



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

ARYOSTENNES MIQUÉIAS DA SILVA FERREIRA

**COMPARAÇÃO DA HABILIDADE MANUAL DE INDIVÍDUOS
INSTRUMENTISTAS COM A DE INDIVÍDUOS NÃO-
INSTRUMENTISTAS**

**CAMPINA GRANDE – PB
2012**

ARYOSTENNES MQUÉIAS DA SILVA FERREIRA

**COMPARAÇÃO DA HABILIDADE MANUAL DE INDIVÍDUOS
INSTRUMENTISTAS COM A DE INDIVÍDUOS NÃO-INSTRUMENTISTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador (a): Profa. Dra. Doralúcia Pedrosa de Araújo

CAMPINA GRANDE – PB
2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

F383c Ferreira, Aryostennes Miquéias da Silva.
 Comparação da Habilidade Manual de
 indivíduos instrumentistas com a de indivíduos não
 instrumentistas [manuscrito] / Aryostennes
 Miquéias da Silva Ferreira.– 2012.
 41 f.: il. Color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Fisioterapia) – Universidade Estadual da Paraíba,
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2012.

“Orientação: Profa. Dra. Doralúcia Pedrosa de
Araújo, Departamento de Fisioterapia”.

1. Instrumentistas. 2. Habilidade Manual. 3.
Neuroplasticidade. I. Título.

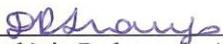
21. ed. CDD 615.82

ARYOSTENNES MIQUÉIAS DA SILVA FERREIRA

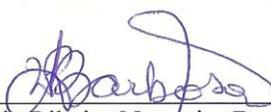
**COMPARAÇÃO DA HABILIDADE MANUAL DE INDIVÍDUOS
INSTRUMENTISTAS COM A DE INDIVÍDUOS NÃO-INSTRUMENTISTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação **em Fisioterapia** da
Universidade Estadual da Paraíba, em
cumprimento à exigência para obtenção do
grau de Bacharel em Fisioterapia.

Aprovada em 22/06/2012.



Profª Drª Doralúcia Pedrosa de Araújo / UEPB
Orientadora



Prof. Dra. Valéria Ribeiro Nogueira Barbosa/ UEPB
Examinadora



Profª Ms. Gilma Serra Galdino / UEPB
Examinadora

COMPARAÇÃO DA HABILIDADE MANUAL DE INDIVÍDUOS INSTRUMENTISTAS COM A DE INDIVÍDUOS NÃO-INSTRUMENTISTAS

FERREIRA, Aryostennes Miquéias da Silva
ARAÚJO, Doralúcia Pedrosa de

RESUMO

INTRODUÇÃO: Devido ao inestimável significado sociocultural da música, a comunidade científica tem despertado para estudar as alterações neuroplásticas decorrentes da educação musical. **OBJETIVOS:** Verificar a preferência manual em instrumentistas, comparar a habilidade manual destes com a de indivíduos não instrumentistas e demonstrar sua habilidade da mão não dominante. **MÉTODO:** Pesquisa exploratória, descritiva desenvolvimentista e transversal, de abordagem quantitativa com seleção amostral aleatória. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, conforme aspectos éticos da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Participaram 15 sujeitos instrumentistas e 15 sujeitos não instrumentistas, do gênero masculino com idade entre 30 e 59 anos. Após assinatura o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em duas vias, foram aplicados os instrumentos de avaliação: Questionário de Identificação, Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo e *Purdue Pegboard Test*. A análise estatística foi realizada no *software* SPSS 13.0, o nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$). **RESULTADOS:** Pela investigação da preferência manual dos instrumentistas os achados mostraram distribuição equivalente entre os dois grupos. Os resultados evidenciaram que os músicos instrumentistas têm melhor desempenho no *Purdue Pegboard Test* do que os não instrumentistas para as mãos dominante e não dominante de cada grupo ($p < 0,001$), quando da comparação da não dominante dos músicos com a dominante dos controles ($p = 0,009$), evidência de destreza manual fina mais acurada. **CONCLUSÃO:** As diferenças de desempenho são fortes evidências dos mecanismos neuroplásticos resultantes do aprendizado motor ao qual os músicos se submetem e das transferências das capacidades musicais para domínios motores.

PALAVRAS-CHAVE: Instrumentistas. Habilidade Manual. Neuroplasticidade. Aprendizado Motor.

1 INTRODUÇÃO

A música tem inestimável valor para a humanidade, desde o prazer ao ouvir a melodia à satisfação em compô-la. É a manifestação cultural que mais reflete a situação da sociedade que a produz, denotando valores individuais, ao mesmo tempo em que reflete uma identidade coletiva, assim como a linguagem (SOUZA, 2004; GALVÃO, 2006; CERQUEIRA, 2007; LACORTE, 2006; FELIPE, WECHSLER, 2011). De acordo com Lage *et al* (2002), em quatro séculos de desenvolvimento da música instrumental, verificam-se poucos e isolados esforços em compreender suas implicações no corpo humano envolvido na performance musical, mesmo os que não são tratados sob o olhar da Aprendizagem e do Comportamento Motor, são em sua maioria especulações de natureza intuitiva e não científica.

A educação musical representa um enriquecimento de estímulos ao ambiente do indivíduo, capaz de influenciar o desenvolvimento neurológico, aperfeiçoando habilidades em outros domínios, por processos de transferências positivas que envolvem dimensões diversas. O quanto antes estas habilidades puderem ser aprendidas, durante períodos críticos do desenvolvimento do cérebro e da maturação, mais significativa será a consolidação deste aprendizado. (SCHLAUG, 2001; SCHELLENBERG, 2004).

A Habilidade Manual é uma aquisição desenvolvida gradualmente (SORCINELLI, 2008) e melhorada com o desenvolvimento e transformações do comportamento motor (DIAS, 2010). O desenvolvimento motor relaciona-se à organização das funções de motricidade adquiridas com a maturação do Sistema Nervoso (ROSA NETO, 2002). A apreensão matura-se por volta do terceiro ano de vida, quando se adquire controle biomecânico necessário para torná-la específica de acordo com o objetivo da tarefa (SODRÉ, 2000).

A dominância cerebral refere-se à existência de um hemisfério dominante e diferenciado estruturalmente para execução de determinadas funções, de acordo com Barbieri (2009), é uma das causas da diferença entre o membro dominante e o não-dominante. Uma das teorias que explicam a preferência de um dos lados refere-se à posição fetal na ocasião do desenvolvimento do sistema vestibular (GOBBI, 1998), no entanto há relativa independência de fatores ambientais ou genéticos, apesar de as principais evidências sobre a lateralidade virem de estudos com animais (TEIXEIRA, PAROLI, 2000). No entanto, de acordo com Amunts *et al* (1997), em músicos há diminuição das assimetrias anatômica cerebral e das habilidades manuais.

Uma música pode provocar a ativação de redes neurais que incluem o corpo estriado ventral, mesencéfalo, amígdala, córtex órbito-frontal e no córtex pré-frontal medial ventral e áreas auditivas unicamente quando a escutamos, portanto, na execução de uma melodia adicionam-se a estas áreas as envolvidas na execução de tarefas motoras. Muitas delas já identificadas por métodos de neuroimagem (ONISHI *et al*, 2001; MÜNTE, ANTEMÜLLER, 2002). Gaser, Schlaug. (2003) afirmaram que regiões relacionadas com o córtex motor, pré-motor e cerebelar têm desempenho fundamental no planejamento, preparação, execução e controle dos movimentos envolvidos na instrumentalização musical. Além do corpo caloso, que é o trato de fibras que desempenha importante papel na integração de informações entre os hemisférios cerebrais (SCHLAUG, 2001).

Hipoteticamente, devido ao nível de dedicação ao treino motor, que requer a prática ostensiva da habilidade motora, a destreza manual dos instrumentistas é mais desenvolvida, por acurar o desempenho relacionado à tarefa. Com vista às afirmações de Pederiva (2004) de que, no tocante à atividade humana, a prática musical é uma das que exigem maior habilidades motoras finas.

O entendimento de que a quantificação da Habilidade Manual de instrumentistas pode estar elencada dentre os processos internalizados pelo treino musical e, haja vista que a destreza manual é uma habilidade avaliada para estimar a função da mão (DESROSIERS *et al*, 1994), estes indivíduos devem apresentar resultados mais expressivos no *Purdue Pegboard Test* em relação à população não submetida a esta rotina de treinamento.

Os objetivos deste artigo são: verificar a preferência de lateralidade em músicos instrumentistas pelo Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo, comparar a habilidade manual dos músicos instrumentistas com a de indivíduos não instrumentistas e demonstrar a habilidade manual do membro superior não dominante do músico instrumentista.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Tocar um instrumento musical é uma das mais complexas atividades humanas pelo tipo de demanda imposta ao sistema de conhecimento como um todo. Envolve a interdependência de aspectos cognitivos e cinestésicos realizados através da coordenação entre os sistemas auditivo e visual articulados com o controle motor fino (PEDERIVA, 2005; GALVÃO, 2006).

A extensa utilização da habilidade motora fina nas diversas tarefas do cotidiano, e a busca do entendimento sobre quais processos estão envolvidos na determinação e ativação

cerebral durante o aprendizado e execução motora, são os norteadores da investigação da Habilidade Manual em Neurociências, sendo a Fisioterapia área apta a guiar este estudo devido a seu principal objeto de estudo ser o movimento humano em todas as suas dimensões.

A população dos músicos instrumentistas é uma realidade pouco explorada em pesquisa, apesar da riqueza de informações a serem tratadas acerca desta população. Constituem um grupo ideal para a investigação de adaptações devido às exigências do desempenho musical, assim como para o estudo dos substratos cerebrais envolvidos em habilidades específicas (RODRIGUES, 2007). A Fisioterapia pode explorar diversos aspectos para atender às peculiaridades que este grupo necessita, a investigação e mensuração da Habilidade Manual é um pontapé inicial para maiores esclarecimentos sobre quais as condições de aprendizado neuropsicomotor os instrumentistas estão inseridos.

2.1 ONDE E COMO? CONSIDERAÇÕES SOBRE NEUROANATOMIA E NEUROFISIOLOGIA

O telencéfalo divide-se em dois através da fissura longitudinal, cada um dos lados recebe a denominação de hemisférios cerebrais, estes se comunicam entre si por um feixe de fibras nervosas responsáveis por disponibilizar a informação cortical de um lado para a área cortical correspondente do hemisfério oposto, o corpo caloso, e é fundamental para esta transmissão de sinais (MACHADO, 1993; NASCIMENTO *et al*, 2010; GUYTON, 2011).

Desde o século passado os neurofisiologistas se esforçam em descrever as diferenças funcionais do cérebro e suas relações de dominância, desde que Broca e Wernicke investigaram a linguagem e seus distúrbios decorrentes de lesões cerebrais, foi identificada a não equivalência das capacidades específicas dos hemisférios (COHEN, 2001). A assimetria funcional hemisférica pode ser avaliada nas diversas modalidades perceptivas (MUSZKAT, 1991).

De forma que se sabe da existência de um hemisfério dominante para cada uma das funções principais do encéfalo, fato conhecido devido à pesquisa por exames de neuroimagem, nos quais foi percebido que a solicitação de determinada tarefa gera maior fluxo sanguíneo, oxigenação dos tecidos e estimula o metabolismo de sua respectiva área, fato gerador de ativação neuronal (MACHADO, 1993).

O controle superior dos movimentos tem seu sítio no córtex, assim como sua capacidade de se adaptar às alterações estruturais internas ou às manipulações externas. Para funcionar adequadamente recebe influências de outras estruturas antes de deflagrar seus impulsos, influências particularmente dos gânglios da base e do cerebelo (GAMA, 2010). Os gânglios da base são um conjunto de núcleos subcorticais e as vias relacionadas a eles ligam vários outros centros motores através de um sistema complexo de alças de controle motor interno, o qual modula o movimento voluntário. (COHEN, 2001). O cerebelo é um grande integrador de informações que possui alguns meios para fornecer informações diversas às suas estruturas-alvo. É um centro coordenador dos sinais aferentes e alerta os centros motores adequados para realizar as correções necessárias para que os movimentos sejam objetivos (DORETTO, 2001). O cerebelo é composto por apenas um décimo do volume do cérebro inteiro, o número de células no córtex humano cerebelar excede o número total de células em o córtex cerebral, por quatro vezes (SCHLAUG *et al*, 1998; SCHLAUG, 2001).

A principal hipótese é a de que o treinamento musical precoce e intensivo dos instrumentistas, bem como a grande necessidade de rápida troca de informação inter-hemisférica a fim de executar sequências bimanuais complexas, levariam a alterações estruturais na anatomia do corpo caloso (SCHLAUG *et al*, 1995a; LEE *et al*, 2003). Em 1998, Schlaug e seus colaboradores observaram um volume cerebelar relativo médio 5% maior em músicos do sexo masculino quando comparados a não músicos do mesmo sexo, as evidências de adaptações microestruturais no cerebelo humano são resposta ao início precoce e à prática contínua de sequências bimanuais complexas.

Músicos que começaram sua formação musical antes de sete anos de idade têm um maior tamanho sagital anterior corpo caloso do que controles ou músicos que começaram a treinar mais tarde, já que a maturação estrutural do corpo caloso se estende até final da infância e início da adolescência e coincide com o término do seu ciclo de mielinização. Essa medida é um bom indicador do número de axônios que cruzam a linha média, esta constatação indica que músicos tem maior interação entre os dois hemisférios, hipótese corroborada por Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) que revelou a diminuição da inibição interhemisférica. Isto, por sua vez, pode facilitar a coordenação bimanual, aumentando a transferência de sinal entre os hemisférios (RIDDING *et al*, 2000; SCHLAUG, 2001; MÜNTE, ALTENMÜLLER, 2002).

Em 2005, Schlaug e seus colaboradores verificaram a existência de mais massa cinzenta em regiões cerebrais de músicos profissionais, incluindo o córtex sensório-motor primário, o

pré-motor adjacente superior e córtex parietal anterossuperior bilateralmente, giro de Heschl (córtex auditivo primário), no córtex do cerebelo, no giro frontal inferior, e parte do lóbulo lateral inferior temporal. De acordo com Gaser, Schlaug (2003) há aumento de volume da massa cinzenta nas regiões peri-rolândicas, incluindo áreas motoras e somatossensorial primárias, pré-motora, áreas parietal superiores e anteriores e no giro temporal inferior bilateralmente. Estudos apontam para o lobo temporal como um marcador de assimetria hemisférica e dominância cerebral ao se estudar vias neurais relacionadas à audição e também porque sua direção e tamanho correlacionam com destreza manual. (SCHLAUG, 2001; MÜNTE, ALTENMÜLLER, 2002).

2.2 CONHECIMENTO, HABILIDADE E ATITUDE: A PRÁTICA MUSICAL

A investigação sistematizada dos benefícios da prática musical em longo prazo nos domínios não musicais é incipiente, constituindo um novo e desafiador campo de pesquisa (RODRIGUES, 2007). Vários estudos têm indicado que a formação e o treinamento musical diária induzem a reorganização funcional do córtex cerebral e melhora da ativação neuronal, portanto, a música é considerada como fator ambiental externo contribuinte da plasticidade neural (ZALCMAN, 2007; MONTEIRO, 2010; ONISHI *et al*, 2011). Essa reorganização funcional dependente do uso estende-se pelos córtices sensoriais para refletir o padrão sensorial de entrada processada pelo sujeito durante o desenvolvimento da habilidade musical e experimentação da prática. (PANTEV *et al*, 1998)

A habilidade de fazer música a um padrão profissional implica um alto nível do desempenho e envolvem várias regiões do cérebro, essa capacidade é adquirida após anos de treinamento intensivo (PERETZ, 2006). Além disso, fazer música requer a integração de informações sensoriais e motoras, e monitoramento preciso do desempenho, o cérebro do músico constitui um modelo perfeito para estudar a neuroplasticidade nos domínios auditivos e motores, isto porque permite examinar diferentes aspectos da aprendizagem de competências e aquisição, bem como alterações funcionais e estruturais nos cérebros de músicos como um resultado da sua formação única e experiências motoras. (SCHLAUG, 2001; MÜNTE, ALTEMÜLLER, 2002; ZALCMAN, SCHOCHAT, 2007; NASCIMENTO *et al*, 2010)

Pederiva (2004) esclarece como a formação do músico envolve o desenvolvimento sensório-motor, pelo qual os movimentos são refinados e regulados continuamente por um

feedback comparador da meta com o resultado, de forma que, percepção e ação, expressão e impressão formam uma unidade. A projeção e reconhecimento de um instrumento segurado pela mão além dos limites do próprio corpo devem-se à existência dos esquemas corporais formados durante o aprendizado da tarefa. Para Nascimento *et al*(2010), os processos de percepção-ação não são restritos a um hemisfério apenas, mas necessita de integração da informação de ambos os hemisférios através do corpo caloso.

As técnicas de imaginologia mostraram que a utilização do membro não-dominante tende a ativar de forma equilibrada os dois hemisférios cerebrais, o que sugere controle hemisférico bilateral para o lado não dominante em músicos (GUT *et al*, 2007). Relação evidenciada também pelo estudo de Vasconcelos (2006) através da verificação da ativação neuromuscular relativa à resposta às informações sobre os componentes motores da tarefa. Assim como Monteiro *et al* (2010) concluiu que os músicos apresentaram melhor ativação neural devido ao treinamento musical prolongado.

Fellipe, Wechsler (2011) propôs, a partir de um estudo comparativo entre músicos e não músicos, que ocorrem transferências positivas das habilidades adquiridas em aulas de música para os domínios cognitivos não musicais, assinalando-se então os domínios motores, e que estes processos poderiam também ser únicos para os indivíduos sujeitos à educação musical (RODRIGUES, 2007). Dentre as habilidades gerais proporcionadas pelas aulas de música são exemplos: assistir às rápidas mudanças informação temporal, aperfeiçoar as habilidades de segregação fluxo auditivo, desenvolvendo a capacidade de detectar grupos temporais, tornando-se atento aos sinais de encerramento e outras pistas da forma, desenvolvendo a sensibilidade emocional e expressividade, senso de equilíbrio com sensibilização cinestésica e desenvolvimento de controle motor fino finas juntamente com precisão métrica. Essas habilidades gerais devem ser particularmente propensas a transferir para uma variedade de domínios não musicais. (GALVÃO, KEMP, 1999; SCHELLENBERG, 2004; SCHLAUG *et al*, 2005)

A ação dual de internalização e externalização de material musical é como um agente pelo qual o corpo “ensina o cérebro” sobre suas experiências, há entre os músicos a preocupação da relação cinestésica entre som e movimento. Esta capacidade promove uma antecipação para o desempenho real na forma de imagens como resposta direta ao gesto em si. Quanto mais desenvolvida é uma sensação cinestésica, mais fácil é a integração do corpo do instrumento, que se desenvolve através de uma consciência que promove um estado relaxado de concentração sobre as dimensões físicas de movimentos dos membros à medida

que executam a tarefa. Os domínios mais destacados na habilidade musical são as capacidades visuais, auditivas e cinestésicas, estas são altamente dependentes informações cinestésica atingir o Sistema Nervoso Central (SNC) (GALVÃO, KEMP, 1999).

Domínios perceptuais como: tempo de reação, processamento auditivo, memória, atenção visual, entre outros, já foram comprovado serem mais bem estabelecidos em instrumentistas, no entanto, não se encontraram estudos que avaliassem domínios motores não musicais, apesar de sugestionado pela maioria das publicações (ERICSSON, CHARNES, 1994; SCHLAUG, 2001; MÜNTE, ALTENMÜLLER, 2002; SHINN, 2003; ZALCMAN, 2007).

2.3 DANÇANDO CONFORME A MÚSICA: NEUROPLASTICIDADE EM MÚSICOS

A Neuroplasticidade, de acordo com Lent (2010), 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.

Quanto mais precocemente as informações estiverem disponíveis ao indivíduo, maior sua influência sobre o desenvolvimento do Sistema Nervoso Central (SNC), a experiência musical inclui-se nessa gama de estímulos de maneira a atuar na estruturação de substratos neuroanatômicos, (SCHLAUG, 2001; ONISHI, 2001). Destacada a importância dos primeiros anos do desenvolvimento no processo de maturação do cérebro, o treinamento musical, iniciado precocemente, poderia resultar em adaptação estrutural e mudanças nas conexões sinápticas e/ou nos processos de crescimento de prolongamentos neurais (BAECK, 2002), as quais ocorrem através do fortalecimento e refinamento de mecanismos cognitivos, como a memória e os planos motores, que possibilitam contínua aquisição de habilidades específicas (ERICSSON, CHARNES, 1994; SCHLAUG, 2001).

A música é considerada como fator ambiental externo que contribui com a plasticidade neural (MÜNTE, ALTENMÜLLER, 2002; ZALCMAN, 2007; ONISHI, 2001). A adaptação entre o mundo exterior e as estruturas motoras está intimamente ligada ao exercício de centros nervosos que asseguram a regulação fisiológica do movimento. O ato motor e a inteligência ao integrar-se, são internalizados (PEDERIVA, 2004). Ocorrem também, através dos processos de transferências positivas inter-hemisféricas, a integração das habilidades adquiridas na prática musical entre domínios cognitivos não musicais e outros tipo de

habilidades, inclusive motora (FELIPE, WECHSLER, 2011). Músicos constituem uma população ideal para investigar adaptações do SNC às exigências únicas do desempenho musical, assim como para o estudo dos substratos cerebrais envolvidos em habilidades musicais específicas (AMUNTS *et al*, 1997; MÜNTE, ALTENMÜLLER, 2002; RODRIGUES, 2007).

Essa referida aquisição de habilidades é explicada por Schellenberg (2004), devido aos benefícios da educação musical serem únicos, indivíduos que estudam música vivenciam situações singulares em relação às outras. As exigências de prática diária, longos períodos de atenção, leitura de partitura, memorização, reconhecimento de estruturas, desenvolvimento de habilidades motoras finas e expressão de emoções, exerceria um impacto positivo no desenvolvimento motor.

Desta forma a capacidade de adaptação às situações, improvisação e possibilidades de ação mediante uma informação são bastante destacadas nos músicos, devido a transferências e integração multimodal de aptidões (SCHELLENBERG, 2001; SCHLAUG *et al*, 2005; GIBSON *et al*, 2009).

A investigação sobre a plasticidade neural dos músicos ainda está em sua infância, mas, já, muitos dos resultados de pesquisas em animais têm encontrado paralelo nos estudos de músicos. (MÜNTE, ALTENMÜLLER, 2002) Uma constatação comum na maioria dos estudos de aquisição de habilidades é o alargamento funcional da área representante que sustenta essa habilidade especial. (GASER, SCHLAUG, 2003)

2.4 FAZER E SABER FAZER: APRENDIZADO E COMPORTAMENTO MOTOR

A partir da emancipação da música instrumental no período barroco, há quatro séculos, verificaram-se poucos e isolados esforços para se compreender as questões relacionadas à motricidade humana envolvidos na performance musical. Ainda assim não são tratados sob o olhar do Comportamento Motor e/ou Aprendizagem Motora, os que se relacionam são em sua maioria especulações, portanto de natureza intuitiva e não científica. (LAGE *et al*, 2002)

Lage *et al* (2002) subdivide o Comportamento Motor normal em três fases: Controle Motor (mecanismos responsáveis pela produção do movimento), Aprendizagem Motora (aquisição de habilidades e os fatores que a influenciam) e Desenvolvimento Motor (mudança no comportamento motor ao longo do ciclo de vida do ser humano). Enquanto que Bloomm

(1985) informa que o desenvolvimento motor Expert, como no caso da expertise musical, pode compreender as fases: Inicial (Introdução e experimentação das atividades de um domínio), a Intermediária (Extenso período de preparação e um maior comprometimento e dedicação), e a Avançada (dedicação em tempo integral e profissionalização). A consolidação da prática deliberada se dá na segunda metade do estágio avançado, aproximadamente após 15 anos.

O conceito de Aprendizagem Motora está ligado ao de Performance Motora, portanto o nível de aprendizagem tem se deduzido por suas características. Magill (2000) diferenciam a Aprendizagem Motora como: a alteração na capacidade em desempenhar uma habilidade que deve ser inferida como uma melhoria relativamente permanente no desempenho, devido à prática ou experiência; da Habilidade Motora: expressa pelos movimentos voluntários do corpo para atingir determinada meta. Pederiva (2004) explica que aprendizagem humana desenvolve planos motores que reclamam conexões sensoriais simples, para mais tarde constituírem planos motores mais complexos.

Os músicos aprendem, na verdade, o tempo todo, mesmo quando pensam que estão se divertindo. A aprendizagem ocorre durante a apreciação de vídeos, *shows*, apresentações informais, através da audição de CDs, entre outros, evidências de um aprendizado adquirido também pela ideação dos movimentos assistidos em associação com o som produzido (LACORTE, 2006; SPILKA *et al*, 2010). Uma forma de aprendizagem é por prestar atenção à informação sensorial diferente a cada processo. Uma visão holística do processo de aprendizagem de um instrumento musical poderia enfatizar a ideia de que a aprendizagem é um processo multifacetado em que mesmo erros têm o seu lugar e representam a variabilidade das respostas (GALVÃO, KEMP, 1999).

De acordo com Pederiva (2004), movimentos motores passam continuamente por um processo de refinamento e regulação de *feedback* altamente articulado, comparando a meta pretendida e a posição real dos membros ou partes do corpo em determinados momentos, utiliza a informação cinestésica como mediador da formação dos esquemas corporais que incluem o instrumento. Para Galvão, Kemp (1999), a propriocepção funciona como um *feedback* para respostas abertas cinestésico que oferece ao músico a sensação sobre a dimensão correta do movimento, bem como um mecanismo de tempo-percepção que ajuda na antecipação de eventos temporais, ideia que reforça a importância da experiência cinestésica e a aceitação crescente do corpo como uma forma de inteligência integrada na mente.

Uma característica comum da aprendizagem de habilidades motoras é sua progressividade por diferentes estágios e apresentação de um comportamento observável por meio de um padrão (LAGE *et al*, 2002), São muitas as aferências participantes da prática musical, 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. (RODRIGUES, 2007) Assim, a aprendizagem musical pode resultar em muitas representações da música, inclusive multissensoriais, e a complexidade das redes neurais aumentam de acordo com a complexidade da informação (PANTEV *et al*, 1998; ALTENMÜLLER, 2001; GASER, SCHLAUG, 2003). De maneira que, sugere-se a persistência dos benefícios do treinamento musical, em domínios não musicais, na fase adulta.

2.5 DE MÃOS DADAS, LADO A LADO: HABILIDADE MANUAL E PREFERÊNCIA LATERAL

A maior ou menor dificuldade na discriminação de estímulos relaciona-se às diferentes estratégias para seu reconhecimento, seja de modo holístico, visuo-espacial, em que prevalece o hemisfério direito, ou de modo analítico, em que prevalece o hemisfério esquerdo (SANVITO, 1991; MUSZKAT *et al*, 1991), a lateralidade é tida como o indício funcional mais óbvio de assimetrias inter-hemisféricas (SCHLAUG, 2001).

A estrutura anatômica da mão associada às conexões existentes entre os neurônios do córtex motor permitem inúmeras combinações de rotações articulares e padrões de movimento (BRANDÃO, 1984; MELO, 2004; ESTEVES *et al*, 2005). O processo de apreensão exige aprendizagem motora visando uma tarefa funcional, o qual depende da capacidade motora global. A repetição e a variabilidade dos movimentos irão desenvolver maior destreza manual (MEYERHOF, 1994). De forma que a coordenação motora manual resulta das aprendizagens adquiridas através do treino das habilidades (SHEPHERD, 1995). O nível de habilidade é uma função direta da quantidade e qualidade de esforço na prática estruturada de habilidades específicas que o compõem (LAGE *et al.*, 2002; MONTEIRO *et al*, 2010).

Uma vez que o controle corporal pelo córtex cerebral é predominantemente cruzado, o lado corporal contrário ao hemisfério cerebral dominante tem maior potencial de controle do que o lado corporal ipsilateral (MACHADO, 1993; LENT, 2010). A partir de tais princípios, seria de se esperar uma vantagem generalizada e consistente de desempenho em tarefas

motoras realizadas com o lado dominante em relação ao desempenho com o lado não dominante, havendo relativa independência de fatores ambientais. (TEIXEIRA, PAROLI, 2010)

A lateralidade é um termo que demonstra a preferência para a manipulação de objetos e início de movimentos (GOBBI *et al*, 1998). De acordo com Schmidt, Wiresberg (2000) a mão usada para tarefas unimanuais tende a ser mais rápida, hábil e proficiente, sendo esse fato denominado de preferência manual. (PACHER, FISCHER, 2003). Particularmente no que diz respeito à preferência lateral, esta parece ser ditada muito mais por um viés de utilização, hábito, ou maior confiança na mão preferida do que por uma superioridade efetiva de desempenho no caso de tarefas motoras novas. (TEIXEIRA, PAROLI, 2010)

As áreas motoras para o controle das mãos são dominantes no lado esquerdo do cérebro em mais de 90% dos seres humanos, fato relacionado à presença mais destacada de indivíduos destros em relação aos canhotos (GUYTON, 2011; LENT, 2010). Teixeira e Paroli (2000) oferece como explicação para as assimetrias laterais a concepção de que o código genético determina qual dos hemisférios cerebrais será o dominante em relação à certas funções, diferentes fontes de evidência, entretanto, mostram que o componente genético não é determinante no desenvolvimento da lateralidade.

No entanto, Teixeira e Paroli (2000) enfatiza a necessidade de clara distinção entre dois conceitos empregados usualmente como sinônimos, são eles: preferência lateral, mais relacionado ao hábito de se utilizar um determinado lado do corpo na expectativa de que experiências anteriores sejam transferidas para o desempenho da tarefa atual, e dominância lateral, relacionado ao caráter dinâmico da motricidade em que cada experiência adicional com um dado segmento corporal representa fonte geradora de assimetrias laterais de desempenho.

A habilidade manual necessária à execução de tarefas musicais é fina quando classificada de acordo com a precisão (LAGE *et al*, 2002), por executar e continuamente praticar movimentos bimanuais complicados e dos dedos, independentemente (SCHLAUG, 2001). A hipótese de que uma menor assimetria inter-hemisférica em músicos, representada na mensuração da habilidade motora fina, é a de que o uso elevado de ambos os hemisférios cerebrais dos músicos é requerido em situações nas quais eles devem ser capazes de usar as duas mãos de forma independente ao tocar seus instrumentos (GIBSON *et al*, 2009).

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

A pesquisa foi de caráter exploratório, descritivo desenvolvimentista transversal (THOMAS, NELSON, 1996), de abordagem quantitativa com seleção amostral aleatória. Desta forma, houve contato direto único com os sujeitos, no qual o mesmo pesquisador fez uma avaliação da preferência lateral e habilidade manual do instrumentista, assim como também com o sujeito não-instrumentista. A coleta de dados abrangeu o período de abril e maio de 2012. Os aspectos éticos relativos à pesquisa com humanos foram observados, conforme a Resolução Nº. 196, de 10 de Outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde / MS. O projeto foi encaminhado e aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba sob o protocolo 0760.0.133.000-11.

Participaram do estudo, 15 sujeitos instrumentistas e 15 sujeitos não instrumentistas, do gênero masculino com idade entre 30 e 59 anos. Como critérios de inclusão para os instrumentistas houve: Exercer a profissão de músico instrumentista como vínculo empregatício ou registro reconhecido por conselhos e entidades regulamentadoras, de maneira que se configure como atividade laboral principal, encaixar-se na categoria de profissional ou prático-profissional, com habilitação em qualquer instrumento, conferida pela *práxis* ou por instituição de ensino de música. Como critérios de inclusão para os indivíduos não instrumentistas houve: não terem se submetido a aprendizado motor de algum instrumento musical em qualquer época da vida.

Foram utilizados os seguintes instrumentos para avaliação dos indivíduos: Questionário de Identificação (APÊNDICE A), Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (ANEXO A) e *Purdue Pegboard Test* (ANEXO B).

Após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE C) ao voluntário coube a autorização para a aplicação do Questionário de Identificação, do Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo e do *Purdue Pegboard Test*. Para a intervenção, o paciente era posicionado à frente de uma mesa e sentado em uma cadeira, onde foram aplicados os testes sem nenhum risco ou desconforto ao voluntário. Foi considerada a seguinte sequência de avaliação: Questionário de Identificação, Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo, *Purdue Pegboard Test*.

Para identificação dos indivíduos se questionava a idade em ambos os grupos, enquanto que para os instrumentistas acrescentavam-se as indagações sobre o tempo de instrumento, tempo de profissão, frequência de ensaios semanais e estimativa de quantidades

de horas diárias de treino. Para determinar o índice de preferência lateral foi empregado o Inventário de Dominância Lateral de Edinburgo (ANEXO A) (OLDFIELD, 1971), o qual consta de um questionário com 10 perguntas acerca da preferência de determinado membro (direito ou esquerdo) para a realização de atividades da vida diária, como escrever, desenhar, arremessar uma bola com apenas uma mão, acender um fósforo, abrir uma caixa, usar uma faca, uma escova de dente, entre outros.

A destreza manual foi avaliada através do *Purdue Pegboard Test* (ANEXO B).

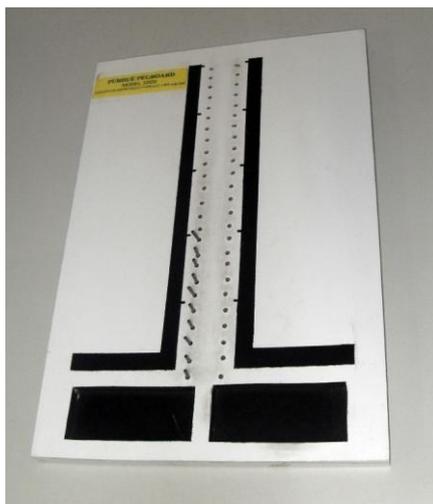


Figura 1. Instrumento *Purdue Pegboard Test*

Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

O sujeito executou três tentativas de colocação rápida de um maior número possível de pinos, na fileira vertical do mesmo lado do membro avaliado, em 30 segundos que será medido por meio de um cronômetro. O intervalo inter tentativas será aquele necessário para recolocação dos pinos no recipiente externo, homolateral ao membro superior avaliado. A partir dos valores obtidos será computada uma média das tentativas que servirá como resultado do teste. A facilidade de aplicação, rapidez e simplicidade deste teste, alto grau de confiabilidade inter e intra-avaliador, além de sua grande sensibilidade para detectar alterações motoras nos membros superiores, sugerem que ele seja um bom instrumento para verificar o grau de habilidade dos sujeitos.

Os dados foram tabulados no *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), em sua versão 13.0, através do qual foi realizada a análise descritiva e inferencial. Na análise descritiva foi utilizado distribuição de frequência e medidas de tendência central e dispersão. Na análise inferencial realizou-se um teste de Shapiro-Wilk para a normalidade dos dados. A comparação entre as médias de dois grupos foi feita utilizando-se o teste *t* de Student para

amostras independentes considerando uma distribuição normal. O nível de significância adotado para o estudo foi de 5% ($p < 0,05$).

4 DADOS E ANÁLISE DA PESQUISA

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. 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 (RODRIGUES, 2007; FELIPE, WECHSLER, 2011).

Este estudo analisou estes efeitos em um único gênero por haver um consenso crescente na literatura sobre a tradicional diferenciação morfométrica entre homens e mulheres (WOOLLEY, MCEWEN, 1992; FOUNDAS *et al*, 1999; AMUNTS *et al*, 2000; KANSAKU, KITAZAWA, 2000; NOPOULOS *et al*, 2000; LEE *et al*, 2003), que poderia potencialmente mascarar o efeito da prática musical analisado em nosso estudo.

A seguir é vista a Tabela 1, na qual estão expressos os valores médios e desvio-padrão da idade e distribuição da lateralidade para ambos os grupos.

TABELA 1 – Identificação dos grupos para idade e lateralidade mensurada pelo Inventário de Dominância Lateral de Edinburgo.

	INSTRUMENTISTAS			NÃO INSTRUMENTISTAS		
Idade Média±DP	43,93±10,92 anos			42,20±7,69 anos		
Lateralidade (IDLE)	Destro	Canhoto	Ambidestro	Destro	Canhoto	Ambidestro
	80%	13,30%	6,70%	86,70%	13,30%	0%

DP= desvio-padrão; IDLE= Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo.
Dados da Pesquisa (2012)

Em relação à idade dos indivíduos do grupo experimental, de instrumentistas, a média girou em torno de 43,93±10,92 anos e entre os indivíduos do grupo controle, os não instrumentistas, a idade média esteve em 42,20±7,69 anos. Analisada a frequência da distribuição da preferência manual, de acordo com o Inventário de Dominância de Edinburgo, verificou-se que entre os instrumentistas houve 12 (80%) indivíduos destros, 2 (13,30%) canhotos e 1 (6,70%) ambidestro. Enquanto que entre os não instrumentistas 13 (86,70%) se mostraram destros e 2 (13,30%) canhotos. Segundo Schmidt, Wiresberg (2000) e Lent (2010), não há na população geral uma proporcionalidade entre destros e canhotos, o qual refere em porcentagem à preferência de cerca de 90% das pessoas pela mão direita e 10% pela esquerda, realidade verificada nesta pesquisa mesmo que em uma proporção diferente e população pequena para tal inferência.

Na tabela seguinte (Tabela 2) podemos ver a identificação do grupo experimental em relação aos dados da prática musical.

TABELA 2 – Identificação dos instrumentistas quanto aos dados relacionados à prática musical.

	MÉDIA±DP
Idade de início do aprendizado musical	18,20±6,52 anos
Tempo de Instrumento	25,47±9,47 anos
Tempo de Profissão	20,47±10,35 anos
Frequência de ensaios semanais	4,80±1,86 dias
Tempo de treino diário	2,33±1,75 horas
Tempo de treino semanal	10,33±6,67 horas

Dados da Pesquisa (2012)

A idade média de início dos estudos formais em música esteve em torno de 18,20±6,52, mínima de 10 e máxima de 38 anos, mostrando que não foi em geral tão precoce do que o preconizado pela literatura, a qual leva em conta a época de maior capacidade plástica do Sistema Nervoso Central (SNC) como a fase mais favorável ao desenvolvimento das habilidades musicais, que está entre 4 e 11 anos de idade (DENCKLA, 1974; MÜLLER, HÖMBERG, 1992).

Existe uma correlação positiva entre a área sagital média do corpo caloso e o número de fibras que o atravessam, os autores salientam 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 (SCHLAUG, 2001; LEE *et al*, 2003; KOELSCH *et al*, 2005; HYDE *et al*, 2009). Esta investigação baseia-se nas alegações de que a exposição à música produz benefícios em domínios não musicais, o grau de utilização dependente da reorganização funcional é diretamente proporcional à precocidade do início e à frequência e quantidade de tempo dedicado aos treinos (PANTEV *et al*, 1998; SCHELLENBERG, 2004; FELIPE, WECHSLER, 2011).

Os instrumentistas foram indagados quanto ao Tempo de Instrumento, como sendo há quanto tempo iniciou o aprendizado da música, este valor médio foi de 25,47±9,47 anos, com mínimo de 11 anos e máximo de 40. Já quando questionados quanto ao tempo de profissionalização no instrumento musical este valor médio foi de 20,47±10,35 anos, com mínimo de 6 e máximo de 40 anos.

Então, de acordo com os resultados podemos dizer que todos os indivíduos de nossa amostra estiveram incluídos no que Chase, Simon (1973) chamaram de: Regra dos 10 anos. Segundo eles, o nível *expert* não é atingido, na maioria dos casos, antes da primeira década de

experiência efetiva de prática e performance naquele domínio. O comportamento habilidoso constitui-se um processo de adaptações fisiológicas e psicológicas decorrentes de anos de treinamento sistematizado.

Para ilustrar a condição de desenvolvimento do musicista, Blomm (1985) postulou três estágios para o Desenvolvimento Motor *Expert*, são eles: Inicial, quando há a introdução e experimentação das atividades; o Intermediário, relacionado a extenso período de preparação e um maior comprometimento e dedicação; e o Avançado, no qual a dedicação ocupa integralmente o tempo do sujeito e profissionalização. Acrescenta ainda que a consolidação da prática deliberada se dá na segunda metade do estágio avançado, aproximadamente após 15 anos do início do aprendizado, lugar no qual, todos os participantes da amostra se encontram quando se leva em consideração o tempo médio do início dos estudos instrumentais ($25,47 \pm 9,47$ anos).

A amostra deste estudo esteve em sua maioria já na terceira fase do desenvolvimento postulado por Blomm (1985), com um único representante da fase intermediária. A partir desta análise se esclarece que a utilização dos dados de sujeitos que tenham sido submetidos a esta dimensão diferente do desenvolvimento motor refletem melhor os benefícios desta condição. A frequência média de ensaios semanais foi de $4,80 \pm 1,86$ dias, já em relação ao tempo médio de duração de cada treino o valor foi de $2,33 \pm 1,75$ h/dia. Vários estudos têm indicado que a formação musical diária, tal como utilizado por músicos profissionais para aumentar e manter a sua habilidade, pode induzir a reorganização funcional do córtex cerebral. Estudos de Ressonância Magnética (RM) revelaram maior representação cortical das áreas somatossensoriais dos dedos da mão, áreas auditivas e outras estruturas encefálicas em músicos qualificados (ELBERT *et al*, 1995; . PANTEV *et al*, 1998; SCHLAUG *et al*, 1995b; LANGHEIM *et al*, 2002; SCHMITHORST e HOLLAND, 2003; KOELSCH *et al*, 2005).

Músicos que se tornam *experts* iniciam estudos de instrumento muito cedo. O tempo de estudo, que começa com algo entre 20 minutos e uma hora por dia nos primeiros anos, aumenta para 25 horas semanais durante a adolescência e para até 35 durante o período de conservatório superior (HALLAM, 1997). Quanto mais alguém pratica, melhor se torna, quanto mais tempo dedicado aos treinos e quanto maior sua frequência maior o grau de reorganização cortical verificada (PANTEV *et al*, 1998; SCHELLENBERG, 2004; STEWART, 2008; FELIPE, WECHSLER, 2011). No entanto há limites físicos e psíquicos para a quantidade de prática (GALVÃO, 2006) e a prática deliberada é iminentemente não-prazerosa. (LAGE *et al*, 2002)

De acordo com os dados desta pesquisa, os músicos profissionais avaliados dedicam um tempo menor em relação ao proposto pela literatura, tanto pelas limitações físicas quanto pelo fato de que a indagação girou em torno unicamente das horas de ensaio direcionado às apresentações formais, não levando em consideração o tempo de prática recreativa e nem das apresentações em si. A quantidade média de horas semanais de ensaio foi de $10,33 \pm 6,67$, com mínima de 4 e máxima de 30 horas, atribui-se este achado ao fato de que após atingido certo nível de aprendizado, novas aquisições são mais onerosas, fator desmotivante ao treinamento. Além de que tem sido cada vez mais discutido sobre a neuroplasticidade mal adaptativa em músicos como causa de distonias (PUJOL *et al*, 2000), alertando para o cuidado com treino exagerado, e também no tocante aos possíveis distúrbios posturais e por esforço repetitivo (DOMMERHOLT, 2009; 2010a; 2010b).

Os resultados do *Purdue Pegboard Test* foram expressos em média e desvio padrão da quantidade média de pinos conseguidos em três tentativas de 30 segundos, para a mão dominante e não dominante dos indivíduos instrumentistas e não instrumentistas (Tabela 3).

TABELA 3 – Resultados das médias de pinos colocados pela mão dominante e não dominante no *Purdue Pegboard Test* por sujeito de cada grupo.

GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROLE		
SUJEITO	MD	MND	SUJEITO	MD	MND
M1	17	14	NM1	14,67	12,67
M2	19,33	15	NM2	11,33	10,67
M3	16	14,33	NM3	8	11
M4	15,33	13,67	NM4	13,33	12
M5	16,33	16,67	NM5	10,33	12,33
M6	17,67	14,33	NM6	13,33	14,33
M7	16,67	17	NM7	13,33	14
M8	16,67	16	NM8	12	11,33
M9	15,33	15	NM9	9	9,67
M10	13,33	14,33	NM10	13	12,67
M11	13,67	11,67	NM11	11,67	11
M12	19,33	15	NM12	12,67	9,33
M13	15	12	NM13	13	12
M14	12,67	16	NM14	13	13,67
M15	12	11,67	NM15	17,33	14,33

Dados da Pesquisa (2012)

Rodrigues (2007) explica que inferências sobre as funções cerebrais são feitas medindo-se alterações enquanto o indivíduo executa tarefas específicas. As variáveis podem englobar desde medidas comportamentais como tempo de reação e precisão, até medidas fisiológicas. Portanto, é possível a utilização de medidas comportamentais, que são mais simples e menos onerosas, para o estudo, ainda que indireto, do funcionamento cerebral. Através do entendimento desta realidade entende-se a iniciativa em avaliar a habilidade

motora fina através do *Purdue Pegboard Test*, que apresenta alta confiabilidade teste/reteste, de acordo com Reddon *et al* (1988).

A pesquisa de Teixeira, Paroli (2000), a qual avaliou a preferência lateral em sujeitos normais corrobora com esta ao revelar que, a ausência de vantagem de desempenho com a mão preferida sobre a mão não preferida indica que a concepção de uma superioridade universal de desempenho sobre a mão contralateral ao hemisfério dominante está equivocada, já que a relação de desempenho entre as duas mãos foi bastante heterogênea.

Enquanto alguns sujeitos apresentaram uma esperada superioridade de desempenho com a mão preferida, parte da amostra teve resultados próximos entre as duas mãos, ou mesmo melhor desempenho com a mão não preferida. Esses resultados indicam que a supremacia de desempenho motor não é ditada por um fator único, havendo grande variação de tarefa para tarefa em termos de assimetria lateral. Em outras palavras, estes achados juntos aos de Teixeira, Paroli (2000) sugerem que a herança genética não é determinante do grau de assimetria lateral de desempenho motor.

O resultado da análise da diferença entre a mão dominante e não dominante de cada grupo, com o teste *t* de Student para amostras independentes, segue na Tabela 4.

TABELA 4 – Comparação entre habilidade da mão dominante e da não dominante em instrumentistas e não instrumentistas.

Grupos	Mão dominante ($\bar{x} \pm DP$)	Mão não dominante ($\bar{x} \pm DP$)	<i>t</i> de Student	<i>p</i>
Instrumentistas (n=15)	15,76±2,20	14,44±1,68	1,836	0,08
Não-Instrumentistas (n=15)	12,40±2,24	12,07±1,59	0,469	0,64

DP= desvio-padrão; (n=30) (*p*<0,05)

Dados da Pesquisa (2012)

A forte evidência da maior simetria entre os hemisférios cerebrais dos músicos é uma informação comprovada por esta pesquisa, na qual a diferença na quantidade de pinos pelo *Purdue Pegboard Test* entre os instrumentistas não foi significativa estatisticamente (TABELA 4), no entanto se percebeu que a diferença entre o desempenho de ambas as mãos dos músicos tendeu à significância, fato que poderia sugerir a existência de assimetrias na amostra estudada, diversamente aos sujeitos não instrumentistas. Mas mesmo assim, a equivalência das quantidades médias de pinos colocados já se é esperada visto que existem estudos que tratam a preferência manual não como um aspecto de interferência no desempenho, mas esta parece ser ditada muito mais por um viés de utilização, hábito, ou maior confiança na mão preferida do que por uma superioridade efetiva de desempenho no caso de tarefas motoras novas, mesmo nos indivíduos não instrumentistas (TEIXEIRA, PAROLI, 2000). Amunts *et al* (1996) já alertavam que a destreza manual é um das assimetrias

funcionais mais óbvias, mas não demonstra relação com uma assimetria anatômica da área de representação da mão no córtex motor, portanto não se pode inferir que os casos de maior simetria cerebral refletem-se na mensuração do desempenho fino relacionado à tarefa.

Ademais, a confrontação dos resultados também pode ser explicada pelo fato de que entre os 15 instrumentistas participantes, 7 tocam instrumentos de sopro, 5 de cordas e 3 de teclas, trazendo à tona o fato de que tocar piano, por exemplo, exige uma demanda mais expressiva da habilidade motora fina e movimentos bimanuais complexos em relação aos instrumentos de sopro e cordas, nos quais, geralmente, é a mão dominante quem comanda a execução da tarefa enquanto a outra está mais relacionada à informação cinestésica ou à movimentos menos acurados (GALVÃO, KEMP, 1999). Essa maior quantidade também pode estar relacionada com a tendência ao maior uso dos instrumentos de sopro em metal nas orquestras contemporâneas (KAHARI *et al*, 2001).

Proposição já levantada por Schlaug *et al* (2005), quando relatou que a maioria dos tocadores de teclado adultos tinham uma configuração mais elaborada do giro pré-central em ambos os lados, enquanto a maioria dos músicos de cordas adultos tiveram essa atipicidade somente à esquerda. Indicador inclusive de maior quantidade de fibras transcalosas para transferências de informações, principalmente, na região anterior (SCHLAUG, 2001). Ou ainda pelo fato de que essa simetria não foi evidente no *Purdue Pegboard Test* devido à influência dos fatores comportamentais da lateralidade no desempenho.

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. Resultados que auxiliam no entendimento de que mesmo em menor grau, a assimetria inter hemisférica ainda persiste em músicos, a qual pode exercer influência no desempenho motor.

A Tabela 4 mostra que os valores tanto da mão dominante quanto da não dominante dos instrumentistas foram maiores do que no grupo controle, fato sugestivo de uma excitabilidade cortical mais equilibrada (PASCUAL-LEONI *et al*, 1995), e de que a transferência das capacidades musicais não motoras favorece também o desenvolvimento mais acurado da habilidade motora fina medida pelo *Purdue Pegboard Test*, inclusive na mão não dominante.

Quando feita a análise de comparação entre as médias da mão dominante e não dominante nos dois grupos, verificou-se uma significância estatística de $p < 0,001$ (Tabela 5), o que permite inferir sobre a existência de resultados expressos significativamente na diferença do desempenho manual, de maneira a favorecer a hipótese de que os instrumentistas têm habilidade fina mais acurada em relação aos controles, atribuída às situações de aprendizado e comportamento motor aos quais se impõem.

TABELA 5 – Comparação da habilidade manual de instrumentistas e não instrumentistas.

Mão	Instrumentistas (±DP)	Não instrumentistas (±DP)	<i>t</i> de Student	<i>p</i>
Dominante	15,76±2,20	12,40±2,24	4,14	<0,001*
Não dominante	14,44±1,68	12,07±1,59	3,98	<0,001*

(n=30) ($p < 0,05^*$)

Dados da Pesquisa (2012)

Outro resultado apresentado na Tabela 5 que chama atenção é o fato de que mesmo o valor médio de pinos da mão não dominante dos músicos foi maior do que o da mão dominante dos não músicos, fato que sugeriu a realização de testes estatísticos que compararam as médias e mostraram que mesmo o hemisfério “menos estimulado” dos instrumentistas demonstra uma capacidade funcional superior à do hemisfério “mais estimulado” do sujeito não instrumentista.

Ao se comparar a habilidade entre a mão não dominante de instrumentistas e a mão dominante de não instrumentistas pelo teste *t* de Student para amostras independentes, observou-se diferença significativa ($t=2,83$; $p=0,009$) (Gráfico 1).

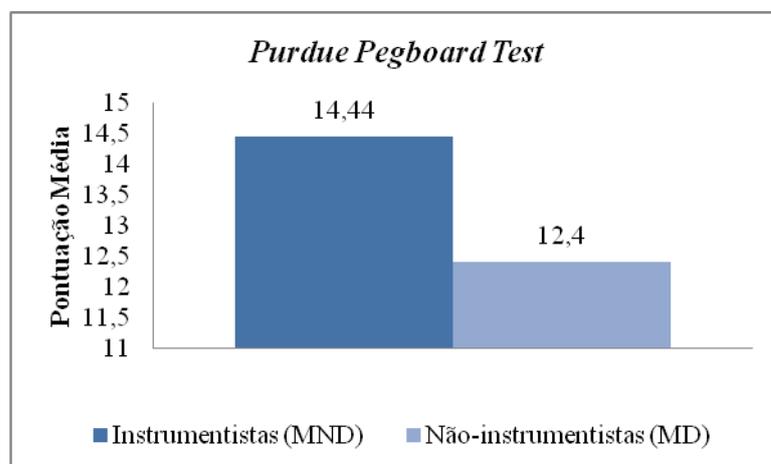


GRÁFICO 1 – Comparação da habilidade entre a mão não dominante (MND) de instrumentistas e a mão dominante (MD) de não instrumentistas.

Dados da Pesquisa (2012)

A verificação da velocidade de ativação da área motora primária por métodos de neuroimagem em músicos constatou que estes apresentam uma resposta mais rápida do que os não músicos. Este efeito de recrutamento foi interpretado como um efeito do pré-experiência prática (D'MELLO, STECKLER, 1996; PASCUAL-LEONI, 2001; SCHLAUG, 2001; MÜNTE, ALTENMÜLLER, 2002; SCHLAUG *et al*, 2005; STEWART, 2008).

Os músicos também mostraram uma ativação bem menor da área motora suplementar. Assim, recrutam menores redes neurais do que não músicos para execução da mesma tarefa, indicando que devido a isso eles são mais eficientes no controle dos movimentos, assim como por terem aumento da excitabilidade cortical de áreas motoras da mão e dedos, como medido por mapeamento das respostas à Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) (RIDDIS *et al*, 2000; PASCUAL-LEONI *et al*, 1995; MÜNTE, ALTENMÜLLER, 2002; WONG e GAUTHIER, 2010).

Gibson *et al* (2009) levantou a questão de que mesmo em situações de desempenho equiparado entre músicos e não músicos parece haver uma diferença qualitativa na execução do movimento, assim como na forma que eles pensam a tarefa e a maior capacidade em inventar diferentes meios para um único objetivo.

Portanto se especula que, como os substratos neuroanatômicos acionados no comando de execução do movimento não são restritos ao telencéfalo, essa nítida diferença pode também estar relacionada a outras áreas e regiões, envolvidas na ideação, planejamento, preparação, comando, controle e coordenação do movimento, apresentarem algum tipo de adaptação aos desafios e exigências do desempenho musical (SCHLAUG, 2001; GASER, SCHLAUG, 2003; SCHLAUG *et al*, 2005; DRAGANSKI, *et al*, 2006).

A diferença qualitativa do movimento favoreceu resultados mais expressivos na quantidade de pinos colocados, já que o instrumento requer do indivíduo não só o movimento de preensão, como também o movimento coordenado e objetivo em relação à tarefa e a velocidade de resposta motora ao comando requerido (REDDON, 1988).

Hipótese que ganha força com Gaser *et al* (2003) quando dizem que regiões relacionadas tanto com o córtex motor quanto com o pré-motor (NUDO *et al*, 1996; AMUNTS *et al*, 1997; MÜNTE, ALTENMÜLLER, 2002) e cerebelar (SCHLAUG, 2001; HUTCHINSON *et al*, 2003) têm sido evocadas para desempenhar um papel fundamental na execução de movimentos sequenciais.

A música é considerada por alguns autores como uma questão autônoma inerente e intrínseca ao ser humano, expressa como um interesse inato do organismo (KOELSCH *et al*,

2005; PERETZ, 2006). Portanto, são compreensíveis suas influências no metabolismo e morfologia do indivíduo.

A relação entre música e motricidade é evidente até etimologicamente nas línguas inglesa e francesa, nos quais a habilidade de tocar um instrumento e praticar um atividade física são expressos pelo mesmo verbo (*play* e *jouer*, respectivamente) (LAGE *et al*, 2002), enquanto que na língua portuguesa é percebida essa proximidade etimológica na utilização do verbo “*tocar*” como ato comum tanto ao profissional que estuda o movimento quanto ao instrumentista. Portanto, é interessante que a proximidade linguística atente a comunidade científica para o intercâmbio de conhecimentos relacionados com o aprendizado e o desempenho motor em instrumentistas.

5 CONCLUSÃO

Em relação à investigação da preferência manual dos instrumentistas os achados não podem ser aplicados ao universo completo devido à insuficiência de amostra para tal, apesar de se perceber entre os dois grupos uma distribuição muito proporcional, no entanto, acredita-se que mesmo uma pesquisa com amostra expressivamente maior os resultados não se alterariam neste sentido por considerar a influência dos aspectos comportamentais e de hábito mais fortes para definição da dominância manual do que mesmo diferenças neurofisiológicas.

Os resultados do *Purdue Pegboard Test* referentes à habilidade motora fina, após serem submetidos a testes estatísticos, foram expressivos em mostrar que os músicos instrumentistas têm sim médias de desempenho maiores que os indivíduos não instrumentistas, evidenciando que possuem destreza manual fina mais acurada até quando se compara a mão não dominante do instrumentista com a dominante dos não instrumentistas. Estas diferenças de desempenho são fortes evidências dos mecanismos de plasticidade neural resultantes das condições de aprendizado motor às quais os músicos se submetem, assim como das transferências das capacidades musicais para domínios motores.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Due to the invaluable cultural significance of music, the scientific community has awakened to study the changes neuroplastics arising from music education. **OBJECTIVES:** Determine the handedness, compare the manual skill instrumentalists such as individuals are not instrumentalists and demonstrate your skill to the non-dominant hand. **METHOD:** Descriptive, exploratory and development research of transverse quantitative approach with random sample check. The project was approved by the Committee of Ethics in Research as ethical aspects of resolution 196/96 of the National Health Council. 15 subject instrumentalists participated and 15 non-instrumentalists, the masculine gender aged between 30 and 59 years. All have signed the Term of Consent for application of evaluation instruments: Identification Questionnaire, Handedness the Edinburgh inventory and *Purdue Pegboard Test*. After data collection was carried out statistical analysis with the software SPSS 13.0, the significance level used for the study was 5% ($p < 0.05$). **RESULTS:** The investigation manual preference of instrumentalists the findings showed equivalent distribution between the two groups. The results showed that the instrumentalists musicians have better performance in Purdue Pegboard Test than non instrumentalists to dominant and non-dominant hands of each group ($p < 0.001$) when comparing the dominant not dominant with musicians of the controls ($p = 0.009$), evidence of fine manual dexterity more accurate. **CONCLUSION:** The performance differences are strong evidence of the neuroplastics mechanisms resulting from motor learning to which musicians are compliant and musical capacities transfers for domains engines.

KEYWORDS: Musicians. Handedness. Neuroplasticity. Motor Learning.

6 REFERÊNCIAS

AMUNTS, K et al. Asymmetry in the human motor cortex and handedness. **NeuroImage**; v. 4, n. 3, p. 216-222, 1996.

AMUNTS, K. et al. Interhemispheric asymmetry of the human motor cortex related to handedness and gender. **Neuropsychologia**; v. 38, p. 304 –312, 2000.

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; v. 930, p. 273-280, 2001.

AMUNTS, K. 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.

BARBIERI, F. A., GOBBI, L. T. B. Assimetrias laterais no movimento de chute e rendimento no futebol e no futsal. **Motricidade**, v. 5, n. 2, p. 33-47, 2009.

BLOMM, B. S. Generalizations about talent dev; elopment. In B. S. BLOMM (Ed.) **Developing talent in young people**. New York: Balatine Books; p. 507-549,1985.

BRANDÃO, J. S. **Desenvolvimento psicomotor da mão**. Rio de Janeiro: Enelivros, 1984. 453p.

CERQUEIRA, F. V. A imagem pública do músico e da música na antiguidade clássica: desprezo ou admiração? **História**; v. 26, n. 1; p. 63-81, 2007.

CHASE, W. G.; SIMON, H. A. Perception in chess. **Cognitive psychology**, v. 4, n. 1, p. 55-81, 1973.

COHEN, H. **Neurociências para Fisioterapeutas**. 2 ed. Editora: Manoel, 2001. 494p.

DESROSIERS, J. et al. Performance of the “unaffected” upper extremity of elderly stroke patients. **Stroke**; v. 27, p.1564-1570, 1996.

DORETTO, D. **Fisiopatologia clínica do sistema nervosa: fundamentos da semiologia**. 2ª ed. São Paulo: Atheneu, 2005, 466p.

DRAGANSKI, B. et al. Temporal and Spatial Dynamics of Brain Structure Changes during Extensive Learning. **The Journal of Neuroscience**, v. 26, n. 23, p.6314-6317, 2006.

DOMMERHOLT, J. Performing arts medicine - instrumentalist musicians part I - general considerations. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 13, n. 4, p. 311-319, 2009.

DOMMERHOLT, Jan. Performing arts medicine - instrumentalist musicians part II - examinations. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**; v. 14, n. 2, p. 65-72, 2010a.

DOMMERHOLT, Jan. Performing arts medicine - instrumentalist musicians part II – case histories. **Journal of Bodywork and Movement Therapies.**; v. 14, n. 2, p. 127-138, 2010b.

DENCKLA, M. B. Development of motor co-ordination in normal children. **Developmental Medicine and Child Neurology**; v. 16, n. 6, p. 729-741, 1974.

ERICSON K. A., CHARNESS, N. Expert performance: It structure and acquisition. **American Psychologist.**; v. 49, p. 725-747, 1994.

ESTEVEZ, A. C. R. et al. Força de preensão, lateralidade, sexo e características antropométricas da mão de crianças em idade escolar. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**; v. 7, n. 2, p. 69-75, 2005.

FELIPE, C. B.; WECHSLER, S. M. Avaliação da consciência fonológica e raciocínio fluído entre músicos. In. XVI Encontro de Iniciação Científica e I Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da PUC-Campinas. **Anais.**, Campinas, 2011.

FOUNDAS AL, FAULHABER JR, KULYNYCH JJ, BROWNING; C.A.; WEINBERGER; D.R. Hemispheric and sex-linked differences in Sylvian fissure morphology: a quantitative approach using volumetric magnetic resonance imaging. **Neuropsychiatry Neuropsychol Behav Neurol**, v. 12, p.1-10, 1999.

GALVAO, A. Cognição, emoção e expertise musical. **Psic.: Teor. e Pesq.**, Brasília, v. 22, n. 2; p. 169-174, 2006.

GALVÃO, A.; KEMP, A. Kinaesthesia and instrumental music instruction: some implications. **Psychology of Music Journal**, v. 27, n. 2, p. 129-137, 1999.

GAMA, G. L. et al. Habilidade manual do paciente hemiplégico comparado ao idoso saudável. **Rev. Neurociência**. v. 18, n. 4, p. 443-447, 2010.

GASER, C. & G. SCHLAUG. Brain structures differ between musicians and nonmusicians. **J. Neurosci.**; v. 23, p. 9240–9245, 2003.

GIBSON, C; FOLLEY, B. S.; PARK, S. Enhanced divergent thinking and creativity in musicians: A behavioral and near-infrared spectroscopy study. **Brain and Cognition.**, 1 Ed., Editora: Elsevier Inc., v. 69, p. 162-169. 2009.

GOBBI, L. T. B. Influências na lateralidade na locomoção sobre obstáculos. **XXI Simpósio Internacional de Ciências do Esporte.**, 1998.

GUT, M. et al.. Brain correlates of right handedness. **Acta Neurobiol Exp (Wars)**. (2007); v. 67, n. 1, p. 43-51, 2007.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica.**; 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

HALLAM, S. Approaches to instrumental music practice of experts and novices: implications for education. In H. Jorgensen & A. Lehmann (Orgs.), **Does practice make perfect? current theory and research on instrumental music practice**. Oslo: NMH – publikasjoner, p. 3-27, 1997.

HUTCHINSON, S., L.H.L. LEE, N. GAAB & G. SCHLAUG. Cerebellar volume of musicians. **Cerebral Cortex.**; v. 13, n. 9, p. 943–949, 2003.

HYDE, K. L et al. The effects of musical training on structural brain development: a longitudinal study. **The Neurosciences and Music III Disorders and Plasticity**, v. 1169 , p. 182-186, 2009.

KAHARI, K.R. et al. Hearing assessment of classical orchestral musicians. **Scand Audiol**. v. 30, n. 1, p. 13-23, 2001.

KANSAKU, K.; KITAZAWA, S. Imaging studies on sex differences in the lateralization of language. **Neuroscience Research**, 4 Ed., Editora Elsevier Inc., v. 41, p. 333-337, 2001.

KOELSCH, S. et al. Adults and children processing music: an fMRI study. **NeuroImage**, v. 25, n. 4, p. 1068-1076, 2005.

LACORTE, S. (2006). Aprendizagem do músico popular por meio da escuta atenta e intencional. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2006.

LAGE, G. M. et al. Aprendizagem motora na performance musical: reflexões sobre conceitos e aplicabilidade. **Per. Musi.**, v. 5, n. 6, p. 14-37, 2002.

LANGHEIM, F. J. P. et al. Cortical systems associated with covert music rehearsal. **NeuroImage**. (2002); v. 16 (The Neurosciences and Music III Disorders and Plasticity), p 901-908, 2002.

LEE, D.J., Y. CHEN & G. SCHLAUG. Corpus callosum: musician and gender effects. **Neuroreport**, v. 14, p. 205–209, 2003.

LENT, R. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo: Atheneu, 2010. 698p.

MACHADO, Ângelo B. M.. **Neuroanatomia Funcional**., 2 ed: Atheneu, 1993.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem motora: conceitos e aplicações**. 5 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

MEYERHOF, P. G.. O desenvolvimento normal da preensão. **Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano**, v. 4, n. 2, 1994.

MELO, T. R. Avaliação da sensibilidade em mãos de crianças portadoras de paralisia cerebral do tipo diplegia em idade escolar. Cascavel: UNIOESTE, 2004.

MONTEIRO, R. A. M.; NASCIMENTO, F. M.; SOARES, C. D.; FERREIRA, M. I. D. C. Habilidades de resolução temporal em músicos violinistas e não músicos. **Arquivos Int. Otorrinolaringol. (Impr.)**, São Paulo, v. 14, n. 3; 302-308, 2010.

MÜLLER, K.; HÖMBERG, V. Development of speed of repetitive movements in children is determined by structural changes in corticospinal efferents. **Neuroscience Letters**., v. 144, n. 1-2, p. 57-60, 1992.

MÜNTE, T. F.; ALTENMÜLLER, L. J.; The musician's brain as a model of neuroplasticity. **Nature Reviews Neuroscience**, Publisher: Nature Publishing Group, v. 3, n. 6, p. 473-478., 2002.

MUSZKAT, M.; FRAYMAN, L.; VINCENZO, N. S.; CAMPOS, C. J. R. Diferenças sexuais na assimetria funcional hemisférica. **Arq. Neuro-Psiquiatr.**, v. 49, n. 2, p. 142-146, 1991.

NASCIMENTO, F. M.; MONTEIRO, R. A. M.; SOARES, C. D.; FERREIRA, M. I. D. C. Habilidades de Sequencialização Temporal em Músicos Violinistas e Não-Músicos. **Arq. Int. Otorrinolaringol.** v.14, n. 2, p. 217-224, 2010.

NOPOULOS, P.; FLAUM M, O'Leary D; ANDREASEN, N.C. Sexual dimorphism in the human brain: evaluation of tissue volume, tissue composition and surface anatomy using magnetic resonance imaging. **Psychiatry Res** v. 98, p.1–13, 2000.

NUDO, R J; MILLIKEN, G W; JENKINS, W M; MERZENICH, M M. Use-dependent alterations of movement representations in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. **NeuroImage**. v.6, n. 2, p. 785-807, 1996.

OLDFIELD, R. C. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. **Neuropsychologia**, v. 9, p. 97-113, 1971.

OHNISHI, T et al. Functional anatomy of musical perception in musicians. **Cerebral Cortex**. v.11, n. 8, p. 754-760, 2001.

PACHER, L. A. G.; FISCHER, J. Lateralidade e Educação Física. **Blumenau**, v.1, n.3, p. 01, 2003.

PANTEV, C. et al. Increased auditory cortical representation in musicians. **Nature**, v. 392, p. 811- 813, 1998.

PASCUAL-LEONE, A. The brain that plays music and is changed by it. **Ann. NY Acad. Sci.** v. 930, p. 315–329, 2001.

PASCUAL-LEONE, A; NGUYET, D; COHEN, L G; BRASIL-NETO, J P; CAMMAROTA, A; HALLETT, M. Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. **Journal of Neurophysiology.**, v. 74, n. 3, p. 1037-1045, 1995.

PEDERIVA, P. L. M. A relação músico-corpo-instrumento: procedimentos pedagógicos. **Revista da Associação Brasileira de Educação Musical**. v. 11; p. 91-98, 2004.

PEDERIVA, P. O corpo no processo ensino-aprendizagem de instrumentos musicais: percepção de professores. Dissertação de Mestrado, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2005.

PERETZ I. **The nature of music from a biological perspective.**, *Cognition* 100:1–32, 2006.

PUJOL, J. ROSET-LLOBET, J.; ROSINÉS-CUBELLS, D.; DEUS, J.; NARBERHAUS, B.; VALLS-SOLÉ, J.; CAPDEVILA. A.; PASCUAL-LEONE, A. Brain cortical activation

during guitar-induced hand dystonia studied by functional MRI. **Neuroimage.**, v. 12, p. 257-267, 2000.

REDDON, J. R.; GILL, D. M.; GAUK, S. E.; MAERZ, M. D. Purdue Pegboard: test-retest estimates. **Perceptual and motor skills.**, v. 66, n. 2, p. 503-506, 1988.

RIDDING, M C; BROUWER, B; NORDSTROM, M A. Reduced interhemispheric inhibition in musicians. **Experimental Brain Research.**, v. 133, n. 2, p. 249-253, 2000.

RODRIGUES, A. C. O. (2007) Atenção visual em músicos e não músicos: um estudo comparativo. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2007.

ROSA NETO, F. **Manuel de avaliação motora.** Porto Alegre: Artmed., 2002.

RAMMSAYER, T.; ALTENMÜLLER, E. Temporal information processing in musicians and non-musicians. **Music Perception.**, v. 24, n. 1, p. 37-48, 2006.

SANVITO, W. L. **O cérebro e suas vertentes.** 2 ed, São Paulo: Roca, 1991.

SCHELLENBERG, E. G. Music lessons enhance IQ. **Psychological science**, v. 15, n. 8, p. 511-514, 2004.

SHEPHERD, R. B. **Fisioterapia em Pediatria.** 3 ed. São Paulo: Santos Livraria Editora, 1995

SCHMIDT, R. A.; WIRESBERG, C. A. Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema. **Trad. Ricardo Petersen.** 2 ed, Artmed, 2001.

SCHMITHORST, V. J.; HOLLAND, S. K. The effect of musical training on music processing: a functional magnetic resonance imaging study in humans. **Neuroscience Letters**, 3 Ed., Editora: Am Physiological Soc, v. 354, p. 53-56, 2003.

SHINN, J. B. Temporal processing and temporal patterning tests. In: Musiek FE, Charmak GD. Handbook of (central) auditory processing disorders: auditory neuroscience and diagnosis. San Diego: **Plural Publishing**, v. 1, p. 231-243, 2007.

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., v. 930, p. 281-299, 2001.

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., et al. Increased corpus callosum size in musicians. **Neuropsychologia**, v. 33, p. 1047-1055, 1995b.

SCHLAUG, G. et al. Effects of music training on the child's brain and cognitive development. **Annals Of The New York Academy Of Sciences**, v. 1060, n. 1, p. 219-230, 2005.

SODRÉ, L. G. P. Desenvolvimento motor da mão dominante nos movimentos identificados como responsáveis pela produção da escrita. **Psicologia Escolar Educacional**, v. 4, n.2, p.21 – 29, 2000.

SORCINELLI, A. R. Avaliação da habilidade motora manual em crianças de cinco e seis anos de duas escolas paulistanas. Dissertação de Mestrado, Universidade Presbiteriana MacKenzie, São Paulo. 2008.

SOUZA, J. Educação musical e práticas sociais. **Revista da Associação Brasileira de Educação Musical**. v. 10; 7-11, 2004.

SPIPKA, M. J. et al. Gesture imitation in musicians and non-musicians. **Exp Brain Res.**, v. 204; p. 549-558, 2010.

STEWART, L. Use-dependent alterations of movement representations in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. **Clinical medicine London England.**, v. 8, n. 3, p. 304-308, 2008.

TEIXEIRA, R.; PAROLI, L. A.; Assimetrias Laterais em Ações Motoras: Preferência Versus Desempenho. **Motriz**, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2000.

THOMAS, J. R. e NELSON, J. K. **Research methods in physical activity**. 3.ed. Champaign: Human Kinetic, 1996.

VASCONCELOS, O. Aprendizagem motora, transferência bilateral e preferência manual. **Rev. Brás. Educ. Fís. Esp.**, São Paulo, v. 20, n. 5, p. 37-40, 2006.

WONG, Y. K.; GAUTHIER, I. A multimodal neural network recruited by expertise with musical notation. **Journal of Cognitive Neuroscience**. v. 22, n. 4, p. 695-713, 2010.

WOOLLEY C. S., MCEWEN B. S. Estradiol mediates fluctuation in hippocampal synapse density during the estrous cycle in the adult rat. **J Neurosci** v. 12, p. 2549-2554, 1992.

ZALCMAN, T. E.; SCHOCHAT, E. A eficácia do treinamento auditivo formal em indivíduos com transtorno de processamento auditivo. **Rev Soc Bras Fonoaudiol**. (2007), 12(4):310-4.

ANEXOS

ANEXO A

INVENTÁRIO DE DOMINÂNCIA LATERAL DE EDIMBURGO

Código: _____ **Idade:** _____

Indique a preferência no uso das mãos nas atividades listadas a seguir.
Se for realmente indiferente, assinale SEM preferência.

Quando você:	Qual mão prefere usar?		
Escreve	() D	() E	() S/ preferência
Desenha	() D	() E	() S/ preferência
Arremessa, lança objetos	() D	() E	() S/ preferência
Utiliza a tesoura	() D	() E	() S/ preferência
Usa a escova de dentes	() D	() E	() S/ preferência
Usa a faca	() D	() E	() S/ preferência
Usa a colher	() D	() E	() S/ preferência
Usa a vassoura	() D	() E	() S/ preferência
Risca o fósforo(mão do fósforo)	() D	() E	() S/ preferência
Abre uma caixa ou tampa(mão da tampa)	() D	() E	() S/ preferência
TOTAL			

Cálculo:

Junte o número de respostas da "esquerda" e "direita" e coloque no espaço "TOTAL" para cada coluna. Adicione o total esquerdo ao total direita e coloque no "Total Acumulado". Subtraia o total esquerdo do total direita e ponha na "Diferença". Divida a "Diferença" pelo total acumulado e multiplique por 100 e obtenha o resultado.

Diferença	Total acumulado	Resultado

ANEXO B

“PURDUE PEGBOARD TEST”

Código: _____

Iniciais: _____

Idade: _____

Data: ____/____/____

Mão Dominante: _____

	1ªT	2ªT	3ªT	Média
Mão Direita				
Mão esquerda				

APÊNDICE

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO

Número de Registro na OMB: _____

Tempo de instrumento: _____

Tempo de profissão: _____

Frequência dos ensaios por semana: _____

Horas diárias de ensaio: _____

Instrumento: () Sopro () Percussão () Cordas () Teclas () Outro

Qual? _____

APÊNDICE B

TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Pesquisa: COMPARAÇÃO DA HABILIDADE MANUAL DE MÚSICOS INSTRUMENTISTAS COM A DE INDIVÍDUOS NÃO-INSTRUMENTISTAS.

Eu, **DORALÚCIA PEDROSA DE ARAÚJO**, Prof. Doutor T-40-DE – C, portadora do RG: 459893 e CPF: 415.105.504-53 comprometo-me em cumprir integralmente os itens da Resolução 196/96 do CNS, que dispõe sobre Ética em Pesquisa que envolve Seres Humanos. Estou ciente das penalidades que poderei sofrer caso infrinja qualquer um dos itens da referida resolução.

Por ser verdade, assino o presente compromisso.

PESQUISADOR(A)

APÊNDICE C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO-TCLE

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido eu, _____, em pleno exercício dos meus direitos me disponho a participar da Pesquisa **“COMPARAÇÃO DA HABILIDADE MANUAL DE MÚSICOS INSTRUMENTISTAS COM A DE INDIVÍDUOS NÃO-INSTRUMENTISTAS”**.

Declaro ser esclarecido e estar de acordo com os seguintes pontos:

- O trabalho **COMPARAÇÃO DA HABILIDADE MANUAL DE MÚSICOS INSTRUMENTISTAS COM A DE NÃO-INSTRUMENTISTAS** terá como objetivo geral “Avaliar a habilidade motora da mão não-dominante dos músicos instrumentistas de orquestras profissionais da cidade de Campina Grande-PB.”
- Ao voluntário caberá a autorização para a aplicação do Questionário Sócio-demográfico, Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo e *Purdue Pegboard Test*. Para a intervenção, o paciente será posicionado à frente de um birô e sentado em uma cadeira, onde serão aplicados esses testes e não haverá nenhum risco ou desconforto ao voluntário.
- Ao pesquisador caberá o desenvolvimento da pesquisa de forma confidencial, revelando os resultados ao indivíduo e/ou familiares, cumprindo as exigências da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.
- O voluntário poderá se recusar a participar, ou retirar seu consentimento a qualquer momento da realização do trabalho ora proposto, não havendo qualquer penalização ou prejuízo para o mesmo.
- Será garantido o sigilo dos resultados obtidos neste trabalho, assegurando assim a privacidade dos participantes em manter tais resultados em caráter confidencial.
- Não haverá qualquer despesa ou ônus financeiro aos participantes voluntários deste projeto científico e não haverá qualquer procedimento que possa incorrer em danos físicos ou financeiros ao voluntário e, portanto, não haveria necessidade de indenização por parte da equipe científica e/ou da Instituição responsável.
- Qualquer dúvida ou solicitação de esclarecimentos, o participante poderá contatar a equipe científica no número (083) 8879-0761 com Prof. Dra. Doralúcia Pedrosa de Araújo.
- Ao final da pesquisa, se for do meu interesse, terei livre acesso ao conteúdo da mesma, podendo

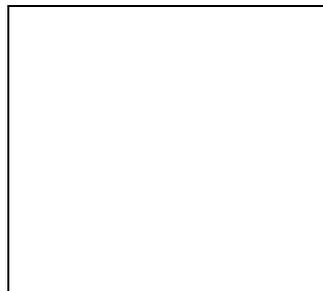
discutir os dados, com o pesquisador, vale salientar que este documento será impresso em duas vias e uma delas ficará em minha posse.

- Desta forma, uma vez tendo lido e entendido tais esclarecimentos e, por estar de pleno acordo com o teor do mesmo, dato e assino este termo de consentimento livre e esclarecido.

Assinatura do pesquisador responsável

Assinatura do Participante

Assinatura Dactiloscópica
Participante da pesquisa



APÊNDICE D

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
Campina Grande – Paraíba, CEP 58.429-500
Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário
CNPJ: 12.671.814/0001-37

TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Estamos cientes da intenção da realização do projeto intitulado “**COMPARAÇÃO DA HABILIDADE MANUAL DE MÚSICOS INSTRUMENTISTAS COM A DE INDIVÍDUOS NÃO-INSTRUMENTISTAS**” desenvolvido pelo aluno **Aryostennes Miquéias da Silva Ferreira**, do Curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, sob a orientação da professora **Dra. Doralúcia Pedrosa de Araújo**.

Campina Grande, __ de _____ de _____.

Assinatura e carimbo do responsável institucional