

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte**

Arthur de Almeida Machado

**INFLUÊNCIA DA MÚSICA PREFERIDA NA AMPLITUDE DE MOVIMENTO DOS  
MEMBROS INFERIORES E TRONCO DURANTE UMA CORRIDA EM ESTEIRA:**  
**Uma análise cinemática tridimensional**

Belo Horizonte

2024

Arthur de Almeida Machado

**INFLUÊNCIA DA MÚSICA PREFERIDA NA AMPLITUDE DE MOVIMENTO DOS  
MEMBROS INFERIORES E TRONCO DURANTE UMA CORRIDA EM ESTEIRA:  
Uma análise cinemática tridimensional**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Amanda Piaia Silvatti.

Belo Horizonte

2024

M149i Machado, Arthur de Almeida  
2024 Influência da música preferida na amplitude de movimento dos membros inferiores e tronco durante uma corrida em esteira: uma análise cinemática tridimensional. [manuscrito] / Amanda Piaia Silvatti – 2024.  
53 f.: il.

Orientadora: Amanda Piaia Silvatti

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 47-52

1. Música – Teses. 2. Corridas – Teses. 3. Cinemática – Teses. I. Silvatti, Amanda Piaia. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796.422.015.13

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Antônio Afonso Pereira Júnior, CRB 6: nº 2637, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**  
**ARTHUR DE ALMEIDA MACHADO**

Às 9:00 horas do dia 21 de março de 2024, a comissão examinadora, indicada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte, reuniu-se por videoconferência, para julgar, em exame final, a dissertação intitulada "**Influência da música preferida na amplitude de movimento dos membros inferiores e tronco durante uma corrida em esteira: Uma análise cinemática tridimensional**". Abrindo a sessão, a presidente da comissão, Profa. Dra. Amanda Piaia Silvatti (UFV), orientadora, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares de Defesa do Trabalho Final, passou a palavra para o candidato, que realizou a apresentação da sua dissertação. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado.

Profa. Dra. Amanda Piaia Silvatti (UFV - orientadora)

Prof. Dr. André Gustavo Pereira de Andrade (UFMG)

Prof. Dr. Felipe Arruda Moura (UEL)

Após as indicações, o candidato foi considerado **APROVADO**.

Nada mais havendo a tratar, eu, Profa. Dra. Amanda Piaia Silvatti, presidente da comissão examinadora, dei por encerrada a reunião, da qual, para constar, lavrei a presente Ata, que, lida e aprovada, vai por todos assinada eletronicamente.

**Belo Horizonte, 21 de março de 2024.**

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Felipe Arruda Moura, Usuário Externo**, em 19/06/2024, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andre Gustavo Pereira de Andrade, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 19/06/2024, às 12:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Amanda Piaia Silvatti**, **Usuária Externa**, em 19/06/2024, às 18:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3311746** e o código CRC **4F65A4BF**.

---

## RESUMO

Introdução: É bastante comum a incorporação do elemento musical durante a prática de exercícios físicos, incluindo a corrida. A literatura destaca o potencial deste recurso para otimizar o desempenho e reduzir a percepção de esforço. Sendo assim, é o possível que a música também seja capaz de atenuar os efeitos do desgaste físico sobre a variável cinemática angular durante a corrida. Objetivo: Este estudo realizou uma análise tridimensional de corredores em esteira e investigou os efeitos da música preferida, lenta e rápida, sobre as variáveis cinemáticas dos membros inferiores e tronco em seus graus de liberdade. Método: Dezesesseis voluntários, oito homens e oito mulheres, praticantes de corrida de rua, participaram da pesquisa de forma voluntária. Trinta marcadores foram fixados em pontos de referência do tronco e membros inferiores dos participantes. O protocolo consistiu em 30 minutos de corrida a 10km/h, para cada situação, sem música (SM), com músicas lentas (ML) e músicas rápidas (MR). Quinze câmeras optoeletrônicas (240Hz) posicionadas ao redor da esteira, rastream as coordenadas 3D dos marcadores através do *software* Motive®, possibilitando a modelagem dos segmentos do tronco e membros inferiores no *software* Visual3D®. Foram determinados os ciclos de passada, utilizados para análise do comprimento de passada, tempo de apoio e balanço, e amplitude de movimento (ADM) do tronco, quadril, joelho e tornozelo. Além disso, foram mensuradas a frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço (PSE) ao longo do protocolo. Os dados foram analisados a partir das médias de três blocos de 10 minutos do protocolo, início (Ini), meio (Mei) e fim (Fim). Os pressupostos de normalidade e esfericidade dos dados foram testados pelos testes de Shapiro-Wilk e Mauchly. Para verificar a influência da música durante a corrida foi utilizada uma ANOVA de duas vias com medidas repetidas, que testou a interação entre os fatores tempo (Ini, Mei e Fim) e música (SM, ML e MR), e os fatores de forma isolada. As comparações múltiplas foram analisadas pelo post-hoc de Bonferroni. Resultados: Os testes revelaram efeito significativo para o fator música apenas para a variável PSE, sendo maior para a condição sem música em comparação à corrida com músicas rápidas (SM=13,06; MR=12,21;  $p=0,05$ ). Por outro lado, o fator tempo apresentou efeito em algumas delas. A ADM do tronco no plano sagital foi maior ao final do protocolo em comparação ao início (Ini=12,92°; Fim=13,60°;  $p=0,006$ ). Corroborando com a literatura, o mesmo aconteceu para o joelho esquerdo (Ini=82,61°; Fim=83,91°;  $p=0,05$ ) e tornozelo direito (Ini=35,64°; Fim=36,45°;  $p=0,049$ ). No tornozelo esquerdo, a média no fim também foi maior comparado ao meio no plano sagital (Ini=36,74°; Mei=37,42°; Fim=37,95°;  $p<0,05$ ). A PSE também apresentou efeito significativo para o tempo, as médias foram maiores no final comparadas ao meio e início do protocolo (Ini=11,06; Mei=12,77; Fim=13,81;  $p<0,05$ ), o que já era esperado. Embora tenham se sentido mais desgastados ao final do protocolo, a média da PSE dos participantes sugere que eles perceberam a corrida como sendo de intensidade moderada. Conclusão: Não há evidências estatísticas suficientes para afirmar que a música preferida, seja ela ML ou MR, permitiu uma manutenção dos valores de ADM ao final do protocolo, tendo em vista que isso também ocorreu para a condição SM. As duas condições de músicas preferidas também não apresentaram valores superiores de comprimento de passada em comparação a SM. O tempo de apoio e balanço também foi o mesmo para as três condições ao final do protocolo. Por fim, a música preferida, ML e MR, não permitiu menores valores de FC ao final do protocolo de corrida moderada em relação a condição SM.

Enquanto a corrida SM apresentou maiores valores de PSE em comparação à corrida MR, mas não em comparação a ML. Também não houve diferença de PSE para as condições ML e MR. Faz-se necessária uma investigação destas repostas sob um protocolo de corrida exaustiva.

**Palavras-chave:** música; amplitude de movimento; corrida; cinemática; tridimensional.

## ABSTRACT

**Introduction:** Incorporating music into physical exercise routines, including running, is quite common. Literature highlights the potential of this resource to optimize performance and reduce the perception of effort. Therefore, it is possible that music may also mitigate the effects of physical fatigue on angular kinematic variables during running. **Objective:** This study conducted a three-dimensional analysis of treadmill runners and investigated the effects of preferred, slow, and fast music on the kinematic variables of the lower limbs and trunk in their degrees of freedom. **Method:** Sixteen volunteers, eight men and eight women, who practice street running participated voluntarily in the research. Thirty markers were attached to reference points on the participants' trunk and lower limbs. The protocol consisted of 30 minutes of running at 10 km/h under three conditions: without music (NM), with slow music (SM), and with fast music (FM). Fifteen optoelectronic cameras (240Hz) positioned around the treadmill tracked the 3D coordinates of the markers using Motive® software, allowing the modeling of trunk and lower limb segments in Visual3D® software. Stride cycles were determined for the analysis of stride length, support and swing time, and range of motion (ROM) of the trunk, hip, knee, and ankle. Additionally, heart rate and perceived exertion (RPE) were measured throughout the protocol. Data were analyzed based on the averages of three 10-minute blocks of the protocol: start (Start), middle (Middle), and end (End). Data normality and sphericity assumptions were tested using Shapiro-Wilk and Mauchly tests. A two-way repeated measures ANOVA tested the interaction between the factors of time (Start, Middle, and End) and music (NM, SM, and FM), and the factors in isolation. Multiple comparisons were analyzed using Bonferroni post-hoc tests. **Results:** The tests revealed a significant effect for the music factor only for the RPE variable, which was higher for the no music condition compared to running with fast music (NM=13.06; FM=12.21;  $p=0.05$ ). On the other hand, the time factor had an effect on some variables. The trunk ROM in the sagittal plane was greater at the end of the protocol compared to the start (Start=12.92°; End=13.60°;  $p=0.006$ ). Similarly, this was observed for the left knee (Start=82.61°; End=83.91°;  $p=0.05$ ) and the right ankle (Start=35.64°; End=36.45°;  $p=0.049$ ). For the left ankle, the mean at the end was also higher compared to the middle in the sagittal plane (Start=36.74°; Middle=37.42°; End=37.95°;  $p<0.05$ ). RPE also showed a significant effect over time, with means being higher at the end compared to the middle and start of the protocol (Start=11.06; Middle=12.77; End=13.81;  $p<0.05$ ), as expected. Although participants felt more fatigued at the end of the protocol, their mean RPE suggested they perceived the run as being of moderate intensity. **Conclusion:** There is insufficient statistical evidence to state that preferred music, whether slow or fast, allowed the maintenance of ROM values at the end of the protocol, as this also occurred for the NM condition. The two preferred music conditions did not show superior stride length values compared to NM. The support and swing time were also the same for the three conditions at the end of the protocol. Finally, preferred music, whether slow or fast, did not result in lower heart rate values at the end of the moderate running protocol compared to the NM condition. While NM showed higher RPE values compared to FM, it did not when compared to SM. There was also no difference in RPE between the SM and FM conditions. Further investigation is needed under an exhaustive running protocol.

**Keywords:** music; range of motion; running; kinematics; three-dimensional.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas de procedimento. ....	20
Figura 2. Protocolo de corrida. ....	21
Figura 3. Modelo de marcadores retrorrefletivos e marcação nos pontos anatômicos de referência. ....	22
Figura 4. Disposição das câmeras ao redor da esteira e captura de tela do <i>software</i> Motive com os marcadores rastreados. ....	23
Figura 5. Modelo criado no software Visual3D a partir das coordenadas 3D dos marcadores nos pontos anatômicos de referência. ....	23
Figura 6. Exemplo de curva de valor angular em relação ao ciclo de passada gerado no software Visual3D. ....	24
Figura 7. Definição de comprimento de passada (ciclo de passada), tempo de apoio (fase de contato) e balanço (fase de balanço). ....	25
Figura 8. Exemplo de comportamento da frequência cardíaca durante o primeiro bloco do protocolo, mensurada pelo frequencímetro M430 e disponível em <a href="http://flow.polar.com">flow.polar.com</a> . ....	26
Figura 9. Escala de Esforço Percebido de Borg 6-20 pontos. ....	26
Figura 10. Valores médios em graus de amplitude de movimento do tronco em flexão/extensão, inclinação lateral gerados pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo. ....	28
Figura 11. Valores médios em graus de amplitude de movimento do quadril, direito e esquerdo, flexão/extensão, gerado pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo. ....	29
Figura 12. Valores médios em graus de amplitude de movimento do quadril, direito e esquerdo, abdução/adução, gerado pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo. ....	29

Figura 13. Valores médios em graus de amplitude de movimento do quadril, direito e esquerdo, rotação interna/externa, gerado pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.....	30
Figura 14. Valores médios em graus de amplitude de movimento do joelho, direito e esquerdo, flexão/extensão, gerado pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo. ....	31
Figura 15. Valores médios em graus de amplitude de movimento do tornozelo, direito e esquerdo, em X gerado pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo. ....	33
Figura 16. Valores médios em graus de amplitude de movimento do tornozelo, direito e esquerdo, em Y gerado pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo. ....	33
Figura 17. Valores médios em graus de amplitude de movimento do tornozelo, direito e esquerdo, em Z gerado pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo. ....	34
Figura 18. Valores médios em metros de comprimento de passada, direita e esquerda, gerados no software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo. ....	35
Figura 19. Valores médios em segundos de tempo de apoio, direito e esquerdo, gerados pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo. ....	36
Figura 20. Valores médios em segundos de tempo de balanço, direito e esquerdo, gerados pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo. ....	37
Figura 21. Valores médios em bpm de frequência cardíaca gerado pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo. ....	38
Figura 22. Valores médios de percepção subjetiva de esforço gerado pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo. ....	40

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
2 OBJETIVOS .....	17
2.1 Objetivo Geral .....	17
2.2 Objetivos Específicos .....	17
3 HIPÓTESES .....	18
4 MATERIAL E MÉTODO .....	19
4.1 Cuidados Éticos .....	19
4.2 Participantes .....	19
4.3 Procedimentos .....	20
4.4 Protocolo de Marcação .....	22
4.5 Sistema de Câmeras .....	22
4.6 Variáveis Analisadas .....	24
4.7 Análise Estatística .....	26
5 RESULTADOS .....	27
5.1 Amplitude de Movimento .....	27
5.1.1 Tronco .....	27
5.1.2 Quadril .....	28
5.1.3 Joelho .....	30
5.1.4 Tornozelo .....	32
5.2 Comprimento de Passada .....	34

5.3 Tempo de Apoio e Balanço.....	36
5.4 Frequência Cardíaca.....	37
6 DISCUSSÃO .....	41
7 TRABALHOS FUTUROS .....	46
8 CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	48
ANEXO I.....	53
ANEXO II.....	55
ANEXO III.....	56

## 1 INTRODUÇÃO

Estudar e investigar métodos que podem potencializar o rendimento esportivo se faz necessário principalmente às modalidades amplamente praticadas pelo grande público. A corrida de rua cresce gradativamente juntamente com o número de provas e eventos relacionados à modalidade. Isso pode estar ligado diretamente à facilidade e ao baixo recurso financeiro investido para a prática (SALGADO, 2007; LÓPEZ, 2020). Segundo Thuany *et al.* (2021), além do crescimento do número de praticantes no Brasil, essa tendência linear positiva persiste também em diferentes faixas etárias em ambos os sexos. Esse aumento se dá também pela procura aos benefícios gerados pela prática de exercício físico, em especial a corrida, como prevenção da obesidade, hipertensão, diabetes, redução da mortalidade cardiovascular e por câncer, além do controle dos níveis de ansiedade, estresse e depressão (PEREIRA *et al.*, 2021; ARAÚJO *et al.*, 2022).

É bastante comum entre os indivíduos engajados em exercícios físicos a incorporação do elemento musical durante a execução de suas atividades e durante o treinamento, nos mais variados tipos de modalidades esportivas, incluindo ginástica, musculação, ciclismo, até mesmo na natação (EDWORTHY e WARING, 2006; WATERHOUSE, HUDSON e EDWARDS, 2010; TATE *et al.*, 2012; COVA *et al.*, 2016; OLIVEIRA e ALLOCCA, 2021). A associação da música ao exercício físico por um grande número de praticantes torna o tema de importância para investigação acerca de suas respostas, seus possíveis benefícios ou malefícios. Alguns pontos vêm sendo analisados pela literatura relacionando o exercício físico à música, como o ritmo, estilo musical e volume de reprodução (TERRY *et al.*, 2012; MADDIGAN, SULLIVAN e HALPERIN, 2019; CENTALA *et al.*, 2020; TERRY *et al.*, 2020; KARAGEORGHIS e PRIEST, 2012).

Segundo Terry e Karageorghis (2006), a música apresenta influência positiva no cenário esportivo e do exercício físico. Os autores destacam a relevância desse entendimento e enfatizam os benefícios proporcionados pela música, explicados pela capacidade de capturar a atenção, levantar o ânimo, gerar emoção, alterar e regular o humor, aumentar a produção de trabalho, reduzir as inibições e incentivar movimentos do corpo, além disso eles ressaltam a necessidade de se explorar de maneira mais precisa este assunto. A presença da música durante o exercício tem o

potencial de motivar a realização de tarefas, além de estender a duração do período dedicado à prática (MIRANDA e GODELI, 2003). Isso se deve ao fato de que a música tem a capacidade de dissipar as sensações de cansaço e fadiga no praticante, resultando na diminuição da percepção subjetiva de esforço (SOUZA e SILVA, 2010; CHATTERJEE, GHOSH e GHOSH, 2014). Carneiro *et al.* (2010), destacam que a música apresenta um grande papel de recurso ergogênico, potencializando o desempenho e reduzindo a sensação de cansaço, tornando o exercício mais agradável. Porém, para os autores, esse papel é mais expressivo em exercícios de intensidade submáxima se comparados aos de máxima intensidade. Em um estudo mais recente Maddigan *et al.* (2019), demonstraram que a música rápida (130bpm) contribui para durações mais prolongadas também durante os exercícios de alta intensidade.

Bigliassi *et al.* (2015), realizaram um estudo envolvendo corredores de 5km e chegaram à conclusão de que a música preferida, ou seja, de escolha do próprio praticante, ativou o córtex pré-frontal do cérebro, melhorando a performance, diminuindo a percepção de esforço e acelerando o processo de recuperação dos corredores. Outros estudos também destacam os benefícios da música preferida em relação à não preferida (NAKAMURA e DEUSTCH, 2008; KAROW *et al.*, 2020; BALLMANN *et al.*, 2020).

No contexto exclusivo da corrida, a literatura investiga o impacto da música em diversas variáveis do exercício, abrangendo aspectos psicológicos, fisiológicos e biomecânicos. De acordo com alguns autores, a música tem o potencial de reduzir a percepção subjetiva do esforço (KAWABATA e CHUA, 2021; CLARK, BAGHURST e REDUS, 2021; WU *et al.*, 2022), diminuir os níveis de lactato sanguíneo após o exercício (JEBABLI *et al.*, 2020), prolongar o tempo de prática até a fadiga, e até mesmo reduzir a frequência cardíaca durante o exercício (WU *et al.*, 2022). Entretanto, alguns autores relatam que a frequência cardíaca não apresenta alterações significativas quando os corredores estão sob condição com música (JEBABLI *et al.*, 2020; KAWABATA e CHUA, 2021; BRAKE *et al.*, 2023).

Para as variáveis biomecânicas, acredita-se que a música é capaz de aumentar a distância percorrida, velocidade média, comprimento de passo e cadência (JEBABLI *et al.*, 2020; VAN DYCK, BUHMANN e LORENZONI, 2021;

KAWABATA e CHUA, 2021; BRAKE *et al.*, 2023), embora Meinerz *et al.* (2023) acreditem não haver alteração da cadência dos corredores sob influência da música. Uma variável biomecânica cinética também foi investigada por Manca *et al.* (2020), que destacaram que ouvir música com volume de reprodução alto (85 dB) pode aumentar a força de reação do solo durante a corrida, o que pode ser um potencial de lesão para corredores do sexo masculino. Apesar de existirem algumas pesquisas sobre o impacto da música na corrida em diferentes âmbitos, há uma lacuna no estudo das variáveis cinemáticas angulares dos membros inferiores. Aspectos como a amplitude de movimento (ADM) não têm sido explorados, o que poderia proporcionar uma compreensão mais aprofundada dos mecanismos que tornam a música um recurso ergogênico durante a prática da corrida.

Os membros inferiores são os maiores responsáveis pelo movimento durante a corrida e devem ter uma atenção maior nos estudos voltados para essa prática (DEJONG, HATAMIYA e BARKLEY, 2022). Uma revisão de Kakouris, Yener e Fong (2021), teve como objetivo determinar a proporção de incidência e prevalência de lesões relacionadas à corrida, e relataram que a grande maioria destas lesões estão relacionadas aos músculos e articulações dos membros inferiores.

Um dos meios de mensurar de forma quantitativa os aspectos motores e padrão de movimento do indivíduo é a cinemetria. Este método possibilita por meio de câmeras de filmagem, medir parâmetros cinemáticos do movimento, como posição, velocidade, aceleração, orientação no espaço, e ainda variáveis angulares (AMADIO *et al.*, 1996; FUKUCHI, FUKUCHI e DUARTE, 2017; WANG *et al.*, 2022). Embora a análise de movimento em duas dimensões (2D) seja mais econômica devido à necessidade de apenas uma câmera de filmagem, a análise cinemática tridimensional (3D) é considerada o padrão-ouro para a avaliação do movimento humano. Essa abordagem possibilita uma análise mais abrangente e detalhada do movimento, levando em consideração todos os planos de movimento (BERNARDINA *et al.*, 2019; MÖHLER, FADILLIOGLU e STEIN, 2021; MARTINEZ *et al.*, 2022).

O desgaste físico durante a corrida pode alterar as variáveis cinemáticas dos membros inferiores, conseqüentemente prejudicar o rendimento dos praticantes e até mesmo causar lesões durante ou após o exercício (PEIMIN YU *et al.*, 2021).

Zandbergen *et al.* (2023), em uma revisão sistemática e meta-análise, encontraram que os corredores de maneira geral mudaram seu padrão de corrida devido ao desgaste físico, passando para um padrão mais suave, isso significa uma maior flexão de joelho no contato inicial e durante o balanço diminuindo a rigidez dos membros inferiores. Encarnación-Martínez *et al.* (2023), encontraram um aumento da força de impacto durante a corrida fadigada em decorrência da diminuição da ADM das articulações do joelho e tornozelo no plano sagital. Luo *et al.* (2019), encontraram que os corredores tendem a aumentar a ADM do quadril e joelho, e uma diminuição da rigidez vertical do tornozelo, como possível estratégia para manter as forças de impacto semelhantes durante a corrida fadigada. Muitos estudos investigam a cinemática angular da corrida no plano sagital e acabam por negligenciar os movimentos que acontecem nos outros eixos de movimento. Möhler, Fadillioglu e Stein (2021), em uma análise tridimensional, encontram que o quadril e o tronco tendem a aumentar a ADM nos planos frontal e transversal durante ao final de um protocolo de corrida, o que estaria relacionado a uma desestabilização do tronco.

Tendo em vista que a música tem o potencial de reduzir a percepção de esforço, aumentar a distância percorrida e ainda prolongar o tempo de prática durante a corrida (JEBABLI *et al.*, 2020; KAWABATA e CHUA, 2021; CLARK, BAGHURST e REDUS, 2021; WU *et al.*, 2022), espera-se que a música também seja capaz de influenciar a variável cinemática angular de ADM e mantenha os valores angulares constantes durante todo o protocolo de corrida. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise cinemática tridimensional de corredores em esteira e investigar os efeitos da música sobre as variáveis cinemáticas dos membros inferiores e tronco, em busca de esclarecer, ampliar e enriquecer a literatura que pesquisa a influência da música sobre um exercício que ganha cada vez mais espaço entre os praticantes, a corrida. Assim, treinadores e atletas poderão se basear na ciência e optar ou não pela utilização deste recurso ergogênico durante a prática.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a influência da música preferida, nos ritmos lento e rápido, nas variáveis cinemáticas dos membros inferiores e tronco ao longo de um protocolo de corrida moderada em esteira.

### **2.2 Objetivos Específicos**

2.2.1 Verificar a influência da música preferida (lenta e rápida) na amplitude de movimento, nas articulações do tronco, quadril, joelho e tornozelo, em seus respectivos graus de liberdade, ao longo de um protocolo de corrida moderada em esteira.

2.2.2 Verificar a influência da música preferida (lenta e rápida) no comprimento de passada, tempo de apoio e tempo de balanço, ao longo de um protocolo de corrida moderada em esteira.

2.2.3 Verificar a influência da música preferida (lenta e rápida) nas variáveis psicofisiológicas, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço, ao longo de um protocolo de corrida moderada em esteira.

### 3 HIPÓTESES

3.1 H<sub>1</sub>: Espera-se que as médias de amplitude de movimento não se alterem ao longo do protocolo de corrida nas condições ML e MR. Diferentemente da condição SM, onde se espera um aumento da ADM ao final do protocolo.

3.2 H<sub>1</sub>: Espera-se que as condições ML e MR apresentem médias superiores de comprimento de passada, e inferiores de tempo de apoio, comparadas à condição SM ao final do protocolo.

3.3 H<sub>1</sub>: Espera-se que as condições ML e MR apresentem médias inferiores de frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço comparadas à condição SM ao final do protocolo.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 Cuidados Éticos

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, atendendo aos requisitos estabelecidos pela resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Aprovado sob o CAAE 67464723.2.0000.5149. Todos os voluntários da pesquisa foram esclarecidos e informados acerca de todos os procedimentos realizados, objetivos, riscos e benefícios do estudo e, quando em concordância em relação à participação nos experimentos, foi preenchido e assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO I) por ambas as partes.

### 4.2 Participantes

De 24 participantes, apenas 16 (8 homens e 8 mulheres) participaram da amostragem final, em decorrência de desistência ao protocolo ou queda de marcadores refletivos durante a corrida. A idade média dos participantes foi de 27,13 ( $\pm 7,27$ ) anos, estatura média de 1,74 ( $\pm 0,11$ ) metros, massa corporal média de 66,81 ( $\pm 9,91$ ) quilogramas, tempo médio de prática em corrida de 2,27 ( $\pm 2,18$ ) anos. Estes voluntários foram selecionados, em sua grande maioria, de um projeto de extensão do Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa, o Projeto ATTAq – Ações de Treinamento para *TrailRunning* e Atletismo. Os monitores do projeto foram informados sobre o protocolo de corrida e convidaram alguns de seus alunos para participar de forma voluntária da pesquisa. Para caracterizar melhor a amostra, também foram questionados sobre o volume de treino (17,78  $\pm$  9,93 km/h) e se eles costumavam ouvir músicas durante os treinos. Dos 16 voluntários participantes, 11 afirmaram que sim, destes, apenas um afirmou preferir músicas lentas durante o treino.

Tabela 1. Caracterização da Amostra

	M	DP	Máx.	Mín.
Idade (anos)	27,13	7,27	43	20
Estatura (cm)	173,88	11,21	191	157
Massa Corporal (kg)	66,81	9,91	88	47
Tempo de Prática (anos)	2,27	2,18	7	0,08
Volume de Treino (km/semana)	17,78	9,93	45	6

Legenda: M = valor médio; DP = desvio padrão; Máx = maior valor; Mín = menor valor.

### 4.3 Procedimentos

A coleta de dados foi realizada no LAB – Laboratório de Análises Biomecânicas, localizado no Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa, onde os participantes tiveram de comparecer por 3 dias distintos num intervalo mínimo de 48hrs. Durante o primeiro dia de visita, os voluntários foram totalmente esclarecidos acerca dos procedimentos e objetivos do estudo, assinaram o termo de consentimento e preencheram um questionário de prontidão para prática de atividade física e outro de caracterização (ANEXO II e III). Ainda no primeiro dia, foi realizada uma coleta antropométrica de massa corporal (TEC-117, TechLine®) e estatura (ES2060, Sanny®) dos voluntários. Logo após, os indivíduos tiveram o corpo marcado em pontos anatômicos de referências, seguindo protocolo de marcação (Item 4.4), com marcadores retrorrefletivos fixados com fita dupla face hipoalergênica (Apamed®) no tronco e membros inferiores. Após a marcação, os voluntários de forma aleatória sortearam a condição em que correriam o primeiro dia, Sem Música (SM), com Músicas Lentas (ML) ou com Músicas Rápidas (MR).

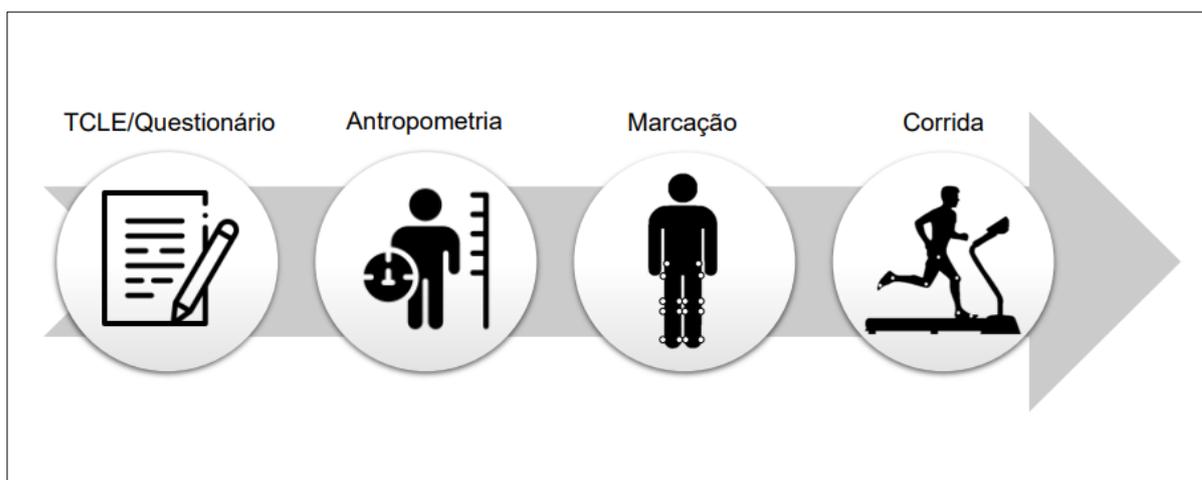


Figura 1. Etapas de procedimento.  
Fonte: elaboração própria.

Todos os voluntários antes do primeiro dia de visita ao laboratório foram orientados a criar duas *playlists* musicais contendo músicas de sua preferência, sendo uma para ML, com valores de batimentos por minuto iguais ou inferiores a 90bpm, e uma para MR, iguais ou superiores a 120bpm. Os batimentos por minuto das músicas selecionadas foram identificados pelo programa *Sort Your Music* do Spotify®. Ambas as *playlists* deveriam conter músicas que totalizassem no mínimo 30 minutos de duração, assim como a parte principal do protocolo de corrida.

O protocolo de corrida aconteceu em uma esteira (565 TX-1, Embreex®), a 1% de inclinação (JONES e DOUST, 1996), e consistiu em 5 minutos de aquecimento à velocidade de 6 km/h, seguido da parte principal de 30 minutos de corrida à velocidade de 10 km/h e, por fim, uma volta à calma de 5 minutos a 6 km/h. A parte principal foi dividida em 3 blocos de 10 minutos para comparação das variáveis dependentes entre início (I), meio (M) e fim (F) do protocolo (Figura 2). A ADM e as variáveis cinemáticas espaço-temporais foram calculadas durante os 2 minutos finais de cada bloco pelo sistema de câmeras optoeletrônicas (Item 4.5). A frequência cardíaca (FC) foi monitorada durante todo o teste por um frequencímetro (M430, Polar®) e foram analisadas as FC médias de cada bloco. Por fim, a percepção subjetiva de esforço (PSE) foi coletada usando a escala de Borg de 6 a 20 pontos (BORG, 2000) ao final de cada bloco da parte principal.

Os protocolos de marcação e corrida se repetiram para o segundo e terceiro dia de coleta, assim os voluntários realizaram os testes sob as três condições, SM, ML e MR, de forma randomizada, minimizando o viés de familiarização com o teste. Para todas as condições os voluntários estiveram de fones de ouvido sem fio (HD 4.40 BT, Sennheiser®). Para condições ML e MR as músicas eram reproduzidas por um aparelho *smartphone* conectado via *bluetooth* com volume de reprodução padronizado no limite saudável para audição com fones de ouvido (~80dB).

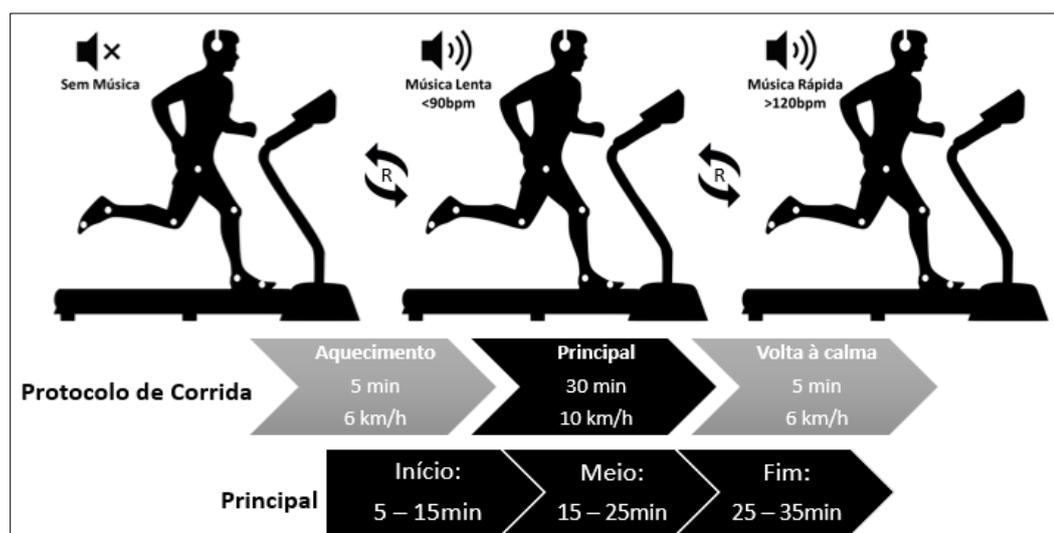


Figura 2. Protocolo de corrida.  
Fonte: elaboração própria.

#### 4.4 Protocolo de Marcação

Foram fixados 30 marcadores retrorrefletivos (Figura 3) em pontos anatômicos de referência: 2 – Acrômios; 2 – Espinhas ilíacas anterossuperiores; 2 – Espinhas ilíacas póstero-superiores; 2 – Trocanteres; 2 – Epicôndilos mediais dos fêmures; 2 – Epicôndilos laterais dos fêmures; 2 – Cabeças dos quinto-metatarsos; 2 – Calcâneos; 2 – Maléolos mediais das tíbias; 2 – Maléolos laterais das fíbulas; 2 – Cabeças das fíbulas; 2 – Epicôndilos mediais das tíbias; 2 – Cabeças dos segundo-metatarsos; 2 – Pontos mediais nas coxas; 2 – Pontos mediais nas pernas. Estes marcadores foram captados pelo sistema de câmeras (Item 4.5) e utilizados para modelagem do corpo no software Visual 3D.



Figura 3. Modelo de marcadores retrorrefletivos e marcação nos pontos anatômicos de referência.  
Fonte: elaboração própria.

#### 4.5 Sistema de Câmeras

A coleta de dados cinemáticos foi realizada utilizando 15 câmeras optoeletrônicas (PRIME 17w, Optitrack®) com frequência de aquisição de 240 Hz, posicionadas em torno da esteira (Figura 4), interligadas no *software* de captura e análise de imagem Motive (Versão 2.1.0, Optitrack®). Para a obtenção do posicionamento, orientação das câmeras e determinação do sistema de coordenadas foi realizada uma calibração que possibilita uma precisão em torno de 2mm. O sistema de coordenadas global foi definido com sua origem no meio da

esteira, sendo os movimentos anteroposteriores em X, laterolaterais em Z, e verticais em Y.

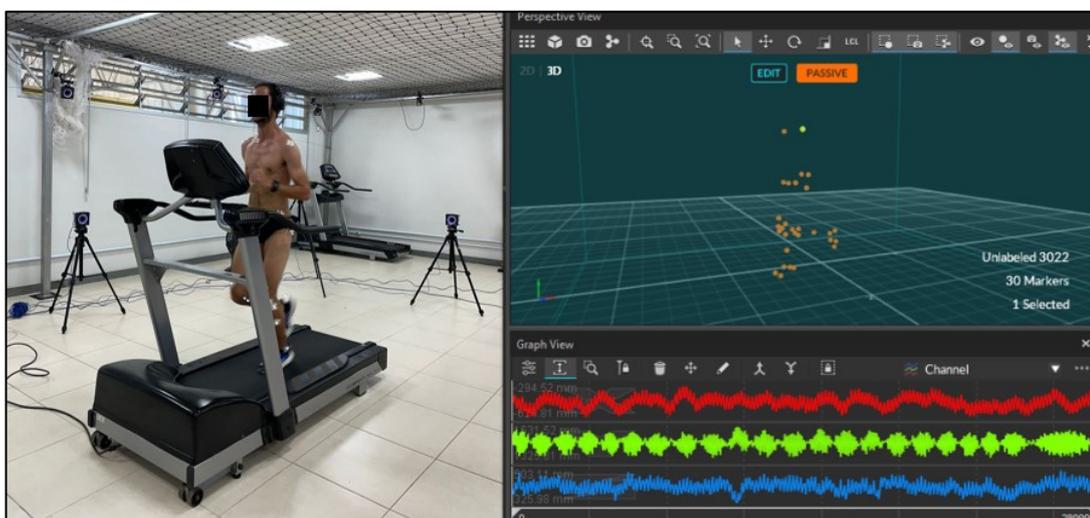


Figura 4. Disposição das câmeras ao redor da esteira e captura de tela do *software* Motive com os marcadores rastreados.

O sistema de câmeras permite a obtenção das coordenadas tridimensionais dos marcadores fixados nos pontos anatômicos dos voluntários. A partir das coordenadas 3D de cada ponto, o *software* Visual 3D (Versão 2021.02.1, C-Motion®) permite a modelagem do corpo (Figura 5) a partir da criação dos segmentos do Tronco (Acrômios + Quadril), Quadril (Espinhas ilíacas anterossuperiores + Espinhas ilíacas póstero-superiores), Coxa (Trocanter + Epicôndilos dos fêmures + Ponto medial na coxa), Perna (Cabeça da fíbula + Epicôndilo medial da tíbia + Maléolos + Ponto medial na perna), Pé (Maléolos + Cabeças do segundo e quinto-metatarsos + Calcâneo). Após a modelagem corporal foi realizada uma análise do movimento para cada articulação e seus respectivos graus de liberdade, tronco (3 graus de liberdade), quadril (3 graus de liberdade), joelho (1 grau de liberdade) e tornozelo (3 graus de liberdade).

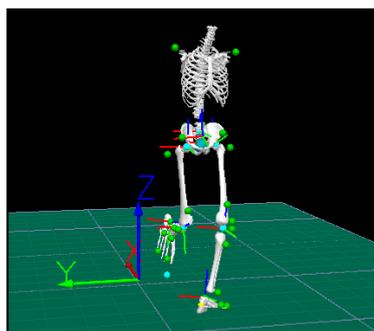


Figura 5. Modelo criado no *software* Visual3D a partir das coordenadas 3D dos marcadores nos pontos anatômicos de referência.

## 4.6 Variáveis Analisadas

### 4.6.1. Variáveis cinemáticas

Para análise das variáveis cinemáticas angular e espaço-temporais foram determinados eventos de contato e saída dos pés no *software* Visual 3D, o que permitiu uma observação dos ciclos de passada de forma separada. Foram analisados 150 ciclos de passada em cada bloco do protocolo de corrida para cada voluntário. Os resultados das variáveis cinemáticas foram apresentados a partir da média e desvio padrão dos 2.400 ciclos (150 ciclos x 16 voluntários) de cada bloco do protocolo de corrida.

#### 4.6.1.1 Amplitude de Movimento

Os valores angulares de cada articulação foram calculados durante todo o ciclo de passada. A ADM foi calculada pela diferença entre o valor angular máximo e mínimo em cada ciclo de passada. As articulações do tronco, quadril, joelho e tornozelo, assim como seus graus de liberdade, foram tratadas separadamente. Os graus de liberdade para cada articulação foram definidos da seguinte forma: movimentos acontecidos no eixo laterolateral: flexão e extensão; anteroposterior: abdução e adução; vertical: rotação.

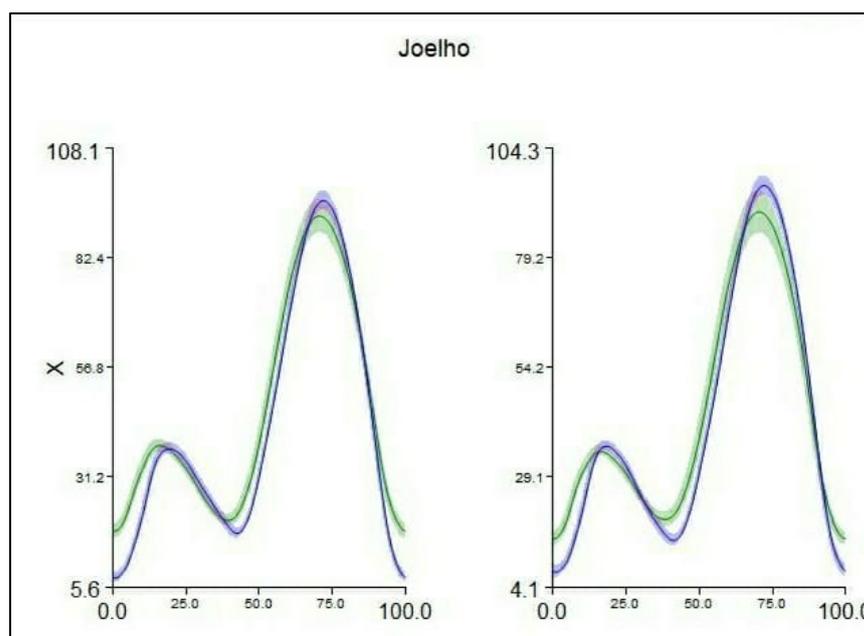


Figura 6. Exemplo de curva de valor angular em relação ao ciclo de passada gerado no *software* Visual3D.

#### 4.6.1.2 Comprimento de Passada

O comprimento de passada é calculado pela distância do primeiro contato do pé até o ponto de segundo contato. Como este protocolo de corrida foi realizado em esteira, o cálculo foi feito a partir da coordenada do segundo-metatarso no eixo anteroposterior no momento de contato, subtraído à coordenada deste mesmo ponto no momento de saída do pé, somados à coordenada do segundo contato do mesmo pé.

#### 4.6.1.3 Tempo de Apoio e Balanço

O tempo de apoio foi definido pelo tempo em que o pé permanece em contato com o solo, definido pelo período do evento de contato até a perda de contato do pé do solo. Já o tempo de balanço foi definido pelo período de tempo da perda de contato até o próximo contato deste mesmo pé.

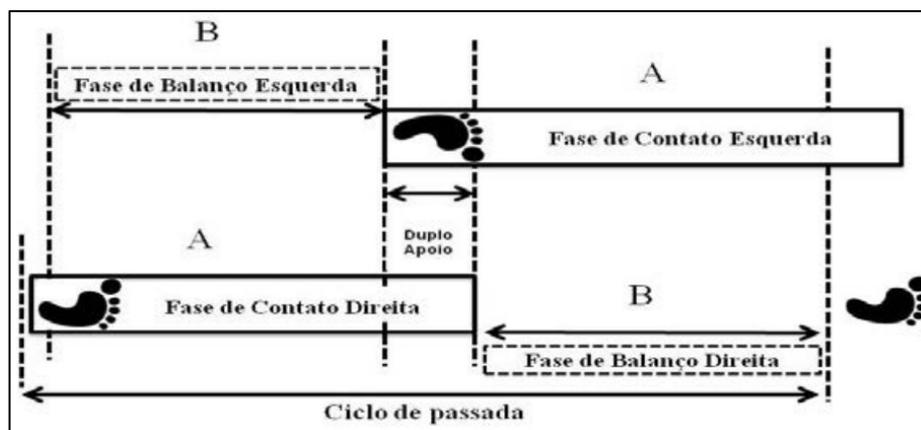


Figura 7. Definição de comprimento de passada (ciclo de passada), tempo de apoio (fase de contato) e balanço (fase de balanço).

Fonte: OLIVEIRA *et al.*, 2013

#### 4.6.2 Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca dos voluntários foi mensurada durante todo o protocolo por um frequencímetro de pulso (M430, Polar®). Conectado a um computador, o frequencímetro permite uma análise completa da sessão. Foram analisadas as FC média de 10 minutos em cada bloco, início, meio e fim.

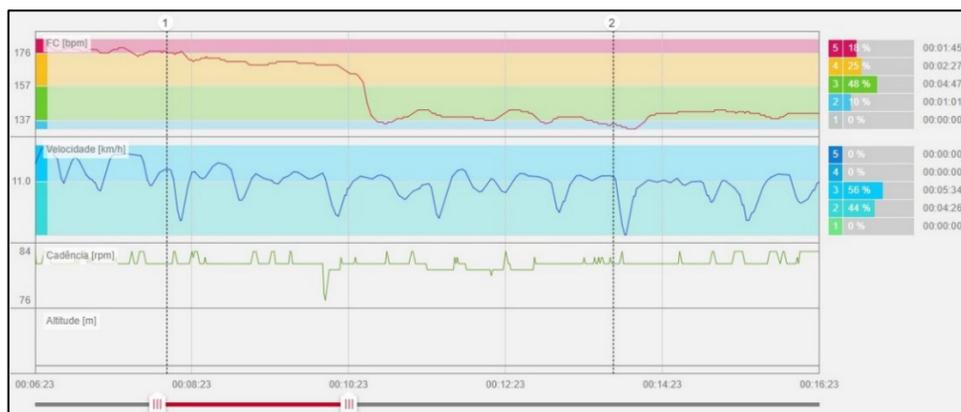


Figura 8. Exemplo de comportamento da frequência cardíaca durante o primeiro bloco do protocolo, mensurada pelo frequencímetro M430 e disponível em flow.polar.com.

#### 4.6.5 Percepção subjetiva de Esforço

A percepção subjetiva de esforço foi coletada ao final de cada bloco de 10 minutos por meio da escala de Borg (2000) de 6 a 20 pontos e analisada a partir da média dos 16 voluntários.

Escala de Esforço Percebido	
6	Sem nenhum esforço
7	
8	Extremamente leve
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso (pesado)
16	
17	Muito Intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Máximo esforço

Escala RPE de Borg  
© Gunnar Borg, 1970, 1985, 1994, 1998

Figura 9. Escala de Esforço Percebido de Borg 6-20 pontos.  
Fonte: BORG, 2000.

#### 4.7 Análise Estatística

Inicialmente os resultados das variáveis dependentes foram descritos por média e desvio padrão. Todas elas foram testadas e atenderam ao pressuposto de normalidade segundo o teste de Shapiro-Wilk. Posteriormente, foi testada a esfericidade dos dados pelo teste de Mauchly, quando não atendida, foi aplicada a

correção de Greenhouse-Geisser. Uma ANOVA de duas vias com medidas repetidas testou o efeito entre os fatores tempo, música e a interação entre os fatores. O teste post-hoc de Bonferroni foi escolhido para as comparações múltiplas. Toda a análise estatística dos dados aconteceu por meio do *software* IBM® SPSS® *Statistics* e o nível de significância adotado foi de  $\alpha=0,05$ .

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Amplitude de Movimento

#### 5.1.1 Tronco

Os valores médios de ADM do tronco durante o protocolo de corrida nas três condições SM, ML e MR estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Amplitude de movimento do tronco.

	Flex./Ext.		Inclinação Lat.		Rotação	
	M	DP	M	DP	M	DP
<b>Início (°)</b>						
SM	12,79	3,09	17,16	3,23	23,41	7,37
ML	13,42	2,81	17,76	4,42	23,02	6,83
MR	12,56	2,68	16,93	3,60	22,82	7,55
<b>Meio (°)</b>						
SM	12,98	2,98	17,13	3,00	23,04	7,07
ML	13,42	2,48	17,92	5,14	22,63	5,93
MR	12,93	2,59	17,19	3,77	22,99	7,34
<b>Fim (°)</b>						
SM	13,41	3,00	17,23	2,80	23,32	6,98
ML	14,10	3,04	18,06	4,64	23,57	6,61
MR	13,29	2,56	17,62	3,73	22,87	7,16

Legenda: SM = sem música; ML = músicas lentas; MR = músicas rápidas; M = valor médio em graus; DP = desvio padrão em graus.

Visualizando o gráfico na Figura 10 e a Tabela 2 com os valores médios em cada grau de liberdade, a amplitude do tronco para flexão/extensão e inclinação lateral na condição de músicas lentas, aparentemente, se distanciaram mais em relação às outras condições, mesmo que não haja efeito significativo e a escala no eixo vertical do gráfico varie em torno de 2° de amplitude.

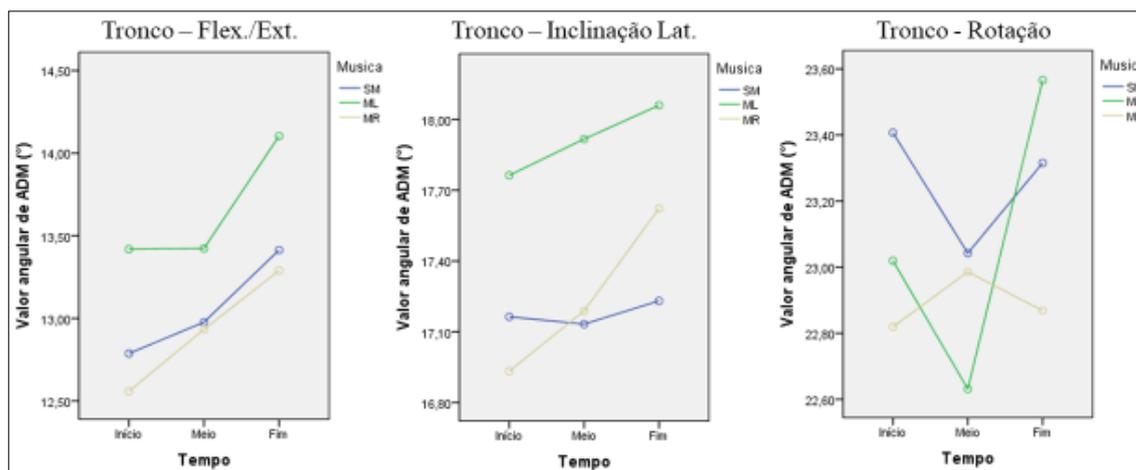


Figura 10. Valores médios em graus de amplitude de movimento do tronco em flexão/extensão, inclinação lateral gerados pelo *software* SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

O teste estatístico ANOVA somente apresentou efeito significativo para o fator tempo ( $p=0,001$ ) referente à ADM de flexão/extensão do tronco. O teste post-hoc de Bonferroni apresentou evidências suficientes para dizer que as médias no Início do protocolo são inferiores em relação ao fim (Ini=12,92°; Fim=13,60°;  $p=0,006$ ).

### 5.1.2 Quadril

Os valores médios de ADM da articulação do quadril, nos lados direito e esquerdo, durante o protocolo de corrida nas três condições SM, ML e MR estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Amplitude de movimento do quadril.

	Direito						Esquerdo					
	Flex./Ext.		Abd./Adu.		Rotação		Flex./Ext.		Abd./Adu.		Rotação	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Início (°)												
SM	50,37	5,04	20,47	4,34	15,70	3,83	51,14	4,44	20,67	4,71	16,41	4,51
ML	50,86	4,60	20,83	5,14	15,73	3,21	51,36	4,67	21,20	5,78	16,98	4,10
MR	50,77	4,96	20,34	4,01	16,32	4,39	51,39	4,73	20,56	4,72	15,88	4,56
Meio (°)												
SM	50,85	4,81	20,22	3,18	15,98	3,58	51,77	5,20	20,28	3,75	16,90	4,13
ML	50,85	4,49	21,15	5,13	15,69	3,45	51,68	4,74	21,28	5,88	17,09	4,21
MR	50,77	4,96	20,34	4,01	16,32	4,39	51,72	4,07	20,45	4,53	16,45	4,21
Fim (°)												
SM	50,86	4,60	20,48	3,18	15,91	3,45	51,92	4,68	20,43	3,90	16,46	3,37
ML	51,55	5,74	21,19	4,94	16,02	3,41	51,38	5,06	21,19	5,75	17,28	4,09
MR	50,77	4,96	20,34	4,01	16,32	4,39	51,90	4,38	20,79	4,79	16,26	3,95

Legenda: SM = sem música; ML = músicas lentas; MR = músicas rápidas; M = valor médio em graus; DP = desvio padrão em graus.

A discrepância mais evidente em relação às amplitudes da articulação do quadril se encontra nos movimentos de abdução e adução da articulação. Analisando a Figura 12 e a Tabela 3, os valores médios sugerem a condição ML se distanciou dos valores de SM e MR, mesmo que não haja um efeito estatisticamente significativo e a variação da escala no eixo vertical do gráfico seja em torno de uma amplitude de 1°.

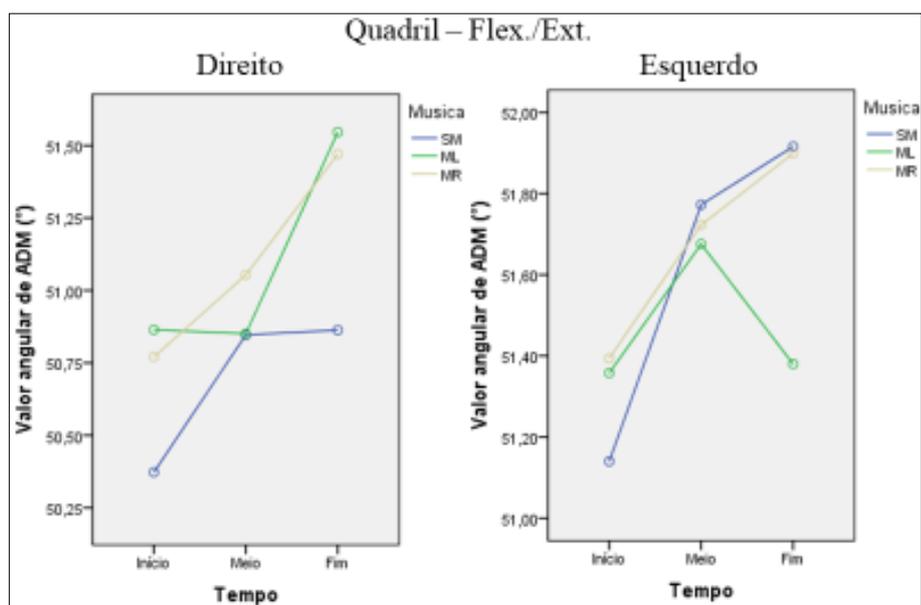


Figura 11. Valores médios em graus de amplitude de movimento do quadril, direito e esquerdo, flexão/extensão, gerado pelo *software* SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

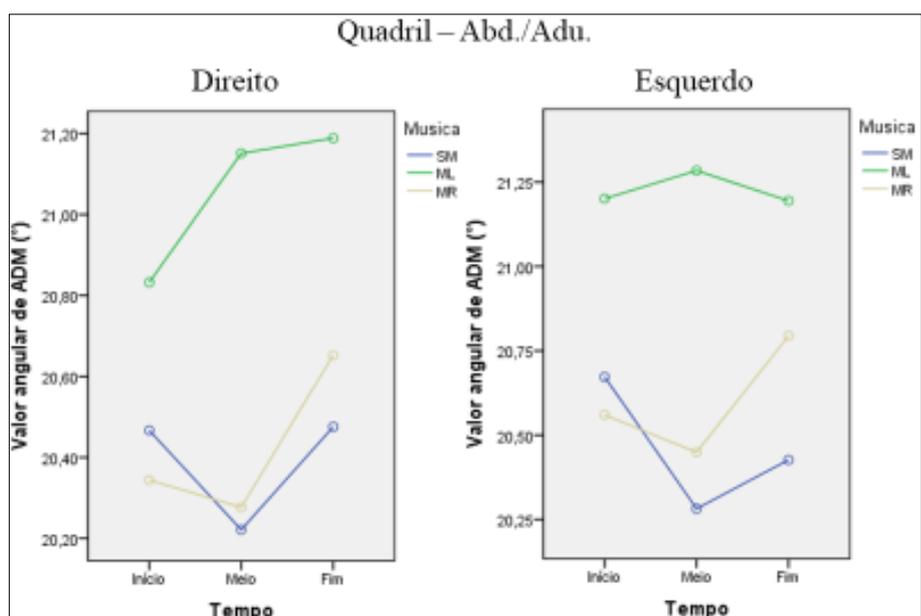


Figura 12. Valores médios em graus de amplitude de movimento do quadril, direito e esquerdo, abdução/adução, gerado pelo *software* SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

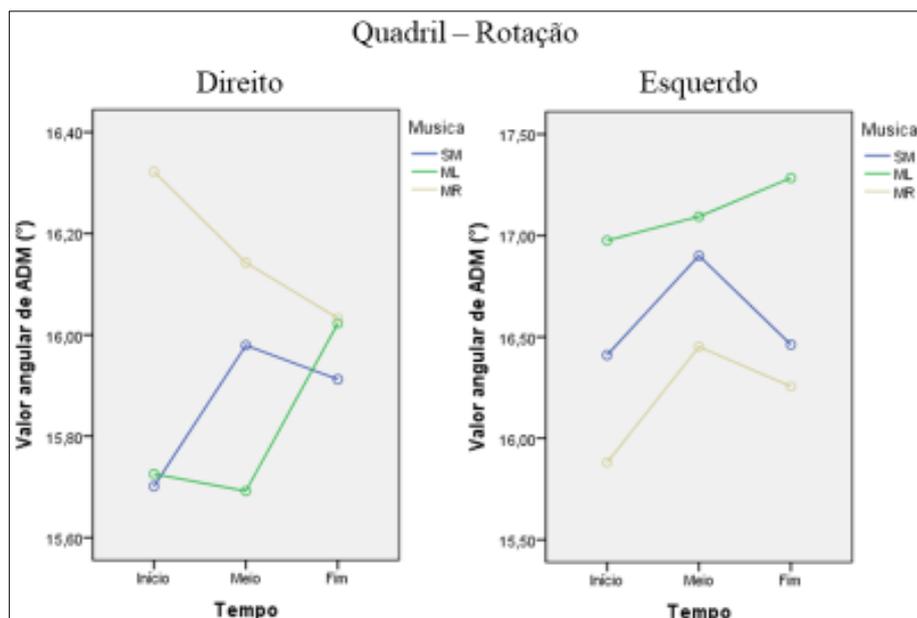


Figura 13. Valores médios em graus de amplitude de movimento do quadril, direito e esquerdo, rotação interna/externa, gerado pelo *software* SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

Não houveram efeitos significativos entre os fatores, assim como na interação tempo e música, para nenhum dos membros em nenhum grau de liberdade. Sendo assim, não há evidências para afirmar que as médias de ADM do quadril se diferem durante o protocolo de corrida moderada e entre as condições com música e sem música ( $p > 0,05$ ).

### 5.1.3 Joelho

A Tabela 4 apresenta os valores médios de ADM da articulação do joelho durante o protocolo de corrida nas três condições SM, ML e MR, nos membros direito e esquerdo.

Tabela 4. Amplitude de movimento do joelho.

	Direito		Esquerdo	
	Flex./Ext.		Flex./Ext.	
	M	DP	M	DP
<b>Início (°)</b>				
SM	81,31	7,13	82,14	9,63
ML	81,95	9,64	82,28	10,77
MR	82,62	8,46	83,42	11,34
<b>Meio (°)</b>				
SM	81,56	7,90	82,70	9,60
ML	81,40	9,37	82,45	10,38
MR	82,96	7,90	83,59	10,83
<b>Fim (°)</b>				
SM	83,62	8,18	84,08	9,00
ML	81,93	9,11	83,30	10,61
MR	83,77	8,07	84,36	10,93

Legenda: SM = sem música; ML = músicas lentas; MR = músicas rápidas; M = valor médio em graus; DP = desvio padrão em graus.

Analisando a Figura 14 e a Tabela 4, percebe-se que há uma maior variação de ADM no final do teste sob a condição de corrida sem música, mesmo que não tenha havido interação entre a condição e o tempo. O mesmo comportamento aconteceu em ambos os membros, tanto direito quanto esquerdo.

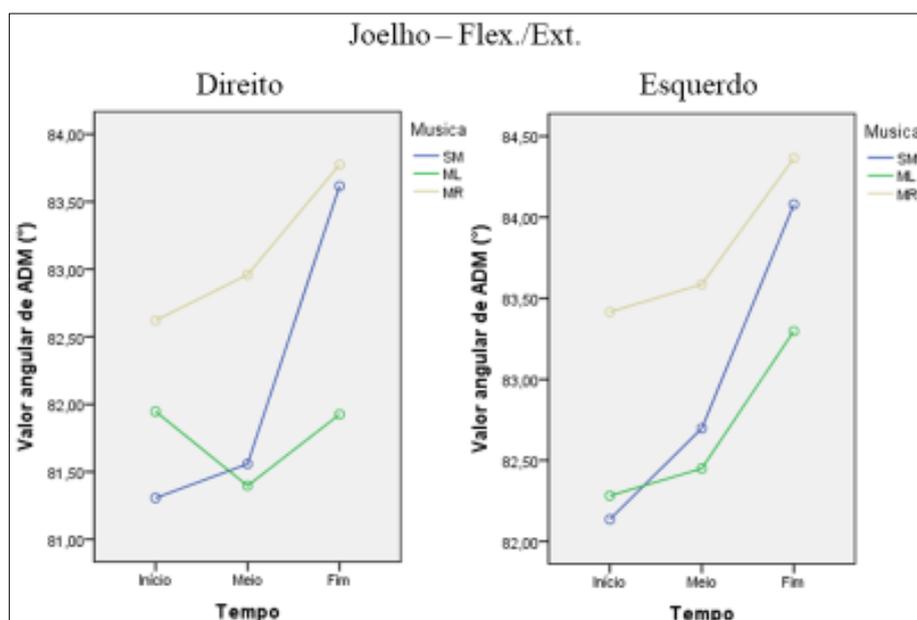


Figura 14. Valores médios em graus de amplitude de movimento do joelho, direito e esquerdo, flexão/extensão, gerado pelo *software* SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

O teste ANOVA constatou que o joelho esquerdo apresentou efeito significativo ( $p=0,032$ ) para o efeito tempo na ADM referente aos movimentos de

flexão e extensão, o que não aconteceu para o membro direito. O teste post-hoc de Bonferroni constatou que a média final de ADM na articulação esquerda foi maior comparada ao início do protocolo de corrida moderada, independente do fator música (Ini=82,61°; Fim=83,91°;  $p=0,05$ ). Não houve efeito do fator música para a articulação, assim como para a interação entre os fatores música e tempo ( $p>0,05$ ).

#### 5.1.4 Tornozelo

Os valores médios de ADM do tornozelo, nos membros direito e esquerdo, durante o protocolo de corrida nas três condições, SM, ML e MR, estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Amplitude de movimento do tornozelo.

	Direito						Esquerdo					
	Dorsi./FlexP.		Inv./Eve.		Abd./Adu		Dorsi./FlexP.		Inv./Eve.		Abd./Adu	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Início (°)												
SM	36,23	4,03	19,35	3,85	14,48	5,35	35,58	3,85	18,60	3,70	14,36	3,10
ML	34,94	3,74	18,43	3,20	14,73	5,19	37,76	5,26	21,69	5,38	15,43	4,41
MR	35,75	4,29	18,00	2,67	14,43	5,41	36,88	3,25	20,24	4,56	13,96	3,78
Meio (°)												
SM	36,58	4,51	19,94	3,87	14,03	5,05	36,58	3,99	19,45	3,85	14,49	3,30
ML	35,53	4,08	18,93	3,49	14,47	5,07	38,36	5,25	22,60	6,91	15,35	4,57
MR	35,83	4,13	18,21	2,96	14,36	5,53	37,30	2,84	20,29	4,38	13,75	4,18
Fim (°)												
SM	37,65	5,66	20,87	5,83	14,40	4,68	36,96	4,13	19,59	3,21	13,85	3,29
ML	35,34	5,10	19,00	3,57	15,16	5,21	38,63	5,62	22,58	7,53	15,73	5,17
MR	36,35	4,64	18,61	3,13	14,40	5,60	38,27	2,98	20,72	4,19	13,80	4,01

Legenda: SM = sem música; ML = músicas lentas; MR = músicas rápidas; M = valor médio em graus; DP = desvio padrão em graus.

Os gráficos dos valores médios de ADM apresentados nas figuras 15, 16 e 17, visualmente sugerem comportamentos diferentes entre os membros direito e esquerdo, onde não existe um padrão de valores maiores para determinada condição de música, como observado nas outras articulações. Aparentemente as diferenças entre os membros foram menores na condição MR para a articulação do tornozelo.

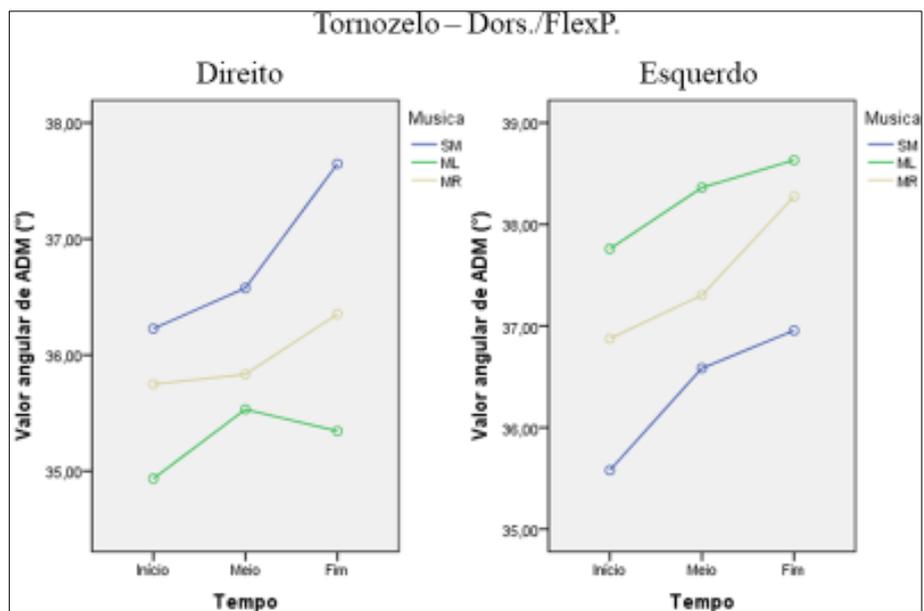


Figura 15. Valores médios em graus de amplitude de movimento do tornozelo, direito e esquerdo, em X gerado pelo *software* SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

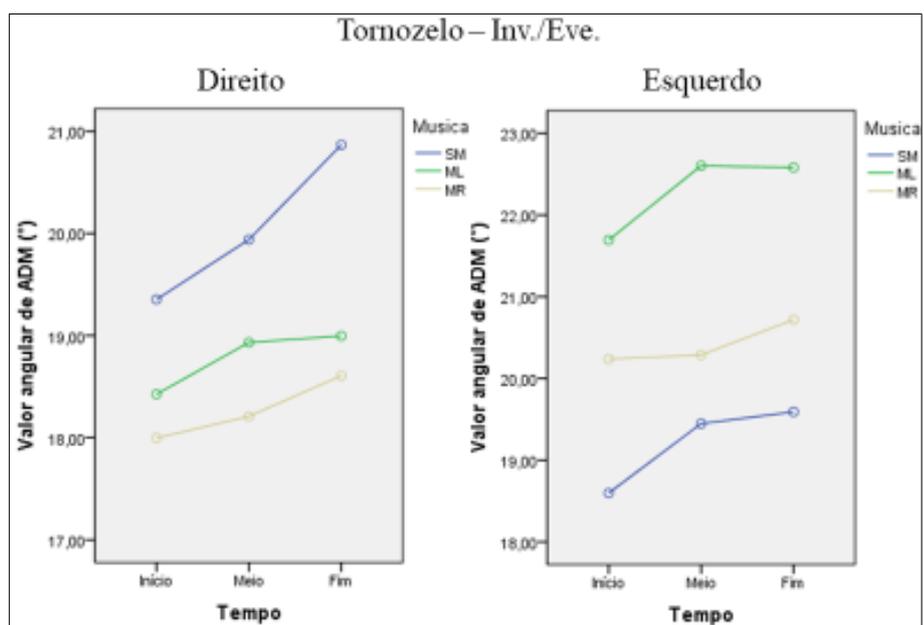


Figura 16. Valores médios em graus de amplitude de movimento do tornozelo, direito e esquerdo, em Y gerado pelo *software* SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

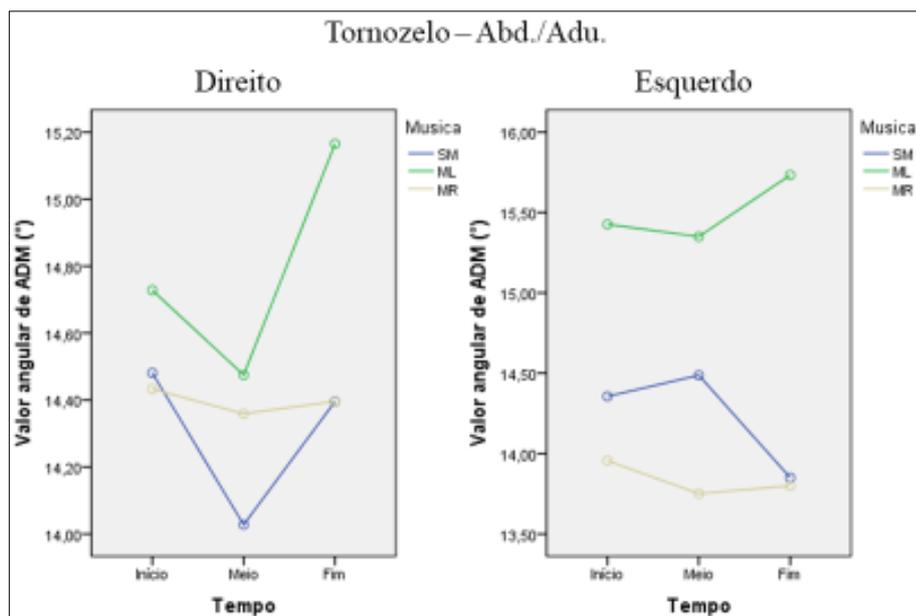


Figura 17. Valores médios em graus de amplitude de movimento do tornozelo, direito e esquerdo, em Z gerado pelo *software* SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

A ANOVA apresentou um efeito significativa para o fator tempo ( $p=0,015$ ) na ADM no tornozelo direito para movimentos de dorsiflexão e flexão plantar, sendo a média no início do protocolo menor comparado ao fim segundo o teste post-hoc (Ini=35,64°; Fim=36,45°;  $p=0,049$ ). No membro esquerdo o efeito também foi significativo para o fator tempo ( $p=0,004$ ), sendo a média final maior que a inicial (Ini=36,74°; Fim=37,95°;  $p=0,015$ ) e medial (Mei=37,42°; Fim=37,95°;  $p=0,042$ ). Os outros graus de liberdade não apresentaram efeitos significativos entre os fatores e para a interação.

## 5.2 Comprimento de Passada

Os valores médios de comprimento de passada, nos lados direito e esquerdo, durante o protocolo de corrida nas três condições SM, ML e MR estão apresentadas na Tabela 6. Os valores foram bastante semelhantes entre as condições e ainda entre os blocos do protocolo.

Tabela 6. Comprimento de Passada.

	Direito		Esquerdo	
	M	DP	M	DP
<b>Início (m)</b>				
SM	1,30	0,11	1,30	0,11
ML	1,32	0,12	1,31	0,11
MR	1,30	0,12	1,30	0,11
<b>Meio (m)</b>				
SM	1,29	0,11	1,29	0,11
ML	1,32	0,13	1,31	0,12
MR	1,29	0,14	1,28	0,14
<b>Fim (m)</b>				
SM	1,29	0,12	1,28	0,12
ML	1,31	0,15	1,30	0,14
MR	1,30	0,13	1,29	0,14

Legenda: SM = sem música; ML = músicas lentas; MR = músicas rápidas; M = valor médio em metros; DP = desvio padrão em metros.

Os gráficos exibidos na Figura 18 apresentam as diferenças entre os valores médios de comprimento de passada, nos lados direito e esquerdo. Visualmente existiu uma maior variação de valores na condição MR no membro esquerdo.

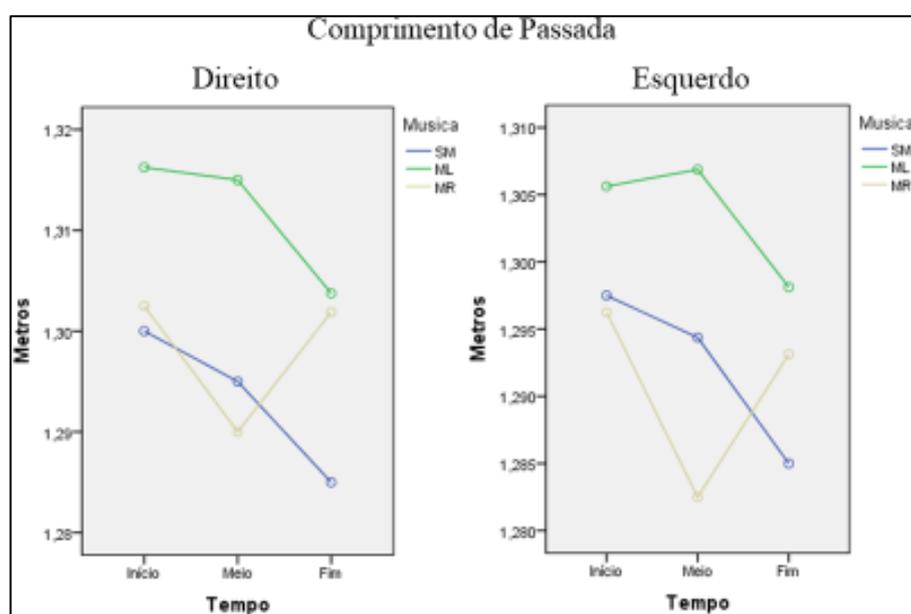


Figura 18. Valores médios em metros de comprimento de passada, direita e esquerda, gerados no software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

O teste estatístico ANOVA não revelou nenhum efeito significativa para nenhum dos fatores tempo e música, assim como não houve interação significativa para nenhum dos membros. Sendo assim, não há evidências suficientes para confirmar as diferenças entre as médias de comprimento de passada para ambos os membros em nenhum dos momentos e nenhuma das condições.

### 5.3 Tempo de Apoio e Balanço

A Tabela 7 apresenta os valores médios e desvio padrão de tempo de apoio e balanço nas condições SM, ML e MR, para ambos os membros, direito e esquerdo.

Tabela 7. Tempo de apoio e balanço.

	Apoio				Balanço				
	D		E		D		E		
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
Início (s)									
SM	0,34	0,02	0,34	0,02	0,37	0,02	0,37	0,02	
ML	0,34	0,02	0,34	0,02	0,37	0,02	0,37	0,02	
MR	0,34	0,02	0,34	0,02	0,37	0,02	0,37	0,02	
Meio (s)									
SM	0,34	0,02	0,34	0,02	0,37	0,02	0,37	0,02	
ML	0,34	0,02	0,34	0,02	0,37	0,02	0,37	0,02	
MR	0,34	0,02	0,34	0,02	0,37	0,02	0,37	0,02	
Fim (s)									
SM	0,34	0,02	0,34	0,02	0,37	0,02	0,37	0,02	
ML	0,34	0,02	0,34	0,02	0,38	0,02	0,37	0,02	
MR	0,35	0,02	0,35	0,02	0,38	0,02	0,38	0,02	

Legenda: SM = sem música; ML = músicas lentas; MR = músicas rápidas; D = lado direito; E = lado esquerdo; M = valor médio em segundos; DP = desvio padrão em segundos.

Visualizando o gráfico das Figuras 19 e 20, nota-se um comportamento diferente para as médias tanto de tempo de apoio quanto para tempo de balanço quando comparados os dois membros, direito e esquerdo.

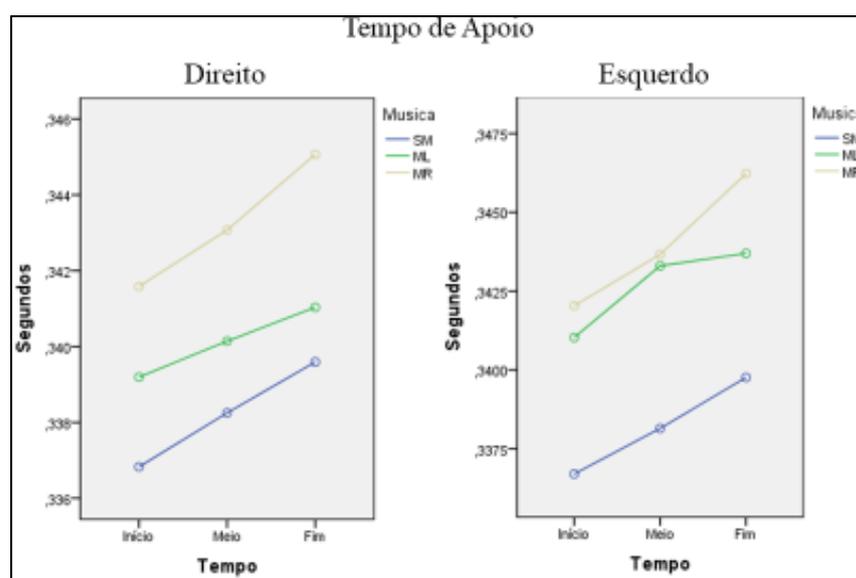


Figura 19. Valores médios em segundos de tempo de apoio, direito e esquerdo, gerados pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

Não houveram efeitos significativos para os fatores, nem para a interação entre os fatores, no tempo de apoio de ambos os membros. Sendo assim, não há evidências suficientes para confirmar a diferença entre as médias de tempo de apoio em nenhuma das condições de música em nenhum dos blocos do protocolo de corrida ( $p > 0,05$ ).

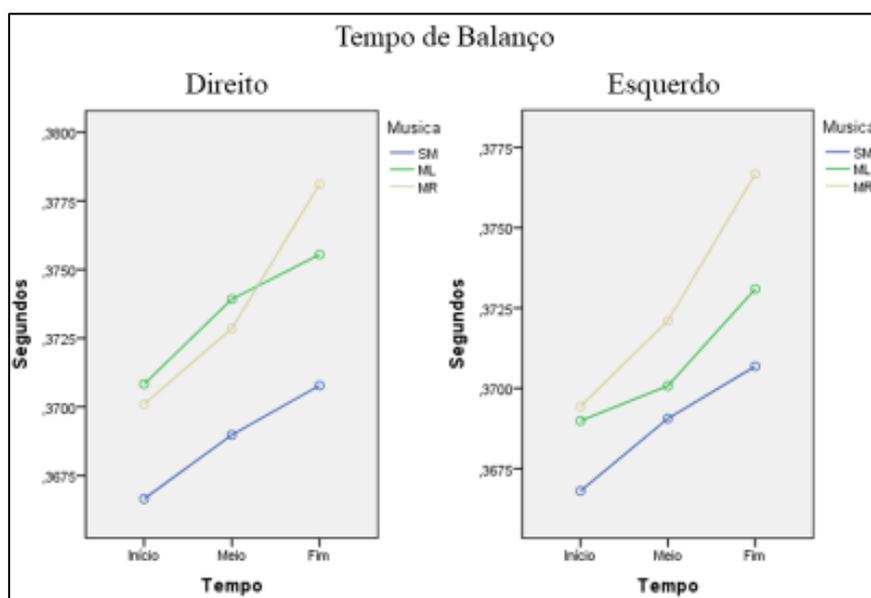


Figura 20. Valores médios em segundos de tempo de balanço, direito e esquerdo, gerados pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

Para tempo de balanço do membro direito foram encontrados efeitos significativos para os fatores tempo ( $p=0,001$ ) e música ( $p=0,032$ ), mas não apresentou efeito na interação entre os fatores ( $p=0,404$ ). O teste post-hoc constatou que a média de tempo de balanço no início foi menor que no final (Ini=0,37s; Fim=0,38s;  $p=0,005$ ), mas para o fator música não houveram evidências suficientes para comprovar a diferença entre as médias (SM=0,369s; ML=0,373s; MR=0,374s;  $p > 0,05$ ). No membro esquerdo, apenas o fator tempo apresentou efeito significativo ( $p=0,000$ ) e o post-hoc também constatou que as médias de tempo de balanço no início foram menores comparadas às médias do final do protocolo (Ini= 0,368s; Fim= 0,373s;  $p=0,002$ ).

#### 5.4 Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca dos voluntários foi coletada durante todo o protocolo, e os valores médios de cada bloco do protocolo de corrida estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Frequência cardíaca média.

	M	DP	Máx.	Mín.
<b>Início (bpm)</b>				
SM	155,69	33,70	202	103
ML	175,63	22,43	209	138
MR	157,25	30,31	203	102
<b>Meio (bpm)</b>				
SM	150,31	37,26	202	87
ML	163,38	20,92	206	133
MR	147,50	24,66	181	101
<b>Fim (bpm)</b>				
SM	157,06	34,88	213	92
ML	167,50	23,75	216	124
MR	163,00	28,77	213	107

Legenda: SM = sem música; ML = músicas lentas; MR = músicas rápidas; M = valor médio em bpm; DP = desvio padrão em bpm; Máx = maior valor; Mín = menor valor.

Observando o gráfico com o comportamento dos valores médios da frequência cardíaca na Figura 21, nota-se que a durante todo o protocolo, nos três blocos, a FC foi superior para a condição de músicas lentas, mesmo que não haja uma diferença estatisticamente significativa.

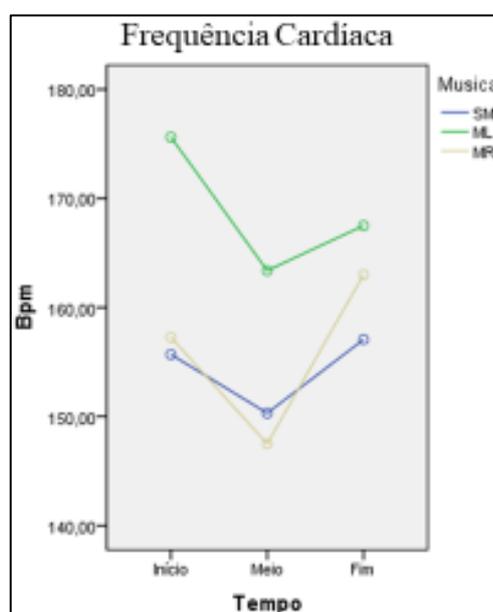


Figura 21. Valores médios em bpm de frequência cardíaca gerado pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

O teste estatístico ANOVA não apontou nenhum efeito significativo para nenhum dos fatores, nem para a interação entre os fatores ( $p > 0,05$ ) para frequência cardíaca. Logo, não há evidências suficientes que confirmem as diferenças entre as médias das diferentes condições nos três blocos do protocolo de corrida.

### 5.5 Percepção Subjetiva de Esforço

A percepção subjetiva de esforço, mensurada pela escala de Borg 6-20 ao final de cada bloco, média dos voluntários na fase inicial foi de 11 pontos ( $\pm 1$  ponto) na condição SM, e semelhante nas condições ML e MR, 11 pontos ( $\pm 2$  pontos). Na fase intermediária, as médias foram de 13 pontos ( $\pm 2$  pontos) para as condições SM e ML, e 12 pontos ( $\pm 2$  pontos) na condição MR. No último bloco, as médias de percepção de esforço se divergiram mais em relação às outras fases, sendo de 15 pontos ( $\pm 3$  pontos) para a condição SM, 14 pontos ( $\pm 3$  pontos) para a condição ML, e 13 pontos ( $\pm 2$  pontos) para a condição MR.

Tabela 9. Percepção subjetiva de esforço.

	M	DP	Máx.	Mín.
<b>Início (6-20 pontos)</b>				
SM	11,31	1,40	14	9
ML	10,94	1,73	15	9
MR	10,94	1,57	13	8
<b>Meio (6-20 pontos)</b>				
SM	13,31	2,36	18	9
ML	12,63	2,42	18	9
MR	12,38	2,13	18	9
<b>Fim (6-20 pontos)</b>				
SM	14,56	2,85	19	9
ML	13,56	2,76	19	9
MR	13,31	2,21	18	9

Legenda: SM = sem música; ML = músicas lentas; MR = músicas rápidas; M = valor médio; DP = desvio padrão; Máx = maior valor; Mín = menor valor;

Nota-se através do gráfico representando a média da PSE dos voluntários em cada condição ao longo do protocolo de corrida, mostrado na Figura 22, que as médias da corrida SM mais se distanciaram das outras condições com música.

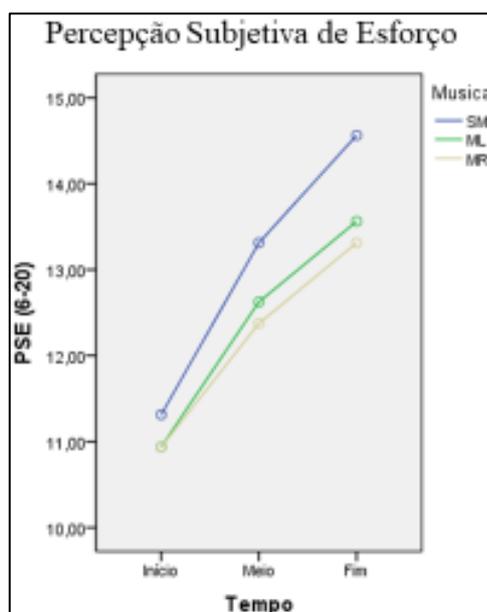


Figura 22. Valores médios de percepção subjetiva de esforço gerado pelo software SPSS. SM = azul; ML = verde; MR = amarelo.

Um resultado não presente na Tabela 9 ou na Figura 22, que apresentam os valores médios das respostas dos voluntários, se trata de algumas respostas divergentes sobre o protocolo. Sobre a condição de corrida SM, 5 voluntários dos 16 responderam que o exercício apresentava características de “muito difícil” (17 pontos na escala de 6 a 20) ou acima disso. Enquanto 3 voluntários responderam o mesmo na condição ML, e apenas 1 voluntário na condição MR.

O teste da ANOVA mostrou que não houve efeito significativo para a interação dos fatores, porém apresentaram efeito de forma isolada, tempo ( $p=0,001$ ) e música ( $p=0,028$ ). O teste post-hoc confirmou que a média da PSE foi menor no início comparada ao meio e fim (Ini=11,06; Mei=12,77; Fim=13,81,  $p=0,000$ ), enquanto a média de PSE no meio foi maior compara ao início, porém menor comparada ao fim. As comparações múltiplas sobre o fator música também revelaram diferença significativa entre as médias de SM e MR, sendo os valores da condição sem música superiores à média de música rápida, independente do tempo (SM=13,06; MR=12,21;  $p=0,05$ ). Porém, não houve diferença entre as médias nas condições com música, MR e ML=12,37 ( $p=1,000$ ).

## 6 DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar a influência da música preferida, nos ritmos lento e rápido, nas variáveis cinemáticas dos membros inferiores e tronco durante uma corrida em esteira, com um foco maior para a variável de ADM, que pouco é discutida na literatura, através de uma análise cinemática tridimensional, considerada o padrão-ouro para este tipo de análise (MÖHLER, FADILLIOGLU e STEIN, 2021; MARTINEZ *et al.*, 2022). Como método para avaliar o desgaste físico dos voluntários, também foram investigadas variáveis psicofisiológicas como percepção subjetiva de esforço e frequência cardíaca.

Diferentemente dos achados de Möhler, Fadillioglu e Stein (2021), que encontraram um aumento da ADM do quadril e do tronco nos planos frontal e transversal durante a fadiga, os achados deste estudo sugerem que o tronco tende a aumentar a ADM apenas no plano sagital, enquanto o quadril não apresentou nenhuma alteração. Estas diferenças podem ser explicadas pela intensidade do protocolo analisado, Möhler *et al.* (2021), investigaram um protocolo até a exaustão, enquanto a análise desta pesquisa se tratou de uma intensidade moderada. Zandbergen *et al.* (2023) em seu estudo, apesar de investigarem variáveis diferentes, relataram que o joelho apresenta uma maior flexão no contato inicial e durante a fase de balanço, sugerindo uma maior ADM. Gao *et al.* (2022) constataram que, após um protocolo de exaustão, a articulação do joelho apresentou resultados de assimetria referentes aos movimentos de flexão e extensão. No presente estudo, apesar de não comparar os valores entre os dois membros, o fator tempo apresentou efeito significativo apenas para o membro esquerdo, sendo os valores finais maiores comparados aos valores iniciais em um protocolo de corrida moderada em esteira. Luo *et al.* (2019), encontraram uma diminuição da rigidez vertical do tornozelo, sugerindo um aumento da ADM no plano sagital da articulação durante a corrida fadigada. Não foram encontrados efeitos do tempo na ADM nos outros planos de movimento, frontal e transversal, indicando que o grau de liberdade de maior influência seja a dorsiflexão e flexão plantar da articulação. A falta de variação de amplitude na articulação do tornozelo para os movimentos de inversão/eversão e abdução/adução representam uma maior estabilidade durante a corrida. Alguns estudos explicam estes resultados de

aumento de ADM nas articulações, causados pela fadiga durante a corrida, baseada na diminuição da rigidez dos membros inferiores, explicada pela redução do torque articular em virtude da diminuição da força muscular gerada pelos músculos envolvidos na corrida, que ficam mais fadigados com o passar do tempo em velocidade constante (GÜNTHER e BLICKHAN, 2002; HANON *et al.*, 2005; MAAS *et al.*, 2018).

Com os resultados deste estudo não foi possível afirmar que a música, tanto lenta (<90bpm) quanto rápida (>120bpm) escolhidas pelo próprio voluntário, influenciaram a ADM do tronco e membros inferiores durante uma corrida de velocidade constante durante 30 minutos em esteira. Os resultados do teste estatístico e a falta de efeito significativo para o fator música e na interação entre os fatores permitem concluir esta afirmação, diferentemente do efeito do fator tempo, que demonstra que correr numa velocidade constante de 10km/h durante 30 minutos foi fator responsável pelo aumento das amplitudes de movimento em algumas das articulações no plano sagital de movimento, independente da condição de música. Apesar da literatura apoiar a hipótese que a música seja capaz de atenuar os efeitos da fadiga durante a corrida (BIGLIASSI, 2015; KAWABATA e CHUA, 2021; CLARK, BAGHURST e REDUS, 2021; WU *et al.*, 2022), essas respostas não são as mesmas, em um protocolo de corrida moderada em esteira, para a variável ADM do tronco e membros inferiores, baseado nos resultados deste estudo.

A ADM é uma variável que leva em consideração os valores angulares das articulações durante todo o ciclo de passada na corrida, sendo a diferença entre o maior e o menor valor angular em cada plano de movimento. Apesar de ser uma variável dependente importante de se analisar quando avaliada a cinemática da corrida, ela não permite uma análise dos valores angulares em momentos específicos como o contato inicial dos pés durante o exercício. Investigar isoladamente estes momentos, ou até mesmo uma análise detalhada das curvas médias de valores angulares das articulações, como uma análise funcional da curva possa esclarecer onde ocorrem as diferenças entre as condições de corrida (OEVEREN *et al.*, 2021; MÖHLER, FADILLIOGLU E STEIN, 2021).

Contrariando alguns estudos que encontraram efeito da música nas variáveis espaço-temporais como o comprimento de passada, aumentando os valores médios

sob a condição com música comparados à situação sem música (VAN DYCK, BUHMANN e LORENZONI, 2021), os resultados deste estudo sugerem que não houve efeito significativo deste fator durante a corrida, incluindo tempos de apoio e balanço. Importante ressaltar, que parte dos estudos que investigam a influência da música na corrida, também o fazem em ambientes abertos, como em pistas de atletismo, enquanto este estudo se trata de um experimento laboratorial em esteira. Möhler, Fadillioglu e Stein (2021), acreditam que o tempo de apoio do pé durante uma corrida tende a aumentar quando os indivíduos estão fadigados, em contra partida o tempo de balanço diminui. Isto não aconteceu segundo os resultados deste estudo, que não apresentaram efeito significativo de tempo para tempo de apoio e apresentaram maiores valores de tempo de balanço durante o final do protocolo.

Não foi possível afirmar que a frequência cardíaca média dos voluntários se alterou durante o protocolo de corrida, independente da condição. Wu *et al.* (2022), encontraram que a diferença da frequência cardíaca de adultos jovens antes e depois de um protocolo de corrida de alta e baixa intensidade, tende a diminuir quando em condições de corrida com música, principalmente de ritmo rápido. Estes achados não corroboram com o presente estudo que não encontrou efeito significativo para o fator música e nem mesmo para a interação entre música e tempo para a variável fisiológica de frequência cardíaca, monitorada durante todo o protocolo de corrida moderada. Porém, olhando por outra perspectiva, que não o efeito da música durante o exercício, Lee e Kimmerly (2016) encontraram que a música lenta é capaz de acelerar a recuperação da frequência cardíaca após a corrida. Neste estudo, as estratégias pensadas para monitorar o cansaço e o desgaste físico dos voluntários foram por meio objetivo através da FC, e subjetivamente pela PSE. A hipótese de que a FC média seria maior ao final do teste sob a condição de corrida sem música, não foi atendida, podendo ser explicada pela intensidade moderada do protocolo, ainda que os valores de frequências máximas tenham sido atingidos no bloco final, como visto na Tabela 8, não houve diferença estatística entre as condições.

Apesar de ser uma variável dependente subjetiva, a escala de Borg permite compreender a sensação de cansaço dos voluntários durante a corrida, especialmente a escala de 6 a 20 pontos, pensada para exercícios aeróbicos como

a proposta pelo protocolo (BORG, 2000). Ainda que os resultados deste estudo demonstrem que a PSE é realmente maior no meio e no final do protocolo de corrida em comparação aos valores médios do início do protocolo, o valor médio da PSE sugere que para os voluntários se tratava de um protocolo de corrida moderada. Segundo Borg (2000), uma pontuação de 13 pontos na escala de esforço percebido se trata de um exercício “pouco intenso” e o indivíduo ainda se sente bem para continuar. Olhando ainda os resultados de frequência cardíaca média, percebe-se não haver um aumento ao final do protocolo. Logo, analisando as respostas das variáveis psicofisiológicas, parece que o protocolo de corrida sugerido nos métodos desta pesquisa, talvez não tenha sido capaz de gerar fadiga nos participantes, o que pode mascarar os efeitos da música nas variáveis cinemáticas, já que as amplitudes de movimento, comprimento de passada, e tempo de apoio e balanço sofrem influência direta da fadiga, como já apontado por outros pesquisadores citados.

Grande maioria dos achados da literatura sugerem que a percepção subjetiva de esforço é significativamente menor ao final de uma corrida quando os corredores estão sob efeito de música (KAWABATA e CHUA, 2021; CLARK, BAGHURST e REDUS, 2021). Apesar dos efeitos significativos estatisticamente para os fatores de tempo e música de forma isolada, o mesmo não aconteceu para a interação entre os fatores. A diferença entre as médias de PSE, independente do tempo, para as corridas SM e MR, sendo menor para a condição MR, talvez possam ser explicadas pela preferência dos participantes pela utilização de músicas rápidas durante as sessões de treino, como mencionado no Item 4.2. É importante destacar a grande variabilidade entre as respostas desta escala durante o protocolo. Enquanto para alguns voluntários, o momento final do teste apresentou características de 19 pontos, ou “extremamente difícil”, para outros com maior tempo de prática na modalidade, maior volume semanal de treino e talvez um melhor condicionamento físico, o final do protocolo apresentou características de um exercício de 9 pontos, ou “muito leve”. Essa diferença entre as repostas pode estar relacionada a variabilidade dos tempos de prática e volume de treinamento mencionados entre os voluntários, apresentados na Tabela 1.

Levando em consideração os resultados desta pesquisa e as discussões geradas, é importante destacar algumas limitações não solucionadas. Tendo em

vista que os participantes deste estudo compuseram uma amostra heterogênea, baseado no tempo de prática e volume de treino semanal relatado pelos participantes, é possível que enquanto alguns tenham chegado ao seu máximo desgaste ao final da corrida, outros podem não ter atingido o que era esperado, comprometendo a análise destes dados. A temperatura do laboratório não foi controlada, sendo assim condições de corrida em temperaturas diferentes durante os três dias de coleta podem comprometer o desempenho e respostas nas variáveis analisadas. Uma outra possível limitação deste estudo é a falta de análise dos valores angulares em momentos específicos do ciclo da passada, como o contato inicial que é amplamente investigado. Apesar da ADM ser uma variável importante para análise da corrida, talvez seja mais produtivo uma análise funcional da curva médias dos valores angulares durante todo o ciclo de passada das corridas nas diferentes condições. Por fim, para a análise da PSE, os valores respondidos da escala foram tratados como valores numéricos e representados com a média das respostas dos 16 voluntários. Uma análise estatística considerando as respostas como variáveis quali-quantitativas talvez possa apresentar um resultado diferente do encontrado. Todas essas limitações estão sendo levadas em consideração para trabalhos futuros deste grupo de pesquisa.

## **7 TRABALHOS FUTUROS**

Esta pesquisa apresentou resultados importantes para o entendimento da influência da música preferida, seja ela lenta ou rápida, sobre a ADM das articulações do tronco e membros inferiores em um protocolo de corrida moderada em esteira. Tendo em vista que grande parte dos estudos que investigam a influência deste recurso na corrida apresentam uma maior influência em condições exaustivas, e que a fadiga é capaz de alterar o padrão de movimento das articulações durante o exercício, faz-se necessário uma investigação acerca da influência da música preferida também nas variáveis angulares em um protocolo exaustivo e que permita uma análise em condições de fadiga. Seria mais apropriado analisar os dados deste estudo agrupando os participantes de acordo com a percepção de intensidade do exercício, seja ela alta ou baixa. Ao analisar os resultados das articulações do joelho e tornozelo, bem como as diferenças entre os resultados estatístico para cada membro, surge a possibilidade de uma investigação sobre o índice de simetria entre os membros durante uma corrida sob influência da música. As variáveis cinemáticas angulares pouco são exploradas nas investigações deste tema. Este grupo de pesquisa entende que o presente estudo é um ponto de partida e ressalta a necessidade de novas investigações. Apesar dos achados deste estudo sugerirem que não há influência da música na cinemática da corrida moderada, a literatura é robusta e destaca amplamente os impactos positivos deste recurso sobre outros aspectos do exercício físico.

## **8 CONCLUSÃO**

Em resumo, os resultados desta pesquisa sugerem que não há evidências estatísticas suficientes que comprovem a influência da música preferida, seja ela de ritmo lento ou rápido, na manutenção dos valores de ADM das articulações do tronco, quadril, joelho e tornozelo, em seus respectivos graus de liberdade, mantendo os mesmos valores médios ao longo do protocolo para as três condições de música. As duas condições de músicas preferidas também não apresentaram valores superiores de comprimento de passada em comparação a SM. O tempo de apoio e balanço também foi o mesmo para as três condições ao final do protocolo. Por fim, a música preferida, ML e MR, não permitiu menores valores de FC ao final do protocolo de corrida moderada em relação a condição SM. Enquanto a corrida

SM apresentou maiores valores de PSE em comparação à corrida de MR, mas não em comparação a ML. Também não houve diferença de PSE para as condições ML e MR. Faz-se necessária uma investigação destas repostas sob um protocolo de corrida exaustiva.

## REFERÊNCIAS

- AMADIO, A.; VECCHIA, E.; FERNANDES, E.; SACCO, I.; SERRÃO, J.; MOCHIZUKI, L.; DUARTE, M.; MOURA, N.; COSTA, P.; ARAUJO, R. **Fundamentos biomecânicos para a análise do movimento humano**. São Paulo: Laboratorio de Biomecânica/Efeusp.1996.
- ARAÚJO, M.; SANTOS, I.; SANTOS, W.; COSTA, M.; SANTOS, W. As respostas da corrida de rua na ansiedade, estresse e depressão. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, 2022.
- BALLMANN, C.; COOK, G.; HESTER, Z.; KOPEC, T.; WILLIAMS, T.; ROGERS, R. Effects of Preferred and Non-Preferred Warm-Up Music on Resistance Exercise Performance. **J Funct Morphol Kinesiol**, 2020.
- BERNARDINA, G.; MONNET, T.; CERVERI, P.; SILVATTI, A. Moving system with action sport cameras: 3D kinematics of the walking and running in a large volume. **PLoS One**, 2019.
- BIGLIASSI, M.; LEÓN-DOMÍNGUEZ, U.; BUZZACHERA, C.; BARRETO-SILVA, V.; ALTIMARI, L. How does music aid 5 km of running?. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 29, n. 2, p. 305-314, feb. 2015.
- BORG, G. **Escalas de Borg para a Dor e o Esforço Percebido**. São Paulo: Editora Manole, 2000.
- BRAKE, M.; STOLWIJK, N.; STAAL, B.; VAN HOOREN, B. Using beat frequency in music to adjust running cadence in recreational runners: A randomized multiple baseline design. **Eur J Sport Sci**, 2023.
- CARNEIRO, J.; BIGLIASSI, M.; DANTAS, J.; SOUZA, S.; ALTIMARI, L. Música: recurso ergogênico psicológico durante o exercício físico?. **Revista Brasileira de Psicologia do Esporte**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 61-70, dez. 2010.
- CENTALA, J. *et al.* Listening to fast-tempo music delays the onset of neuromuscular fatigue. **J Strength Cond Res**, v.34, n.3, p.617–622, 2020.
- CHATTERJEE, S.; GHOSH, M.; GHOSH, A. A study to explore the effects of varied tempo music on brisk walking performance. **Journal of Sports and Physical Education**, v. 1, n. 7, p. 43-46, nov./dec. 2014.
- CLARK, J.; BAGHURST, T.; REDUS, B. Self-Selected Motivational Music on the Performance and Perceived Exertion of Runners. **J Strength Cond Res**, 2021.
- COVA, L.; CASTANHO, G.; CHIMINAZZO, J.; FERNANDES, P. Corrida e música: uma união audaciosa. **Conexões**, 2016.
- DEJONG, P.; HATAMIYA, N.; BARKLEY, L. Running Gait Analysis and Biomechanics. **Curr Sports Med Rep**, 2022.

EDWORTHY, J., WARING, H.,. The effects of music tempo and loudness level on treadmill exercise. **Ergonomics**, v.49, n.15, p.1597-610, 2006.

ENCARNACIÓN-MARTÍNEZ, A.; SANCHIS-SANCHIS, R.; PÉREZ-SORIANO, P.; GARCÍA-GALLART, A. Relationship between muscular extensibility, strength and stability and the transmission of impacts during fatigued running. **Sports Biomech**, 2023.

FUKUCHI, R.; FUKUCHI, C.; DUARTE, M. A public dataset of running biomechanics and the effects of running speed on lower extremity kinematics and kinetics. **PeerJ**, 2017.

GAO, Z.; FEKETE, G.; BAKER, J.; LIANG, M.; XUAN, R.; GU, Y. Effects of running fatigue on lower extremity symmetry among amateur runners: From a biomechanical perspective. **Front Physiol**, 2022.

GÜNTHER, M.; BLICKHAN, R. Joint stiffness of the ankle and the knee in running. **J. Biomech**, 2002.

HANON, C.; THÉPAUT-MATHIEU, C. VANDEWALLE, H. Determination of muscular fatigue in elite runners. **Eur. J. Appl. Physiol**, 2005.

JEBABLI, N.; GRANACHER, U.; SELMI, M.; AL-HADDABI, B.; BEHM, D.; CHAOUACHI, A.; SASSI, R. Listening to Preferred Music Improved Running Performance without Changing the Pacing Pattern during a 6 Minute Run Test with Young Male Adults. **Sports (Basel)**, 2020.

JONES, A.; DOUST, J. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. **Journal of Sports Sciences**, 1996.

KAKOURIS, N.; YENER, N.; FONG, D. A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. **J Sport Health Sci**, 2021.

KARAGEORGHIS, C., PRIEST, D. Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part I). **International Review of Sport and Exercise Psychology**, 5(1), 44–66, 2012.

KARAGEORGHIS, C., PRIEST, D. Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part II). **International Review of Sport and Exercise Psychology**, 5(1), 67–84, 2012.

KAROW, M.; ROGERS, R.; PEDERSON, J.; WILLIAMS, T.; MARSHALL, M.; BALLMANN, C. Effects of Preferred and Nonpreferred Warm-Up Music on Exercise Performance. **Percept Mot Skills**, 2020. 127(5):912-924.

KAWABATA, M.; CHUA, K. A multiple mediation analysis of the association between asynchronous use of music and running performance. **J Sports Sci**, 2021.

LEE, S.; KIMMERLY, S. Influence of music on maximal self-paced running performance and passive post-exercise recovery rate. **J. Sport. Med. Phys. Fit**, 2016.

LÓPEZ, P. **Epidemiología de las Lesiones de Rodilla en Corredores Populares de Fondo**. Universidad Internacional de Andalucía, 2020.

LUO, Z.; ZHANG, X.; WANG, J.; YANG, Y.; XU, Y.; FU, W. Changes in Ground Reaction Forces, Joint Mechanics, and Stiffness during Treadmill Running to Fatigue. **Appl. Sci**, 2019.

MAAS, E.; DE BIE, J.; VANFLETEREN, R.; HOOGKAMER, W.; VANWANSEELE, B. Novice runners show greater changes in kinematics with fatigue compared with competitive runners. **Sport. Biomech**, 2018.

MADDIGAN, M.; SULLIVAN K.; HALPERIN, I.; BASSET, F. BEHM, D. High tempo music prolongs high intensity exercise. **PeerJ**, v.8, n.6, e6164, 2019.

MANCA, A.; CUGUSI, L.; POMIDORI, L.; FELISATTI, M.; ALTAVILLA, G.; ZOCCA, E.; ZOCCA, M.; BUSSU, F.; DVIR, Z.; DERIU, F. Listening to music while running alters ground reaction forces: a study of acute exposure to varying speed and loudness levels in young women and men. **Eur J Appl Physiol**, 2020.

MARTINEZ, C.; GARBETT, S.; HIROMASA, K.; JACKSON, R.; MIYA, E.; MIYA, M.; WHITE, J.; BAUM, B.; REINKING, M. Comparison of 2-D and 3-D Analysis of Running Kinematics and Actual Versus Predicted Running Kinetics. **Int J Sports Phys Ther**, 2022.

MEINERZ, C.; FRITZ, J.; CROSS, J.; DZIUK, C.; KIPP, K.; VETTER, C. Running to the beat: Does listening to music affect running cadence and lower extremity biomechanics? **Gait Posture**, 2023.

MIRANDA, M.; GODELI, M. Música, atividade física e bem-estar psicológico em idosos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 11, n. 4, p. 87-94, out./dez. 2003.

MÖHLER, F.; FADILLIOGLU, C.; STEIN T. Fatigue-Related Changes in Spatiotemporal Parameters, Joint Kinematics and Leg Stiffness in Expert Runners During a Middle-Distance Run. **Front Sports Act Living**, 2021.

NAKAMURA, P.; DEUSTCH, S. Influência da música preferida e não preferida no estado de ânimo e no desempenho de exercícios realizados na intensidade vigorosa. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, 2008. 22(4), 247–255.

NOGUCHI, K.; GEL, Y.; BRUNNER, E.; KONIETSCHKE, F. nparLD: An R Software Package for the Nonparametric Analysis of Longitudinal Data in Factorial Experiments. **Journal of Statistical Software**, 2012.

OLIVEIRA, H.; ROSA, R.; GOMEÑUKA, N.; PEYRÉ-TARTARUGA, L. Dynamic stability in stroke walking: the influence of speed. **Rev. Educ. Fis**, 2013.

OLIVEIRA, J., ALLOCCA, R. Influência da música em parâmetros da carga de treinamento em sessões de treinamento intervalado de alta intensidade utilizando peso corporal. SIMPÓSIO CAPIXABA DE FISILOGIA E BIOMECÂNICA APLICADA AO EXERCÍCIO FÍSICO, 2021.

PEREIRA, H.; PALMEIRA, A.; ENCANTADO, J.; MARQUES, M.; SANTOS, I.; CARRAÇA, E.; TEIXEIRA, P. Systematic Review of Psychological and Behavioral Correlates of Recreational Running. **Front. Psychol.**, 2021.

SALGADO, J.; MIKAIL, M. Corrida de rua: análise do crescimento do número de provas e de praticantes. **Conexões**, v.4, n.1, p.90–98, 2007.

SOUZA, Y.; SILVA, E. Efeitos psicofísicos da música no exercício: uma revisão. **Revista Brasileira de Psicologia do Esporte**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 33-45, 2010.

TATE, A.; GENNINGS, C.; HOFFMAN, R.; STRITTMATTER, A.; RETCHIN, S. Effects of Bone-Conducted Music on Swimming Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.4, p.982-988, 2012.

TERRY, P.; KARAGEORGHIS, C. Psychophysical effects of music in sport and exercise: an update on theory, research and application. **Australian Psychological Society**, 2006.

TERRY, P.; KARAGEORGHIS, C.; CURRAN, M.; MARTIN, O.; PARSONS-SMITH, R. Effects of music in exercise and sport: A meta-analytic review. **Psychological Bulletin**, v.146, n.2, p.91–117, 2020.

TERRY, P.; KARAGEORGHIS, C.; SAHA, A.; D'AURIA, S. Effects of synchronous music on treadmill running among elite triathletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 2012.

THUANY, M.; GOMES, T.; ESTEVAM, L.; ALMEIDA, M. Crescimento do número de corridas de rua e perfil dos participantes no Brasil. **Atividade física, esporte e saúde: temas emergentes**, 2021.

VAN DYCK, E.; BUHMANN, J.; LORENZONI, V. Instructed versus spontaneous entrainment of running cadence to music tempo. **Ann N Y Acad Sci**, 2021.

VAN OEVEREN, B.; DE RUITER, C.; BEEK, P.; VAN DIEËN, J. The biomechanics of running and running styles: a synthesis. **Sports Biomechanics**, 2021.

WANG, W.; TSAI, T.; ZHANG, C.; LIN, J.; DAI, W.; ZHANG, M.; POTTHAST, W.; LIU, Y.; WANG, S. Comparison of instantaneous knee kinematics during walking and running. **Gait Posture**, 2022.

WATERHOUSE, J.; HUDSON, P.; EDWARDS, B. Effects of music tempo upon submaximal cycling performance. **Scand J Med Sci Sports**, 2010.

WU, J.; ZHANG, L.; YANG, H.; LU, C.; JIANG, L.; CHEN, Y. The Effect of Music Tempo on Fatigue Perception at Different Exercise Intensities. **Int J Environ Res Public Health**, 2022.

YU, P.; LIANG, M.; FEKETE, G.; BAKER, J.; GU, Y. Effect of running-induced fatigue on lower limb mechanics in novice runners. **Technol Health Care**, 2021.

ZANDBERGEN, M.; MAROTTA, L.; BULTHUIS, R.; BUURKE, J.; VELTINK, P.; REENALDA, J. Effects of level running-induced fatigue on running kinematics: A systematic review and meta-analysis. **Gait & Posture**, 2023.

## ANEXO I

**Influência da Música no Padrão Motor de Corredores Amadores em Esteira****Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “**Influência da Música no Padrão Motor de Corredores Amadores em Esteira**”. Nesta pesquisa iremos realizar uma análise 3D da corrida sobre a influência da música no padrão motor dos membros inferiores de corredores amadores. Para que aceite o convite para participar como voluntário da pesquisa, antes gostaríamos de salientar alguns pontos:

**Procedimento:** A coleta será dividida em 3 dias distintos e o(a) senhor(a) deverá comparecer ao laboratório com intervalos mínimos de 48hrs entre um dia e outro, um dia para corrida sem música, um para música lenta ( $\leq 90$ bpm), e corrida com música rápida ( $\geq 120$ bpm). O(A) Sr.(a) deverá correr em uma esteira durante as 3 sessões dentro da velocidade estabelecida de 10 km/h durante 30 minutos, após um aquecimento de 5 min a 6 km/h. O(A) Sr.(a) deverá criar duas *playlists* contendo suas músicas preferidas para as duas situações, músicas lentas, e músicas rápidas, de forma que ambas *playlists* possuam, no mínimo, 30 minutos de duração. Essa seleção deve ser feita anteriormente a primeira visita, para que as substituições necessárias sejam feitas, caso alguma música não atenda as recomendações de ritmo. O(a) Sr.(a) terá marcadores retroreflexivos fixados com fita dupla face antialérgica nos membros inferiores, que serão captados por câmeras optoeletrônicas posicionadas ao redor da esteira. Essas câmeras permitirão a análise 3D dos membros inferiores durante a corrida.

**Benefícios:** Ao participar deste trabalho o(a) senhor(a) estará contribuindo para o avanço da ciência, e ainda terá informações necessárias para melhora da técnica da sua corrida. A partir das variáveis analisadas, seu treinador, ou o(a) Sr.(a), conseguirá identificar o seu padrão de movimento na corrida, e fazer os ajustes necessários para obter uma melhor performance. Respondendo à pergunta principal da pesquisa, o(a) Sr.(a), e a comunidade, terão conhecimento sobre a influência da música no padrão motor da corrida, e poderão optar pelo uso ou não desse recurso nos períodos de treino.

**Riscos:** A intervenção e a coleta não levarão o(a) senhor(a) a situações que já não esteja acostumado durante a sua rotina de treino, portanto, durante a execução da pesquisa poderão ocorrer riscos semelhantes aos já encontrados durante seu treinamento e prática de corrida, sendo os de lesões ósseas, musculares e articulares. Caso o indesejado aconteça, os pesquisadores acionarão de prontidão o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) anexo à divisão do Corpo de Bombeiros da Universidade Federal de Viçosa. Além desses riscos, há um possível constrangimento perante as câmeras de filmagem, porém, o(a) Sr.(a) não deve se preocupar, pois as imagens serão restritas ao uso exclusivo do pesquisador e sua identidade será devidamente preservada.

**Despesa e Indenização:** O(A) senhor(a) não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e não receberá remuneração por sua participação, tendo garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr.(a) é atendido(a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O(A) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão.

---

Assinatura do Participante

---

Assinatura do Pesquisador

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Laboratório de Análises Biomecânicas (LAB) localizado Departamento de Educação Física, na Universidade Federal de Viçosa, e a outra será fornecida ao Sr.(a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 a 10 anos após o término da pesquisa.

Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, Telefone \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos da pesquisa "**Influência da Música no Padrão Motor de Corredores Amadores em Esteira**" de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

---

Assinatura do Participante

---

Assinatura do Pesquisador

Para esclarecer quaisquer dúvidas, gerais e sobre a pesquisa:

**Pesquisador:** Arthur de Almeida Machado  
**Telefone:** (31) 97554-4866  
**E-mail:** arthurdealmeidamachado99@gmail.com

**Orientador(a):** Amanda Piaia Silvatti  
**Telefone:** (31) 99925-0407  
**E-mail:** amanda.silvatti@gmail.com

Em caso de discordância, irregularidades ou dúvidas sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG  
Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901. E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592.

Viçosa, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

## ANEXO II



## Influência da Música no Padrão Motor de Corredores Amadores em Esteira



## PAR-Q

## Physical Activity Readiness Questionnaire

## QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica antes do início da atividade física. Caso você marque SIM em alguma das perguntas, é aconselhável a realização da avaliação clínica e médica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

O bom senso é o seu melhor guia ao responder estas questões. Por favor, leia atentamente cada questão e marque SIM ou NÃO.

PERGUNTAS	SIM	NÃO
1. Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema cardíaco e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?		
2. Você sente dor no tórax quando pratica uma atividade física?		
3. No último mês você sentiu dor torácica quando não estava praticando atividade física?		
4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de tonturas ou perdeu a consciência quando estava praticando atividade física?		
5. Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?		
6. Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle da sua pressão arterial ou condição cardiovascular?		
7. Você tem conhecimento de alguma outra razão física que o impeça de participar de atividades físicas?		
Gostaria de comentar algum outro problema de saúde, seja de ordem física ou psicológica, que impeça a sua participação na atividade proposta?		
<b>Declaração de Responsabilidade</b>		
Assumo a veracidade das informações prestadas no questionário "PAR-Q" e afirmo estar liberado(a) pelo meu médico para participação em atividades físicas.		

Viçosa, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Voluntário

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

## ANEXO III

## Influência da Música no Padrão Motor de Corredores Amadores em Esteira



Formulário de Caracterização da Amostra



1. Nome: \_\_\_\_\_

2. Idade: \_\_\_\_\_ 3. Telefone para contato: \_\_\_\_\_

4. Tempo de prática de corrida: \_\_\_\_\_

5. Histórico de lesão (tempo): \_\_\_\_\_

6. Volume de treino (km/semana): \_\_\_\_\_

7. Já participou de competições de corrida? ( ) Sim ( ) Não

a. Distância: \_\_\_\_\_

b. Tempo: \_\_\_\_\_

8. Possui experiência com corrida em esteira? ( ) Sim ( ) Não

9. Costuma ouvir música durante os treinos? ( ) Sim ( ) Não

a. Qual o seu estilo preferido? \_\_\_\_\_

b. Prefere músicas rápidas ou lentas? \_\_\_\_\_

c. Que diferença você sente entre correr com música e sem música?

---



---



---



---



---



---



---

 Assinatura do Voluntário

---

 Assinatura do Pesquisador