

Programa de Pós-graduação em Fisioterapia

Rayana Loch Gomes



**Efeitos do estímulo auditivo musical sobre a resposta
autônômica cardíaca e parâmetros cardiorrespiratórios durante
e após exercício submáximo**

Presidente Prudente

2015

Programa de Pós-graduação em Fisioterapia

Rayana Loch Gomes

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós - graduação em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Vítor Engrácia Valenti

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Marques Vanderlei

Presidente Prudente

2015

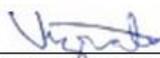
FICHA CATALOGRÁFICA

G617e Gomes, Rayana Loch.
Efeitos do estímulo auditivo musical sobre a resposta autonômica cardíaca e parâmetros cardiorrespiratórios durante e após exercício submáximo / Rayana Loch Gomes. - Presidente Prudente : [s.n.], 2015
88 f.

Orientador: Vitor Engrácia Valenti
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Música. 2. Sistema nervoso autônomo. 3. Exercício. I. Valenti, Vitor Engrácia. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

BANCA EXAMINADORA



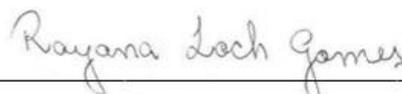
Prof. Dr. VITOR ENGRACIA VALENTI
(ORIENTADOR)



Profa. Dra. ANA CLARA CAMPAGNOLO REAL GONÇALVES
(UNOESTE)



Profa. Dra. ROSELENE MODOLO REGUEIRO LORENÇONI
(FCT/UNESP)



RAYANA LOCH GOMES

PRESIDENTE PRUDENTE, 15 DE DEZEMBRO DE 2015.

RESULTADO: APROVADO



Dedicatoria

Dedico este trabalho aos meus amados pais Ivete e Luiz, aos meus queridos irmãos Rayara e Ruither, ao meu amado noivo Rafael, à minha incrível família e amigos. Tê-los em minha vida é um presente valioso de Deus. Agradeço todo o apoio, a compreensão e o amor incondicional, dados a mim, ao longo dessa jornada.

Agradecimientos

Em primeiro lugar, agradeço a DEUS por se fazer presente em minha vida pelas mais diversas formas, desde um simples pensamento até uma oração, me fazendo entregar a minha vida a ELE, confiar e acreditar que tudo é possível, me protegendo de todo o mal. Agradeço a Ti SENHOR por me dar essa vida maravilhosa!

*Agradeço a minha mãe **Ivete** e meu pai **Luiz** por me dar apoio incondicional, por me educar tão bem e por acreditar em mim, acreditar que posso ser o que eu quiser. Vocês são os melhores pais do mundo, são o meu porto seguro! Agradeço demais a DEUS por ter me colocado nesse mundo como filha de vocês!*

*Agradeço aos meus irmãos **Rayara** e **Ruither** por me amar tanto, e me mostrar da forma de vocês o quanto sou especial. Vocês são os melhores irmãos do mundo!*

*Agradeço ao meu **Baby** por tudo o que é na minha vida, por ser tão incrível comigo, por me fazer crescer, por me apoiar, por acreditar mais em mim do que eu mesma. Agradeço por aguentar meus estresses, por aguentar meus choros e minhas reclamações. Sem você a minha vida não faria tanto sentido.*

*Agradeço a toda minha **Família**, pelo apoio e amor. Penso em vocês todos os dias.*

Gostaria de agradecer imensamente aos meus professores! Vocês são grandes exemplos que pretendo seguir, levando um pouco de cada um comigo! Sorte a minha ter dois orientadores tão especiais!

*Agradeço você Prof. **Vítor** por ter me acolhido como sua orientanda nessa etapa da minha vida, por me mostrar a bondade que uma pessoa pode ter e como ser uma pessoa melhor! Agradeço também por me ajudar em tudo o que preciso, agradeço pelos ensinamentos e por confiar e acreditar tanto em mim!*

*Agradeço ao Prof. **Luiz**, que me acolheu em 2013 na minha especialização. Agradeço por me fazer sentir parte do laboratório, por confiar em mim em todos os momentos do meu mestrado. Agradeço por me ajudar na vida acadêmica e na vida pessoal, dando ótimos conselhos e mostrando sempre muita paciência e sabedoria. Agradeço por me mostrar que podemos ser muito mais do que somos hoje, só temos que treinar e treinar rs..!*

Agradeço também as minhas amigas, todas elas! As amigas de sempre, as amigas da faculdade, as amigas do mestrado! Obrigada por tudo o que fazem por mim! Por tudo o que são em minha vida!

Agradeço ao meu laboratório de fisiologia do estresse, especialmente minhas amigas de pós, que sempre me ajudam e sabem tudo o que passamos nessa fase da vida! E Agradeço aos meus orientandos lindos por confiarem em mim, e por serem maravilhosos comigo!

*Por fim agradeço a minha eterna orientadora **Rose**, que esta comigo desde 2010, que sempre foi muito mais que uma orientadora, sempre foi uma grande amiga, de grandes conselhos, de grandes momentos de diversão e até mesmo tristeza! Agradeço por você ser essa pessoa incrível! E agradeço a **Clarinha** que faz parte do laboratório, que é uma pessoa de coração enorme, que sempre nos aconselha de forma carinhosa, que sempre esta disposta a ajudar e se preocupa tanto com todos!*

Todo o meu crescimento e evolução se deve a vocês!

AGRADEÇO A DEUS POR TER COLOCADO VOCÊS EM MEU CAMINHO!

Amo vocês!

Epigrafe

“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar a aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz.”

Bill Gates

“Só existem dois dias no ano que nada pode ser feito. Um se chama ontem e o outro se chama amanhã, portanto hoje é o dia certo para amar, acreditar, fazer e principalmente viver.”

Dalai Lama

Sunário

SUMÁRIO

1. Apresentação	14
2. Resumo	16
3. Abstract	18
4. Introdução	20
a. Artigo I	25
b. Artigo II	53
5. Conclusões.....	80
6. Referências	82
7. Anexos	87

Apresentação

Este é um modelo alternativo de dissertação e contempla a pesquisa intitulada: **“Efeitos do estímulo auditivo musical sobre a resposta autonômica cardíaca e parâmetros cardiorrespiratórios durante e após exercício aeróbio”** realizada no Laboratório de Fisiologia do Estresse da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP.

Em concordância com as normas do modelo alternativo do Programa de Pós Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, a presente dissertação está dividida da seguinte forma:

- * Introdução, contendo a contextualização do tema pesquisado;
- * Artigo I: Gomes RL, Vanderlei LCM, Valenti VE. **“Efeitos do estímulo auditivo musical nos parâmetros cardiorrespiratórios após exercício aeróbio”**, que será submetido para análise ao periódico: Journal of Strength & Conditioning Research;
- * Artigo II: Gomes RL, Vanderlei LCM, Valenti VE. **“Estímulo auditivo musical realizado durante e após exercício aeróbio influencia a modulação autonômica?”**, que será submetido para análise ao periódico: Noise & Health;
- * Conclusões, obtidas por meio da pesquisa realizada;
- * Referências, para apresentação das fontes utilizadas na redação da introdução; e
- * Anexos, contendo as normas dos periódicos.

Ressalta-se que os artigos estão formatados e apresentados conforme as normas para apresentação da dissertação, porém serão submetidos de acordo com as normas de cada periódico.

Resumo

Introdução: Os efeitos do estímulo auditivo musical (EAM) no corpo humano têm tido considerável interesse, principalmente em relação à saúde. Sabe-se que é um hábito da população exercitar-se ouvindo música, e está bem descrito na literatura que, para o combate ao sedentarismo e doenças cardiovasculares o exercício de intensidade moderada é um dos mais utilizados. Em exercício o EAM pode influenciar diferentes efeitos, como retardo de fadiga, sensação de maior esforço e menor estresse. Em recuperação ainda são poucos os estudos encontrados na literatura. Além disso, durante a execução do exercício físico há o aumento da atividade do componente simpático do sistema nervoso autônomo (SNA), o que aumenta o risco de eventos como morte súbita cardíaca e arritmia ventricular. Diante disso, levantamos a hipótese que o EAM pode promover uma recuperação mais rápida dos parâmetros cardiorrespiratórios e uma recuperação do comportamento da modulação autonômica. **Objetivo:** Verificar a influência do EAM sobre o comportamento da modulação autonômica e dos parâmetros cardiorrespiratórios durante e após exercício submáximo. **Métodos:** 35 homens saudáveis foram submetidos a um protocolo experimental com três etapas: teste de esforço máximo, protocolo controle (PC) e o protocolo Música (PM), sendo 15 minutos de repouso, seguidos por 30 minutos de exercício em esteira ergométrica e por fim 60 minutos de recuperação. No PM houve exposição ao EAM durante o exercício e na fase de recuperação. Os parâmetros, frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA), frequência respiratória(f) e saturação de oxigênio (SpO₂) foram observados durante o repouso inicial e na recuperação. E os índices da variabilidade da frequência cardíaca(VFC), no domínio do tempo (RMSSD e SDNN) e da frequência (LF e HF(ms² e u.n.) e LF/HF), foram observados durante o repouso, durante o exercício e durante a recuperação. As comparações dos valores dos parâmetros e dos índices entre os protocolos e os momentos foram feitas por meio da técnica de análise de variância para o modelo de medidas repetidas no esquema de dois fatores. Para análise dos momentos foi utilizado pós-teste de *Bonferroni* ou pós-teste de Dunn. A significância foi fixada em 5%. **Resultados:** Na FC foram encontradas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) em relação ao repouso até o 40º minuto no PM enquanto que no PC até o final da recuperação. Para PAS, diferenças foram encontradas até o 10º minuto de recuperação no PC e até o 7º minuto no PM. O índice RMSSD se recuperou mais rapidamente no grupo controle, bem como o HF. Entretanto a razão LF/HF se recuperou de modo mais rápido no grupo exposto ao EAM. **Conclusão:** EAM por meio da música clássica foi capaz de recuperar FC e PAS mais rapidamente, porém não foi capaz de acelerar a recuperação da modulação autonômica.

Palavras- Chave: música, sistema nervoso autônomo, exercício, recuperação, frequência cardíaca, pressão arterial.

Abstract

Introduction: The effects of musical auditory stimulation (MAS) in the human body have had considerable interest, especially in relation to health. We know that a population dwells work out listening to music and is well described in the literature that, in the fight against physical inactivity and cardiovascular exercise of moderate intensity is one of the most used. In exercising the MAS can influence different effects like delay fatigue, feeling more effort and less stress. In recovery there are few studies in the literature. In addition, during the execution of the exercise there is increased sympathetic component of the activity of the autonomic nervous system (ANS), which increases the risk of events such as sudden cardiac death and ventricular arrhythmia. Therefore, we hypothesized that MAS can promote faster recovery of the cardiorespiratory parameters and a recovery of the behavior of the autonomic modulation. **Objective:** To investigate the influence of AMI on the behavior of the autonomic modulation and cardiorespiratory parameters during and after submaximal exercise. **Methods:** 35 healthy men underwent an experimental protocol with three steps: maximal exercise test, control protocol (CP) and the Music protocol (MP), 15 minutes of rest, followed by 30 minutes of exercise on a treadmill and end 60 minute recovery. The PM was exposure to EAM during exercise and recovery phase. The parameters, heart rate (HR), blood pressure (BP), respiratory rate (RR) and oxygen saturation (SpO₂) were observed during the initial rest and recovery. And the indexes of heart rate variability (HRV) in the time domain (RMSSD and SDNN) and frequency (LF and HF(ms² e n.u.) and LF/HF) were observed at rest, during exercise and during recovery. Comparisons of the values of parameters and indices between the protocols and the moments were made by analysis of variance technique for the model of repeated measures on two factors scheme. For analysis of moments was used Bonferroni post-test or Dunn's post-test. Significance was set at 5%. **Results:** In HR statistical differences were found ($p < 0.05$) compared to rest until the 40th minute in MP while the CP by the end of recovery. For systolic BP, differences were found until the 10th minute of recovery in the CP and up to 7 minutes in MP. The RMSSD index recovered faster in the control group, and the HF. However, the LF / HF recovered more quickly in the group exposed to MAS. **Conclusion:** MAS through classical music was able to recover HR and systolic BP faster, but was not able to accelerate the recovery of autonomic modulation.

Key-words: music, autonomic nervous system, exercise, recovery heart rate, blood pressure.

Introdução

Os EAM e o modo como agem sobre os sistemas do corpo humano têm tido considerável interesse, principalmente em relação à saúde e bem-estar, uma vez que a música é capaz de produzir as mais diversas respostas fisiológicas, psicológicas e psiconeuroimunológicas, tais como: mudanças na pressão arterial, frequência respiratória, temperatura corporal, parâmetros bioquímicos e mudanças nos aspectos emocionais^{1,2}.

No sistema cardiovascular em repouso, a música lenta ou relaxante (com menor “andamento”) promove redução da frequência cardíaca e pressão arterial³. Sugere-se a participação do SNA nas respostas obtidas, essas providas de complexa interação entre estimulação e inibição dos ramos simpático e parassimpático^{4,5}.

O comportamento do SNA pode ser avaliado pela VFC, um método simples e não invasivo que descreve oscilações nos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos RR)⁶ e avalia com eficácia o comportamento do SNA frente a diversas situações fisiológicas ou patológicas⁶⁻¹⁰, incluindo EAM¹¹⁻¹⁴.

Roque et al.¹⁵ avaliaram em mulheres os efeitos agudos do estímulo musical barroco relaxante e do heavy metal sobre o SNA por meio de índices geométricos da VFC e observaram que os dois estímulos musicais apresentaram efeitos leves sobre a VFC global. Os autores sugerem que isso se deve a exposição aguda ao EAM.

Chuang et al.¹⁶ realizaram um estudo com exposição crônica ao EAM em pacientes com câncer que haviam sido tratados com musicoterapia por cerca de 2 horas por pelo menos 6 meses. Os autores relataram que a musicoterapia aumentou significativamente as sensações de relaxamento, diminuiu a sensação de fadiga e promoveu alterações no comportamento do SNA.

Estudos sobre as respostas do EAM em exercício físico sobre o SNA e o sistema cardiovascular têm recebido também considerações na literatura, uma vez que a exposição ao EAM tem mostrado efeitos ergogênicos interessantes¹⁷⁻¹⁹. A utilização da música durante o exercício melhora o desempenho, aumenta a capacidade de trabalho e retarda a fadiga, o que resulta em maiores níveis de resistência, produtividade, força e potência²⁰.

Jarraya et. al.²¹ avaliaram os efeitos da exposição ao EAM durante o aquecimento de um teste de 30 segundos em atletas altamente treinados. Os autores observaram que a frequência cardíaca, o esforço percebido e o índice de fadiga durante o teste não foram afetados pela música, contudo a produção de energia foi significativamente maior. Já Tenenbaum et al.²² observaram que tipos diferentes de música (rock, musica dançante e musica inspiradora) em modelos diferentes de corrida não alterou a frequência cardíaca e o esforço percebido, contudo a música auxiliou no início da corrida e motivou os participantes a continuá-la.

Tan et al.²³ por sua vez avaliaram em jovens saudáveis os efeito da música relaxante sobre a recuperação da frequência cardíaca, parâmetros hemodinâmicos e biomarcadores salivares. No protocolo utilizado os voluntários caminhavam durante 1 minuto em esteira ergométrica com intensidade de 3 km/h, o próximo minuto com a mesma intensidade e inclinação de 13° e por final mais 1 minuto e 15 segundos com a mesma inclinação e velocidade de 6,5 km/h. Após o protocolo os voluntários eram colocados em repouso em silêncio ou ouvindo música relaxante. A frequência cardíaca, pressão arterial e biomarcadores salivares foram coletadas antes do início do exercício e após 15 minutos do mesmo. Os resultados mostraram que o comportamento dos parâmetros analisados foi independente do

tipo de relaxamento, no entanto, houve um aumento estatisticamente significativo na taxa de fluxo de saliva para as sessões de exposição à música, podendo sugerir que a exposição musical é mais relaxante do que o silêncio, uma vez que em alguns estudos maiores taxas de saliva estão associadas com menor estresse.

Em relação ao SNA, poucos estudos avaliaram a influência da exposição ao EAM durante o exercício físico e sua recuperação. Yamashita et al. (2006)²⁴ investigaram a influência da música sobre a taxa de fadiga e o comportamento do SNA em um exercício submáximo com intensidade de 40% e 60% da VO_{2max} . A música escutada pelos voluntários foi escolhida pela sua preferência musical e foi utilizada entre o 5º ao 25º minuto da fase de repouso, antes dos 30 minutos de exercício. Os autores observaram que as mudanças observadas no índice HF e na relação LF/HF não foi significativamente afetada pela música, já em relação ao índice de fadiga encontrou-se que houve diminuição do mesmo em relação ao controle após o exercício.

O EAM pode influenciar diferentes efeitos em exercício, apontando-se os efeitos ergogênicos como retardo de fadiga, sensação de maior esforço, menor estresse^{21,22}, entre outros e também ocasionando influências no SNA, como relatado anteriormente²⁴.

Assim como o SNA controla parte das funções do organismo, tanto em repouso quanto em exercício, sendo responsável pelas variadas ações e reações nos diferentes órgãos e sistemas que são fundamentais para a manutenção da homeostase²⁵, e nesse sentido, estudos que avaliem o comportamento do SNA são fundamentais.

Sabe-se que é um hábito da população exercitar-se ouvindo música, e está bem descrito na literatura que, para o combate ao sedentarismo e doenças cardiovasculares o exercício de intensidade moderada é um dos mais utilizados^{26, 27}.

Além disso, durante a execução do exercício físico há o aumento da atividade do componente simpático do SNA, o que aumenta o risco de eventos como arritmia ventricular²⁸.

Tomados em conjunto essas informações apontam a importância que o SNA possui para o controle do organismo humano e a influência que tanto o exercício físico quanto o EAM promove nesse sistema. Diante disso algumas questões podem ser apontadas: a aplicação de EAM pode modificar a ação do SNA durante exercício submáximo? Qual a influência do EAM sobre a recuperação do SNA e de parâmetros cardiovasculares após um exercício submáximo? Esse estudo foi elaborado para responder a essas questões e levantamos a hipótese que o EAM pode promover uma recuperação mais rápida dos parâmetros cardiorrespiratórios e uma melhor recuperação da atividade parassimpática após exercício aeróbio.

Artigo I

**EFEITOS DO ESTÍMULO AUDITIVO MUSICAL NOS PARÂMETROS
CARDIORRESPIRATÓRIOS APÓS EXERCÍCIO AERÓBIO**

Rayana Loch Gomes¹, Luiz Carlos Marques Vanderlei¹, Vítor Engrácia Valenti¹

¹Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente – SP

Endereço para correspondência:

Faculdade de Ciências e Tecnologia UNESP – Universidade Estadual Paulista.

Programa de Pós Graduação em Fisioterapia.

A/C Luiz Carlos Marques Vanderlei

Endereço: Avenida Roberto Simonsen, 305.

CEP: 19060-900. Presidente Prudente – São Paulo – Brasil

Telefone: (18) 3229 - 5819

e-mail: Rayana Loch Gomes

Resumo

Introdução: Em repouso, o estímulo auditivo musical (EAM) apresenta efeitos sobre o sistema cardiovascular e em exercício físico os efeitos são em relação à produtividade, força e potência. Ainda são poucos os estudos que analisaram a influência do EAM nos parâmetros cardiovasculares durante a recuperação.

Objetivo: Investigar a influência do EAM por meio de música clássica aplicado durante e após exercício aeróbio sobre os parâmetros cardiorrespiratórios no período de recuperação. **Métodos:** 35 homens saudáveis foram submetidos a um protocolo experimental com três etapas: teste de esforço máximo, protocolo controle (PC) e o protocolo Música (PM), sendo 15 minutos de repouso, seguidos por 30 minutos de exercício em esteira ergométrica e por fim 60 minutos de recuperação. No PM houve exposição ao EAM durante o exercício e na fase de recuperação. Os parâmetros, frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA), frequência respiratória(f) e saturação de oxigênio (SpO2) foram observados durante o repouso inicial e na recuperação. As comparações dos valores dos parâmetros entre os protocolos e os momentos foram feitas por meio da técnica de análise de variância para o modelo de medidas repetidas no esquema de dois fatores. Para análise dos momentos foi utilizado pós-teste de *Bonferroni* ou pós-teste de Dunn. A significância foi fixada em 5%. **Resultados:** Na FC foram encontradas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) em relação ao repouso até o 40º minuto no PM enquanto que no PC até o final da recuperação. Para PAS, diferenças foram encontradas até o 10º minuto de recuperação no PC e até o 7º minuto no PM. **Conclusão:** EAM por meio da música clássica foi capaz de promover aumento na velocidade de recuperação da FC e PAS, sugerindo que ele pode ser utilizado como forma de auxílio na recuperação durante exercício físico aeróbio em indivíduos saudáveis.

Palavras- Chave: música, exercício aeróbio, recuperação, frequência cardíaca, pressão sanguínea.

INTRODUÇÃO

A utilização do EAM pode promover diversas respostas fisiológicas¹, psicológicas² e psiconeuroimunológicas³. Além disso, tem sido proposto como terapia alternativa e complementar em diversas condições, dentre elas, em pacientes neurológicos⁴, distúrbios psicológicos⁵ e em exercício físico⁶.

O EAM por meio de música “calma”, “relaxante” apresenta efeitos sobre o sistema cardiovascular caracterizado por diminuição ou manutenção da PA⁷, redução da FC⁸ e do fluxo da artéria cerebral média⁹, e em geral, a maioria dos efeitos apresentados foram estudados em repouso^{10,11}. Já durante exercício físico, o EAM gera melhora o desempenho¹², maior motivação para realização do exercício¹³, aumento da capacidade de trabalho, diminuição das percepções de esforço¹⁴, retardo da fadiga. Essas respostas resultam em maiores níveis de resistência e produtividade¹⁵.

Em contrapartida, no período de recuperação pós-exercício físico, que tem por objetivo a restauração dos órgãos e sistemas do corpo a sua condição basal¹⁶, poucos são os estudos que abordam os efeitos do EAM. Os poucos estudos encontrados que analisaram a influência de EAM nesse período apresentaram algumas diferenças. Lee e Kimmerly¹⁷ observaram menores concentrações de lactato sanguíneo, com recuperação mais rápida da FC. Já Eliakim et al.,^{18,19} apesar de encontrarem redução nos níveis de lactato, não observaram efeitos para FC, assim como Tan et al.²⁰ nos primeiros minutos de recuperação.

A não restauração dos órgãos e sistemas a sua condição inicial pode promover diversas intercorrências durante a recuperação^{21,22}, como arritmias ventriculares²³ tornando fundamentais estudos relacionados a esse período pós-esforço e diferentes formas de otimizá-lo.

Portanto, este estudo tem por objetivo investigar a influência do EAM por meio de música clássica aplicado durante e após exercício aeróbio submáximo sobre os parâmetros cardiorrespiratórios no período de recuperação. Hipotetiza-se que o EAM por meio da música clássica, aplicado durante e após a realização de exercício aeróbio, promova recuperação mais rápida dos parâmetros cardiorrespiratórios.

MÉTODOS

População

Para realização desse estudo foram analisados 35 voluntários aparentemente saudáveis, com idade de $21,74 \pm 2,59$ anos. Não foram incluídos no estudo tabagistas, etilistas, portadores de distúrbios cardiovasculares, respiratórios e neurológicos conhecidos ou outros quadros patológicos que impedissem a realização dos protocolos.

Os voluntários foram informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo e, após concordarem, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista, Campus de Marília (processo nº CEP-2200/11).

Desenho do estudo

Para realização do protocolo experimental, todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e foram orientados a não ingerir bebidas alcoólicas ou à base de cafeína por 12 horas antes do procedimento

experimental, a consumir refeição leve duas horas antes e a evitar esforços físicos vigorosos no dia anterior.

O procedimento experimental foi dividido em três etapas, todas realizadas em esteira ergométrica, com intervalo mínimo de 48 horas entre elas, a fim de permitir a recuperação dos voluntários. O horário de execução dos protocolos foi estabelecido entre 17h30min e 21h30min horas, com temperatura entre 23°C e 24 °C e umidade entre 60% e 70%.

Antes do início da primeira etapa do protocolo experimental os voluntários foram identificados e tiveram verificados o peso corporal por meio de uma balança digital (Plenna, TIN 00139 MAXIMA, Brasil) e altura, por meio de um estadiômetro (ES 2020 - Sanny, Brasil). As etapas constantes do protocolo experimental realizado foram:

I) Teste de esforço máximo: realizado para encontrar a velocidade máxima ($V_{m\acute{a}x}$) atingida pelo voluntário, a qual foi utilizada para determinação indireta do limiar anaeróbio por meio do Limiar de Conconi. Como em todos os voluntários a intensidade de 60% da $V_{m\acute{a}x}$ obtida no teste foi menor do que a encontrada no limiar anaeróbio, essa intensidade foi utilizada para a realização das etapas subsequentes;

II) Protocolo controle (PC): nessa etapa os voluntários ficaram em repouso durante 15 minutos em decúbito dorsal, seguidos por 30 minutos de exercício aeróbio em esteira ergométrica, sendo 5 minutos com velocidade de 6,0 km/h seguido de 25 minutos com 60% da $V_{m\acute{a}x}$ + 1% de inclinação e ao final recuperação por 60 minutos, sendo 3 minutos em pé na esteira seguido de 57 minutos em decúbito dorsal.

III) Protocolo música (PM): nessa etapa os voluntários realizaram as mesmas atividades do PC, porém com exposição ao EAM durante o exercício físico e a recuperação.

O teste de esforço máximo foi realizado obrigatoriamente antes dos protocolos controle e música, uma vez que por meio dele obteve-se a intensidade para esses protocolos. A ordem de realização dos protocolos foi feita por meio de um processo de randomização, onde um sorteio de cartões escritos com o nome dos protocolos foi realizado. O pesquisador não foi cegado em nenhum momento da pesquisa.

O desenho do estudo pode ser observado na figura 1.

[Inserir figura 1]

Avaliação da capacidade e potência aeróbia máxima

Para essa avaliação foi calculado o limiar anaeróbio indiretamente por meio do limiar de Conconi²⁴. Para essa determinação foram utilizadas as velocidades e FC atingidas em cada estágio de um teste progressivo exaustivo realizado em esteira (Inbrasport ATL 2000, Brasil) com velocidade inicial de 8 km/h e incrementos de carga de 1 km/h a cada 2 minutos com inclinação fixa de 1% até exaustão voluntária²⁵. Durante a execução do teste a velocidade e FC, a qual foi monitorada pelo cardiófrequencímetro Polar RS800CX durante todo o teste, foram registradas ao final de cada estágio. Para o teste ser aceito como máximo, os voluntários deveriam atingir 90% da FC máxima, calculada pela fórmula $220 - \text{idade}$ ²⁶.

A determinação indireta do limiar anaeróbio foi feita pela identificação do ponto de deflexão da FC (PDFC) com o emprego do método $D_{\text{máx}}$. Para isso foram plotados os pontos de FC e velocidades correspondentes; posteriormente, os valores foram ajustados por meio de uma equação linear de primeiro grau e por uma função polinomial de terceiro grau, sendo estas derivadas dos dados de cada indivíduo. A seguir foi calculada a diferença dos valores de FC obtidos pelas respectivas equações e ao projetar uma curva com estes valores, denomina-se de PDFC o maior valor antes de ocorrer uma mudança de direção na curva²⁷.

O valor de PDFC corresponde à velocidade em que o voluntário atinge o seu limiar anaeróbio. Esse valor foi comparado ao valor de 60% da $V_{\text{máx}}$ atingida no teste de esforço máximo e como em todos os voluntários a intensidade de 60% da $V_{\text{máx}}$ obtida no teste foi menor do que a encontrada no limiar anaeróbio, essa intensidade foi utilizada para a realização das etapas subsequentes.

Protocolos controle (PC) e música (PM)

Os protocolos foram realizados entre 17h30min e 21h30min, em ambiente com média de temperatura entre 23°C e 24°C e umidade entre 60% e 70%, para minimizar as influências do ritmo circadiano sobre as variáveis analisadas.

Ao assinar o termo de consentimento os voluntários foram orientados a não ingerir bebidas alcoólicas ou à base de cafeína por 12 horas antes das etapas do experimento, a consumir refeição leve duas horas antes e a evitar esforços físicos vigorosos no dia anterior aos protocolos. Os voluntários seguiram as orientações para realização dos protocolos.

Antes do teste incremental os voluntários foram identificados e tiveram seus dados antropométricos determinados. O peso corporal foi verificado por meio de uma balança digital (Plenna, TIN 00139 MAXIMA, Brasil) e a altura, por meio de um estadiômetro (ES 2020 - Sanny, Brasil). Após esses procedimentos, os voluntários foram submetidos ao PC e PM.

Para realização dos protocolos, inicialmente, os voluntários foram colocados em repouso em decúbito dorsal durante 15 minutos para adequação dos parâmetros cardiovasculares. No 15º minuto de repouso foram mensuradas FC, PAS, PAD, f e SpO₂.

Após essas mensurações os voluntários realizaram exercício físico em esteira ergométrica com intensidade de 6,0 km/hora + 1% de inclinação nos primeiros 5 minutos para aquecimento, seguido de 25 minutos com intensidade equivalente a 60% da V_{máx} encontrada no protocolo pelo Limiar de Conconi com a mesma inclinação.

Ao término da atividade, no 30º minuto os voluntários permaneceram na esteira até o 3º minuto de recuperação e depois foram colocados em decúbito dorsal em ambiente calmo e foram monitorados por mais 57 minutos, sendo que foram analisados os parâmetros: FC, PAS, PAD, f e SpO₂ no 1º, 3º, 5º, 7º, 10º e a partir daí a cada 10 minutos até o final da recuperação.

Para o PM o EAM foi produzido por uma *playlist* com as seguintes músicas clássicas: Chopin - Nocturne, Op. 9 No. 2 in E-Flat Major ; Schubert - Serenade "Leise Flehen Meine Lieber" ; Chopin - Piano Prelude No. 15 "Raindrop" ; Beethoven - Piano Sonata Op. 13 II Adagio; Chopin - Waltz Op. 69 No. 1 in A Flat major; Bach - Violin concerto in E Major Adagio; Mozart - Piano Concerto No. 21; Chopin - Prelude, Op. 28 No. 17 in A major ; Debussy - Clair de Lune; Schubert -

Moment Musical Op. 94 D.780 N. 1 in C Major ; Liszt - Liebesträume in A-Flat Major, Dreams of Love ;Chopin - Prelude, Op. 28 No. 6 in b minor ; Bach - Solo Cello Suite Number 6 Prelude ; Chopin - Nocturne Op. 15 No. 2; Bach - Suite for Orchestra No. 3 "Air on the G String"; Chopin - Nocturne, Op. 27 No. 2 in D Flat major ; Mozart - Eine Kleine Nacht II; Chopin - Nocturne Op. 9 No. 1 in B Flat minor; Beethoven - Fur Elise; Schumann - Scenes from Childhood Op. 15 Von fremden Laendern und Menschen; Beethoven - "Moonlight Sonata" Piano Sonata No. 14 in C-Sharp Minor, Op. 27 I. Adagio sostenuto.

Essas músicas foram executadas aleatoriamente com duração de 90 minutos, com intensidade de 70-80 dB haja visto que intensidades de estímulos sonoros acima de 60dB causam respostas cardiovasculares²⁸, o estímulo foi recebido por meio de fones de ouvido.

Parâmetros cardiorrespiratórios

A FC foi obtida por meio de um cardiofrequencímetro (Polar RS800CX, Finlândia)²⁹. A verificação da PAS e PAD ocorreu de forma indireta, com a utilização de um estetoscópio (Littmann, Saint Paul, USA) e esfigmomanômetro aneroide (Welch Allyn - Tycos, New York, USA) no braço esquerdo³⁰. As medidas de f foram realizadas pela contagem das respirações durante um minuto³¹ e a SpO2 foi verificada por meio de um oxímetro de pulso (Mindray PM-50 Pulse Oximeter, China)³².

Análise estatística

Para análise dos dados foi realizada estatística descritiva para caracterização da amostra e os resultados foram apresentados com valores de média, desvio padrão, mínimo e máximo.

As comparações dos valores dos parâmetros cardiorrespiratórios entre protocolos (PC e PM) e momentos (repouso Vs. períodos de recuperação) foram feitas por meio da técnica de análise de variância para modelo de medidas repetidas no esquema de dois fatores. Os dados da mensuração repetida foram checados para violação de esfericidade usando o teste de *Mauchly* e a correção de *Greenhouse-Geisser* foi utilizada quando a esfericidade foi violada.

Para análise dos momentos (repouso Vs. períodos de recuperação) foi utilizado pós-teste de *Bonferroni* para distribuição paramétrica ou pós-teste de *Dunn* para distribuição não paramétrica. A significância estatística foi fixada em 5% para todas as análises.

As análises foram realizadas utilizando-se os softwares Minitab – versão 13.20 (Minitab, PA, USA) e GraphPad InStat – versão 3.01, 1998 (GraphPad Software, Inc., San Diego California USA).

RESULTADOS

As variáveis antropométricas da população do estudo são apresentadas na tabela 1.

[Inserir tabela 1]

A figura 2 apresenta os valores médios de FC durante o repouso e recuperação para os indivíduos analisados em ambos os protocolos. Observa-se o efeito do tempo ($p < 0,000$) na FC, no entanto não houve diferença entre os protocolos ($p = 0,710$) e na interação tempo Vs. protocolo ($p = 0,772$). No protocolo controle foram observadas diferenças significantes dos valores de recuperação em comparação ao respectivo repouso em todos os momentos analisados, enquanto

que no protocolo música essa diferença deixou de ser significativa a partir do 50º minuto de recuperação.

[Inserir figura 2]

Os valores de PAS (figura a) e PAD (figura b) durante o repouso e a recuperação nos protocolos estudados podem ser visualizados na Figura 3.

[Inserir figura 3]

Efeitos de tempo foram observados tanto para PAS quanto para PAD ($p < 0,000$), porém não foram observadas diferenças entre os protocolos ($p = 0,681$ para PAS e $p = 0,086$ para PAD) e na interação tempo x protocolo (PAS – $p = 0,508$; PAD – $p = 0,442$).

Diferenças significativas em relação ao repouso foram encontradas para PAS até o 10º minuto de recuperação no protocolo controle e até o 7º minuto de recuperação no protocolo música. Para PAD diferenças significantes em relação ao repouso foram encontradas até o 3º minuto de recuperação para ambos os protocolos.

Na figura 4 podem ser visualizados os valores SpO_2 (%) para os dois protocolos durante o repouso e a recuperação. Para SpO_2 (%) não foram observados efeitos de tempo ($p = 0,325$), protocolos ($p = 0,346$) e interação tempo Vs. protocolo ($p = 0,322$).

[Inserir figura 4]

A figura 5 apresenta os valores de f durante o repouso e a recuperação em ambos os protocolos. Foi encontrado efeito do tempo ($p < 0,000$), porém sem diferença entre os protocolos ($p = 0,734$) e na interação tempo x protocolo ($p = 0,877$). Para ambos os protocolos diferenças significativas em relação ao repouso foram encontradas até o 10º minuto de recuperação.

[Inserir figura 5]

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou os efeitos do EAM sobre os parâmetros cardiorrespiratórios durante a recuperação após exercício aeróbio. Os resultados encontrados mostram que o EAM foi capaz de influenciar o comportamento da FC e PAS, com retorno mais rápido desses parâmetros às condições basais, otimizando a sua recuperação, porém, o estímulo utilizado não foi capaz de produzir efeitos sobre a PAD, SpO2 e f .

Recuperação mais rápida da FC foi observada no PM em comparação com o PC, sugerindo que o EAM acelerou a recuperação da FC. Para o PM a recuperação da FC ocorreu no 50º minuto enquanto que no PC não foi observado recuperação da FC no período analisado.

A recuperação mais rápida da FC pode estar parcialmente relacionada à redução que a música do estilo “relaxante”, utilizada nesse estudo, possa produzir nesse parâmetro^{33,34}. Eliakim et al.¹⁸ utilizando música de estilo “motivacional” não observaram diferenças nas médias da FC com e sem música pós-exercício.

Uma possível influência do EAM sobre a modulação autonômica pode também estar relacionada à recuperação mais rápida da FC. Segundo Thoma et. al.³⁵ ouvir música pode ser eficaz para acelerar o processo de recuperação da

atividade autonômica. Já Iwanaga e tsukamoto³⁶, encontraram um aumento no índice de alta frequência da variabilidade da frequência cardíaca, que é um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração³⁷, ao ouvir música sedativa em repouso. Por fim, Bigliassi et al.¹⁴ encontraram que músicas calmas foram capazes de acelerar o tônus vagal após uma corrida de 5 km.

Considerando essa influência, entende-se que o EAM possa ser capaz de aumentar a atividade vagal e reduzir a atividade simpática, resultando em redução da frequência cardíaca³⁸. Esse comportamento da modulação autonômica pode também estar relacionado à redução da PAS³⁹, o que explicaria a recuperação mais rápida da PAS no PM, ao 10º minuto, quando comparada ao PC que se recuperou ao 20º minuto.

Outra hipótese para responder esse comportamento tem como base estudos que mostram que indivíduos que ouviram música no pós-operatório tiveram níveis de cortisol reduzidos. Assim, levanta-se a hipótese de que a recuperação mais rápida da FC e PAS possa ser devido aos possíveis níveis de cortisol diminuídos desencadeados pela música⁴⁰.

Na PAD foram encontradas diferenças significativas somente até o 3º minuto da recuperação, em ambos os protocolos. A resposta fisiológica da PAD frente ao exercício aeróbio é sutil e pouco variável quando comparada a PAS e FC⁴¹, assim, acredita-se que seria pouco provável que o EAM pudesse ser capaz de influenciar mudanças na PAD.

Em relação ao comportamento da SpO₂, nenhuma diferença significativa foi observada durante toda a recuperação, em ambos os protocolos. Todos os voluntários apresentaram valores considerados normais de SpO₂, ou seja, com aporte satisfatório de oxigênio ao organismo³². Essa resposta era esperada,

pois os voluntários do presente estudo são aparentemente saudáveis e não apresentam limitações na capacidade de difusão e na relação ventilação/perfusão⁴².

Em relação a f foram encontrados maiores valores em relação ao repouso até o 10^o minuto do período de recuperação para ambos os protocolos. Durante a execução do exercício ocorre aumento na f , uma vez que íons hidrogênio presentes no centro respiratório estimulam esta região a gerar elevação da f ⁴³. Considerando também que os voluntários são saudáveis, poucas alterações na f eram esperadas.

Esses resultados mostram que o EAM utilizado não foi capaz de influenciar SpO₂ e f pós exercício. Esses achados são contrários a algumas respostas encontradas na literatura em condição de repouso, onde a música clássica foi capaz de gerar modificações nesses parâmetros, porém em indivíduos não saudáveis^{44, 45}.

Entende-se que algumas limitações devem ser consideradas para o estudo. O EAM foi aplicado por meio da música clássica, porém, na literatura alguns estudos utilizam EAM escolhido pelo gosto musical do voluntário⁴⁶, o que pode ter influenciado as respostas encontradas. Além disso, somente homens foram analisados no presente estudo, portanto, os dados não podem ser extrapolados para mulheres, uma vez que, é importante a divisão em função da influência dos hormônios sexuais sobre a recuperação pós-exercício⁴⁷.

Por fim, esse estudo mostrou que a música é capaz de aumentar a velocidade de recuperação da FC e PAS e propõe a realização de novos experimentos buscando respostas sobre possíveis influências no SNA e maneiras eficazes de otimizar esse período pós-esforço tão importante para o organismo,

considerando também o gosto musical do voluntário e diferentes populações que realizam exercício físico e que possam apresentar riscos cardíacos no período de recuperação.

Em conclusão, os resultados apontaram que o EAM por meio da música clássica foi capaz de promover aumento na velocidade de recuperação da FC e PAS, sugerindo que ele pode ser utilizado como forma de auxílio na recuperação durante exercício físico aeróbio cotidiano em indivíduos saudáveis.

REFERÊNCIAS

1. Franco M, Bezerra AR. Music therapy in relief of pain in oncology patients. *J Einstein* 2009; 7: 147-51.
2. Han L, Li JP, Sit JW, Chung L, Jiao ZY, Ma WG. Effects of music intervention on physiological stress response and anxiety level of mechanically ventilated patients in China: a randomized controlled trial. *J Clin Nurs* 2010; 19(7-8): 978-87.
3. Fancourt D, Ockelford A, Belai A. The psychoneuroimmunological effects of music: A systematic review and a new model. *Brain Behav Immun* 2014; 36: 15-26.
4. Raglio A, Bellandi D, Baiardi P, Gianotti Marta, Ubezio MC, Zancchi E, et al. Effect of active music therapy and individualized listening to music on dementia: a multicenter randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2015; 63(8): 1534-9.
5. Chu H, Yang CY, Lin Y, Ou KL, Lee TY, O'Brien AP, et al. The impact of group music therapy on depression and cognition in elderly persons with dementia: a randomized controlled study. *Biol res nurs* 2014; 16(2): 209-17.
6. Biagini MS, Brown LE, Coburn JW, Judelson DA, Statler TC, Bottaro M, et al. Effects of self-selected music on strength, explosiveness, and mood. *J Strength Cond Res* 2012; 26(7): 1934-8.
7. Merakou K, Varouxi G, Barbouni A, Antoniadou E, Karageorgos G, Theodoridis D, et al. Blood Pressure and Heart Rate Alterations through Music in Patients undergoing Cataract Surgery in Greece. *Ophthalmol Eye Dis* 2015; 7: 7–12.

8. Knight WEJ, Richard NS. Relaxing music prevents stress-induced increases in subjective anxiety, systolic blood pressure, and heart rate in healthy males and females. *J Music Ther* 2001; 4: 254-72.
9. Bernardi L, Porta C, Casucci G, Balsamo R, Bernardi NF, Fogari R, et al. Dynamic interactions between musical, cardiovascular, and cerebral rhythms in humans. *Circulation* 2009; 119: 3171-80.
10. Gutgsell KJ, Schluchter M, Margevicius S, Degolia PA, McLaughlin B, Harris M, et al. Music Therapy Reduces Pain in Palliative Care Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Pain Sympnt Manag* 2012; 45(5): 822-31.
11. Schmid W, Ostermann T. Home-based music therapy - a systematic overview of settings and conditions for an innovative service in healthcare. *Health Serv Res* 2010; 10: 291.
12. Chtourou H, Jarraya M, Aloui A, Hammouda O, Souissi N. The effects of music during warm-up on anaerobic performances of young sprinters. *Sci Sport* 2012; 27: e85-e8.
13. Karageorghis CI, Hutchinson JC, Jones L, Farmer HL, Ayhan MS, Wilson RC, et.al. Psychological, psychophysical, and ergogenic effects of music in swimming. *Psychol Sport Exerc* 2013; 14(4): 560–8.
14. Bigliassi M, León-Domínguez U, Buzzachera CF, Barreto-Silva V, Altimari LR. How does music aid 5 km of running? *J Strength Cond Res* 2015; 29(2): 305-14.
15. Terry PC, Karageorghis CI, Mecozzi Saha A, D'Auria S. Effects of synchronous music on treadmill running among elite triathletes. *J Sci Med Sport* 2012; 15: 52-7.

16. Pastre M, Bastos FN, Júnior JN, Vanderlei LCM, Hoshi RA. Métodos de recuperação pós-exercício: uma revisão sistemática. *Rev Bras Med Esporte* 2009; 15(2): 138-44.
17. Lee S, Kimmerly D. Influence of music on maximal self-paced running performance and passive post-exercise recovery rate. *J Sports Med Phys Fitness* 2014;
18. Eliakim M, Bodner E, Eliakim A, Nemet D, Meckel Y. Effect of motivacional music on lactate levels during recovery from intense exercise. *J Strength Cond Res* 2012; 26(1): 80-6.
19. Eliakin M, Bodner E, Meckel Y, Nemet D, Eliakim A. Effect of rhythm on the recovery from intense exercise. *J Strength Cond Res* 2013; 27(4): 1019-24.
20. Tan F, Tengah A, Nee YL, Fredericks S. A study of the effect of relaxing music on heart rate recovery after exercise among healthy students. *Complement Ther Clin Pract* 2014; 20(2): 114-7.
21. Brum CP, Forjaz MLC, Tinucci T, Negrão EC. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fís* 2004; 18: 21-31.
22. Lizardo JHF, Simões HG. Efeitos de diferentes sessões de exercícios resistidos sobre a hipotensão pós-exercício. *Rev Bras Fisioter* 2005; 9(3): 289-95.
23. Brito FS, Vilas-Boas F, Castro I, Oliveira JA, Guimarães JI, Stein R et al . II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico. *Arq. Bras. Cardiol* 2002; 78(Suppl 2): 01-17.

24. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti P, Codeca L. Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field test in runners. *J Appl Physiol* 1982; 52: 869-73.
25. Branco FC, Vianna JM, Lima JRP. Frequência cardíaca na prescrição de treinamento de corredores de fundo. *R Bras Ci e Mov* 2004; 12(2): 75-9.
26. American College of Sports Medicine (ACSM). Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição. 6a . ed. Rio de Janeiro - RJ, Guanabara Koogan, 2003, p. 91-108.
27. Grazzi G, Mazzoni G, Casoni I, Iliari S, Collini G, Heide L, et al. Identification of a VO₂ deflection point coinciding with the heart rate deflection point and ventilatory threshold in cycling. *J Strength Cond Res* 2008; 22(4): 1116-23.
28. Lee GS, Chen ML, Wang GY. Evoked response of heart rate variability using short-duration white noise. *Auton Neurosc* 2010; 155: 94.
29. Barbosa MPCR, Silva NT, Azevedo FM, Pastre CM, Vanderlei LCM. Comparison of Polar RS800G3 heart rate monitor with Polar s810i and electrocardiogram to obtain the series of RR intervals and analysis of heart rate variability at rest. *Clin Physiol Funct Imaging* 2014.
30. IV Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. Campos do Jordão, Soc. Bras. Hipertensão, Soc. Bras. Cardiologia, Soc. Bras. Nefrologia. 2002.
31. Padovani AR, Moraes DP, Mangil LD, Andrade CR. Dyphagia risk evaluation protocol. *Rev Soc Bras Fonoaudiol* 2007; 12: 199-205.
32. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol* 2002; 3(28): 232-7.

33. Tan YZ, Ozdemir S, Temiz A, Celik F. The effect of relaxing music on heart rate and heart rate variability during ECG GATED-myocardial perfusion scintigraphy. *Complement Ther Clin Pract* 2015; 21(2): 137-40.
34. White JM. Effect of relaxing music on cardiac autonomic balance and anxiety after acute myocardial infarction. *Am J Crit Care* 1999; 8: 220–30.
35. Thoma MV, La Marca R, Brönnimann R, Finkel L, Ehlert U, Nater UM. The Effect of Music on the Human Stress Response. *PLoS One* 2013; 8(8): e70156.
36. Iwanaga M, Tsukamoto M. Effects of excitative and sedative music on subjective and physiological relaxation. *Percept Mot Skills* 1997; 85: 287-96.
37. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2009; 24(2): 205-17.
38. Gordan R, Gwathmey JK, Xie LH. Autonomic and endocrine control of cardiovascular function. *World J Cardiol* 2015; 7(4): 204-14.
39. Irigoyen MC, Consolim-Colombo FM, Krieger EM. Controle cardiovascular: regulação reflexa e papel do sistema nervoso simpático. *Rev Bras Hipertens* 2001; 8(1): 55-62.
40. Yamasaki A, Booker A, Kapur V, Tilt A, Niess H, Lillemoe KD, et al. The impact of music on metabolism. *Nutrition* 2012; 28: 1075-80.
41. Wolthuis RA, Froelicher VF, Fischer J, Triebwasser JH. The response of healthy men to treadmill exercise. *Circulation* 1977; 55(1): 153-7.
42. Barros Neto TL, Tebexreni AS, Tambeiro VL. Aplicações práticas da ergoespirometria no atleta. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 2001; 11: 695-705.

43. Arazawa DT, Oh HI, Ye SH, Johnson Jr CA, Woolley JR, Wagner WR et al. Immobilized carbonic anhydrase on hollow fiber membranes accelerates CO₂ removal from blood. *J Memb Sci* 2012; 404: 25-31.
44. Camara JG, Ruszkowski JM, Worak SR. The Effect of Live Classical Piano Music on the Vital Signs of Patients Undergoing Ophthalmic Surgery. *Medscape J Med* 2008; 10: 149-58
45. Hatem TP, Lira PC, Mattos SS. Efeito terapêutico da música em crianças em pós-operatório de cirurgia cardíaca. *J Pediatr* 2006; 82: 186-92.
46. Salimpoor VN, Benovoy M, Larcher K, Dagher A, Zatorre RJ. Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nat Neurosc* 2011; 14(2): 257-62.
47. Sydó N, Abdelmoneim SS, Mulvagh SL, Merkely B, Gulati M, Allison TG. Relationship between exercise heart rate and age in men vs women. *Mayo Clin Proc* 2014; 89(12): 1664-72.

ANEXOS

Anexo 1. Tabela

Tabela 1. Valores médios, seguidos pelos seus respectivos desvios-padrão, valores mínimo e máximo das variáveis antropométricas da população do estudo (n = 35).

Variáveis	Média ± DP	Mínimo/Máximo
Idade (anos)	21,74 ± 2,59	[18 – 29]
Peso (Kg)	76,08 ± 10,16	[57 – 97]
Altura (m)	1,76 ± 0,08	[1,60 – 1,88]
IMC (Kg/m ²)	24,55 ± 2,55	[19,33 – 28,82]

Legenda: IMC = índice de massa corpórea; kg = quilograma; m = metro.

Anexo 2. Figuras

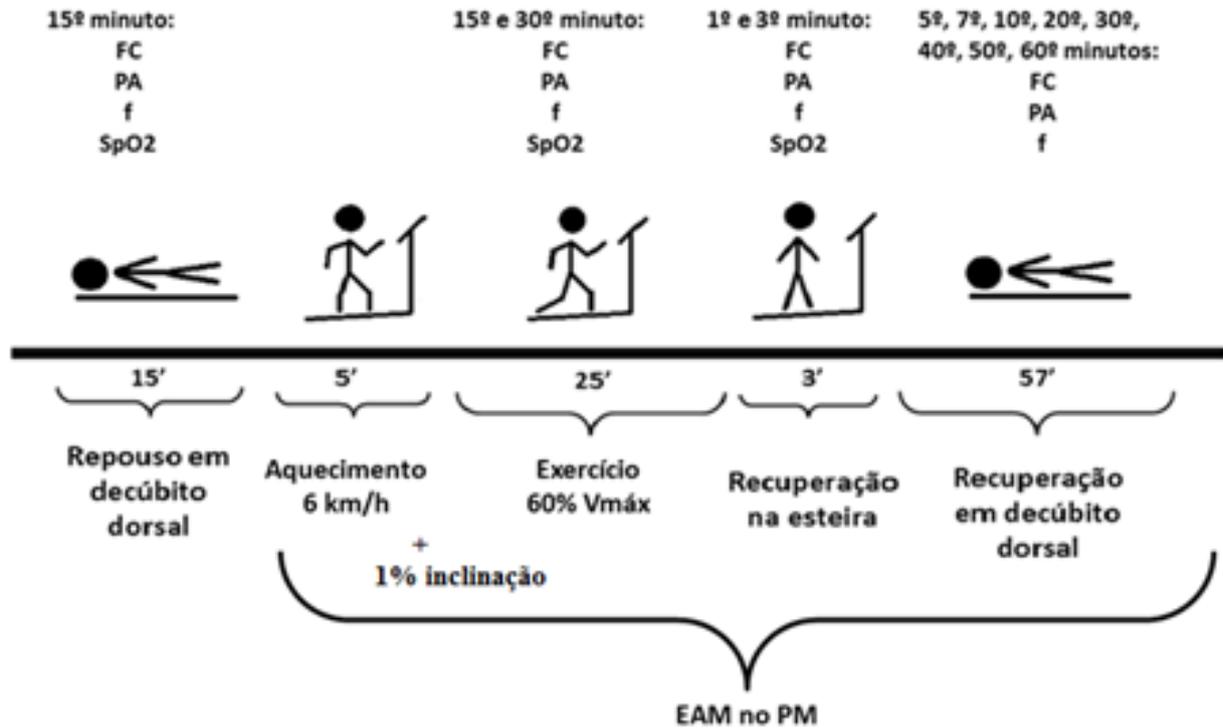


Figura 1. Ilustração do protocolo experimental. Legenda: FC = frequência cardíaca; PA= pressão arterial; f= frequência respiratória; SpO2= saturação de oxigênio; Vmáx= velocidade máxima; EAM= estímulo auditivo musical; PM= protocolo música.

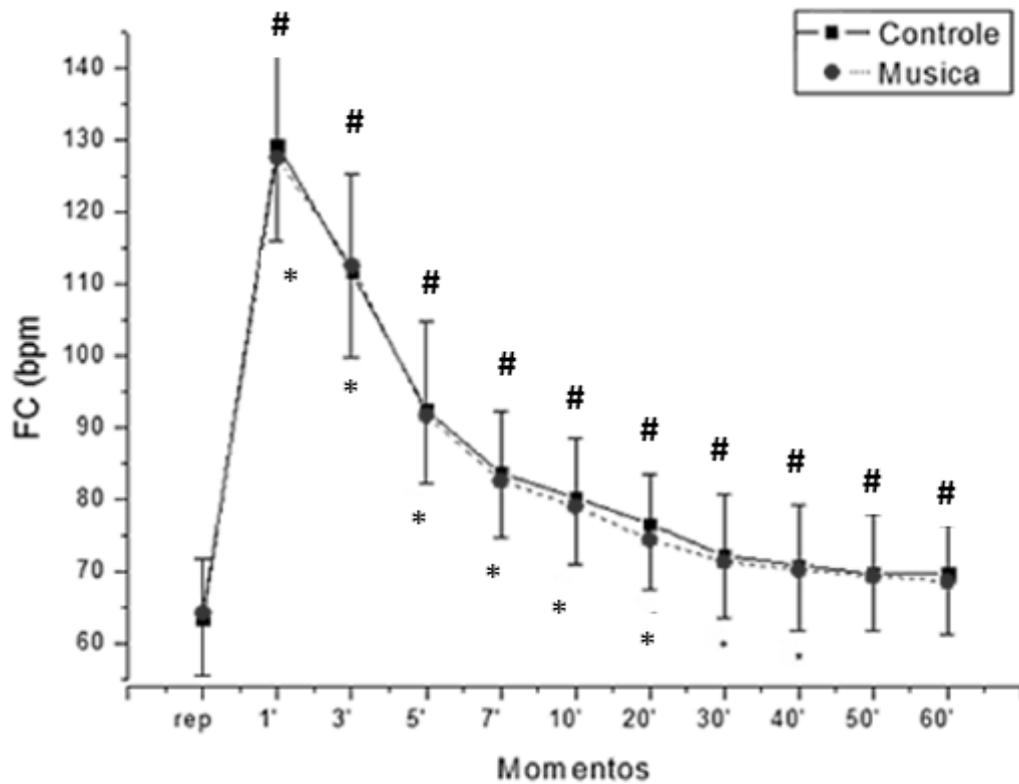


Figura 2. Valores médios seguidos de seus respectivos desvios padrão da frequência cardíaca (FC) obtidos dos protocolos música e controle em repouso e durante a recuperação. #Valores com diferença significativa em relação ao repouso para protocolo controle; *Valores com diferença significativa em relação ao repouso para protocolo música; (ANOVA para medidas repetidas seguida do teste de Bonferroni; $p < 0,05$). Valores de médias \pm desvios padrão.

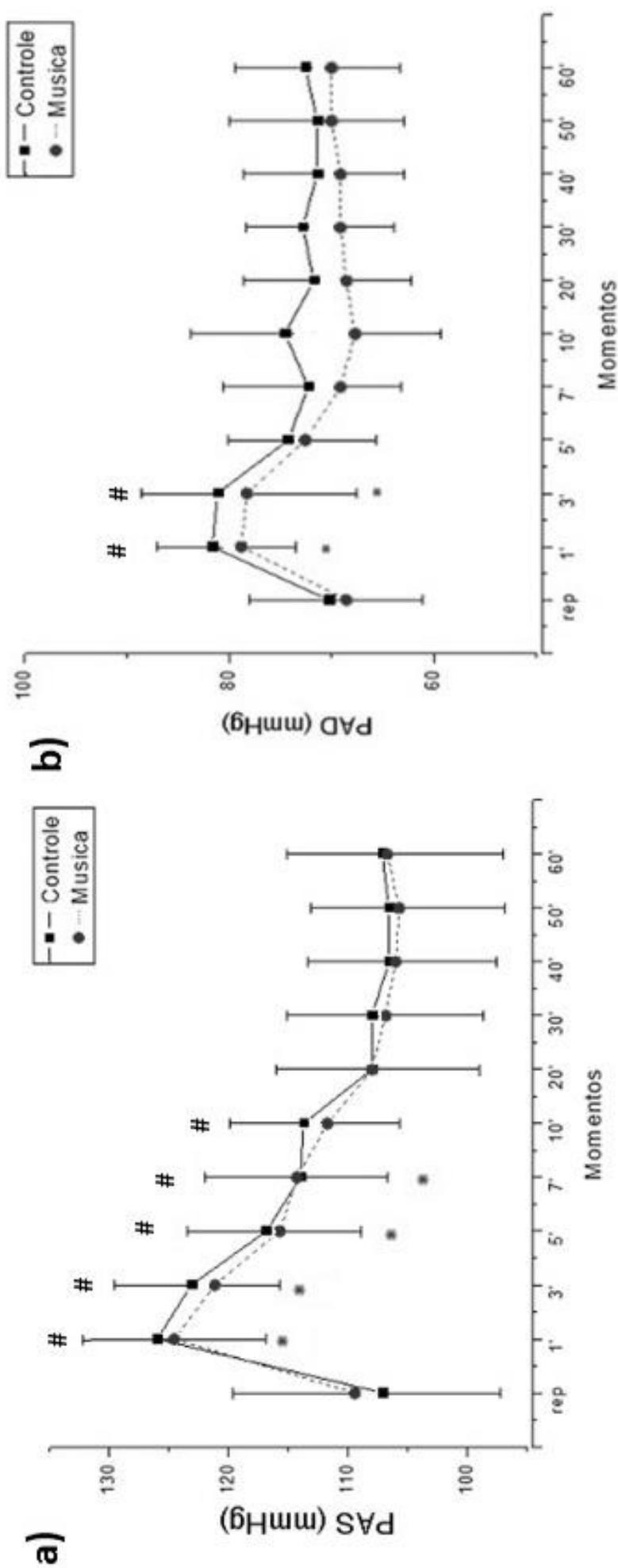


Figura 3. Valores médios seguidos de seus respectivos desvios padrão da pressão arterial sistólica (PAS) (a) e pressão arterial diastólica (PAD) obtidos dos protocolos música e controle em repouso e durante a recuperação. #Valores com diferença significativa em relação ao repouso para protocolo controle; *Valores com diferença significativa em relação ao repouso para protocolo música; (ANOVA para medidas repetidas seguida do teste de Bonferroni; $p < 0,05$). Valores de médias \pm desvios padrão.

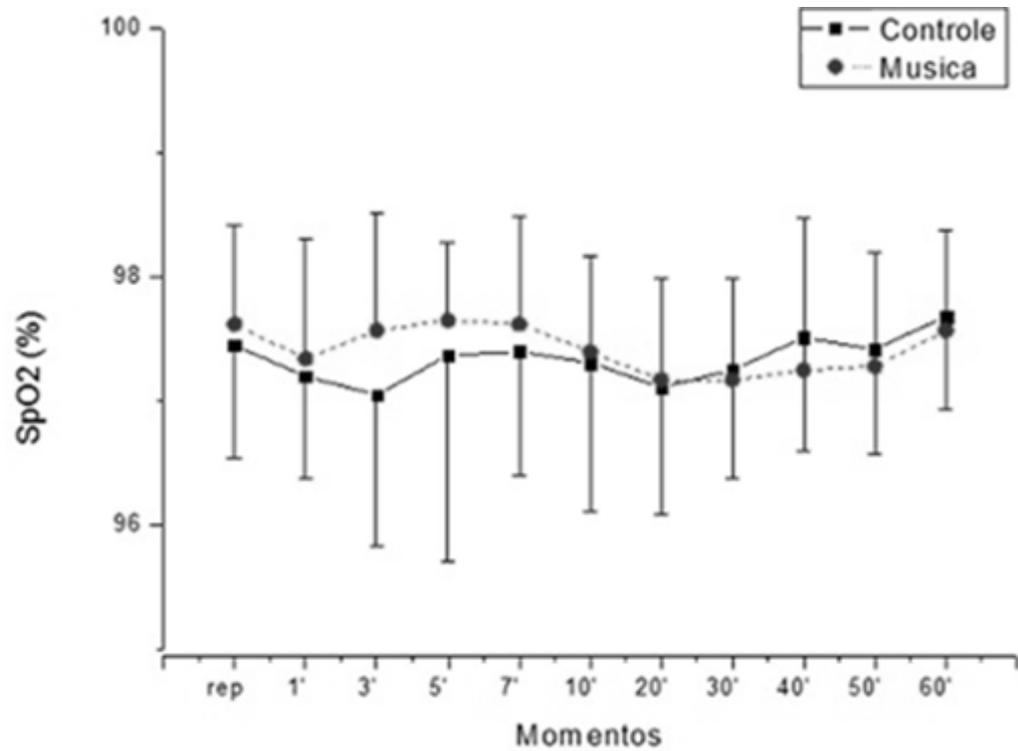


Figura 4. Valores médios seguidos de seus respectivos desvios padrão da saturação de oxigênio (SpO2) obtidos dos protocolos música e controle em repouso e durante a recuperação. Valores de médias \pm desvios padrão.

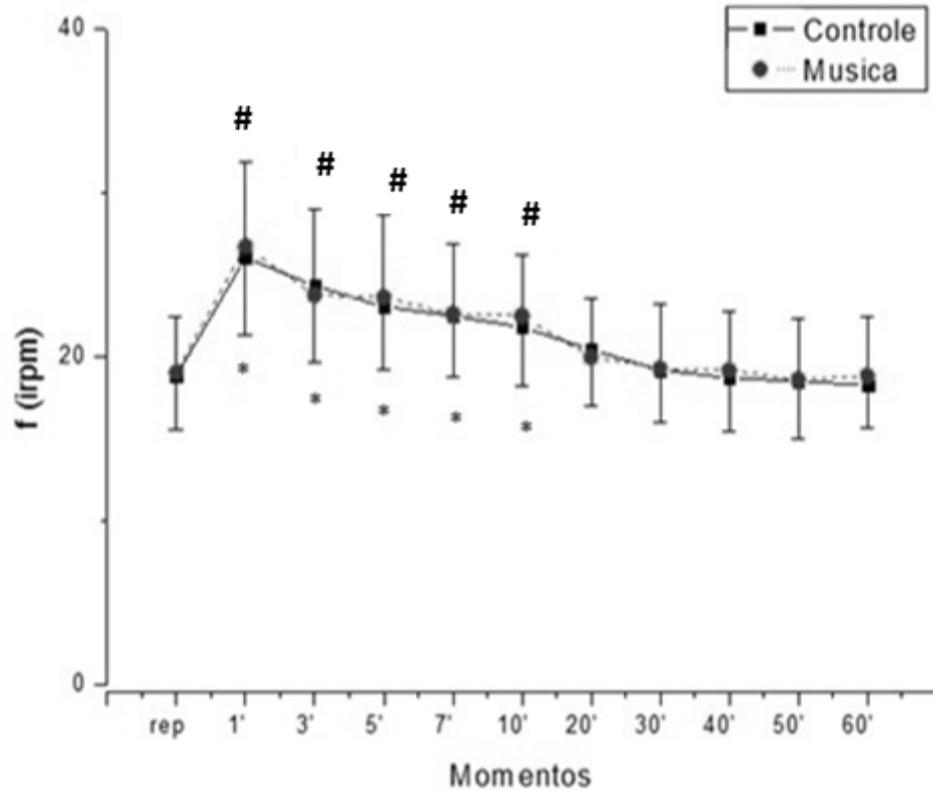


Figura 5. Valores médios seguidos de seus respectivos desvios padrão da frequência respiratória (**f**) obtidos dos protocolos música e controle em repouso e durante a recuperação. #Valores com diferença significativa em relação ao repouso para protocolo controle; *Valores com diferença significativa em relação ao repouso para protocolo música; (ANOVA para medidas repetidas seguida do teste de Bonferroni; $p < 0,05$). Valores de médias \pm desvios padrão.

Artigo II

**ESTÍMULO AUDITIVO MUSICAL REALIZADO DURANTE E APÓS EXERCÍCIO
AERÓBIO INFLUENCIA A MODULAÇÃO AUTONÔMICA?**

Rayana Loch Gomes¹, Luiz Carlos Marques Vanderlei¹, Vítor Engrácia Valenti¹

¹ Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente – SP

Endereço para correspondência:

Faculdade de Ciências e Tecnologia UNESP – Universidade Estadual Paulista.

Programa de Pós Graduação em Fisioterapia.

A/C Luiz Carlos Marques Vanderlei

Endereço: Avenida Roberto Simonsen, 305.

CEP: 19060-900. Presidente Prudente – São Paulo – Brasil

Telefone: (18) 3229 - 5819

e-mail: Rayana Loch Gomes

Resumo

Introdução: O estímulo auditivo musical (EAM) é capaz de produzir efeitos no sistema cardiovascular tanto em repouso quanto em exercício físico e recuperação, porém ainda não está bem esclarecido qual o mecanismo influencia esses efeitos, principalmente em exercício e pós-exercício. Nesse estudo levanta-se a hipótese de uma possível participação do sistema nervoso autônomo (SNA). **Objetivo:** Verificar a influência da exposição ao EAM sobre o comportamento da modulação autonômica durante e após exercício aeróbio. **Métodos:** 35 homens saudáveis foram submetidos a um protocolo experimental com três etapas: teste de esforço máximo, protocolo controle (PC) e o protocolo Música (PM), sendo 15 minutos de repouso, seguidos por 30 minutos de exercício em esteira ergométrica e por fim 60 minutos de recuperação. No PM houve exposição ao EAM durante o exercício e na fase de recuperação. Os índices da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), no domínio do tempo e da frequência, foram analisados durante o repouso inicial e em alguns momentos do exercício e da recuperação. As músicas foram executadas aleatoriamente com duração de 90 minutos, com intensidade de 70-80. **Resultados:** Não foram encontradas diferenças entre grupos e na interação grupo Vs. momentos ($p > 0,05$), porém foram encontradas diferenças entre os momentos de cada grupo ($p < 0,05$), mas sem recuperações para todos os índices no domínio do tempo (RMSSD, SDNN) e da frequência (LF e HF (ms^2 e u.n) e LF/HF). **Conclusão:** O EAM não foi capaz de influenciar os índices da VFC durante o exercício e, em seu período de recuperação, também não foi capaz de acelerar a recuperação da modulação autonômica. Possivelmente, O EAM é um fator que pouco contribui no mecanismo simpático e parassimpático, os quais atuam nos ajustes dos parâmetros cardiovasculares.

Palavras- Chave: música, exercício aeróbio, recuperação, sistema nervoso autônomo, frequência cardíaca.

INTRODUÇÃO

Os efeitos do EAM e o modo como agem sobre os sistemas do corpo humano têm ganhado considerável interesse, principalmente em relação à saúde e bem-estar, uma vez que a música é capaz de produzir diversas alterações no organismo humano tanto em repouso¹ quanto em exercício físico².

No sistema cardiovascular em repouso a música lenta ou relaxante promove redução da frequência cardíaca³ e manutenção da pressão arterial⁴. Podendo-se sugerir um relaxamento por meio de uma possível participação do SNA⁵.

Em exercício o EAM pode produzir efeitos ergogênicos como motivação para realizar o exercício⁶ e melhor desempenho⁷, além disso, modificações no sistema cardiovascular também foram relatadas⁸. Porém, ainda são poucos os estudos que avaliaram a influência da exposição do EAM sobre o SNA durante o exercício físico e, principalmente, sua recuperação^{9, 10}.

Os poucos estudos encontrados na literatura sobre o efeito do EAM no período de recuperação observaram respostas diferentes em relação a parâmetros cardiovasculares. Eliakim et al.¹¹, não encontraram efeitos sobre a FC, assim como Tan et al.¹⁰ nos primeiros minutos de recuperação. Em contrapartida Gomes et.al¹² observaram recuperação mais rápida da FC e PAS, assim como Lee e Kimmerly⁸ para a FC.

Ainda não está bem esclarecido qual o mecanismo que influencia as respostas de FC e PA diante do EAM em recuperação, no entanto, existem algumas hipóteses como a influência sobre as emoções e a possível participação do SNA nessas respostas^{10, 12}.

Diante disso, considerando os estudos que observaram recuperação mais rápida de parâmetros cardiovasculares, pretendemos nesse estudo testar a hipótese de que o EAM seja capaz de promover uma menor inibição da modulação parassimpática cardíaca durante o exercício e acelere sua recuperação pós-exercício. Entender esse aspecto é importante, uma vez que durante a execução do exercício físico há um aumento da atividade do componente simpático do SNA, o que aumenta o risco de eventos como arritmia ventricular durante e após o exercício¹³.

Portanto, esse estudo tem como objetivo verificar a influência da exposição ao EAM sobre o comportamento da modulação autonômica durante e após exercício aeróbio de intensidade moderada.

MÉTODOS

Para realização desse estudo foram analisados 35 homens adultos jovens e saudáveis com idade de $21,74 \pm 2,59$ anos. Não foram incluídos no estudo indivíduos tabagistas, etilistas, portadores de distúrbios cardiovasculares, respiratórios e neurológicos conhecidos ou outros quadros patológicos que impedissem a realização dos protocolos.

Todos os procedimentos utilizados nesse estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista, Campus de Marília (processo nº CEP-2200/11).

Desenho do estudo

Para realização do protocolo experimental, todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e foram orientados a não

ingerir bebidas alcoólicas ou à base de cafeína por 12 horas antes do procedimento experimental, a consumir refeição leve duas horas antes e a evitar esforços físicos vigorosos no dia anterior.

O procedimento experimental foi dividido em três etapas, todas realizadas em esteira ergométrica, com intervalo mínimo de 48 horas entre elas, a fim de permitir a recuperação dos voluntários. O horário de execução dos protocolos foi estabelecido entre 17h30min e 21h30min, com temperatura entre 23°C e 24 °C e umidade entre 60% e 70%.

Antes do início da primeira etapa do protocolo experimental os voluntários foram identificados e tiveram verificados o peso corporal por meio de uma balança digital (Plenna, TIN 00139 MAXIMA, Brasil) e altura, por meio de um estadiômetro (ES 2020 - Sanny, Brasil). As etapas constantes do protocolo experimental realizado foram:

I) Teste de esforço máximo: realizado para encontrar a velocidade máxima ($V_{m\acute{a}x}$) atingida pelo voluntário, a qual foi utilizada para determinação indireta do limiar anaeróbio por meio do Limiar de Conconi. Como em todos os voluntários a intensidade de 60% da $V_{m\acute{a}x}$ obtida no teste foi menor do que a encontrada no limiar anaeróbio, essa intensidade foi utilizada para a realização das etapas subsequentes;

II) Protocolo controle (PC): nessa etapa os voluntários ficaram em repouso durante 15 minutos em decúbito dorsal, seguidos por 30 minutos de exercício aeróbio em esteira ergométrica, sendo 5 minutos com velocidade de 6,0 km/h seguido de 25 minutos com 60% da $V_{m\acute{a}x}$ + 1% de inclinação e ao final recuperação por 60 minutos, sendo 3 minutos em pé na esteira seguido de 57 minutos em decúbito dorsal.

III) Protocolo música (PM): nessa etapa os voluntários realizaram as mesmas atividades do PC, porém com exposição ao EAM durante o exercício físico e a recuperação.

O teste de esforço máximo foi realizado obrigatoriamente antes dos protocolos controle e música, uma vez que por meio dele obteve-se a intensidade para esses protocolos. A ordem de realização dos protocolos foi feita por meio de um processo de randomização, onde um sorteio de cartões escritos com o nome dos protocolos foi realizado. O pesquisador não foi cegado em nenhum momento da pesquisa.

O esquema do procedimento experimental pode ser observado na figura 1.

Inserir Figura 1

Avaliação da capacidade e potência aeróbia máxima

Para essa avaliação foi calculado o limiar anaeróbio indiretamente por meio do limiar de Conconi¹⁴. Para essa determinação foram utilizadas as velocidades e FC atingidas em cada estágio de um teste progressivo exaustivo realizado em esteira (Inbrasport ATL 2000, Brasil) com velocidade inicial de 8 km/h e incrementos de carga de 1 km/h a cada 2 minutos com inclinação fixa de 1% até exaustão voluntária¹⁵. Durante a execução do teste a velocidade e FC, a qual foi monitorada pelo cardiofrequencímetro Polar RS800CX durante todo o teste, foram registradas ao final de cada estágio. Para o teste ser aceito como máximo, os voluntários deveriam atingir 90% da FC máxima, calculada pela fórmula $220 - \text{idade}$ ¹⁶.

A determinação indireta do limiar anaeróbio foi feita pela identificação do ponto de deflexão da FC (PDFC) com o emprego do método $D_{m\acute{a}x}$. Para isso foram plotados os pontos de FC e velocidades correspondentes; posteriormente, os valores foram ajustados por meio de uma equação linear de primeiro grau e por uma função polinomial de terceiro grau, sendo estas derivadas dos dados de cada indivíduo. A seguir foi calculada a diferença dos valores de FC obtidos pelas respectivas equações e ao projetar uma curva com estes valores, denomina-se de PDFC o maior valor antes de ocorrer uma mudança de direção na curva¹⁷.

O valor de PDFC corresponde a velocidade em que o voluntário atinge o seu limiar anaeróbio. Esse valor foi comparado ao valor de 60% da $V_{m\acute{a}x}$ atingida no teste de esforço máximo e como em todos os voluntários a intensidade de 60% da $V_{m\acute{a}x}$ obtida no teste foi menor do que a encontrada no limiar anaeróbio, essa intensidade foi utilizada para a realização das etapas subsequentes.

Protocolo controle e música

Após a explicação dos procedimentos necessários para a coleta de dados nos PC e PM, foi posicionada no terço distal do esterno uma cinta de captação e, no punho, o receptor de FC Polar RS800CX (POLAR, Finlândia), equipamento previamente validado¹⁸ para captação da frequência cardíaca batimento a batimento e a utilização dos seus dados para análise dos índices de VFC.

Os voluntários foram colocados em decúbito dorsal em repouso durante 15 minutos e, após esse repouso, eles realizaram exercício físico em esteira ergométrica com intensidade de 6,0 km/hora + 1% de inclinação nos primeiros 5

minutos para aquecimento, seguido de 25 minutos com intensidade equivalente a 60% da $V_{m\acute{a}x}$ encontrada no teste de esforço máximo, com a mesma inclinação.

Ao término do exercício físico os voluntários permaneceram na esteira até o 3^o minuto de recuperação e depois foram colocados em decúbito dorsal em ambiente calmo e foram monitorados por mais 60 minutos.

Para o PM o EAM foi produzido por uma *playlist* com as seguintes músicas clássicas: Chopin - Nocturne, Op. 9 No. 2 in E-Flat Major ; Schubert - Serenade "Leise Flehen Meine Lieber" ; Chopin - Piano Prelude No. 15 "Raindrop" ; Beethoven - Piano Sonata Op. 13 II Adagio; Chopin - Waltz Op. 69 No. 1 in A Flat major; Bach - Violin concerto in E Major Adagio; Mozart - Piano Concerto No. 21; Chopin - Prelude, Op. 28 No. 17 in A major ; Debussy - Clair de Lune; Schubert - Moment Musical Op. 94 D.780 N. 1 in C Major ; Liszt - Liebestrume in A-Flat Major, Dreams of Love ;Chopin - Prelude, Op. 28 No. 6 in b minor ; Bach - Solo Cello Suite Number 6 Prelude ; Chopin - Nocturne Op. 15 No. 2; Bach - Suite for Orchestra No. 3 "Air on the G String"; Chopin - Nocturne, Op. 27 No. 2 in D Flat major ; Mozart - Eine Kleine Nacht II; Chopin - Nocturne Op. 9 No. 1 in B Flat minor; Beethoven - Fur Elise; Schumann - Scenes from Childhood Op. 15 Von fremden Laendern und Menschen; Beethoven - "Moonlight Sonata" Piano Sonata No. 14 in C-Sharp Minor, Op. 27 I. Adagio sostenuto.

Essas músicas foram executadas aleatoriamente com duração de 90 minutos, com intensidade de 70-80 dB haja visto que intensidades de estímulos sonoros acima de 60dB causam respostas cardiovasculares¹⁹, e o estímulo foi recebido por meio de fones de ouvido.

Análise da variabilidade da frequência cardíaca

Para análise da VFC o padrão de seu comportamento foi registrado batimento a batimento durante todo o protocolo experimental e os índices de VFC foram determinados nos seguintes momentos: Repouso (10^o ao 15^o minuto de repouso), Exerc1 (10^o ao 15^o minuto de exercício), Exerc2 (25^o ao 30^o minuto de exercício), Rec1 (5^o ao 10^o minuto de recuperação), Rec2 (15^o ao 20^o minuto de recuperação), Rec3 (25^o ao 30^o minuto de recuperação), Rec4 (35^o ao 40^o minuto de recuperação), Rec5 (45^o ao 50^o minuto de recuperação) e Rec6 (55^o ao 60^o minuto de recuperação).

Os intervalos analisados foram compostos por no mínimo 256 intervalos RR consecutivos e foi feita uma filtragem digital complementada por manual, para eliminação de artefatos e somente séries com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídas no estudo.

Para análise da VFC foram utilizados os métodos lineares no domínio do tempo e da frequência. No domínio do tempo foram utilizados os índices RMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes) e o SDNN (desvio-padrão da média de todos os intervalos RR normais). Para o domínio da frequência foram utilizados os componentes espectrais de baixa frequência (LF: 0,04-0,15 Hz) e alta frequência (HF: 0,15-0,40 Hz), em ms^2 e em unidades normalizadas (LFun e HFun, respectivamente), que representa o valor relativo de cada componente espectral em relação à potência total menos os componentes de muito baixa frequência (VLF), e a relação entre esses componentes (LF/HF)²⁰. A análise espectral foi calculada usando o algoritmo da Transformada Rápida de Fourier. O software utilizado para o cálculo desses índices foi o Kubios HRV (versão 2.0)²¹.

Análise estatística

Para análise dos dados foi realizada estatística descritiva para caracterização da amostra e os resultados foram apresentados com valores de média, desvio padrão, mínimo e máximo.

As comparações dos valores dos índices da VFC entre protocolos (PC e PM) e momentos (repouso vs. períodos de exercício e repouso vs. períodos de recuperação) foram feitas por meio da técnica de análise de variância para modelo de medidas repetidas no esquema de dois fatores. Os dados da mensuração repetida foram checados para violação de esfericidade usando o teste de *Mauchly* e a correção de *Greenhouse-Geisser* foi utilizada quando a esfericidade foi violada.

Para análise dos momentos (repouso vs. períodos de exercício e repouso vs. períodos de recuperação) foi utilizado pós-teste de *Bonferroni* para distribuição paramétrica ou pós-teste de *Dunn* para distribuição não paramétrica. A significância estatística foi fixada em 5% para todas as análises.

As análises foram realizadas utilizando-se os softwares Minitab – versão 13.20 (Minitab, PA, USA) e GraphPad InStat – versão 3.01, 1998 (GraphPad Software, Inc., San Diego California USA).

RESULTADOS

As variáveis antropométricas da população do estudo estão apresentadas na tabela 1.

Inserir Tabela 1

A figura 2 mostra o comportamento dos índices de VFC no domínio do tempo durante o exercício. Observou-se um efeito de momentos para os índices

RMSSD e SDNN ($p < 0,05$), contudo, não foram observados efeitos entre os protocolos (RMSSD – $p = 0,254$; SDNN – $p = 0,832$) e na interação momento vs. protocolos (RMSSD – $p = 0,392$; SDNN – $p = 0,786$). Observou-se diferenças estatisticamente significantes nos momentos exerc 1 e exerc 2 em relação ao repouso, para ambos os protocolos ($p < 0,05$).

Inserir Figura 2

Na figura 3 observa-se o comportamento de índices de VFC no domínio da frequência, durante o exercício. Foram encontrados efeitos de momentos em todos os índices analisados ($p < 0,05$). Da mesma forma que os índices no domínio do tempo, não foram observados efeitos entre os protocolos (LF ms^2 – $p = 0,469$; HF ms^2 – $p = 0,379$; LFun – $p = 0,863$; HFun – $p = 0,829$ e LF/HF – $p = 0,526$) ou na interação momentos vs. protocolos (LF ms^2 – $p = 0,457$; HF ms^2 – $p = 0,372$; LFun – $p = 0,641$; HFun – $p = 0,642$ e LF/HF – $p = 0,646$). Diferenças significantes entre os momentos exerc1 e exerc2 em relação ao repouso foram encontradas em todos os índices, para ambos os protocolos ($p < 0,05$).

Inserir figura 3

Quanto à recuperação, na figura 4 observa-se o comportamento dos índices de VFC no domínio do tempo. Foi encontrado um efeito de momentos para os índices RMSSD e SDNN ($p < 0,05$) sem efeitos entre os protocolos (RMSSD – $p = 0,435$; SDNN – $p = 0,515$) e na interação momento vs. protocolos (RMSSD – $p = 0,617$; SDNN – $p = 0,584$). No índice RMSSD, diferenças estatisticamente

significantes ($p < 0,05$) foram encontradas nos momentos rec1 e rec2 em relação ao repouso para o PC e nos momentos rec1, rec2 e rec3 para o PM. Para o índice SDNN foram encontradas diferenças nos momentos rec1 e rec2 em relação ao repouso, para ambos os protocolos ($p < 0,05$).

Inserir figura 4

As figuras 5 mostram os índices de VFC no domínio da frequência em recuperação. Observaram-se efeitos de momentos de todos os índices ($p < 0,05$). Não foram observados efeitos de protocolos (LF $ms^2 - p = 0,429$; HF $ms^2 - p = 0,920$; LFun - $p = 0,575$; HFun - $p = 0,439$ e LF/HF - $p = 0,226$) e na interação momentos vs. protocolos (LF $ms^2 - p = 0,986$; HF $ms^2 - p = 0,515$; LFun - $p = 0,978$; HFun - $p = 0,449$ e LF/HF - $p = 0,261$). Diferenças estatisticamente significantes foram encontradas para LF ms^2 e HFun, nos momentos rec1 e rec2 para ambos os protocolos, em relação ao repouso ($p < 0,05$). Para HF ms^2 foram encontradas diferenças significantes nos momentos rec1 e rec2 para o PC e rec1, rec2 e rec3 para o PM. Por fim, foram encontradas diferenças significativas em relação ao repouso ($p < 0,05$) nos momentos rec1, rec2, rec3 e rec4 para o PC e rec1 e rec2 para o PM, nos índices LF un e LF/HF.

Inserir figura 5

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a influência da exposição ao EAM sobre o comportamento da modulação autonômica durante e após exercício aeróbio de

intensidade moderada. Os resultados encontrados mostraram que o EAM não foi capaz de influenciar os índices da VFC durante o exercício e em seu período de recuperação.

Os resultados encontrados durante o exercício não apresentaram diferenças na comparação entre os grupos e as interações entre eles. Contudo, apresentou diferença na comparação entre os momentos, além disso, este comportamento foi semelhante aos grupos estudados. Os valores dos índices RMSSD, HF ms^2 e HF u.n que refletem o sistema parassimpático diminuíram em relação ao repouso. Os índices SDNN, que reflete o comportamento global, e o LF ms^2 global com predomínio simpático, também encontraram-se reduzidos em relação ao repouso, enquanto que LF u.n e LF/HF (balanço simpato-vagal) encontraram-se aumentados. Esse comportamento dos índices era esperado durante o exercício e foi semelhante ao comportamento descrito por Moreno et al.²² durante a realização de exercício aeróbio.

Durante a recuperação, havia a expectativa de que a música influenciasse a retomada vagal após a realização de exercício aeróbio, o que não foi observado em nossos experimentos. Estudos realizados com animais em condição de repouso mostraram que o EAM, por meio de música clássica, foi capaz de diminuir a atividade do nervo simpático renal e pressão arterial em ratos²³ e aumentar a atuação do nervo vago gástrico²⁴, sugerindo, portanto, que esse estilo de música é capaz de diminuir a atividade do ramo simpático e aumentar a atividade do ramo parassimpático por meio da via auditiva e receptores histaminérgicos no núcleo supraquiasmático do hipotálamo.

Além disso, a literatura demonstram efeitos positivos do EAM sobre o desempenho durante o exercício físico. Nakamura et al.²⁵ verificaram durante um

exercício em bicicleta ergométrica que ouvir música por preferência musical, aumentou o desempenho dos participantes durante a sua realização. Terry et al.²⁶ observaram que ouvir música motivacional também por preferência musical, melhorou os níveis de humor em triatletas que realizam corrida em esteira.

O objetivo desse estudo não foi analisar o efeito sobre o desempenho, mas investigar uma possível influência do EAM no SNA durante e após a realização de exercício aeróbio, levantando a hipótese que o EAM por meio da música clássica seria capaz de promover uma menor inibição da modulação parassimpática cardíaca durante o exercício e uma recuperação mais rápida após o exercício.

Com base em nossos achados, o RMSSD se recuperou mais rapidamente no grupo controle, bem como o HF. Entretanto a razão LF/HF se recuperou de modo mais rápido no grupo exposto ao EAM, sendo que esses resultados foram encontrados entre os momentos de cada grupo, pois não encontramos diferenças entre os grupos.

Esses achados não são capazes de indicar se o EAM foi capaz de acelerar a recuperação vagal e a retomada simpática, assim como Yamashita et al.²⁷ que em seu estudo, com exercício submáximo, encontraram que a música tocada antes da realização do exercício não foi capaz de influenciar as atividades autonômicas dos participantes antes e após o exercício. Acreditamos, portanto, que o SNA pode não ser o mecanismo que atua na redução da FC e PAS, observados em experimentos realizados anteriormente por nosso grupo¹².

Dentro desse contexto, Urakama & Yukoyama²⁸ e Bigliassi et al.⁹, encontraram resultados diferentes dos nossos. Os primeiros autores analisaram o efeito da música, por preferência musical, em exercício em bicicleta ergométrica e recuperação e observaram que a música foi capaz de aumentar a relação LF/HF

após o exercício, enquanto que os segundos autores observaram que a música “calma” foi capaz de influenciar o índice RMSSD (parassimpático), haja vista que na comparação entre o grupo controle e o grupo exposto ao EAM na recuperação, houve aumento significativo desse índice no grupo exposto a música.

Bigliassi et al.⁹, sugerem por meio de seus resultados que a música tem um efeito na modulação do nervo vago por meio das áreas corticais inconscientes e conscientes, diminuindo o estresse por meio de uma maior ação pituitária. Já Urukma & Yukoyama²⁸ acreditam que a atividade ascendente do nervo simpático induzida pelo exercício foi reforçada pela música, ou seja, os autores acreditam que a música agiu em sincronia com essa atividade, aumentando-a ainda mais.

Nossos resultados não mostraram forte evidência de que os componentes simpático e parassimpático do SNA estejam relacionados com alterações cardiovasculares na recuperação do exercício diante de exposição ao EAM. Porém, muitos fatores não autonômicos podem estar envolvidos em respostas cardiovasculares no exercício aeróbio e na sua interação com o EAM.

Dentre eles, possíveis diminuições nos níveis de cortisol, que seriam desencadeados pela música, sendo capazes de diminuir o estresse²⁹. E também um possível mecanismo relacionado com as emoções, associada com a atividade da dopamina no sistema mesolímbico de recompensa³⁰ e emoções relacionadas a memórias e imagens³¹. Em ambos os casos, resultando também em relaxamento.

A não realização da coleta de marcadores de estresse pode ser apontada como uma limitação do nosso estudo, uma vez que poderiam melhor esclarecer o mecanismo de influência do EAM. Além disso, o cálculo utilizado para obter velocidade e limiar anaeróbio, o qual por ser realizado de maneira indireta e

não ser o padrão ouro para essa determinação pode apresentar limitações, entretanto, é importante apontar que isso foi utilizado somente com o objetivo de obter uma velocidade semelhante para todos os participantes.

Por fim, levantamos novas questões que merecem ser investigadas. Novos estudos com a coleta de hormônios do estresse em exercício e recuperação merecem destaque, podendo-se utilizar, por exemplo, o cortisol salivar, para as avaliações. Experimentos com atividades em regiões do cérebro relacionadas a emoções e questionários que avaliem o quanto agradável a música é para o voluntário, podem também contribuir para uma melhor compreensão desse processo.

CONCLUSÃO

O EAM não foi capaz de influenciar os índices da VFC durante o exercício e, em seu período de recuperação, também não foi capaz de acelerar a recuperação da modulação autonômica.

REFERÊNCIAS

1. Fancourt D, Ockelford A, Belai A. The psychoneuroimmunological effects of music: A systematic review and a new model. *Brain Behav Immun* 2014; 36: 15-26.
2. Biagini MS, Brown LE, Coburn JW, Judelson DA, Statler TC, Bottaro M, et al. Effects of self-selected music on strength, explosiveness, and mood. *J Strength Cond Res* 2012; 26(7): 1934-8.
3. Knight WEJ, Richard NS. Relaxing music prevents stress-induced increases in subjective anxiety, systolic blood pressure, and heart rate in healthy males and females. *J Music Ther* 2001; 4: 254-72.
4. Merakou K, Varouxi G, Barbouni A, Antoniadou E, Karageorgos G, Theodoridis D, et al. Blood Pressure and Heart Rate Alterations through Music in Patients undergoing Cataract Surgery in Greece. *Ophthalmol Eye Dis* 2015; 7: 7–12.
5. Ferreira LL, Vanderlei LCM, Abreu LC, Guida HL, Valenti VE. Neurophysiological aspects of musical auditory stimulation on the cardiovascular system. *ABCS Health Sci* 2013; 38(3):172-7.
6. Karageorghis CI, Hutchinson JC, Jones L, Farmer HL, Ayhan MS, Wilson RC, et.al. Psychological, psychophysical, and ergogenic effects of music in swimming. *Psychol Sport Exerc* 2013; 14(4): 560-8.
7. Chtourou H, Jarraya M, Aloui A, Hammouda O, Souissi N. The effects of music during warm-up on anaerobic performances of young sprinters. *Sci Sport* 2012; 27: e85-e8.

8. Lee S, Kimmerly D. Influence of music on maximal self-paced running performance and passive post-exercise recovery rate. *J Sports Med Phys Fitness* 2014;
9. Bigliassi M, León-Domínguez U, Buzzachera CF, Barreto-Silva V, Altimari LR. How does music aid 5 km of running? *J Strength Cond Res* 2015; 29(2): 305–14.
10. Tan F, Tengah A, Nee YL, Fredericks S. A study of the effect of relaxing music on heart rate recovery after exercise among healthy students. *Complement Ther Clin Pract* 2014; 20(2): 114–7.
11. Eliakim M, Bodner E, Eliakim A, Nemet D, Meckel Y. Effect of motivacional music on lactate levels during recovery from intense exercise. *J Strength Cond Res* 2012; 26(1): 80-6.
12. Gomes RL, Vanderlei LCM, Valenti VE. Efeitos do estímulo auditivo musical nos parâmetros cardiorrespiratórios após exercício aeróbio.
13. Brito FS, Vilas-Boas F, Castro I, Oliveira JA, Guimarães JI, Stein R et al . II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico. *Arq Bras Cardiol* 2002; 78(2): 1-17.
14. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti P, Codeca L. Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field test in runners. *J Appl Physiol* 1982; 52: 869- 73.
15. Branco FC, Vianna JM, Lima JRP. Frequência cardíaca na prescrição de treinamento de corredores de fundo. *R Bras Ci e Mov* 2004; 12(2): 75-9.
16. American College of Sports Medicine (ACSM). Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição. 6a . ed. Rio de Janeiro - RJ, Guanabara Koogan, 2003, p. 91-108.

17. Grazzi G, Mazzoni G, Casoni I, Iliari ., Collini G, Heide L, et al. Identification of a VO₂ deflection point coinciding with the heart rate deflection point and ventilatory threshold in cycling. *J Strength Cond Res* 2008; 22(4): 1116-23.
18. Barbosa MPCR, Silva NT, Azevedo FM, Pastre CM, Vanderlei LCM. Comparison of Polar RS800G3 heart rate monitor with Polar s810i and electrocardiogram to obtain the series of RR intervals and analysis of heart rate variability at rest. *Clin Physiol Funct Imaging* 2014.
19. Lee GS, Chen ML, Wang GY. Evoked response of heart rate variability using short-duration white noise. *Auton Neurosc* 2010; 155: 94.
20. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2009; 24(2): 205-17.
21. Tarvainen MP, Niskanen JA, Lipponen PO, Ranta-aho, Karjalainen PA. Kubios HRV – A software for advanced heart rate variability analysis. In: Sloten JV, Verdonck P, Nyssen M, Haueisen J, editors. 4th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering. Berlin: Springer; 2008; 1022-25.
22. Moreno IL, Pastre CM, Ferreira C, Abreu LC, Valenti VE, Vanderlei LCM. Effects of an isotonic beverage on autonomic regulation during and after exercise. *J Int Soc Sports Nutr* 2013; 10(2) :1-10.
23. Nakamura T, Tanida M, Niijima A, Hibino H, Shen J, Nagai K. Auditory stimulation affects renal sympathetic nerve activity and blood pressure in rats. *Neurosci Lett* 2007; 416(2): 107-12.

24. Nakamura T, Tanida M, Niijima A, Nagai K. Effect of auditory stimulation on parasympathetic nerve activity in urethane-anesthetized rats. *In Vivo* 2009; 23(3): 415-9.
25. Nakamura PM, Pereira G, Papini CB, Nakamura FY, Kokubun E. Effects of preferred and nonpreferred music on continuous cycling exercise performance. *Percept Mot Skills* 2010; 110: 257-64.
26. Terry PC, Karageorghis CI, Mecozzi SA, D'Auria S. Effects of synchronous music on treadmill running among elite triathletes. *J Sci Med Sport* 2012; 15: 52-7.
27. Yamashita S, Iwai K, Akimoto T, Sugawara J, Kono I. Effects of music during exercise on RPE, heart rate and the autonomic nervous system. *J Sports Med Phys Fitness* 2006; 46(3): 425.
28. Urakawa K, Yokoyama K. Music can enhance exercise-induced sympathetic dominance assessed by heart rate variability. *Thoku J Exp Med* 2005; 206: 213-8.
29. Yamasaki A, Booker A, Kapur V, Tilt A, Niess H, Lillemo KD, et al. The impact of music on metabolism. *Nutrition* 2012; 28: 1075-80.
30. Valenti VE, Guida HL, Frizzo ACF, Cardoso ACV, Vanderlei LCM, Abreu LC. Auditory stimulation and cardiac autonomic regulation. *Clinics* 2012; 67(8): 955-8.
31. Yanagihashi R, Ohira M, Kimura T, Fujiwara T. Physiological and psychological assessment of sound. *Int J Biometeorol* 1997; 40: 157-61.

ANEXOS

Anexo 1. Tabela

Tabela 1. Valores médios, seguidos pelos seus respectivos desvios-padrão, valores mínimo e máximo das variáveis antropométricas da população do estudo (n = 35).

Variáveis	Média ± DP	Mínimo/Máximo
Idade (anos)	21,74 ± 2,59	[18 – 29]
Peso (Kg)	76,08 ± 10,16	[57 – 97]
Altura (m)	1,76 ± 0,08	[1,60 – 1,88]
IMC (Kg/m ²)	24,55 ± 2,55	[19,33 – 28,82]

Legenda: IMC = índice de massa corpórea; kg = quilograma; m = metro.

Anexo 2. Figuras

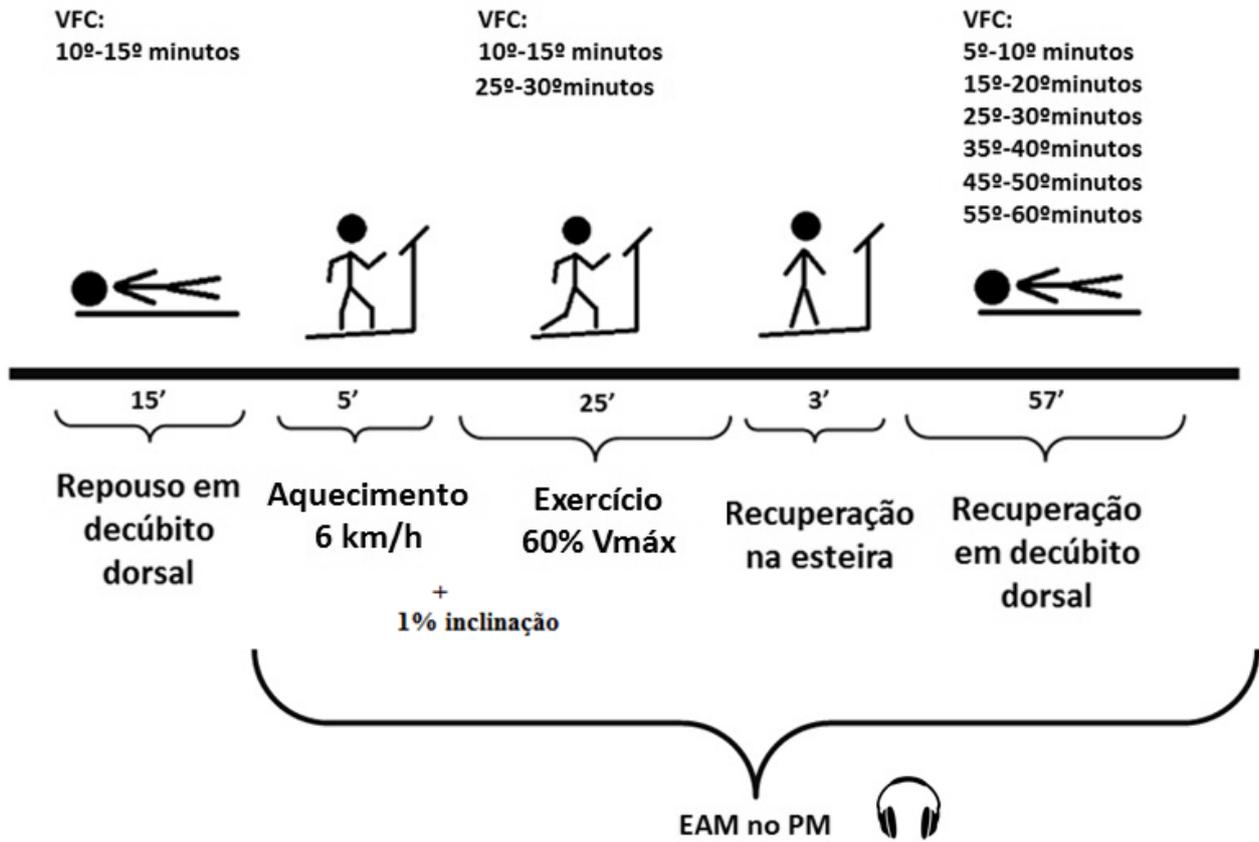


Figura 1. Ilustração do procedimento experimental. Legenda: VFC= Variabilidade da frequência cardíaca; V_{máx}= velocidade máxima; EAM= estímulo auditivo musical; PM= protocolo música.

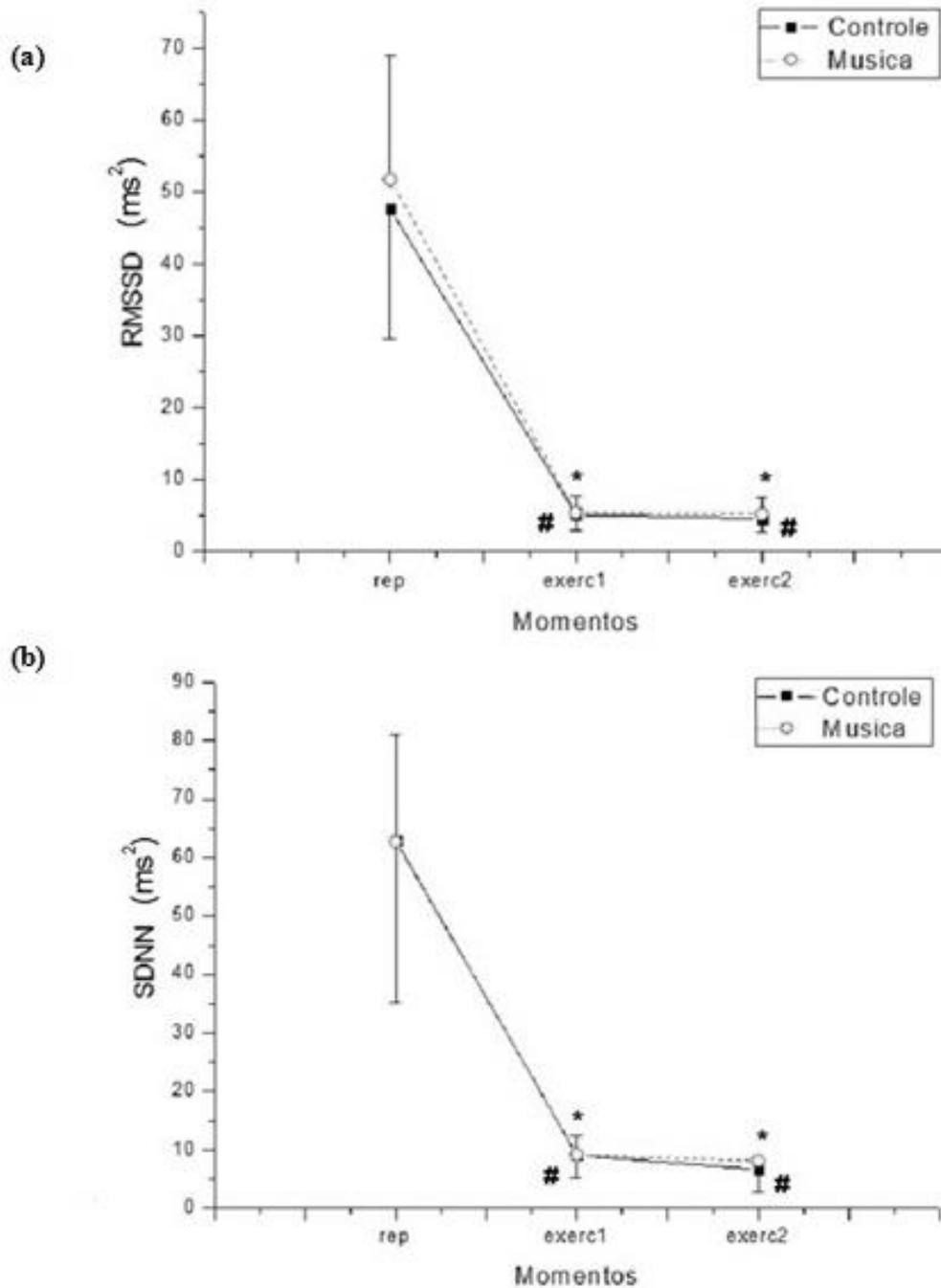


Figura 2. Valores médios \pm desvios padrão dos índices RMSSD (a) e SDNN (b) durante exercício, obtidos dos protocolos controle e música. *Valores do protocolo controle com diferença significativa em relação ao repouso; #Valores do protocolo música com diferença significativa em relação ao repouso (Teste de Friedman seguido do teste de Dunn $p < 0,05$).

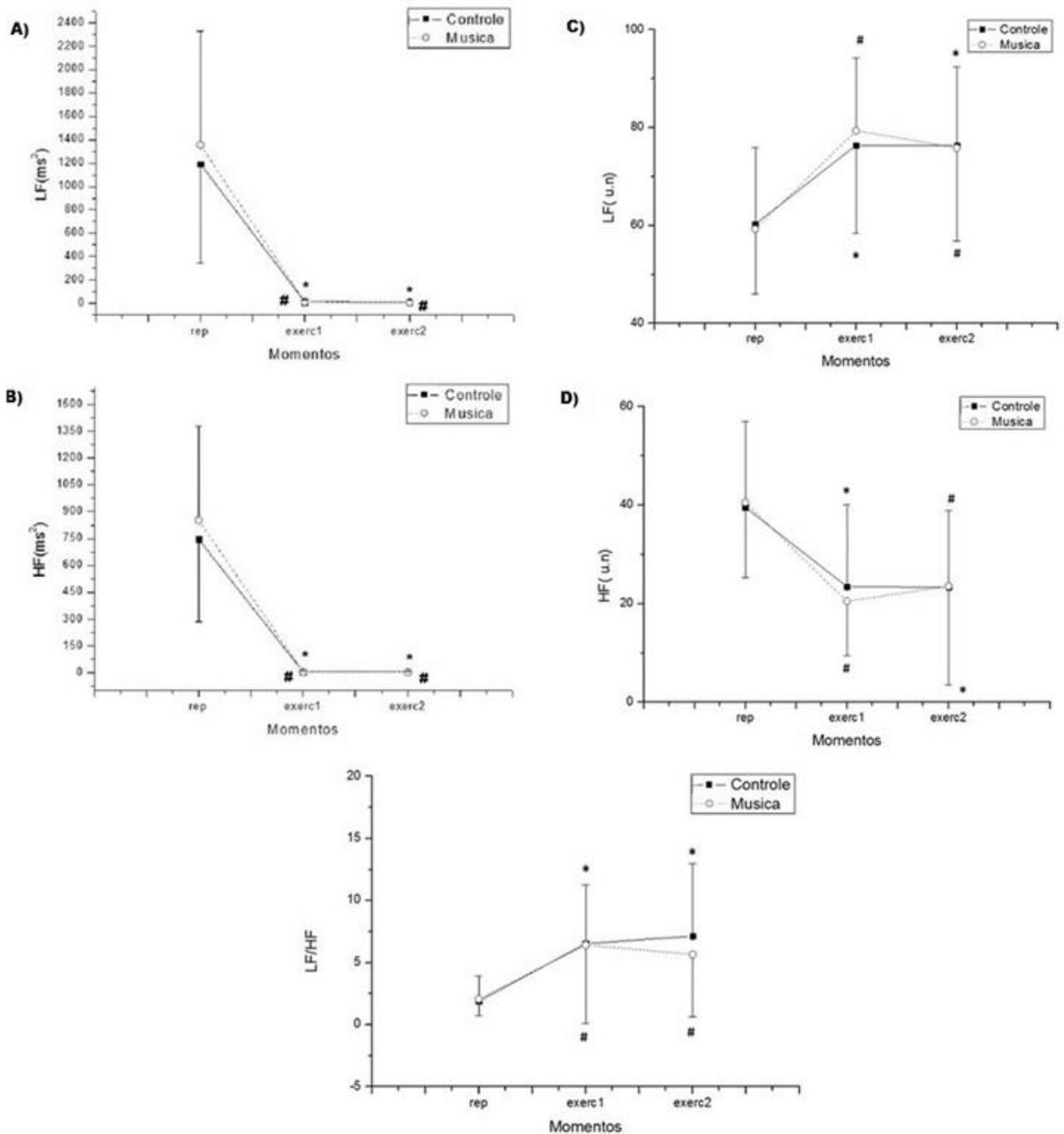


Figura 3. Valores médios \pm desvios padrão dos índices LF (ms^2) (A), HF (ms^2) (B), LF (u.n) (C), HF (u.n) (D) e LF/HF (E) durante exercício, obtidos dos protocolos controle e música. *Valores do protocolo controle com diferença significativa em relação ao repouso; #Valores do protocolo música com diferença significativa em relação ao repouso (Teste de Friedman seguido do teste de Dunn $p < 0,05$).

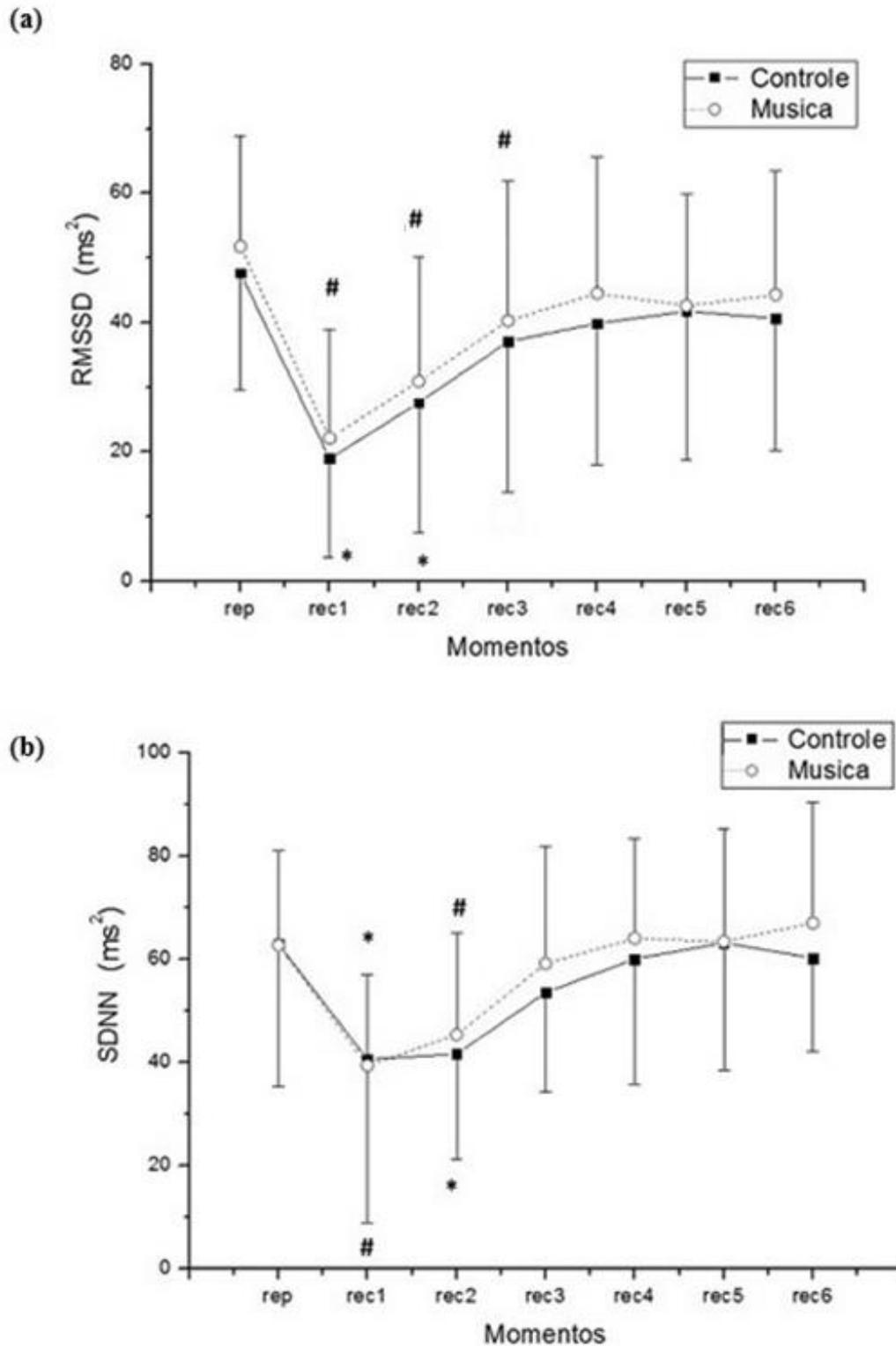


Figura 4. Valores médios \pm desvios padrão dos índices RMSSD (a) e SDNN (b) durante a recuperação, obtidos dos protocolos controle e música. *Valores do protocolo controle com diferença significativa em relação ao repouso; #Valores do protocolo música com diferença significativa em relação ao repouso (Teste de Friedman seguido do teste de Dunn $p < 0,05$).

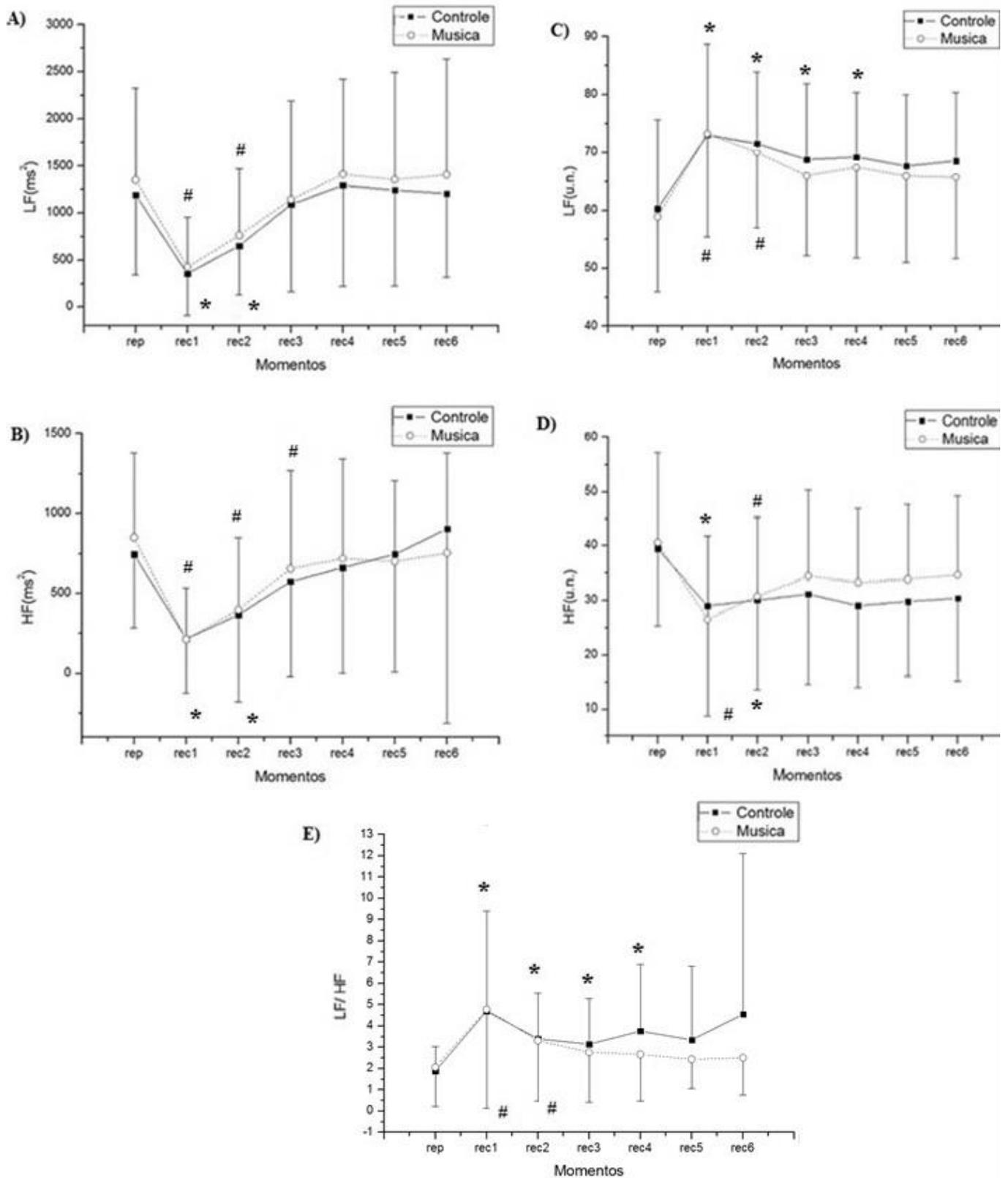


Figura 5. Valores médios \pm desvios padrão dos índices LF (ms²) (A), HF (ms²) (B), LF (u.n.) (C), HF (u.n.) (D) e LF/HF (E) durante a recuperação, obtidos dos protocolos controle e música. *Valores do protocolo controle com diferença significativa em relação ao repouso; #Valores do protocolo música com diferença significativa em relação ao repouso (Teste de Friedman seguido do teste de Dunn $p < 0,05$).

Conclusões

Conclui-se, a partir dos achados que:

- I. O EAM por meio da música clássica foi capaz de promover aumento na velocidade de recuperação da FC e PAS, sugerindo que ele pode ser utilizado como forma de auxílio na recuperação durante exercício físico aeróbio cotidiano em indivíduos saudáveis.
- II. O EAM não foi capaz de influenciar os índices da VFC durante o exercício e, em seu período de recuperação, também não foi capaz de acelerar a recuperação da modulação autonômica. Possivelmente não sendo o mecanismo que atua na diminuição dos parâmetros cardiovasculares.

Referências

1. Bernardi L, Porta C, Casucci G, Balsamo R, Bernardi NF, Fogari R, Sleight P. Dynamic interactions between musical, cardiovascular, and cerebral rhythms in humans. *Circulation* 2009; 7: 3171-80.
2. Fancourt D, Ockelford A, Belai A. The psychoneuroimmunological effects of music: a systematic review and a new model. *Brain Behav Immun* 2014; 36: 15-26.
3. Bernardi L, Porta C, Sleight P. Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different type of music in musicians and non-musicians: the importance of silence. *Heart* 2006; 92: 445-52.
4. Nobre DV, Leite HR, Orsini M, Corrêa CL. Respostas fisiológicas ao estímulo musical: revisão de literatura. *Rev Neurocienc* 2012; 20(4): 625-33
5. Ferreira LL, Vanderlei LCM, Abreu LC, Valenti VE. Neurophysiological aspects of musical auditory stimulation on the cardiovascular system. *ABCS Health Sci* 2013; 38: 172-7.
6. Guzik P, Piskorski J, Contreras P, Migliaro ER. Asymmetrical Properties of heart rate variability in type 1 Diabetes. *Clin Auton Res* 2010; 20: 255-7.
7. Javorka M, Trunkvalterova Z, Tonhajzerova I, Javorkova J, Javorka K, Baumert M. Recurrences in heart rate dynamics are changed in patients with diabetes mellitus. *Clin Physiol Funct Imaging* 2008; 28: 326-31.
8. Howorka K, Pumpřla J, Haber P, Koller-Strametz J, Mondrzyk J, Schabmann A. Effects of physical training on heart rater variability in diabetics patients with various degree of cardiovascular autonomic neuropathy. *Cardiovasc Res* 2010; 34: 206-14

9. Carvalho TC, Pastre MC, Rossi RC, Abreu LC, Valenti EV, Vanderlei LCM. Geometric index of heart rate variability in chronic obstructive pulmonary disease. *Rev Port Pneumol* 2011; 17 (Suppl 6): 260-5.
10. Kardelen F, Akcurin G, Ertug H, Akcurin S, Bircan I. Heart rate variability and circadian variations in type 1 diabetes mellitus. *Pediatric Diabetes* 2006; 7: 45-50.
11. Amaral JAT, Nogueira ML, Roque AL, Guida HL, Abreu LC, Raiumundo RD et al. Cardiac autonomic regulation during exposure to auditory stimulation with classical baroque and excitatory music during different intensities. *Arq Kardiyol Dern Arq* 2014; 42: 139-46.
12. Castro B, Guida HL, Roque AL, Abreu LC, Ferreira C. Marcomini RS, et.al. Auditory stimulation with music influences the geometric indices of heart rate variability in response to the postural change maneuver. *Noise & Health* 2014; 16: 57-62.
13. Barbosa JC, Guida HL, Fontes AMGG, Antonio AM, de Abreu LC, Barnabe V, et.al. Cardiac autonomic responses induced by mental tasks and the influence of musical auditory stimulation. *Complement Ther Clin Pract* 2014; 21: 135-40
14. Silva SAF, Guida HL, Antonio AM, Ferreira IL, Vanderlei LCM, Abreu LC et.al. Auditory stimulation with music influences the geometric indices of heart rate variability in men. *Int Arch Med* 2014; 7: 27.
15. Roque A, Guida HL, Campos MF, Ferreira LL, Knap A, Abreu LC, et.al. The effects of auditory stimulation with music on heart rate variability in healthy women. *Clinics* 2013; 68: 960-7.

16. Chuang CY, Han WR, Li PC, Young ST. Effects of music therapy on subjective sensations and heart rate variability in treated cancer survivors: a pilot study. *Complement Ther Med* 2010; 18(5): 224-6
17. Terry PC, Karageorghis CI, Mecozzi SA, D'Auria S. Effects of synchronous music on treadmill running among elite triathletes. *J Sci Med Sport* 2012; 15: 52-7.
18. Karageorghis CI, Hutchinson JC, Jones L, Farmer HL, Ayhan MS, Wilson RC, et.al. Psychological, psychophysical, and ergogenic effects of music in swimming. *Psychol Sport Exerc* 2013; 14(4): 560-8
19. Karageorghis CI, Priest DL. Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part II). *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2012; 5(1): 67–84.
20. Hagen J, Foster C, Rodríguez-Marroyo J, de Koning JJ, Mikat RP, Hendrix CR, Porcari JP. The effect of music on 10-km cycle time-trial performance. *Int J Sports Physiol Perform* 2013; 8(1): 104-6.
21. Jarraya M, Chtourou H, Aloui A, Hammouda O, Chamari K, Chaouachi A, et.al. Effects of Music on High-intensity Short-term Exercise in Well Trained Athletes. *Asian J Sports Med* 2012; 3(4): 233-8.
22. Tenenbaum G, Lidor R, Lavyan N, Morrow KTS, Gershgoren A, Meis J, et.al. The effect of music type on running perseverance and coping with effort sensations. *Psychol Sport Exerc* 2004; 5: 89-109.
23. Tan F, Tengah A, Nee LY, Fredericks S. A study of the effect of relaxing music on heart rate recovery after exercise among healthy students. *Complement Ther Clin Pract* 2014; 8(2): 114-7.

24. Yamashita S, Iwai K, Akimoto T, Sugawara J, Kono I. Effects of music during exercise on RPE, heart rate and the autonomic nervous system. *J Sports Med Phys Fitness* 2006; 46(3): 425-30.
25. Guyton AC e Hall JE. *Tratado de Fisiologia Médica*, 12ª Edição. Editora Elsevier, 2011
26. Kokkinos P, Myers J. Exercise and physical activity: clinical outcomes and applications. *Circulation* 2010; 122: 1637–48.
27. American College of Sports Medicine. *Guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins. 2014
28. Brito FS, Vilas-Boas F, Castro I, Oliveira JA, Guimarães JI, Stein R et al . II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico. *Arq. Bras. CardioL* 2002; 78(Suppl 2): 1-17.

Anexos

Normas das revistas:**Instruções para autores são encontradas nos seguintes sites:**

- JOURNAL OF STRENGTH & CONDITIONING RESEARCH

<http://edmgr.ovid.com/jscr/accounts/ifaauth.htm>

- NOISE & HEALTH

<http://www.noiseandhealth.org/contributors.asp>