



Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos - UNICEPLAC
Curso de Educação Física Bacharelado Semipresencial
Trabalho de Conclusão de Curso

**COMPARAÇÃO DE VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS E
DESEMPENHO FUNCIONAL ENTRE CORREDORES E NÃO
CORREDORES EM TESTE ERGOMÉTRICO: O IMPACTO DA
IDADE E DA MASSA CORPORAL**

Gama-DF
2026

**PAULO PAIVA JÚNIOR
PAULO ROBERTO JUNIO DE GODOI OLIVEIRA**

**COMPARAÇÃO DE VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS E
DESEMPENHO FUNCIONAL ENTRE CORREDORES E NÃO
CORREDORES EM TESTE ERGOMÉTRICO: O IMPACTO DA
IDADE E DA MASSA CORPORAL**

Artigo apresentado como requisito para conclusão
do curso de Bacharelado em Educação Física do
Centro Universitário do Planalto Central
Apparecido dos Santos – UNICEPLAC.

Orientador: Prof. Dr. Rafael dos Reis Vieira Olher

**PAULO PAIVA JÚNIOR
PAULO ROBERTO JUNIO DE GODOI OLIVEIRA**

**COMPARAÇÃO DE VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS E
DESEMPENHO FUNCIONAL ENTRE CORREDORES E NÃO
CORREDORES EM TESTE ERGOMÉTRICO: O IMPACTO DA
IDADE E DA MASSA CORPORAL**

Artigo apresentado como requisito para conclusão
do curso de Bacharelado em Educação Física do
Centro Universitário do Planalto Central
Apparecido dos Santos – UNICEPLAC.

Gama-DF, 12 de junho de 2026.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Rafael dos Reis Vieira Olher
Orientador

Prof. Dr. Arilson Fernandes Mendonça de Sousa
Examinador

COMPARAÇÃO DE VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS E DESEMPENHO FUNCIONAL ENTRE CORREDORES E NÃO CORREDORES EM TESTE ERGOMÉTRICO: O IMPACTO DA IDADE E DA MASSA CORPORAL

PAULO PAIVA JÚNIOR
PAULO ROBERTO JUNIO DE GODOI OLIVEIRA

Resumo:

A corrida de rua destaca-se pelo amplo crescimento e associação com a melhora da aptidão física, porém as respostas cardiorrespiratórias integradas nem sempre evidenciam discrepâncias óbvias quando comparadas a populações não praticantes. O presente estudo teve como objetivo comparar variáveis de desempenho obtidas em teste ergométrico máximo entre corredores e não corredores, analisando as respostas de frequência cardíaca (FC), consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$) e velocidades associadas ao esforço. A metodologia consistiu em uma pesquisa quantitativa e transversal com 20 voluntários do sexo masculino, divididos em dois grupos: Corredores ($n = 10$, experientes em provas de rua) e Não Corredores ($n = 10$, indivíduos ativos não corredores). Todos os sujeitos realizaram avaliações antropométricas e foram submetidos a um teste ergométrico máximo incremental em esteira no Laboratório de Avaliação Física da Uniceplac. Os resultados da caracterização da amostra demonstraram que o grupo de não corredores era estatisticamente mais jovem ($30,3 \pm 9,3$ anos vs. $38,6 \pm 9,0$ anos; $p < 0,05$) e possuía maior peso corporal total ($80,4 \pm 12,8$ kg vs. $70,8 \pm 12,8$ kg; $p < 0,05$), situando-se na faixa de sobrepeso/obesidade grau 1, enquanto os corredores eram eutróficos. Na análise das variáveis hemodinâmicas e funcionais, os valores de frequência cardíaca de limiar ($160,2 \pm 18,8$ bpm vs. $167,7 \pm 7,1$ bpm), frequência cardíaca máxima ($177,8 \pm 10,2$ bpm vs. $178,5 \pm 9,8$ bpm), frequência cardíaca de recuperação ($-27,1 \pm 9,5$ bpm vs. $-26,7 \pm 8,7$ bpm), $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($44,5 \pm 3,6$ vs. $41,1 \pm 6,8$ ml.kg.min^{-1}), velocidade no limiar ($11,2 \pm 1,1$ km/h vs. $11,1 \pm 1,8$ km/h) e velocidade aeróbia máxima ($13,8 \pm 1,0$ km/h vs. $13,1 \pm 2,0$ km/h) foram semelhantes entre os grupos, sem diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Conclui-se que o treinamento crônico de corrida foi capaz de mitigar o declínio fisiológico esperado decorrente do avanço da idade no grupo de corredores, permitindo que indivíduos cerca de oito anos mais velhos apresentassem um rendimento funcional e uma eficiência cardiovascular equivalentes aos de sujeitos mais jovens. Do ponto de vista mecânico e cinesiológico, infere-se que, apesar da similaridade na aptidão física momentânea em laboratório, o menor peso e as adaptações teciduais específicas conferem aos corredores um aparelho locomotor mais resiliente e com menor suscetibilidade a lesões por sobrecarga em comparação aos não praticantes.

Palavras-chave: Corrida de rua; Teste de esforço; Sistema cardiovascular; Fisiologia do exercício; Antropometria.

Abstract:

Road running stands out for its widespread growth and association with improved physical fitness; however, integrated cardiorespiratory responses do not always show obvious discrepancies when compared to non-running populations. This study aimed to compare performance variables obtained in a maximal ergometric test between runners and non-runners, analyzing heart rate (HR), maximum oxygen consumption (VO₂max), and speed responses associated with effort. The methodology consisted of a quantitative, cross-sectional study with 20 male volunteers, divided into two groups: Runners (n = 10, experienced in road races) and Non-Runners (n = 10, active non-runners). All subjects underwent anthropometric assessments and were submitted to an incremental maximal ergometric test on a treadmill at the Physical Assessment Laboratory of Uniceplac. The results of the sample characterization demonstrated that the non-runner group was statistically younger (30.3 ± 9.3 years vs. 38.6 ± 9.0 years; $p < 0.05$) and had a higher total body weight (80.4 ± 12.8 kg vs. 70.8 ± 12.8 kg; $p < 0.05$), placing them in the overweight/obesity grade 1 range, while the runners were eutrophic. In the analysis of hemodynamic and functional variables, the threshold heart rate values (160.2 ± 18.8 bpm vs. 167.7 ± 7.1 bpm), maximum heart rate (177.8 ± 10.2 bpm vs. 178.5 ± 9.8 bpm), recovery heart rate (-27.1 ± 9.5 bpm vs. -26.7 ± 8.7 bpm), VO₂max (44.5 ± 3.6 vs. 41.1 ± 6.8 ml.kg.min⁻¹), threshold speed (11.2 ± 1.1 km/h vs. 11.1 ± 1.8 km/h), and maximum aerobic speed (13.8 ± 1.0 km/h vs. 13.1 ± 2.0 km/h) were similar between the groups, with no statistically significant difference ($p > (0.05)$). It is concluded that chronic running training was able to mitigate the expected physiological decline resulting from advancing age in the group of runners, allowing individuals approximately eight years older to present functional performance and cardiovascular efficiency equivalent to those of younger subjects. From a mechanical and kinesiological point of view, it is inferred that, despite the similarity in momentary physical fitness in the laboratory, the lower weight and specific tissue adaptations give runners a more resilient locomotor system with less susceptibility to overuse injuries compared to non-runners.

Keywords: Road running; Exercise test; Cardiovascular system; Exercise physiology; Anthropometry.

1 INTRODUÇÃO

A corrida é uma das formas mais antigas de locomoção humana, tendo evoluído a partir do aprimoramento da marcha bípede e de adaptações anatômicas e fisiológicas que favoreceram a locomoção eficiente por longas distâncias. O desempenho na corrida é determinado por uma combinação de fatores anatômicos, fisiológicos e comportamentais, os quais contribuem para diferenciar praticantes recreacionais de corredores mais treinados e atletas de maior rendimento. (Vernillo et al., 2016)

Nas últimas décadas, a corrida de rua consolidou-se como uma das modalidades esportivas mais praticadas, em razão de sua acessibilidade, baixo custo e associação com benefícios à saúde, como melhora da aptidão cardiorrespiratória, redução do risco de doenças cardiovasculares e controle do peso corporal. Além disso, trata-se de uma atividade utilizada tanto para fins recreacionais quanto competitivos, com provas em diferentes distâncias e exigências fisiológicas variadas. (Vernillo *et al.*, 2016; Sanfelice *et al.*, 2017)

Do ponto de vista fisiológico, o desempenho na corrida depende fortemente da capacidade aeróbia, da eficiência do sistema cardiovascular e da capacidade de sustentar intensidades próximas ao limiar durante o esforço. Variáveis como frequência cardíaca no limiar, frequência cardíaca máxima, frequência cardíaca de recuperação, consumo máximo de oxigênio e velocidade aeróbia máxima são amplamente utilizadas para avaliar essas respostas e estimar o nível de aptidão física durante esforços progressivos ou máximos (Guglielmo *et al.*, 2012; Srivastava *et al.*, 2024).

Embora corredores apresentem, teoricamente, maior adaptação ao esforço aeróbio, nem sempre as diferenças entre praticantes de corrida e não corredores são claramente evidenciadas em testes fisiológicos. Isso ocorre porque o desempenho não depende apenas do consumo máximo de oxigênio, mas também de fatores como economia de corrida, limiar fisiológico, eficiência mecânica e histórico de treinamento, os quais podem influenciar a resposta ao teste ergométrico (Unhjem, 2024).

A avaliação da aptidão cardiorrespiratória apresenta relevância tanto no contexto esportivo quanto na promoção da saúde, uma vez que o exercício físico regular está associado à melhora da função cardiovascular e metabólica. Nesse sentido, o teste ergométrico constitui uma ferramenta útil para a análise das respostas fisiológicas ao esforço e para a comparação entre grupos com diferentes níveis de envolvimento com a prática da corrida (Belanger; Rao; Robbins, 2022).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo comparar variáveis de desempenho obtidas em teste ergométrico entre corredores e não corredores, com foco nas respostas de frequência cardíaca, consumo máximo de oxigênio e velocidades associadas ao esforço máximo e ao limiar.

2 METODOLOGIA

A metodologia aplicada na realização do presente estudo foi analisada e aprovada pelo Comitê de Ética de Pesquisas em seres humanos do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (Uniceplac) (CAAE: 69236223.8.0000.5058, parecer n. 6.132.065).

2.1 Participantes

Este será um estudo quantitativo, transversal e exploratório onde participaram do estudo 20 voluntários de ambos os sexos, dividido em dois grupos, sendo um grupo de corredores (n=10) e um grupo controle formado por pessoas fisicamente ativas, mas que não praticam corrida (n=10) que cumpriam a recomendação de praticar pelo menos 150 minutos de atividade física moderada por semana. Como critério de segurança cardiovascular prévia ao teste ergométrico, foi aplicado o questionário de prontidão para atividade física (*Physical Activity Readiness Questionnaire* - PAR-Q), sendo incluídos apenas indivíduos sem restrições clínicas apontadas pelo instrumento. Para fins de caracterização da amostra foram feitas avaliações antropométricas: massa corporal (kg), estatura (m), Índice Massa Corporal – IMC [$\text{kg} \cdot (\text{m}^2)^{-1}$]. Os participantes foram recrutados por conveniência por meio de informativos digitais divulgados em redes e mídias sociais.

Todos receberam informações pertinentes sobre o projeto e quanto a eventuais riscos e benefícios da participação no estudo, os voluntários que concordaram em participar do estudo assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Os participantes do estudo foram submetidos a uma avaliação física para analisar o nível de mobilidade articular de cada segmento corporal. O presente projeto obedeceu às exigências da Resolução 466/12 e 710/22 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil.

Os voluntários foram orientados a se manterem hidratados e bem alimentados, assim como a se apresentarem para os testes com vestimenta adequada (shorts e camiseta leves) para a prática da corrida. Os avaliados foram orientados a não realizarem esforço físico, não ingerirem bebidas

alcoólicas ou estimulantes à base de cafeína ou taurina nas 48 horas antecedentes aos experimentos para fins de padronização de realização de todos os procedimentos.

2.2 Critérios de Inclusão

- 1) Ter idade entre 18 e 59 anos;
- 2) Ser praticante frequente de corrida de rua a pelo menos 1 ano, ter experiência em treinamento para provas de rua (5-, 10-, 21- ou 42-km);
- 3) Estar treinando regularmente a pelo menos 6 meses.

2.3 Critérios de Exclusão

- 1) Ter idade abaixo de 18 anos ou superior a 59;
- 2) Ser atleta profissional;
- 3) Ser atleta de pista.

As coletas foram conduzidas por avaliadores submetidos a um treinamento adequado para a aplicação de testes sem intercorrências, dentro dos padrões de normalidade e segurança exigidos para este fim. Ademais, todas as avaliações aconteceram dentro das dependências do Centro Universitário Uniceplac.

2.4 Procedimentos

Massa corporal e Estatura

Para medida de massa corporal total será utilizada a balança eletrônica portátil (Mi Body Composition Scale 2, Xiaomi, China) utilizando a própria configuração do equipamento, a estatura foi medida por meio de um estadiômetro de parede (Sanny, Brasil) com precisão de 0,1cm, a medida será realizada com o participante em posição ortostática com os pés unidos e calcanhares encostados na parede.

Teste Ergométrico

O teste ergométrico (TE) é um procedimento clínico fundamental que avalia as respostas do sistema cardiovascular, respiratório e muscular ao exercício físico padronizado, realizado em esteira ou cicloergômetro. Sua aplicação é ampla, servindo para o diagnóstico (como isquemia miocárdica, arritmias e hipertensão de esforço), estratificação de risco e prescrição de exercício.

2.5 Preparação antes do teste

Para a preparação prévia é necessário a anamnese, exame físico e eletrocardiograma (ECG) de repouso, sendo obrigatórios para identificar riscos e contraindicações. Nesse sentido, é preciso observar as condições da sala como temperatura, umidade e ambiente, no qual, devem ser padronizados. A presença de profissional treinado, professor responsável, monitorização contínua, equipamento de emergência e rotinas de resposta a intercorrências é imprescindível para a segurança.

2.6 Execução do teste

Ergômetro e protocolo

- Equipamentos utilizados: esteira ergométrica, máscara facial oronasal de silicone e tabela de percepção de esforço.
- Protocolo incremental: carga inicial baixa, aumentos graduais para atingir esforço máximo em ~8–12 minutos.

Monitorização durante o esforço

- Durante toda a fase de exercício, monitora-se continuamente o eletrocardiograma ECG, frequência cardíaca (FC), pressão arterial e a presença de sintomas clínicos.
- Quando se realiza o CPET, adiciona-se a análise de gases respiratórios para medir o consumo de oxigênio (VO_2), a produção de gás carbônico (VCO_2) e a ventilação, proporcionando uma avaliação mais profunda do limiar metabólico

2.7 Critérios de interrupção e recuperação

O teste é interrompido por exaustão ou limitação voluntária do paciente. Outros critérios de parada obrigatória incluem: alterações isquêmicas graves no ECG, arritmias significativas, resposta pressórica anormal (queda de pressão ou elevação excessiva), e sintomas intensos como dor torácica anginosa, síncope ou dispneia grave.

Após o término da carga de esforço, o paciente entra na fase de recuperação. A monitorização contínua de ECG, FC e pressão arterial deve ser mantida por vários minutos até que

os parâmetros retornem próximos aos valores basais, permitindo a identificação de possíveis alterações pós-esforço.

2.8 Análise estatística

A normalidade e homogeneidade das variâncias dentro dos dados serão avaliadas com os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os dados de caracterização de amostra serão apresentados em valores absolutos distribuídos em média e desvio padrão ($\pm$), as informações referentes às variáveis de desempenho (VO_2max , FC, Velocidade) serão analisados por meio do Teste T de *Student*, respeitando um nível de significância de 95%. A organização e análise dos dados serão realizadas por meio do software Excel-Office 365 (Microsoft, USA).

3 RESULTADOS

A caracterização da amostra se deu por meio da descrição da idade, sendo o grupo de não corredores mais jovens ($p < 0.05$) em relação ao grupo de corredores, e avaliação antropométrica por peso tendo o grupo de não corredores apresentado um peso maior em comparação ao grupo de corredores ($p < 0.05$), estatura (sem diferença entre os grupos) e IMC, apresentando uma classificação normal para o grupo de corredores e obesidade grau 1 para o grupo de não corredores, sem diferença estatística entre os grupos ($p > 0.05$), conforme descrito pela tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização da amostra

	Corredores (n=10)	Não corredores (n=10)
Idade (Anos)	38,6 $\pm$ 9,0	30,3 $\pm$ 9,3*
Peso (Kg)	70,8 $\pm$ 12,8	80,4 $\pm$ 12,8*
Estatura (m)	1,70 $\pm$ 0,1	1,75 $\pm$ 0,1
IMC (Kg/m²)	24,3 $\pm$ 2,9	26,2 $\pm$ 3,9

IMC: Índice de Massa Corporal

Na Tabela 2, são apresentados os dados de frequência cardíaca e $\text{VO}_2\text{máx}$. Os valores de frequência cardíaca no limiar, frequência cardíaca máxima, frequência cardíaca de recuperação e $\text{VO}_2\text{máx}$ foram semelhantes entre corredores e não corredores, sem diferença estatisticamente significativa.

Tabela 2 – Dados de frequência cardíaca e VO₂máx

	Corredores (n=10)	Não corredores (n=10)
FClim (bpm)	160,2 ±18,8	167,7 ±7,1
FCmax (bpm)	177,8 ±10,2	178,5 ±9,8
FCrep (bpm)	-27,1 ±9,5	-26,7 ±8,7
VO₂max (ml.kg.min⁻¹)	44,5 ±3,6	41,1 ±6,8

FClim: Frequência cardíaca limiar; FCmax: Frequência cardíaca máxima; FCrep: Frequência cardíaca de recuperação; VO₂max: Consumo máximo de oxigênio.

A Tabela 3 mostra os dados de velocidade obtidos no teste ergométrico. Os valores de velocidade no limiar e de velocidade aeróbia máxima foram próximos entre os grupos, também sem diferença estatisticamente significativa.

Tabela 3 – Dados de velocidade

	Corredores (n=10)	Não corredores (n=10)
Vlim (km/h)	11,2±1,1	11,1 ±1,8
VAM (km/h)	13,8 ±1,0	13,1 ±2,0

Vlim: Velocidade de limiar; VAM: Velocidade aeróbia máxima.

4 DISCUSSÃO

4.1 Perfil fisiológico e características antropométricas dos grupos

A análise inicial da amostra revelou perfis antropométricos e fisiológicos distintos entre os grupos. No que se refere à composição corporal, o grupo controle (não corredores) apresentou valores de massa corporal absoluta e índice de massa corporal (IMC) significativamente maiores (80,4 ±12,8 kg e 26,2 ±3,9 kg/m²), classificando-se em média na faixa de sobrepeso. Em contrapartida, os corredores apresentaram um perfil eutrófico padrão (70,8 ±12,8 kg e 24,3 ±2,9 kg/m²), o que reflete a adaptação morfológica crônica exigida pelo treinamento de corrida para otimização da economia de movimento e redução do impacto articular.

Em relação à aptidão cardiorrespiratória, a interpretação do consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) evidencia um panorama fisiológico importante. O grupo de não corredores atingiu um VO₂máx médio de 41,1 ±6,8 ml.kg.min⁻¹. Segundo as diretrizes de estratificação do *American*

College of Sports Medicine (ACSM), para a média de idade deste grupo (cerca de 30 anos), esse valor os classifica com uma aptidão física "Boa" (situando-se acima da média populacional sedentária). Esse achado era esperado e valida o critério de inclusão do estudo, visto que se tratam de indivíduos fisicamente ativos, mesmo que em outras modalidades.

Por outro lado, o grupo de corredores, apesar de apresentar uma idade cronológica significativamente mais avançada (média de 38,6 anos), alcançou um $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de $44,5 \pm 3,6 \text{ ml.kg.min}^{-1}$. Ao cruzar esse valor com a tabela normativa do ACSM para homens próximos à quarta década de vida, o grupo atinge o percentil classificado como "Excelente". Essa interpretação demonstra que o treinamento específico e contínuo de *endurance* conferiu aos corredores uma reserva funcional de excelência, capaz de compensar o declínio fisiológico natural provocado pela idade e mantê-los em um patamar de saúde cardiorrespiratória superior ao de adultos quase uma década mais jovens.

Essa configuração do perfil fisiológico exerce influência direta sobre as variáveis de desempenho funcional. O menor peso corporal observado nos corredores corrobora com a literatura clássica, a qual aponta que a prática regular de modalidades de *endurance* induz a adaptações na composição corporal, promovendo menor percentual de gordura, alterações benéficas na adiposidade e otimização da eficiência mecânica pela redução da massa morta (Belanger; Rao; Robbins, 2022). A redução continuada da gordura visceral e o incremento na sinalização metabólica do tecido adiposo são marcas adaptativas de indivíduos cronicamente ativos (Belanger; Rao; Robbins, 2022).

Por outro lado, a juventude biológica observada no grupo de não corredores atua como uma variável importante. Indivíduos mais jovens tendem a preservar uma maior integridade estrutural e funcional de sistemas orgânicos essenciais ao desempenho físico, como a homeostase de glicose e uma eficiência basal elevada dos sistemas cardiovascular e pulmonar (Belanger; Rao; Robbins, 2022; Srivastava *et al.*, 2024). Adicionalmente, as taxas de declínio da capacidade funcional e o comportamento da frequência cardíaca sofrem forte interferência do avanço da idade cronológica, fazendo com que a vantagem da menor idade no grupo controle possa mimetizar ou compensar a falta de um treinamento aeróbio sistematizado sob condições agudas de esforço (Srivastava *et al.*, 2024).

4.2 Resposta cardíaca ao esforço máximo e adaptações autonômicas

Ao analisar o comportamento cardiovascular durante e após o teste ergométrico máximo, observou-se uma similaridade estatística entre as respostas de frequência cardíaca no limiar (FClim: $160,2 \pm 18,8$ bpm vs. $167,7 \pm 7,1$ bpm) e frequência cardíaca máxima (FCmax: $177,8 \pm 10,2$ bpm vs. $178,5 \pm 9,8$ bpm) para corredores e não corredores, respectivamente. Do ponto de vista fisiológico, a FCmax sofre um declínio linear e previsível associado ao envelhecimento natural, mediado por alterações intrínsecas no nó sinoatrial e na diminuição da responsividade dos receptores beta-adrenérgicos às catecolaminas circulantes (Antelmi *et al.*, 2008). Desse modo, a ausência de diferença significativa na FCmax reflete o equilíbrio gerado pela diferença cronológica entre os participantes do estudo, dentre ele cita-se a maior idade dos corredores ($38,6 \pm 9,0$ anos) reduziu sua FCmax teórica, equiparando-a aos valores dos não corredores que, apesar de desprovidos do histórico de treino de *endurance*, contavam com a vantagem de uma menor idade cronológica ($30,3 \pm 9,3$ anos).

No que tange à frequência cardíaca de recuperação (FCrep), os dados demonstraram quedas equivalentes após o esforço máximo ($-27,1 \pm 9,5$ bpm para corredores e $-26,7 \pm 8,7$ bpm para não corredores). A desaceleração da FC imediatamente após a interrupção do exercício é coordenada pela reativação parassimpática (vagal) concomitante ao desabastecimento da atividade simpática (Antelmi *et al.*, 2008; Bentley *et al.*, 2020). Em indivíduos saudáveis, as taxas mais expressivas de queda da frequência cardíaca concentram-se justamente nos primeiros dois minutos pós-esforço (Antelmi *et al.*, 2008). Embora o treinamento crônico de corrida tenda a exacerbar o tônus vagal e acelerar a queda da FC após testes exaustivos (Bentley *et al.*, 2020), a literatura demonstra que indivíduos mais jovens também apresentam intrinsecamente uma recuperação autonômica acelerada e maior variabilidade da frequência cardíaca em repouso e pós-esforço (Antelmi *et al.*, 2008).

Esse cenário justifica a ausência de diferença estatística na FCrep do presente estudo: a juventude biológica do grupo controle atuou como uma variável interveniente que compensou a falta de treinamento sistematizado, mimetizando a eficiência da reativação vagal e o controle autonômico periférico desenvolvidos pelo grupo de corredores experientes mais velhos.

Ademais, deve-se considerar que a cinética de recuperação parassimpática e os índices de variabilidade da frequência cardíaca são altamente dependentes da magnitude do estresse metabólico e da percepção subjetiva do esforço acumulados ao término do protocolo (Ndongo *et*

al., 2023). O acúmulo agudo de metabólitos energéticos (como o lactato sanguíneo) e escores elevados de esforço percebido exercem um efeito depressor transitório sobre os índices vagais da recuperação (Ndongo *et al.*, 2023). Como ambos os grupos foram testados até a exaustão voluntária em ambiente laboratorial, as demandas homeostáticas agudas e a saturação adrenérgica mútua equalizaram temporariamente a modulação parassimpática na transição imediata do pós-exercício (Bentley *et al.*, 2020; Ndongo *et al.*, 2023).

4.3 Capacidade aeróbia e desempenho funcional

As variáveis determinantes da aptidão cardiorrespiratória e do desempenho funcional em esteira avaliados ($\text{VO}_2\text{máx}$, V_{lim} e V_{AM}), não evidenciaram discrepâncias estatisticamente significativas entre os grupos. O $\text{VO}_2\text{máx}$ relativo tende a decrescer progressivamente com o avanço da idade (Unhjem, 2024). No presente estudo, a média do $\text{VO}_2\text{máx}$ dos corredores ($44,5 \pm 3,6 \text{ ml.kg.min}^{-1}$) situou-se numericamente acima do grupo controle ($41,1 \pm 6,8 \text{ ml.kg.min}^{-1}$), porém sem atingir significância estatística. Esse fenômeno sugere que o estímulo mecânico e metabólico da corrida regular nos sujeitos mais velhos foi capaz de mitigar a perda fisiológica do $\text{VO}_2\text{máx}$ decorrente do envelhecimento, sustentando um patamar aeróbio condizente com o de indivíduos cerca de 8 anos mais jovens (Unhjem, 2024).

Paralelamente, a ausência de diferenças nas variáveis dinâmicas de velocidade (V_{lim} e V_{AM}) indica uma inesperada equivalência na eficiência mecânica momentânea e na economia de corrida entre os grupos em estado descansado. Em condições de repouso, indivíduos treinados e não treinados podem exibir valores similares de economia de corrida (Zanini; Folland; Blagrove, 2024). Contudo, a literatura contemporânea aponta que a avaliação isolada dessas variáveis em estado pleno de repouso falha em mensurar um componente crucial do rendimento de *endurance*: a durabilidade (ou resiliência fisiológica), definida como a capacidade do atleta de resistir à degradação dos parâmetros determinantes do desempenho ao longo do tempo (Unhjem, 2024; Zanini; Folland; Blagrove, 2024).

Durante estímulos prolongados de corrida, indivíduos sem histórico de treinamento especializado manifestam uma rápida e acentuada deterioração da RE (elevação do custo de oxigênio e de energia) e um declínio acentuado no $\text{VO}_2\text{máx}$ atingível, ao passo que corredores treinados demonstram maior resiliência para sustentar a estabilidade dessas variáveis metabólicas

(Unhjem, 2024; Zanini; Folland; Blagrove, 2024). Essa diferença na estabilidade biológica ajuda a explicar os achados mecânicos do teste.

O fato de os não corredores atingirem limiares e velocidades máximas agudas semelhantes ($11,1 \pm 1,8$ km/h e $13,1 \pm 2,0$ km/h) aos corredores ($11,2 \pm 1,1$ km/h e $13,8 \pm 1,0$ km/h) sugere-se que o fato de o teste incremental ter sido realizado de forma direta e em estado de repouso. Sob esforço agudo inicial, a maior massa muscular total inerente ao peso corporal elevado dos não corredores gerou capacidade de produção de força propulsiva na esteira, suprimindo a ausência de refinamento técnico específico. Adicionalmente, sabe-se que a inclusão de estímulos de força localizada ao treinamento de *endurance* potencializa significativamente a economia de corrida e a velocidade aeróbia máxima por meio do aprimoramento da rigidez musculotendínea e coordenação neuromuscular, sem necessariamente alterar o $\text{VO}_{2\text{pico}}$ (Prieto-González; Sedlacek, 2022).

Portanto, embora os não corredores consigam desempenhar de forma semelhante aos corredores em um espectro de curta duração e ambiente descansado, a ausência de adaptações crônicas e específicas do *endurance* os torna consideravelmente mais suscetíveis à fadiga precoce e à perda de eficiência mecânica diante de cenários que exijam sustentação prolongada do esforço (Prieto-González; Sedlacek, 2022; Unhjem, 2024; Zanini; Folland; Blagrove, 2024).

4.4 Capacidades físicas e riscos de lesão

Embora os dados funcionais de laboratório tenham indicado uma equivalência na capacidade aeróbia crônica entre os grupos (Tabelas 2 e 3), a interpretação desses achados sob a ótica da biomecânica e da epidemiologia de lesões revela cenários nitidamente distintos para corredores e não corredores. A corrida de rua é uma modalidade caracterizada por gestos motores cíclicos de alto impacto, em que as forças de reação do solo podem atingir de duas a três vezes o peso corporal do indivíduo a cada passada. Nesse sentido, as discrepâncias antropométricas observadas na caracterização da amostra exercem papel preponderante na determinação dos riscos de acometimentos osteomioarticulares (Prieto-González; Sedlacek, 2022; Rao; Belanger; Robbins, 2022).

O grupo de não corredores apresentou massa corporal significativamente elevada ($80,4 \pm 12,8$ kg) e classificação compatível com sobrepeso/obesidade grau 1 (Tabela 1). Fisiologicamente, o excesso de tecido adiposo atua como uma "massa morta", aumentando o estresse mecânico sobre as articulações que suportam carga, como quadris, joelhos e tornozelos. Sem o estímulo crônico e

especializado da corrida, este grupo potencialmente carece de adaptações teciduais específicas, tais como o aumento da rigidez tendínea, maior densidade mineral óssea em zonas de estresse e hipertrofia da musculatura estabilizadora (Prieto-González; Sedlacek, 2022).

As alterações na mecânica e na distribuição de carga são agravadas conforme a fadiga se desenvolve, modificando o trabalho articular e gerando sobrecarga nas estruturas periféricas de sujeitos com menor nível de condicionamento (Zanini; Folland; Blagrove, 2024). Consequentemente, a exposição súbita ou prolongada desses indivíduos à corrida de rua eleva exponencialmente o risco de desenvolvimento de lesões por sobrecarga físico-mecânica, como a tendinopatia patelar, a fasciíte plantar e a síndrome do estresse tibial medial (canelite).

Em contrapartida, o grupo de corredores exibiu perfil de eutrofia e menor peso corporal ($70,8 \pm 12,8$ kg) (Tabela 1), o que atenua diretamente a magnitude das forças de impacto a serem dissipadas pelo aparelho locomotor. A prática regular e sistematizada da corrida promove o desenvolvimento sinérgico de outras capacidades físicas fundamentais, como a resistência de força localizada e a eficiência neuromuscular. Essas valências físicas atuam como um mecanismo de proteção integrada, otimizando a distribuição de cargas durante a fase de apoio da marcha e retardando o surgimento da fadiga muscular periférica (Prieto-González; Sedlacek, 2022).

O treinamento físico contínuo também está associado à modulação de marcadores não tradicionais de saúde musculoesquelética e ao aprimoramento da modulação autonômica e do tônus muscular estabilizador (Rao; Belanger; Robbins, 2022). Portanto, conclui-se que, apesar da similaridade na aptidão cardiorrespiratória entre os grupos, sugere-se que o grupo de corredores apresenta um aparelho locomotor substancialmente mais resiliente e adaptado às exigências mecânicas da modalidade, usufruindo de um efeito protetor que minimiza drasticamente o risco de lesões em comparação aos não praticantes (Rao; Belanger; Robbins, 2022; Prieto-González; Sedlacek, 2022).

4.5 Limitações do estudo

O estudo conta com limitações pontuais, como número de participantes reduzido, bem como o não controle absoluto referente a estratificações por nível de condicionamento, sexo ou idade. Além disso, a diferença de idade entre grupo corredores e grupos controle pode ser identificado como um possível fator de confundimento na análise dos dados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo cumpriu o objetivo de comparar o desempenho cardiorrespiratório entre praticantes de corrida de rua e não praticantes, revelando que as discrepâncias fisiológicas nem sempre são óbvias em testes laboratoriais. Embora o rendimento funcional momentâneo tenha se mostrado estatisticamente similar entre os grupos em termos de VO_{2max} e frequências cardíacas, a análise evidenciou que o desempenho é uma resultante complexa da integração entre biologia e treinamento, onde fatores como idade e massa corporal atuam como variáveis intervenientes.

Os achados parecem confirmar a hipótese do papel protetor do exercício, visto que o grupo de corredores, apesar de apresentar idade cronológica significativamente maior (cerca de 8 anos), exibiu um rendimento funcional e uma eficiência cardiovascular equivalentes aos de indivíduos mais jovens e ativos. Esse achado demonstra que o treinamento crônico mitigou o declínio fisiológico esperado com o envelhecimento, mantendo a eficiência cardiovascular em idades mais avançadas e conferindo ao grupo um aparelho locomotor mais resiliente e adaptado a sobrecargas físico-mecânicas.

Parece confirma a hipótese que a corrida de rua é um potente aliado na manutenção da saúde funcional, mas sua prática exige cuidados específicos na prescrição profissional, especialmente para indivíduos com sobrepeso, devido ao estresse articular causado pelo excesso de massa corporal. Recomenda-se a inclusão de exercícios de fortalecimento, a progressão gradual do impacto para aumentar a densidade óssea e o uso de testes ergométricos incrementais como ferramenta essencial para monitorar a segurança cardiovascular e individualizar as zonas de treinamento.

REFERÊNCIAS

- ANTELMÍ, Ivana; CHUANG, Eliseu Yung; GRUPI, Cesar José; LATORRE, Maria do Rosário Dias de Oliveira; MANSUR, Alfredo José. Recuperação da Frequência Cardíaca após Teste de Esforço em Esteira Ergométrica e Variabilidade da Frequência Cardíaca em 24 Horas em Indivíduos Sadios. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 90, n. 6, p. 413-418, 2008. Disponível em: [art ANTELMÍ Recuperaçao da frequencia cardiaca após teste de 2008.pdf](#).
- BARBOSA, Rhennan Rodrigues. Effect of aerobic training volume on VO2max and time trial of runners: A systematic review. **Journal of Human Sport and Exercise**, v. 19, n. 4, p. 1139-1150, 2024. Disponível em: [\[PDF\] Effect of aerobic training volume on VO2max and time trial of runners | Semantic Scholar](#).
- BELANGER, Matthew J.; RAO, Prashant; ROBBINS, Jeremy M. Exercise, Physical Activity, and Cardiometabolic Health: Pathophysiologic Insights. **Cardiology in Review**, v. 30, n. 3, p. 134-144, maio/jun. 2022.
- BENTLEY, Robert F.; VECCHIARELLI, Emily; BANKS, Laura; GONÇALVES, Patric E. O.; THOMAS, Scott G.; GOODMAN, Jack M. Heart rate variability and recovery following maximal exercise in endurance athletes and physically-active individuals. **Applied Physiology, Nutrition, and Medicine**, v. 45, p. 1-29, 2020. Disponível em: [\[PDF\] Heart rate variability and recovery following maximal exercise in endurance athletes and physically-active individuals. | Semantic Scholar](#).
- COSTA, Maria Eduarda Ferreira. Prevalence and factors associated with injuries in recreational runners: a cross-sectional study. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, n. 3, p. 216-221, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1517-869220202603190923>.
- FOKKEMA, Tryntsje. Factors Associated With Running-Related Injuries in Recreational Runners With a History of Running Injuries. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 33, n. 1, p. 61-66, jan. 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/366878890_Factors_Associated_With_Running_Related_Injuries_in_Recreational_Runners_With_a_History_of_Running_Injuries.
- GRIVAS, Gerasimos. Physiological predictors of distance runners' performance: a narrative review. **Trends in Sport Sciences**, v. 27, n. 3, p. 117-123, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344427284_Physiological_predictors_of_distance_runners'_performance_a_narrative_review.
- GUGLIELMO, Luiz Guilherme Antonacci; GRECO, Camila Coelho; DENADAI, Benedito Sérgio. Respostas da frequência cardíaca e do lactato sanguíneo em atletas de endurance: implicações para a prescrição do treinamento aeróbio. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 5, p. 340-345, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922005000100006>.

MILHOMEM, José Victor Mendes. Lesões musculares em corredores de longa distância: uma revisão de literatura. **Fisioterapia Brasil**, v. 26, n. 5, p. 2601-2611, out. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.62827/fb.v26i5.1106>.

MOREIRA, Poliana F. Incidence and biomechanical risk factors for running-related injuries: A prospective cohort study. **Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma**, v. 57, art. 102562, out. 2024.

NDONGO, Jerson Mekoulou; LELE, Elysée Claude Bika; GUESSOGO, Wiliam Richard; MBIAN, Wiliam Mbang; AYINA, Clarisse Noel Ayina; GUYOT, Jessica; OUANKOU, Christian Ngongang; TEMFEMO, Abdou; FOKO, Loick Pradel Kojom; TCHOUDJIN, Ernest; GASSINA, Louis-Georges; BONGUE, Bienvenu; ROCHE, Frederic; MANDENGUE, Samuel Honoré; ASSOMO-NDEMBA, Peguy Brice. Post-exercise heart rate variability recovery after 800-m endurance run load among Cameroonian adolescent's males. **Sports Medicine and Health Science**, v. 5, p. 283-289, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10831379/>.

PRIETO-GONZÁLEZ, Pablo; SEDLACEK, Jaromir. Effects of Running-Specific Strength Training, Endurance Training, and Concurrent Training on Recreational Endurance Athletes' Performance and Selected Anthropometric Parameters. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 10773, p. 1-17, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/363070023_Effects_of_Running-Specific_Strength_Training_Endurance_Training_and_Concurrent_Training_on_Recreational_Endurance_Athletes'_Performance_and_Selected_Anthropometric_Parameters.

RAO, Prashant; BELANGER, Matthew J.; ROBBINS, Jeremy M. Exercise, Physical Activity, and Cardiometabolic Health: Insights into the Prevention and Treatment of Cardiometabolic Diseases. **Cardiology in Review**, v. 30, n. 4, p. 167-178, 2022.

SANTOS, Tony Meireles. VO₂máx estimado e sua velocidade correspondente predizem o desempenho de corredores amadores. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 192-201, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2012v14n2p192>.

SRIVASTAVA, Sujay; TAMRAKAR, Shubhi; NALLATHAMBI, Naveenkumar; VRINDAVANAM, Suryadev A.; PRASAD, Roshan; KOTHARI, Ruchi. Assessment of Maximal Oxygen Uptake (VO₂ Max) in Athletes and Nonathletes Assessed in Sports Physiology Laboratory. **Cureus**, v. 16, n. 5, e61124, p. 1-10, maio 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/380890687_Assessment_of_Maximal_Oxygen_Uptake_VO2_Max_in_Athletes_and_Nonathletes_Assessed_in_Sports_Physiology_Laboratory.

STENERSON, Lea R. Running-Related Overuse Injuries and Their Relationship with Run and Resistance Training Characteristics in Adult Recreational Runners: A Cross-Sectional Study. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 8, n. 3, art. 128, set. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2466280>.

UNHJEM, Runar Jakobsen. Changes in running economy and attainable maximal oxygen consumption in response to prolonged running: The impact of training status. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 34, e14637, p. 1-11, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/380129861_Changes_in_running_economy_and_attainable_maximal_oxygen_consumption_in_response_to_prolonged_running_The_impact_of_training_status.

WU, Han. Do Exercise-Based Prevention Programs Reduce Injury in Endurance Runners? A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 54, p. 1249-1267, jan. 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/377631501_Do_Exercise-Based_Prevention_Programs_Reduce_Injury_in_Endurance_Runners_A_Systematic_Review_and_Meta-Analysis.

ZANINI, Michele; FOLLAND, Jonathan P.; BLAGROVE, Richard C. Durability of Running Economy: Differences between Quantification Methods and Performance Status in Male Runners. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 56, n. 11, p. 2230-2240, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38857519/>.

Agradecimentos

Agradecemos, primeiramente, a Deus, por nos conceder força, sabedoria e perseverança ao longo desta trajetória acadêmica. Expressamos nossa sincera gratidão ao nosso orientador, Dr. Rafael dos Reis Vieira Olher, pela dedicação, orientação, paciência e pelos valiosos ensinamentos compartilhados durante o desenvolvimento deste trabalho. Sua contribuição foi fundamental para a concretização desta pesquisa.

Agradecemos também aos membros da banca examinadora, Dr. Arilson Fernandes Mendonça de Sousa, pela disponibilidade em avaliar este trabalho e pelas importantes contribuições, sugestões e considerações que enriqueceram este estudo. Estendemos nossos agradecimentos aos professores, colegas, familiares e amigos que, de alguma forma, contribuíram para nossa formação acadêmica e profissional, oferecendo apoio, incentivo e confiança ao longo desta caminhada.

Por fim, agradecemos a todos que fizeram parte desta jornada e contribuíram para a realização deste sonho, marcando de forma significativa nossa formação em Educação Física.

Muito obrigado.