



# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Original

## Efeitos psicofisiológicos da música motivacional durante corrida de 5 km: Um estudo piloto.



V. Barreto-Silva<sup>a</sup>, M. Bigliassi<sup>b</sup>, L.R. Altimari<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Centro de Educação Física e Esporte - Universidade Estadual de Londrina, Brazil.

<sup>b</sup> Department of Life Sciences - Brunel University London, UK.

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO: Recebido a 16 de junho de 2014, Aceite a 19 de maio de 2016, On-line a 28 de dezembro de 2018

### RESUMO

**Objetivo:** Investigar os efeitos da música motivacional durante 5km de corrida.

**Método:** Treze corredores amadores foram submetidos a duas condições experimentais aleatórias durante 5 km de corrida. Análises de espectroscopia funcional de infravermelho foram usadas previamente em uma tentativa de investigar as características motivacionais da música e sua ativação no córtex pré-frontal. Durante o exercício proposto, avaliações psicofisiológicas (desempenho; percepção subjetiva de esforço e frequência cardíaca) foram usadas durante cada uma das 12.5 voltas (400 metros).

**Resultados:** As músicas escolhidas foram capazes de ativar a área do córtex pré-frontal (diferenças positivas superiores a 0.5ua.µM). A música motivacional aumentou parâmetros relacionados com o desempenho (Condição controle - 27.02±0.35min vs Música motivacional - 25.31±0.31min; melhorou em 6.33%). Maior tamanho do efeito foi identificado durante as primeiras voltas (Cohen's d) (0.99 - 1ª volta; 0.62 - 2ª volta; 0.55 - 3ª volta; 0.61 - 4ª volta). A frequência cardíaca foi superior para a condição música motivacional, considerada uma resposta advinda ao maior trabalho físico realizado.

**Conclusão:** A música foi capaz de ativar a região do córtex pré-frontal e alterar parâmetros psicofisiológicos e de desempenho.

**Palavras Chaves:** Atividade Motora; Música; Cérebro.

## Efectos psicofisiológicos de la música motivacional durante la carrera de 5 kilómetros: Estudio piloto.

### RESUMEN

**Objetivo:** Investigar los efectos psicofisiológicos de la música motivacional durante 5km de carrera.

**Métodos:** Trece corredores aficionados fueron sometidos a dos condiciones experimentales aleatorias durante 5km de carrera. Análisis de espectroscopia funcional de infrarrojos fueron utilizados previamente para investigar las cualidades motivacionales de la música y su activación en el córtex prefrontal. Durante el ejercicio propuesto, los cambios psicofisiológicos (rendimiento; percepción subjetiva de esfuerzo y frecuencia cardíaca) fueron usados durante cada una de las 12.5 vueltas (400 metros).

**Resultados:** Las canciones escogidas fueron capaces de activar el área del córtex prefrontal (diferencias positivas superiores a 0.5 ua.µM). La música motivacional aumentó los parámetros relacionados con el rendimiento (Control - 27.02±0.35min vs Música motivacional - 25.31±0.31min; mejoró en 6.33%). El mayor tamaño del efecto fue identificado durante las primeras vueltas (Cohen's d) (0.99 - 1ª vuelta; 0.62 - 2ª vuelta; 0.55 - 3ª vuelta; 0.61 - 4ª vuelta). La frecuencia cardíaca fue superior para la condición música motivacional, considerada una respuesta derivada del mayor trabajo físico realizado.

**Conclusión:** La música fue capaz de activar el área del córtex prefrontal y alterar parámetros psicofisiológicos y de rendimiento.

**Palabras clave:** Actividad motora; Música; Cerebro.

\* Autor para correspondência.

Correios eletrónicos: [altimari@uel.br](mailto:altimari@uel.br) (L.R. Altimari).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2016.05.001>

Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Psychophysiological effects of motivational music during the 5km run: A pilot study.

### ABSTRACT

**Objective:** To investigate the psychophysiological effects of motivational music on 5km run performance.

**Methods:** Thirteen amateur runners were subjected to two random experimental conditions during 5km run. Functional infrared spectroscopy analyses were used to investigate the motivational qualities of music and its activation in the prefrontal cortex. During the proposed exercise, psychophysiological changes (performance, subjective perception of effort and heart rate) were measured for each of the 12.5 laps (400 meters).

**Results:** The chosen songs were able to increase activation in the prefrontal cortex area (over 0.5  $\mu\text{M}$  positive differences). Motivational music enhanced task performance to a greater degree than the no-music, control condition (Control -  $27.02 \pm 0.35\text{min}$  vs motivational music -  $25.31 \pm 0.31\text{min}$ ; improved in 6.33%). A larger effect size was identified during the first laps (Cohen's d) (0.99 - 1st lap; 0.62 - 2nd lap; 0.55 - 3rd lap; 0.61 - 4th lap). Heart rate was higher for motivational music condition, which was considered a derivative response of greater physical work done.

**Conclusion:** The music was able to activate the prefrontal cortex area and alter psychophysiological and performance parameters.

**Keywords:** Motor activity; Music; Brain

### Introdução

A música tem sido usada no esporte e no exercício físico em uma tentativa de melhorar o desempenho, diminuir a percepção de esforço ou alterar parâmetros fisiológicos<sup>1-4</sup>. Porém uma série de fatores devem indicar as recomendações corretas para o uso da música durante o exercício, como por exemplo, o momento de aplicação, a sincronização (assíncrono ou síncrono), o ritmo (músicas rápidas ou músicas lentas), a expressão (canções calmas ou canções de excitação) e o estilo (clássica, techno, auto-escolha, etc). Também é importante notar que cada um desses fatores apresenta um propósito e sua aplicação depende de um modelo elaborado e embasado no conhecimento da atividade subsequente<sup>5,6</sup>.

Esta estratégia psicológica tem sido constantemente aplicada em modelos de exercício cíclicos, nos quais permitem que seus efeitos sejam mais proeminentes<sup>7-9</sup>. Dentro dessa perspectiva, correr é um dos modelos de exercício físico mais praticados no mundo devido às suas próprias características (baixo custo e disponibilidade) e amplos benefícios aeróbicos<sup>10</sup>. O modelo de 5km de corrida é o primeiro objetivo de muitos corredores, e por vezes considerado uma vitória ao realizar tal tarefa em um tempo inferior a 30 minutos. Neste contexto, a música teoricamente poderia agir em paralelo ao sistema de dissociação ou aumentando a motivação (aumentando catecolaminas cerebrais), e causando alterações psicofisiológicas e/ou de desempenho como resultado final<sup>11</sup>.

A hipótese do processamento paralelo afirma que o processamento de informações de fontes internas ou externas, independentemente do exercício ou a falta dele, ocorre em paralelo. Isto significa que, basicamente, uma série de estímulos são recebidos, e processados pelo córtex cerebral de maneira pré-consciente, a fim de aumentar o foco de interpretação ao sinal considerado mais importante naquele momento<sup>12</sup>. Além disso, a hipótese motivacional indica uma mudança na excitação do sistema nervoso central ocorrendo particularmente durante a exposição musical, uma vez que a memória pode associar essa canção ou ritmo particular com uma situação anterior específica, promovendo sensações de relaxamento, raiva, saudade, felicidade, entre outros, que, no caso de exercício pode levar a mudanças no desempenho.

Entretanto alguns temas ainda permanecem pouco explorados sobre o domínio musical, uma vez que grande parte dos mesmos baseiam-se em hipóteses comportamentais com baixo respaldo fisiológico e um número ainda menor testa o uso dessa estratégia em ambientes e situações com maior validade ecológica, tornando sua aplicabilidade bastante limitada. Desta forma algumas dúvidas acerca do tema ainda nos norteiam; quais seriam os reais efeitos da música sobre as variáveis de desempenho, perceptivas,

fisiológicas em 5km de corrida? Como a música seria capaz de alterar a ativação cerebral?

Assim, nosso objetivo foi explorar os efeitos da música motivacional sobre a atividade do córtex pré-frontal (PFC), assim como investigar a influência dessa técnica sobre variáveis psicofisiológicas e de desempenho em 5km de corrida. Nossa hipótese foi a de que a música com características motivacionais fosse capaz de ativar a região do PFC, devido a sua ampla conexão com o sistema límbico e sua própria ativação relativa à responsividade e controle emocional. Em relação à atividade proposta, nossa hipótese se baseia no processo paralelo da informação, que indica a maior atividade sensorial durante os momentos de menor intensidade do exercício, favorecendo maiores efeitos da música durante os momentos iniciais da corrida, atingindo moderado efeito ao longo da mesma, mas possibilitando alteração expressiva no resultado final.

### Método

#### Amostra

A amostra foi constituída de treze corredores amadores ( $26.31 \pm 3.11$  anos;  $75.22 \pm 5.51\text{kg}$ ;  $178.0 \pm 0.4\text{cm}$ ;  $4.98 \pm 1.76$  anos de prática;  $7.00 \pm 2.69$  horas de treinamento semana;  $5.87 \pm 1.43$  competições). O tamanho da amostra foi calculado baseado no tempo total como a principal variável de Terry et al.<sup>2</sup>, que apresenta tarefa e tipo de população semelhante, assumindo valor de significância: 0.05; poder estatístico: 0.80; razão = 1, com média de diferenças entre duas condições experimentais, e desvio padrão do protocolo experimental (GPower 3.1®).

Todos foram instruídos a abster-se de atividades vigorosas e ingestão de cafeína, substâncias alcoólicas e auxiliares ergogênicos 24 horas antes dos experimentos, manter seus hábitos alimentares e só realizar o teste em condições psicológicas normais (evitando interferências pessoais externas). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Institucional local. Todos leram e assinaram um documento de consentimento informado e aprovado pelo Conselho de Revisão Institucional da Universidade.

#### Delineamento experimental

Todos os indivíduos realizaram dois testes físicos individualmente (5km no menor tempo possível) na primeira linha de uma pista de atletismo oficial e vazia (12 voltas e meia). O tempo entre cada ensaio variou de 72 horas (três dias) a 168 horas (sete dias). Todos os testes foram realizados na mesma hora do dia ( $\pm 0.25$  horas) com o intuito de evitar variações circadianas.

Foram testadas duas condições experimentais (MM: músicas auto-selecionadas e motivacionais, aplicadas durante a prova; CO: condição de controle, sem intervenção).

Os indivíduos não sabiam sobre o protocolo experimental que fariam, e as condições experimentais foram randomizadas usando o seguinte método: Segunda criação com permutações aleatorizadas divididos em um bloco de treze sujeitos ([www.randomization.com](http://www.randomization.com)).

Cada sujeito foi entrevistado antes do experimento, informando medidas antropométricas e dados pessoais (idade, tempo de prática, o número de competições e volume de treinamento). Os procedimentos subsequentes foram explicados e foram familiarizados com a escala de esforço percebido (PSE 15 pontos). Foi solicitado que selecionassem dez músicas motivacionais e a única informação foi de indicar canções capazes de aumentar seu vigor e motivação para realizar um exercício físico de alta intensidade, sendo esse considerado um método de auto-seleção com extensa aplicação na literatura<sup>8,9</sup>.

Todos compareceram ao laboratório para realizar um teste de neuroimagem, envolvendo a exposição a uma música aleatória dentre as escolhidas previamente. Tal procedimento foi realizado em uma tentativa de demonstrar como a música motivacional auto-selecionada poderia invocar emoções e ativações cerebrais no córtex pré-frontal. Este resultado pode propor uma forma alternativa de assegurar que as canções escolhidas foram realmente capazes de causar a ativação cerebral, podendo também ser considerado um método validado para mostrar fisiologicamente as propriedades motivacionais da faixa<sup>10</sup>.

Um dispositivo fNIRS (Biopac Systems® - 16 sensores; 10 fotodetectores ; 4 emissores de luz, 2.5mm de distância entre optodo) foi usado para obter a ativação cerebral. Um técnico aplicou os sensores fNIRS em linha com posições FP1 - FP2 sobre o Sistema Internacional 10-20, projetado para gravação de dados a partir do córtex pré-frontal (PFC). O dispositivo foi posicionado na testa 0.5 centímetros acima da sobrancelha e todo o procedimento experimental foi feito em um quarto escuro evitando interferências de luzes externas.

A espectroscopia funcional de infravermelho próximo (fNIRS) mede as alterações hemodinâmicas no cérebro e foi desenvolvido de acordo com o Chance e Leigh, que se baseia na Lei de Beer-Lambert modificada. Cada fonte de luz contém dois diodos emissores de luz com comprimentos de onda de 730nm e 850nm, que representam o reflexo da hemoglobina desoxigenada (HHB) e hemoglobina oxigenada (O2Hb) respectivamente.

A variação de HHB e O2Hb é considerada uma resposta direta à função cerebral através da direção do fluxo de sangue, e esses eventos geralmente ocorrem quando são induzidos através de intervenções psicológicas, provocando alterações cerebrais (atividade) e desvio de sangue<sup>10,11</sup>.

Inicialmente os participantes permaneceram sentados em concentração até que os seus valores (O2Hb e HHB) mostrassem uma dispersão linear, e a linha de base fosse calculada por dez segundos. O procedimento utilizado para considerar a linha de base foi: ruídos brancos (frequência conhecida) como plano de fundo durante 30 segundos (20 segundos antes do cálculo da linha de base). O córtex pré-frontal foi selecionado devido a sua ativação cortical durante a interpretação de canções<sup>13</sup>.

Quando este procedimento (ruído) foi encerrado, os sujeitos ouviram a canção motivacional que foi tocada usando um dispositivo Ipod® e um fone de ouvido Onbongo®, mantendo o volume em 75 (±5) decibéis medidos diretamente na orelha com um decibelímetro (Icel® DL- 4020).

Posteriormente ao teste laboratorial os participantes realizaram duas condições experimentais em ordem aleatorizada. No momento em que chegavam à pista o monitor de frequência cardíaca era colocado, além disso, eles poderiam fazer uso de protetor solar (Sundown®) e repelente (Repelex®), além de realizar suas necessidades fisiológicas (banheiro, água) antes de realizar as etapas subsequentes. Após isso, o período de

aquecimento se iniciava, sendo formado por dois minutos de caminhada em ritmo auto-selecionado, mais seis minutos de corrida a 130bpm - Frequência Cardíaca (permitindo ±5bpm de variação), mais dois minutos de corrida a 150bpm - Frequência Cardíaca (permitindo ±5bpm de variação) (adaptado de Škof & Strojnik)<sup>14</sup> em um espaço sintético específico para aquecimento (raio: ±10 metros) no meio da pista.

Após o aquecimento, os participantes tiveram um minuto para iniciar o protocolo de corrida, onde tiveram que correr 5km o mais rápido possível, e em todas as voltas (400 metros) + 200 metros finais, tiveram de informar a sua frequência cardíaca e responder o PSE (15 pontos), respondendo à seguinte pergunta: "Quão difícil é a tarefa, neste momento?". Durante todos os testes, os valores muito, muito leve (7) e muito, muito difícil (19) foram utilizados como pontos de ancoragem. O tempo de cada volta + 200 metros finais foi gravado com um cronômetro digital (IPod®) pelo mesmo avaliador. Nesse momento, os mesmos equipamentos da sessão laboratorial foram usados.

Após 5km de corrida, os sujeitos tiveram que deitar-se imediatamente, e permanecer por um período de dez minutos.

Para o processamento dos dados uma janela de 0.5 segundos foi aplicada a cada variável dependente do fNIRS e os dados foram analisados por meio de um software desenvolvido em Excel 2010 (Microsoft Office®) para estratificar, contar e separar por voxels e região/lado do PFC (Medial: mPFC - voxels 7, 8, 9 e 10; Dorsolateral direito: RdIPFC - voxels 11, 12, 13, 14, 15 e 16; Dorsolateral esquerdo: LdIPFC - voxels 1, 2, 3, 4, 5 e 6), interpretando os valores para O2Hb e HHB. A diferença entre o teste de neuroimagem e de linha de base foi representado em  $\mu\text{M}$ . A diferença entre O2Hb e HHB foi calculado anteriormente (Diffbase) e em cada faixa musical (Difftest), e a diferença dessas diferenças (Diffest - Diffbase = ativação) foi considerada como ativação do PFC<sup>15</sup>, que representa o aumento de O2Hb, a diminuição de HHB, ou considerações mútuas.

#### Análise estatística

Para análise dos dados o tamanho do efeito (Cohen's d) foi aplicado para todas as análises na tentativa de quantificar as diferenças entre as condições experimentais. Essa estatística tem sido empregada por uma série de intervenções metodológicas e estatísticas<sup>16</sup>, uma vez que corresponde aos requisitos de intervenção psicológica no esporte como aplicado por Terry et al.<sup>3</sup>, identificando diferenças com base na magnitude da intervenção. O tamanho do efeito ainda corresponde a uma análise de comparação dos grupos e apresenta enorme adequação em estudos onde mínimas diferenças são capazes de causar grandes efeitos em termos práticos. O tamanho do efeito representa a diferença entre os grupos considerando o valor de 0.2 (pequeno), 0.5 (moderado) e 0.8 (grande) como limiares de classificação.

A variação da PSE ao longo da tarefa física foi considerada para o cálculo do Hazard Score, sendo esse um indicador de proteção homeostática e capacidade de alteração ao ritmo de corrida<sup>17</sup>. Essa técnica propõe um índice auxiliar para análises de teleantecipação e estratégia de ritmo. Para isso, a PSE momentânea é multiplicada pela fração restante do exercício proposto (e.g. PSE = 9; Exercício = 2 voltas completas em um total de 12.5; fração restante = 0.84; Hazard Score = 7.56 u.a.) gerando um indicador proposto para avaliação da estratégia de corrida.

#### Resultados

Foi identificado um claro aumento da ativação do PFC nas três regiões investigadas (RdIPFC; mPFC; LdIPFC) ocasionadas pela exposição de músicas motivacionais. A ativação das regiões dorsolaterais superou 0.3ua. $\mu\text{M}$  (RdIPFC: 0.31±0.18ua. $\mu\text{M}$ ; LdIPFC: 0.32±0.21ua. $\mu\text{M}$ ) de diferença. Enquanto a região medial indicou variação positiva maior que 0.2ua. $\mu\text{M}$  (mPFC: 0.22±0.17ua. $\mu\text{M}$ ). Os resultados indicaram aumentos expressivos

de oxihemoglobina considerado como ativação do PFC. O tamanho do efeito comparado ao momento basal indicou resultados superiores a 0.6 para todas as áreas (RdlPFC:  $d=0.84$ ; LdlPFC:  $d=0.85$ ; mPFC:  $d=0.60$ ), sendo mais proeminente para as regiões dorsolaterais.

A música foi capaz de melhorar o desempenho físico em uma tarefa de 5km durante todas as voltas, apresentando valores de moderado a alto tamanho do efeito durante todo o percurso e principalmente nas voltas iniciais, como demonstrado na figura 1.

Os resultados referentes ao Hazard Score também apresentados na figura 1, onde valores que variam entre as classificações de baixo a moderado tamanho do efeito são apresentados durante todo o percurso. Um padrão similar ao encontrado nos resultados de desempenho são também presentes nessa variável, demonstrando uma maior capacidade de alteração do ritmo de corrida durante os momentos iniciais do percurso. Apesar da magnitude das diferenças não ser expressiva, representam um efeito no estilo associativo/dissociativo dos participantes, mesmo em uma tarefa de alta intensidade e média duração.

Os valores de frequência cardíaca foram superiores durante todo o trajeto para a condição MM, apresentando em grande parte uma classificação de moderado tamanho do efeito ( $d=-0.5$ ). Isso representa uma resposta direta à variável de desempenho, uma vez que a condição MM presenciou maior estresse físico, refletido posteriormente por variações fisiológicas como demonstrado na figura 1.

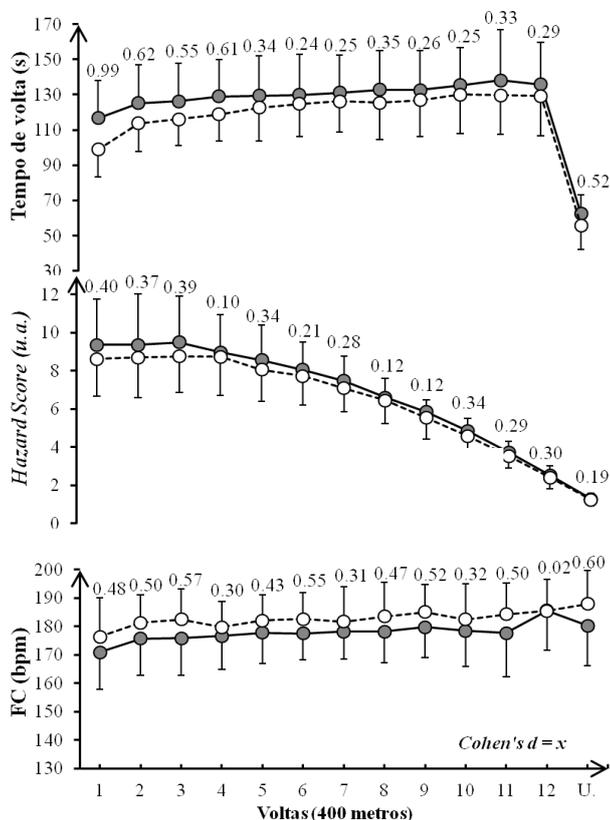


Figura 1. Tempo de volta, Hazard Score e frequência cardíaca comparados entre as duas condições experimentais durante 5 km de corrida. Os dados são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão e os valores presentes indicam o tamanho do efeito do auxiliar ergogênico por meio da estatística de Cohen's d. Nota. U: Última volta; s: Segundos; CO: Controle; MM: Música Motivacional.

## Discussão

A música mostrou-se capaz de ativar o PFC (áreas medial e dorsolateral esquerda/direita), melhorando a velocidade de corrida, em uma situação ecológica e com importante aplicação no ambiente prático (5km de corrida – espaço aberto e canções auto-selecionadas).

Inicialmente, a música demonstrou uma ativação interessante sobre as três áreas estudadas do PFC (mPFC, RdlPFC e LdlPFC).

Essa região tem sido amplamente estudada devido a sua grande rede neural com áreas paralelas (amígdala, hipocampo, córtex cingulado e córtex parietal), o que representa um elo importante para análises de estímulo externo. Essas áreas indicam que as músicas escolhidas foram capazes de induzir uma resposta emocional e/ou relacionada à memória, também, o córtex cingulado e parietal são conhecidos por extenso monitoramento de desempenho e processamento sensorial, respectivamente<sup>18,19</sup>. Os resultados do presente estudo indicam um monitoramento importante ao que diz respeito ao uso de estratégias psicológicas no esporte e sua garantia sobre parâmetros fisiológicos e centrais.

Com relação às variações psicofisiológicas e de desempenho, estes resultados podem realizar um paralelo com outros estudos que envolvam exercícios de circuito aberto, e, provavelmente, essa diferença pode indicar um efeito psicológico mais importante da inserção musical em exercícios livres comparados com protocolos de contra-relógio, já que o ponto final para o exercício físico é capaz de criar um tipo de cálculo interior dentro de mentes treinadas (mecanismo de teleantecipação)<sup>20,21</sup>, diminuindo o foco de atenção e variando o estilo associativo/dissociativo dos sujeitos<sup>7</sup>.

O efeito causado pela música representa uma ferramenta muito importante para o controle de ativação dos participantes, porém, é importante destacar que o estímulo auditivo é compensando pelos sinais fisiológicos periféricos ao longo do exercício, pois esses demonstram maior nível de importância para o cérebro<sup>12</sup>. A variação da frequência cardíaca demonstra uma resposta direta ao estresse fisiológico superior causado pela condição MM, no entanto os indicadores de Hazard Score devem ser levados em consideração, uma vez que mesmo apresentando tamanho do efeito entre 0.2 e 0.5 (Figura 2), a condição MM manteve-se durante todo o percurso com resultados inferiores comparada a condição CO, o que indica um resultado intrigante, pois mesmo obtendo melhor desempenho, o aspecto perceptual manteve-se inferior. Esse resultado corrobora com uma série de estudos que apontam as variações positivas causadas pela música no sistema emocional, superando sinais fisiológicos periféricos<sup>22-24</sup>.

Uma série de limitações no presente estudo podem ter acontecido devido ao modelo de pesquisa (alta validade ecológica). A variação do clima representa um dos problemas mais importantes deste estudo, em segundo lugar, a música assíncrona pode induzir menores resultados do que síncrona, mas esta estratégia apresenta maior adaptação à vida real (corredores amadores usando música para correr).

Concluiu-se que a música foi capaz de ativar a área do PFC (medial e dorsolateral - esquerda e direita), melhorando o desempenho de corrida e diminuindo a PSE.

**Autoria** Todos os autores contribuíram intelectualmente no desenvolvimento do trabalho, assumiram a responsabilidade do conteúdo e, da mesma forma, concordam com a versão final do artigo. **Financiamento** Os autores agradecem a CAPES pelo apoio financeiro e pela bolsa outorgada. **Agradecimentos** . Os autores agradecem a CAPES pelo apoio financeiro e pela bolsa outorgada. **Conflito de interesses**. Os autores declaram não haver conflito de interesses. **Origem e revisão**. Não foi encomendado, a revisão foi externa e por pares. **Responsabilidades Éticas. Proteção de pessoas e animais**: Os autores declaram que os procedimentos seguidos estão de acordo com os padrões éticos da Associação Médica Mundial e da Declaração de Helsinque. **Confidencialidade**: Os autores declaram que seguiram os protocolos estabelecidos por seus respectivos centros para acessar os dados das histórias clínicas, a fim de realizar este tipo de publicação, a fim de realizar uma investigação / divulgação para a comunidade. **Privacidade**: Os autores declaram que nenhum dado do paciente aparece neste artigo

## Referências

- Lim HB, Atkinson G, Karageorghis CI, Eubank MR. Effects of differentiated music on cycling time trial. *Int J Sports Med*. 2009;30(6):435–42.
- Terry PC, Karageorghis CI, Saha AM, D'Auria S. Effects of synchronous music on treadmill running among elite triathletes. *J Sci Med Sport*. 2011;15(1):52–7.
- Bigliassi M, Dantas JL, Carneiro JG, Smirmaul BPC, Altimari LR. Influence of music and its moments of application on performance and

- psychophysiological parameters during a 5km time trial. *Rev Andal Med Deport.* 2012;5(3):83-90.
4. Yamamoto T, Ohkuwa T, Itoh H, Kitoh M, Terasawa J, Tsuda T, et al. Effects of pre-exercise listening to slow and fast rhythm music on supramaximal cycle performance and selected metabolic variables. *Arch Physiol Biochem.* 2003;111(3):211-4.
  5. Tenenbaum G, Lidor R, Lavyan N, Morrow K, Tonnel S, Gershgoren A, et al. The effect of music type on running perseverance and coping with effort sensations. *Psychol Sport Exerc.* 2004;5(2):89-109.
  6. Kemi O, Wisløff U. High-intensity aerobic exercise training improves the heart in health and disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2010;30(1):2-11.
  7. Hutchinson JC, Karageorghis CI. Moderating influence of dominant attentional style and exercise intensity on responses to asynchronous music. *J Sport Exerc Psychol.* 2013;35(6):625-43.
  8. Biagini M, Brown LE, Coburn JW, Judelson DA, Statler TA, Bottaro M, et al. Effects of self-selected music on strength, explosiveness, and mood. *J Strength Cond Res.* 2012;26(7):1934-8.
  9. Crust L. Carry-over effects of music in an isometric muscular endurance task. *Percept Mot Skills.* 2004;98(3 Pt 1):985-91.
  10. León-Carrión J, León-Domínguez U. Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS): Principles and Neuroscientific Applications. In: Bright P, editor. *Neuroimaging-Methods.* Rijeka: Intech; 2012. p. 47-74.
  11. León-Carrión J, Damas J, Izzetoglu K, Pourrezai K, Martín-Rodríguez JF, Barroso y Martín JM, et al. Differential time course and intensity of PFC activation for men and women in response to emotional stimuli: a functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study. *Neurosci Lett.* 2006;403(1-2):90-5.
  12. Rejeski W. Perceived exertion: an active or passive process? *J Sport Psychol.* 1985;7(4):371-8.
  13. Moghimi S, Kushki A, Guerguerian A, Chau T. Characterizing emotional response to music in the prefrontal cortex using near infrared spectroscopy. *Neurosci Lett.* 2012;525(1):7-11.
  14. Skof B, Strojnik V. The effect of two warm-up protocols on some biomechanical parameters of the neuromuscular system of middle distance runners. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2):394-9.
  15. León-Carrión J, Martín-Rodríguez J, Damas-López J, Pourrezai K, Izzetoglu K, Barroso y Martín JM, et al. A lasting post-stimulus activation on dorsolateral prefrontal cortex is produced when processing valence and arousal in visual affective stimuli. *Neurosci Lett.* 2007;422(3):147-52.
  16. Cohen J. The earth is round ( $p < .05$ ). *Am Psychol.* 1994;49(12):997-1003.
  17. de Koning JJ, Foster C, Bakkum A, Kloppenburg S, Thiel C, Joseph T, et al. Regulation of pacing strategy during athletic competition. *PLoS One.* 2011;6(1):158-63.
  18. Wood J, Grafman J. Human prefrontal cortex: processing and representational perspectives. *Nat Rev Neurosci.* 2003;4(2):139-47.
  19. Murray EA, O'Doherty JP, Schoenbaum G. What we know and do not know about the functions of the orbitofrontal cortex after 20 years of cross-species studies. *J Neurosci.* 2007;27(31):8166-9.
  20. Baden DA, Warwick-evans L, Lakomy J. Am I nearly there? The effect of anticipated running distance on perceived exertion and attentional focus. *J Sport Exerc Psychol.* 2004;26(2):215-31.
  21. Albertus Y, Tucker R, St Clair Gibson A, Lambert EV, Hampson DB, Noakes TD. Effect of distance feedback on pacing strategy and perceived exertion during cycling. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(3):461-8.
  22. Boutcher SH, Trenske M. The effects of sensory deprivation and music on perceived exertion and affect during exercise. *J Sport Exerc Psychol.* 1990;12(2):167-76.
  23. Yamasaki A, Booker A, Kapur V, Tilt A, Niess H, Lillemoe KD, et al. The impact of music on metabolism. *Nutrition.* 2012;28(11-12):1075-80.
  24. Crust L. Effects of familiar and unfamiliar asynchronous music on treadmill walking endurance. *Percept Mot Skills.* 2004;99(1):361-8.