

---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE HUMANA**

**(Área de Biodinâmica da Motricidade Humana)**

---

Ana Clara de Souza Paiva

**Padrão perceptivo-motor em tarefas psicoacústicas de estruturação  
rítmica: efeitos da experiência musical**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade Humana do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus Rio Claro, para obtenção de título de Doutorado em Ciências da Motricidade, área Biodinâmica da Motricidade Humana.

**Rio Claro  
2017**

**Ana Clara de Souza Paiva**

**Padrão perceptivo-motor em tarefas psicoacústicas de estruturação  
rítmica: efeitos da experiência musical**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade Humana do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus Rio Claro, para obtenção do título de Doutorado em Ciências da Motricidade, área Biodinâmica da Motricidade Humana.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Eliane Mauerberg de Castro

**Rio Claro**

**2017**

796.0132 Paiva, Ana Clara de Souza

P149p Padrão perceptivo-motor em tarefas psicoacústicas de  
estruturação rítmica: efeitos da experiência musical / Ana  
Clara de Souza Paiva. - Rio Claro, 2017

99 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Biociências de Rio Claro  
Orientador: Eliane Mauerberg de Castro

1. Capacidade motora. 2. Percepção rítmica. 3. Ritmo. 4.  
Estruturas rítmicas. 5. Instrumentos de avaliação. 6. Educação  
física. I. Título.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

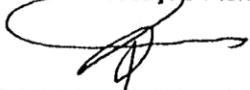
TÍTULO DA TESE: Padrão perceptivo-motor em tarefas psicoacústicas de estruturação rítmica: efeitos da experiência musical

**AUTORA: ANA CLARA DE SOUZA PAIVA**

**ORIENTADORA: ELIANE MAUERBERG DE CASTRO**

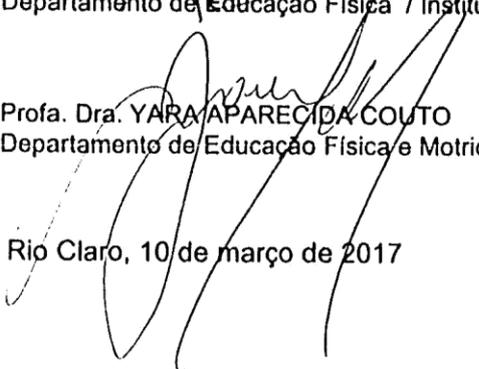
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE, especialidade: BIODINAMICA DA MOTRICIDADE HUMANA pela Comissão Examinadora:

  
Profa. Dra. ELIANE MAUERBERG DE CASTRO  
Departamento de Educação Física / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

  
Prof. Dr. JOSE LINO OLIVEIRA BUENO  
Departamento de Psicologia e Educação / Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto - SP

  
Profa. Dra. SILVIA DEUTSCH  
Departamento de Educação Física / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

  
Prof. Dr. AFONSO ANTONIO MACHADO  
Departamento de Educação Física / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

  
Profa. Dra. YARA APARECIDA COUTO  
Departamento de Educação Física e Motricidade Humana / Universidade Federal de São Carlos/ SP

Rio Claro, 10 de março de 2017

*“...Não é sobre chegar no topo do mundo  
e saber que venceu  
É sobre escalar e sentir  
que o caminho te fortaleceu...”*

*(Ana Vilela)*

*Dedico às mulheres que fizeram diferença em minha vida,*

Céu, minha filha.

Maria, minha mãe.

Cátia, minha inspiração.

## AGRADECIMENTOS

Obrigada Deus por concretizar todos os meus desejos na hora certa, encontrando pela frente indivíduos que são certos para a trilha desta caminhada. Muito obrigada aos meus pais Maria e José pela eterna proteção, por senti-los pulsar no coração e presença espiritual constante. Agradeço ao meu marido Alexandre pela paciência, companheirismo, dedicação, doação e todo esse desmedido amor pela nossa família e claro a nossa filha, a linda Céu, luz do meu viver, que coloriu meus dias e noites com sorrisos e beijinhos, palavras e canções... amo vocês!

Aos meus irmãos Maria Raquel, Jorge Luís, Lucia Helena, Zé de Paiva, Adalto Roberto e Isabel Alessandra que trilham comigo o caminho do amor, da harmonia, da vida, de se colocar na frente do outro, da união, da reconciliação e perdão, obrigada.

Agradeço ao meu sogro Seu Gaspar e minha sogra D. Olga por me acolher como filha, pela ajuda indispensável com a Céu e por todos os almoços, cafés e aconchegos de um lar. Amor de pai e mãe não tem preço e sou eternamente grata por ter encontrada essa nova família.

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra. Eliane Mauerberg de Castro que me proporcionou a realização de um sonho, e junto a este sonho foi acrescentado momentos de aprendizado, crescimento profissional e pessoal. Obrigada por acreditar em mim, pela confiança nestes anos e pela sua amizade. Minha admiração pela sua competência é enorme, sou grata e muito feliz pelo convite do doutorado.

Agradeço a todos os membros do LAP pela colaboração, empenho, discussão, práticas, risadas, almoços, confusões, aulas, *English day*, pré-natal, Proefa, festas. Enfim pelo convívio diário e principalmente pelos dois tesouros que recebi de presente e que levarei no coração para toda vida: Fernanda (minha filha) e Thais (minha afilhada).

Agradeço a grande colaboração dos membros da banca, Prof. Dr. José Lino de Oliveira Bueno, Profa. Dra. Silvia Deutsch, que participaram da minha qualificação e os demais membros da defesa, Profa. Dra. Yara Couto e Prof. Dr. Afonso Antonio Machado. A contribuição de vocês nesse processo me enaltece como profissional e por isso reverencio-os. E também agradeço a Profa. Dra. Adriana Inês de Paula por me convencer a entrar nessa empreitada, pelas horas de conversa sobre a tese e pelos anos de amizade, obrigada Dri, você mora aqui no meu coração!

Ao TeamAna, Fernanda (Feer), Letícia (Lele) e Thomás Parente (Thoto) por tornar minha vida mais leve, alegre, pela experiência de ser mãe de filhos grandes, pela companhia

constante, por todos os Whatsapp compartilhados, colocando-me em dia com os mais variados assuntos (rs...). Obrigada aos amigos de longa data Silvia Aguilhar, Laudo Junior, Sandra Oliveira, Marcia Gonzalez, Jô Cristovam, Mariana Franco, Dri de Paula e Paty Mori, que mesmo longe se fizeram tão presentes torcendo por cada conquista minha.

E aos amigos que literalmente estão presentes todos os dias compartilhando todos os momentos fazendo parte da família: Danilo Ocanhas, Thaísa Ocanhas, Carla Crispim, André Bililo, Tati Müller, Adelmo Fernandes, Thais Delamuta e Raul.

A todos os meus alunos pequenos e grandes que tenho a oportunidade de conhecer, conviver, aprender e ensinar. Principalmente ao meu aluno-orientando e amigo Leandro Bagatini pela oportunidade de exercer minha profissão todos os dias.

Agradeço a todos os participantes deste estudo que gentilmente decidiram colaborar com esta pesquisa, para vocês desejo que a música e a dança sejam uma prática constante, assim como é para mim.

E agradeço também a duas pessoas fundamentais que fizeram parte do processo de início da construção do meu instrumento de pesquisa: o músico e luthier Jonas Delamuta e o Prof. Pedro Luis Antonelli grandes profissionais que contribuíram para o desenvolvimento do estudo.

Finalmente agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

## RESUMO

Diferentes experiências rítmicas podem influenciar funções psicoacústicas durante a reprodução de estruturas rítmicas. A periodicidade do pulso é um elemento básico, presente no ritmo musical, unido ao agrupamento de eventos sucessivos e que é essencial à compreensão e interpretação de estruturas de sequências sonoras. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da experiência musical no campo da dança e da música no padrão perceptivo-motor de reprodução de estruturas rítmicas monotônicas e musicais organizadas em tarefas com crescente complexidade. Foram selecionados previamente 60 adultos jovens para compor três grupos: 1) grupo com experiência com ritmo constituído por músicos (MU;  $n = 20$ ); 2) grupo com experiência com ritmo constituído de dançarinos (DA;  $n = 20$ ); e 3) grupo sem experiência profissional com música e dança (SE;  $n = 20$ ). Os três grupos realizaram dois testes psicoacústicos rítmicos: o primeiro, um teste de percepção e reprodução de estruturas rítmicas monotônicas que consistia em ouvir a um estímulo rítmico e reproduzi-lo imediatamente, e o segundo, um teste de percepção e reprodução de estruturas rítmicas musicais, em que a sequência rítmica apresentada é reproduzida simultaneamente à escuta. As variáveis analisadas incluíram frequência de acertos (FA) para ambos os testes, regularidade temporal (RT) do tempo de início da resposta (s), duração (s) dos pulsos e pausas de cada estrutura rítmica para o teste monotônico. E no teste musical a variável sincronismo (SINC) foi verificada pela diferença relativa (%) entre a estrutura temporal do teste e a estrutura temporal da resposta. Os valores SINC foram subdivididos em desvio temporal do pulso e desvio temporal da pausa (componentes psicoacústicos rítmicos). Os resultados encontrados foram divididos em: Etapa 1 - Efeitos da experiência musical e da natureza de testes rítmicos monotônicos e musicais na percepção rítmica, Etapa 2 - Efeitos da memória na regularidade temporal da resposta rítmica, e Etapa 3 - Padrão perceptivo-motor de sincronização rítmica. Os resultados encontrados na Etapa 1 mostraram diferenças entre os grupos com e sem experiência musical. O grupo de MU teve FA acima de 90% nos dois testes. A reprodução do teste musical refletiu o desempenho superior pelos grupos SE e MU comparados ao desempenho no teste monotônico. Em ambos os testes encontramos efeito de complexidade da tarefa apenas para estruturas terminais da sequência, porém com particularidades na variabilidade para cada grupo. Em relação à regularidade temporal do teste monotônico apenas pausas foram variáveis associadas com diferenças entre grupos e complexidade da tarefa. O SINC mostrou que variabilidade da pausa é o parâmetro indicativo de diferenças entre grupo, confirmando o desempenho superior dos grupos com experiência com música. Concluímos que a experiência musical dos participantes teve efeito sobre o padrão perceptivo-motor durante o processamento da informação psicoacústica de estruturas rítmicas com testes monotônicos e musicais, particularmente em parâmetros de variabilidade. A complexidade dos padrões rítmicos parece ter impacto de dificuldade apenas em estruturas terminais em ambos os testes.

Palavras-chave: Perceptivo-motor, estruturas rítmicas, experiência musical.

## ABSTRACT

Different rhythmic experiences can influence psychoacoustic functions during the reproduction of rhythmic structures. The frequency of the pulse is a basic element in the musical rhythm and the grouping of successive events are essential to the understanding and interpretation of sound sequences. The purpose of this study was to evaluate the effects of musical experience in the field of dance and music on perceptive-motor pattern of monotonic rhythm and musical rhythm with structures organized into tasks with increasing complexity. Sixty young adults were selected to comprise three groups: 1) group with experience with rhythm consisting of musicians (MU;  $n = 20$ ); 2) group with experience with rhythm consisting of dancers (DA;  $n = 20$ ); and 3) group without experience with music or dance (SE;  $n = 20$ ). The three groups performed two tests: the first test of perception and reproduction of monotonic rhythmic structures that were responded immediately after their presentation; the second test required perception and synchronization of tapping to musical rhythmic structures. The variables we examined included frequency of correct performance (FA) in both tests, temporal regularity (RT) of initiation of the response, duration of pulses and pauses of each rhythmic structure for monotonic test. In the musical test timing (SINC) was verified using the relative difference (%) between the temporal structure of the test and the temporal structure of the response. The values SINC were subdivided into temporal deviation of pulse and pause (psychoacoustic rhythmic components). The results were divided in: 1- Effects of musical experience and nature of monotonic rhythm and musical rhythm tests on rhythm perception, 2 - Memory effects on temporal rhythmic regularity, and 3 - Perceptual-motor pattern of rhythm synchronization. The results showed differences between the groups with and without musical experience. The MU group showed a 90% FA in both tests. Performance in the music test reflected superior performance by groups with musical experience compared to performance in the monotonic test. In both tests effect of task complexity was found only in the terminal sequence structures, but with distinctive variability for each group. In relation to temporal regularity of the monotone test, pauses were the variables associated with deterioration of performance in relation to complexity of the task. The SINC has shown that variability of pause is the parameter that detected differences between groups, confirming the superior performance of groups with experience with music. We conclude that experience with music had an effect on the perceptual-motor pattern during the processing of structures with monotonic and musical psychoacoustic rhythms, particularly of parameters of variability. The complexity of rhythmic patterns seems to appear in terminal structures in both tests.

Keywords: Perceptual-motor, rhythmic structures, musical experience.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Programa do sincronizador de som.....	26
<b>Figura 2.</b> Cajón - instrumento de percussão.....	28
<b>Figura 3.</b> Proposição rítmica simples.....	29
<b>Figura 4.</b> Proposição rítmica complexa.....	29
<b>Figura 5.</b> Fones de ouvido.....	31
<b>Figura 6.</b> Duplicador de áudio.....	31
<b>Figura 7.</b> Foto ilustrativa da situação experimental.....	32
<b>Figura 8.</b> Adaptador para célula.....	32
<b>Figura 9.</b> Organograma representativo das variáveis independentes e dependentes.....	35
<b>Figura 10.</b> Valores médios e erro-padrão da variável FA para comparação entre os testes monotônico e musical para cada grupo (SE, DA e MU). Erro padrão representado pelos traços verticais.....	38
<b>Figura 11.</b> Valores médios e erro-padrão da variável FA para comparação entre os grupos SE, DA e MU, no teste monotônico e musical. Erro padrão representado pelos traços verticais.....	39
<b>Figura 12.</b> Frequência de participantes do grupo SE ao longo das estruturas rítmicas monotônicas que corretamente responderam à estrutura do teste monotônico representada pela linha preta em contraste com a linha representando o crescente grau de complexidade (linha vermelha).....	40
<b>Figura 13.</b> Linha de dispersão do grupo SE ( $n=20$ ), com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas monotônicas. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados no gráfico.....	40
<b>Figura 14.</b> Frequência de participantes do grupo DA ao longo das estruturas rítmicas monotônicas que corretamente responderam à estrutura do teste monotônico representada pela linha preta em contraste com a linha representando o crescente grau de complexidade (linha vermelha).....	41
<b>Figura 15.</b> Linha de dispersão da frequência de acertos (%) do grupo DA ( $n=20$ ), com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas monotônicas. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados no gráfico.....	42
<b>Figura 16.</b> Frequência de participantes do grupo MU ao longo das estruturas rítmicas monotônicas que corretamente responderam à estrutura do teste monotônico representada pela	

linha preta em contraste com a linha representando o crescente grau de complexidade (linha vermelha).....	43
<b>Figura 17.</b> Linha de dispersão da frequência de acertos (%) do grupo MU ( $n=20$ ), com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas monotônicas. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados no gráfico.....	43
<b>Figura 18.</b> Contraste do desempenho dos grupos SE, DA e MU no teste de estruturas rítmicas monotônicas.....	44
<b>Figura 19.</b> Frequência de acerto pelo grupo em cada estrutura rítmica musical do grupo SE.	45
<b>Figura 20.</b> Linha de dispersão da frequência de acertos (%) dos participantes do grupo SE, com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	45
<b>Figura 21.</b> Frequência de acerto das repetições de cada estrutura rítmica musical do grupo DA.....	46
<b>Figura 22.</b> Linha de dispersão da frequência de acertos (%) dos participantes do grupo DA, com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	46
<b>Figura 23.</b> Frequência de acerto das repetições de cada estrutura rítmica musical do grupo MU.....	47
<b>Figura 24.</b> Linha de dispersão da frequência de acertos (%) dos participantes do grupo MU, com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	47
<b>Figura 25.</b> Contraste do desempenho dos grupos SE, DA e MU no teste de estruturas rítmicas musicais.....	48
<b>Figura 26.</b> Média e desvio padrão do tempo (s) de início da resposta (TI) dos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais .....	49
<b>Figura 27.</b> Média da duração do pulso dos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais.....	49
<b>Figura 28.</b> Desvio-padrão da variável pulso nos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais .....	50
<b>Figura 29.</b> Média da duração da pausa curta dos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais .....	51

<b>Figura 30.</b> Desvio-padrão da variável pausa curta nos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais .....	51
<b>Figura 31.</b> Média da duração da pausa longa dos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais.....	52
<b>Figura 32.</b> Desvio-padrão da variável pausa longa nos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais.....	52
<b>Figura 33.</b> Valores médios e desvios-padrão da taxa de defasagem entre a variável teste e a resposta referente à duração do pulso, pausa curta, pausa longa e duração total da estrutura rítmica do teste monotônico para os três grupos SE, DA e MU. Erro padrão representado pelos traços verticais.....	53
<b>Figura 34.</b> Média da taxa (%) de SINC do pulso para os três grupos em estudo. Erro padrão representado pelos traços verticais.....	54
<b>Figura 35.</b> Dispersão da média da taxa (%) de SINC do pulso do grupo SE em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	55
<b>Figura 36.</b> Dispersão da média da taxa (%) de SINC do pulso do grupo DA em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	55
<b>Figura 37.</b> Dispersão da média da taxa (%) de SINC do pulso do grupo DA em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	56
<b>Figura 38.</b> Média da taxa (%) de SINC da pausa dos três grupos em estudo. Erro padrão representado pelos traços verticais.....	56
<b>Figura 39.</b> Dispersão da média da taxa (%) de SINC da pausa do grupo SE em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	57
<b>Figura 40.</b> Dispersão da média da taxa (%) de SINC da pausa do grupo DA em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	57

<b>Figura 41.</b> Dispersão da média da taxa (%) de SINC da pausa do grupo MU em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	58
<b>Figura 42.</b> Valores de desvio-padrão da taxa (%) de SINC do pulso dos três grupos em estudo. Erro padrão representado pelos traços verticais.....	58
<b>Figura 43.</b> Dispersão do desvio-padrão da taxa (%) de SINC do pulso do grupo SE em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	59
<b>Figura 44.</b> Dispersão do desvio-padrão da taxa (%) de SINC do pulso do grupo DA em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	59
<b>Figura 45.</b> Dispersão do desvio-padrão da taxa (%) de SINC do pulso do grupo MU em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	60
<b>Figura 46.</b> Valores de desvio-padrão da taxa (%) de SINC da pausa dos três grupos em estudo. Erro padrão representado pelos traços verticais.....	60
<b>Figura 47.</b> Dispersão do desvio-padrão da taxa (%) de SINC da pausa do grupo SE em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	61
<b>Figura 48.</b> Dispersão do desvio-padrão da taxa (%) de SINC da pausa do grupo DA em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.....	61

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Valores do desvio do total de pontos referentes ao nível de performance.....20
- Tabela 2.** Caracterização dos grupos SE, DA e MU segundo o questionário de identificação e classificação do participante com as respostas apresentadas em média e desvio padrão.....37

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Estrutura e composição da segunda prova de ritmo de Mira Stambak.....	27
<b>Quadro A1.</b> Comparação entre os pares de estruturas musicais (MUS) para a variável média da taxa (%) de desvio do pulso.....	91
<b>Quadro A2.</b> Comparação entre os pares de estruturas musicais (MUS) para a variável média da taxa (%) de desvio da pausa.....	92
<b>Quadro A3.</b> Comparação entre os pares de estruturas musicais (MUS) para a variável desvio padrão da taxa (%) de desvio do pulso.....	93
<b>Quadro A4.</b> Comparação entre os pares de estruturas musicais (MUS) para a variável desvio padrão da taxa (%) de desvio da pausa.....	94

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Problemas conceituais investigados .....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
2.1. Características acústicas e psicoacústicas do som .....	5
2.2. Percepção rítmica .....	7
2.3. Aspectos neurofuncionais do sentido rítmico.....	10
2.4. Sincronia: a procura da batida perfeita .....	17
3. OBJETIVOS .....	22
3.1. Objetivo geral.....	22
3.2. Objetivos específicos.....	22
4. HIPÓTESES .....	23
5. METODOLOGIA.....	24
5.1. Aspectos éticos .....	24
5.2. População e amostra.....	24
5.2.1. Critérios de inclusão .....	24
5.2.2. Critérios de exclusão .....	25
5.3. Instrumentos para a coleta de dados .....	25
5.4. Protocolo de avaliação.....	25
5.4.1. Programa de armazenamento e reprodução dos arquivos de som .....	25
5.4.2. Construção dos testes rítmicos .....	26
5.5. Procedimento .....	30
5.5.1. Teste de Percepção e Reprodução de Estruturas Rítmicas Monotônicas .....	31
5.5.2. Teste de Percepção e Reprodução de Ritmos Musicais .....	33
5.6. Análise dos dados.....	33
5.7. Análise estatística.....	35
6. RESULTADOS .....	37
6.1. Etapa 1- Efeitos da experiência musical e da natureza de testes rítmicos monotônicos e musicais na percepção rítmica .....	38
6.1.1. Frequência de acerto (FA) e experiência musical .....	38
6.1.2. Frequência de acerto ao longo das estruturas rítmicas monotônicas .....	39

6.1.3. <i>Frequência de acerto ao longo das estruturas rítmicas musicais</i> .....	44
<b>6.2. Etapa 2 - Efeitos da memória na regularidade temporal da resposta rítmica</b> .....	<b>48</b>
<b>6.3. Etapa 3 – Padrão perceptivo-motor de sincronização rítmica (desvio entre intervalo de pulsos e pausas)</b> .....	<b>53</b>
<b>7. DISCUSSÃO</b> .....	<b>63</b>
<b>7.1. Efeitos da experiência musical e da natureza de testes rítmicos monotônicos e musicais na percepção rítmica</b> .....	<b>63</b>
<b>7.2. Efeitos da memória na regularidade temporal da resposta rítmica</b> .....	<b>69</b>
<b>7.3. Padrão perceptivo-motor de sincronização rítmica (desvio entre intervalo de pulsos e pausas)</b> .....	<b>73</b>
<b>8. CONCLUSÕES</b> .....	<b>77</b>
<b>9. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>78</b>
<b>APÊNDICE I - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - (TCLE)</b> .....	<b>85</b>
<b>APÊNDICE II - Questionário de identificação e classificação do participante</b> .....	<b>87</b>
<b>ANEXO I – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa – UNESP/Rio Claro</b> .....	<b>88</b>
<b>ANEXO II – Teste de ritmo de Mira Stambak (Zazzo, 1968).</b> .....	<b>89</b>
<b>ANEXO III – Teste de percepção e reprodução de ritmos musicais</b> .....	<b>90</b>
<b>ANEXO IV – Comparação dos desvios entre os intervalos de pulsos e pausas da sincronização rítmica</b> .....	<b>96</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O conceito de ritmo perpassa a sua etimologia que a define apenas como fluir, mover, ou simplesmente como uma repetição ou pulso regular dentro de determinado tempo. A natureza do ritmo se faz presente em uma série de atividades, orientando os movimentos para uma execução sequencial de um padrão ou de uma habilidade.

Se ampliarmos o sentido do termo, podemos ver que o ritmo pode ser medido, controlado, que ele segue um padrão, uma ordem, é organizado em sequências de símbolos, notas, e expresso comportamentalmente em ações voluntárias e movimentos automáticos. Somado a isso ele ainda é um fenômeno fundamental para a comunicação e outras interações sociais afetando uma série de comportamentos, como o motor que incorpora o ritmo ao movimento do corpo e o musical que gera padrões temporais na execução de uma obra musical (GRAHN; MCAULEY, 2009; ROTHERMICH; SCHMIDT-KASSOW; KOTZ, 2012). Ele desempenha um papel crucial para a melhoria dos movimentos automáticos. Segundo Willems (2011) o ritmo é *“um ato perceptivo do tempo.”*

O desenvolvimento do comportamento rítmico e sua eficiência de desempenho envolvem a percepção psicoacústica de estruturas rítmicas, a qual é causada por uma reação imediata a um estímulo sonoro organizado com padrão temporalmente previsível. Por exemplo, a aquisição da linguagem de bebês reflete uma precoce discriminação e um reconhecimento da estrutura e padrão temporal da voz da mãe em detrimento de outras vozes (GRAHN; MCAULEY, 2009; ROTHERMICH; SCHMIDT-KASSOW, KOTZ, 2012). No aspecto do automatismo, o ritmo se manifesta no movimento corporal, a exemplo da natação, onde o atleta impõe um ritmo preciso e contínuo para coordenar sua ação motora de braços e pernas na busca da diminuição do tempo da prova—mesmo que seja em milissegundos—, garantindo assim a vitória no esporte. Outra modalidade bastante precisa na ação ritmo-movimento é a ginástica rítmica, em que a atleta inicia sua performance em perfeita sincronia com a música. No desempenho musical, o sentido do ritmo influencia na refinada escuta de sons musicais complexos, onde um músico controla seu desempenho a partir da distinção sutil de intervalos regulares ou irregulares subordinados a estruturas temporais com sons do tipo forte ou fraco, longo ou breve inseridos em uma composição musical (GRAHN; MCAULEY, 2009).

Hay e Diehl (2007) e Iversen, Patel e Ohgushi (2008) também concordam que a percepção de ritmo é central para reconhecer a estrutura e o significado na música, e obviamente na linguagem permitindo a comunicação a partir da escuta. Identificar ou mesmo

sincronizar sons rítmicos com o movimento fonoarticulatório depende em grande parte da acurácia na percepção das suas estruturas psicoacústicas temporais.

A percepção auditiva rítmica consiste na ordenação temporal de estímulos sonoros pelo sistema auditivo que, através da experiência, incorpora significado, desde a mais simples informação até a mais complexa. Essas experiências dependem de três funções perceptivas básicas: 1. detecção do estímulo - que ocorre quando um estímulo limiar provoca mudanças mecânicas no ambiente líquido do ouvido interno ativando receptores da cóclea (células ciliares). Este é o fenômeno da transdução pelo sistema sensorial onde os receptores convertem a energia mecânica em sinal elétrico; 2. discriminação – é a diferenciação percebida entre eventos sonoros distintos cujo processamento inicia na periferia do ouvido interno (e.g., cóclea) e integra o fenômeno ao longo do tronco cerebral até o córtex auditivo (lobo temporal); e 3. identificação desses sinais - pela experiência prévia, as qualidades sonoras (por exemplo, o som de um chocalho, o som da nota dó de escalas musicais, ou o nome de alguém) são reconhecidas e, comumente, um conceito vem associado cada um destes eventos sensoriais (GOLDSTEIN, 2010; MAUERBERG-DECASTRO, 1989).

O ritmo é um fenômeno que integra estas três funções. Primeiro temos que ouvir um evento (e.g., notas de um piano); segundo, é necessário discriminar, através de comparações, notas estão sendo tocadas e, por último, identificar um instrumento ou reconhecer a composição ou escala musical dentro de um trecho musical. Dentro desse contexto, o papel do ritmo no comportamento humano tem sido objeto central para elaboração de teorias em percepção humana (GRAHN; MCAULEY, 2009; ROTHERMICH; SCHMIDT-KASSOW; KOTZ, 2012).

A periodicidade do pulso é um elemento básico presente no ritmo musical, e a percepção de agrupamentos de eventos sucessivos são essenciais à compreensão e interpretação de estruturas de sequências sonoras (IVERSEN; PATEL; OHGUSHI, 2008). A percepção métrica, ou a sensação de uma batida no sentido métrico, surge a partir da ocorrência de acentos regularmente espaçados que coincidem em dois ou mais níveis coordenados de periodicidade temporal, ou seja, a sucessão de inícios de notas ao longo do tempo (e.g., 00 00 00) (GRUBE; GRIFFITHS, 2009). A valsa tem uma métrica em que o nível de periodicidade é marcado de três em três batidas (compasso ternário). Esse nível de periodicidade pode ser visto de várias maneiras, pela intensidade, altura, duração ou acentos (PATEL et al., 2005).

A escuta rítmica envolve a antecipação da linha temporal, isto quer dizer que ter a noção de tempo é essencial para reconhecermos a métrica do fenômeno acústico (ZANTO;

SNYDER; LARGE, 2006). O tempo musical corresponde ao número de elementos percebidos por unidade de tempo ou a duração total dos valores de pulso e pausa, ele pode ser rápido ou lento. Um ritmo métrico é marcado por tempos fortes e fracos e este é mais fácil de ser percebido do que os ritmos não métricos (e.g., estruturas monotônicas). Schuller, Eyben e Rigoll (2007) afirmam que reconhecer o tempo forte de uma sequência musical já iniciada, não costuma ser uma tarefa fácil para a marcação do ritmo.

O processamento musical envolve uma integração bidirecional entre componentes estruturais da música (ritmo, melodia, i.e., componente externo, ambiental) e funcionais (e.g., do cérebro e seus efetores indicando intencionalidade ou familiaridade com uma sequência rítmica ou musical, i.e., componente interno ou biológico; quem percebe e reproduz ritmo). Enquanto cognitivamente um músico aprende a interpretar as vibrações das ondas sonoras em padrões temporais organizados e transformados em símbolos e significados para a leitura e execução da música, por outro lado a música imprime alterações fisiológicas, comportamentais ou afetivas que mostram um funcionamento cerebral diferenciado de não músicos (MUSZKAT, 2012). Bever e Chiarello (2009) mencionam que a prática instrumental intensa promove reorganizações neurológicas que diferenciam “cérebros de músicos” e “cérebros de não músicos” no plano motor, sem com isso alterar os processos de percepção, compreensão e apreciação comuns a quaisquer indivíduos.

Na literatura observa-se também o interesse em olhar simplesmente o padrão de emergência espontânea do ritmo que mostra a ligação entre a ação e a percepção (PATEL et al., 2008). Muitas pessoas sem perceber, de forma inconsciente, seguem um estímulo rítmico. Músicos profissionais têm a capacidade de entrelaçar ritmos de instrumentos diferentes (e.g., em uma orquestra) dentro de uma organização espontânea modulada pela prática. Isso mostra que a música pode ter um papel catalisador no incentivo a movimentos rítmicos, corroborando com a ideia de que as pessoas espontaneamente batem os pés ou acenam, sincronizando sua ação com a batida da música, independentemente da aptidão musical.

Partindo da premissa que a experiência musical pode influenciar aspectos da percepção auditiva em tarefas psicoacústicas rítmicas, este estudo é motivado pelas seguintes indagações que refletem problemas operacionais da investigação científica: Indivíduos com experiência musical, neste caso, dançarinos e músicos, são igualmente sensíveis em tarefas psicoacústicas rítmicas de sequências monotônicas<sup>1</sup> e tarefas psicoacústicas rítmicas de

---

<sup>1</sup> Sequências monotônicas, segundo Mauerberg-deCastro e Moraes (2013), são repetições de pulsos com intervalos simétricos e assimétricos de característica aparentemente randômica que podem se repetir em

sequências musicais? O desempenho em tarefas psicoacústicas rítmicas de sequências monotônicas tem alguma relação com o desempenho em tarefas de percepção rítmica de sequências musicais? Qual o efeito da progressiva complexidade em tarefas psicoacústicas monotônicas e musicais em termos de acurácia e regularidade do padrão temporal? O padrão rítmico nas estruturas musicais reflete um padrão temporal acurado e regular quando relacionados aos componentes de duração dos pulsos e duração de intervalos entre os pulsos?

Com base nas questões acima, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da experiência musical no campo da dança e da música no padrão perceptivo-motor de adultos em tarefas de reprodução de estruturas psicoacústicas rítmicas monotônicas e musicais de crescente complexidade.

### **1.1. Problemas conceituais investigados**

A percepção rítmica de componentes psicoacústicos (e.g., duração de pulsos e pausas) distribuídos em estruturas temporais de crescente complexidade—tanto organizadas sob a métrica das regras musicais como organizadas em sequências monotônicas randômicas—, é modificada pela experiência de longo prazo de ênfases direta (e.g., músicos) e indireta (e.g., dançarinos) com a música?

Um segundo problema é determinar se a regularidade temporal na resposta a padrões rítmicos monotônicos reflete demandas na memória imediata, medida pela deterioração em performance concomitante com o aumento da complexidade, ou seja, no número de componentes psicoacústicos (pulsos e pausas e sua configuração temporal) nas estruturas rítmicas.

Finalmente, a natureza da organização rítmica musical, que obedece a regras matematicamente organizadas em divisões temporais quaternárias com acentos marcando o espectro qualitativo do evento rítmico, pode ser capturada quantitativamente através do padrão perceptivo-motor de sincronização rítmica (batidas)? Se uma topologia da ação rítmica é identificada, existem elementos na mesma que refletem efeitos da experiência com música e complexidade de composição musical?

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Características acústicas e psicoacústicas do som

O processamento de frequências sonoras (i.e., ciclos de vibração acústica medidos em hertz, Hz) no ouvido interno tem uma correspondência com a localização das células ciliadas (organização tonotópica). A intensidade dos sons está diretamente relacionada ao número de estruturas neurosensoriais que entram em ação e que são estimuladas pela magnitude da energia acústica (medida em decibéis, dB) (MAUERBERG-DECASTRO, 1989).

Na base inicial da cóclea, as células ciliadas são ativadas por sons de mais alta frequência (i.e., sons agudos) predominantes no espectro da fala. Na extremidade oposta (helicotrema), as células são ativadas por sons de baixa frequência (i.e., sons graves). Os sons naturais da música e da fala são constituídos de frequências complexas ativando uma ampla faixa de células ciliadas (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006; RAHNE; BÖHME; GÖTZE, 2011). Dessa forma podemos dizer que existe uma relação funcional entre a localização da célula sensorial na cóclea e a frequência de vibração de sons (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008; KANDA, 2010). Enquanto definição perceptual, som é a experiência que temos quando ouvimos a energia acústica (COSTA, 2008; GOLDSTEIN, 2010).

Em termos físicos, o som é o conjunto de movimentos de compressão e expansão de moléculas num determinado meio, exceto no vácuo, por um dado período de tempo. As ondas de vibração se espalham no meio em todas as direções possíveis e caracterizam a energia acústica. Um estímulo acústico ocorre quando os movimentos ou vibrações de um objeto causam alterações de pressão no ar, água, ou qualquer outro meio elástico que rodeia os objetos.

Indivíduos ouvintes saudáveis detectam a presença de um som facilmente se este estiver na escala audível. A faixa do espectro do som para níveis auditivos varia entre o mais breve sussurrar até o estrondo de um avião, e a energia acústica é quantificada em sua grandeza física de intensidade (i.e., unidade em decibel, dB) (CUKIER; CAMARGO, 2005).

Atributos da física do som ou acústica incluem a magnitude de energia de um som que é a intensidade, a sua taxa de oscilação que inclui bandas de frequências audíveis ao ouvido humano (escala sônica detectada pelo ouvido humano que varia de 20 a 20 mil Hertz, aproximadamente). A frequência tem uma relação com o *tom* (*pitch*): qualidade perceptual que descrevemos como “alta” ou “baixa” e é definida como o atributo da sensação auditiva para sons graves de um lado e agudos, de outro. Sequências tonais intervaladas (e.g., pausa vs.

pulso) podem ser ordenadas em uma escala musical. O timbre é propriedade da construção física da fonte sonora que gera o som, é a arquitetura da fonte sonora e define o perfil do espectro sonoro (IAKOVIDES et al., 2004). A localização é a orientação angular entre a origem do som e o ouvido dos ouvintes. Segundo Costa (2008) somos capazes de concentrar a atenção em sons vindos de quase todas as direções. Podemos dizer se ele está à nossa esquerda ou à direita, se vem dos nossos pés, acima de nossas cabeças ou atrás de nós. É graças a diferença de fase de chegada das ondas sonoras entre um ouvido e outro que distinguimos com muita precisão suas origens.

As propriedades psicoacústicas incluem a tolerância mínima e máxima (amplitude) dessa energia que é medida em decibéis e varia de espécie pra espécie. Por outro lado, a frequência simplesmente desaparece do nosso campo perceptivo quando extrapola os limites do espectro audível (i.e., entre os infrassons e ultrassons). O timbre integra estes elementos psicoacústicos e experiências prévias. Por exemplo, a distinção entre um contrabaixo e um violão, entre a voz da mãe (embora muitas mulheres tenham timbres parecidos) e a voz de uma mulher estranha (MAUERBERG-DECASTRO, 1989).

Outra característica física acústica refere-se ao volume do som, ou seja, a quantidade de ondas acústicas de mesma amplitude e frequência presentes num ambiente de ressonância acústica. Quando amplificamos o som (amplificadores eletrônicos) mobilizamos uma quantidade enorme de energia de moléculas no ar que muitas vezes são detectadas tatilmente se estivermos em um ambiente fechado, como por exemplo, em uma boate ou clube. Essas vibrações acabam sendo percebidas hapticamente, muitas vezes a intensidade está dentro de um limite fisiologicamente seguro, mas o volume de ondas é tão grande que a sensação é de que está extremamente “intenso” e, na realidade, o que acontece é a mobilização de muitas moléculas capazes de movimentar fisicamente um objeto (e.g., vibrar uma luz ou as chaves do carro). Isso acontece principalmente em sons de baixa frequência que são bastante poderosos em energia. Quando a voz humana atinge a mesma frequência de vibração das moléculas de uma taça de cristal, a quantidade de energia das moléculas se eleva gradativamente quebrando a taça (MUSZKAT, 2012).

Outro fenômeno acústico importante é o ritmo. Ritmo é o padrão temporal de pulso e sua duração e da pausa (silêncio) e sua duração, cujos padrões são percebidos na música e na fala. Intervalos periódicos iniciando entre a faixa de tempo de 100 a 1000ms correspondem à faixa sobre a qual os seres humanos são mais sensíveis a alterações de tempo para sequências periódicas e às taxas para as quais a antecipação é observada em tarefas de sincronização sensório-motora. Apesar da importância do tempo dentro dos eventos na percepção da música

e da fala, não há muitos relatos sobre eventos individuais. Um estudo mostrou que batidas metricamente fortes em uma sequência provocam uma resposta tardia maior (~ 500 ms) possivelmente refletindo maior alocação de atenção pós-estímulo (BROCHARD et al., 2003). No entanto é provável que outros aspectos da percepção métrica ocorram mais cedo, em antecipação à ocorrência de eventos sonoros (SNYDER; LARGE, 2005; GRUBE; GRIFFITHS, 2009).

Eventos individuais acústicos são perceptualmente facilitados quando apresentados no contexto de sequências metricamente regulares. Além disso, como acentos alternados são característicos da percepção métrica, seria oportuno (explicável) observar a atividade diferencial em batidas fortes versus fracas dentro do ciclo métrico (GRUBE; GRIFFITHS, 2009). Na música o ritmo vem em forma de compassos (divisão de um trecho musical em séries regulares de tempo) marcados por tempos fortes e fracos, por exemplo, um compasso binário é marcado por duas batidas; a 1ª forte (F) e a 2ª fraca (f). A métrica é a estruturação do ritmo, a distribuição ordenada de valores, a relação entre as durações das notas executadas sucessivamente (SNYDER; LARGE, 2005; SCHULLER; EYBEN; RIGOLL, 2007).

Perceber a variação da intensidade do som ao longo de uma sequência, distinguir diferenças entre eventos sonoros, interpretar e até apreciar o som, como fazemos com a música pode se tornar uma tarefa complexa para um ouvinte inexperiente (GOLDSTEIN, 2010). Gardner (1994) conceitua a inteligência musical como uma habilidade de apreciar, produzir e/ou reproduzir música, discriminar sons e perceber diferentes temas musicais. Indivíduos que apresentam ou treinam esta inteligência são mais sensíveis ao ritmo, ao tom e ao timbre. Esse fato pode ser reconhecido ao observar uma criança que gradualmente incorpora a linguagem falada através da escuta.

## **2.2. Percepção rítmica**

Frequentemente dependemos de sons para orientar nossas ações e nos preparar para situações futuras (e. g. ouvir trovoadas pode ser o presságio de uma tempestade que está por vir). O feto humano é capaz de escutar uma variedade de sons três meses antes do seu nascimento. Na 38ª semana gestacional, o feto é capaz de processar fluxos acústicos com variação no espectro e na amplitude dos sons em intervalos de tempo curtos e longos com resposta de alteração transitória dos batimentos cardíacos para música e resposta sustentada para estímulos da fala (MOON, 2011).

Em sua obra, *A Estrutura da Mente* (1983), Gardner revela que bebês nos primeiros meses acompanham o volume e os tons das canções maternas, e que dos quatro aos seis anos

de idade os estímulos para o desenvolvimento musical são mais facilmente percebidos. Introduzir estímulos sonoros nessa fase da infância pode ser fundamental para o surgimento de habilidades futuras relacionadas à música (GARDNER, 1994). O conhecimento musical não compreende somente a leitura de peças musicais, mas envolve também o controle de processos cognitivos relacionados à preparação da resposta como aspectos auditivos, motores, visuais e cinestésicos (ALVES, 2013).

Quando nos referimos às características físicas do som estamos falando de um estímulo (uma onda que se movimenta pelo ar ou outro meio). Por outro lado, quando consideramos os mecanismos que transformam essa onda em uma resposta neural proporcionando reconhecer as características subjetivas do som, então entra em cena a percepção (RAHNE; BÖHME; GÖTZE, 2011). A percepção do ritmo pode incorporar contextos simples e outros bastante complexos.

Partindo do ponto de que os acentos regulares são uma característica universal da música, nossa percepção da métrica inicia quando acentos regularmente espaçados coincidem em dois ou mais níveis coordenados de periodicidade temporal no ritmo (SNYDER; LARGE, 2005). Podemos inferir que é essa estrutura métrica que nos faz perceber uma batida que possibilita um envolvimento da memória musical de longo prazo, uma atenção à indução do próximo evento (batida), e uma maior capacidade de antecipar padrões musicais (GRUBE; GRIFFITHS, 2009; ANDRADE; BHATTACHARYA, 2003). Esses processos ligados à memória e atenção explicam como a experiência justifica a melhor sincronização de ritmo/batida, como por exemplo, aquela exibida por músicos.

Motz et al. (2013) procuraram determinar a forma como o cérebro representa ritmos não métricos caracterizados por sons que ocorrem em momentos que não são espaçados uniformemente entre as batidas. Eles encontraram que a representação mental de sons repetitivos tem uma hierarquia métrica que mostra que reproduzir intervalos de igual duração que são subdivididos em espaços iguais é mais fácil do que reproduzir ritmos não métricos. Esta noção de emparelhar pulsos e pausas metricamente tem implicações para os tipos de estruturas rítmicas que os seres humanos são capazes de efetivamente representar e/ou reproduzir. A tendência humana para agrupamento auditivo é tão forte que pode ser aplicada até mesmo para sons fisicamente idênticos, como, por exemplo, a batida de um metrônomo eletrônico ouvido como “tick tack” quando, na verdade é “tick tick” (IVERSEN; PATEL; OHGUSHI, 2008).

Uma alta complexidade métrica afeta a precisão da codificação temporal de pulso e de sequências rítmicas quando expressa em sincronicidade dos movimentos do corpo com os

ritmos musicais. As investigações acerca da percepção de ritmo e circuitos neurais subjacentes revelam a sobreposição entre regiões do córtex premotor dorsal, córtex auditivo e áreas motoras suplementares, sensíveis à produção de sequências rítmicas e aquelas relacionadas ao movimento (CHEN et al., 2008a; KARABANOV et al., 2009; THAUT; ABIRU, 2010).

Sofianidis et al. (2012) verificaram que, enquanto compartilham informações perceptivas pelo contato auditivo, visual ou tátil, a sincronia interpessoal durante a oscilação rítmica surge espontaneamente quando as pessoas estão envolvidas em atividades rítmicas. Eles tinham duas premissas: a primeira era de que a sincronia interpessoal espontânea é mediada através do feedback háptico de outra pessoa e, a segunda, de que a força de sincronia não intencional é modulada pela longa experiência em dança. Os participantes foram divididos em três grupos com base na sua experiência em dança (grupo experiente, grupo iniciante e grupo misto). A tarefa foi executada sob duas condições de estimulação de oscilação: ritmo próprio (RP) e ritmo do metrônomo (RM) numa frequência pré-determinada de 0,25Hz. Ainda, estas duas condições eram realizadas de duas formas: com o contato leve da ponta do dedo indicador entre os parceiros, e sem nenhum contato do dedo. Resumidamente os resultados mostram que o contato leve do dedo foi um estímulo tátil que estabilizou a dinâmica de coordenação espontânea de duas pessoas oscilando ritmicamente. Por outro lado, em condições de estimulação externa, uma vantagem foi revelada: dançarinos experientes parecem integrar melhor o contato com o estímulo rítmico, que por sua vez resulta em forte sincronia interpessoal.

Mauerberg-deCastro e Moraes (2013), em seus estudos envolvendo ritmo, dança e pessoas surdas, apontam que existem possibilidades de transferência dos benefícios da percepção do ritmo, via visão, tato e audição, para a execução de tarefas acústicas em contextos dissociados da dança, como por exemplo, identificar diferentes instrumentos, ou discriminar pares de sons com distinções limiares de frequências. Antunes e Gouveia (2009) verificaram o desempenho de homens e mulheres em uma tarefa de discriminação sonora usando notas musicais com a hipótese de que as habilidades musicais são diferentes entre os sexos. A tarefa consistia em escutar 20 faixas compostas cada uma por dez sons, sendo cinco sons diferentes e cinco sons iguais, intercalados entre si. Primeiramente era apresentado um som modelo e o participante tinha que identificar qual dos sons diferentes apresentados nas faixas equivalia a um estímulo padrão. Os pesquisadores não encontraram diferenças estatísticas significantes entre o desempenho de homens e mulheres. No entanto, as mulheres que não possuíam experiência prévia apresentaram melhor desempenho na discriminação dos

sons, enquanto inversamente, os homens experientes musicalmente apresentam melhor desempenho do que as mulheres experientes.

Até aqui nos parece óbvio a importância da percepção de componentes básicos dos sons musicais (tom, timbre e tempo) que são enfatizados durante o treinamento de experts em música. Por exemplo, um violinista é treinado para prestar atenção aos sinais do tom para efetivamente afinar o violino. Em contrapartida, para um instrumentista tocar numa orquestra ele precisa ter o conhecimento do tempo (pontos de referência específicos no som). Por fim, um maestro depende dos sinais de timbre para identificar a contribuição dos diferentes instrumentos numa peça musical (KRAUS; CHANDRASEKARAM, 2010). Cabe entender agora como esses processos básicos de percepção rítmica se diferenciam entre cérebro de músico e não músico. Ou se existe um ponto onde as estruturas começam a ficar mais complexas e que irá refletir influências do tempo de experiência, talento musical e comportamento motor nessa expressão rítmica?

### **2.3. Aspectos neurofuncionais do sentido rítmico**

A propagação de sons musicais provoca nos ouvintes diversos tipos de reações psicoacústicas. Não só no ouvido, mas no interior do nosso corpo o som produz constantemente fenômenos de ressonância, alguns audíveis (e.g., batimento do coração) outros não (e.g., movimentos de fluidos teciduais e nas próprias células). Se bloquearmos o sistema visual, ainda assim poderemos detectar e reconhecer um objeto sonoro familiar ao ouvi-lo (COUTO; CARVALHO, 2009).

Cevellin e Lippi (2011) afirmam que existe uma interação entre os sistemas auditivo e visual, de tal maneira que o prazer em ouvir uma música torna-se mais completo quando a pessoa vê diretamente a reprodução ou apresentação dos músicos. Nesse aspecto podemos entender que a percepção auditiva engloba todo um conjunto de integração, organização e interpretação de sensações auditivas. Para Machado e Borloti (2009), a música combina sons e coordena fenômenos acústicos de uma forma cômoda e prazerosa aos ouvidos, além de exercer várias outras funções.

Bever e Chiarello (2009) relacionam as diferenças de atividade cognitiva às diferenças linguísticas hemisféricas cerebrais, sugerindo que o hemisfério esquerdo é especializado para a organização analítica, enquanto o hemisfério direito está adaptado para as associações diretas entre estímulos e respostas. A percepção da música tem sido uma exceção bem documentada para esta diferenciação inter-hemisférica. De acordo com estes autores, o reconhecimento de melodias simples foi melhor na orelha esquerda do que na direita. Esta

descoberta parece apoiar a ideia de que os hemisférios são especializados de acordo com a modalidade de estímulo-resposta como, por exemplo, a fala no hemisfério esquerdo e a visão e a música no direito. Por outro lado, os autores relatam que tais conclusões são simplistas, uma vez que não se considera os diferentes tipos de estratégias de processamento que os ouvintes usam em função de sua experiência musical. Por exemplo, a percepção da melodia para um ouvinte inexperiente pode ser um fenômeno Gestalt, uma vez que eles se concentram no contorno melódico global. Enquanto que para ouvintes experientes musicalmente a percepção da melodia é uma sucessão rítmica de tons em diferentes intervalos.

Nesse sentido, os efeitos da escuta musical no cérebro têm sido extensamente estudados usando métodos não invasivos de neuroimagem como o eletroencefalograma, imagem por ressonância magnética funcional (fMRI) e tomografia por emissão de pósitrons (PET), ou seja, o potencial evocado do tronco cerebral. Tais métodos permitem aos neurofisiologistas registrar a atividade cortical gerada por um estímulo sensorial periférico (ZANTO; SNYDER; LARGE, 2006; GRAHN; MCAULEY, 2009) e visualizar áreas cerebrais como córtex frontal inferior, giro temporal superior, giro supramarginal no córtex premotor lateral (SCHMITHORST; HOLLAND, 2003; WEHRUM et al., 2011) que são ativadas em resposta a estímulos musicais. Os registros revelam as vias que mostram como a música pode evocar emoções nos ouvintes nas diferentes regiões do córtex orbitofrontal, corpo estriado ventral, amígdala e hipocampo, observando padrões diferentes, dependendo da educação musical dos sujeitos (MONTINARO; 2010; CERVELIN; LIPPI, 2011; RAMOS; BUENO, 2012; MIENDLARZEWSKA; TROST, 2014).

Graças a essas técnicas, Stewart et al. (2006), usando casos de pacientes com lesões cerebrais, observaram que a avaliação sistemática da escuta musical afetada pela desordem cerebral depende da análise dos comportamentos perceptivos e cognitivos em tarefas de escuta musical. O avanço no estudo dos distúrbios decorrentes das lesões cerebrais permitiu fazer inferências sobre as bases cerebrais da escuta musical normal e sua topologia cortical. De acordo com Ballone (2005), a percepção da música como resultado de atividade neuropsicológica requer múltiplas funções cerebrais para executar e apreciar a harmonia, o ritmo e o timbre. Há evidências de que o treinamento musical induz alterações funcionais e estruturais no sistema auditivo.

Diferenças estruturais no cérebro de músicos em relação aos não músicos incluem maior volume de substância cinzenta nas áreas motoras, auditivas e regiões visuoespaciais. Ainda, a aptidão musical correlacionou-se com o volume do córtex auditivo primário e com respostas neurofisiológicas para tons senoidais nesta área. Sobretudo os músicos mostram

respostas eletrofisiológicas no córtex auditivo para informações de intervalo em melodias e no tronco encefálico ao ouvir intervalos musicais. Estas mudanças estruturais foram associadas com melhores habilidades auditivas e motoras, respectivamente. Tomados em conjunto, estes dados sugerem que o treinamento musical pode causar mudanças funcionais e estruturais no cérebro ao longo de nossas vidas, e que essas mudanças podem melhorar o processamento de música (BEVER; CHIARELLO, 2009; KRAUS; CHANDRASEKARAN, 2010).

Os sons musicais são essencialmente baseados em processamento neurológico de informações acústicas, tanto decorrentes dos mecanismos neurais inatos (operações de processamento primário), como da informação auditiva em contextos de vivência cultural (mensagens armazenadas e operações de processamento aprendidas) que se associam às emoções desencadeadas pelos estímulos musicais (RIOS; REZENDE; PELA; ORTIZ; PEREIRA, 2007). A música acessa diretamente áreas límbicas que controlam nossos impulsos, emoções e motivação. Estudos comprovam melhoras nos estados de ânimo com interferência da música (NAKAMURA; DEUTSCH; KOKUBUN, 2008; PAIVA; VOLP, 2007; DEUTSCH, 2004). Iakovides et al. (2004) encontraram diferenças na percepção musical de indivíduos normais e pacientes psiquiátricos em diferentes tipos de psicopatologias. Eles afirmam que a música tem a capacidade de influenciar no humor, faz reviver certos momentos, e incita sentimentos. Música contribui para a comunicação porque transmite informação com elementos semânticos e emocionais. Esses elementos indicam o envolvimento do sistema nervoso central através de processos de integração e interpretação, juntamente com o processamento auditivo periférico.

De fato, algumas pesquisas têm revelado o impacto no sistema nervoso central (reconhecimento, dominância hemisférica), do estímulo musical nas reações humanas (LUIZ; ARAÚJO, 2003; IAKOVIDES et al., 2004; STEWART et al., 2006; PAVLYGINA et al., 2010). Outra constatação importante é que as áreas cerebrais ativadas pela função musical variam com a experiência e com o treinamento musical. Acredita-se que as músicas capazes de chamar nossa atenção possuam uma estrutura melódica e temporal (harmonia e ritmo) suficientemente significativa para desencadear processos mentais automáticos de análise que criam expectativas sobre como a melodia deve prosseguir, desde as primeiras notas ouvidas. Assim, o indivíduo continua exibindo o padrão temporal e melódico mesmo após a tarefa psicoacústica rítmica ter encerrado (BISPHAM, 2006).

Existem aspectos da percepção do ritmo que evocam funções psicoacústicas comuns entre pessoas tanto com como sem experiência musical. Por exemplo, o padrão de subida e descida de notas musicais e intervalos (distância de tom entre as notas) são elementos básicos

da música sendo codificados automaticamente, inclusive pelo cérebro de não músicos (SILVA; GALDINO; GADELHA; ANDRADE; SANTOS, 2013).

Num estudo sobre a dominância cerebral em músicos e não músicos, Bever e Chiarello (2009) relataram que ouvintes musicalmente experientes reconhecem melodias simples de forma mais acurada na orelha direita do que na esquerda, enquanto o inverso é verdadeiro para os ouvintes inexperientes. Eles descobriram que os ouvintes musicalmente sofisticados reconheciam com precisão trechos isolados a partir de uma sequência de tons, enquanto os ouvintes musicalmente inexperientes não exibiam tal desempenho. No entanto, as pessoas inexperientes reconheceram as sequências de tons inteiros, principalmente quando os estímulos foram apresentados no ouvido esquerdo e os músicos experientes reconheceram a sequência inteira melhor no ouvido direito. A interpretação aqui é que os sujeitos musicalmente treinados podem organizar uma sequência melódica em termos da relação interna de seus componentes psicoacústicos. Isto é sustentado pelo fato de que apenas os ouvintes experientes poderiam reconhecer com precisão os fragmentos de duas notas como parte dos estímulos completos. Tanto a percepção melódica quanto a temporal requer processamento de informações auditivas locais e globais. A informação local inclui a identificação de intervalos específicos entre sons e valores discriminatórios de duração dos sons. Já a informação global, por outro lado, inclui a identificação da melodia e da métrica de uma música. Por exemplo, existem estratégias locais para a percepção da duração e da distância temporal entre eventos auditivos (ritmo), e existem mecanismos globais para a percepção da métrica (a variação temporal dos pulsos recorrentes fornecendo unidades de duração pelas quais reconhecemos uma valsa ou uma marcha) (ANDRADE; BHATTACHARYA, 2003, NUNES, LOUREIRO, HAASE, 2012).

Nunes et al. (2012) afirmam que esta lateralização para o hemisfério esquerdo em músicos foi atribuída ao fato de que o treinamento musical leva ao processamento perceptivo mais detalhado da informação local, que é predominantemente baseada no hemisfério esquerdo. Em pacientes com lesões do hemisfério esquerdo, o processamento do intervalo local é desordenado, mas a percepção global do contorno geralmente permanece intacta.

Muitos pesquisadores desenvolveram estudos a fim de compreender os mecanismos psicoacústicos envolvidos na percepção e produção de ritmos (CHEN; REPP; PATEL, 2002; REPP, 2005; BRAUN; REBOUÇAS; RANVAUD, 2009). No controle de movimento rítmico, a entrada neural (i.e., estrutura periférica neurossensorial; o ouvido interno, por exemplo.) é combinada com um segmento corporal (i.e., periférico) dinâmico que produz movimento

sincronizado. Esta combinação resulta em produção de movimentos dançados, movimentos de tocar um instrumento musical ou o próprio canto.

No nível neuronal, a atividade rítmica desempenha um papel importante em vários aspectos da função do sistema nervoso (LEVY-TZEDEK; BEN TOV; KARNIEL, 2011). Protocolos utilizando o *finger tapping* (coordenação da ação de bater o dedo em sincronia com eventos rítmicos externos) têm mostrado resultados com implicações tanto do ponto de vista neurofisiológico quanto no campo prático da música (BRAUN; REBOUÇAS; RANVAUD, 2009). Kelso e colaboradores (KELSO, 1984; HAKEN; KELSO; BUNZ, 1985; KELSO, DELCOLLE, SCHÖNER, 1990; KELSO, ZANONE, 2002; KELSO, LAGARDE, 2006) nas últimas quatro décadas realizaram estudos sobre a dinâmica de coordenação rítmica. Pesquisando equações de movimento, eles buscaram detectar parâmetros que alteram a estabilidade rítmica e, portanto, modificam os padrões de coordenação ao longo do tempo. O acoplamento não linear entre os componentes que dão origem à coordenação motora revela que suas descobertas aplicam-se também à coordenação de movimentos rítmicos. Estes estudos sugerem que o acoplamento percepção-ação entre estímulos visuais e auditivos nas respostas motoras (e.g., oscilação postural, movimento coordenado no malabarismo, e outros) é mediado pelo sistema nervoso central e está sujeito a restrições biomecânicas que não podem ser alteradas pela intenção, ou seja caracterizam uma sincronização espontânea. Modos preferidos de coordenação foram capturados primeiramente no modelo de Haken, Kelso e Bunz (1985), conhecido como modelo HKB. Este modelo descreve a relação espaço-temporal entre os osciladores acoplados em termos da sua fase relativa, mostrando o aparecimento de dois estados atratores estáveis (estado em fase e estado anti-fase). As transições entre estados estáveis dependem de parâmetros de controle, como a frequência imposta para a oscilação, a diferença entre as frequências próprias dos dois osciladores, além da experiência prévia e aprendizagem (SOFIANIDIS et al., 2012). Até aqui os estudos giravam em torno da sincronização espontânea durante a comunicação por meio de feedback sensorial. Lagarde e Kelso (2006) demonstraram um processo de integração sensorial multimodal parametrizado pela taxa e contexto no qual o toque e som estão veiculados em uma única unidade coordenativa na dinâmica percepção-ação.

A interação entre as redes neurais do sistema auditivo e motor é mediada pela via auditiva dorsal que conduz o sinal psicoacústico a partir do giro temporal superior posterior, para pré-motor, pré-frontal, e córtex motor (KARABANOV et al., 2009). A via auditiva dorsal é ativada na produção de sequências rítmicas, independentemente se o ritmo foi aprendido através das modalidades auditivas ou visuais, sugerindo que todos os ritmos

aprendidos para efeitos de produção, pelo menos, com formação em curto prazo, são mantidos por meio de uma representação auditivo-motora (CHAPIN et al., 2010). Autores como Jantzen et al. (2007) e Lewis et al. (2004) em seus estudos procuram verificar a função específica destas áreas para a realização de tarefas rítmicas.

Por exemplo, Lewis et al. (2004) identificou áreas neurais ativadas durante a tarefa de *finger tapping* com estímulos auditivos através do protocolo de inicialização, sincronização e continuação de fases. A tarefa consistia em primeiro ouvir o estímulo auditivo para identificar o ritmo, seguido pela sincronização da batida do dedo ao estímulo ouvido e, após a interrupção do estímulo sonoro continuar a bater o dedo no mesmo ritmo. Foi observado que no início da tarefa as áreas ativadas são o córtex pré-motor, córtex motor suplementar e pré-suplementar bilaterais, córtex pré-frontal dorsolateral e gânglios da base. Na fase de sincronização o córtex motor suplementar continua ativo com envolvimento do córtex pré-motor ventral e dorsal, córtex pré-frontal dorsolateral e o córtex motor primário direito. Já na fase de continuação da tarefa não foi observada uma maior ativação do córtex motor suplementar bilateral e nem dos gânglios da base. Deste modo, Lewis e colaboradores (2004) sugerem que tanto o córtex pré-motor, motor e suplementar estão ligados à seleção dos parâmetros temporais, e a ativação do córtex pré-frontal estaria envolvida com o monitoramento dos erros temporais. Por outro lado, na fase de continuação a ausência de atividade, autores indicam que não é possível ocorrer ajustes posteriores nos processos de controle da produção do tempo, uma vez que a sequência de movimento foi selecionada e iniciada (LEWIS et al., 2004; DHAMALA et al., 2003).

Um estudo realizado em 2009 por Braun, Rebouças e Ranvaud verificou se a precisão da sincronização das batidas sucessivas do dedo a estímulos externos é alterada em função das modalidades dos eventos temporais. Para tanto, dois experimentos psicofísicos com estímulos luminosos e estímulos auditivos foram utilizados. Ao participante cabia a tarefa de sincronizar a batida do dedo da forma mais regular e precisa com os estímulos luminosos e com os estímulos auditivos. Os resultados obtidos neste trabalho confirmaram a hipótese de que a percepção rítmica é mais fortemente ligada ao sistema auditivo do que ao sistema visual (BRAUN; REBOUÇAS; RANVAUD, 2009).

Patel et al. (2008) apontam que a percepção e sincronização em sequências rítmicas visuais são consideravelmente mais difíceis do que nas sequências auditivas. O cérebro controla o movimento rítmico através de circuitos neurais combinando informação visual com informação proprioceptiva nos membros (LEVY-TZEDEK; TOV, KARNIEL, 2011).

Dançarinos profissionais são treinados em sentir os movimentos do parceiro através do contato visual e das mãos para sincronizar seus movimentos com dos outros membros do grupo. Ao mesmo tempo, eles são treinados a sincronizar seus movimentos com as batidas da música acompanhada através do feedback auditivo (ELLIOTT; WING; WELCHMAN, 2010). Os estudos acima indicam que os estímulos auditivos contribuem para uma sincronização mais precisa, então a próxima etapa é olhar a integração dessa percepção-ação que é a sincronização da ação aos ritmos percebidos auditivamente.

Repp (2005) afirma que a sincronia sensório-motora em que uma ação é coordenada temporalmente a um evento sonoro a partir da sua recorrência regular é de fundamental importância nas atividades que ligam música ao movimento. Para Braun, Rebouças e Ranvaud (2009) esta sincronia se torna indispensável para as atividades nas quais os movimentos precisam ser coordenados de maneira precisa como no caso do esporte, a dança e a música.

Quando as pessoas ouvem música, elas geram expectativas temporais. Um exemplo disto está na dança aos pares em que os passos dados estão em sincronia perfeita com a música. Lembrando que esta sincronização, como disse Sofianidis et al. (2012), é mediada por mecanismos de feedback sensorial, como o contato visual e informação háptica tátil trocadas pelas mãos dadas. Os seres humanos mostram uma capacidade natural para dançar—isto é, seguir um pulso auditivo ou “batida” na música e, espontaneamente, buscam sincronizar seu movimento (PHILLIPS-SILVER et al., 2011).

Chen, Penhune e Zatorre (2008a) investigaram o acoplamento e desacoplamento da percepção-ação dentro do contexto do processamento do ritmo musical para testar a hipótese de que um evento puramente perceptual dissociado de processos de ação ainda pode envolver o sistema motor. Os dados foram coletados através de ressonância magnética funcional (fMRI). O objetivo principal do estudo foi determinar se as regiões motoras do cérebro ainda estão envolvidas quando só se ouve ritmos musicais sem prestar atenção a eles, ou antecipando a escuta, e em seguida realizando a sincronização dos movimentos com o estímulo. Os resultados encontrados confirmam que as três regiões motoras (córtex motor primário, área pré-motora e área motora suplementar) são sensíveis a diferentes aspectos do acoplamento e desacoplamento da percepção-ação. Regiões auditivas no giro superior posterior temporal também foram ativadas durante a percepção e sincronização de ritmos musicais. Estas respostas básicas e de ordem superior do córtex pré-motor permitem afirmar que ele é um ponto importante para as interações som-movimento durante comportamentos

complexos, tais como desempenho da música, e podem explicar parcialmente o impulso muitas vezes irresistível para seguir uma batida ao ouvir uma música.

#### **2.4. Sincronia: a procura da batida perfeita**

A maioria das pessoas, mesmo que de uma forma não profissional, consegue reconhecer uma pessoa musicalmente talentosa; no entanto, medir objetivamente esse grau de talento é um desafio aos pesquisadores. A *performance* musical pode ser caracterizada pela realização artística em um instrumento musical, e envolve controlar os processos cognitivos relacionados à *performance* como os aspectos auditivos, motores, visuais e cinestésicos (ALVES, 2013). A expertise musical tem efeito sobre as respostas emocionais no sentido que músicos processam a informação emocional de forma mais aprimorada do que os não músicos, apresentando respostas emocionais mais consistentes dos músicos em relação a respostas emocionais dos não músicos (RAMOS; BUENO, 2012).

Os efeitos benéficos da música no cérebro já foram confirmados em pesquisas (SCHMITHORST; HOLLAND, 2003; CHANDRASEKARAN; KRAUS, 2010; CERVELLIN; LIPPI, 2011; MIENDLARZEWSKA; TROST, 2014), mas o talento musical pode ser medido através da avaliação individual dos elementos musicais como a percepção de timbre, ritmo, memória musical, intensidade, altura e intervalo promovendo a aplicação de técnicas eficientes e pesquisas diversificadas por diversos profissionais que tenham interesse nessa área (FARIA, 2014).

Nessa perspectiva, os poucos testes de avaliação em ritmo encontrados na literatura estão mais direcionados à detecção de efeitos da prática musical e da dança, e seguem uma abordagem de conhecimento sobre estas práticas e sobre suas reações emocionais.

Testes ou tarefas que avaliam funções psicoacústicas direta ou indiretamente ligadas ao ritmo e percepção auditiva em geral integram respostas a inputs sonoros para ondas puras (i.e., geralmente frequências geradas em osciloscópios com ondas sinusoidais) ou, em alguns casos, sons musicais com notas isoladas em simples estruturas. Por exemplo, Mauerberg-deCastro e Moraes (2013) resgatando o clássico teste de estruturação rítmica (monotônica) de Mira Stambak, organizaram tarefas rítmicas cujas estruturas sonoras eram apresentadas via input auditivo e visual separadamente para avaliar efeitos de transferência após um período de treinamento com dança em um grupo de surdos. A resposta dos avaliados era através de escuta de cada estrutura seguida de reprodução por meio de batidas numa superfície. O avaliador computava se houve o acerto ou erro. Nesta mesma abordagem com o treinamento

com dança em surdos, Mauerberg-deCastro (1989) organizou várias tarefas de discriminação de frequências sonoras utilizando métodos de escolha forçada nos quais os indivíduos eram solicitados a discriminar se um tom era mais alto ou mais baixo em um par de sons sequenciais, e se um tom era de comprimento mais curto ou mais longo em um par de sons sequencias. Essas tarefas psicoacústicas revelam habilidades auditivas básicas que normalmente demandam baixo nível de tomada de decisão cognitiva, pois estimulam periféricamente as células auditivas. Fatores atencionais e de compreensão são sempre as maiores barreiras na aplicação dessas tarefas em grupos com deficiência ou condições alteradas na percepção.

Outro estudo por Mauerberg-deCastro (1993) em crianças com atraso no desenvolvimento observou funções psicoacústicas de discriminação de frequências via métodos de escolha forçada e passa-falha cujas tarefas eram automaticamente ajustadas (i.e., tarefas adaptativas, ou *stepwise*) ao desempenho individual momento a momento. O objetivo foi determinar através das tarefas em escolha forçada a distância mínima entre frequências do espectro da fala (i.e., 500, 1000 e 2000 Hz) que eram discriminadas e ainda determinar a rapidez da resposta em cada estímulo teste. Nas tarefas passa-falha, os parâmetros avaliados incluíram o limiar diferencial para as três frequências, limiar de incerteza, quantidade de erros por omissão e erros por alarme falso coletados de uma sequência de sons idênticos randomicamente intercalados com sons discriminantes por 30 segundos. Todas as vezes que o som discriminante ocorria, o participante deveria apertar imediatamente o teclado indicando o reconhecimento do som diferente. Os parâmetros da resposta eram processados a partir de batidas com a mão sobre teclas integradas ao programa computacional das tarefas psicoacústicas. Neste estudo, fatores atencionais foram identificados como restrições importantes em ambos os métodos.

Correia et al. (1998) estudou as relações entre as funções musicais e a lateralização de atividade paroxística<sup>2</sup> no eletroencefalograma interictal em pacientes portadores de epilepsia parcial e aplicou os seguintes testes:

1. Ritmo Espontâneo – que consiste na avaliação do tempo escolhido espontaneamente por cada indivíduo para reproduzir com a mão dominante uma atividade motora simples, no caso, 21 pulsos de estruturas rítmicas monotônicas (STAMBAK, 1968).

---

<sup>2</sup> Atividade paroxística refere-se a um evento clínico caracterizado por manifestações comportamentais (e.g., balanceios, tremores, clonia, etc.) intensas, súbitas, com início e fim determinados que podem corresponder a alterações súbitas em diversas partes do organismo, em geral, causando disfunções ou hiperfunções de um órgão ou sistema.

2. Teste de Percepção dos Parâmetros Musicais – avalia a capacidade auditiva de duração, timbre, altura, intensidade e ritmo. Neste teste os indivíduos tinham que distinguir os sons fracos dos fortes, os sons agudos dos graves de sequências sonoras, e o timbre do piano entre os do violino e flauta de Pan. Para a percepção rítmica, o teste inclui uma célula rítmica (grupos de figuras de notas usadas na música escrita) para ser percebida dentro de uma frase rítmica (composta por quatro ou oito compassos).

3. Testes para Avaliação das Funções de Reconhecimento e Reprodução de Padrões Musicais e Rítmicos (practognosias musicais - reconhecimento e reprodução de parâmetros musicais e organização e reprodução de movimentos corporais rítmicos). Este teste envolve atividades motoras relacionadas ao esquema corporal. O examinador realizava uma sequência de gestos utilizando partes do corpo: estalos, palmas e palmadas nos joelhos, produzindo ritmos e o participante deveria imitá-lo.

4. Teste de Transposição Musical Áudio-motora que avalia a capacidade do indivíduo de reproduzir estruturas rítmicas por imitação, ou seja, de realizar a atividade motora imediatamente após a apresentação do modelo rítmico produzido pelo examinador, obedecendo ao andamento e o número de batidas.

Outra bateria de teste para mensurar capacidades musicais muito utilizada na literatura é o *Seashore Measures of Musical Talents*. Carl Seashore (1939). O criador do teste acreditava que a capacidade de reconhecimento auditivo era determinada geneticamente, e que a aptidão musical se resumia em discriminação auditiva de fenômenos sonoros e/ou elementos musicais. Neste caso, os resultados dos testes corresponderiam à aptidão fixa da pessoa testada, mantendo o mesmo resultado se fosse testada em outras ocasiões. Essa bateria era dividida em: altura das notas, intensidade, tempo, timbre, memória tonal e ritmo. Para testar a capacidade rítmica o indivíduo deveria indicar se o segundo padrão rítmico (entre 30 pares) era igual ao primeiro.

No campo da dança, a avaliação do ritmo sugerida por Johnson e Nelson (1979) é o “tempo *test*” de Lemon e Sherbon (1934) que tem como objetivo medir a habilidade de reproduzir um ritmo imposto. Para a avaliação do ritmo um metrônomo é utilizado em três velocidades (andamentos), que são reproduzíveis por andadura normal. As velocidades são 60, 120 e 184 e o número de passos ideais para cada velocidade em 10 segundos é: 12, 22 e 32 passos respectivamente. Primeiramente o executante apenas ouve a primeira velocidade por 10 segundos e logo após quando o metrônomo parar ele deve andar por 10 segundos o mais próximo possível da velocidade percebida. O avaliador controla o tempo de reprodução e marca o número de passadas realizadas. A análise dos dados é composta pela diferença dos

valores (absolutos) entre o número de passadas do executante e o número de passos ideal em cada velocidade. Dessa forma se o participante na primeira velocidade realizou 11 ou 13 passos, o nível de performance deste participante é excelente como mostra a tabela abaixo.

**Tabela 1** – Valores do desvio do total de pontos referentes ao nível de performance.

<b>Desvio total</b>	<b>Nível de performance</b>
*2 – 1	Excelente
4 – 3	Bom
7 – 5	Médio
9 - 8	Pobre
> - 10	Muito pobre

\*Número de desvios das batidas para as três velocidades

Outro teste rítmico na área da dança é o de dança de salão em que os pares devem dançar um passo (de determinado ritmo da dança de salão) com a música. Os executantes são orientados a escutar a música e o número de compassos solicitados antes de iniciar sua movimentação. A contagem dos pontos é feita a cada passo completo pelo executante que então recebe um ponto. Ao final da música conta o número de passos que precisa estar de acordo com o número de compassos.

Nunes e colaboradores (2012), em seu artigo sobre amusia traduziram e validaram a *Montreal Battery of Evaluation of Amusia* – MBEA, uma bateria de teste que avalia as habilidades musicais, dentre eles o ritmo permitindo o diagnóstico de diferentes déficits musicais. Na MBEA o ritmo é avaliado através da comparação de diversos grupos de duas frases musicais em que o participante terá que dizer se são iguais ou diferentes. As frases diferentes são alteradas em duas notas adjacentes, modificando-as em seus valores, porém mantendo a mesma métrica e o número total de sons. O teste possui confiabilidade de 88%, especificidade de 98%, valor preditivo positivo de 88% e valor preditivo negativo de 98% para detectar amusia congênita autorreferida.

Vimos que as reações à música envolvem a ativação de uma ampla gama de áreas cerebrais relacionadas à percepção de altura, timbre, ritmo, à decodificação métrica, à sincronização e modulação do sistema de prazer e recompensa que acompanham nossas reações psíquicas e corporais à música (MUSZKAT, 2012).

As abordagens conceituais do presente estudo integram aspectos do funcionamento do sistema auditivo e fenômenos psicoacústicos no campo do ritmo. Os fenômenos do processamento da informação desde a transdução do som configurando modalidades de percepção, em particular a rítmica, se evidenciam nas funções motoras subordinadas ao ciclo

percepção-ação. Neste estudo em questão, o interesse na área rítmica é olhar como indivíduos respondem às propriedades temporais do ritmo em testes psicoacústicos de reprodução de estruturas rítmicas (e.g., sequências monotônicas e musicais de variados níveis de complexidade) através do padrão perceptivo-motor e como essas respostas mudam com a experiência musical.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo geral**

O presente estudo tem como foco principal avaliar os efeitos da experiência musical, no campo da dança e da música, no padrão perceptivo-motor de reprodução de estruturas psicoacústicas rítmicas monotônicas e musicais de crescente complexidade.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Verificar se há diferenças de desempenho entre os grupos com e sem experiência musical em testes psicoacústicos com estruturas rítmicas monotônicas e musicais.
- Identificar se existem diferenças no desempenho dos participantes no teste de estruturas rítmicas monotônicas comparado ao teste de estruturas rítmicas musicais.
- Analisar se a memória imediata afeta a regularidade temporal da resposta rítmica em teste com estruturas rítmicas monotônicas com o aumento da complexidade.
- Analisar como o padrão perceptivo-motor de sincronização rítmica dos participantes no teste musical se apresenta em termos de magnitude de variabilidade ao longo das estruturas rítmicas de crescente complexidade.

#### **4. HIPÓTESES**

1. O desempenho nos testes do grupo com experiência musical formado por músicos é superior a um grupo com experiência musical formado por dançarinos, e ambos mostram desempenho superior a um grupo sem experiência musical.
2. O desempenho dos participantes no teste de estruturas rítmicas monotônicas é superior comparado ao teste de estruturas rítmicas musicais.
3. A regularidade temporal da resposta sequencial ao padrão psicoacústico das estruturas rítmicas monotônicas deteriora à medida que aumenta a complexidade da tarefa.
4. O sincronismo entre o componente motor e o padrão temporal psicoacústico das estruturas rítmicas mudam (i.e., incremento na taxa de desvio temporal medido pela variabilidade estatística) com o aumento da complexidade das estruturas rítmicas musicais e em função da experiência musical.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. Aspectos éticos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista - Campus de Rio Claro/SP, sob o protocolo de número 9103 e decisão de número 032/2013 (Anexo I). Como procedimento ético exigido para realização da pesquisa, os participantes selecionados assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice I) redigido especificamente para este estudo, tendo ciência a respeito de sua participação.

### 5.2. População e amostra

A amostra do estudo foi constituída por 60 indivíduos, adultos jovens, de ambos os sexos, residentes no Estado de São Paulo. Selecionados previamente, os participantes compuseram um de três grupos, a seguir: 1) Grupo com experiência musical constituído por músicos profissionais ou amadores (MU;  $n = 20$ ) que tocassem qualquer tipo de instrumento musical. 2) Grupo com experiência musical constituído de dançarinos ou bailarinos (DA;  $n = 20$ ) que praticassem uma ou mais modalidades de dança, e 3) Grupo sem experiência musical (SE;  $n = 20$ ) que não tivessem tido nenhuma experiência com dança e/ou instrumento musical.

#### 5.2.1. Critérios de inclusão

Foram considerados os seguintes critérios de inclusão para participação na pesquisa:

**Para participantes músicos:** 1) ser músico profissional ou amador e tocar seu instrumento no mínimo por três anos; 2) ter feito aulas de teoria musical por pelo menos um ano.

**Para os participantes bailarinos:** 1) praticar qualquer modalidade de dança por mais de um ano; 2) frequentar aulas de dança no mínimo duas vezes por semana com o mínimo de uma hora de prática cada sessão.

**Para os participantes sem experiência com ritmo:** 1) não saber tocar nenhum instrumento musical; 2) não ter participado de aulas de dança consecutivamente por no mínimo seis meses.

**Para todos os participantes:** 1) não ter nenhum histórico de doença neurológica, perda sensorial (auditiva e visual) ou motora.

### 5.2.2. Critérios de exclusão

**Para todos os participantes:** 1) Usar implante coclear ou qualquer outro aparelho auditivo; 2) Ter algum histórico de doença neurológica, perda sensorial auditiva e visual ou motora nos membros superiores. 3) Incapacidade de compreender as tarefas deste estudo.

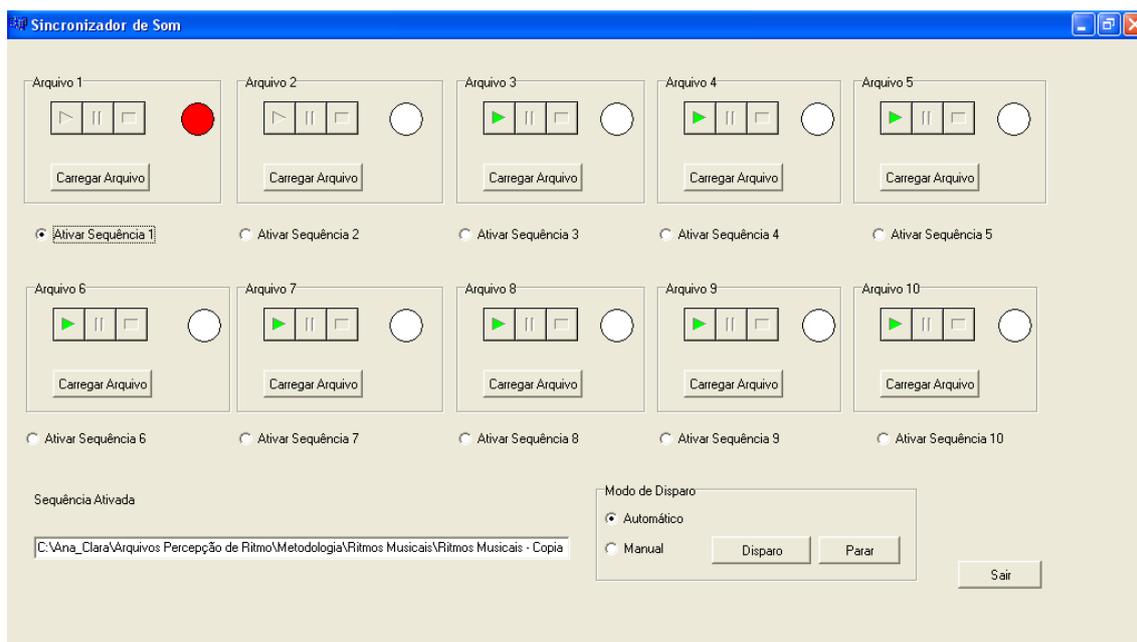
### 5.3. Instrumentos para a coleta de dados

- a. Dois fones de ouvido som estéreo HI-FI. Um duplicador de áudio P2 com cabo P2 macho X 2 saídas P2 fêmea Yasin Y11445 (Figura 1).
- b. *Notebook* da marca HP, modelo G42-214BR, tela de 14 polegadas.
- c. Questionário de identificação e classificação do participante (Apêndice II).
- d. Célula de carga da marca *EMG System* do Brasil.
- e. *Software EMG System* da célula de carga.
- f. Dois computadores: um para reproduzir os arquivos de áudio (PC1) e o outro para o registro dos dados da célula de carga para (PC2).
- g. *Software Finale* 2010.
- h. *Software Borland C++ Builder*.
- i. Adaptador de madeira para expansão da superfície da célula de carga
- j. Banco de madeira para apoio da célula de carga.
- k. Teste de ritmo de Mira Stambak (Zazzo, 1968) (Anexo II).
- l. Teste de percepção e reprodução de ritmos musicais (Anexo III).

### 5.4. Protocolo de avaliação

#### 5.4.1 Programa de armazenamento e reprodução dos arquivos de som

Um programa de armazenamento e reprodução dos arquivos de som funcionou em paralelo ao *Software EMG System* da célula de carga. A construção do programa contou com a participação de um profissional de informática. O sincronizador de som foi construído através do *Software Borland C++ Builder* com capacidade de armazenar dez arquivos por vez (Figura 1).



**Figura 1.** Programa do sincronizador de som (Fonte: Registro da pesquisadora, 2015).

Para a coleta dos dados usamos dois computadores: o primeiro para instalação do programa de armazenamento dos arquivos que geraram as estruturas sonoras em cada tarefa experimental, e o segundo para processar os dados da célula de carga (60 Hz) que foi usada para a captura das batidas com os dedos durante as tarefas rítmicas. Os dois computadores estavam interligados por um sistema de sincronização entre a célula de carga e o *software* gerador de som.

#### 5.4.2. Construção dos testes rítmicos

Todos os estímulos rítmicos dos dois testes foram preparados a nosso convite por um músico profissional. O padrão de resposta deste profissional foi gravado como padrão de excelência de resposta rítmica em cada teste rítmico. O primeiro teste baseou-se na segunda prova de ritmo de Mira Stambak (Zazzo, 1968) – reprodução de estruturas rítmicas -, que consiste em 21 estruturas rítmicas monotônicas representadas por pulsos e pausas (curtas e longas) (Quadro 1).

**Quadro 1** – Estrutura e composição da segunda prova de ritmo de Mira Stambak.

<b>Estrutura</b>	<b>Composição</b>	<b>Estrutura</b>	<b>Composição</b>
(ensaio)	ooo		
1	oo oo	11	ooooo
2	o oo	12	oo o oo
3	o o o	13	oooo oo
4	oooo	14	o o o oo
5	o ooo	15	oo oooo o
6	oo o o	16	o oooo oo
7	oo oo oo	17	oo o o oo
8	oo ooo	18	ooo o oo o
9	o o o o	19	o oo ooo oo
10	o oooo	20	o oo oo o oo

Fonte: Manual para o exame psicológico da criança – Zazzo, 1968

Com esta prova, Stambak (1968) publicou um artigo propondo avaliar o desenvolvimento do ritmo em crianças. Nessa prova, os autores avaliaram o desempenho de crianças sem e com distúrbios de aprendizagem quanto à estrutura temporal e à reprodução motora de sequências auditivas. Os principais resultados mostraram que as estruturas de três e quatro batidas são bem realizadas aos 6 anos; as de cinco batidas, aos 8 anos; as de seis batidas aos 10 anos. A partir da estrutura com mais de seis batidas, a porcentagem de erro sobe para 50%. Esse estudo revelou que aos 6 anos, a estruturação temporal não está ainda consolidada em acurácia, mas aos 7 anos um grande número de estruturas é reproduzido corretamente, indicando uma evolução neste domínio do desenvolvimento psicomotor. Com o aumento da idade ocorre também a possibilidade da criança estruturar conjuntos rítmicos sempre mais longos e mais complexos. Por outro lado, as crianças com quadro de distúrbios de aprendizagem mostraram êxito na realização do teste quando comparadas às crianças sem distúrbios. A autora concluiu que existe uma ligação estreita entre a aquisição da linguagem e leitura e as possibilidades de estruturação temporal tal qual é avaliada nesta prova.

Para o primeiro teste optamos por realizar uma adaptação dessa segunda prova de ritmo. O músico percussionista reproduziu as 21 estruturas rítmicas em um cajón<sup>3</sup> (Figura 2),

<sup>3</sup> O cajón surgiu com os escravos africanos na costa do Peru que, na falta dos instrumentos originais da sua cultura, tiveram que improvisar com caixotes (cajón é aumentativo da palavra “caja” que significa caixa em espanhol). Os primeiros cajóns peruanos consistiam em uma caixa simples com cinco lados de madeira grossa. O

que é um instrumento musical de percussão extremamente versátil e, ao mesmo tempo, é um tambor, um suporte e um assento numa caixa só.

Após a reprodução no instrumento cada estrutura foi gravada no *Software Finale 2010* e transformada em arquivo digital na extensão mp3. Cada pulso foi mantido com valores constantes de 140ms e cada pausa curta com 60ms e cada pausa longa com 260ms.



**Figura 2.** Cajón - instrumento de percussão (Fonte: Foto cedida pelo músico, 2015).

Já o segundo teste de percepção e reprodução de ritmos musicais foi construído exclusivamente para esta pesquisa. As sequências foram elaboradas pelo mesmo profissional que escreveu 10 ritmos musicais (Figura 3 e 4). As sequências incluíram a primeira, segunda e terceira série do método “Pozzoli – guia Teórico Prático” para o ensino do ditado musical com as proposições rítmicas formadas a partir da unidade de tempo da figura de valor semínima | ♩ |, colcheia | ♪ | e semicolcheia | ♫ | com aumento de complexidade temporal (pulsos fortes e fracos). A elaboração destes ritmos foi feita no *software* de gravação *Audacity 1.3.12-beta* com 32 compassos quaternários (4/4) repetidos à velocidade de 100 bpm e duração de 1 minuto e 20 segundos (POZZOLI, s.d.). Igualmente à primeira tarefa, esta foi reproduzida no Cajón, gravada e transformada em arquivo digital na extensão mp3. Depois de realizados alguns testes para verificação da eficiência da tarefa, notou-se a necessidade de adequação no

---

sexto lado, feito de uma camada mais fina de madeira era usado como a superfície de batida e um buraco recortado na parte de trás para permitir a saída do som. O cajón atravessou fronteiras e teve espaço nas expressões musicais de diferentes culturas pelo mundo. É muito utilizado na música flamenca e possui uma sonoridade ideal para acompanhar palmas, sapateado e guitarras flamencas (JENNINGS, 2016).

tempo de duração total do teste, velocidade e número de repetições dos ritmos. Desta maneira na versão final cada ritmo foi gravado com 13 repetições com velocidade a 100bpm e duração de 45 segundos no final de cada estrutura.

### 'Ritmo/Batida/Nível' 1

Drum Set

The image shows a musical score for a drum set, labeled 'Ritmo/Batida/Nível' 1. It consists of 32 measures of music, arranged in seven lines. The first line starts with a 'Drum Set' label and a 3/4 time signature. The notation uses a single staff with a drumhead icon at the beginning. The rhythm is simple, consisting of quarter notes and eighth notes. The measures are numbered 1 through 32. The pattern repeats every 4 measures: measures 1-2 are quarter notes, and measures 3-4 are eighth notes.

**Figura 3.** Proposição rítmica simples.

### 'Ritmo/Batida/Nível' 10

Drum Set

The image shows a musical score for a drum set, labeled 'Ritmo/Batida/Nível' 10. It consists of 32 measures of music, arranged in seven lines. The first line starts with a 'Drum Set' label and a 3/4 time signature. The notation uses a single staff with a drumhead icon at the beginning. The rhythm is complex, consisting of many sixteenth and thirty-second notes. The measures are numbered 1 through 32. The pattern repeats every 4 measures: measures 1-2 are sixteenth notes, and measures 3-4 are thirty-second notes.

**Figura 4.** Proposição rítmica complexa (Fonte: Cedido pelo músico profissional, 2013).

## 5.5. Procedimento

O estudo teve como apoio estrutural e logístico o Laboratório de Ação e Percepção (LAP), pertencente ao Departamento de Educação Física do Instituto de Biociências da UNESP, campus Rio Claro. Os participantes previamente agendados foram recebidos individualmente em ambiente preparado para a coleta. Inicialmente, as normas referentes aos aspectos éticos foram cumpridas com esclarecimentos quanto à participação, conhecimento dos objetivos e testes a serem realizados, assim como dos riscos e qualquer outra informação solicitada. Após tais esclarecimentos, o participante, se de acordo, assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, preencheu o questionário de identificação e classificação do participante para caracterização da amostra, contendo dados sociodemográficos, informações sobre o tempo de conhecimento musical e tempo de prática em dança.

Cada computador era previamente calibrado para cada sessão. No primeiro computador com o *software Borland C++ Builder*, os dez primeiros arquivos das estruturas rítmicas em extensão mp3 eram carregados. Automaticamente cada sequência rítmica era ativada através do botão do sincronizador. No segundo computador com a célula de carga, um único canal era calibrado (= 0) com limites de escalas entre (-) 10 e 10, e pasta de arquivo devidamente nomeada. Previamente era selecionado um tempo de gravação de 30 segundos para as estruturas monotônicas e de 60 segundos para as sequências com os ritmos musicais.

O participante era convidado a sentar-se confortavelmente em uma cadeira posicionada de frente para o pesquisador, ambos com fones de ouvido (Figura 5), para atenuar barulhos externos e evitar interferências durante a realização do experimento. Um duplicador de áudio (Figura 6) era utilizado para que o participante e o pesquisador pudessem ouvir o mesmo estímulo. Ao comando de voz “pronto” o participante era colocado em estado de prontidão. O pesquisador ao apertar o *trigger* (botão de sincronização) dava ‘Ok’ no computador da célula de carga para o início da tarefa. Caso ocorressem interferências, o participante poderia realizar novamente aquele ritmo. Abaixo segue a descrição da execução de cada experimento.



**Figura 5.** Fones de ouvido (Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora, 2015).



**Figura 6.** Duplicador de áudio (Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora, 2015).

#### *5.5.1. Teste de Percepção e Reprodução de Estruturas Rítmicas Monotônicas*

Neste primeiro teste, o participante (Figura 7) ouvia a primeira estrutura e reproduzia por meio de batidas (*tapping*) na superfície da célula de carga montada com um adaptador de madeira para expansão de sua superfície de toque (Figura 8). Uma sequência treino era usada para averiguar que a explicação do teste foi compreendida de forma satisfatória pelo participante. A ordem de realização do experimento 1 consistia em: 1) ouvir através do fone de ouvido uma única vez a sequência das estruturas monotônicas (uma por vez); e 2) reproduzir imediatamente o som ouvido apenas uma vez sobre a superfície da célula de carga. A cada estrutura reproduzida, realizávamos uma pausa para salvar os dados coletados em

arquivos TXT e WDQ. Este procedimento foi realizado em todas as 20 estruturas. Uma segunda tentativa era permitida no caso de erro da primeira.



**Figura 7.** Foto ilustrativa da situação experimental (Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora, 2015).



**Figura 8.** Adaptador para célula (Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora, 2015).

### 5.5.2. *Teste de Percepção e Reprodução de Ritmos Musicais*

Antes do início deste teste realizávamos procedimentos de checagem como: carregamento dos arquivos musicais, nomeação da pasta de arquivos, calibração da célula de carga no computador e explicação do experimento. A diferença fundamental neste experimento era a simultânea sincronização das batidas com o ritmo ouvido. A execução deste teste era a seguinte: 1) ouvir a sequência do ritmo musical três vezes; 2) a partir da quarta repetição sincronizar a batida na célula de carga com o estímulo ouvido com a maior precisão (acurácia) possível até o fim das repetições (total de treze conjuntos com três conjuntos de ensaio e dez conjuntos para resposta). Da mesma forma que no experimento 1, a cada estrutura reproduzida, havia uma pausa para salvar os dados coletados em arquivos TXT e WDQ. Este procedimento era realizado em todos os 10 ritmos musicais. Para evitar o efeito de influência de um experimento sobre o outro os testes foram randomizados em ordem de apresentação.

## 5.6. **Análise dos dados**

As variáveis do presente estudo refletem os dados extraídos dos registros da célula de carga e representam o componente perceptivo (temporal) e o componente motor (reprodução) da estruturação rítmica. Cabe ressaltar aqui que aspectos perceptivo-motores são indissociáveis entre si e, para efeitos didáticos na descrição, a separação das variáveis foi uma decisão metodológica. A identificação e classificação dos participantes de acordo com o questionário resultaram na composição de três grupos: sem experiência musical (SE), grupo de dançarinos (DA) e o grupo de músicos (MU).

As variáveis independentes incluem três grupos (SE, DA e MU), dois testes (monotônico e musical); complexidade dos ritmos, que está relacionada com o aumento do número de notas musicais no teste musical e aumento do número de pulsos e pausas no teste monotônico.

As variáveis dependentes se dividem em cada teste da seguinte maneira:

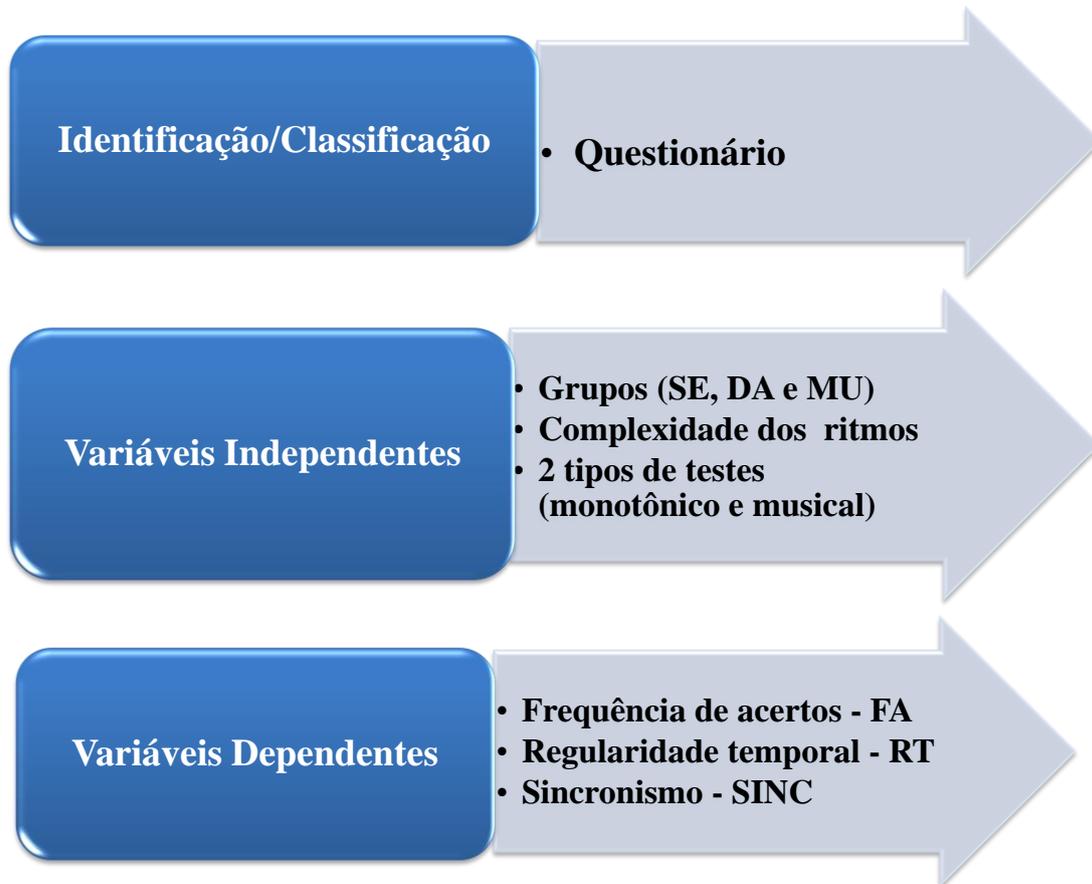
A primeira variável dependente no teste monotônico foi *frequência de acertos* (FA) dos participantes de cada grupo, e do grupo como um todo em cada estrutura teste. A variável FA reflete o nível de eficiência na função perceptual de estruturação rítmica computada para os participantes e os grupos como um todo. A FA é medida em porcentagem de acerto computado da pontuação total do teste (i.e., 20 pontos). A FA do grupo é prevista variar em função da crescente complexidade do teste como um todo. No teste musical a FA foi

computada a partir dos acertos absolutos, sendo a máxima pontuação 100 pontos (i.e., dez estruturas repetidas 10 vezes).

A segunda variável dependente foi referente à *regularidade temporal* (RT) dos componentes psicoacústicos rítmicos e que foi representada em parâmetros da *iniciação da resposta* (atraso em segundos), computada após a escuta da estrutura rítmica (sequencial), e duração (amplitude temporal em segundos) da reprodução rítmica dos pulsos e pausas no teste monotônico. A RT, portanto, foi subdividida em resultados da magnitude temporal do início da resposta do participante, duração (s) da resposta referente a cada pulso da estrutura rítmica, duração da pausa nos intervalos curtos e longos. Média e desvio padrão do tempo (segundos) da RT foram computados ao longo de cada estrutura monotônica. A RT pressupõe-se estar relacionada com a habilidade de o indivíduo preservar na memória o padrão da estrutura rítmica que é medida através da magnitude média e da variabilidade do RT em cada componente psicoacústico rítmico.

A terceira variável em estudo, referente ao teste musical, foi definida da medida de *sincronismo* (SINC) rítmico que pressupõe refletir a integração perceptivo-motora na função de estruturação rítmica. Aqui a SINC é derivada de componentes psicoacústicos temporais da estrutura rítmica (i.e., pulsos e pausas) através da taxa de desvio relativo entre resposta e padrão do teste. Parâmetros de SINC que foram submetidos à análise estatística incluíram a média e o desvio padrão dos componentes pulso e pausas para os grupos SE, DA e MU.

A SINC foi extraída da diferença relativa (%) entre a estrutura temporal do teste e a estrutura temporal da resposta do participante, utilizando a média das 10 repetições para cada um dos ritmos musicais. Os valores SINC foram subdivididos entre desvio temporal do pulso e desvio temporal da pausa. Valores positivos indicam atrasos e valores negativos indicam antecipação da resposta. Para efeitos de análise, utilizamos apenas valores absolutos. Veja o resumo das variáveis na Figura 9. A SINC representa a integração temporal rítmica simultânea a um padrão musical que varia em complexidade.



**Figura 9.** Organograma representativo das variáveis independentes e dependentes.

### 5.7. Análise estatística

A estatística descritiva incluiu média, desvio padrão, erro padrão da média e valores em percentual das variáveis. A estatística inferencial foi utilizada para extrapolação dos resultados com objetivo de confirmar ou refutar hipóteses. ANOVAs *two-way* (3 grupos x 2 testes) com medidas repetidas foram calculadas para testar possíveis diferenças entre os grupos e analisar as diferenças entre os testes de estruturas rítmicas quanto à variável FA. Uma vez identificado efeito principal nas medidas intra-sujeitos, realizamos testes *post hoc* Bonferroni para identificar onde as diferenças ocorreram. A análise *post hoc* Bonferroni usa testes *t* para comparações de pares, e ajusta automaticamente o nível de *p* para o número de comparações.

Uma análise de regressão linear foi conduzida com a variável dependente FA ao longo das estruturas em cada teste para analisar o efeito da complexidade da tarefa ao longo dos testes em cada grupo. Coeficientes de determinação também foram calculados.

Para a variável regularidade (RT) no teste monotônico, a comparação entre os grupos (SE, DA e UM) foi analisada através de ANOVAs *one-way* calculadas separadamente para as variáveis referentes à reprodução rítmica dos pulsos e pausas.

A variável sincronismo (SINC) no teste musical, ou seja, a taxa (%) de desvio temporal entre a reprodução rítmica dos pulsos e pausas e a estrutura temporal teste, foi submetida à ANOVAs *two-way* [10 estímulos MUS (intra-sujeitos) x 3 grupos (entre-sujeitos)] com medidas repetidas no primeiro fator. As análises foram calculadas separadamente para a variável SINC pulso e variável SINC pausa. Ainda, o teste Tukey *post hoc* foi adotado para comparações entre grupos quando efeito principal foi detectado. O teste pressupõe independência das observações sendo testadas, bem como variação igual nas observações (homoscedasticidade).

Para todos os procedimentos, consideramos o nível significância de  $p \leq 0,05$ . Utilizamos o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) *software* 18,0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) para as análises estatísticas.

## 6. RESULTADOS

Organizamos os resultados deste estudo em três seções que coordenam a descrição dos achados subordinados aos problemas conceituais e hipóteses sob investigação: Etapa 1. Efeitos da experiência musical e da natureza de testes rítmicos monotônicos e musicais na percepção rítmica; Etapa 2. Efeitos da memória na regularidade temporal da resposta rítmica; e Etapa 3. Padrão perceptivo-motor de sincronização rítmica.

Antes de iniciarmos a descrição dos resultados destas etapas, resumimos os dados sociodemográficos contendo informações sobre o tempo de conhecimento musical e tempo de prática em dança (Tabela 2). Os grupos foram compostos no total por 23 homens e 37 mulheres, com predominância alta de mulheres nos grupos SE e DA (7 mulheres para cada homem), e ao contrário para o grupo de músicos (MU), onde a proporção de mulheres foi de 1 para 4 homens. A idade média dos grupo foi 24 anos, sendo o grupo MU aproximadamente nove anos mais velho que os demais. Apenas o grupo MU passou por treino com teoria musical, com um indivíduo com experiência em tocar instrumento sem ter treino formal. Metade dos participantes do grupo MU têm experiência com expressão corporal.

**Tabela 2** - Caracterização dos grupos SE, DA e MU segundo o questionário de identificação e classificação do participante com as respostas apresentadas em média e desvio padrão.

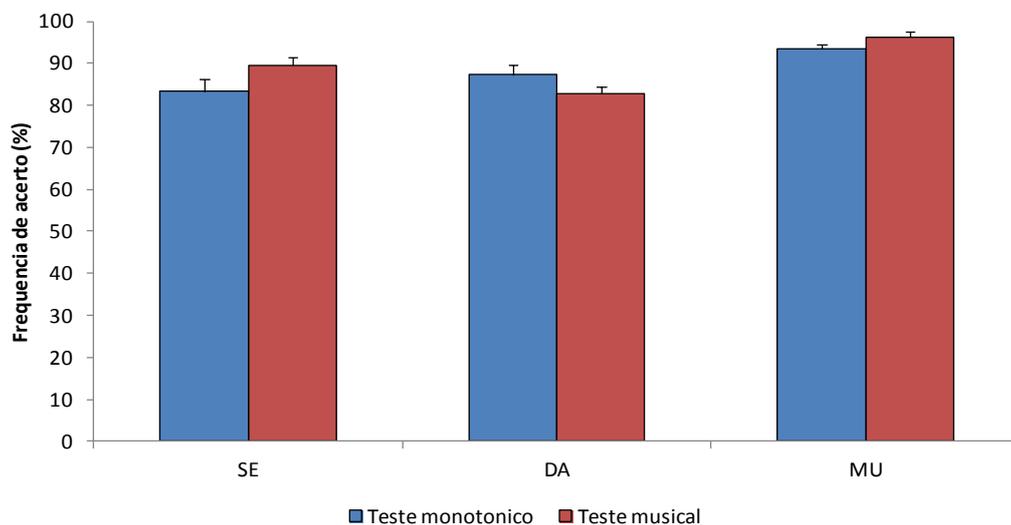
<b>Grupo</b>	<b>SE</b>	<b>DA</b>	<b>MU</b>
Homens	4	3	16
Mulheres	16	17	4
Idade	21,4 ( $\pm 3,2$ )	21,6 ( $\pm 3,2$ )	30,3 ( $\pm 7,2$ )
Toca instrumento?	0	0	20
<i>Sopro</i>	0	0	3
<i>Corda</i>	0	0	12
<i>Percussão</i>	0	0	5
Tempo que toca instrumento (anos)	0	0	12,9 ( $\pm 6,7$ )
Fez teoria musical?	0	0	20
Tempo de teoria musical (anos)	0	0	3,4 ( $\pm 2,2$ )
Participou de orquestra/banda?	0	0	19
Modalidade de dança praticada			
<i>Ballet</i>	0	20	0
<i>Contemporâneo</i>	0	20	0
<i>Jazz</i>	0	20	0
<i>Street</i>	0	20	0
<i>Sapateado</i>	0	20	0
Tempo de prática da modalidade (anos)	0	9,6 ( $\pm 6,4$ )	0
Horas de prática na semana	0	2,8 ( $\pm 1$ )	9 ( $\pm 7,5$ )
Aulas de expressão corporal	11	15	10
Nível de experiência			
<i>Aprendiz</i>	0	8	6
<i>Especialista em formação</i>	0	8	6
<i>Profissional formado</i>	0	4	8

## 6.1. Etapa 1- Efeitos da experiência musical e da natureza de testes rítmicos monotônicos e musicais na percepção rítmica

### 6.1.1. Frequência de acerto (FA) e experiência musical

A variável FA reflete o nível de eficiência na função perceptual de estruturação rítmica computada para os participantes e os grupos como um todo. A FA é medida em porcentagem de acerto computado da pontuação total dos testes de ritmo monotônico e musical.

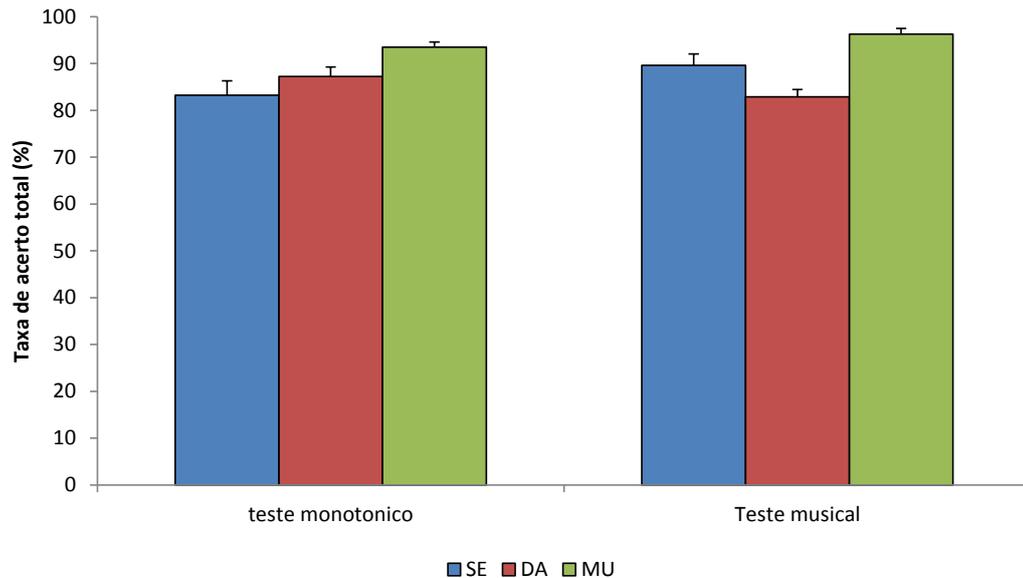
A figura abaixo ilustra a comparação entre a FA nos dois testes (monotônico e musical) para os três grupos (SE, DA e MU). A ANOVAs *two-way* (3 grupos x 2 testes) com medidas repetida no último fator não mostrou efeito significativo para o fator teste ( $F_{1,57} = 2,12$ ;  $p = 0,15$ ), porém detectou uma interação significativa entre teste e grupo ( $F_{2,57} = 8,21$ ,  $p \leq 0,001$ ;  $\eta p^2 = 0,22$ ). A análise entre-sujeitos mostrou efeito estatisticamente significativo para o fator grupo ( $F_{2,57} = 8,98$ ;  $p \leq 0,01$ ;  $\eta p^2 = 0,24$ ). Note que apenas o grupo de DA no teste monotônico mostrou uma taxa de acertos superior ao do teste musical. A Figura 10 mostra que o grupo MU exibe uma superioridade no desempenho em ambos os testes, monotônico e musical, em comparação aos demais grupos. No teste musical, em particular, o grupo DA mostra um percentual de participantes que acertam o conjunto total de estruturas rítmicas um pouco mais baixo em contraste com o grupo SE (4%), porém quase 10% inferior ao grupo MU.



**Figura 10.** Valores médios e erro-padrão da variável FA para comparação entre os testes monotônico e musical para cada grupo (SE, DA e MU). Erro padrão representado pelos traços verticais.

As comparações entre os pares (*post hoc* de Tukey) para a FA no teste monotônico mostraram diferenças significativas entre os grupos SE e DA ( $p = 0,005$ ), SE e MU ( $p =$

0,005), DA e MU ( $p = 0,001$ ). Para o teste musical as comparações entre os pares também mostraram diferenças para SE e DA ( $p = 0,005$ ), SE e MU ( $p = 0,001$ ) e DA e MU ( $p = 0,001$ ), ver Figura 11. No teste monotônico a taxa mais baixa de acerto foi do grupo SE, seguida do grupo DA, e a mais alta foi a do grupo MU. No teste musical, o grupo MU foi também superior aos demais grupos, porém o grupo DA mostrou inferior taxa de acerto em comparação ao grupo SE.



**Figura 11.** Valores médios e erro-padrão da variável FA para comparação entre os grupos SE, DA e MU, no teste monotônico e musical. Erro padrão representado pelos traços verticais.

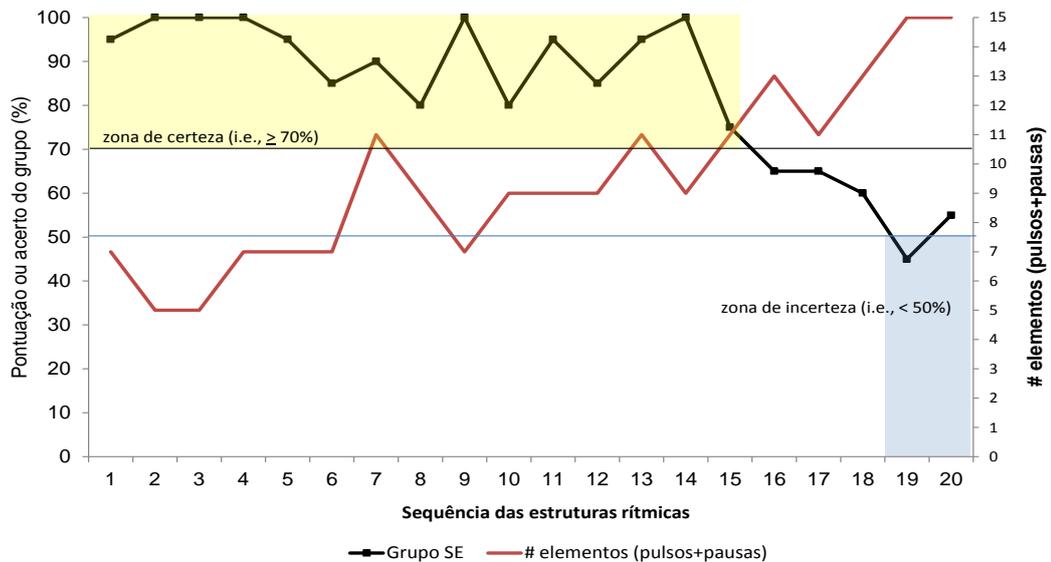
### 6.1.2. Frequência de acerto ao longo das estruturas rítmicas monotônicas

A primeira etapa do trabalho indica o desempenho dos participantes e de cada grupo como um todo quanto à frequência de acerto (FA) ao reproduzir as estruturas rítmicas de ambos os testes, monotônico e musical. As figuras abaixo representam a eficiência no desempenho de percepção de estruturas rítmicas monotônicas dos grupos SE, DA e MU. O desempenho do grupo SE quanto à sua taxa de acerto (%) em cada estrutura do teste de estruturas rítmicas monotônicas é exibido na Figura 12.

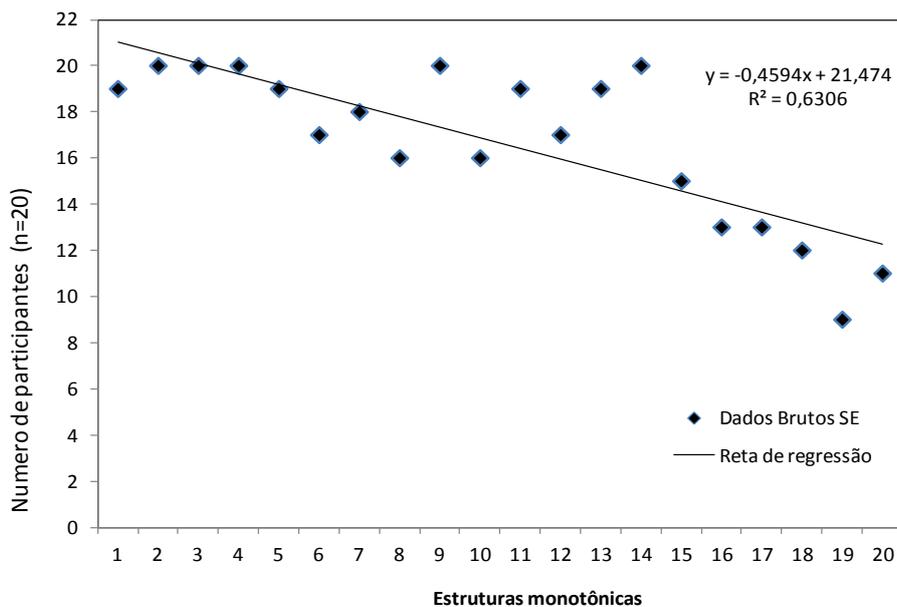
A crescente complexidade na tarefa não exerceu efeito no incremento do erro pelo grupo até a 15ª estrutura. Aqui ocorre uma leve queda no percentual de acerto para abaixo de 70%. Somente na 19ª estrutura o grupo não atinge 50% de acerto, o que é um requerimento para atender a mínima certeza na percepção do estímulo.

A análise de regressão linear calculada para o grupo SE mostrou que existe uma tendência linear significativa ( $p \leq 0,001$ ) desacelerada com valor de inclinação de -0,46 e origem no valor 21,5. O coeficiente de determinação de 0,63 confirma uma forte consistência

nas respostas do grupo em relação às sequências das estruturas rítmicas monotônicas, ou seja, a variável dependente—que aqui se refere ao número de participantes que respondem corretamente cada estrutura rítmica—mostra um bom ajuste ao longo das estruturas do teste monotônico (Figura 13).



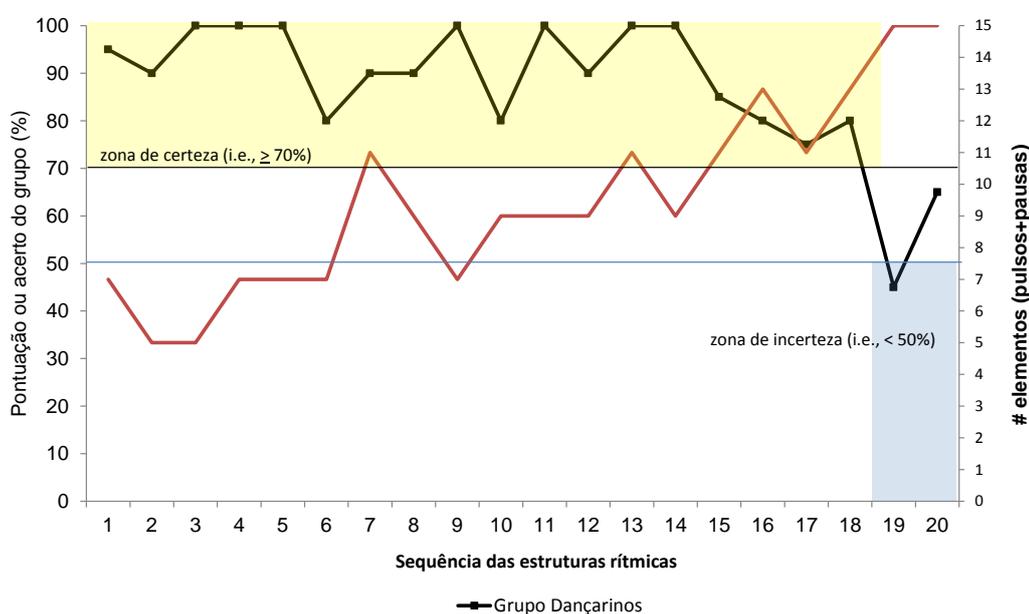
**Figura 12.** Frequência de participantes do grupo SE ao longo das estruturas rítmicas monotônicas que corretamente responderam à estrutura do teste monotônico representada pela linha preta em contraste com a linha representando o crescente grau de complexidade (linha vermelha).



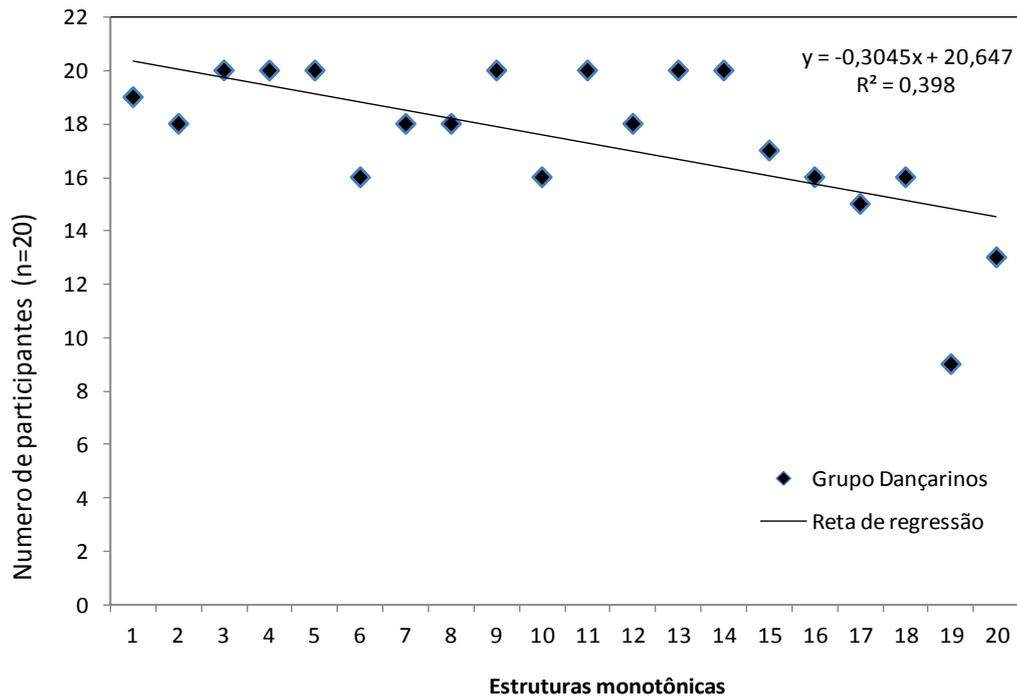
**Figura 13.** Linha de dispersão do grupo SE ( $n=20$ ), com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas monotônicas. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados no gráfico.

Na Figura 14 ilustramos o desempenho do grupo DA ao longo das estruturas do teste de estruturas rítmica monotônicas. A mesma tendência foi observada em relação à proporção de indivíduos que corretamente responderam a cada estrutura rítmica, tal como a encontrada no grupo anterior. Porém, a crescente complexidade não exerceu efeito de incremento de erro pelo grupo. Após a 18ª estrutura ocorreu uma queda no acerto, ou seja, menos de 70% dos participantes acertaram as estruturas. Novamente, na 19ª estrutura metade dos participantes do grupo DA errou ao reproduzir o ritmo.

A regressão linear calculada para o grupo DA revelou que existe um tendência linear significativa ( $p = 0,03$ ) com valor de inclinação negativa (-0,30), com a origem no valor 20,6. O coeficiente de determinação foi menor, 0,40, o que indica que a proporção da variância da variável dependente (i.e., número de elementos do grupo que acertaram a tarefa) mostra baixo poder de predição ao longo das estruturas rítmicas (Figura 15).



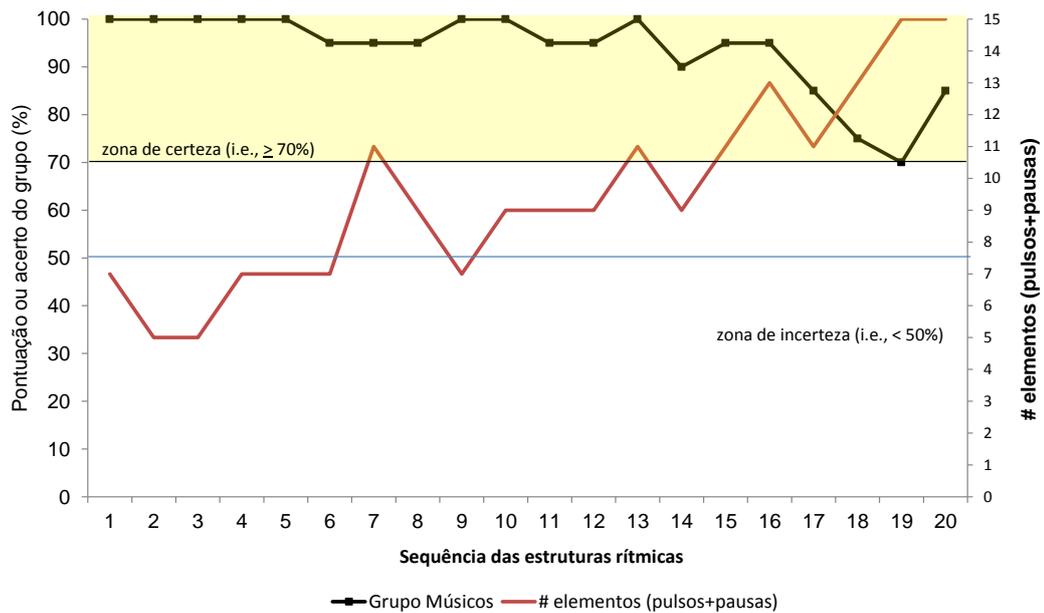
**Figura 14.** Frequência de participantes do grupo DA ao longo das estruturas rítmicas monotônicas que corretamente responderam à estrutura do teste monotônico representada pela linha preta em contraste com a linha representando o crescente grau de complexidade (linha vermelha).



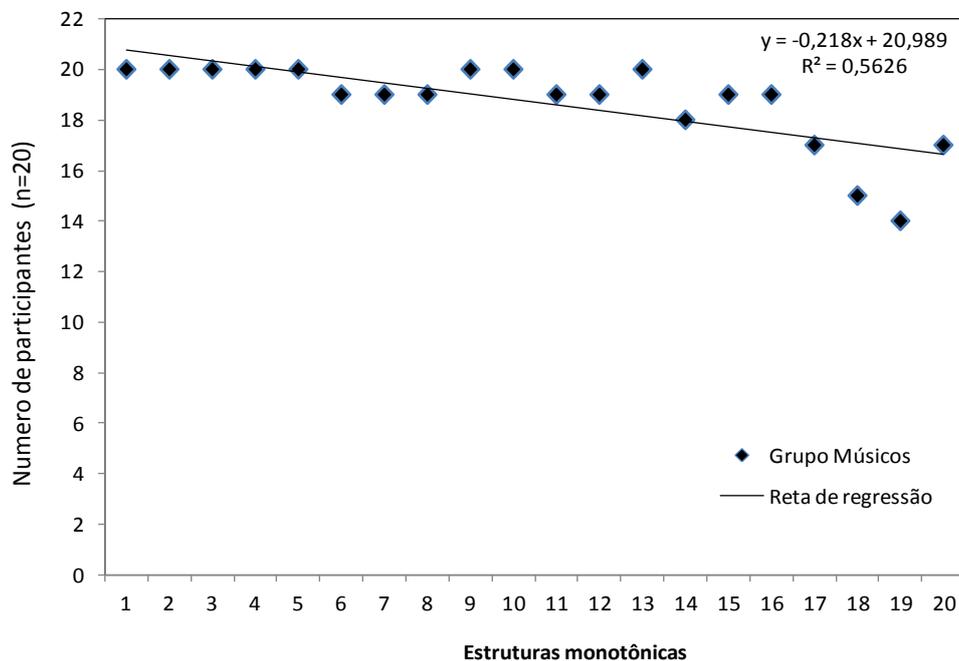
**Figura 15.** Linha de dispersão da frequência de acertos (%) do grupo DA ( $n=20$ ), com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas monotônicas. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados no gráfico.

O desempenho do grupo MU (Figura 16) indica que a maioria dos participantes, ou seja, mais de 90%, respondeu corretamente, com leve declínio de indivíduos acertando as estruturas mais complexas (i.e., 70%). A análise de regressão linear evidenciou uma tendência negativa com inclinação nula ( $p \leq 0,01$ ), com valor de inclinação de  $-0,22$ , origem da reta no valor 21 (Figura 17).

O coeficiente de determinação foi  $0,57$ , o que indica que a proporção da variância do grupo mostra um bom ajuste dos dados da variável dependente (i.e., número de elementos do grupo que acertaram a tarefa) ao longo das estruturas rítmicas.

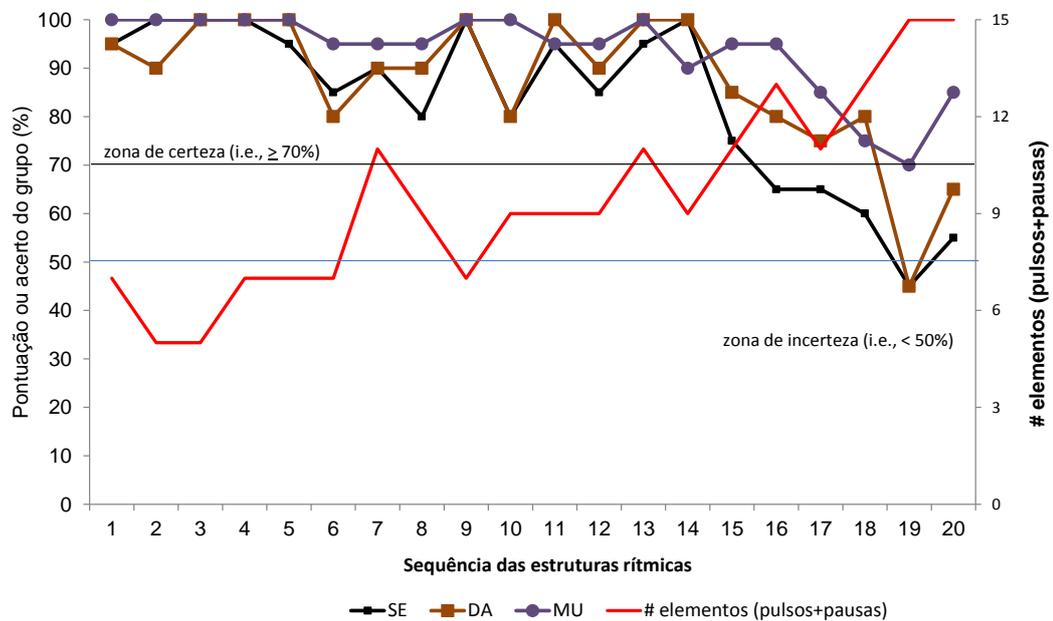


**Figura 16.** Frequência de participantes do grupo MU ao longo das estruturas rítmicas monotônicas que corretamente responderam à estrutura do teste monotônico representada pela linha preta em contraste com a linha representando o crescente grau de complexidade (linha vermelha).



**Figura 17.** Linha de dispersão da frequência de acertos (%) do grupo MU ( $n=20$ ), com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas monotônicas. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados no gráfico.

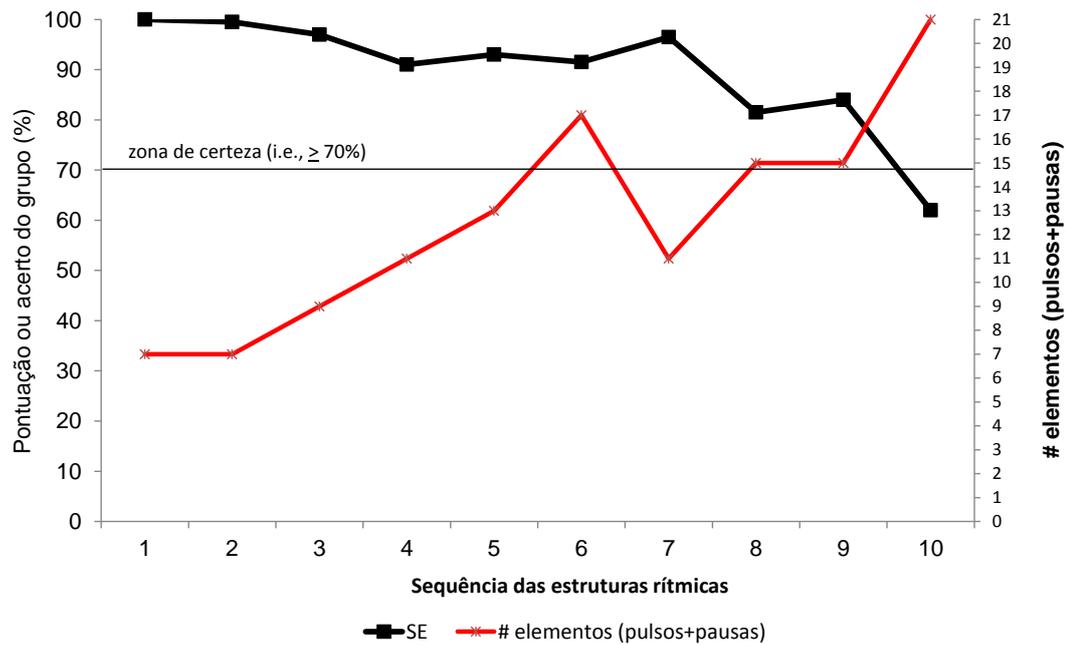
A Figura 18 contrasta o desempenho dos três grupos ao longo das estruturas monotônicas com relação ao grau de complexidade (i.e., números de elementos relativos a pulsos e pausas).



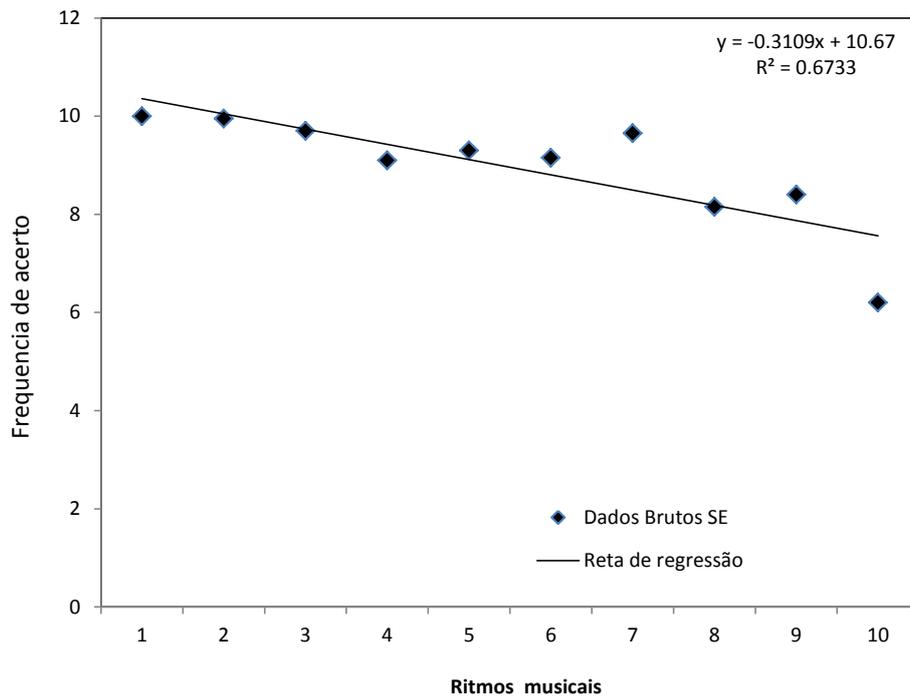
**Figura 18.** Contraste do desempenho dos grupos SE, DA e MU no teste de estruturas rítmicas monotônicas.

### 6.1.3. Frequência de acerto ao longo das estruturas rítmicas musicais

Os próximos resultados representados pelas Figuras 19 a 25 mostram a eficiência no desempenho de percepção nas dez estruturas rítmicas musicais pelos grupos SE, DA e MU. Apesar crescente complexidade do teste percebível na Figura 19, não houve um efeito de incremento de erro com percentual de indivíduos que corretamente acertam as estruturas em torno de 90%. A análise de regressão linear para o grupo mostrou uma tendência linear significativa ( $p = 0,004$ ) com valor na inclinação de 0,31. O coeficiente de determinação 0,68 indica um bom ajuste dos dados da variável dependente (i.e., número de elementos do grupo que acertaram a tarefa) ao longo das estruturas rítmicas como é ilustrado na Figura 20.



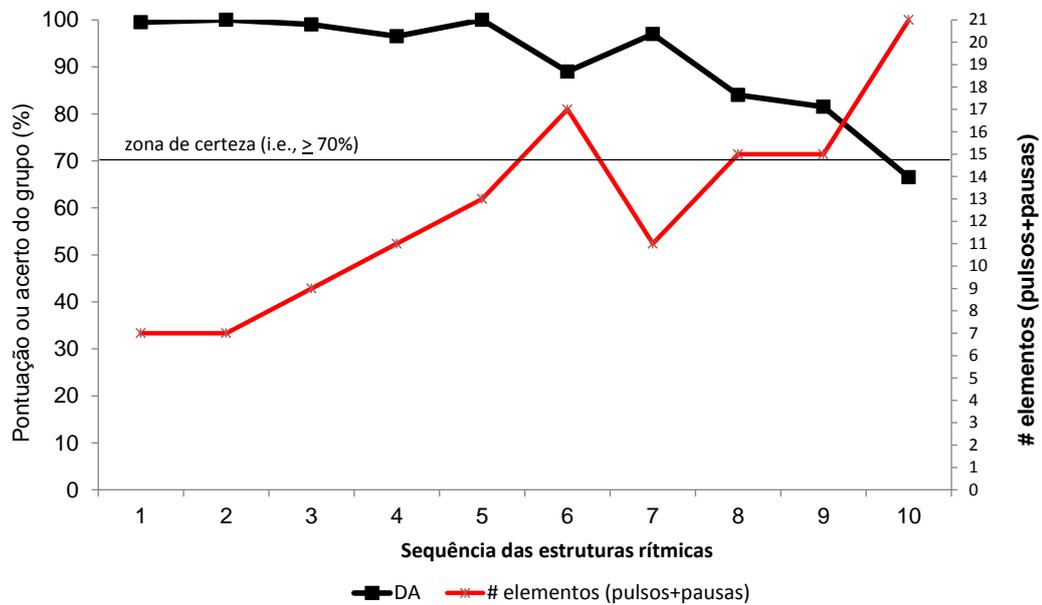
**Figura 19.** Frequência de acerto pelo grupo em cada estrutura rítmica musical do grupo SE.



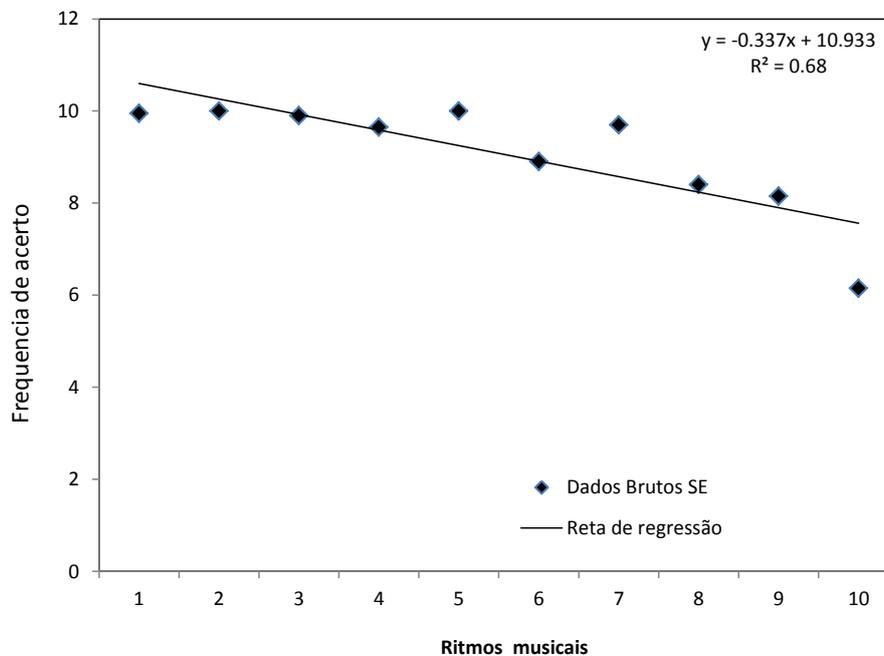
**Figura 20.** Linha de dispersão da frequência de acertos (%) dos participantes do grupo SE, com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.

A mesma tendência de acertos foi verificada para o grupo DA onde a análise de regressão linear mostrou que existe uma tendência linear significativa ( $p = 0,002$ ) com valor

de inclinação de  $-0,34$ . O bom ajuste das variáveis se reflete no coeficiente de determinação de  $0,68$  (Figuras 21 e 22).

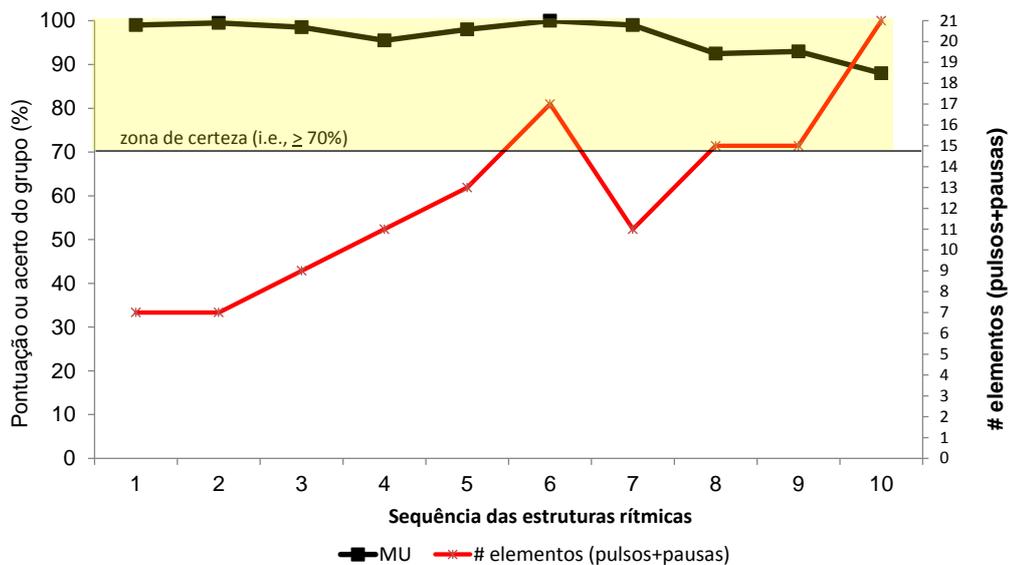


**Figura 21.** Frequência de acerto das repetições de cada estrutura rítmica musical do grupo DA.

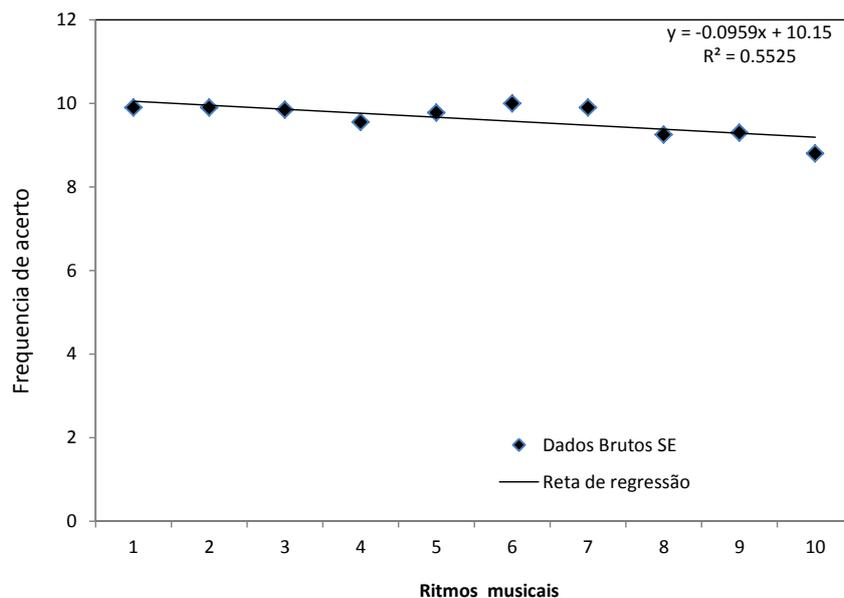


**Figura 22.** Linha de dispersão da frequência de acertos (%) dos participantes do grupo DA, com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.

O grupo MU (Figura 23) exibiu uma taxa de acerto na maioria das estruturas com percentual próximo de 100% de indivíduos com respostas corretas, e um leve declínio nas estruturas mais complexas, quando o percentual de indivíduos ficou em 90%. A análise de regressão linear evidenciou uma tendência negativa no número de participantes ao longo da tarefa, mas com inclinação nula ( $p = 0,012$ ), com valor de 0,1 e um coeficiente de determinação de 0,55 (Figura 24).

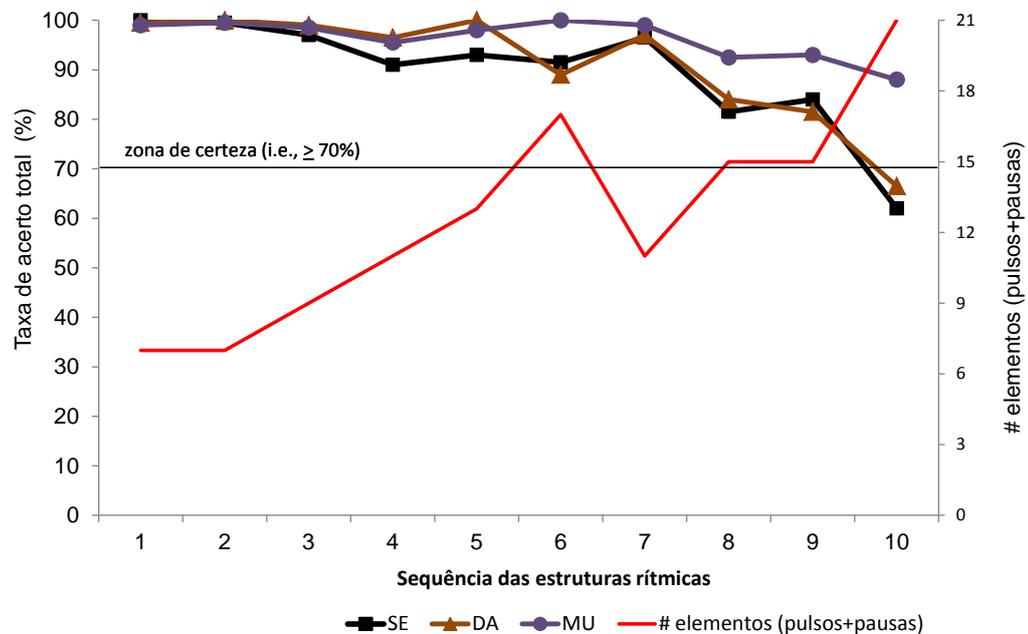


**Figura 23.** Frequência de acerto das repetições de cada estrutura rítmica musical do grupo MU.



**Figura 24.** Linha de dispersão da frequência de acertos (%) dos participantes do grupo MU, com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.

O contraste do desempenho dos grupos SE, DA e MU evidencia a hipótese que o desempenho do grupo MU é superior aos grupos de DA e SE, como mostra a Figura 25.

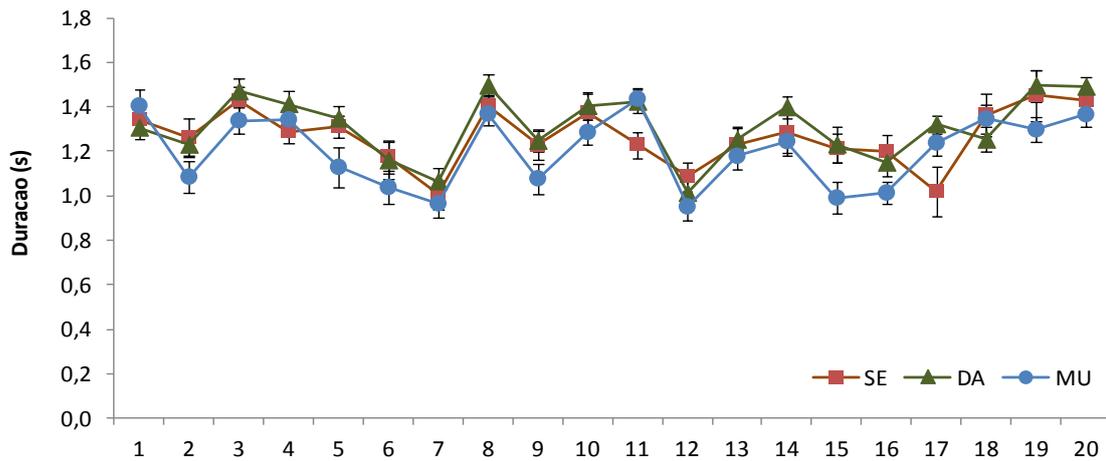


**Figura 25.** Contraste do desempenho dos grupos SE, DA e MU no teste de estruturas rítmicas musicais.

## 6.2. Etapa 2 - Efeitos da memória na regularidade temporal da resposta rítmica

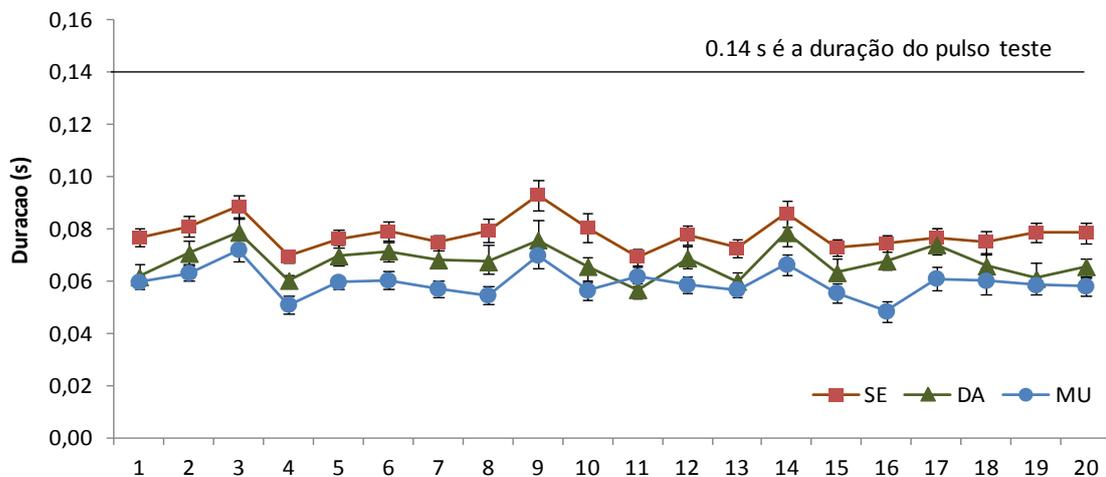
A *regularidade temporal* (RT) dos componentes psicoacústicos rítmicos está representada em parâmetros da *iniciação da resposta* (atraso em segundos) que é computada após a escuta da estrutura rítmica (sequencial), e duração (amplitude temporal em segundos) da reprodução rítmica dos pulsos e pausas no teste monotônico. A RT pressupõe-se estar relacionada com a habilidade de o indivíduo preservar na memória o padrão da estrutura rítmica que é medida através da média da magnitude do RT e sua variabilidade em cada componente psicoacústico rítmico.

A ANOVA *one-way*, calculada separadamente para o início da reprodução rítmica, mostrou que os três grupos exibem igual variabilidade no TI ( $F_{2, 59} = 1,15, p = 0,32$ ), sem destaques ao longo das estruturas (Figura 26). Os participantes demoraram entre 1 e 1,5 segundos para iniciar a resposta após ouvir cada estrutura rítmica monotônica.



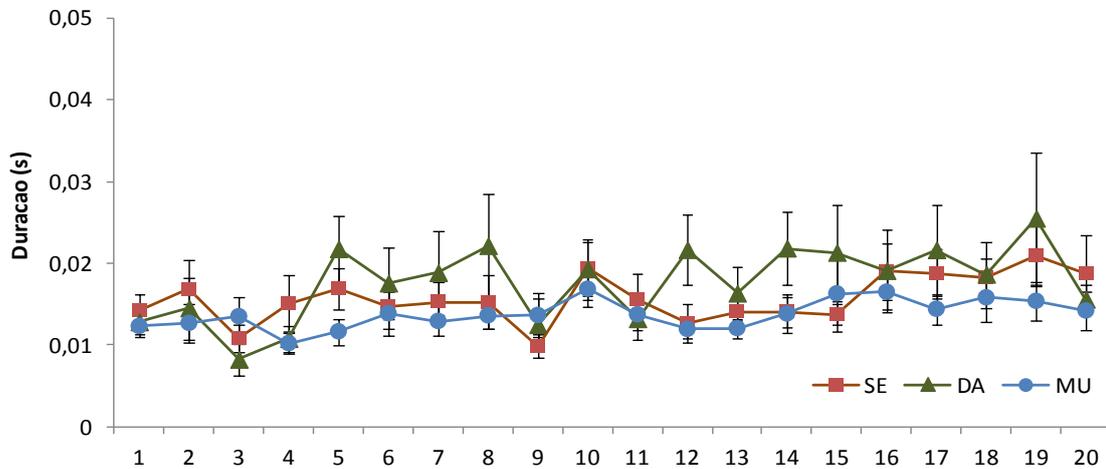
**Figura 26.** Média e desvio padrão do tempo (s) de início da resposta (TI) dos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais.

Em relação à variável duração do pulso, a ANOVA *one-way* mostrou efeito principal de grupo ( $F_{2, 59} = 7,97$ ,  $p = 0,001$ ;  $\eta p^2 = 0,22$ ). As comparações entre os pares (*post hoc* de Tukey) mostraram diferenças entre os grupos SE e MU ( $p = 0,001$ ), como observado na Figura 27. Em geral os participantes dos três grupos imprimem uma força de batida (*tapping*) cuja duração chega a ser 20% mais curta que a duração do teste padrão. Curiosamente o grupo MU exibe a maior amplitude de desvio na duração do pulso ao longo de todas as vinte estruturas em contraste com o grupo de menor amplitude de desvio, o grupo SE (Figura 28). O grupo DA mostra uma amplitude intermediária de desvio.



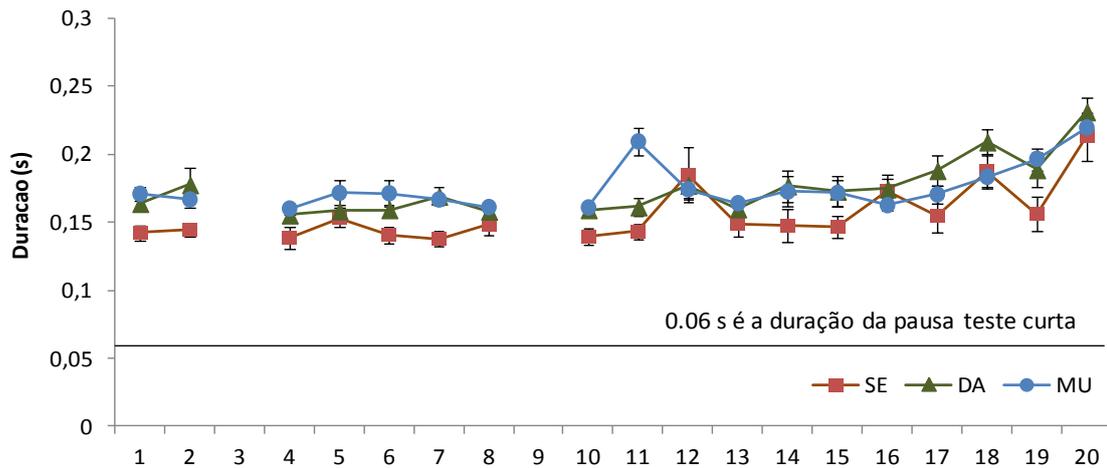
**Figura 27.** Média da duração do pulso dos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais.

Os valores de desvio-padrão da variável pulso não mostraram efeito significativo para grupo ( $F_{2, 59} = 0,87, p = 0,4; \eta p^2 = 0,03$ ) (Figura 28).



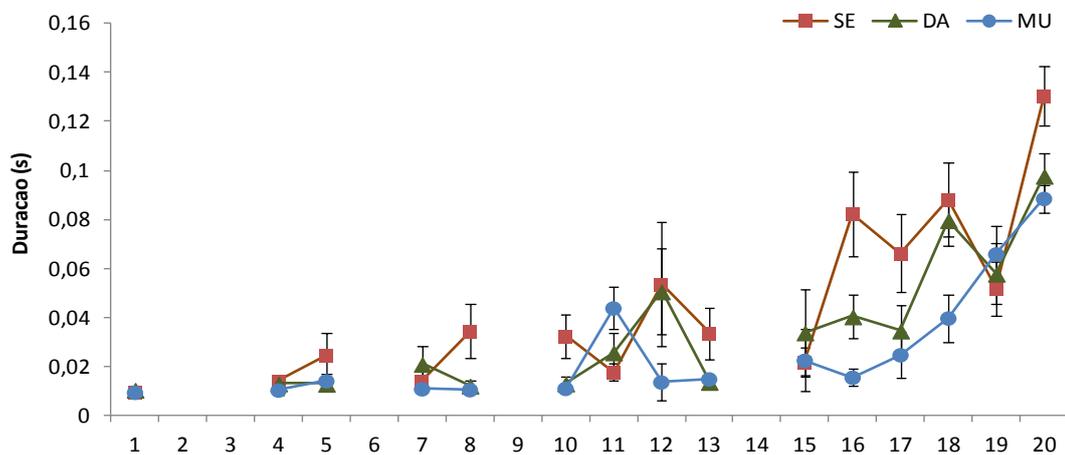
**Figura 28.** Desvio-padrão da variável duração do pulso nos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais.

Na variável duração da pausa curta, os três grupos praticamente dobraram o valor em relação à duração da pausa padrão, como observado na Figura 29. A análise *one-way* detectou efeito significativo para grupo ( $F_{2, 59} = 8,41, p = 0,001; \eta p^2 = 0,22$ ). As comparações entre os pares (*post hoc* de Tukey) apresentaram diferenças entre os grupos SE e DA ( $p = 0,003$ ) e SE e MU ( $p = 0,002$ ), mas não entre DA e MU. Neste caso, o grupo SE mostrou o menor desvio temporal em contraste com os dois outros grupos. Porém, a diferença quanto à variabilidade desta resposta mostra menor regularidade nas respostas pelo grupo SE, como atesta o valor do desvio-padrão desta variável. Ou seja, o grupo SE é mais irregular no desempenho rítmico, embora a média da duração da pausa curta seja menor do que os dois outros grupos.



**Figura 29.** Média da duração da pausa curta dos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais das barras.

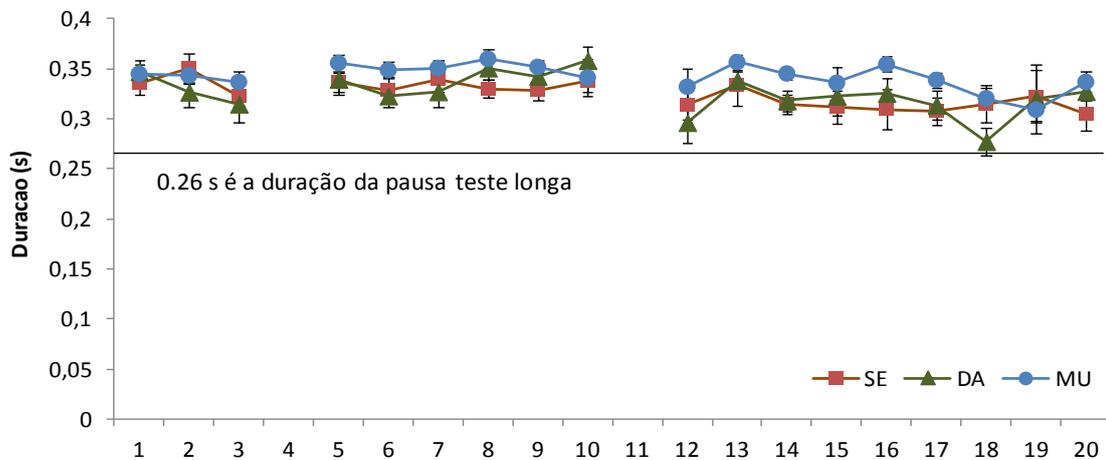
A ANOVA *one-way* calculada para os valores de desvio-padrão da variável pausa curta mostrou efeito principal de grupo ( $F_{2, 59} = 7,18, p = 0,002; \eta p^2 = 0,20$ ). As comparações entre os pares (*post hoc* de Tukey) apresentaram diferenças entre os grupos SE e MU ( $p = 0,001$ ). A Figura 30 ilustra a taxa de variabilidade do grupo ao longo das estruturas rítmicas.



**Figura 30.** Desvio-padrão da variável pausa curta nos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais das barras.

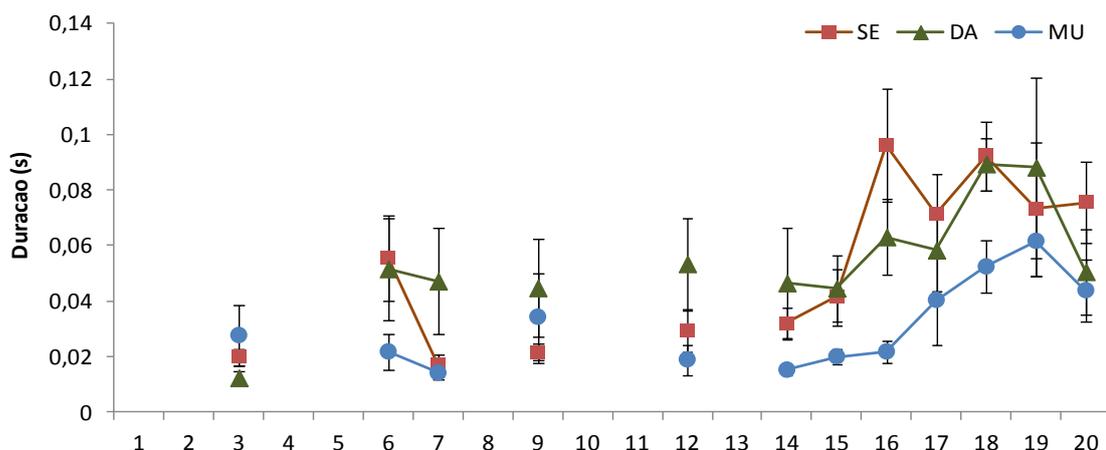
Não houve efeito significativo para a variável duração da pausa longa nos grupos e nas comparações entre os pares ( $F_{2, 59} = 1, 61, p = 0,11; \eta p^2 = 0,05$ ). Notamos a extensão do aumento

na duração da resposta em contraste com a da pausa padrão pelos grupos, como visto na Figura 31.



**Figura 31.** Média da duração da pausa longa dos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais.

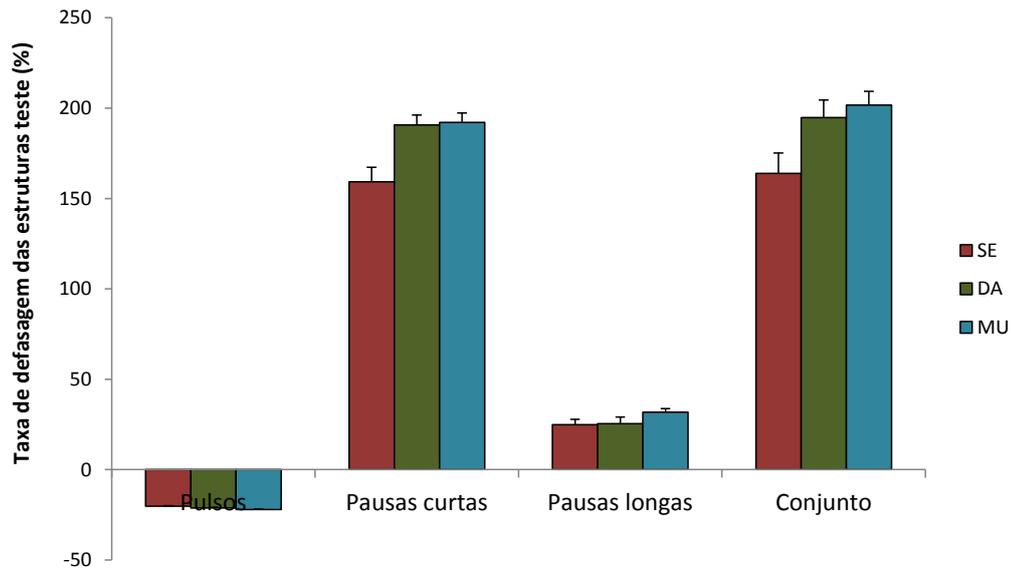
A ANOVA *one-way* calculada para os valores de desvio-padrão da variável pausa longa mostrou efeito estatístico ( $F_{2, 59} = 8,92, p \leq 0,01; \eta p^2 = 0,23$ ). As comparações entre os pares (*post hoc* de Tukey) apresentaram diferenças entre os grupos SE e MU ( $p = 0,003$ ), DA e MU ( $p = 0,001$ ), como mostra a Figura 32. Esta tendência de alta variabilidade pelo grupo SE foi novamente observada nesta variável, o que confirma a maior regularidade nas respostas por indivíduos com experiência musical, ou seja, o grupo MU.



**Figura 32.** Desvio-padrão da variável pausa longa nos três grupos SE, DA e MU ao longo das estruturas rítmicas do teste monotônico. Erro padrão representado pelos traços verticais.

A Figura 33 traz a comparação entre os três grupos SE, DA e MU da taxa de defasagem entre a duração dos pulsos e pausas no teste monotônico e a duração das respostas

durante as batidas, as quais incluem produção dos pulsos e das pausas (curtas e longas). Em geral os participantes dos três grupos imprimem uma força de batida (*tapping*) cuja duração chega a ser 20% mais curta que a duração do teste padrão. Os dados mostram que as maiores taxas de distorção para os três grupos ocorrem na pausa curta, cujos participantes chegam a incrementar em até 150% a duração da pausa padrão. E para a pausa longa o incremento foi de 25% a mais do que a duração da pausa padrão.



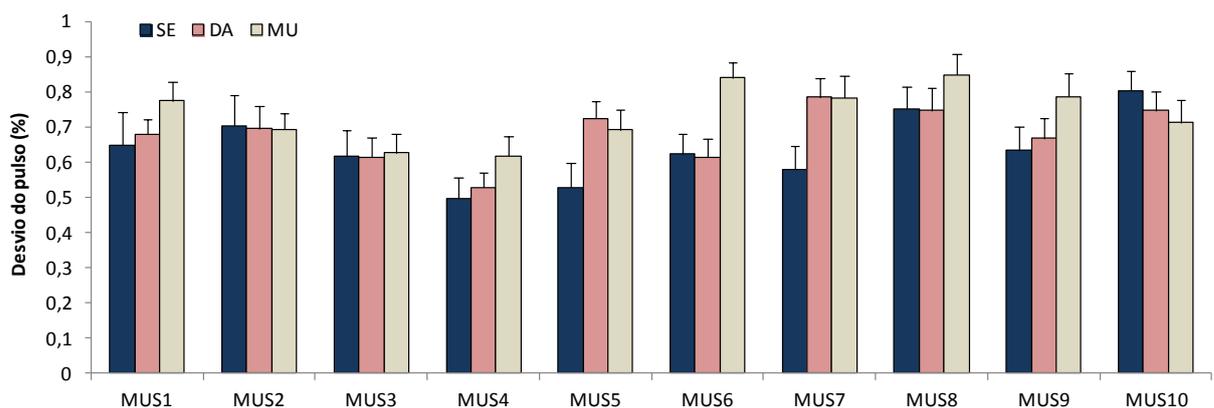
**Figura 33.** Valores médios e desvios-padrão da taxa de defasagem entre a variável teste e a resposta referente à duração do pulso, pausa curta, pausa longa e duração total da estrutura rítmica do teste monotônico para os três grupos SE, DA e MU. Erro padrão representado pelos traços verticais.

### 6.3. Etapa 3 – Padrão perceptivo-motor de sincronização rítmica (desvio entre intervalo de pulsos e pausas)

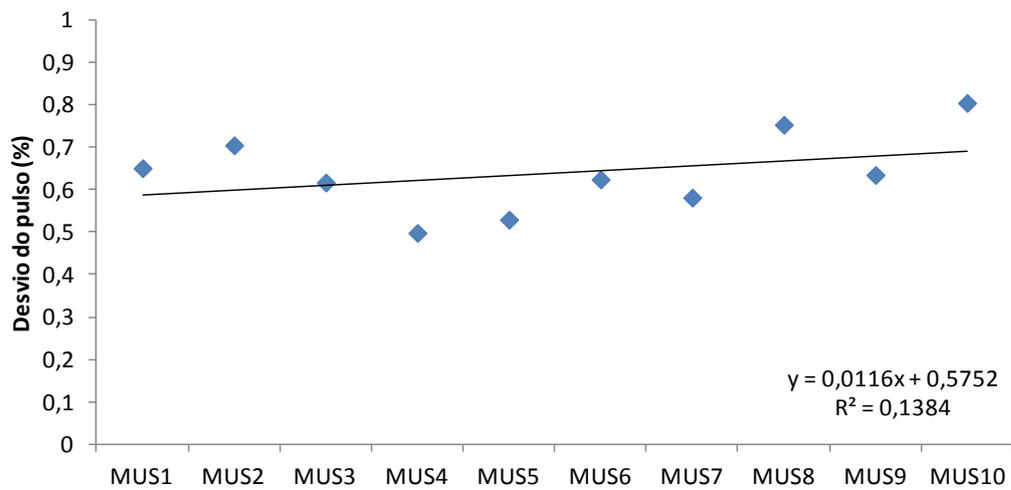
Nesta etapa da pesquisa, analisamos a variável referente à medida de *sincronismo* (SINC) rítmico no teste musical a qual pressupomos refletir a integração perceptivo-motora na função de estruturação rítmica. Aqui a SINC compara a componentes psicoacústicos temporais da estrutura rítmica (i.e., pulsos e pausas) através do seu desvio relativo entre resposta e padrão do teste, e quantifica como a complexidade da tarefa e os níveis de experiência podem modificar a extensão desse desvio. Resultados de SINC foram submetidos à análise estatística utilizando a média e o desvio padrão dos componentes pulso e pausas para os grupos SE, DA e MU.

Os resultados da ANOVA *two-way* para a variável média de SINC dos pulsos calculada para dois fatores [10 estruturas musicais (MUS) (intra-sujeitos) x 3 grupos (entre-sujeitos)] com medidas repetidas no primeiro fator mostraram efeito principal para MUS ( $F_{9,513} = 4,90$ ;  $p \leq 0,01$ ;  $\eta p^2 = 0,08$ ), mas não para grupo ( $F_{2,57} = 2,00$ ;  $p = 0,144$ ), e sem interação significativa entre os dois fatores ( $F_{18, 513} = 1,47$   $p = 0,094$ ). As comparações aos pares através do teste *post hoc* Bonferroni mostraram diferenças significativas entre os grupos para pares de estruturas musicais sem uma tendência clara conforme o nível de complexidade da tarefa e encontram-se resumidas no Anexo IV (Quadro A1).

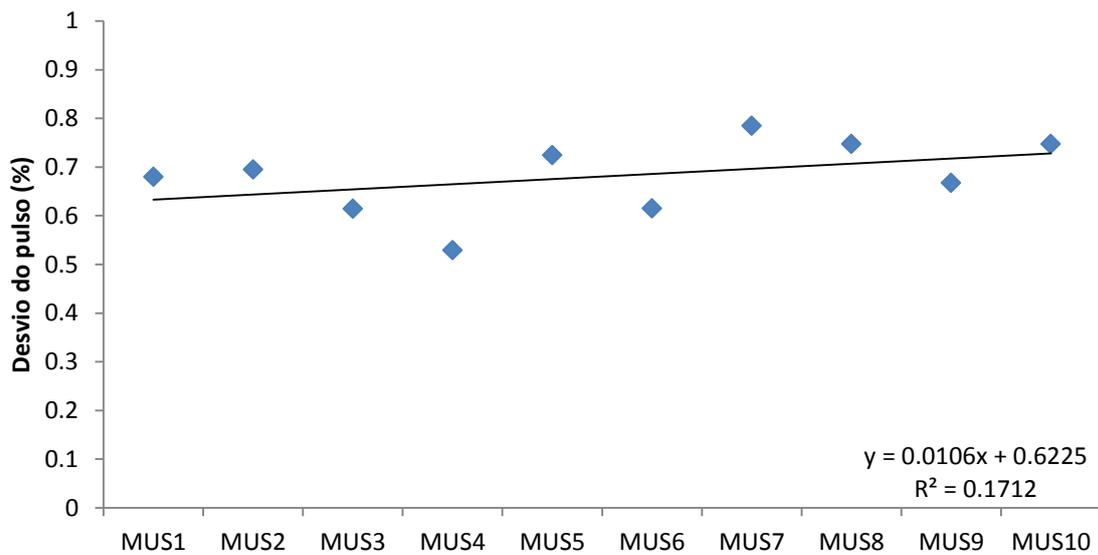
A taxa de SINC do pulso variou entre 0.5 e 0.8% na maioria dos casos (Figura 34). Os grupos também não mostraram nenhum destaque especial em suas diferenças de desempenho. A regressão linear dos dados colapsados (MUS vs. SINC) do grupo SE para SINC do pulso mostraram uma inclinação nula (0,012, ns) com um intercepto significativamente perto da origem (Figura 35), o que indica que, de forma geral, os participantes respondem às estruturas com igual variância no domínio temporal mesmo ao longo daquelas mais complexas. O coeficiente de determinação 0,14 indica que o ajuste do desvio temporal ao longo das estruturas foi fraco. A resposta dos participantes do grupo SE, embora com reduzida variação ao longo das estruturas musicais não reflete coerência proporcional com a redução na taxa de SINC. Os demais grupos, DA e MU mostram a mesma tendência na regressão linear (Figuras 36 e 37).



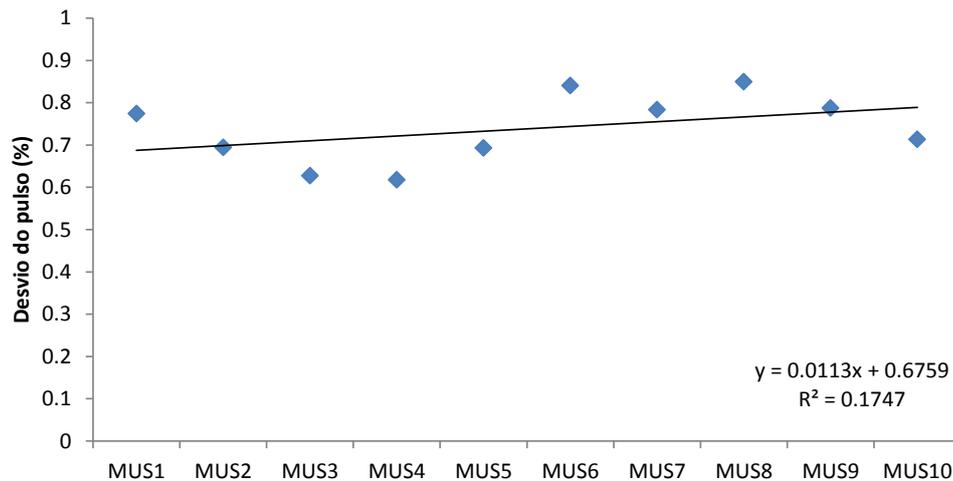
**Figura 34.** Média da taxa (%) de SINC do pulso para os três grupos em estudo. Erro padrão representado pelos traços verticais.



**Figura 35.** Dispersão da média da taxa (%) de SINC do pulso do grupo SE em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.



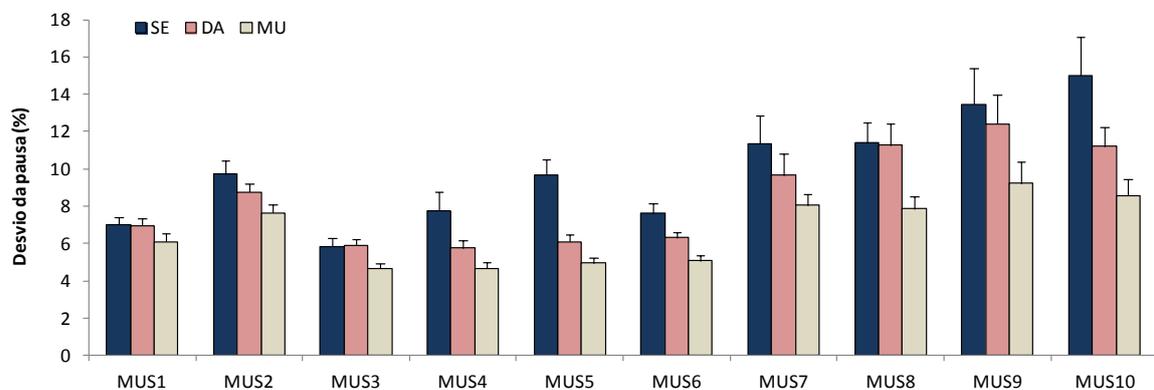
**Figura 36.** Dispersão da média da taxa (%) de SINC do pulso do grupo DA em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.



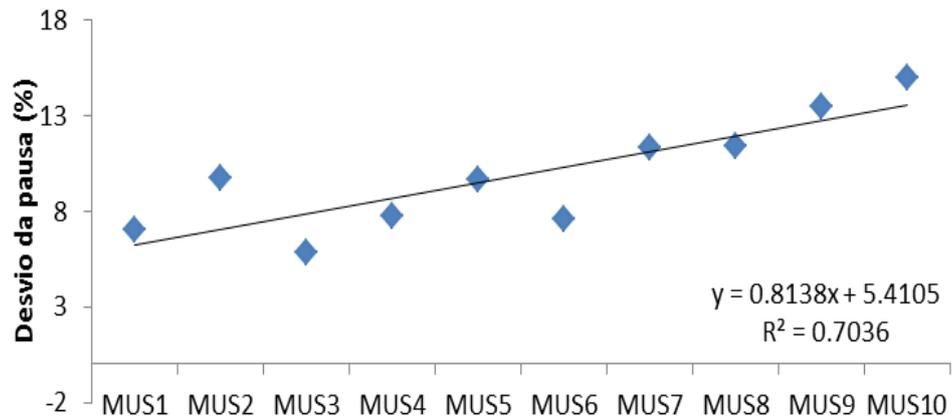
**Figura 37.** Dispersão da média da taxa (%) de SINC do pulso do grupo MU em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.

Na comparação entre os pares a variável taxa de SINC das pausas evidenciou efeito principal para as MUS ( $F_{9,513} = 24,27$ ;  $p \leq 0,01$ ;  $\eta p^2 = 0,30$ ), e para grupo ( $F_{2,56} = 9,96$ ;  $p \leq 0,01$ ;  $\eta p^2 = 0,26$ ), e sem interação significativa entre estes fatores ( $F_{18, 513} = 1,46$   $p = 0,097$ ). A descrição das comparações aos pares encontra-se no Anexo IV (Quadro A2), mostrando as diferenças significativas encontradas no teste *post hoc* Bonferroni.

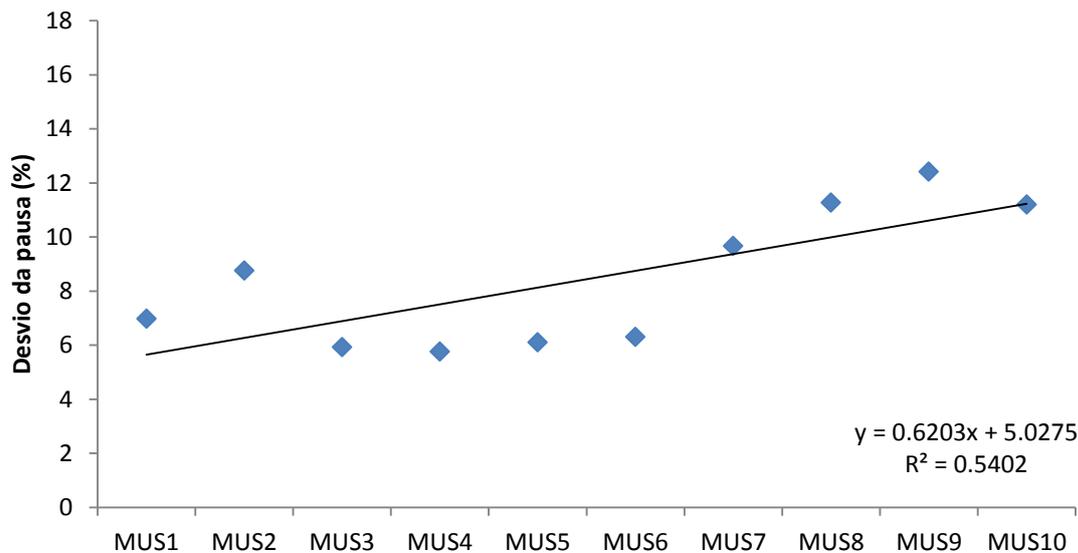
A Figura 38 apresenta a taxa de SINC da pausa com variação de 5,8 até 15%. O crescente aumento dessa variabilidade ocorre a partir do 7º ritmo musical para os três grupos, mas é o grupo SE que apresenta a maior taxa de desvio. Esse desvio temporal da variável SINC indica uma inclinação positiva na reta (0,081, ns) e coeficiente de determinação (0,70) alto (Figura 39). Porém para os grupos DA e MU os parâmetros da reta da inclinação mostram um valor baixo, ou seja, nula (Figuras 40 e 41).



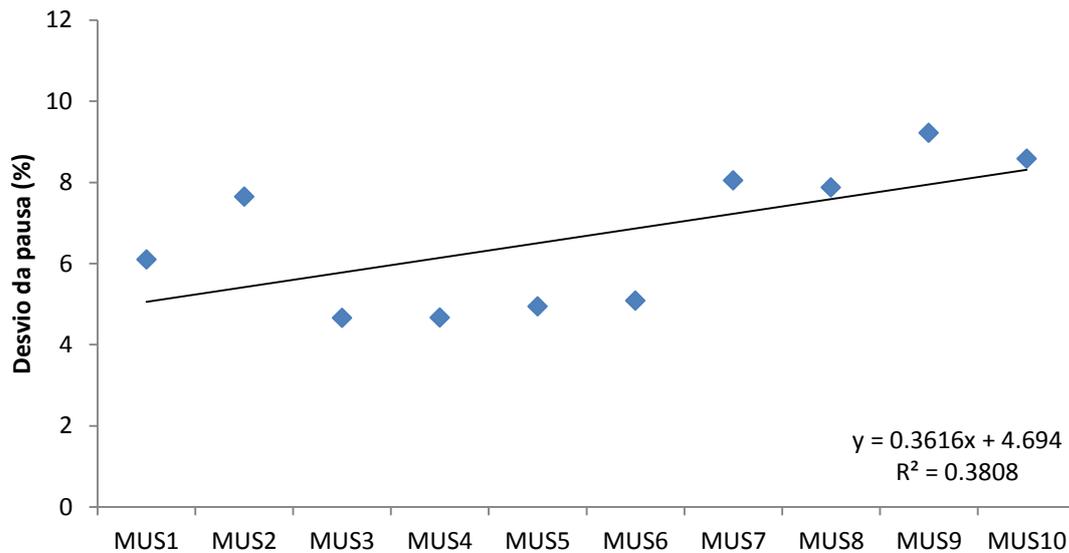
**Figura 38.** Média da taxa (%) de SINC da pausa dos três grupos em estudo. Erro padrão representado pelos traços verticais.



**Figura 39.** Dispersão da média da taxa (%) de SINC da pausa do grupo SE em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.



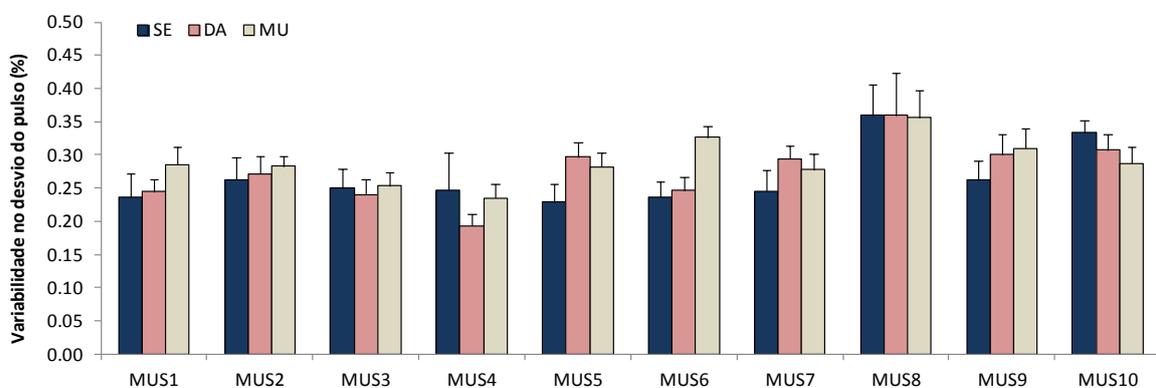
**Figura 40.** Dispersão da média da taxa (%) de SINC da pausa do grupo DA em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.



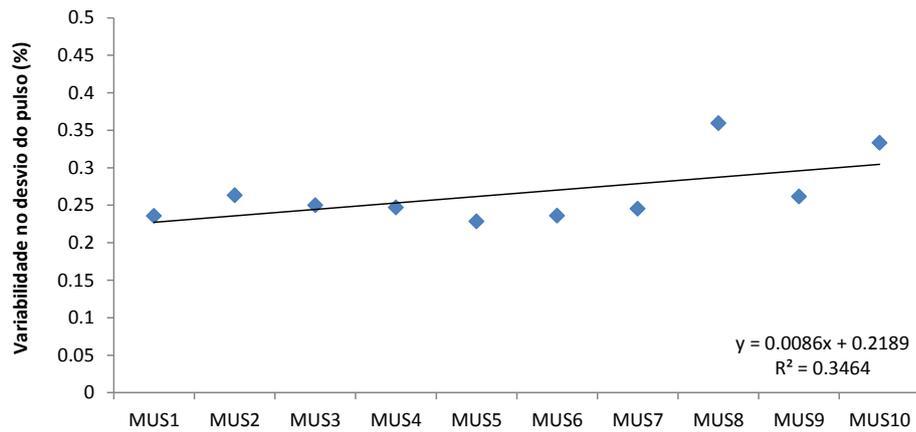
**Figura 41.** Dispersão da média da taxa (%) de SINC da pausa do grupo MU em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.

A ANOVA *two-way* revelou ainda a média da taxa de desvio padrão do SINC do pulso, calculada também para dois fatores e com efeito principal para MUS ( $F_{9,513} = 5,40$ ;  $p \leq 0,01$ ;  $\eta^2 = 0,087$ ), mas não para grupo ( $F_{2,57} = 0,574$ ;  $p = 0,567$ ), e sem interação significativa entre MUS e grupo ( $F_{18,513} = 0,86$   $p = 0,621$ ). As comparações aos pares através do teste *post hoc* Bonferroni mostraram diferenças significativas para poucos pares de estruturas (ver Quadro A3, Anexo IV).

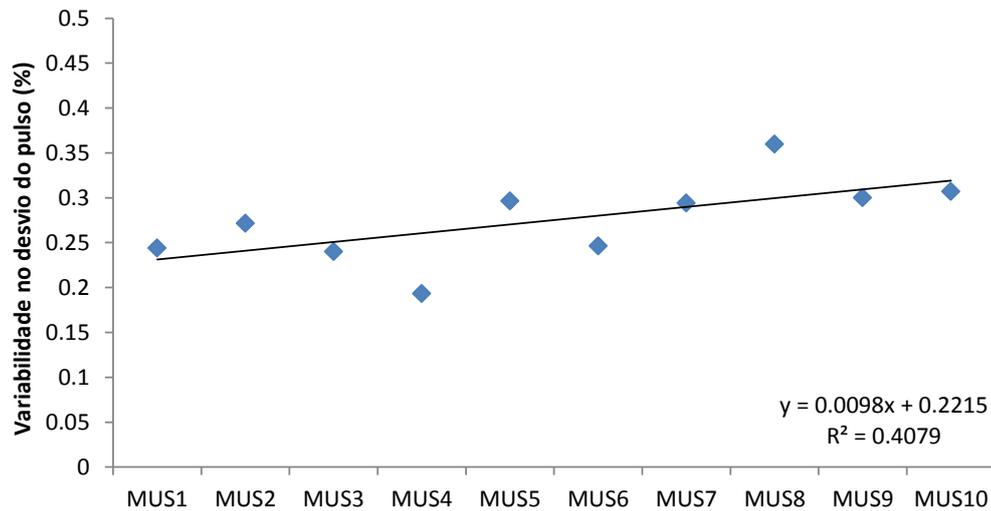
A variabilidade do desvio-padrão do SINC do pulso ficou entre 0,18 e 0,35%. O grupo de MU apresenta diferenças de desempenho como observado na Figura 42. A inclinação da reta de regressão da taxa de desvio da pausa de cada grupo é observada nas Figuras 43, 44 e 45; todas com baixo coeficiente de determinação.



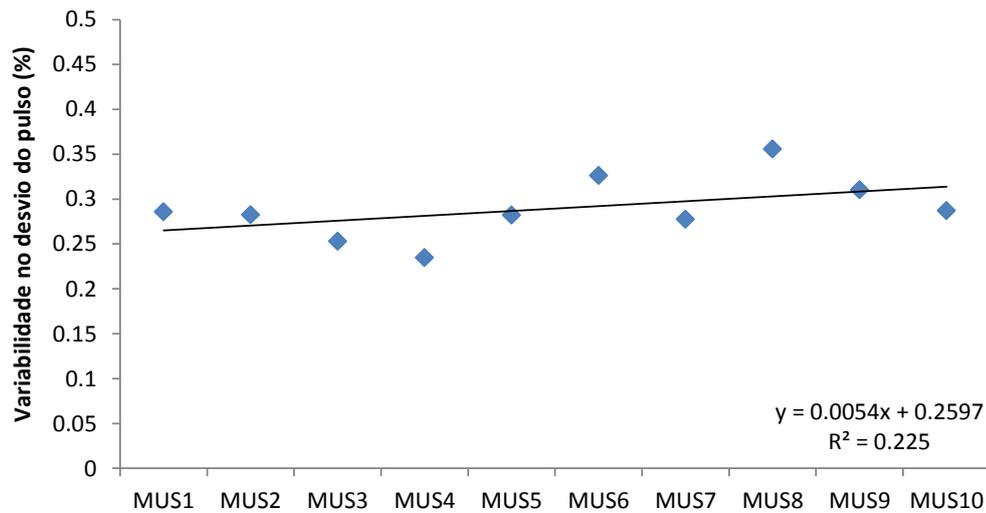
**Figura 42.** Valores de desvio-padrão da taxa (%) de SINC do pulso dos três grupos em estudo. Erro padrão representado pelos traços verticais.



**Figura 43.** Dispersão do desvio-padrão da taxa (%) de SINC do pulso do grupo SE em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.



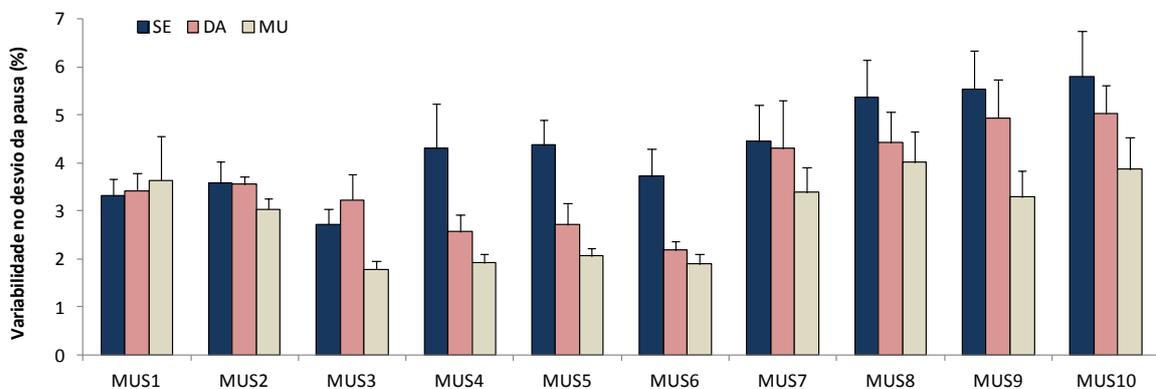
**Figura 44.** Dispersão do desvio-padrão da taxa (%) de SINC do pulso do grupo DA em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.



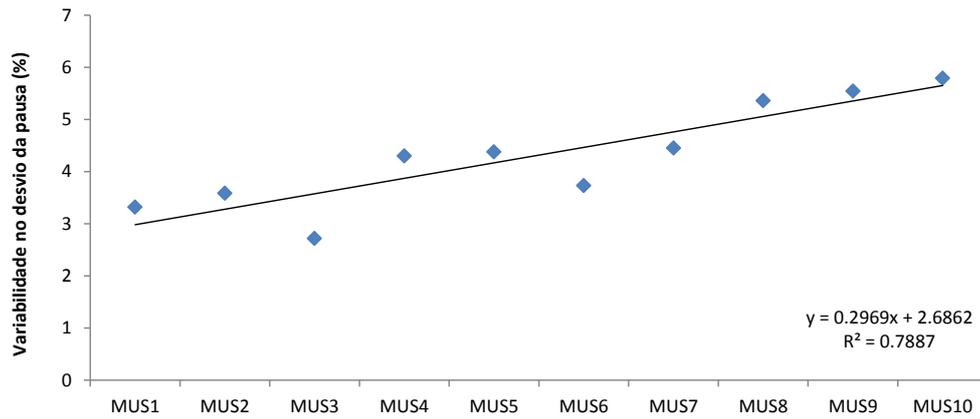
**Figura 45.** Dispersão do desvio-padrão da taxa (%) de SINC do pulso do grupo MU em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.

Os resultados da ANOVA para a variável desvio padrão da taxa de SINC da pausa calculada para dois fatores [10 estruturas musicais (intra-sujeitos) x 3 grupos (entre-sujeitos)] com medidas repetidas no primeiro fator mostraram efeito principal para estruturas musicais ( $F_{9,513} = 7,107$ ;  $p \leq 0,01$ ;  $\eta^2 = 0,113$ ), mas não para grupo ( $F_{2,56} = 7,32$ ;  $p = 0,001$ ), e sem interação significativa entre MUS e grupo ( $F_{18, 513} = 0,90$   $p = 0,031$ ). As comparações aos pares através do teste *post hoc* Bonferroni mostraram diferenças significativas para vários pares de estruturas musicais (ver Quadro A4 no Anexo IV).

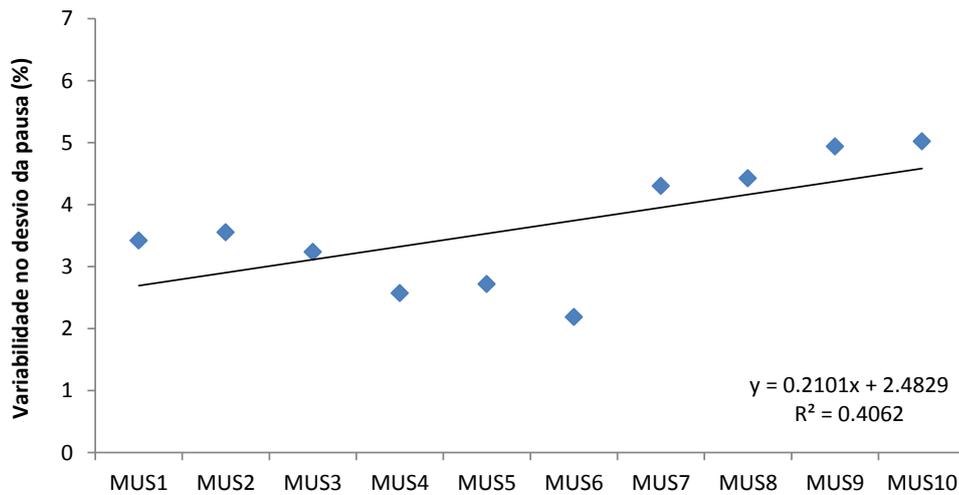
A taxa de desvio-padrão do SINC da pausa variou entre 2 e 6% (Figura 46). A inclinação da reta para os três grupos foi nula, e os coeficientes de determinação foram baixos, indicando uma variação alta na taxa de desvio temporal ao longo das estruturas como mostram as Figuras 47, 48 e 49.



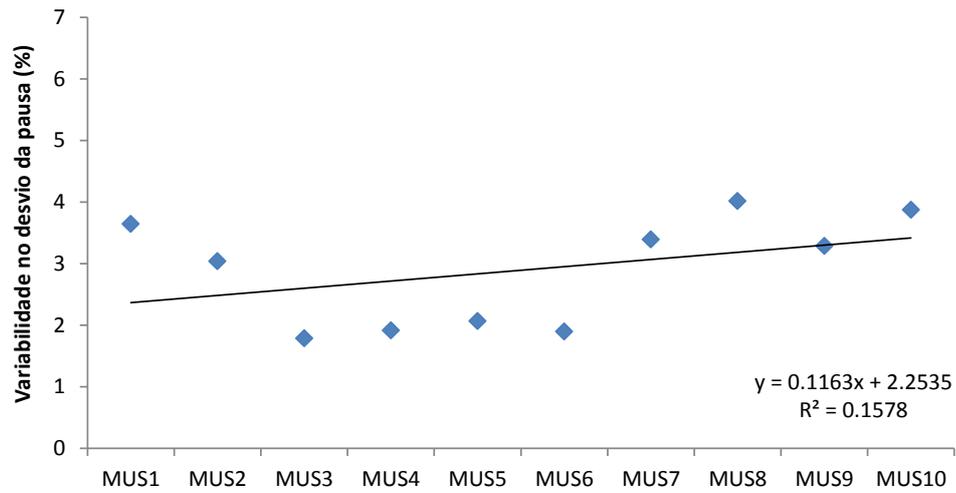
**Figura 46.** Valores de desvio-padrão da taxa (%) de SINC da pausa dos três grupos em estudo. Erro padrão representado pelos traços verticais.



**Figura 47.** Dispersão do desvio-padrão da taxa (%) de SINC da pausa do grupo SE em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.



**Figura 48.** Dispersão do desvio-padrão da taxa (%) de SINC da pausa do grupo DA em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.



**Figura 49.** Dispersão do desvio-padrão da taxa (%) de SINC da pausa do grupo MU em estudo com reta de predição da inclinação e origem dos dados ao longo das estruturas musicais. Equação de regressão e coeficiente de determinação são ilustrados na figura.

## 7. DISCUSSÃO

Este estudo teve como principal objetivo avaliar o padrão perceptivo-motor em tarefas psicoacústicas rítmicas através da análise do sucesso no desempenho e análise do componente temporal da reprodução de estruturas rítmicas em grupos com e sem experiência musical. A experiência musical foi determinada em dois grupos distintos, dançarinos e músicos. Para atender as hipóteses do estudo dois testes foram utilizados, o primeiro teste contendo vinte estruturas rítmicas monotônicas com crescente grau de complexidade, e o segundo teste com dez estruturas rítmicas musicais, também de crescente complexidade que foram elaboradas exclusivamente para esta pesquisa.

### 7.1. Efeitos da experiência musical e da natureza de testes rítmicos monotônicos e musicais na percepção rítmica

Na Etapa 1 do nosso estudo descrevemos os resultados que integram as direções das duas primeiras hipóteses do estudo. A primeira onde sugerimos que, nos testes de estruturas rítmicas (monotônicas e musicais), o desempenho pelo grupo com experiência musical formado por músicos seria superior a um grupo com experiência musical formado por dançarinos, e ambos mostrariam desempenho superior a um grupo sem experiência musical. A segunda hipótese afirma que o teste de estruturas rítmicas monotônicas é mais facilmente reproduzido comparado ao teste de estruturas rítmicas musicais. O nível de eficiência na função perceptual de estruturação rítmica foi baseado na *frequência de acertos* (FA) computada para os participantes e os grupos como um todo.

A FA ilustrou a extensão das diferenças em eficiência da função perceptual entre os grupos com e sem experiência musical ao longo das estruturas psicoacústicas rítmicas monotônicas e musicais. O grupo de DA e MU mostraram melhor desempenho geral na reprodução das estruturas psicoacústicas rítmicas em relação ao grupo SE, e o grupo de MU foi superior em relação ao grupo de DA. A interação detectada entre grupo e teste aponta para a inferior frequência de acerto pelo grupo DA no teste musical (i.e., taxa de 87% no teste monotônico e 82% no teste musical), contrário dos demais grupos cujas frequências de acertos foram inferiores no teste monotônico em contraste com o musical.

A expectativa de superioridade na percepção de indivíduos experientes com música no campo da dança em comparação com aqueles sem experiência não foi confirmada através desta variável e isso nos leva a rejeitar parcialmente a primeira hipótese do estudo. Conquanto músicos e dançarinos tenham melhor percepção de ritmo na tarefa psicoacústica monotônica do que aqueles sem experiência, no teste musical a experiência musical foi determinante para

uma superior função psicoacústica rítmica apenas os indivíduos com experiência musical (frequência de acerto em torno de 90%).

Acostumados com uma coordenação bimanual para tocar instrumentos musicais, músicos dirigem a atenção às características espacial e temporal dos movimentos das duas mãos e dedos em uma referência egocêntrica com o instrumento (e.g., contato com as cordas, ou teclado). Ainda, as mãos e dedos são funcionalmente controlados por um número enorme de unidades motoras em uma área corporal restrita, em contraste com outras regiões do corpo. Dançarinos mais raramente utilizam suas mãos de forma focal para reproduzir ritmos. Suas expressões rítmicas refletem um sincronismo global do corpo como um todo com o andamento de uma música, porém sempre orientando de forma excêntrica a direção desses movimentos, cobrindo amplas áreas geográficas (e.g., palco).

Dançarinos constantemente coordenam funções auditivo-motoras em contextos coreográficos que, por sua vez, integram demandas temporais impostas pela música ou sons com demandas espaciais impostas pelo desenho coreográfico (e.g., formas que o corpo deve assumir dinamicamente com o local e/ou materiais e outros dançarinos). É possível que os fatores atencionais sejam excessivos para controle e os dançarinos se acostumaram a sincronizar movimentos de forma global com a estrutura rítmica. Os participantes do grupo DA, ao tentarem sincronizar cada estímulo ouvido omitiram pulsos ou inseriram pulsos adicionais localmente em algumas estruturas musicais violando o andamento sincronizado da resposta motora (i.e., *tapping*). Isto acarretou em erros ao longo das repetições dos ritmos musicais e conseqüentemente a um pior desempenho geral deste grupo no teste musical.

A literatura aponta que diferentes experiências rítmicas afetam a coordenação auditivo-motora, que é a capacidade de transformar em movimento um estímulo captado pelo sistema auditivo (e.g., saltar de acordo com as batidas de um tambor, deslocar pelo espaço seguindo um determinado ritmo, driblar uma bola conforme a batida forte da música). Em termos comportamentais, músicos treinados comparados a não músicos possuem melhor capacidade de discriminação auditiva para timbre e afinação, que definimos como uma perfeita sintonia na execução das notas através de um instrumento, acompanhamento de uma orquestra ou ajuste de afinação de um instrumento ao tom de outro (WEHRUM et al., 2011; SCHELLENBERG; MORENO, 2010; KRAUS; CHANDRASEKARAM, 2010). Músicos pianistas em comparação com não músicos apresentam aumento da atividade neural (medido por FMI- fonte magnética de imagem) no córtex auditivo quando ouvem notas no piano. Para vários autores (ROERDINK et al., 2011; KRAUS; CHANDRASEKARAM, 2010; JANTZEN

et al., 2007), áreas do cérebro são funcionalmente e estruturalmente modificadas pelas experiências musicais.

Em pesquisa recente Miendlaarzewska e Trost (2014) afirmam que o treinamento envolvendo a música, seja tocando um instrumento ou dançando, é uma experiência motora multissensorial que une uma série de funções atencionais e executivas. Ainda, diversas habilidades como, leitura de um sistema simbólico complexo (notação musical), aprendizagem bimanual para tocar um instrumento junto a habilidades motoras finas são combinadas com precisão métrica que influenciam no desempenho em tarefas psicoacústicas, quando comparado com indivíduos sem experiência. É de comum acordo entre esses autores (CHEN; PENHUME; ZATORRE, 2008b; BEVER; CHIARELLO, 2009; SCHMITHORST; HOLLAND, 2003) que avaliar músicos permite analisar como o cérebro muda em resposta a um treinamento de longo prazo, resultando em uso mais eficiente dos recursos neurais.

A possibilidade de melhora no desempenho psicoacústico através de experiências com a música foi testada em surdos submetidos a um programa sensório-motor com a dança por Mauerberg-deCastro e colegas (MAUERBERG-DECASTRO, 1989; MAUERBERG-DECASTRO, 1990; MAUERBERG-DECASTRO; MORAES, 2013). Utilizando o teste Mira Stamback, os autores detectaram que o impacto da privação sensorial auditiva para certas capacidades, como o ritmo, por exemplo, podia ser diminuído. Os participantes surdos, após a experiência com o treinamento por um período de quatro meses aproximadamente, melhoraram significativamente o escore global de reprodução de estruturas rítmicas. Noutro estudo, MAUERBERG-DECASTRO (1989) observou que a transferência dos benefícios ocorria também para tarefas psicoacústicas de discriminação de frequências tonais e duração de pares tonais de comprimentos diferentes. O treinamento auditivo ao incluir o ritmo com sons diversificados estimulou a percepção auditiva do aspecto temporal do espectro acústico e propriedades tonais simples (e.g., frequência e duração). Para estes autores, o ritmo, com eventos monotônicos distribuídos temporalmente entre pulso e pausas, é provavelmente uma característica potencialmente preservada enquanto função auditiva na condição de surdez, embora fatores de complexidade nas estruturas rítmicas afetem a capacidade de memorização das mesmas.

Tanto Grube e Griffiths (2009), que estudaram a percepção subjetiva de sequências rítmicas, como Chen, Penhume e Zatorre (2008b), que pesquisaram a modulação da sincronização auditivo-motora pela complexidade do ritmo e pelo treinamento musical, reportam Essens e Povel (1985) que a capacidade de reproduzir e sincronizar com precisão um ritmo depende de como foi elaborada a sequência de estruturas da tarefa psicoacústica

rítmica. No estudo de Chen, Penhume e Zatorre (2008b), eles manipularam parametricamente as características auditivas de um ritmo isócrono simples (i.e., sequência de pulsos regularmente distribuídos ou com intervalos temporais idênticos) para destacar uma evidência métrica. À medida que essa métrica se sobressaía era possível ver a atividade no córtex pré-motor dorsal e córtex auditivo aumentada, além do aumento na conectividade funcional entre essas regiões. Estes achados sugerem que as regiões auditivas podem interagir com o córtex pré-motor dorsal para sincronizar com precisão a sincronização dos movimentos com os sons cujos pulsos se destacam numa sequência.

Em nosso estudo, a predição de que o teste de estruturas monotônicas seria mais facilmente percebido do que o teste musical foi parcialmente rejeitada, embora para o grupo de DA esta relação tenha sido inversa. A natureza periódica distinta das duas tarefas rítmicas é um aspecto importante a ser considerado. O teste monotônico não envolve repetição das estruturas. Uma vez ouvida, cada estrutura deve ser reproduzida de forma sequencial. Como não existem eventos métricos ou ênfase tonal (e.g. acento), como ocorre nas estruturas musicais, o ritmo monotônico envolve uma simples memorização de eventos randômicos com determinada duração. Fatores atencionais de momento são decisivos e qualquer erro significa um impacto importante no escore geral do teste. No teste musical dez repetições em cada estrutura atenuam a proporção do erro. Por exemplo, no teste monotônico, o participante ouve vinte estruturas e cada uma é sequencialmente reproduzida. No teste musical, cem estruturas, sendo dez conjuntos repetidos um atrás do outro, são respondidas simultaneamente à escuta. Ainda, a métrica rítmica reforça previsão e expectativa sobre o evento seguinte dentro da estrutura. Este desequilíbrio de repetições torna os testes assimétricos quanto às chances para acerto/erro.

Nesse sentido, os ritmos métricos podem facilitar a capacidade de codificar, recordar e executar com precisão as estruturas rítmicas (MOTZ; ERICKSON; HETRICK, 2013; BEVER; CHIARELLO, 2009; ESSENS; POVEL, 1985). Padrões rítmicos são caracterizados em termos de hierarquias métricas. Assim, uma batida secundária dividindo a medida em partes iguais produz o compasso binário, e duas batidas secundárias produzem o compasso ternário. Estes intervalos menores de tempo próprios podem ser divididos em partes iguais, e assim por diante. Os símbolos de notas e pausas na música tonal refletem essa organização hierárquica.

Por exemplo, a sequência de duração (em ms) 1000-500-500-1000 forma um padrão rítmico plausível e simples, e pode ser simplesmente representado pela notação musical (DEUTSCH, 1986). Dessa forma podemos supor que subdivisões hierárquicas de intervalos

de tempo estão envolvidas na sua representação interna também. Isto dá origem a duas questões: a primeira diz respeito a forma como o ouvinte atribui interpretações rítmicas para padrões temporais idealizados, como os representados em uma partitura ou gerados por computador; a segunda é a relação entre a percepção de padrões temporais idealizados e percepção daqueles que ocorrem em nosso ambiente natural (i.e., imprevisíveis ou randômicos).

Quanto à complexidade interna das estruturas sequenciais da tarefa em cada teste, presumimos que haveria piora no desempenho de uma maneira linear. Embora no teste monotônico uma queda de desempenho pelos grupos tenha sido observada nas últimas estruturas, de maneira geral erros nas estruturas foram detectados em menos de 50% dos participantes.

No estudo de Mauerberg-deCastro e Moraes (2013) sobre a influência da dança na percepção de estruturas rítmicas monotônicas em adolescentes surdos, a variação na taxa de acerto ao longo das estruturas estava associada entre 73% e 94% com a mudança na complexidade das estruturas rítmicas. Isso mostra que a progressão na complexidade foi percebida pelos participantes com proporcional redução na taxa de acertos. Para os participantes surdos a média do volume de erros na tarefa auditiva foi de 14,8 no pré-teste, e de 10 no pós-teste. Segundo Zazzo (1968) crianças com 12 anos costumam errar nas quatro últimas estruturas.

Em nosso estudo, os três grupos, 70% dos participantes mostraram queda na FA a partir da 15ª estrutura [oo oooo o] que possui 7 pulsos. Porém foram nas 19ª estrutura [o oo ooo oo] e 20ª estrutura [o oo oo o oo], ambas com oito pulsos que o erro aumentou para os três grupos (~50% dos participantes erraram). O teste monotônico comprime aumento de pulsos e pausas à medida que avançam as estruturas iniciais para as finais. É um excesso de informação a ser memorizada e que não tem estrutura funcional. Como dito anteriormente, cada estrutura é apenas uma sequência de eventos temporais sem subordinação a regras matemáticas como ocorre quando há repetição musical subordinada a regras métricas ternárias ou quaternárias. No primeiro caso, a demanda maior da memória de curto prazo e um deliberado processamento cognitivo compromete eficiência à medida que aumenta o número de pulsos e pausas (MOTZ; ERICKSON; HETRICK, 2013; SCHULLER; EYBEN; RIGOLL, 2007; ZANTO; SNYDER; LARGE, 2006). As estruturas musicais causam imediata antecipação na resposta tornando um evento comportamental automático e espontâneo.

Lewis et al., (2004) investigaram se a atividade cerebral correlaciona-se diferencialmente com o aumento da complexidade temporal dos ritmos isócronos (que

possuem intervalos de tempos iguais) durante as fases de inicialização, sincronização e continuação da batida do dedo. Eles notaram que a complexidade temporal relacionada à atividade do córtex pré-motor dorsal nas fases de inicialização e sincronização sugere que esta região responda a uma maior complexidade de movimento em geral, uma vez que mostra que o envolvimento desta estrutura também varia em paralelo com o grau de complexidade temporal da sequência motora. Os autores sugerem que, uma vez que uma sequência de movimento aprendida tenha sido selecionada e iniciada, o processamento envolvido em continuar a realizá-la na ausência de pistas externas não depende mais da complexidade temporal da própria sequência.

A demanda na complexidade no teste musical só foi observada a partir do 8<sup>a</sup> ritmo, com queda na taxa de acerto pelos três grupos. O grupo MU mostrou uma queda de 5%, enquanto que o grupo de DA com 15% e no grupo SE a taxa foi de 20% para esta estrutura. A complexidade desta estrutura é percebida pelo aumento da velocidade da batida. Aqui por conta da marcação de três pulsos fortes, ocorre o dobro de pulsos em relação à primeira estrutura. Provavelmente as 10 repetições dos ritmos musicais foi um fator determinante para a alta frequência de acertos no teste, possibilitando uma aprendizagem da ação coordenativa dos estímulos rítmicos apresentados.

O alto grau da taxa de acertos pelo grupo de MU na última estrutura musical (88%) evidencia que a experiência de longo prazo para este grupo é um referencial de percepção ótima e que o treinamento do ritmo dentro das funções musicais influenciou diretamente no processamento de informações mostrando uma maior eficiência na reprodução das estruturas.

A percepção rítmica dos componentes psicoacústicos (e.g., duração de pulsos e pausas) no teste monotônico, por resultar em respostas sequenciais a um conjunto temporal auto-delimitado e sem repetições, depende inteiramente da memória imediata sobre a numerosidade dos pulsos e a amplitude das duas pausas (curtas e longas). Mesmo com aumento na quantidade dos componentes psicoacústicos, o que pressupõe aumento na complexidade, não encontramos níveis expressivos de incerteza pelos grupos, exceto discretamente nas estruturas terminais por conta da sua característica randômica de apresentação. O teste monotônico é funcionalmente distinto do processo perceptivo requerido no teste musical. Entretanto, mesmo com a possibilidade de que a métrica das regras musicais organizadas nas sequências musicais pudesse levar a resposta sincronizadas de forma automática e espontânea, as estruturas terminais que foram pior percebidas pelos grupos mostram influência da experiência, o que distanciou os grupos de DA e MU do grupo SE.

Portanto, a experiência de longo prazo de ênfases direta (e.g., músicos) e indireta (e.g., dançarinos) com a música tem um papel importante na percepção rítmica.

## **7.2. Efeitos da memória na regularidade temporal da resposta rítmica**

A Etapa 2 descreve os resultados sobre a hipótese de que a regularidade temporal (RT) da resposta sequencial ao padrão psicoacústico para os distintos componentes psicofísicos das estruturas rítmicas monotônicas deteriora à medida que aumenta a complexidade da tarefa. Neste caso, esta hipótese foi confirmada parcialmente.

Para a primeira variável TI (um dos componentes psicoacústicos sob a análise da RT) não encontramos diferença estatística significativa entre os grupos (SE, DA e MU), mostrando uma variação no atraso para o início da resposta entre 1,0 a 1,5 segundos. Praticamente os três grupos demoraram o mesmo tempo para iniciar sua resposta depois do término do estímulo ao longo das estruturas. Este resultado sugere que a prontidão da escuta para a iniciação da resposta foi sempre a mesma independente do fato de algumas estruturas variarem de 7 (1ª estrutura) a 15 (20ª estrutura) componentes, incluindo pulsos e pausas. O grupo de MU mostrou um tempo de iniciação mais rápido em comparação aos grupos SE e DA, mas não relevante para indicar que a experiência musical tenha efeito sobre essa variável. Nesta etapa da análise da RT níveis adequados de atenção e memória foram exigidos já que as sequências de estímulos eram ouvidas uma única vez. Bueno e Ramos (2007) citam no seu artigo sobre a estimação do tempo musical que estímulos musicais podem afetar a estimação temporal dependendo dos processos psicológicos envolvidos em tarefas de apreciação musical como a memória e a atenção que são fundamentais para estimativas de tempo.

No que se refere à RT do pulso todos os grupos ficaram com durações em torno de 0,05 a 0,09 segundos. Este intervalo reflete uma duração de tempo 20% mais curta que o teste padrão que foi de 0,14 segundos. Entre os grupos SE e MU há uma diferença significativa de RT do pulso quando comparada com o grupo SE o qual imprimiu uma pressão na batida mais lenta que os primeiros. De certa forma não há expressiva diferença na batida do pulso por causa do padrão discreto do movimento que é invariante e restrito por fatores biomecânicos. Neste caso, quando o participante executa a batida com os dedos não há tempo suficiente para regular o movimento em consequência da ação imediata que a tarefa exige. Por outro lado, encontramos resultados inesperados em relação às pausas curtas, com tempo de duração superestimado em relação ao tempo da pausa da estrutura teste.

Para a pausa curta, os três grupos dobraram o valor de duração para mais 150% em relação ao padrão. À medida que o número de pausas curtas aumentava nas estruturas,

aumentava também a percepção do tempo de duração dessas pausas que variaram entre 0,12 a 0,24 segundos, com diferenças significativas entre os grupos SE e DA e SE e MU. Como os componentes psicoacústicos foram analisados em separado, com exceção dos parâmetros de variabilidade (i.e., desvio-padrão), em geral o grupo MU se destacou na consistência das respostas ao longo das estruturas, em especial quando reproduzindo as pausas curtas e longas. Entretanto, este mesmo grupo foi o que mais se distanciou dos valores do teste. Em geral, os componentes psicoacústicos duração do pulso, pausas curtas e longas mostram características peculiares entre si quanto à regularidade temporal. A pausa longa que tem duração de 260 ms apesar de ter mostrado uma menor variabilidade (em torno de 0,26 a 0,37 segundos), principalmente nas estruturas com duas ou mais pausas longas, ainda esteve 25% acima da duração da pausa padrão; entretanto não identificamos diferenças significativas entre os grupos.

Quanto à complexidade das estruturas, somente na pausa curta, ambos os parâmetros, média e desvio-padrão refletiram piora na regularidade temporal ao longo das vinte estruturas. Entretanto, a distância entre a duração da pausa padrão em contraste com a duração calculada da resposta de batidas aumentou a partir da 15ª estrutura e progressivamente até a 20ª estrutura. Para as pausas longas, os valores médios ficaram relativamente inalterados ao longo das estruturas, com exceção do desvio padrão que também aumentou em variabilidade a partir da 15ª estrutura.

A percepção de duração do tempo de silêncio caracterizou como um elemento chave para a reprodução correta das estruturas e quando o intervalo é suficientemente longo, ajustes na resposta rítmica podem ocorrer, ao contrário das pausas muito curtas onde erros podem ocorrer porque restrições na oscilação biomecânica dos dedos podem resultar em amplitudes de movimento maiores que o padrão acústico. O processamento neurofisiológico da percepção temporal pode ser dividido em quatro escalas temporais: microssegundos (ecolocalização e localização), milissegundos (coordenação motora, reconhecimento e produção da fala), segundos a minutos (percepção consciente do tempo) e horas do dia (ritmos circadianos) (ANDREATTO et al., 2012). Nesse caso, como o intervalo das pausas curtas foi estendido em sua duração durante a resposta do participante, a única possibilidade de ajuste temporal seria em intervalos das pausas longas de modo a respeitar o arranjo rítmico da estrutura como um todo.

Primordialmente enfatizado durante todo o treinamento de músicos e dançarinos, o tempo, que neste teste, diz respeito à duração dos pontos de referência específicos no som (pulsos) e no silêncio (pausas), são aspectos perceptuais importantes na organização rítmica e

sucesso na execução de habilidades motoras nas áreas da dança e música (KRAUS; CHANDRASEKARAN, 2010). Esta organização reflete acurácia mesmo em contextos onde ajustes temporais são sutilmente necessários.

Alguns estudos (CASELLI; LABOLI; NICHELLI, 2009; GAUTIER; DROIT-VOLET, 2002) sobre a percepção de tempo empregaram tarefas de bissecção temporal, que inclui dois intervalos de tempo (curta duração e longa duração). Primeiramente neste tipo de tarefa os participantes aprendem a categorizar durações padrão como curta ou longas. Em seguida os dois intervalos com variações diferenciadas são expostos ao participante, que por sua vez eleger se o tempo do estímulo apresentado é de longa ou curta duração. A tarefa permite ao pesquisador derivar funções psicofísicas que determinam a proporção de respostas longas com comparação com as durações, mostrando que os humanos sabem estimar o tempo de forma acurada.

Treisman propôs em 1963 um modelo de relógio interno para explicar os processos internos subjacentes à percepção de tempo. O modelo sugere três estágios de processamento da informação temporal: estágio do relógio, estágio da memória e estágio da decisão ou comparação. No modelo, uma primeira estrutura neural atuaria como um marca-passo, sendo responsável pelo envio de um fluxo regular de pulsos que traduziria as informações dos estímulos temporais. Essas informações seriam então enviadas a um *acumulador* que integraria esses pulsos de forma linear, de acordo com a duração do evento. O número de pulsos coletados é então comparado com uma amostra armazenada na memória, onde então, um *comparador* atuaria a fim de decidir uma resposta adequada àquele estímulo (BRAUN, REBOUÇAS, RANVAUD, 2009).

Estes modelos têm sido modificados e também questionados em recentes estudos psicofísicos e de neuroimagem (JANTZEN et al., 2007; MAUK; BUONOMANO, 2004; LEWIS et al., 2004). Isso porque dados empíricos têm apontado que é possível perceber e estimar a duração de diferentes eventos externos apresentados simultaneamente. Esses resultados têm dado suporte à ideia de que o processamento de informações temporais poderia ser mediado por várias estruturas neurais, isto é, não existiria um mecanismo de processamento rígido, unidirecional, localizacionista, mas estruturas dinâmicas responsáveis pela percepção de tempo (JANTZEN et al., 2007). Mauk e Buonomano (2004) propõem ainda que a percepção de tempo não provém de relógios ou sistemas corticais especialmente dedicados ao processamento de tempo, pois todos os circuitos neurais possuiriam uma capacidade inerente para processar informações temporais a partir de mudanças estado-dependentes na dinâmica das redes neurais.

Da mesma forma, os estímulos musicais também podem afetar a estimacão temporal, dependendo de seus elementos de composico, como pontos de referencias e complexidade musical. Na pesquisa de Bueno e Ramos (2007), três trechos musicais de diferentes escalas em consonância (cujas notas se completam gerando uma harmonia sonora) e em dissonância (cujas notas não se completam, gerando uma discordância), por exemplo: escala de D (de caráter maior, consonante), escala de L (de caráter menor, consonante) e escala de Si (de caráter menor, dissonante ao ouvido ocidental), foram utilizados para verificar a estimacão subjetiva do tempo. Os participantes (universitários) foram divididos em três grupos correspondentes aos modos musicais empregados. A tarefa consistia em: escuta do trecho musical, estimacão temporal por reproduico do mesmo e preenchimento de escalas com valores de 1 a 7, referente ao contdo emocional do trecho musical ouvido (Alegria, Tristeza, Tensão e Ativao). Os achados revelam que a duraco média dos estímulos da escala de Si foi estimada como maior em relao aos estímulos das escalas de L e D. Além disso, o estímulo locriano foi superestimado pelos participantes em relao  duraco real desse estímulo (64,3 segundos).

Assim, a superestimaco do tempo está associada  dissonância musical, no qual os músicos discriminaram os intervalos de consonância perfeitos como uma consonância muito agradável, imperfeita como bastante agradável e a dissonância como desagradável. Os não-músicos não podem realizar tais discriminaes. Assim, a habilidade musical particular parece ter qualificado os participantes a discernir diferenças sutis em tarefas envolvendo respostas emocionais  música.

A tarefa do teste monotônico não tinha como finalidade o sincronismo com estímulos externos (e.g., batidas produzidas por instrumento musical) pela própria característica do teste ser sequencial. No entanto podemos fazer uma inferência conceitual indireta, considerando probabilidades de ativao neurocortical que expressa funes de memória de curto prazo. Por exemplo, se a duraco dos pulsos, das pausas e do comprimento da estrutura como um todo, forem idênticas ao padrão, significa que mentalmente o sujeito reteve (ou memorizou) esse padrão temporal e sincronizou o padrão mental com o padrão externo. O padrão mental determina um evento de simultaneidade com a ao da batida ao longo da tarefa.

No nosso estudo a análise da regularidade temporal do teste monotônico mostrou que não ocorreu esse sincronismo indireto, pois os participantes dobraram o valor das pausas curtas e embora com menor amplitude de diferença as pausas longas também foram maiores que a pausa teste. Mais importante, a taxa de variabilidade através do desvio padrão mostrou a tendência no componente psicoacústico pausa progressivamente aumentar  medida que a

complexidade das estruturas aumentou, particularmente após a 15ª estrutura. O grupo SE foi mais vulnerável aos efeitos desta complexidade destacando a variabilidade, mesmo tentando manter sua média na duração próxima ao padrão ouvido.

Em diferentes componentes psicofísicos como a duração do pulso, a regularidade temporal manteve uma constância na magnitude temporal ao longo das sequências rítmicas. A regularidade temporal dos pulsos, particularmente na amplitude de variabilidade que aumenta com a complexidade da tarefa, deteriorando a RT neste aspecto, o que confirma parcialmente nossa hipótese. As demandas na memória imediata parecem aumentar com o aumento no número de componentes psicofísicos, porém possibilidades de ajustes nas pausas curtas e longas, conquanto de proporções distintas, refletem como o ciclo ação-percepção integra a informação temporal rítmica.

### **7.3. Padrão perceptivo-motor de sincronização rítmica (desvio entre intervalo de pulsos e pausas)**

A medida de *sincronismo* (SINC) rítmico no teste musical reflete a integração perceptivo-motora na função de estruturação rítmica e, neste estudo, foi derivada em componentes quantitativos (desvio na duração dos intervalos e eventos na estrutura rítmica). A organização rítmica musical obedece a regras matematicamente estáveis em divisões temporais quaternárias com acentos marcando o espectro qualitativo do evento rítmico. A topologia do comportamento perceptivo-motor durante a sincronização rítmica pode revelar desvios no SINC que são influenciados por complexidade da tarefa e pela experiência de longo prazo com a música.

Os resultados desta etapa confirmam parcialmente a hipótese de que o sincronismo entre o componente motor e o padrão temporal psicoacústico das estruturas rítmicas mudam (i.e., incremento na taxa de desvio temporal medido pela variabilidade estatística) entre as estruturas rítmicas musicais para o componente psicofísico pulso, porém de maneira irregular e sem relação com o aumento da complexidade da tarefa sem distinção entre os grupos. Resultado similar foi encontrado para a variável desvio-padrão. Já para o componente psicoacústico pausa, a diferença de SINC entre as diferentes estruturas rítmicas mostra uma tendência linear. O grupo com experiência musical é o grupo que mostra a menor taxa de desvio temporal da estrutura padrão. A variável desvio-padrão do SINC das pausas mostra uma tendência de aumento na variabilidade com o aumento da complexidade.

O movimento de sincronizar os pulsos do ritmo ouvido através das batidas (*tapping*) é discreto em sua unidade, ou seja, a impressão da força de contato é relativamente constante. A

captura do movimento de batida (i.e., pulso) é realizada somente no momento do contato dos dedos com a superfície de apoio (célula de carga) tornando o movimento potencialmente invariante pela restrição biomecânica. Essa restrição limita a frequência de oscilação de movimento (dos dedos) pela subordinação à configuração musculoesquelética e aos graus de liberdade dos dedos. Como a ação de resposta ao estímulo é muito rápida, não há tempo para ajustes de controle motor do movimento.

Repp (2005) afirma que os limiares de sincronização (i.e., taxas mais rápidas e mais lentas possíveis na sincronização) são determinados não apenas por limitações biomecânicas, mas também por aspectos estruturais do sinal de estimulação como a modalidade auditiva, a complexidade e a organização hierárquica da informação psicoacústica. Isto levou o autor a concluir que os limites de velocidade na sincronização musical derivam em grande parte de restrições nos processos de integração sensório-motora que ligam informação perceptiva de entrada com comandos motores.

Se por um lado o aspecto motor (ou reprodução dos pulsos) tem essa restrição quanto à modulação da batida, o aspecto temporal em relação à duração da pausa nos traz algumas informações de ajustes importantes como modo de espera ou encurtamento do tempo para a próxima estrutura. Quando há uma desorganização nessa reprodução, como por exemplo, o participante pode deixar de responder a um estímulo para responder a próxima repetição com maior chance de sucesso. O erro na estrutura anterior pode criar confusão na integração das estruturas subsequentes e contaminar a memória imediata sobre o ritmo ouvido. O ato motor da batida seria afetado por fenômenos de perseveração motora de erro ou simplesmente desestruturando a consistência do ato motor rítmico.

Em um estudo clássico sobre o limiar de percepção de tempo e sincronização, Fraisse (1982) demonstrou que sequências de quatro sons que definem três durações de intervalo diferentes exibem distorções características na reprodução: os dois intervalos mais semelhantes tendem a ser assimilados entre si, resultando em um ritmo contendo apenas duas durações de intervalo (THOMPSON; BELLA; KELLER, 2006; REPP; LONDON; KELLER, 2012).

Large, Fink e Kelso (2002), investigaram a sincronização da batida com ritmos metricamente estruturados com a predição de que indivíduos sincronizam voluntariamente em qualquer nível métrico e ainda mantinham essa sincronia diante de perturbações temporais. Para averiguar esta hipótese dois experimentos foram testados: sincronização com batidas simples e complexas, com estímulos rítmicos que eram ao mesmo tempo aleatórios e metricamente estruturados. Para isso eles usaram cinco padrões rítmicos básicos com

intervalos entre as batidas de 400ms, 800ms e 1600ms. A probabilidade de um evento na batida 1 foi de 1,0, na batida 3, foi de 0,8 e nas batidas 2 ou 4 de 0,4. Dessa forma a sincronização bem sucedida e a recuperação de perturbações requeriam uma competência rítmica geral e não se baseava na memorização de um padrão rítmico sequencial, ou seja, de elementos individuais da estrutura (i.e., pulso e pausa). O estudo comprovou que os participantes sincronizam aleatoriamente sequencias rítmicas metricamente estruturadas. Além disso, a recuperação bem sucedida das perturbações de fase nos ritmos imprevisíveis inviabiliza a hipótese de que o rastreamento temporal se baseia unicamente na aprendizagem prévia de sequencias específica de eventos auditivos (LARGE; FINK; KELSO, 2002). Uma distinção básica neste estudo é o uso de estruturas não musicais (sem acento e divisão de tempo musical).

A regra métrica do ritmo musical gera um comportamento espontâneo que é influenciado pela experiência. Em nosso teste musical, a experiência comprovou seu efeito nas variáveis, pois MU e DA sincronizaram um maior número de repetições de estruturas, apresentando menores desvios nos pulsos do que o grupo SE. E dentre os grupos com experiência, o grupo de MU foi mais eficaz no teste comparado aos DA. Nesse sentido, Kraus e Chandrasekaram (2010) revelam que o engajamento ativo com a música aprimora a capacidade de detectar rapidamente uma sequência rítmica e codificar padrões sonoros. A capacidade de sincronizar os movimentos com um ritmo musical é comum para a maioria das pessoas, que instintivamente ou espontaneamente reagem a um estímulo auditivo rítmico (CHEN; PENHUNE; ZATORRE, 2008b).

A métrica musical neste caso influenciou a precisão temporal rítmica, o acento forte e a repetição criaram a capacidade de sincronizar as estruturas com pequenos desvios na regularidade. Dessa forma, nossa hipótese de que o componente motor e o padrão temporal mantém uma relação entre si foi confirmada. Quando pensamos no sincronismo realizado pelos músicos e no sincronismo realizado pelos dançarinos os conceitos se entrelaçam. Quando há um estímulo externo como o ritmo produzido por uma banda há também uma tendência intrínseca inerentemente rítmica do corpo humano se mover. Seja através de uma movimentação global como ocorre, por exemplo, com os dançarinos, ou local durante as batidas (*tapping*) para o músico que realiza eventos de percussão musical.

Não só os pulsos, mas principalmente as pausas nos mostraram pontos importantes sobre a variável SINC. Aliás, foi no componente psicoacústico pausa que encontramos as maiores diferenças entre o ritmo padrão e a resposta sincronizada. A média da pausa teve um menor desvio para o grupo de MU, de 4,7 a 9,2%, seguido do grupo de DA, 5,7 a 12% e o

grupo SE 5,8 a 15%. É na pausa que o participante tem a possibilidade de correção do tempo dentro da estrutura rítmica. Se ele violar a pausa além do limite invadindo o evento do próximo pulso numa repetição rítmica, alguns pulsos subsequentes podem ser comprometidos quantitativamente e afetam a eficiência no próximo arranjo da sequência rítmica.

## 8. CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou como a percepção rítmica de componentes psicoacústicos (e.g., duração de pulsos e pausas) pode ser medida quantitativamente em seus atributos temporais. Concluímos que a experiência musical de músicos e dançarinos na maioria das instâncias da organização rítmica (i.e., monotônica e musical) tem um impacto positivo no desempenho rítmico, marcado por acurácia e estabilidade na resposta.

A natureza distinta entre os dois testes rítmicos mostrou que existe uma amplitude de estruturas com progressiva complexidade que são potencialmente indiferentes em exigência de processamento; mais de 2/3 das estruturas foram respondidas pelos grupos com a mesma taxa de eficiência e com similar perfil temporal nos componentes psicoacústicos. Ainda, concluímos que o desempenho diferenciado ao longo das estruturas em ambos os testes, supostamente de progressiva complexidade, revela apenas variabilidade na resposta a estruturas individuais, independente de que posição a estrutura ocupa no teste, com exceção das estruturas terminais que, em alguns casos, mostra um declínio linear no desempenho.

Concluímos que demandas na memória imediata envolvidas na regularidade temporal de estruturas rítmicas tem efeito na deterioração de desempenho no teste monotônico, porém apenas para as pausas. Pausas são componentes psicoacústicos passíveis de ajustes também no teste de estruturas rítmicas musicais. Pulsos são componentes psicoacústicos invariantes devido às restrições biomecânicas do gesto das batidas sucessivas.

Finalmente, a natureza da organização rítmica musical com suas regras métricas integradas em divisões temporais quaternárias e acentos marcando o espectro qualitativo do evento rítmico são mais bem aproveitados por indivíduos com experiência com música, tanto músicos como dançarinos, do que aqueles sem experiência.

## 9. REFERÊNCIAS

- ALVES, A. C. **Expertise na clarineta: possibilidades de construção da performance musical de “alto nível.”** Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Instituto de Artes, Departamento de Música, Brasília, 2013.
- ANDRADE, P. E.; BHATTACHARYA, J. Brain tuned to music. **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 96, n. 6, p. 284-287, 2003.
- ANDREATTO, C. A. A.; REYES, M. B.; CORAZZA, D. I.; PEDROSO, R. V.; COELHO, F. G. M.; GOBBI, S.; SANTOS-GALDURÓZ, R. F. Uso do procedimento de bissecção temporal na avaliação de idosos com doença de Alzheimer: uma revisão sistemática. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 61, n.1, p. 39-44, 2012.
- ANTUNES, D. C.; GOUVEIA, A. Questões acerca da percepção sonora de harmônicos: a função das variáveis sexo e aprendizagem. **Estudos de Psicologia**, v. 26, n.1, p. 57-64, 2009.
- BALLONE, G. J. Percepção e Realidade. Internet, disponível em <http://www.psiqweb.med.br/>, revisto em 2005 in Psiq Web.
- BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 3ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- BEVER, T. G.; CHIARELLO, R. J. Cerebral dominance in musicians and non-musicians. **The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences**, v. 21, n.1, 2009.
- BISPHAM, J. Rhythm in music: What is it? Who has it? And Why? **Music Perception: An Interdisciplinary Journal**, v. 24, n. 2, p. 125-134, 2006.
- BRAUN, T.; REBOUÇAS, J. T. S.; RANVAUD, R. O ritmo e a sua relação com som: a influência do contexto sensorial na precisão da percepção e produção de ritmo. **OPUS-Revista Eletrônica da ANPPOM**, v. 15, n. 2, p. 8-31, 2009.
- BROCHARD, R.; ABECASIS, D.; POTTER, D.; RAGOT, R.; DRAKE, C. The “ticktock” of our internal clock: direct brain evidence of subjective accents in isochronous sequences. **Psychological Science**, vol. 14, n. 4, p. 362-366, 2003
- BUENO, J. L. O.; RAMOS, D. Musical mode and estimation of time. **Perceptual and Motor Skills**, v. 105, p. 1087-1092, 2007.
- CASELLI, L.; LABOLI, L.; NICHELLI, P. Time estimation in mild Alzheimer’s disease patients. **Behavioral and Brain Functions**, v. 5, n. 32, p. 1-10, 2009.
- CERVELLIN, G.; LIPPI, G. From music-beat to heart-beat: a journey in the complex interactions between music, brain and heart. **European journal of internal medicine**, v. 22, n. 4, p. 371-374, 2011.
- CHANDRASEKARAN, B.; KRAUS, N. Music, noise-exclusion, and learning. **Music Perception**, v. 27, n. 4, p. 297-306, 2010.

- CHAPIN, H. L.; ZANTO, T.; JANTZEN, K. J.; KELSO, S. J. A.; STEINBERG, F.; LARGE, E. W. Neural responses to complex auditory rhythms: the role of attending. **Frontiers in psychology**, v. 1, p. 224, 2010.
- CHEN, J. L.; PENHUNE, V. B.; ZATORRE, R. J. Listening to musical rhythms recruits motor regions of the brain. **Cerebral cortex**, v. 18, n. 12, p. 2844-2854, 2008a.
- CHEN, J. L.; PENHUNE, V. B.; ZATORRE, R. J. Moving on Time: Brain Network for Auditory-Motor Synchronization is Modulated by Rhythm Complexity and Musical Training. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 20, n. 2, p. 226-239, 2008b.
- CHEN, J. L.; REPP, B. H.; PATEL, A. D. Spectral decomposition of variability in synchronization and continuation tapping: comparisons between auditory and visual pacing and feedback conditions. **Human Movement Science**, v. 21, p. 515-532, 2002.
- CHEN, J. L.; ZATORRE, R. J.; PENHUNE, V. B. Interactions between auditory and dorsal premotor cortex during synchronization to musical rhythms. **NeuroImage**, v. 32, p. 1771-1781, 2006.
- CORREIA, C. M. F.; MUSZKAT, M.; VICENZO, N. S.; CAMPOS, C. J. R. Lateralização das funções musicais na epilepsia parcial. **Arquivos Neuropsiquiátricos**, v. 56, n.4, p. 747-755, 1998.
- COSTA, M. F. G. **Estudo biomecânico do ouvido médio**. 2008. 247 folhas. Tese (Doutor em Ciências da Engenharia) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2008.
- COUTO, C. M.; CARVALHO, R. M. M. O efeito das orelhas externa e média nas emissões otoacústicas. **Revista Brasileira Otorrinolaringologia**, v. 75, n.1, p.15-23, 2009.
- CUKIER, S. CAMARGO, Z. Abordagem da qualidade vocal em um falante com deficiência auditiva: aspectos acústicos relevantes do sinal de fala. **Revista CEFAC**, São Paulo, v. 7, n.1, p. 93-101, 2005.
- DEUTSCH, D. Recognition of durations embedded in temporal patterns. **Perception & Psychophysics**, v. 39, n. 3, p. 179-186, 1986.
- DEUTSCH, S. **Música e danças de salão interferindo nos estados emocionais**. 2004. Tese (Livre Docência) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.
- DHAMALA, M.; PAGNONI, G.; WIESENFELD, K.; ZINK, C. F.; MARTIN, M.; BERNIS, G. Neural correlates of the complexity of rhythmic finger tapping. **NeuroImage**, v. 20, n. 2, p. 918-926, 2003.
- ELLIOTT, M. T.; WING, A. M.; WELCHMAN, A. E. Multisensory cues improve sensorimotor synchronisation. **European Journal of Neuroscience**, v. 31, n. 10, p. 1828-1835, 2010.
- ESSENS, P. J.; POVEL, D. J. Metrical and nonmetrical representations of temporal patterns. **Perception & Psychophysics**, v. 37, p. 1-7, 1985.
- FARIA, L. O talento musical. Disponível em: < <http://meucerebro.com/o-talento-musical/>>. Acesso em 29 set. 2014.

FRAISSE, P. Rhythm and tempo. In: DEUTSCH, D. The psychology of music. New York: Academic Press, p. 149-180, 1982.

GARDNER, H. **Estruturas da Mente: a teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: ArtMed, 1994.

GAUTIER, T.; DROIT-VOLET, S. Attention and time estimation in 5- and 8-year-old children: a dual-task procedure. **Behavioural Processes**, v. 58, p. 57-66, 2002.

GAZZANIGA, M.S.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. R. **Neurociência cognitiva: a biologia da mente**. 2ª. ed., Porto Alegre: Artmed, 2006.

GOLDSTEIN, E. B. **Sensation and Perception**. 8ª ed., Stamford: Cengage Learning, 2010.

GRAHN, J. A.; MCAULEY, J. D. Neural bases of individual differences in beat perception. **NeuroImage**, v. 47, n. 4, p. 1894-1903, 2009.

GRUBE, M.; GRIFFITHS, T. D. Metricality-enhanced temporal encoding and the subjective perception of rhythmic sequences. **Cortex**, v. 45, n. 1, p. 72-79, 2009.

HAKEN, H.; KELSO, J. A. S.; BUNZ, H. A theoretical model of phase transitions in human hand movements. **Biological cybernetics**, v. 51, n. 5, p. 347-356, 1985.

HAY, J. S. F.; DIEHL, R. L. Perception of rhythmic grouping: Testing the iambic/trochaic law. **Perception & Psychophysics**, v. 69, n. 1, p. 113-122, 2007.

IAKOVIDES, S. A.; ILIADOU, V. T.; BIZELI, V. T.; KAPRINIS, S. G.; FOUNTOULAKIS, K.; KAPRININ, G. S. Psychophysiology and psychoacoustics of music: Perception of complex sound in normal subjects and psychiatric patients. **Annals of General Psychiatry**, v. 3, n. 1, p. 6, 2004.

IVERSEN, J. R.; PATEL, A. D.; OHGUSHI, K. Perception of rhythmic grouping depends on auditory experience. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 124, n. 4, p. 2263-2271, 2008.

JANTZEN, K. J.; OULLIER, O.; MARSHALL, M.; STEINBERG, F.; KELSO, J. A. S. A parametric fMRI investigation of context effects in sensorimotor timing and coordination. **Neuropsychologia**, v. 45, n. 4, p. 673-684, 2007.

JENNINGS, P. **Rhythm in a box: The story of the cajon drum**. Disponível em: <<http://ed.ted.com/lessons/rhythm-in-a-box-the-story-of-the-cajon-drum-paul-jennings>>. Acesso em 05 out. 2016.

JOHNSON, B. L.; NELSON, J. K. Practical Measurements for Evaluation in Physical Education. **The measurement of Rhythm and Dance**. 3ª. Edition. Minneapolis: Burgess Publishing Company, p. 327- 337, 1979.

KANDA, A. Z. **Estudo e implementação de uma técnica de redução de ruído em sinais de voz baseada na subtração espectral e em critérios psicoacústicos**. 2010. 84 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira: [s.n.], 2010.

KARABANOV, A.; BLOM, O.; FORSMAN, L.; ULLÉN, F. The dorsal auditory pathway is involved in performance of both visual and auditory rhythms. **NeuroImage**, v. 44, n. 2, p. 480-488, 2009.

KELSO, J. A. S. Phase transitions and critical behavior in human bimanual coordination. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 246, n. 6, p. R1000-R1004, 1984.

KELSO, J. A. S.; DELCOLLE, J. D.; SCHÖNER, G. Action-perception as a pattern formation process. **Attention and performance XIII**, v. 5, p. 139-169, 1990.

KELSO, J. A. S.; ZANONE, P. G. Coordination dynamics of learning and transfer across different effector systems. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 28, n. 4, p. 776, 2002.

KELSO, J. A. S.; LAGARDE, J. Binding of movement, sound and touch: multimodal coordination dynamics. **Experimental brain research**, v.173, n, 4, p. 673-88, 2006.

KRAUS, N.; CHANDRASEKARAN, B. Music training for the development of auditory skills. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 11, n. 8, p. 599-605, 2010.

LAERD STATISTICS (2015). One-way ANOVA using SPSS Statistics. *Statistical tutorials and software guides*. Retrieved from <https://statistics.laerd.com/>

LAERD STATISTICS (2015). *Statistical tutorials and software guides*. Retrieved from <https://statistics.laerd.com/>.

LAGARDE, J.; KELSO, J. A. S. Binding of movement, sound and touch: multimodal coordination dynamics. **Experimental Brain Research**, v. 173, n. 4, p. 673-688, 2006.

LARGE, E.; FINK, P.; KELSO, J. A. S. Tracking simple and complex sequences. **Psychological Research**, v. 66, p. 3-17, 2002.

LEMON, E.; SHERBON, E. A study of the relationships of certain measures of rhythmic ability and motor ability in girls and women. **Research Quarterly**, v. 5, p. 82-85, 1934.

LEVY-TZEDEK, S.; TOV, M. B.; KARNIEL, A. Rhythmic movements are larger and faster but with the same frequency on removal of visual feedback. **Journal of neurophysiology**, v. 106, n. 5, p. 2120-2126, 2011.

LEWIS, P. A.; WING, A. M.; POPE, P. A.; PRAAMSTRA, P.; MIALL, R. C. Brain activity correlates differentially with increasing temporal complexity of rhythms during initialisation, synchronisation, and continuation phases of paced finger tapping. **Neuropsychologia**, v. 42, n. 10, p. 1301-1312, 2004.

LUIZ, T. R. B.; ARAÚJO, P. F. Avaliação de um programa de atividade rítmica adaptada para variação dos parâmetros de velocidade do ritmo para pessoas surdas. **Lecturas: Educación física y deportes**, n. 65, p. 10, 2003.

MACHADO, A. R.; BORLOTI, E. B. Formação de classes funcionais de estímulos musicais. **Paideia**, v. 19, n. 42, p. 47-58, 2009.

MAUERBERG-DECASTRO, E. Deficientes Auditivos. A Influência do Treinamento Sensório Motor no Desenvolvimento da Discriminação Auditiva. **Revista da Fundação de Esportes do Estado do Paraná**, v.2, p.16-22. 1990.

MAUERBERG-DECASTRO, E. **Discriminação de frequências em tarefas psicoacústicas adaptativas por indivíduos com desenvolvimento cognitivo normal e atrasado**. Tese (Doutorado em Psicobiologia) - Universidade de São Paulo, USP, Ribeirão Preto. 1993.

MAUERBERG-DECASTRO, E. **Influência do treinamento sensório-motor no desenvolvimento da discriminação auditiva em indivíduos com perda auditiva neurosensorial profunda**. Dissertação (Mestre em Psicobiologia) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1989.

MAUERBERG-DECASTRO, E.; MORAES, R. A influência da dança na percepção de estruturas rítmicas monotônicas em adolescentes surdos. **Motricidade**, v. 9, n. 1, p. 69-86, 2013.

MAUK, M. D.; BUONOMANO, D. V. The neural basis of temporal processing. **Annual Review of Neurosciences**, v. 27, p. 307-340, 2004.

MIENDLARZEWSKA, E. A.; TROST, W. How musical training affects cognitive development: rhythm, reward and other modulating variables. **Frontiers in Neuroscience**, v. 7, n. 279, 2014.

MONTINARO, A. The musical brain: myth and science. **World neurosurgery**, v. 73, n. 5, p. 442-453, 2010.

MOON, C. The role of early auditory development in attachment and communication. **Clinics in Perinatology**, v.38, n. 4, p. 657-669, 2011.

MOTZ, B. A.; ERICKSON, M. A.; HETRICK, W. P. To the beat of your own drum: Cortical regularization of non-integer ratio rhythms toward metrical patterns. **Brain and cognition**, v. 81, n. 3, p. 329-336, 2013.

MUSZKAT, M. Música, neurociências e desenvolvimento humano. In: **A música na escola**. JORDÃO, G.; ALLUCCI, R.R.; MOLINA, S.; TERAHATA, A. M. (Coord.). São Paulo. Alluci & Associados Comunicações, p. 67-71, 2012.

NAKAMURA, P. M.; DEUTSCH, S.; KOKUBUN, E. Influência da música preferida e não preferida no estado de ânimo e no desempenho de exercícios realizados na intensidade vigorosa. **Revista brasileira de Educação Física e Esportes**. São Paulo, v. 22, n. 4, p. 247-55, 2008.

NUNES, M.; LOUREIRO, C. M. V.; LOUREIRO, M. A.; HAASE, V. G. Translation and content validation of a battery of tests to evaluate amusia. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, São Paulo, v. 78, n. 6, 2012.

PAIVA, A. C. S.; VOLP, C. Movement and music program for adults with mental health problems. **Revista da Sociedade Brasileira de Atividade Motora Adaptada**, v. 12, p. 231-235, 2007.

- PATEL, A. D.; IVERSEN, J. R.; BREGMAN, M. R.; SCHULZ, I.; SCHULTZ, C. Investigating the human-specificity of synchronization to music. In: **Proceedings of the 10th International Conference on Music and Cognition. Sapporo, Japan**, p. 100-104, 2008.
- PATEL, A. D.; IVERSEN, J. R.; CHEN, Y.; REPP, B. H. The influence of metricality and modality on synchronization with a beat. **Experimental Brain Research**, v. 163, n. 2, p. 226-238, 2005.
- PAVLYGINA, R. A.; SAKHAROV, D. S.; DAVYDOV, V. I.; AVDONKIN, A. V. Influence of music with different volumes and styles on recognition activity in humans. **Neuroscience and behavioral physiology**, v. 40, n. 8, p. 877-884, 2010.
- PHILLIPS-SILVER, J.; TOIVIAINEN, P.; GOSSELIN, N.; PICHÉ, O.; NOZARADAN, PALMER, C.; PERETZ, I. Born to dance but beat deaf: a new form of congenital amusia. **Neuropsychologia**, v. 49, n. 5, p. 961-969, 2011.
- POVEL, D. J.; ESSENS, P. Perception of Temporal Patterns. **Music Perception**, v. 2, n.4, p. 411, 1985.
- POZZOLI, H. **Pozzoli – Guia Teórico e Prático: para o ensino do ditado musical**. Ricordi, São Paulo, [s.d.].
- RAHNE, T.; BÖHME, L.; GÖTZE, G. Timbre discrimination in cochlear implant users and normal hearing subjects using cross-faded synthetic tones. **Journal of neuroscience methods**, v. 199, n. 2, p. 290-295, 2011.
- RAMOS, D.; BUENO, J. L. O. A percepção de emoções em trechos de música ocidental erudita. **PER MUSI: Revista Acadêmica de Musica**, n. 26, p. 21-30, 2012.
- REPP, B. H. Sensorimotor synchronization: A review of the tapping literature. **Psychonomic bulletin & review**, v. 12, n. 6, p. 969-992, 2005.
- REPP, B. H, LONDON, J. KELLER, P. E. Systematic Distortions in Musicians' Reproduction of Cyclic Three-Interval Rhythms. **Music Perception: An Interdisciplinary Journal**, vol. 30, n. 3, 2012.
- RIOS, A. R.; REZENDE, A. J.; PELA, S. M.; ORTIZ, K. Z.; PEREIRA, L. D. Teste de padrão harmônico em escuta dicótica com dígitos – TDDH. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia** vol.12, n. 4, p. 304-9, 2007.
- ROERDINK, M.; BANK, P.J.; PEPPER, C. L. E.; BEEK, P. Walking to the beat of different drums: practical implications for the use of acoustic rhythms in gait rehabilitation. **Gait & Posture**, v. 33, p. 690–694, 2011.
- ROTHERMICH, K.; SCHMIDT-KASSOW, M.; KOTZ, S. A. Rhythm's gonna get you: regular meter facilitates semantic sentence processing. **Neuropsychologia**, v. 50, n. 2, p. 232-244, 2012.
- SCHELLENBERG, E. G.; MORENO, S. Music lessons, pitch processing, and g. **Psychology of Music**, v. 38, p. 209–221, 2010.

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, n. 2, p. 65-68, 2003.

SCHULLER, B.; EYBEN, F.; RIGOLL, G. Fast and robust meter and tempo recognition for the automatic discrimination of ballroom dance styles. In: **Acoustics, Speech and Signal Processing, 2007. ICASSP 2007. IEEE International Conference on**. IEEE, 2007. V. 1, p. I-217-I-220, 2007.

SEASHORE, C. E. **The Seashore measures of musical talents**. New York, N.Y.: Psychological Corporation, 1939.

SILVA, J. A.; GALDINO, M. K. C.; GADELHA, M. J. N.; ANDRADE, M. J. O.; SANTOS, N. A. Revisão sobre o processamento neuropsicológico dos atributos tonais da música no contexto ocidental. **Avances en psicología latinoamericana**, Bogotá, v. 31, n. 1, p. 86-96, 2013.

SNYDER, J. S.; LARGE, E. W. Gamma-band activity reflects the metric structure of rhythmic tone sequences. **Cognitive brain research**, v. 24, n. 1, p. 117-126, 2005.

SOFIANIDIS, G.; HATZITABI, V.; GROUIOS, G.; JOHANNSEN, L.; WING, A. Somatosensory driven interpersonal synchrony during rhythmic sway. **Human movement science**, v. 31, n. 3, p. 553-566, 2012.

STAMBACK, M. Tempo Espontâneo. In Zazzo R (ed). **Manual para o exame psicológico da criança**. São Paulo: Mestre Jou, p. 107-125, 1968.

STEWART, L.; KRIEGSTEIN, K.; WARREN, J. D.; GRIFFITHS, T. Music and the brain: disorders of musical listening. **Brain**, v. 129, n. 10, p. 2533-2553, 2006.

THAUT, M. H.; ABIRU, M. Rhythmic auditory stimulation in rehabilitation of movement disorders: a review of current research. **Music Perception: An Interdisciplinary Journal**, v. 27, n. 4, p. 263-269, 2010.

TREISMAN, M. Temporal discrimination and the indifference interval: implications for a model of the "internal clock". **Psychological Monographs**, vol. 77, n. 13, p. 1-31, 1963.

THOMPSON, W.F.; BELLA, S. D.; KELLER, P. E. Music Performance. *Advances in Cognitive Psychology*, vol. 3, n.2-3, p. 99-102, 2006.

WEHRUM, S.; DEGÉ, F.; OTT, U.; WALTER, B.; STIPPEKOHL, B.; KAGERER, S.; SCHWARZER, G.; VAITL, D.; STARK, R. Can you hear a difference? Neuronal correlates of melodic deviance processing in children. **Brain Research**, v. 1402, p. 80-92, 2011.

WILLEMS, E. **Las bases psicológicas de la educación musical**. Paidós: Barcelona, 2011.

ZANTO, T. P.; SNYDER, J. S.; LARGE, E. W. Neural correlates of rhythmic expectancy. **Advances in Cognitive Psychology**, v. 2, n. 2-3, p. 221-231, 2006.

ZAZZO, R. **Manual para o exame psicológico da criança**. Mestre Jou: São Paulo, 1968.

APÊNDICE I - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - (TCLE)  
(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96)

Eu, Ana Clara de Souza Paiva, RG 22.894.662-1, aluna do Curso de Pós-graduação pelo programa de Ciências da Motricidade Humana, convido você a participar desta pesquisa intitulada “Padrão perceptivo-motor durante a reprodução de estruturas rítmicas: efeitos da experiência musical,” sob minha responsabilidade e orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eliane Mauerberg de Castro. O objetivo da pesquisa é avaliar o padrão perceptivo-motor durante a reprodução de estruturas rítmicas monotônicas (pulsos repetidos com arranjo de pausas variadas, mas sem acento musical) e ritmos musicais de crescente complexidade e os efeitos da experiência auditiva musical. O local da pesquisa será no Laboratório de Ação e Percepção (LAP), na UNESP de Rio Claro. No primeiro momento você responderá a uma anamnese contendo dados sócio-demográficos, informações sobre o tempo de conhecimento musical e/ou tempo de dança e sobre seu estado de saúde atual. Em seguida, você realizará duas tarefas do estudo: a primeira será ouvir uma sequência de estruturas rítmicas monotônicas e reproduzir, batendo com os dedos das mãos sobre uma superfície que fica acoplada a uma célula de carga. Você irá realizar a reprodução de 21 estruturas. Na segunda tarefa você ouvirá dez proposições rítmicas diferentes e com aumento de complexidade temporal e também reproduzirá com batidas com os dedos da mão o ritmo na superfície acoplada a uma célula de carga. O tempo aproximado de sua participação será em torno de meia hora em média. Para garantir sua privacidade e tranquilidade, apenas os responsáveis pelo estudo e você estarão presentes na sala de avaliação. Entenda também, que todas as informações coletadas no estudo serão confidenciais e que seu nome não será divulgado em hipótese alguma. As informações, julgamentos numéricos e respostas, serão utilizados para fins estatísticos, científicos ou didáticos, ficando resguardado o seu anonimato. Os riscos da sua participação são mínimos e podem estar relacionados: à irritabilidade com o som, cansaço pelo número total de tentativas, ou tédio. Durante a sua participação, caso ocorra algum desses, ou outros riscos e você não queira mais prosseguir participando, você poderá interromper a atividade e sair do recinto de avaliação sem nenhum constrangimento e contará com nossa total compreensão e apoio. Esclareço que você não terá nenhuma despesa e também não será remunerado por participar desta pesquisa. Os benefícios deste estudo vão ao encontro do melhor entendimento sobre o processamento da percepção rítmica e ação motora.

Assim, com todas as informações e dúvidas sobre o projeto esclarecidas, convido-o (a) a assinar o presente Termo de consentimento livre e esclarecido, para a sua participação na

pesquisa, elaborado em duas vias, sendo que uma ficará com você e a outra com o pesquisador responsável.

**Dados do participante**

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Cidade/Estado: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_ Local \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Para questões relacionadas a este estudo, contate:

**Título do Projeto:** Padrão perceptivo-motor durante a reprodução de estruturas rítmicas: efeitos da experiência musical

**Pesquisador Responsável:** Ana Clara de Souza Paiva

**Instituição:** Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho,”  
Rio Claro.

**Endereço:** Rua 21, 459 apt. 333 Jd. Rio Claro, Rio Claro – SP CEP 13.503-751

**Fone:** (19) 9319 96 67      **E-mail:** [acspaiva@rc.unesp.br](mailto:acspaiva@rc.unesp.br)

**Orientador:** Eliane Mauerberg de Castro

**Cargo/Função:** Profa. Dra. credenciada junto ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Motricidade

**Instituição:** Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho,”  
Rio Claro.

**Endereço:** Av. 24-A, 1515 - Bela Vista, Rio Claro - SP CEP- 13505-900

**Fone:** (19) 3526-4333      **E-mail:** [mauerber@rc.unesp.br](mailto:mauerber@rc.unesp.br)

---

Assinatura do participante

---

Assinatura do pesquisador



ANEXO I – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa – UNESP/Rio Claro



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Rio Claro



DECISÃO CEP Nº 032/2013

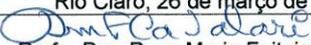
Instituição: UNESP – IB – CRC	Departamento: Educação Física
Protocolo nº: 9103 Data de Registro CEP: 14.12.12	
Projeto de Pesquisa: "Padrão perceptivo-motor durante a reprodução de estruturas rítmicas: efeitos da experiência musical"	

Pesquisa Individual	Pesquisador Responsável: -.-
	Colaboradores: -.-
Pesquisa Alunos de Graduação	Pesquisador Responsável: -.-
	Orientando(a): -.-
Pesquisa Alunos de Pós-Graduação	Pesquisador Responsável: Ana Clara de Souza Paiva
	Orientador: Eliane Mauerberg de Castro

Objetivo Acadêmico:	<input type="checkbox"/> TCC
	<input type="checkbox"/> Mestrado
	<input checked="" type="checkbox"/> Doutorado
	<input type="checkbox"/> Outros – (especificar)

O Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da UNESP – Campus de Rio Claro, em sua 56ª reunião ordinária, realizada em 25/03/2013.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Aprovou o Projeto de Pesquisa acima citado, ratificando o parecer emitido pelo relator.
<input type="checkbox"/>	Desde que atendidas as pendências apontadas na reunião (vide anexo), aprova o Projeto de Pesquisa acima citado.
<input type="checkbox"/>	Referendou o Projeto de Pesquisa acima citado.
<input type="checkbox"/>	Aprovou retornar ao interessado para atendimento das pendências encontradas (prazo máximo de 60 dias):
<input type="checkbox"/>	Não Aprovou.
<input type="checkbox"/>	Retirou, devido à permanência das pendências.
<input type="checkbox"/>	Aprovou o Projeto de Pesquisa acima citado e o encaminha, com o devido parecer, para apreciação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa- CONEP/MS, por se tratar de um dos casos previstos no capítulo VIII, item 4.c.

“Formulário para Acompanhamento dos Protocolos de Pesquisa Aprovados”  
Data de Entrega: Outubro de 2016

Rio Claro, 26 de março de 2013.  Prof. Dra. Rosa Maria Feiteiro Cavalari Coordenadora do CEP
--

## ANEXO II – Teste de ritmo de Mira Stambak (Zazzo, 1968).

<b>Estrutura</b>	<b>Composição</b>	<b>Pulsos</b>	<b>Pausas Curtas</b>	<b>Pausas Longas</b>
1	000	3	2	0
2	00 00	4	2	1
3	0 00	3	1	1
4	0 0 0	3	0	2
5	0000	4	3	0
6	0 000	4	2	1
7	00 0 0	4	1	2
8	00 00 00	6	3	2
9	00 000	5	3	1
10	0 0 0 0	4	0	3
11	0 0000	5	3	1
12	00000	5	4	0
13	00 0 00	5	2	2
14	0000 00	6	4	1
15	0 0 0 00	5	1	3
16	00 0000 0	7	4	2
17	0 0000 00	7	4	2
18	00 0 0 00	6	2	3
19	000 0 00 0	7	3	3
20	0 00 000 00	8	4	3
21	0 00 00 0 00	8	3	4

## ANEXO III – Teste de percepção e reprodução de ritmos musicais

## 'Ritmo/Batida/Nivel' 1

Drum Set

1 2 3 4 5

6 7 8 9 10

11 12 13 14 15

16 17 18 19 20

21 22 23 24 25

26 27 28 29 30

31 32

## 'Ritmo/Batida/Nivel' 2

Drum Set

1

6

11

16

21

26

31

## 'Ritmo/Batida/Nivel' 3

Drum Set

1

6

11

16

21

26

31

## 'Ritmo/Batida/Nivel' 4

Drum Set

1



6



11



16



21



26



31



## 'Ritmo/Batida/Nivel' 5

Drum Set

1



5



9



13



17



21



25



29



## 'Ritmo/Batida/Nivel' 6

Drum Set

1



5



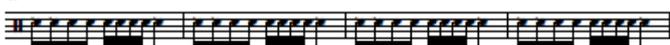
9



13



17



21



25



29



## 'Ritmo/Batida/Nivel' 7

Drum Set

1 2 3 4  
5 6 7 8 9  
10 11 12 13 14  
15 16 17 18 19  
20 21 22 23 24  
25 26 27 28 29  
30 31 32

## 'Ritmo/Batida/Nivel' 8

Drum Set

1 2 3 4  
5 6 7 8  
9 10 11 12  
13 14 15 16  
17 18 19 20  
21 22 23 24  
25 26 27 28  
29 30 31 32

## 'Ritmo/Batida/Nivel' 9

Drum Set

1 2 3 4

5 6 7 8

9 10 11 12

13 14 15 16

17 18 19 20

21 22 23 24

25 26 27 28

29 30 31 32

## 'Ritmo/Batida/Nivel' 10

Drum Set

1 2 3

4 5 6 7

8 9 10 11

12 13 14 15

16 17 18 19

20 21 22 23

24 25 26 27

28 29 30 31

ANEXO IV – Comparação dos desvios entre os intervalos de pulsos e pausas da sincronização rítmica

**Quadro A1.** Comparação entre os pares de estruturas musicais (MUS) para a variável média da taxa (%) de desvio do pulso.

	MUS1	MUS2	MUS3	MUS4	MUS5	MUS6	MUS7	MUS8	MUS9	MUS10
MUS1		SE — DA — MU—	SE — DA — MU—	SE — DA — MU—	SE — DA — MU—	SE — DA — MU—	SE — DA — MU—	SE — DA — MU—	SE — DA — MU—	SE — DA — MU—
MUS2			SE — DA — MU—	SE ** DA — MU—	SE ** DA — MU—	SE — DA — MU—	SE — DA — MU—	SE — DA — MU **	SE — DA — MU—	SE — DA — MU—
MUS3				SE — DA — MU—	SE — DA — MU—	SE — DA — MU *	SE — DA ** MU—	SE — DA — MU *	SE — DA — MU **	SE * DA — MU—
MUS4					SE — DA * MU—	SE — DA — MU *	SE — DA * MU **	SE * DA * MU *	SE ** DA ** MU *	SE * DA * MU—
MUS5						SE — DA — MU **	SE — DA — MU—	SE * DA — MU **	SE — DA — MU—	SE * DA — MU—
MUS6							SE — DA ** MU—	SE — DA ** MU—	SE — DA — MU—	SE ** DA — MU—
MUS7								SE ** DA — MU—	SE — DA — MU—	SE * DA — MU—
MUS8									SE — DA — MU—	SE — DA — MU **
MUS9										SE * DA — MU—

\*  $p \leq 0,01$

\*\*  $p \leq 0,05$

**Quadro A2.** Comparação entre os pares de estruturas musicais (MUS) para a variável média da taxa (%) de desvio da pausa.

	MUS1	MUS2	MUS3	MUS4	MUS5	MUS6	MUS7	MUS8	MUS9	MUS10
MUS1		SE * DA * MU*	SE * DA ** MU *	SE — DA — MU **	SE* DA — MU —	SE — DA — MU **	SE * DA ** MU —	SE * DA * MU —	SE * DA * MU —	SE * DA ** MU —
MUS2			SE * DA * MU *	SE ** DA* MU *	SE — DA * MU *	SE * DA * MU *	SE — DA — MU —	SE — DA ** MU —	SE ** DA ** MU —	SE * DA — MU —
MUS3				SE ** DA — MU —	SE * DA — MU —	SE * DA — MU *	SE* DA * MU *	SE * DA * MU *	SE * DA * MU *	SE * DA * MU *
MUS4					SE * DA — MU —	SE — DA — MU —	SE * DA * MU *	SE * DA* MU *	SE * DA * MU *	SE * DA * MU **
MUS5						SE — DA — MU —	SE * DA * MU *	SE * DA * MU *	SE * DA * MU *	SE * DA * MU **
MUS6							SE * DA * MU *	SE * DA * MU *	SE * DA * MU *	SE * DA * MU **
MUS7								SE — DA — MU —	SE — DA ** MU —	SE ** DA — MU —
MUS8									SE— DA — MU —	SE * DA — MU —
MUS9										SE — DA — MU —

\*  $p < 0,01$

\*\*  $p < 0,05$

**Quadro A3.** Comparação entre os pares de estruturas musicais (MUS) para a variável desvio padrão da taxa (%) de desvio do pulso.

	MUS1	MUS2	MUS3	MUS4	MUS5	MUS6	MUS7	MUS8	MUS9	MUS10
MUS1		SE — DA — MU—	SE — DA — MU —	SE — DA — MU —	SE — DA — MU —	SE — DA — MU —	SE — DA — MU —	SE ** DA ** MU —	SE — DA — MU —	SE * DA — MU —
MUS2			SE — DA — MU —	SE — DA ** MU —	SE — DA — MU —	SE — DA — MU —	SE — DA — MU —	SE — DA — MU —	SE — DA — MU —	SE ** DA — MU —
MUS3				SE — DA — MU —	SE — DA ** MU —	SE — DA — MU *	SE — DA — MU —	SE ** DA ** MU —	SE — DA — MU —	SE * DA ** MU —
MUS4					SE — DA ** MU —	SE — DA — MU **	SE — DA ** MU —	SE — DA * MU —	SE DA MU	SE ** DA * MU —
MUS5						SE — DA — MU —	SE — DA — MU —	SE * DA — MU —	SE — DA — MU —	SE * DA — MU —
MUS6							SE — DA ** MU —	SE ** DA ** MU —	SE — DA — MU —	SE * DA ** MU —
MUS7								SE ** DA — MU —	SE — DA — MU —	SE * DA — MU —
MUS8									SE ** DA — MU —	SE — DA — MU —
MUS9										SE * DA — MU —

\*  $p < 0,01$

\*\*  $p < 0,05$

**Quadro A4.** Comparação entre os pares de estruturas musicais (MUS) para a variável desvio padrão da taxa (%) de desvio da pausa.

	MUS1	MUS2	MUS3	MUS4	MUS5	MUS6	MUS7	MUS8	MUS9	MUS10
MUS1		SE — DA — MU—	SE — DA — MU *	SE — DA — MU **	SE — DA — MU **	SE — DA — MU **	SE — DA — MU —	SE ** DA — MU —	SE ** DA — MU —	SE ** DA — MU —
MUS2			SE — DA — MU —	SE — DA — MU —	SE — DA — MU **	SE — DA * MU **	SE — DA — MU —	SE ** DA — MU —	SE ** DA — MU —	SE ** DA — MU —
MUS3				SE ** DA — MU —	SE * DA MU —	SE — DA** MU —	SE — DA — MU —	SE * DA — MU *	SE * DA** MU —	SE * DA ** MU **
MUS4					SE — DA — MU —	SE — DA — MU —	SE — DA MU —	SE — DA** MU **	SE DA ** MU —	SE ** DA ** MU —
MUS5						SE — DA — MU —	SE — DA — MU —	SE * DA** MU **	SE — DA * MU —	SE * DA** MU **
MUS6							SE — DA ** MU —	SE ** DA * MU *	SE ** DA * MU —	SE ** DA * MU **
MUS7							SE — DA — MU —			
MUS8									SE — DA — MU —	SE — DA — MU —
MUS9										SE * DA — MU —

\*  $p < 0,01$

\*\*  $p < 0,05$