caracteriza-se por uma constituição que envolve múltiplos circuitos paralelos de processamento de informações. Entretanto, como ressaltam NABAS & XAVIER (2004), parece unânime a noção de que os sistemas atencionais teriam capacidade limitada e que tal limitação seria determinada pela arquitetura do sistema nervoso. Entretanto, como essa arquitetura ainda é desconhecida, estuda-se a capacidade do sistema a partir do desempenho em situações que impõem diferentes demandas. Nesse sentido, segundo NABAS & XAVIER (2004), o método de tarefas simultâneas vem sendo amplamente utilizado. A idéia básica é que o desempenho em uma tarefa é alterado pelo desvio de recursos de processamento para o desempenho concomitante de uma segunda tarefa. Quanto mais as tarefas partilham os mesmos recursos de processamento, maior a interferência no desempenho da tarefa que não for priorizada. De acordo com os autores, essa estratégia tem permitido identificar, por meio de estudos de dissociação de desempenho, diferentes subcomponentes de sistemas de processamento da informação e

contribuído para direcionar as pesquisas sobre os substratos neurofisiológicos desses sistemas.

Os estudos sobre a capacidade de atenção visual em músicos, cuja atividade demanda diversos tipos de atenção, ainda não são conclusivos, principalmente em relação ao adulto. Assim, questionamos se a prática musical prolongada resultaria em atenção visual diferenciada em músicos quando comparados a não-músicos, considerando a existência dos processos de neuroplasticidade cerebral.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Comparar o desempenho de músicos e não-músicos adultos em tarefas que envolvam a capacidade de atenção visual.

3.2. Objetivos Específicos

- Verificar se os músicos apresentam maior capacidade de atenção visual em relação aos não-músicos.
- Verificar se há relação entre o desempenho dos músicos e a idade de início dos estudos musicais.
- Verificar se há relação entre o desempenho dos músicos e o tempo de prática musical.

4. MÉTODOS

4.1. Amostra

A amostra envolveu ao todo 52 indivíduos que se dispuseram a participar voluntariamente da pesquisa. Todos forneceram um consentimento escrito para a participação no estudo (ANEXO I), o qual foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFMG em 23 de novembro de 2005 (Parecer nº ETIC 407/05). As informações sobre a amostra, descritas a seguir, encontram-se detalhadas no ANEXO II.

Foram avaliados 26 músicos instrumentistas (18 homens e 8 mulheres) e 26 não-músicos (8 homens e 18 mulheres). No grupo dos músicos, a idade variou de 18 a 37 anos (média = $23,30 \pm 4,41$ anos). No grupo dos não-músicos, a variação foi de 20 a 29 anos (média = $23,65 \pm 2,85$ anos).

4.1.1. Grupo dos músicos

O grupo dos músicos (n=26) foi composto por integrantes da Orquestra Sinfônica e/ou da Banda Sinfônica da Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). As duas formações musicais realizam três ensaios por semana, em dias alternados, cada um deles com aproximadamente três horas de duração. Dos 26 músicos, vinte possuíam graduação em andamento e seis, graduação completa. Destes, dois possuíam curso de pós-graduação em Música.

Quanto ao instrumento principal, 16 músicos (61,53%) eram instrumentistas de sopros (dois trompetistas, três saxofonistas, um trombonista, dois clarinetistas, quatro flautistas, dois trompistas e dois fagotistas), e 10 (38,47%), instrumentistas de cordas (quatro violinistas, um violista, três violoncelistas e dois contrabaixistas). Dos 26 músicos, 16 (61,53%) relataram praticar um instrumento secundário, além do instrumento principal.

O tempo de ensaio com orquestra por semana e de estudo individual com instrumento por dia variaram respectivamente entre 4 e 19 horas (média = $9,08 \pm 2,87$ horas) e 2 e 6 horas (média = $3,91 \pm 0,99$ horas). Cada músico realizou entre 5 e 40 concertos (média = 16 ± 10 concertos) no período compreendido entre setembro de 2005 e setembro de 2006.

A idade de início dos estudos musicais (GRAF. 2) variou entre 5 e 19 anos (média = $10,5 \pm 4,27$ anos). Apenas seis músicos (23,07%) relataram ter iniciado os estudos após os 12 anos de idade.

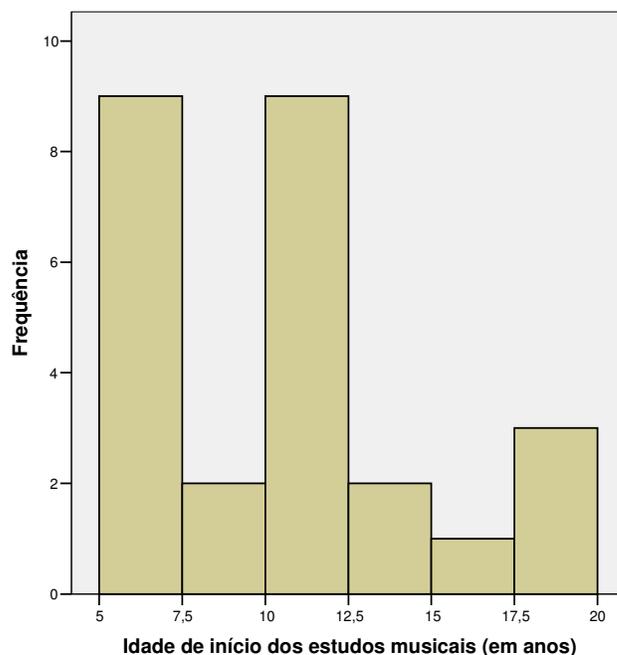


GRÁFICO 2 – Distribuição de frequência da idade de início dos estudos musicais

O tempo de prática musical total (GRAF. 3) variou entre 4 e 30 anos (média = $12,46 \pm 5,64$ anos). Apenas quatro músicos (15,38%) relataram tempo de prática musical total inferior a 8 anos.

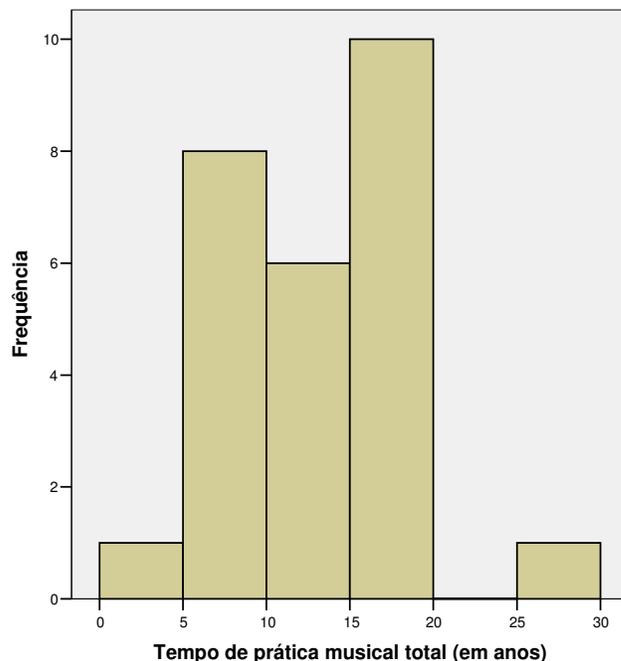


GRÁFICO 3 – Distribuição de freqüência do tempo de prática musical total.

Em relação ao tempo de prática musical com orquestra e/ou banda sinfônica (GRAF. 4), a variação foi entre 0,5 e 20 anos (média = $6,32 \pm 4,52$ anos).

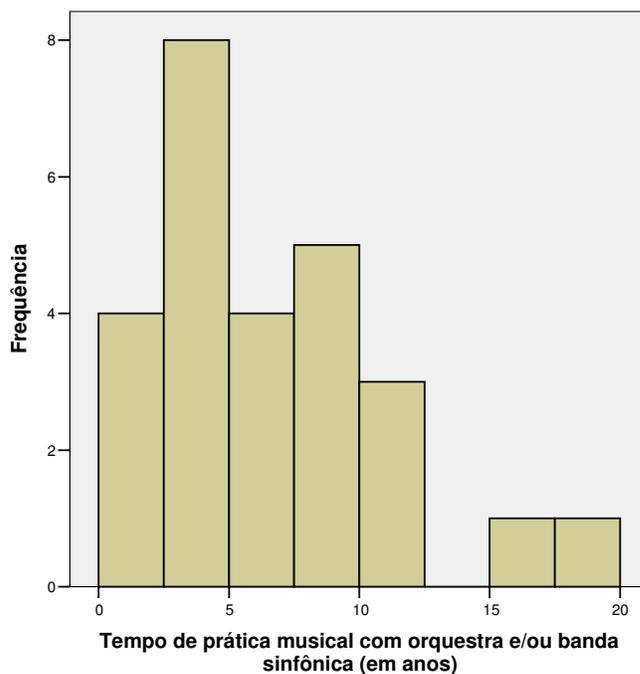


GRÁFICO 4 – Distribuição de freqüência do tempo de prática musical com orquestra e/ou banda sinfônica

4.1.2. Grupo dos não-músicos

O grupo dos não-músicos (n=26) foi composto por alunos e ex-alunos de graduação ou pós-graduação de cursos da área biológica da UFMG. Todos os não-músicos declararam não ler partitura atualmente. Entretanto, cinco indivíduos relataram já ter recebido algum tipo de educação musical formal com prática de leitura de partitura na infância ou adolescência. Porém, em nenhum destes casos o tempo total de estudos musicais foi superior a dois anos. Além disso, cinco indivíduos mencionaram tocar algum instrumento, sem regularidade, atualmente.

4.2. Procedimento de Avaliação

Para a avaliação da capacidade de atenção visual, após revisão de literatura (MACHADO, 1996; SPREEN & STRAUSS, 1998) e discussão com diferentes profissionais, desenvolvemos a metodologia que foi utilizada na pesquisa, a qual consistiu de questionário e testes neuropsicológicos.

O questionário (ANEXO III) forneceu, além de dados básicos de identificação e caracterização dos indivíduos, informações que permitissem excluir a possibilidade de transtornos de atenção. Os itens referentes a essas informações (19 a 23 no questionário dos músicos e 14 a 18 no questionário dos não-músicos) foram obtidos a partir de uma adaptação do Questionário da Síndrome Disexecutiva (*Behavioural assessment of the dysexecutive syndrome – BADS*) (WILSON *et al.*, 1996). Anteriormente à realização dos testes descritos a seguir, os indivíduos forneceram informações a respeito de uso de medicamentos, ingestão de álcool, horário da última refeição, qualidade de sono da noite anterior e dados de bem estar geral.

Foram aplicados os testes neuropsicológicos “trilhas” (*trail making*) e o subtteste “códigos” (*digit symbol*) do *WAIS III*⁴, indicados para verificar a capacidade de atenção visual, principalmente para que a sensibilidade dos mesmos à proposta desta investigação fosse avaliada. O teste “trilhas” tem como objetivo avaliar velocidade de atenção, seqüenciamento, flexibilidade mental, busca visual e função motora (SPREEN &

⁴ *Wechsler Adult Intelligence Scale-III*. Trata-se de uma bateria padronizada de testes que visam avaliar o coeficiente de inteligência (Q.I.) em adultos.

STRAUSS, 1998). Este teste requer que o indivíduo conecte, traçando linhas, 25 números arranjados aleatoriamente em uma folha de papel, em ordem crescente (parte A), e 25 números e letras, em ordem crescente alternada (parte B). Instrui-se o indivíduo para realizar a tarefa no menor tempo possível e, ao final do teste, é registrado o tempo total de realização do mesmo, em segundos, e a quantidade de erros cometidos. O subtteste “códigos” do *WAIS III* é indicado na abordagem da atenção e tem como objetivo específico avaliar busca visual, velocidade perceptual e grafomotora (SPREEN & STRAUSS, 1998). Este subtteste consiste em relacionar, a partir de um modelo que associa números e símbolos, uma seqüência aleatória de números com os símbolos correspondentes a cada um. Após a realização do teste, que tem a duração de dois minutos, conta-se a quantidade de associações realizadas e o número de erros cometidos.

O principal teste aplicado, *multiple choice reaction time (MCRT)*, está implementado no aparelho *Multipsy 821*, fabricado pela *Bio-data Gesellschaft für Biomedizinische* e utilizado neste estudo. O *Multipsy* dispõe de um microprocessador capaz de gerar diferentes estímulos e registrar o tempo e a precisão das respostas dos sujeitos aos mesmos. O equipamento pertence ao Laboratório de Psicologia do Esporte (LAPES) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, e foi gentilmente cedido pelo coordenador do laboratório, o professor Dr. Dietmar Samulski para sua utilização no estudo.

No teste *MCRT*, que mede atenção visual e reações visio-motoras, o indivíduo deve responder, por meio de ações motoras específicas, a vários estímulos visuais, como por exemplo responder ao acendimento de lâmpadas coloridas pressionando as teclas com as cores correspondentes, ou de lâmpadas brancas, posicionadas à direita e à esquerda, pressionando os pedais correspondentes. Estimulação auditiva também integra o conjunto de estímulos apresentados pelo *Multipsy* (tons graves e agudos correspondentes a teclas específicas), mas, considerando o objetivo da pesquisa, os estímulos auditivos do teste foram desconsiderados, sendo os indivíduos instruídos a ignorá-los. O teste tem a duração total de sete minutos e, ao final do mesmo, o aparelho fornece os seguintes dados: porcentagem de respostas corretas, porcentagem de respostas atrasadas, porcentagem de respostas erradas e porcentagem de respostas omissas.

Para que fosse possível avaliar a capacidade de atenção visual dividida, o teste *MCRT* foi aplicado duas vezes. Na primeira vez (situação 1), o teste foi utilizado isoladamente. Na segunda vez (situação 2), concomitantemente à apresentação dos estímulos luminosos, foi projetado um vídeo, em monitor posicionado em frente ao sujeito, o qual apresentava uma seqüência de 42 estímulos visuais, sendo, cada um deles, uma entre cinco figuras geométricas aleatoriamente escolhidas (triângulo, quadrado, retângulo, círculo ou losango) apresentadas em diferentes instantes também aleatoriamente escolhidos. O tempo de permanência de cada figura na tela era de, no mínimo, cinco segundos e, no máximo, quinze segundos. Ao indivíduo foi solicitado informar verbalmente a ocorrência da mudança de figura, imediatamente no momento em que a percebesse. Os instantes de resposta foram registrados pelo aplicador com auxílio de um *software* especialmente programado para este estudo, o qual, além de gerar as figuras, fornecia também os instantes, em milissegundos, das mudanças de figuras e das respostas dos sujeitos. A duração total do vídeo era exatamente a mesma do teste *MCRT*. Portanto, esta tarefa (situação 2) exigia do indivíduo a capacidade de dividir a atenção visual, já que dois conjuntos de estímulos deveriam ser percebidos simultaneamente: as luzes e as figuras geométricas.

Todo o procedimento de avaliação foi realizado no Laboratório de Computação, Síntese e Processamento de Som da Escola de Música da UFMG. Os testes foram aplicados sempre pela mesma pessoa, no período vespertino. O nível de iluminação do laboratório era satisfatório, não havia ruídos perturbadores e as condições físicas do ambiente, como tipo de cadeira e posição dos equipamentos, foram padronizadas. Cada teste foi precedido por instruções verbais também padronizadas a respeito da tarefa a ser cumprida (ANEXO IV) e a duração total dos testes para cada sujeito foi de aproximadamente quarenta minutos.

A ordem dos procedimentos realizados foi a seguinte:

- a) Preenchimento do formulário de consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa.
- b) Preenchimento do questionário de identificação.
- c) Fornecimento de informações a respeito de uso de medicamentos, ingestão de álcool, horário da última refeição, qualidade de sono da noite anterior e dados de bem estar geral.

- d) Realização do teste *MCRT* sem acoplamento do vídeo (situação 1).
- e) Realização do teste “trilhas”.
- f) Realização do subtteste “códigos” do *WAIS III*.
- g) Realização do teste *MCRT* com acoplamento do vídeo (situação 2).

Anteriormente à coleta dos dados, foram realizados vários testes preliminares para que o delineamento metodológico pudesse ser avaliado e aprimorado. Com a realização destes testes, foi possível uma maior precisão na especificação dos dados coletados através dos questionários, padronização das instruções que precedem os testes, definição da ordem de aplicação dos mesmos, melhor adequação das condições físicas do laboratório, como posição do equipamento, e ajuste do *software* em relação às durações de cada estímulo presente no vídeo. A coleta dos dados foi realizada entre outubro e novembro de 2006.

4.3. Análise Estatística

Primeiramente, a normalidade de cada variável medida foi verificada utilizando-se o teste *Kolmogorov-Smirnov*, em cada grupo separadamente.

A comparação entre as médias de dois grupos de indivíduos foi feita utilizando-se o teste *t de Student* para amostras independentes, para aquelas variáveis que apresentaram distribuição próxima à normal. O teste não-paramétrico *Mann-Whitney* foi utilizado para as variáveis cuja distribuição não pôde ser aproximada pela distribuição normal.

O teste *t de Student* para amostras pareadas foi utilizado na comparação entre as médias dos indivíduos nos testes *MCRT* sem acoplamento do vídeo (situação 1) e com acoplamento do vídeo (situação 2). Amostras pareadas com distribuição distante da normal foram comparadas com o teste não-paramétrico *Wilcoxon*.

A correlação entre o desempenho dos músicos nos testes e variáveis relacionadas à prática musical, tais como idade de início dos estudos musicais, tempo de prática musical total e tempo de prática musical com orquestra e/ou banda sinfônica, foi verificada através do teste de *Pearson*, no caso de dados com distribuição normal, e do teste de *Spearman*, no caso de dados com distribuição não normal.

O nível de significância adotado em todos os testes foi de 5% ($p < 0,05$). O *software* utilizado para as análises estatísticas foi o SPSS⁵.

⁵ Todos os direitos reservados.
www.spss.com

5. RESULTADOS

5.1. Comparação entre Músicos e Não-Músicos

5.1.1. Amostra: 26 músicos e 26 não-músicos

As análises seguintes foram realizadas considerando-se a amostra total do estudo, que envolveu 52 indivíduos. Foram avaliados 26 músicos (18 homens e 8 mulheres) e 26 não-músicos (8 homens e 18 mulheres).

5.1.1.1. Teste *MCRT* sem acoplamento do vídeo (situação 1)

Na situação 1, quatro variáveis foram analisadas no teste *MCRT*: porcentagem de respostas corretas, porcentagem de respostas atrasadas, porcentagem de respostas erradas e porcentagem de respostas omissas.

Pode-se observar pela TAB. 1 que houve diferença significativa entre músicos e não-músicos quanto à porcentagem de respostas corretas ($p=0,032$), sendo que os músicos apresentaram resultados superiores aos não-músicos. Em relação às porcentagens de respostas atrasadas, erradas e omissas, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos.

TABELA 1: Comparação entre músicos e não-músicos no teste *MCRT* sem acoplamento do vídeo - situação 1 ($n=52$)

Grupos	n	Porcentagem de respostas corretas			Porcentagem de respostas atrasadas			Porcentagem de respostas erradas			Porcentagem de respostas omissas		
		Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p
Músicos	26	69,88	3,41	0,032	5,14	3,80	0,32	7,85	3,13	0,13	17,10	2,96	0,89
Não-Músicos	26	67,52	4,29		6,24	4,07		9,24	3,43		16,98	3,09	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student*. O valor p em negrito implica diferença significativa ao nível de 5%.

5.1.1.2. Teste *MCRT* com acoplamento do vídeo (situação 2)

Na situação 2, foram avaliadas as mesmas variáveis do teste *MCRT* consideradas anteriormente. Ao contrário do resultado observado na situação 1, nenhuma variável do teste *MCRT* indicou diferença significativa entre músicos e não-músicos, como mostra a TAB. 2.

TABELA 2: Comparação entre músicos e não-músicos no teste *MCRT* com acoplamento do vídeo - situação 2 (n=52)

Grupos	n	Porcentagem de respostas corretas			Porcentagem de respostas atrasadas			Porcentagem de respostas erradas			Porcentagem de respostas omissas		
		Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p*
Músicos	26	70,11	4,12	0,13	4,62	3,82	0,32	7,14	2,73	0,23	18,09	4,68	0,75
Não-Músicos	26	68,53	3,41		5,81	3,64		8,24	3,71		17,39	3,92	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student*. A probabilidade de significância (p*) refere-se ao teste *Mann-Whitney*.

Além das variáveis do teste *MCRT*, foram considerados os dados relacionados aos estímulos do vídeo: a média dos tempos de resposta a cada estímulo (em milissegundos) e o número de respostas omissas. A TAB. 3 mostra a comparação entre as médias dos tempos de resposta entre os dois grupos, músicos e não-músicos. Nota-se que a média dos tempos de resposta dos músicos foi significativamente menor que a dos não-músicos (p=0,015). Em relação ao número de respostas omissas, não foi verificada diferença significativa entre os grupos.

TABELA 3: Comparação entre músicos e não-músicos em relação aos estímulos do vídeo (n=52)

Grupos	n	Tempo de resposta (ms)			Número de respostas omissas		
		Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p
Músicos	26	1193	208	0,015	2,30	1,73	0,88
Não-Músicos	26	1352	248		2,23	2,14	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student*. O valor p em negrito implica diferença significativa ao nível de 5%.

Dos 42 valores de tempo de resposta de todos os 52 indivíduos (2.184), verificou-se que 166 deles eram *soltos*, ou seja, situados a uma distância superior a três vezes a distância interquartílica. Com a finalidade de avaliar a influência destes pontos na significância do teste, uma nova comparação das médias foi realizada, excluindo-se os pontos soltos. A TAB. 4 mostra que, com a eliminação dos pontos soltos, a diferença entre músicos e não-músicos tornou-se ainda mais significativa (p=0,004). Portanto, a partir desta análise, podemos considerar que os músicos apresentaram respostas ainda mais rápidas quando comparados aos não-músicos.

TABELA 4: Comparação entre músicos e não-músicos em relação aos estímulos do vídeo com eliminação dos pontos soltos (n=52)

Grupos	n	Tempo de resposta (ms)		
		Média	Desvio Padrão	p
Músicos	26	1045	100	0,004
Não-Músicos	26	1200	245	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *Mann-Whitney*. O valor p em negrito implica diferença significativa ao nível de 5%.

5.1.1.3. Comparação entre o teste *MCRT* nas situações 1 e 2

Os dados do teste *MCRT* dos mesmos indivíduos de cada grupo separadamente (amostras pareadas), foram comparados nas situações 1 e 2. As TAB. 5 e 6 mostram o resultado desta análise nos grupos dos músicos e não-músicos, respectivamente.

TABELA 5: Comparação entre o teste *MCRT* nas situações 1 e 2 no grupo dos músicos (n=26)

		Porcentagem de respostas corretas			Porcentagem de respostas atrasadas			Porcentagem de respostas erradas			Porcentagem de respostas omissas		
<i>MCRT</i>	n	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p*
Situação 1	26	69,88	3,41	0,77	5,14	3,80	0,50	7,85	3,13	0,33	17,10	2,96	0,36
Situação 2	26	70,11	4,12		4,62	3,82		7,14	2,73		18,09	4,68	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student* para amostras pareadas. A probabilidade de significância (p*) refere-se ao teste *Wilcoxon*.

TABELA 6: Comparação entre o teste *MCRT* nas situações 1 e 2 no grupo dos não-músicos (n=26)

		Porcentagem de respostas corretas			Porcentagem de respostas atrasadas			Porcentagem de respostas erradas			Porcentagem de respostas omissas		
<i>MCRT</i>	n	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p
Situação 1	26	67,52	4,29	0,24	6,24	4,07	0,64	9,24	3,43	0,18	16,98	3,09	0,62
Situação 2	26	68,53	3,41		5,81	3,64		8,24	3,71		17,39	3,92	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student* para amostras pareadas.

Como é possível notar pelas TAB. 5 e 6, tanto no grupo dos músicos quanto no dos não-músicos, nenhuma variável do teste *MCRT* mostrou diferença significativa entre a situação 1 (sem acoplamento do vídeo) e a situação 2 (com acoplamento do vídeo).

5.1.1.4. Teste “trilhas”

No teste “trilhas”, tanto na parte A como na parte B, foram analisadas duas variáveis: tempo total de realização da tarefa (em segundos) e número de erros cometidos. Na parte A, como indica a TAB. 7, foi encontrada diferença significativa entre músicos e

não-músicos em relação ao número de erros cometidos ($p=0,028$), sendo que os músicos erraram menos. Na parte B, como mostra a TAB. 8, nenhuma das variáveis mostrou diferença significativa entre os grupos.

TABELA 7: Comparação entre músicos e não-músicos no teste “trilhas” parte A ($n=52$)

		Tempo de realização de tarefa (s)			Número de erros cometidos		
Grupos	n	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p*
Músicos	26	64,23	18,79	0,70	1,19	2,20	0,028
Não-Músicos	26	62,30	17,10		2,03	1,98	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student*. A probabilidade de significância (p*) refere-se ao teste *Mann-Whitney*.

TABELA 8: Comparação entre músicos e não-músicos no teste “trilhas” parte B ($n=52$)

		Tempo de realização de tarefa (s)			Número de erros cometidos		
Grupos	n	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p
Músicos	26	86,73	24,97	0,17	1,61	2,06	0,27
Não-Músicos	26	78,65	15,84		2,23	1,96	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student*.

5.1.1.5. Subteste “códigos” do WAIS III

No subteste “códigos” do WAIS III foram analisadas duas variáveis: número de associações realizadas e número de erros cometidos. Como mostra a TAB. 9, nenhuma das variáveis mostrou diferença significativa entre músicos e não-músicos.

TABELA 9: Comparação entre músicos e não-músicos no subteste “códigos” do WAIS III (n=52)

Grupos	n	Número de associações realizadas			Número de erros cometidos		
		Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p*
Músicos	26	82,23	12,29	0,84	0,53	1,50	0,34
Não-Músicos	26	81,57	11,33		0,73	1,82	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student*. A probabilidade de significância (p*) refere-se ao teste *Mann-Whitney*.

5.1.2. Amostra: 18 músicos e 18 não-músicos

A amostra total do estudo apresentou proporções diferentes de homens e mulheres em cada grupo, como já foi apontado. A fim de minimizar a possível influência desse fator nos resultados, as análises foram realizadas novamente considerando-se uma nova amostra na qual tal proporção fosse mais próxima de 50% em ambos os grupos. Esta amostra consistiu em 18 músicos (10 homens e 8 mulheres) e 18 não-músicos (8 homens e 10 mulheres) e foi obtida da amostra original de 26 músicos (18 homens e 8 mulheres) e 26 não-músicos (8 homens e 18 mulheres), da qual 8 homens músicos e 8 mulheres não-musicistas foram eliminados aleatoriamente.

5.1.2.1. Teste MCRT sem acoplamento do vídeo (situação 1)

A TAB. 10 mostra resultados semelhantes àqueles obtidos com a amostra original (TAB. 1): houve diferença significativa entre músicos e não-músicos quanto à porcentagem de respostas corretas ($p=0,012$), sendo que os músicos apresentaram resultados superiores aos não-músicos, e em relação às porcentagens de respostas atrasadas, erradas e omissas, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos.

TABELA 10: Comparação entre músicos e não-músicos no teste MCRT sem acoplamento do vídeo - situação 1 (n=36)

Grupos	n	Porcentagem de respostas corretas			Porcentagem de respostas atrasadas			Porcentagem de respostas erradas			Porcentagem de respostas omissas		
		Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p
Músicos	18	69,79	3,91	0,012	5,27	4,08	0,21	8,10	3,57	0,09	16,81	3,11	0,98
Não-músicos	18	66,12	4,35		7,09	4,44		9,97	2,93		16,79	3,10	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student*. O valor p em negrito implica diferença significativa ao nível de 5%.

5.1.2.2. Teste MCRT com acoplamento do vídeo (situação 2)

Também na situação 2 do teste MCRT foram obtidos resultados semelhantes àqueles observados com a amostra original (TAB. 2). A TAB. 11 mostra que nenhuma variável do teste MCRT indicou diferença significativa entre músicos e não-músicos.

TABELA 11: Comparação entre músicos e não-músicos no teste MCRT com acoplamento do vídeo - situação 2 (n=36)

Grupos	n	Porcentagem de respostas corretas			Porcentagem de respostas atrasadas			Porcentagem de respostas erradas			Porcentagem de respostas omissas		
		Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p
Músicos	18	69,40	4,49	0,32	4,79	4,23	0,26	7,40	3,09	0,37	18,38	5,39	0,50
Não-músicos	18	68,03	3,67		6,27	3,66		8,33	3,15		17,34	3,56	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student*.

Em relação aos estímulos do vídeo, pela TAB. 12, nota-se que houve diferença significativa entre músicos e não-músicos quanto ao tempo de resposta (p=0,014), sendo que os músicos apresentaram respostas mais rápidas. Em relação ao número de respostas omissas, não foi verificada diferença significativa entre os grupos. Resultado semelhante a este foi também mostrado na TAB. 3.

TABELA 12: Comparação entre músicos e não-músicos em relação aos estímulos do vídeo (n=36)

		Tempo de resposta (ms)			Número de respostas omissas		
Grupos	n	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p
Músicos	18	1188	236	0,014	2,22	1,47	0,92
Não-Músicos	18	1400	255		2,28	2,10	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student*. O valor p em negrito implica diferença significativa ao nível de 5%.

Da mesma maneira como foi feito anteriormente, excluindo os pontos soltos de todos os indivíduos e realizando novamente a análise estatística, obteve-se o resultado expresso na TAB. 13. Aqui há uma diferença em relação à TAB. 4. Apesar de também existir uma diferença significativa entre músicos e não-músicos em relação aos tempos de resposta, a significância é menor (p=0,022). Logo, considerando a nova amostra, a eliminação dos pontos soltos não torna a diferença entre músicos e não-músicos mais significativa.

TABELA 13: Comparação entre músicos e não-músicos em relação aos estímulos do vídeo com eliminação dos pontos soltos (n=36)

		Tempo de resposta (ms)		
Grupos	n	Média	Desvio Padrão	p
Músicos	18	1046	113	0,022
Não-Músicos	18	1207	261	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student*. O valor p em negrito implica diferença significativa ao nível de 5%.

5.1.2.3. Comparação entre o teste *MCRT* nas situações 1 e 2

As TAB. 14 e 15 mostram o resultado da análise comparativa entre as variáveis do teste *MCRT* nas situações 1 e 2 no grupo dos músicos e dos não-músicos, respectivamente.

TABELA 14: Comparação entre o teste *MCRT* nas situações 1 e 2 no grupo dos músicos ($n=18$)

		Porcentagem de respostas corretas			Porcentagem de respostas atrasadas			Porcentagem de respostas erradas			Porcentagem de respostas omissas		
<i>MCRT</i>	n	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p
Situação 1	18	69,79	3,91	0,71	5,27	4,08	0,63	8,10	3,57	0,47	16,81	3,11	0,21
Situação 2	18	69,40	4,49		4,79	4,23		7,40	3,09		18,38	5,39	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student* para amostras pareadas.

TABELA 15: Comparação entre o teste *MCRT* nas situações 1 e 2 no grupo dos não-músicos ($n=18$)

		Porcentagem de respostas corretas			Porcentagem de respostas atrasadas			Porcentagem de respostas erradas			Porcentagem de respostas omissas		
<i>MCRT</i>	n	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p
Situação 1	18	66,12	4,35	0,07	7,09	4,44	0,49	9,97	2,93	0,04	16,79	3,10	0,58
Situação 2	18	68,03	3,67		6,27	3,66		8,33	3,15		17,34	3,56	

NOTA : A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student* para amostras pareadas. O valor p em negrito implica diferença significativa ao nível de 5%.

Como é possível notar pela TAB. 14, no grupo dos músicos nenhuma variável do teste *MCRT* mostrou diferença significativa entre a situação 1 (sem acoplamento do vídeo) e a situação 2 (com acoplamento do vídeo). Resultado semelhante a este foi mostrado na TAB. 5. Já no grupo dos não-músicos, como mostra a TAB. 15, ao contrário da TAB. 6, houve uma diferença significativa entre as situações 1 e 2 quanto à porcentagem de respostas erradas ($p=0,04$).

5.1.2.4. Teste “trilhas”

Na parte A do teste, como indica a TAB. 16, foi encontrada diferença significativa entre músicos e não-músicos em relação ao número de erros cometidos ($p=0,000$), sendo que os músicos erraram menos. Resultado semelhante a este foi mostrado na TAB. 7.

TABELA 16: Comparação entre músicos e não-músicos no teste “trilhas” parte A ($n=36$)

Grupos	n	Tempo de realização de tarefa (s)			Número de erros cometidos		
		Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p*
Músicos	18	69,72	17,94	0,15	0,50	1,33	0,000
Não-Músicos	18	61,11	17,28		2,67	2,02	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student*. A probabilidade de significância (p*) refere-se ao teste *Mann-Whitney*. O valor p em negrito implica diferença significativa ao nível de 5%.

Na parte B, como mostra a TAB. 17, ao contrário da TAB. 8, foi encontrada diferença significativa entre os grupos quanto ao número de erros cometidos ($p=0,04$) sendo que os músicos erraram menos.

TABELA 17: Comparação entre músicos e não-músicos no teste “trilhas” parte B ($n=36$)

Grupos	n	Tempo de realização de tarefa (s)			Número de erros cometidos		
		Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p
Músicos	18	90,56	23,63	0,08	1,28	1,40	0,04
Não-Músicos	18	78,89	13,88		2,56	2,14	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de student*. O valor p em negrito implica diferença significativa ao nível de 5%.

5.1.2.5. Subteste “códigos” do WAIS III

No subteste “códigos” do WAIS III, como mostra a TAB. 18, nenhuma das variáveis mostrou diferença significativa entre músicos e não-músicos. Resultado semelhante a este foi mostrado na TAB. 9.

TABELA 18: Comparação entre músicos e não-músicos no subteste “códigos” do WAIS III (n=36)

Grupos	n	Número de associações realizadas			Número de erros cometidos		
		Média	Desvio Padrão	p	Média	Desvio Padrão	p*
Músicos	18	81,22	13,22	0,77	0,72	1,77	0,81
Não-Músicos	18	80,06	11,04		0,78	2,13	

NOTA: A probabilidade de significância (p) refere-se ao teste *t de Student*. A probabilidade de significância (p*) refere-se ao teste *Mann-Whitney*.

5.2. Comparação entre Músicos

5.2.1. Correlação entre desempenho dos músicos nos testes e variáveis relacionadas à prática musical

Foram realizadas análises para verificar a possível existência de correlação entre o desempenho dos músicos nos testes e três variáveis relacionadas à prática musical: idade de início dos estudos musicais, tempo de prática musical total e tempo de prática musical com orquestra e/ou banda sinfônica.

Em relação à idade de início dos estudos musicais, como mostra a TAB. 19, parece haver uma correlação significativa entre esta variável e o número de respostas omissas no vídeo (coeficiente de correlação de *Pearson* = 0,393; p=0,047). Também parece existir uma correlação significativa, mais evidente em relação à anterior, entre a mesma variável e o tempo de realização do teste “trilhas”, parte B (coeficiente de correlação de *Pearson* = 0,443; p=0,023). Portanto, quanto mais tardio o início dos estudos musicais, maior o número omissões no vídeo e maior o tempo de realização do teste “trilhas”, parte B. Entretanto, é preciso ressaltar que, em ambos os casos, embora haja indícios de correlações

significativas, os valores dos coeficientes são inferiores a 0,50, indicando correlações baixas. O número de respostas omissas no vídeo e o tempo de realização do teste “trilhas”, parte B, estão representados em função da idade de início dos estudos musicais nos GRAF. 5 e 6, respectivamente.

Em relação ao tempo de prática musical total e ao tempo de prática musical com orquestra e/ou banda sinfônica, como mostram respectivamente as TAB. 20 e 21, não foram observadas correlações significativas entre estas variáveis e o desempenho dos músicos nos testes.

TABELA 19: Correlações entre o desempenho dos músicos nos testes e a idade de início dos estudos musicais (n=26)

Testes	Variáveis	Idade de início dos estudos musicais	
		Coefficiente de correlação	Valor p
MCRT sem acoplamento do vídeo (situação 1)	MCRT - porcentagem de respostas corretas	-0,077	0,70
	MCRT - porcentagem de respostas atrasadas	0,094	0,64
	MCRT - porcentagem de respostas erradas	0,019	0,92
	MCRT - porcentagem de respostas omissas	-0,052	0,79
MCRT com acoplamento do vídeo (situação 2)	MCRT - porcentagem de respostas corretas	-0,041	0,84
	MCRT - porcentagem de respostas atrasadas	0,123	0,55
	MCRT - porcentagem de respostas erradas	0,065	0,75
	MCRT - porcentagem de respostas omissas	0,025*	0,90
	Tempo de resposta no vídeo	-0,092	0,65
	Número de respostas omissas no vídeo	0,393	0,047
	Tempo de resposta no vídeo (pts. soltos excluídos)	-0,187	0,36
“Trilhas” parte A	Tempo de realização da tarefa	0,207	0,31
	Número de erros cometidos	0,152*	0,46
“Trilhas” parte B	Tempo de realização da tarefa	0,443	0,023
	Número de erros cometidos	0,132	0,52
Subteste “códigos” do WAIS III	Número de associações realizadas	-0,153	0,45
	Número de erros cometidos	0,365*	0,067

NOTA: Os valores da tabela referem-se a coeficientes de correlação de *Pearson*, exceto os marcados com *, os quais referem-se a coeficientes de correlação de *Spearman*. Os valores em negrito indicam correlações significativas baixas entre as variáveis correspondentes.

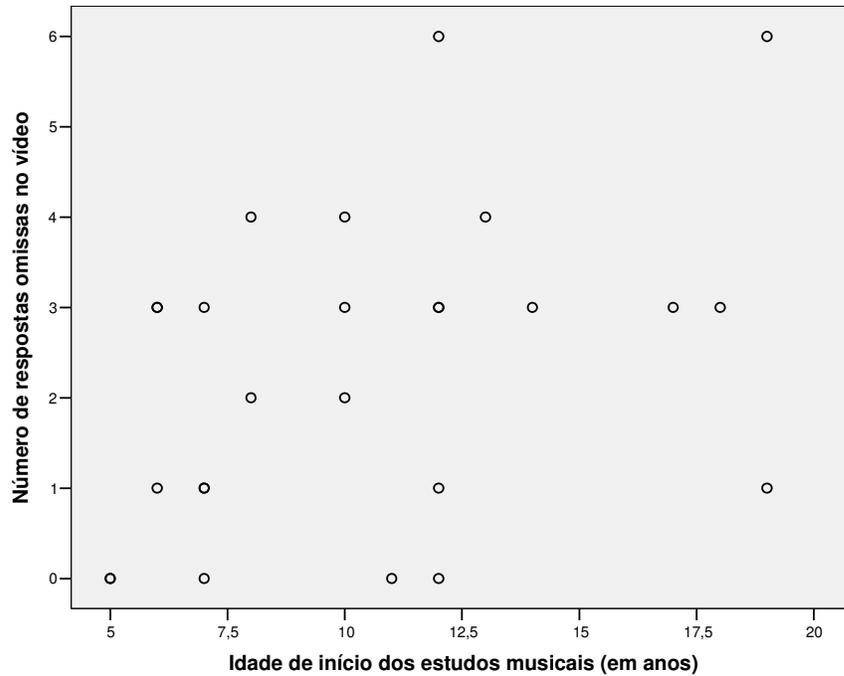


GRÁFICO 5 – Correlação entre idade de início dos estudos musicais e número de respostas omissas no vídeo

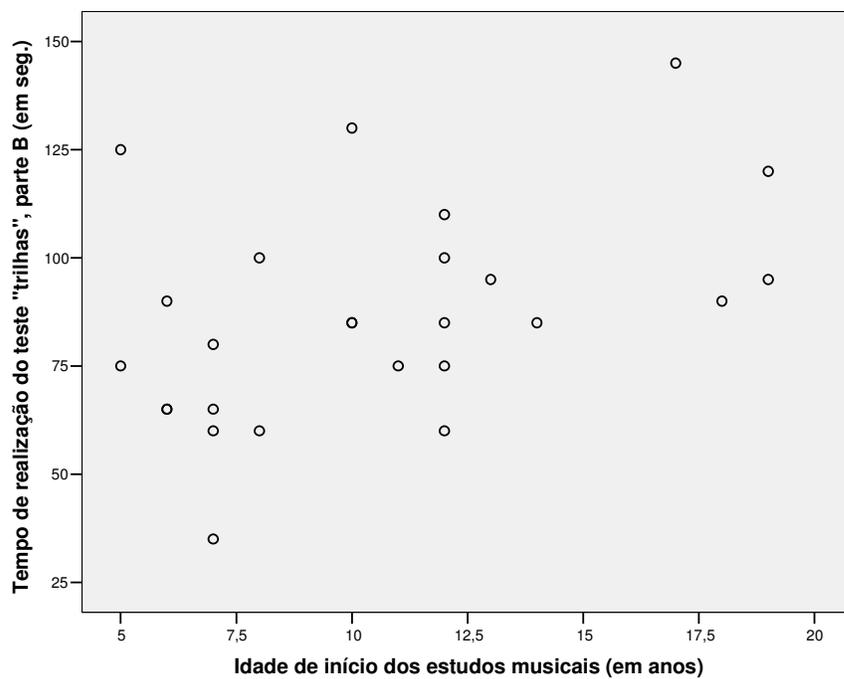


GRÁFICO 6 – Correlação entre idade de início dos estudos musicais e tempo de realização do teste “trilhas” parte B

TABELA 20: Correlações entre o desempenho dos músicos nos testes e o tempo de prática musical total (n=26)

Testes	Variáveis	Tempo de prática musical total	
		Coefficiente de correlação	Valor p
MCRT sem acoplamento do vídeo (situação 1)	MCRT - porcentagem de respostas corretas	0,091	0,65
	MCRT - porcentagem de respostas atrasadas	-0,164	0,42
	MCRT - porcentagem de respostas erradas	-0,058	0,77
	MCRT - porcentagem de respostas omissas	0,166	0,41
MCRT com acoplamento do vídeo (situação 2)	MCRT - porcentagem de respostas corretas	-0,019	0,92
	MCRT - porcentagem de respostas atrasadas	-0,109	0,59
	MCRT - porcentagem de respostas erradas	0,147	0,47
	MCRT - porcentagem de respostas omissas	-0,138*	0,50
	Tempo de resposta no vídeo	0,138	0,50
	Número de respostas omissas no vídeo	-0,150	0,46
	Tempo de resposta no vídeo (pts. soltos excluídos)	0,130	0,52
“Trilhas” parte A	Tempo de realização da tarefa	-0,245	0,22
	Número de erros cometidos	-0,121*	0,55
“Trilhas” parte B	Tempo de realização da tarefa	-0,345	0,08
	Número de erros cometidos	-0,276	0,17
Subteste “códigos” do WAIS III	Número de associações realizadas	0,043	0,83
	Número de erros cometidos	-0,302*	0,13

NOTA: Os valores da tabela referem-se a coeficientes de correlação de *Pearson*, exceto os marcados com *, os quais referem-se a coeficientes de correlação de *Spearman*.

TABELA 21: Correlações entre o desempenho dos músicos nos testes e o tempo de prática musical com orquestra e/ou banda sinfônica (n=26)

Testes	Variáveis	Tempo de prática musical com orquestra e/ou banda	
		Coefficiente de correlação	Valor p
MCRT sem acoplamento do vídeo (situação 1)	MCRT - porcentagem de respostas corretas	-0,083	0,68
	MCRT - porcentagem de respostas atrasadas	0,087	0,67
	MCRT - porcentagem de respostas erradas	-0,024	0,90
	MCRT - porcentagem de respostas omissas	0,010	0,96
MCRT com acoplamento do vídeo (situação 2)	MCRT - porcentagem de respostas corretas	0,117	0,56
	MCRT - porcentagem de respostas atrasadas	-0,127	0,53
	MCRT - porcentagem de respostas erradas	-0,003	0,98
	MCRT - porcentagem de respostas omissas	-0,188*	0,35
	Tempo de resposta no vídeo	-0,012	0,95
	Número de respostas omissas no vídeo	-0,257	0,20
	Tempo de resposta no vídeo (pts. soltos excluídos)	-0,201	0,32
“Trilhas” parte A	Tempo de realização da tarefa	-0,023	0,91
	Número de erros cometidos	-0,203*	0,32
“Trilhas” parte B	Tempo de realização da tarefa	-0,029	0,88
	Número de erros cometidos	-0,248	0,22
Subteste “códigos” do WAIS III	Número de associações realizadas	0,050	0,80
	Número de erros cometidos	-0,321*	0,11

NOTA: Os valores da tabela referem-se a coeficientes de correlação de *Pearson*, exceto os marcados com *, os quais referem-se a coeficientes de correlação de *Spearman*.

5.2.2. Comparação entre instrumentistas de sopros e instrumentistas de cordas

Em relação ao instrumento principal, todos os músicos participantes do estudo eram instrumentistas de sopros ou instrumentistas de cordas. Para verificar se a categoria de instrumento exercia alguma influência no desempenho dos músicos nos testes, foram realizadas análises comparando instrumentistas de sopros (n=16) e instrumentistas de cordas (n=10).

Como mostra a TAB. 22, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhuma das variáveis analisadas nos testes. Entretanto, a comparação entre sopros e cordas em duas variáveis revelou resultados bem próximos de diferenças significativas ao nível de 5%. Em relação à porcentagem de respostas atrasadas no *MCRT* com acoplamento do vídeo, os instrumentistas de cordas atrasaram menos (p=0,057), e quanto ao número de erros cometidos no teste “trilhas”, parte B, os instrumentistas de sopros erraram menos (p=0,052).

TABELA 22: Comparação entre instrumentistas de sopros e instrumentistas de cordas em todos os testes (n=26)

Testes	Variáveis	Sopros (n = 16)		Cordas (n = 10)		p
		Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
MCRT sem acoplamento do vídeo (situação 1)	MCRT - porcentagem de respostas corretas	70,07	3,93	69,56	2,54	0,71
	MCRT - porcentagem de respostas atrasadas	5,45	4,17	4,66	3,27	0,61
	MCRT - porcentagem de respostas erradas	7,12	1,54	9,03	4,56	0,23
	MCRT - porcentagem de respostas omissas	17,33	2,82	16,73	3,30	0,62
MCRT com acoplamento do vídeo (situação 2)	MCRT - porcentagem de respostas corretas	69,12	4,35	71,69	3,31	0,12
	MCRT - porcentagem de respostas atrasadas	5,74	4,22	2,83	2,25	0,057
	MCRT - porcentagem de respostas erradas	7,20	2,59	7,06	3,09	0,90
	MCRT - porcentagem de respostas omissas	17,91	5,02	18,39	4,31	0,48*
	Tempo de resposta no vídeo	1152	243	1258	117	0,21
	Número de respostas omissas no vídeo	2,69	1,74	1,70	1,63	0,16
	Tempo de resposta no vídeo (pontos soltos excluídos)	1015	82	1094	109	0,069
“Trilhas” parte A	Tempo de realização da tarefa	68,75	21,71	57,00	10,05	0,075
	Número de erros cometidos	0,63	1,20	2,10	3,10	0,45*
“Trilhas” parte B	Tempo de realização da tarefa	90,94	26,28	80,00	22,36	0,28
	Número de erros cometidos	1,00	1,26	2,60	2,71	0,052
Subteste “códigos” do WAIS III	Número de associações realizadas	85,50	10,69	77,00	13,42	0,086
	Número de erros cometidos	0,06	0,25	1,30	2,26	0,15*

NOTA: Os valores da probabilidade de significância (p) referem-se ao teste *t de Student*, exceto os marcados com *, os quais referem-se ao teste *Mann-Whitney*.

5.2.3. Comparação entre músicos com instrumento secundário e músicos sem instrumento secundário

Além do instrumento principal, vários músicos relataram possuir um instrumento secundário. Para verificar se a prática de um instrumento secundário exercia alguma influência no desempenho dos músicos nos testes, foram realizadas análises comparando músicos com instrumento secundário (n=16) e músicos sem instrumento secundário (n=10).

Como mostra a TAB. 23, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhuma das variáveis analisadas nos testes.

TABELA 23: Comparação entre músicos com instrumento secundário e músicos sem instrumento secundário em todos os testes (n=26)

Testes	Variáveis	Instrumento secundário				p
		Sim (n=16)		Não (n=10)		
		Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
MCRT sem acoplamento do vídeo (situação 1)	MCRT - porcentagem de respostas corretas	69,76	3,25	70,06	3,83	0,83
	MCRT - porcentagem de respostas atrasadas	5,09	3,59	5,22	4,31	0,93
	MCRT - porcentagem de respostas erradas	7,95	3,53	7,69	2,52	0,84
	MCRT - porcentagem de respostas omissas	17,16	3,07	16,99	2,95	0,89
MCRT com acoplamento do vídeo (situação 2)	MCRT - porcentagem de respostas corretas	69,76	4,46	70,66	3,66	0,60
	MCRT - porcentagem de respostas atrasadas	4,80	4,27	4,33	3,17	0,76
	MCRT - porcentagem de respostas erradas	6,95	2,58	7,46	3,08	0,65
	MCRT - porcentagem de respostas omissas	18,45	4,98	17,53	4,34	0,63
	Tempo de resposta no vídeo	1228	219	1137	185	0,28
	Número de respostas omissas no vídeo	2,25	1,69	2,40	1,89	0,83
	Tempo de resposta no vídeo (pontos soltos excluídos)	1067	94	1011	103	0,17
“Trilhas” parte A	Tempo de realização da tarefa	60,94	18,09	69,50	19,64	0,26
	Número de erros cometidos	1,13	1,66	1,30	2,98	0,48*
“Trilhas” parte B	Tempo de realização da tarefa	86,25	23,20	87,50	28,89	0,90
	Número de erros cometidos	1,69	1,53	1,50	2,79	0,82
Subteste “códigos” do WAIS III	Número de associações realizadas	83,81	10,69	79,70	14,75	0,41
	Número de erros cometidos	0,75	1,88	0,20	0,42	0,97*

NOTA: Os valores da probabilidade de significância (p) referem-se ao teste *t de Student*, exceto os marcados com *, os quais referem-se ao teste *Mann-Whitney*.

6. DISCUSSÃO

Este estudo interdisciplinar contribuiu principalmente para inaugurar a abordagem da interface música e neurociência na Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais. Considerando tratar-se de um campo de pesquisa recente, e quase inexistente no Brasil, esperamos que este trabalho possa incentivar o desenvolvimento de mais pesquisas na área.

O estudo de BROCHARD *et al.* (2004), no qual os autores apontam que as capacidades visio-espaciais aumentadas em músicos poderiam estar relacionadas a uma maior eficiência dos processos atencionais nos mesmos, foi o motivador de nossa pesquisa. Nele os autores ressaltam que não abordaram diretamente a questão da atenção visual, o que representou, portanto, um campo aberto para investigações. Em nosso estudo, a atenção visual foi abordada diretamente, mediante a aplicação de diferentes testes neuropsicológicos. Também foram investigadas correlações entre o desempenho dos músicos nos testes e variáveis relacionadas à prática musical: idade de início dos estudos musicais, tempo de prática musical total e tempo de prática musical com orquestra e/ou banda sinfônica. Além disso, foram realizadas comparações entre músicos em relação ao tipo de instrumento e à prática de instrumento secundário.

6.1. Comparação entre Músicos e Não-Músicos

As considerações a seguir referem-se à amostra total do estudo (26 músicos e 26 não-músicos). No teste *MCRT* sem acoplamento do vídeo (situação 1), os músicos apresentaram uma porcentagem de respostas corretas significativamente maior em relação aos não-músicos. Este resultado indica uma maior capacidade de atenção visual, assim como reações visio-motoras mais eficientes em músicos. Os estímulos visuais do *MCRT*, apesar de serem apresentados sequencialmente, demandam uma grande capacidade de atenção difusa, para que o indivíduo observe toda a área do aparelho e indique corretamente a apresentação do estímulo. Nesta tarefa, as capacidades motoras do probando podem influenciar os resultados. BROCHARD *et al.* (2004) mostraram que o aumento das capacidades visio-espaciais em músicos poderia ser apenas parcialmente explicado por uma

melhor integração sensório-motora nos mesmos. A avaliação das capacidades motoras dos indivíduos em nosso estudo poderia esclarecer a participação exclusiva dos processos atencionais no melhor desempenho dos músicos.

No teste *MCRT* com acoplamento do vídeo (situação 2), apesar de não ter sido observada diferença significativa entre músicos e não-músicos quanto às variáveis do teste *MCRT*, os músicos responderam aos estímulos do vídeo mais rapidamente, apresentando tempos de resposta significativamente menores em relação aos não-músicos. Estes resultados sugerem uma maior capacidade de atenção visual dividida em músicos, já que os mesmos apresentaram um desempenho equivalente ao dos não-músicos no teste *MCRT* e, ainda assim, obtiveram um resultado superior nas respostas ao vídeo. Isso indica que os músicos conseguiram dividir a atenção visual entre os dois conjuntos de estímulos – luzes e figuras – de modo mais eficiente.

Quanto à comparação, em cada grupo separadamente, entre o desempenho no teste *MCRT* nas situações 1 e 2, não foram observadas diferenças significativas em nenhuma das variáveis, o que mostra que tanto músicos quanto não-músicos mantiveram aproximadamente o mesmo desempenho na primeira e na segunda aplicações do teste. Isso indica que a introdução do vídeo não implicou em uma piora no resultado dos indivíduos no teste *MCRT*. É importante relacionar este resultado com a limitação da capacidade de processamento dos sistemas atencionais, mencionada por NABAS & XAVIER (2004). De acordo com os autores, os sistemas atencionais teriam uma capacidade limitada e determinada pela arquitetura do sistema nervoso, a qual ainda é desconhecida. No caso de tarefas simultâneas, segundo os autores, a idéia básica é que o desempenho em uma tarefa é alterado pelo desvio de recursos de processamento para o desempenho concomitante de uma segunda tarefa. Nossos resultados mostraram, em ambos os grupos, que a introdução da segunda tarefa (responder aos estímulos do vídeo) não exigiu um desvio considerável de recursos de modo a prejudicar o desempenho na primeira tarefa (responder aos estímulos do teste *MCRT*). Isso pode ser explicado se considerarmos que a segunda tarefa não apresentou um grau de dificuldade elevado. Outra tarefa, com um grau de dificuldade maior, poderia ter causado uma interferência significativa. Além disso, a exposição ao *MCRT* previamente pode ter permitido um efeito de aprendizagem em relação à situação 2.

No teste “trilhas”, parte A, os músicos apresentaram um número de erros significativamente menor em relação aos não-músicos. No teste “trilhas”, em ambas as partes, foram considerados erros: retirar a caneta do papel, passar o traço por dentro dos círculos, não alcançar os círculos e errar a seqüência de números, na parte A, e de números e letras, na parte B. No teste “trilhas”, parte B, assim como no subtteste “códigos” do *WAIS III* não foram observadas diferenças significativas entre músicos e não-músicos. É preciso ressaltar que tais testes são comumente utilizados na prática clínica, associados a outros, para investigar a existência de déficits e não para medidas de atenção. Considerando que a proposta da pesquisa era avaliar se existia aumento da capacidade de atenção, e não déficit, a ausência de diferença significativa entre músicos e não-músicos em relação a esses testes não seria surpreendente. Entretanto, a diferença significativa observada no teste “trilhas”, parte A, em relação ao número de erros é mais um indício de uma maior capacidade de atenção visual, especificamente para a realização de tarefa de seqüenciamento, em músicos.

Considerando a amostra reduzida (18 músicos e 18 não-músicos), os resultados observados foram aproximadamente iguais aos verificados na amostra total, já que diferenças significativas, com apenas uma exceção, foram observadas nas mesmas variáveis. Em relação à porcentagem de respostas corretas no *MCRT* na situação 1 e ao número de erros cometidos no teste “trilhas”, parte A, as diferenças entre músicos e não-músicos foram ainda mais significativas quando comparadas aos resultados da amostra total. Por outro lado, em relação ao tempo de resposta aos estímulos do vídeo, com eliminação dos pontos soltos, a diferença entre os grupos tornou-se menos significativa. A única diferença considerável entre as amostras refere-se ao número de erros cometidos no teste “trilhas”, parte B. Considerando a amostra reduzida, ao contrário da amostra total, os músicos apresentaram uma quantidade de erros significativamente menor em relação aos não-músicos. Portanto, como os resultados das duas amostras foram aproximadamente semelhantes, é possível dizer que a proporção de homens e mulheres em cada grupo na amostra total não influenciou nos resultados observados. Assim, para fins de análise, podemos considerar os resultados da amostra total. De acordo com uma revisão de FLORES-MENDOZA (2000), embora alguns estudos sugiram diferenças em capacidades cognitivas específicas entre homens e mulheres, não há evidências significativas de diferenciação cognitiva entre os sexos em relação à inteligência geral.

É possível fazer uma relação entre os resultados encontrados, principalmente na situação 2 (teste *MCRT* com acoplamento do vídeo), e a prática musical. É interessante notar que, além da atenção visual específica exigida na leitura musical, os músicos lidam constantemente com outros estímulos visuais em suas atividades musicais. Músicos instrumentistas tocam quase sempre em conjunto com outros instrumentistas. Ao mesmo tempo em que tocam seus instrumentos, eles precisam ler a partitura e estar atentos aos movimentos dos outros instrumentistas ou também do regente, no caso de uma orquestra ou banda sinfônica. Os movimentos necessitam ser atendidos rapidamente sem que a leitura musical ou as ações motoras necessárias ao desempenho instrumental sejam prejudicadas. Esses movimentos constituem uma forma essencial de comunicação entre os músicos e são vitais para o sucesso da prática musical em conjunto. Assim, a execução musical, que quase sempre envolve mais de um músico, exige mais de um foco de atenção, já que pelo menos dois tipos de estímulos visuais necessitam ser percebidos simultaneamente – a partitura e o movimento dos outros músicos. Logo, assim como a leitura de partitura, a percepção de movimento é algo bastante trabalhado na rotina profissional dos músicos, o que poderia constituir mais um estímulo para o desenvolvimento dos processos atencionais. Portanto, a maior capacidade de atenção visual dividida em músicos, observada neste trabalho, certamente está relacionada à prática musical em conjunto, que requer constantemente a necessidade da divisão de atenção.

Especificamente em relação à leitura musical, são necessárias algumas considerações. Segundo GOOLSBY (1989), a leitura musical compartilha muitas características com a leitura textual, embora seja uma habilidade consideravelmente mais complexa, envolvendo um grande processamento do sinal visual, representado pelas figuras musicais que precisam ser decodificadas em termos de altura, duração e dinâmica. Além disso, é necessária uma grande habilidade na resposta motora aos sinais visuais. A manutenção sincronizada da resposta motora ao estímulo visual sem o cometimento de erros é uma habilidade que requer anos de prática para se aproximar da perfeição.

De acordo com LAND & FURNEAUX (1997), a leitura musical é obviamente um processo mais estruturado em relação à leitura textual. Em relação aos movimentos dos olhos, a leitura musical envolve fixações mais longas e com durações menos regulares. Segundo os autores, essa variação indica que trata-se de um processo menos mecânico e

mais dependente de processamento cognitivo. Geralmente, as fixações são mais longas quando a música apresenta um maior grau de dificuldade rítmica ou melódica. Assim, um novo movimento sacádico seria feito apenas quando a informação proveniente da fixação anterior fosse processada (KINSLER & CARPENTER, 1995). Logo, a prática de leitura musical envolve aspectos cognitivos, dentre os quais é possível destacar a atenção necessária ao processamento dos estímulos visuais.

Ao longo do debate sobre o efeito da música na transferência de capacidades cognitivas, muitas investigações têm enfatizado a relação entre música e inteligência (GRUHN *et al.*, 2006). Assim, de acordo com os autores, a pesquisa em educação musical tem considerado a investigação dos movimentos sacádicos, já que tarefas óculo-motoras podem estar relacionadas a velocidade mental e podem refletir capacidades e incapacidades mentais.

Considerando a complexa natureza do controle da visão, tem sido questionado se a velocidade mental, medida pelos tempos de reação dos movimentos sacádicos, está relacionada com a habilidade musical. Os estudos de KOPIEZ & GALLEY (2002), GRUHN, GALLEY & KLUTH (2003) e GRUHN *et al.* (2006) relataram a existência de uma interação significativa entre movimentos oculares e prática musical. Estes estudos, embora não sejam conclusivos, indicam estratégias óculo-motoras mais eficientes em músicos e sugerem uma maior velocidade de processamento mental nos mesmos quando comparados a não-músicos. GRUHN *et al.* (2006) afirmam que seus resultados poderiam corroborar a idéia de que fatores gerais como poder de concentração, tempo de reação e controle voluntário seriam aprimorados com a prática musical, o que estaria de acordo com a teoria dos efeitos da música na transferência de capacidades cognitivas. Nossos resultados também sugerem efeitos de transferência.

Segundo GRUHN *et al.* (2006), vários estudos (CURRIE *et al.* 1991; SERENO *et al.*, 1995; KINSLER & CARPENTER, 1995; BISCALDI *et al.*, 2000) sugerem a existência de uma conexão direta entre movimentos sacádicos e atenção. O controle voluntário dos movimentos dos olhos exige processos mentais altamente complexos, envolvendo várias áreas cerebrais (TATLER & WADE, 2003). De acordo com KIMMIG (1986), todas as modalidades de atenção exercem um impacto no sistema óculo-motor. Segundo GRUHN *et al.* (2006), a fixação, caracterizada por uma supressão voluntária dos movimentos

sacádicos, e a taxa de movimentos sacádicos expressos envolvem processos no lobo frontal, o qual também participa nos mecanismos de atenção. Portanto, nossos resultados parecem estar relacionados aos estudos de KOPIEZ & GALLEY (2002), GRUHN, GALLEY & KLUTH (2003) e GRUHN *et al.* (2006), já que a maior eficiência das estratégias óculo-motoras em músicos observada por estes autores poderia estar ligada a uma maior eficiência dos processos atencionais, como é sugerido em nosso estudo.

BROCHARD *et al.* (2004) apontam que a diferença significativa encontrada entre músicos e não-músicos em relação às capacidades visio-espaciais poderia estar relacionada a processos atencionais mais eficientes em músicos. Os resultados verificados em nosso estudo também apóiam esta afirmação, já que sugerem uma maior capacidade de atenção visual nos mesmos.

É válido relacionar os resultados observados neste trabalho às formas básicas de atenção propostas por MUIR (1996) e mencionadas anteriormente: atenção sustentada, atenção dividida e atenção seletiva. Embora nosso principal objetivo tenha sido avaliar a capacidade de atenção visual de forma geral, enfatizamos a avaliação da capacidade de atenção visual dividida, mediante a aplicação do teste *MCRT* com acoplamento do vídeo (situação 2), que envolveu o desempenho concomitante de duas tarefas. Os outros testes aplicados avaliaram a capacidade de atenção visual de forma geral, não se enquadrando especificamente em nenhuma das categorias propostas por MUIR (1996). É preciso ressaltar que a prática musical exige, em momentos distintos, diferentes formas de atenção. Logo, a atenção visual dividida é apenas uma das modalidades atencionais trabalhadas na rotina profissional dos músicos. Assim, seria interessante, em estudos posteriores, avaliar especificamente outras formas de atenção visual em músicos e não-músicos e verificar se os mesmos resultados podem ser observados em diferentes modalidades atencionais.

Como aponta JANATA (2001), o estudo do funcionamento cerebral pode ser feito avaliando-se desde medidas comportamentais, como tempo de reação, até medidas fisiológicas, como fluxo sanguíneo cerebral. Considerando que nosso estudo utilizou-se de medidas comportamentais para a avaliação da capacidade de atenção visual, o próximo passo seria a investigação dessa capacidade de forma direta no cérebro. Seria interessante investigar, com a utilização de técnicas de neuroimagem, os padrões de ativação do córtex cerebral em músicos e não-músicos durante a execução de tarefas que envolvam a

capacidade de atenção visual. Estudos indicam principalmente o envolvimento dos córtices parietal e frontal nesses processos atencionais. A diferença na capacidade de atenção visual em músicos e não-músicos observada em nosso trabalho poderia estar relacionada, por exemplo, a diferenças no padrão de ativação de tais córtices durante a execução de tarefas específicas. Assim, são necessários mais estudos para investigar essa relação.

É preciso salientar um aspecto em relação à composição da amostra no grupo dos músicos. Como foi mencionado anteriormente, dos 26 músicos participantes do estudo, vinte possuíam graduação em andamento e seis, graduação completa. Além disso, a orquestra e a banda sinfônica das quais os músicos fazem parte realizam três ensaios por semana, em dias alternados, cada um deles com aproximadamente três horas de duração. Tais formações musicais visam principalmente proporcionar aos estudantes a prática da música em conjunto, preparando-os para a vida profissional. Este é um perfil diferente em relação às formações musicais já estabilizadas, compostas por músicos profissionais e que ensaiam diariamente. Em tais formações, devido ao fato de os ensaios serem diários, conseqüência do grande número de concertos a serem realizados, supõe-se que os músicos tenham constantemente uma maior demanda de atenção a estímulos visuais em relação às formações não profissionais. Portanto, também seria interessante avaliar a capacidade de atenção visual em músicos integrantes de formações musicais já estabilizadas e comparar os resultados com os observados neste estudo.

É necessário ressaltar a importância dos processos atencionais. Como aponta NABAS & XAVIER (2004), tem sido enfatizado o papel fundamental exercido pelos mecanismos atencionais nos processos cognitivos e/ou de aprendizagem. De acordo com D'MELLO & STECKLER (1996), fatores como motivação, atenção, memória e experiência prévia estão diretamente envolvidos na eficiência do aprendizado. Assim, nossos resultados sugerem um efeito benéfico do treinamento musical em uma capacidade, a atenção, que pode influenciar amplamente vários aspectos cognitivos, como aprendizagem e memória.

A investigação sistematizada da existência de benefícios da prática musical a longo prazo em domínios não-musicais é recente, constituindo um novo e desafiador campo de pesquisa. Vários estudos (STANDLEY & HUGHES, 1997; COSTA-GIOMI, 1999; GRAZIANO *et al.*, 1999; RAUSCHER & ZUPAN, 2000; BILHARTZ *et al.*, 2000) têm

relatado associações positivas entre aulas de música e desenvolvimento cognitivo em crianças, mas poucos estudos têm sido realizados para investigar, em adultos, a influência do treinamento musical em capacidades cognitivas não-musicais, especialmente em capacidades não-auditivas. Assim, nosso trabalho representa uma contribuição para uma área de pesquisa ainda pouco estudada e fornece evidências que apontam para a persistência, na idade adulta, de efeitos positivos da prática musical em domínios não-musicais.

Uma das questões que podem ser levantadas a partir de nossos resultados é aquela sugerida por COSTA-GIOMI (1999), de que os benefícios dos estudos musicais seriam transitórios, tendendo a desaparecer após algum tempo. Este estudo longitudinal comparou capacidades cognitivas de crianças que foram submetidas a aulas de piano ao longo de três anos com crianças que não foram submetidas a tais aulas. As capacidades cognitivas foram avaliadas ao final de cada ano. Os resultados mostraram que as crianças que estudaram música superaram as outras crianças em relação a capacidades espaciais após o primeiro e o segundo anos, mas não após o terceiro ano. Entretanto, outros estudos também envolvendo crianças (GARDINER *et al.*, 1996; HETLAND, 2000; RAUSCHER, 2002; SCHELLENBERG, 2004) indicam benefícios não transitórios da prática musical.

De acordo com SCHELLENBERG (2004), os benefícios da educação musical seriam únicos porque as crianças que estudam música durante vários anos vivenciam situações também singulares em relação às outras crianças. As aulas de música envolvem prática diária, longos períodos de atenção, leitura de partitura, memorização, reconhecimento de uma grande variedade de estruturas (intervalos, escalas, acordes, progressões), desenvolvimento de habilidades motoras finas e expressão de emoções. Essa combinação de experiências poderia exercer um impacto positivo na cognição, particularmente durante a infância, quando o desenvolvimento cerebral é altamente plástico e sensível às influências do ambiente (HUTTENLOCHER, 2002).

Os resultados sugeridos em nosso trabalho podem ser considerados mais um argumento para a educação musical, pois indicam que a prática musical continuada, pelo fato de envolver frequentemente a necessidade constante de atenção simultânea a mais de um estímulo visual – instrumento, partitura, músicos – poderia levar a um maior desenvolvimento dos processos atencionais, especialmente da capacidade de atenção visual

dividida. Portanto, nossos resultados apresentam uma justificativa adicional para a institucionalização definitiva da educação musical nos ensinos fundamental e médio.

6.2. Comparação entre Músicos

Quanto à possível relação entre o desempenho dos músicos nos testes e fatores relacionados à prática musical (idade de início dos estudos musicais, tempo de prática musical total e tempo de prática musical com orquestra e/ou banda sinfônica), foram observados indícios de correlações significativas apenas entre a idade de início dos estudos musicais e duas variáveis avaliadas nos testes. Quanto mais tardio o início dos estudos musicais, maior o número de respostas omissas no vídeo e maior o tempo de realização do teste “trilhas”, parte B.

Esse resultado sugere que quanto mais precoce o início da prática musical, maior a eficiência dos mecanismos atencionais. Tal aumento de eficiência em um aspecto cognitivo pode estar relacionado a processos de neuroplasticidade cerebral, os quais são mais evidentes durante a infância. Segundo PANTEV *et al.* (1998), a reorganização cortical induzida pela aprendizagem ocorre de acordo com o padrão de experiências sensoriais vivenciadas durante a prática de uma habilidade. Assim, o início precoce da prática musical, em relação ao início tardio, seria capaz de induzir uma maior reorganização do córtex cerebral, o que refletiria em capacidades cognitivas também aumentadas. Como já foi mencionado, vários estudos (ELBERT *et al.*, 1995; PANTEV *et al.*, 1998; PANTEV *et al.*, 2001; SCHLAUG, 2001) têm demonstrado correlações significativas entre a idade de início dos estudos musicais e aspectos funcionais e estruturais do cérebro.

As correlações observadas neste estudo sugerem a existência de um processo adaptativo resultante de uma crescente estimulação sensorial a longo prazo, o que está de acordo com o conceito geral de plasticidade cerebral. Entretanto, é preciso ressaltar que apenas duas variáveis avaliadas nos testes mostraram correlações significativas, inclusive apresentando baixos coeficientes de correlação, com a idade de início dos estudos musicais. Assim, devido à ausência de evidências suficientes, não é possível estabelecer uma clara relação entre esse fator e a capacidade de atenção visual.

Não foram observadas correlações significativas entre o desempenho dos músicos nos testes e as outras duas variáveis consideradas (tempo de prática musical total e tempo

de prática musical com orquestra e/ou banda sinfônica). Esse resultado sugere que a idade de início dos estudos musicais, em relação ao tempo de prática, é um fator que exerce maior influência na capacidade cognitiva. Assim, nossos resultados fornecem indícios para a existência de benefícios do início precoce dos estudos musicais, embora não possam ser considerados conclusivos.

Quanto à comparação entre músicos com diferentes instrumentos, apesar da ausência de diferenças significativas na maior parte dos parâmetros analisados nos testes, a análise de duas variáveis (porcentagem de respostas atrasadas no teste *MCRT* com acoplamento do vídeo e número de erros cometidos no teste “trilhas” parte B) revelou resultados bem próximos de diferenças significativas ao nível de 5%. Considerando a primeira variável, os instrumentistas de cordas atrasaram menos e, em relação à segunda, os instrumentistas de sopros erraram menos. Portanto, esses resultados não mostram nenhuma evidência de diferenças entre instrumentistas de sopros e de cordas quanto à capacidade de atenção visual.

A ausência de diferenças significativas em relação à categoria de instrumento não é surpreendente, uma vez que a leitura de partitura e a prática musical em conjunto, atividades comuns à rotina de todos os músicos, exigem das mesmas necessidades atencionais similares, independente do tipo de instrumento praticado. Logo, o desenvolvimento da capacidade de atenção visual seria também equivalente. Entretanto, é preciso considerar que os instrumentistas de cordas, além da necessidade de atenção à partitura e aos movimentos dos outros músicos, precisam estar atentos ao próprio instrumento, verificando constantemente as posições dos dedos da mão esquerda e também do arco. Assim, em relação aos instrumentistas de sopros, os quais não necessitam de uma atenção específica dirigida ao instrumento, os instrumentistas de cordas lidam com mais um tipo de estímulo visual, o que poderia levar a um maior desenvolvimento dos processos atencionais. É preciso ressaltar que o pequeno tamanho da amostra utilizada para tal comparação (16 sopros e 10 cordas) pode ter influenciado os resultados. Assim, para uma investigação mais consistente da capacidade de atenção visual em músicos com diferentes instrumentos, são necessários estudos envolvendo amostras maiores.

Quanto à comparação entre músicos com e sem instrumento secundário, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhuma das variáveis analisadas

nos testes. Esse resultado sugere que a prática de um instrumento secundário pode não exercer influência na capacidade de atenção visual. Talvez a quantidade de horas de prática musical por dia ou por semana seja um fator mais importante para o desenvolvimento dos processos atencionais do que o fato de tal prática envolver um ou mais instrumentos. Entretanto, da mesma maneira que na comparação entre músicos com diferentes instrumentos, é preciso salientar que o pequeno tamanho da amostra utilizada (16 músicos com instrumento secundário e 10 músicos sem instrumento secundário) pode ter influenciado os resultados. Assim, são necessários estudos envolvendo amostras maiores a fim de verificar a influência da prática de um instrumento secundário na capacidade de atenção visual.

7. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem principalmente uma maior capacidade de atenção visual dividida em músicos em relação a não-músicos, o que pode indicar a existência de um benefício do treinamento musical em uma capacidade cognitiva não-musical. A maior eficiência dos processos atencionais em músicos pode ser considerada um efeito do treinamento musical prolongado, especialmente da prática musical em conjunto, a qual envolve constantemente a necessidade de atenção simultânea a mais de um estímulo visual. Logo, há evidências comportamentais que sugerem a existência de processos de neuroplasticidade cerebral como resultado do treinamento musical.

O dado de maior capacidade de atenção visual em músicos observado neste trabalho pode estar relacionado aos resultados de estudos anteriores que relataram, em músicos, estratégias óculo-motoras mais eficientes (KOPIEZ & GALLEY, 2002; GRUHN, GALLEY & KLUTH, 2003; GRUHN *et al.*, 2006) e capacidades visio-espaciais aumentadas (BROCHARD *et al.*, 2004).

Os resultados deste estudo fornecem indícios da existência de uma correlação entre a capacidade de atenção visual e a idade de início dos estudos musicais, já que quanto mais cedo os indivíduos começaram a estudar música, melhores foram seus desempenhos em duas variáveis dos testes. Entretanto, devido à ausência de correlações significativas na maior parte das variáveis, não é possível afirmar, de maneira consistente, a relação entre a capacidade cognitiva e a idade de início dos estudos musicais.

São necessários mais estudos para investigar, em músicos e não-músicos, as diferentes modalidades de atenção visual e os substratos neurais subjacentes aos processos atencionais. Além disso, é preciso abordar, com maior profundidade, a relação entre a capacidade cognitiva e a idade de início dos estudos musicais, assim como a influência da categoria de instrumento e da prática de um instrumento secundário em tal capacidade. Os resultados verificados nesta pesquisa geram implicações para a área de educação, já que podem ser considerados mais uma justificativa para o ensino da música.

8. REFERÊNCIAS

- ALLPORT, A. Attention and control: have we been asking the wrong questions? A critical review of twenty-five years. In: MEYER & KORNBLUM (Eds.) *Attention and performance XIV*. New Jersey: Erlbaum, 1993.
- ALLPORT, A. Visual attention. In: POSNER, M. I. (Ed.) *Foundations of cognitive science*. Cambridge: MIT Press, 1991.
- ALTENMÜLLER, E. O. How many music centers are in the brain? In: ZATORRE, R. J.; PERETZ, I. (Ed.) *The biological foundations of music*. New York: The New York Academy of Sciences, 2001. v. 930, p. 273-280.
- AMUNTS, K.; SCHLAUG, G.; JÄNCKE, L.; *et al.* Motor cortex and hand motor skills: structural compliance in the human brain. *Hum. Brain Mapping*, v. 5, p. 206-215, 1997.
- BAECK, E. The neural networks of music. *European Journal of Neurology*, v. 9, p. 449-456, 2002.
- BILHARTZ, T. D.; BRUHN, R. A.; OLSON, J. E. The effect of early music training on child cognitive development. *J. Applied Dev. Psychol.*, v. 20, p. 615-636, 2000.
- BISCALDI, M.; FISCHER, B.; HARTNEGG, K. Voluntary saccadic control in dyslexia. *Perception*, v. 29, p. 509-521, 2000.
- BROCHARD, R.; DUFOUR, A.; DESPRÉS, O. Effect of musical expertise on visuospatial abilities: evidence from reaction times and mental imagery. *Brain and Cognition*, v. 54, p. 103-109, 2004.
- CHARNESS, M.; SCHLAUG, G. Cortical activation during finger movements in concert pianists, dystonic pianists and non-musicians. *Neurology*, v. 54, p. A221, 2000.
- COSENZA, R. M. *Fundamentos de neuroanatomia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 143p.
- COSTA-GIOMI, E. The effects of three years of piano instruction on children's cognitive development. *Journal of Research in Music Education*, v. 47, p. 198-212, 1999.
- COULL, J. T. Neural correlates of attention and arousal: insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology. *Progress in Neurobiology*, v. 55, p. 343-361, 1998.
- CURRIE, J.; RAMSDEN, B.; MCARTHUR, C.; MARUFF, P. Validation of a clinical saccadic eye movement test in the assessment of dementia. *Archives of Neurology*, v. 48, p. 644-648, 1991.

- D'MELLO, G. D.; STECKLER, T. Animal models in cognitive behavioural pharmacology: an overview. *Cognitive Brain Research*, v. 3, p. 345-352, 1996.
- ELBERT, T.; PANTEV, C.; WIENDBRUCH, C.; ROCKSTROH, B.; TAUB, B. Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, v. 270, p. 305-307, 1995.
- ESTÉVEZ-GONZÁLEZ, A.; GARCÍA-SÁNCHEZ, C.; JUNQUÉ, C. La atención: una compleja función cerebral. *Revista de Neurología*, v. 25, p. 1989-1997, 1997.
- FLORES-MENDOZA, C. Diferenças intelectuais entre homens e mulheres: uma breve revisão da literatura. *Psicólogo inFormação*, n. 4, p. 25-34, 2000.
- FURNEAUX; LAND. The effect of skill on eye-hand span during musical sight-reading. *Proceedings of the Royal Society of London*, v. 266, p. 2435-2440, 1999.
- FUSTER, J. M. *Memory in the cerebral cortex: an empirical approach to neural networks in the human and nonhuman primate*. Cambridge: MIT press, 1995.
- GARDINER, M. F.; FOX, A.; KNOWLES, F.; JEFFREY, D. Learning improved by arts training. *Nature*, v. 381, p. 284, 1996.
- GIEDD, J. N.; BLUMENTHAL, J.; JEFFRIES, N. O.; et al. Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, v. 2, p. 861-863, 1999.
- GOOLSBY, T. W. Eye movement in music reading: effects of reading ability, notational complexity, and encounters. *Music Perception*, v. 12, p. 77-96, 1994a.
- GOOLSBY, T. W. Profiles of processing: eye movements during sight-reading. *Music Perception*, v. 12, p. 97-123, 1994b.
- GOOLSBY, T. W. Computer applications to eye movement research in music reading. *Psychomusicology*, v. 8, p. 111-125, 1989.
- GOTGAY, N., GIEDD, J. N.; LUSK, L. et al. Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *PNAS*, v. 101, p. 8174-8179, 2004.
- GRAZIANO, A. B.; PETERSON, M.; SHAW, G. L. Enhanced learning of proportional math through music training and spatial-temporal reasoning. *Neurol. Res.*, v. 21, p. 139-152, 1999.
- GRUHN, W.; LITT, F.; SCHERER, A.; SCHUMANN, T.; WEIB, E.; GEBHARDT, C. Suppressing reflexive behaviour: saccadic eye movements in musicians and non-musicians. *Musicae Scientiae*, v. 10, p. 19-32, 2006.

- GRUHN, W.; GALLEY, N.; KLUTH, C. Do mental speed and musical abilities interact? *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 999, p. 485-496, 2003.
- HETLAND, L. Learning to make music enhances spatial reasoning. *Journal of Aesthetic Education*, v. 34, p. 179-238, 2000.
- HUND-GEORDIADIS, M.; VON CRAMON, Y. Motor-learning-related changes in piano players and non-musicians revealed by functional magnetic-resonance signals. *Exp. Brain Res.*, v.125, p. 417-425, 1999.
- HUTTENLOCHER, P. R. *Neural plasticity: the effects of environment on the development of the cerebral cortex*. Cambridge: Harvard university Press, 2002.
- JACOBS, K. M.; DONOGHUE, J. P. Reshaping the cortical motor map by unmasking latent intracortical connections. *Science*, v. 251, p. 944-947, 1991.
- JANATA, P. Neurophysiological mechanisms underlying auditory image formation in music. In: GODOY, R. I.; JORGENSEN, H. (Ed.) *Musical Imagery*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 2001. p. 27-42.
- JERNIGAN, T. L.; TRAUNER, D. A.; HESSELINK, J. R.; TALLAL, P. A. Maturation of human cerebrum observed in vivo during adolescence. *Brain*, v. 114, p. 2037-2049, 1991.
- KALALOSKI, V. Musical imagery and working memory. In: GODOY, R. I.; JORGENSEN, H. (Ed.) *Musical Imagery*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 2001. p. 43-45.
- KARNI, A.; MEYER, G.; REY-HIPOLITO, C. *et al.* The acquisition of skilled motor performance: fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, v. 95, p. 861-868, 1998.
- KIMMIG, H. *Express-sakkaden beim menschen: die rolle der aufmerksamkeit in der vorbereitungsphase zielgerichteter blicksprünge*. Freiburg: Fachbereich Medizin Universität Freiburg, 1986. (Dissertation).
- KINSLER, V.; CARPENTER, R. H. S. Saccadic eye movements while reading music. *Vision Res.*, v. 35, p. 1447-1458, 1995.
- KOLB, B.; WHISHAW, I. Q. *Neurociência do comportamento*. Barueri: Manole, 2002. 601p. Título original: *An introduction to brain and behavior*.
- KOPIEZ, R., GALLEY, N. The musicians' glance: a pilot study comparing eye movement parameters in musicians and non-musicians. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MUSIC PERCEPTION AND COGNITION, 7, 2002, Sidney. *Proceedings...* Sidney, 2002.

- KVIFTE, T. Images of form: an example from Norwegian hardingfiddle music. In: GODOY, R. I.; JORGENSEN, H. (Ed.) *Musical Imagery*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 2001. p. 219-235.
- LAND, M. F.; FURNEAUX, S. The knowledge base of the oculomotor system. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 352, p. 1231-1239, 1997.
- LEMAN, M. Relevance of neuromusicology for music research. *Journal of New Music Research*, v. 28, p. 186-199, 1999.
- LENT, R. *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*. São Paulo: Atheneu, 2001. 698p.
- MACHADO, D. M. S. *Preferência manual, atenção e habilidade motora: existe correlação?* Belo Horizonte: Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, 1996. 128p. (Dissertação, Mestrado em Morfologia).
- MORAY, N. Where is capacity limited? A survey and a model. *Acta Psychologica*, v. 27, p. 84-92, 1967.
- MOUNTAIN, R. Composers and imagery: myths and realities. In: GODOY, R. I.; JORGENSEN, H. (Ed.) *Musical Imagery*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 2001. p. 271-288.
- MUIR, J. L. Attention and stimulus processing in the rat. *Cognitive Brain Research*, v. 3, p. 215-225, 1996.
- NABAS, T. R.; XAVIER, G. F. Neurobiologia da atenção visual. In: ANDRADE, V. M.; SANTOS, F. H.; BUENO, O. F. A. (Org.) *Neuropsicologia hoje*. São Paulo: Artes Médicas, 2004. p. 101-124.
- NAVON, D.; GOPHER, D. On the economy of the human processing system. *Psychological Review*, v. 86, p. 214-255, 1979.
- NEUHOFF, J. G.; KNIGHT, R.; WAYAND, J. Musicians, nonmusicians and the perception of pitch change: which way is up? In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUDITORY DISPLAY, 8, 2002, Kyoto. *Proceedings...* Kyoto, 2002.
- NUDO, R. J.; PLAUTZ, E. J.; MILIKEN, G. W. Adaptive plasticity in primate motor cortex as a consequence of behavioral experience and neuronal injury. *Seminars in Neuroscience*, v. 9, p. 20, 1997.
- NUDO, R. J.; JENKIS, W. M.; MERZENICH, M. M. *et al.* Neurophysiological correlates of hand preference in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. *J. Neurosci.*, v. 12, p. 2918-2947, 1992.

- PANTEV, C.; ENGELIEN, A.; CANDIA, V.; ELBERT, T. Representational cortex in musicians: plastic alterations in response to musical practice. In: ZATORRE, R. J.; PERETZ, I. (Ed.) *The biological foundations of music*. New York: The New York Academy of Sciences, 2001. v. 930, p. 300-314.
- PANTEV, C.; OOSTENVELD, R.; ENGELIEN, A.; ROSS, B.; ROBERTS, L. E.; HOKE, M. Increased auditory cortical representation in musicians. *Nature*, v. 392, p. 811-813, 1998.
- PARSONS, L. M. Exploring the functional neuroanatomy of music performance, perception and comprehension. In: ZATORRE, R. J.; PERETZ, I. (Ed.) *The biological foundations of music*. New York: The New York Academy of Sciences, 2001. v. 930, p. 211-230.
- PERETZ, I. Brain specialization for music: new evidence from congenital amusia. In: ZATORRE, R. J.; PERETZ, I. (Ed.) *The biological foundations of music*. New York: The New York Academy of Sciences, 2001. v. 930, p. 153-165.
- PLATEL, H.; PRICE, C.; BARON, J. C.; WISE, R.; LAMBERT, J.; FRACKOWIAK, R. S. J.; LECHEVALIER, B.; EUSTACHE, F. The structural components of music perception: a functional anatomic study. *Brain*, v. 120, p. 229-243, 1997.
- POSNER, M. I. Attention in cognitive neuroscience: an overview. In: GAZZANIGA, M. S. *The cognitive neurosciences*. Massachusetts: MIT press, 1995.
- POSNER, M. I. The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, v. 13, p. 25-42, 1990.
- POSNER, M. I.; DEHAENE, S. Attentional networks. *Trends in Neuroscience*, v. 17, p. 75-79, 1994.
- POSNER, M. I.; RAICHLER, M. E. *Images of mind*. New York: Scientific American Library, 1994.
- PURVES, D.; VOYVODIC, J. T. Imaging mammalian nerve cells and their connections over time in living animals. *Trends in Neuroscience*, v. 10, p. 400, 1987.
- RAUSCHECKER, J. P. Cortical plasticity and music. In: ZATORRE, R. J.; PERETZ, I. (Ed.) *The biological foundations of music*. New York: The New York Academy of Sciences, 2001. v. 930, p. 330-336.
- RAUSCHER, F. H. Mozart and the mind: factual and fictional effects of musical enrichment. In: ARONSON, J. (Ed.) *Improving academic achievement: impact of psychological factors on education*. San Diego: Academic Press, 2002, p. 267-278.
- RAUSCHER, F. H.; ZUPAN, M.A. Classroom keyboard instruction improves kindergarten children's spatial-temporal performance: a field experiment. *Early Childhood Res. Q.*, v. 15, p. 215-228, 2000.

- RAYNER, K.; POLLATSCK, A. Eye movement, the eye-hand span and the perceptual span during sight-reading of music. *Current Directions in Psychological Science*, v. 6, p. 49-53, 1997.
- RIZZOLATTI, G.; RIGGIO, L.; SHELIGA, B. M. Space and selective attention. In: RIZZOLATTI (Ed.) *Attention and performance XV*. Cambridge: Hit Press, 1994.
- SCHELLENBERG, E. G. Music lessons enhance IQ. *Psychological science*, v. 15, n. 8, p. 511-514, 2004.
- SCHELLENBERG, E. G. Music and nonmusical abilities. . In: ZATORRE, R. J.; PERETZ I. (Ed.) *The biological foundations of music*. New York: The New York Academy of Sciences, 2001. v. 930, p. 355-371.
- SCHLAUG, G. The brain of musicians: a model for functional and structural adaptations. In: ZATORRE, R. J.; PERETZ, I. (Ed.) *The biological foundations of music*. New York: The New York Academy of Sciences, 2001. v. 930, p. 281-299.
- SCHLAUG, G.; LEE, L. H. L.; THANGARAJ, V.; et al. Macrostructural adaptation of the cerebellum in musicians. *Soc. Neurosci.*, v. 24, p. 842-847, 1998.
- SCHLAUG, G.; JÄNCKE, L.; HUANG, Y.; STEINMETZ, H. In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians. *Science*, v. 267, p. 699-701, 1995a.
- SCHLAUG, G.; JÄNCKE, L.; HUANG, Y.; et al. Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia*, v. 33, p. 1047-1055, 1995b.
- SCHMITHORST, V. J.; HOLLAND, S. K. The effect of musical training on music processing: a functional magnetic resonance imaging study in humans. *Neuroscience Letters*, v. 348, p. 65-68, 2003.
- SCHÖN, D.; ANTON, J. L.; ROTH, M.; BESSON, M. An fMRI study of music sight-reading. *Neuroreport*, v. 13, p. 2285-2289, 2002.
- SERENO, A. B.; HOLZMAN, P. S. Antisaccades and smooth pursuit eye movements in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, v. 37, p. 394-401, 1995.
- SLUMING, V.; BARRICK, T.; HOWARD, M.; CEZAYIRLI, E.; MAYES, A.; ROBERTS, N. Voxel-based morphometry reveals increased gray matter density in Broca's area in male symphony orchestra musicians. *NeuroImage*, v. 17, p. 1613-1622, 2002.
- SOARES, J. F.; SIQUEIRA, A. L. *Introdução à estatística médica*. 2. ed. Belo Horizonte: Coopmed Editora Médica, 2002. 300p.
- SOKOLOV, E. N.; VINOGRADOVA, O. S. *Neuronal mechanisms of the orienting reflex*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1975.

- SOWELL, E. R.; THOMPSON, P. M.; TESSNER, K. D.; TOGA, A. W. Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsal frontal cortex: inverse relationships during postadolescent brain maturation. *Journal of Neuroscience*, v. 21, p. 8819-8829, 2001.
- SPREEN, O.; STRAUSS, E. *A compendium of neuropsychological tests: administration, norms and commentary*. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 1998. 736p.
- STANDLEY, J. M.; HUGHES, J. E. Evaluation of an early intervention music curriculum for enhancing prereading/writing skills. *Music Therapy Perspect.*, v. 15, p. 79-85, 1997.
- TATLER, B. W.; WADE, N. J. On nystagmus, saccades, and fixations. *Perception*, v. 32, n. 2, p. 167-184, 2003.
- TURATTO, M.; BENSO, F.; FACOETTI, A.; GALFANO, G.; MASCETTI, G. G.; UMILTÁ, C. Automatic and voluntary focusing of attention. *Perception & Psychophysics*, v. 62, n. 5, p. 935-952, 2000.
- VAN DER HEIJDEN, A. H. C. *Selective attention in vision*. London: Routledge, 1992.
- WANG, X.; MERZENICH, M. M.; SAMESHIMA, K. *et al.* Remodeling of hand representation in adult cortex determined by timing of tactile stimulation. *Nature*, v. 378, p. 71-75, 1995.
- WILSON, B. A., ALDERMAN, N., BURGESS, P. W., EMSLIE, H. EVANS, J. J. *Behavioural assessment of the dysexecutive syndrome (BADS)*. Bury St Edmunds: Thames Vallery Test Company, 1996.
- ZATORRE, R. Music, the food of neuroscience? *Nature*, v. 434, p. 312-315, 2005.

9. ANEXO I

Formulário de consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa

Atenção visual em músicos e não-músicos: um estudo comparativo

1 Objetivo das informações

Estas informações estão sendo fornecidas para esclarecer quaisquer dúvidas sobre o estudo e obter o seu consentimento.

A pesquisa intitulada *Atenção visual em músicos e não-músicos: um estudo comparativo* é um trabalho de mestrado integrante do Programa de Pós-Graduação em Música da Universidade Federal de Minas Gerais. Este estudo está sendo proposto porque várias evidências científicas têm mostrado que os músicos possuem algumas características cerebrais que não são encontradas em não-músicos. Muitas pesquisas neurológicas indicam a existência de uma reorganização do córtex cerebral como resultado do treinamento musical. Também existem evidências de que tal reorganização pode produzir diferenças entre os dois grupos no que se refere a capacidades cognitivas não-musicais. O objetivo deste estudo é a investigação da capacidade de atenção visual em músicos e não-músicos.

2 Procedimentos

O estudo envolverá a aplicação de um questionário de identificação, a ser respondido previamente, e a utilização de diferentes testes neuropsicológicos, que consistirão em tarefas que exijam a necessidade de atenção visual, as quais se baseiam na apresentação e identificação de estímulos visuais. Cada teste será precedido por instruções verbais padronizadas a respeito da tarefa a ser cumprida. A duração total dos testes para cada indivíduo será de aproximadamente quarenta minutos.

3 Benefícios / Riscos

Este estudo busca uma melhor compreensão das diferenças entre músicos e não-músicos, no que se refere a capacidades cognitivas não-musicais, e poderá contribuir para ressaltar a existência de benefícios do treinamento musical em tais capacidades, o que poderá ser considerado mais uma justificativa para o ensino da música. A pesquisa não proporcionará nenhum benefício direto a você, exceto o fato de permitir que haja um maior conhecimento de certo aspecto de sua função cognitiva.

O estudo não oferece riscos aos indivíduos envolvidos no experimento, pois os procedimentos propostos não são de natureza invasiva e não envolvem situações e/ou perguntas que possam causar constrangimento aos participantes.

4 Garantia de acesso

Em qualquer etapa da pesquisa, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela mesma para esclarecimento de eventuais dúvidas. Você poderá entrar em contato com Ana Carolina Rodrigues, responsável pela pesquisa, pelo telefone 88767648.

5 Confidencialidade

As informações obtidas serão analisadas pelos pesquisadores, não sendo divulgada a identificação de nenhum indivíduo. Você tem o direito à privacidade e serão tomadas as devidas precauções para proteger a confidencialidade dos registros. Seu nome e quaisquer outras informações que possam lhe identificar não aparecerão em nenhuma apresentação ou publicação deste estudo.

Cabe ao participante decidir sobre a opção de participar ou não desta pesquisa. O participante deve estar ciente de que a qualquer momento ele pode retirar o seu consentimento de participação.

Confirmo que fui devidamente esclarecido sobre os propósitos e os procedimentos deste estudo e livremente aceito participar do mesmo.

Nome por extenso:

Assinatura:

Local e data:

Declaro que pessoalmente expliquei aos participantes os propósitos e procedimentos do estudo.

Nome por extenso:

Assinatura:

Local e data:

10. ANEXO II

Composição da amostra de músicos

Indivíduo	Sexo	Idade	Curso	Idade de início dos estudos musicais	Tempo de prática musical total (em anos)	Tempo de prática com orquestra e/ou banda (em anos)	Instrumento	Instrumento secundário
1	M	18	Música (G) ¹	10	8	5	violino	-
2	M	21	Música (G) ²	12	9	3	trompete	violão
3	M	28	Música (G) ²	19	9	9	saxofone	-
4	F	22	Música (G) ¹	12	10	10	trombone	euphonium
5	F	21	Música (G) ¹	6	15	7	saxofone	teclado
6	M	21	Música (G) ¹	17	5	3	clarineta	-
7	M	34	Música (G) ²	19	15	9	saxofone	flauta/percussão
8	F	23	Música (G) ¹	8	16	2	flauta	teclado
9	M	23	Música (G) ²	7	15	9	flauta	violão
10	M	25	Música (PG) ¹	6	19	4	flauta	-
11	F	26	Música (G) ¹	10	16	8	trompa	flauta/piano
12	M	18	Música (G) ¹	8	10	1,5	flauta	violão
13	F	24	Música (G) ¹	5	18	4	violoncelo	piano
14	M	26	Música (G) ¹	18	8	3	contrabaixo	violão
15	M	23	Música (G) ¹	14	9	2,5	viola	violão
16	M	22	Música (G) ¹	12	10	6	trompa	-
17	M	20	Música (G) ¹	13	7	4	fagote	flauta/saxofone
18	M	21	Música (G) ¹	6	15	9	fagote	flauta/clarineta
19	F	20	Música (G) ¹	7	13	10	violoncelo	-
20	F	24	Música (G) ¹	5	19	15	violino	piano/flauta/ violão
21	M	19	Música (G) ¹	11	5	1	contrabaixo	-
22	M	20	Música (G) ¹	12	4	0,5	trompete	guitarra
23	M	23	Música (G) ¹	7	16	4	violino	piano
24	F	21	Música (G) ¹	10	11	5	violoncelo	-
25	M	26	Música (G) ¹	12	12	10	clarineta	-
26	M	37	Música (PG) ²	7	30	20	violino	-

LEGENDA:

M – sexo masculino

F – sexo feminino

G – curso de graduação

PG – curso de pós-graduação

¹ – curso em andamento

² – curso concluído

Composição da amostra de não-músicos

Indivíduo	Sexo	Idade	Curso	Recebeu educação musical formal com leitura de partitura?	Atualmente toca algum instrumento?	Atualmente lê partitura?
1	M	22	Medicina (G) ¹	não	não	não
2	F	28	Parasitologia (PG) ¹	não	não	não
3	F	29	C. Biológicas (G) ²	não	não	não
4	F	25	C. Biológicas (G) ²	sim (aos 13 anos por 1,5 ano)	não	não
5	M	22	Medicina (G) ¹	sim (aos 9 anos por 2 anos)	não	não
6	F	26	Medicina (G) ¹	não	não	não
7	M	27	Microbiologia (PG) ¹	não	sim (guitarra)	não
8	F	23	Medicina (G) ¹	não	não	não
9	M	20	Medicina (G) ¹	não	sim (violão)	não
10	F	23	Medicina (G) ¹	não	não	não
11	F	25	Microbiologia (PG) ¹	não	não	não
12	M	22	Medicina (G) ¹	não	sim (violão)	não
13	M	21	Medicina (G) ¹	sim (aos 16 anos por 3 meses)	sim (violão)	não
14	F	28	Ecologia (PG) ¹	não	não	não
15	F	25	Microbiologia (PG) ¹	sim (aos 11 anos por 1 ano)	não	não
16	F	26	C. Biológicas (G) ²	não	não	não
17	F	21	Medicina (G) ¹	não	não	não
18	F	22	Medicina (G) ¹	não	não	não
19	M	20	Medicina (G) ¹	não	não	não
20	F	22	Veterinária (G) ¹	não	não	não
21	F	21	Medicina (G) ¹	não	não	não
22	F	20	C. Biológicas (G) ¹	não	não	não
23	F	22	Veterinária (G) ¹	sim (aos 20 anos por 3 meses)	sim (flauta / violão)	não
24	F	22	Veterinária (G) ¹	não	não	não
25	F	29	Veterinária (G) ¹	não	não	não
26	M	24	Veterinária (G) ¹	não	não	não

LEGENDA:

M – sexo masculino

F – sexo feminino

G – curso de graduação

PG – curso de pós-graduação

¹ – curso em andamento

² – curso concluído

11. ANEXO III

Questionário de identificação dos participantes do estudo (Músicos)

1 - Nome:

2 - Sexo: ()M ()F

3 - Data de nascimento: ____/____/____

4 - Escolaridade:

() Superior em curso Curso: _____
() Superior completo Curso: _____
() Pós-graduação em curso () Especialização () Mestrado () Doutorado
() Pós-graduação completa () Especialização () Mestrado () Doutorado

5 - Atividade(s) profissional(is):

6 - Atividades de lazer:

7 - Prática de exercícios físicos: () Prático () Não prático

Em caso afirmativo, especifique a(s) modalidade(s) e a(s) frequência(s) semanal(is)

Modalidade: _____ Menos de 1x () De 1 a 2 x () De 3 a 4x () De 5 a 7x ()

Modalidade: _____ Menos de 1x () De 1 a 2 x () De 3 a 4x () De 5 a 7x ()

Modalidade: _____ Menos de 1x () De 1 a 2 x () De 3 a 4x () De 5 a 7x ()

8 - Instrumento:

9 - Instrumento(s) secundário(s) (se houver):

10 - Idade de início dos estudos musicais: _____

11 - Tempo de prática musical total: _____

12 - Tempo de prática musical com orquestra: _____

13 - Horas de ensaio com orquestra por semana: _____

14 - Horas de estudo individual com instrumento por dia: _____

15 - Quantidade de concertos realizados com orquestra desde set./2005: _____

16 - Você faz uso regular de medicamentos? () Sim () Não

Em caso afirmativo, especifique qual(is) e a frequência(s) semanal(is).

Medicamento: _____ () Menos que 3x () De 3 a 6 x () Diariamente

Medicamento: _____ () Menos que 3x () De 3 a 6 x () Diariamente

Medicamento: _____ () Menos que 3x () De 3 a 6 x () Diariamente

17 - Você possui alguma doença neurológica, psiquiátrica ou outras doenças? () Sim () Não

Em caso afirmativo, especifique qual(is).

18 - Você considera que possui um bom estado geral de saúde? () Sim () Não

Em caso negativo, justifique.

19 - Você tem dificuldade de entender o que as outras pessoas desejam, a menos que sejam simples e diretas?

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

20 - Você costuma trocar um acontecimento por outro e se confundir com a seqüência correta dos acontecimentos?

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

21 - Você costuma querer muito fazer algo, mas logo depois já esquecer?

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

22 - Você tende a ficar muito inquieto, não parando nem por um minuto?

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

23 - Você acha difícil se concentrar em alguma coisa, se distraindo com facilidade?

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

Questionário de identificação dos participantes do estudo (Não-músicos)

1 - Nome:

2 - Sexo: ()M ()F

3 - Data de nascimento: ____/____/____

4 - Escolaridade:

() Superior em curso Curso: _____

() Superior completo Curso: _____

() Pós-graduação em curso () Especialização () Mestrado () Doutorado

() Pós-graduação completa () Especialização () Mestrado () Doutorado

5 - Atividade(s) profissional(is):

6 - Atividades de lazer:

7 - Prática de exercícios físicos: () Prático () Não prático

Em caso afirmativo, especifique a(s) modalidade(s) e a(s) frequência(s) semanal(is)

Modalidade: _____ Menos de 1x () De 1 a 2 x () De 3 a 4x () De 5 a 7x ()

Modalidade: _____ Menos de 1x () De 1 a 2 x () De 3 a 4x () De 5 a 7x ()

Modalidade: _____ Menos de 1x () De 1 a 2 x () De 3 a 4x () De 5 a 7x ()

8 - Você já recebeu algum tipo de educação musical formal com prática de leitura de partitura?

() Sim () Não

Em caso afirmativo, especifique quando e por quanto tempo.

9 - Você atualmente toca algum instrumento? () Sim () Não

Em caso afirmativo, especifique o instrumento e o tempo de prática.

10 - Você atualmente lê partitura? () Sim () Não

11 - Você faz uso regular de medicamentos? () Sim () Não

Em caso afirmativo, especifique qual(is) e a frequência(s) semanal(is).

Medicamento: _____ () Menos que 3x () De 3 a 6 x () Diariamente

Medicamento: _____ () Menos que 3x () De 3 a 6 x () Diariamente

Medicamento: _____ () Menos que 3x () De 3 a 6 x () Diariamente

12 - Você possui alguma doença neurológica, psiquiátrica ou outras doenças? () Sim () Não

Em caso afirmativo, especifique qual (is).

13 - Você considera que possui um bom estado geral de saúde? () Sim () Não

Em caso negativo, justifique.

14 - Você tem dificuldade de entender o que as outras pessoas desejam, a menos que sejam simples e diretas?

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

15 - Você costuma trocar um acontecimento por outro e se confundir com a seqüência correta dos acontecimentos?

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

16 - Você costuma querer muito fazer algo, mas logo depois já esquecer?

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

17 - Você tende a ficar muito inquieto, não parando nem por um minuto?

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

18 - Você acha difícil se concentrar em alguma coisa, se distraindo com facilidade?

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

12. ANEXO IV

Instruções que precedem os testes

1 – Teste *MCRT* sem acoplamento do vídeo (situação 1)

“Durante este teste, pequenas lâmpadas de diferentes cores irão se acender. Você deve responder a este acendimento pressionando as teclas de cores correspondentes.”

(Aqui o examinador deve mostrar as lâmpadas e as teclas e dizer os nomes das cores).

“As duas lâmpadas brancas situadas no meio do painel se referem aos pedais. Você deve pressionar o pedal da direita se a lâmpada da direita se acender e pressionar o pedal da esquerda se a lâmpada da esquerda se acender. Às vezes, o estímulo será um som, ao invés de uma lâmpada que se acende. Quando isso ocorrer, ignore o som. Você não terá que pressionar nenhuma tecla correspondente a ele”.

“Todos os estímulos são sempre seqüenciais, nunca simultâneos. Por isso, você não terá que responder a mais de um estímulo simultaneamente.”

(Aqui o examinador deve perguntar ao sujeito se ele é destro ou canhoto).

“Você poderá pressionar as teclas apenas com a mão preferida. Para pressionar os pedais, você poderá usar ambos os pés”.

“Você tem alguma pergunta? Podemos começar?”

2 – Teste “trilhas”

Parte A

(O examinador deve dar as instruções seguintes utilizando um modelo da folha de teste)

“Nesta folha estão dispostos alguns números dentro de círculos. Sua tarefa consiste em ligar os números, traçando linhas, em ordem crescente. Comece pelo número 1, trace uma linha do 1 ao 2, do 2 ao 3 e assim por diante até atingir o número que estiver indicado com a palavra ‘fim’. Você não deve passar o traço por dentro do círculo e nem retirar a caneta do papel. Procure realizar a tarefa o mais rápido que você puder”.

“Você tem alguma pergunta? Podemos começar?”.

(Aqui o examinador deve fornecer uma caneta e a folha de teste ao sujeito).

Parte B

(O examinador deve dar as instruções seguintes utilizando um modelo da folha de teste)

“Nesta folha, estão dispostos alguns números e letras dentro de círculos. Sua tarefa consiste em ligar os números e letras em ordem crescente alternada. Comece pelo número 1, trace uma linha do 1 à letra A, da letra A ao 2, do 2 à letra B, da letra B ao 3, do 3 à letra C e assim por diante até atingir o número que estiver indicado com a palavra ‘fim’. Da mesma maneira que no teste anterior, você não deve passar o traço por dentro do círculo e nem retirar a caneta do papel. Procure realizar a tarefa o mais rápido que você puder”.

“Você tem alguma pergunta? Podemos começar?”.

(Aqui o examinador deve fornecer uma caneta e a folha de teste ao sujeito).

3 – Subteste “códigos” do WAIS III

(O examinador deve dar as instruções seguintes utilizando a própria folha de teste)

“Este teste consiste em associar números e símbolos. Nesta folha há uma seqüência de números e cada um deles é seguido por uma lacuna que deverá ser preenchida com um símbolo correspondente. Para isso, você deverá utilizar o modelo presente na parte superior da folha, que determina um símbolo específico para cada número de 1 a 9. As lacunas devem ser preenchidas na ordem em que elas se encontram. Você terá um tempo determinado para realizar esta tarefa. Por isso, tente fazer o maior número possível de associações”.

“Você tem alguma pergunta? Podemos começar?”

(Aqui o examinador deve fornecer uma caneta e a folha de teste ao sujeito).

4 – Teste MCRT com acoplamento do vídeo (situação 2)

“Agora você irá realizar novamente este teste, porém com o acréscimo de mais um tipo de estímulo. Simultaneamente à apresentação dos estímulos luminosos, será exibido um vídeo, no monitor posicionado à sua frente, que apresentará uma figura geométrica (quadrado, retângulo, losango triângulo ou círculo) a cada intervalo de tempo. O tempo de permanência de cada figura na tela é variável”.

“Além de responder aos estímulos luminosos, exatamente como na primeira vez em que você fez o teste, você deve estar atento(a) ao vídeo para responder verbalmente a cada mudança de figura. Todas vezes em que você perceber a mudança de uma figura para outra, você deve apenas dizer ‘mudou’. Não é necessário dizer o nome da figura. Tente responder o mais rápido que você puder”.

“Lembre-se então que você terá que responder simultaneamente aos dois conjuntos de estímulos: os estímulos luminosos e os estímulos apresentados no vídeo”.

“Você tem alguma pergunta? Podemos começar?”

13. GLOSSÁRIO

Aferente: Axônio que se dirige a, “que entra” e inerva uma determinada estrutura.

Área de Broca: Região do córtex cerebral, localizada no lobo frontal do hemisfério esquerdo, com funções predominantemente relacionadas à linguagem.

Área de Brodmann: Classificação citoarquitetural do córtex cerebral, que divide o mesmo em 52 regiões diferentes, cada uma designada por um número (FIG. 1).

Área occipito-temporal: Região do córtex cerebral que abrange os lobos occipital e temporal (FIG. 2).

Área de secção sagital: Área obtida através de um corte sagital que divide o organismo em lados direito e esquerdo (FIG. 3).

Área visual associativa: Região do córtex cerebral, localizada nos lobos occipital e temporal, responsável pelo reconhecimento dos estímulos visuais.

Axônio: Neurito ou prolongamento de um neurônio, especializado na condução de impulsos nervosos, ou potenciais de ação, normalmente do soma para o terminal axonal, onde ocorre a neurotransmissão com transmissão do impulso nervoso a outros neurônios. (FIG. 4).

Bulbo olfatório: Estrutura encefálica em forma de bulbo, localizada na base do cérebro, constituída por conjunto de neurônios que recebe aferências de células receptoras da cavidade nasal, responsável pelo olfato.

Células gliais: Pertencentes a uma das duas classes de células do sistema nervoso. Oferecem isolamento, reparo, nutrientes e suporte aos neurônios.

Cerebelo: Uma das estruturas constituintes do encéfalo, situada na região posterior do crânio, em posição dorsal ao tronco encefálico (FIG. 3).

Cognição: Ato ou processo de possuir ou adquirir um conhecimento.

Colículos superiores: Estruturas constituídas por corpos de neurônios, localizadas no tronco encefálico e envolvidas nos processos visuais (FIG. 5).

Corpo caloso: Conjunto de fibras nervosas que conectam os dois hemisférios cerebrais (FIG. 3).

Córtex auditivo: Região do córtex cerebral, localizada no lobo temporal, responsável pela percepção dos estímulos auditivos.

Córtex cerebral: Fina camada de substância cinzenta que forma a superfície do cérebro, constituída por corpos de neurônio. (FIG. 2).

Córtex cingulado ou do giro do cíngulo: Córtex localizado no giro do cíngulo, na face medial do cérebro acima do corpo caloso. Faz parte do sistema límbico que, dentre outras funções, controla as emoções.

Córtex frontal: Córtex cerebral localizado no lobo frontal (FIG. 2).

Córtex motor primário: Córtex cerebral, localizado no lobo frontal, responsável pela execução dos movimentos.

Córtex parietal: Córtex cerebral localizado no lobo parietal (FIG. 2).

Córtex pré-frontal: Córtex cerebral localizado na porção anterior do lobo frontal.

Córtex sensorial primário: Córtex cerebral, localizado no lobo parietal, responsável pela percepção sensorial do corpo e cabeça.

Córtex temporal: Córtex cerebral localizado no lobo temporal (FIG. 2).

Dendrito: Ramificação de um neurônio composto pela extensão do corpo celular, aumentando assim a área da célula (FIG. 4).

Eferente: Axônio que se origina em uma determinada estrutura e parte para fora dela.

Encéfalo: Porção do sistema nervoso central, localizada na caixa craniana, constituída por cérebro, cerebelo e tronco encefálico (FIG. 6).

Formação hipocampal: Termo geral que se refere ao hipocampo, estrutura cortical, e o córtex adjacente a ele, que é denominado córtex parahipocampal.

Hemisférios cerebrais: Cada lado (direito e esquerdo) do cérebro (FIG. 2).

Hipocampo: Estrutura cortical de três camadas localizada na região medial do lobo temporal. Atua em certas formas de memória e na navegação espacial.

Mapeamento homuncular: Representação sistemática de cada região do corpo humano nos córtices sensorial ou motor.

Mapeamento tonotópico: Representação sistemática dos sons no córtex auditivo, por meio de uma progressão de frequências.

Mielinização: Processo de revestimento dos axônios nos sistemas nervosos periférico e central.

Neurociência cognitiva: Estudo das bases neurais da cognição.

Neurônios: Células que compõem o tecido nervoso, constituídas por corpo celular – pericário – e prolongamentos celulares – axônios e dendritos (FIG. 4).

Neuroplasticidade: Capacidade que o tecido nervoso possui de se reorganizar estrutural e/ou funcionalmente.

Neuropsicologia: Termo geral utilizado para se referir ao estudo da relação entre o funcionamento cerebral e o comportamento.

Núcleo pulvinar do tálamo (pulvinar do tálamo): Núcleo localizado na porção posterior do tálamo, que tem conexões recíprocas com a área de associação têmporo-parietal do córtex cerebral.

Núcleos da base: Conjunto de núcleos localizados no prosencéfalo basal, no interior da substância branca da base do cérebro, com funções relacionadas principalmente à motricidade.

Período crítico: Período do desenvolvimento no qual determinados eventos produzem influências e modificações duradouras na estrutura cerebral.

Rede neural: Grupo hipotético de neurônios que se conecta de modo funcional, constituído por circuitos neurais complexos envolvidos com determinadas funções.

Representação topográfica: Mapa neural do ambiente externo.

Sinapses: Regiões de associação entre os neurônios, que permitem a transmissão dos impulsos nervosos ou neurotransmissão.

Sistema nervoso central: Parte do sistema nervoso que inclui o encéfalo e a medula espinhal, contidos dentro do crânio e coluna vertebral.

Sistema nervoso periférico: Parte do sistema nervoso localizada fora do crânio e da coluna vertebral, que inclui os gânglios (corpos de neurônios) e nervos espinhais, nervos cranianos do III ao XII par e o sistema neurovegetativo.

Substância branca: Áreas do sistema nervoso central ricas em axônios, cuja aparência esbranquiçada se deve ao revestimento por uma camada de mielina.

Substância cinzenta: Conjunto de corpos de neurônios no sistema nervoso central.

Tálamo: Estrutura oval composta por substância cinzenta, situada no interior do cérebro logo acima do hipotálamo. No seu interior são encontrados vários núcleos, ou seja, áreas citoarquiteturalmente distintas umas das outras (FIG. 5).

Tronco encefálico: Uma das estruturas constituintes do encéfalo, situada imediatamente acima da medula espinhal (FIG. 6).

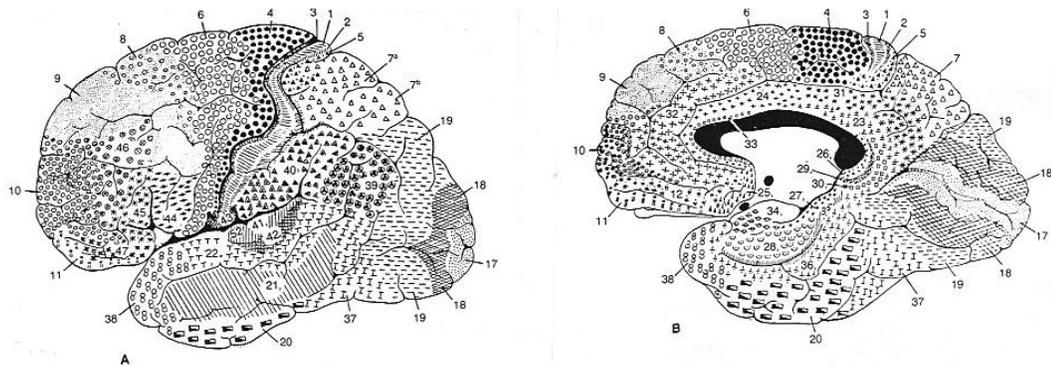


FIGURA 1 – Áreas citoarquitetônicas do córtex cerebral humano, segundo a classificação de Brodmann. As diferentes áreas são indicadas por números e símbolos diferentes. Fonte: COSENZA, 1998, p. 109.

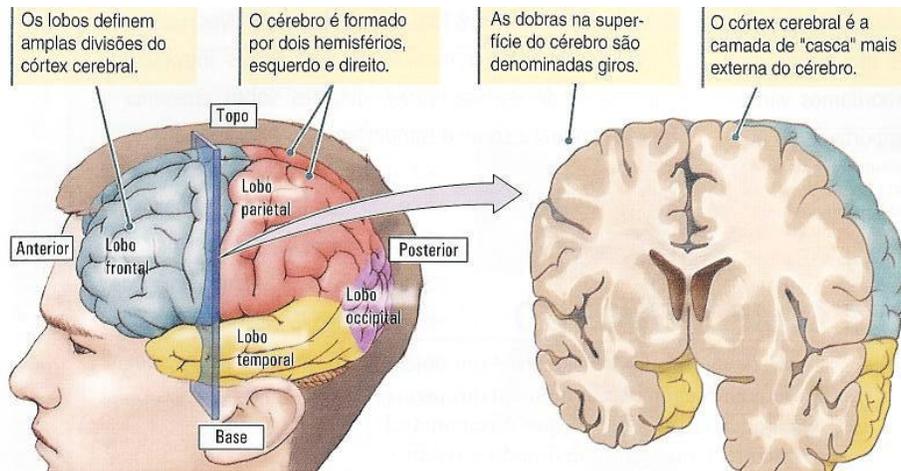


FIGURA 2 – Hemisférios e lobos do cérebro humano. Nesta representação do cérebro humano, mostrando sua orientação na cabeça, a parte visível do cérebro é o córtex cerebral. Cada hemisfério cerebral é dividido em quatro lobos: frontal, parietal, temporal e occipital. Fonte: KOLB, B.; WHISHAW, I. Q., 2002, p. 4.

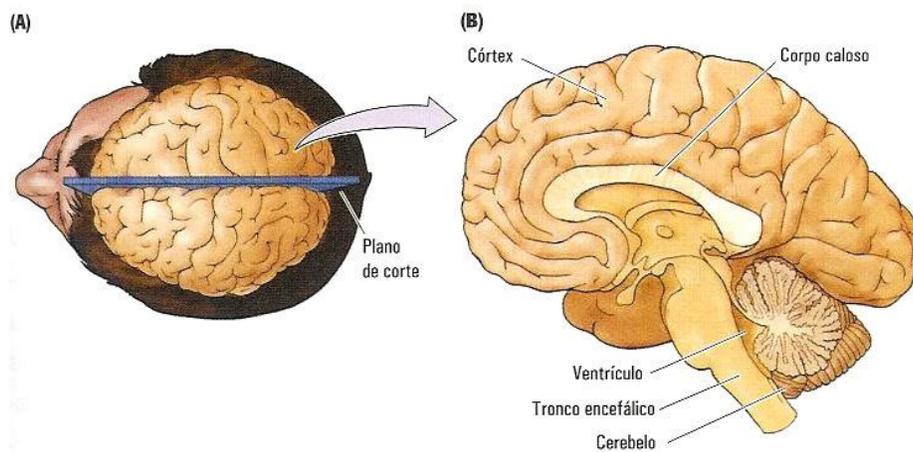


FIGURA 3 – Corte sagital do cérebro humano. Nesta seção sagital, o cérebro é (A) cortado e então (B) visualizado. Esse plano de corte separa os hemisférios, permitindo uma visão das estruturas da linha média do cérebro. Fonte: KOLB, B.; WHISHAW, I. Q., 2002, p. 45.

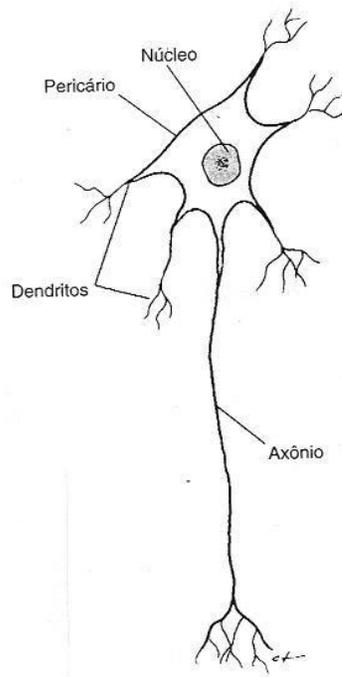


FIGURA 4 – Visão esquemática de um neurônio. Fonte: COSENZA, 1998, p. 1.

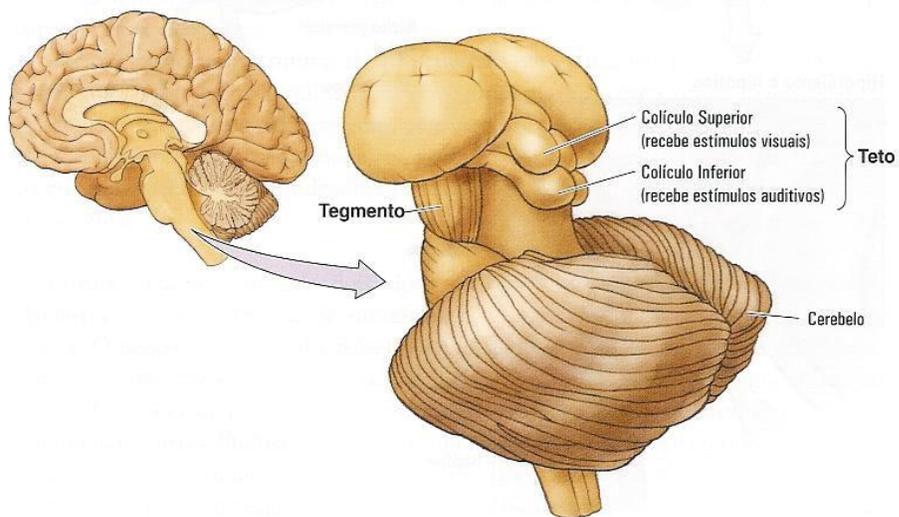


FIGURA 5 – Teto e tegmento do mesencéfalo (porção do tronco encefálico). O teto é formado pelos colículos superiores e inferiores. Logo acima do mesencéfalo, localiza-se o tálamo. Fonte: KOLB, B.; WHISHAW, I. Q., 2002, p. 53.

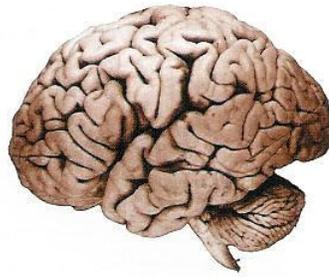
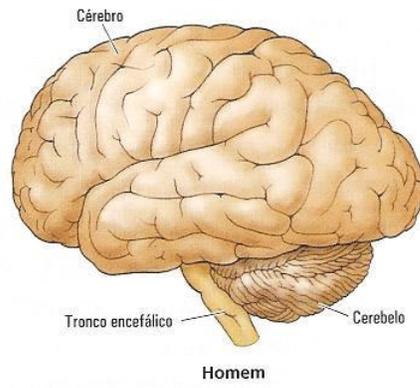


FIGURA 6 – Encéfalo humano. Fonte: KOLB, B.; WHISHAW, I. Q., 2002, p. 38.