

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS AVANÇADO DE GOVERNADOR
VALADARES INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

Luiz Gustavo Soares Leite

**Variáveis biomecânicas do salto vertical como discriminante do desempenho
em corredores de rua.**

**Governador
Valadares 2026**

Luiz Gustavo Soares Leite

Variáveis biomecânicas do salto vertical como discriminante do desempenho em corredores de rua.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Ciro José Brito

Coorientador: Felipe Inostroza Ríos

**Governador
Valadares 2026**

Luiz Gustavo Soares Leite

Variáveis biomecânicas do salto vertical como discriminante do desempenho em corredores de rua.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Aprovada em (dia) de (mês) de (ano)

BANCA EXAMINADORA

Dr. Ciro José Brito- Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Cristiano Diniz da Silva
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Flavio de Jesus Camilo
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Este trabalho representa o encerramento de um ciclo importante da minha formação acadêmica e pessoal. Ao longo dessa trajetória, muitas pessoas contribuíram para que esse processo fosse possível.

Agradeço à minha família, em especial à minha mãe, Natália, e ao meu pai, Walter, pelo apoio constante, pelos ensinamentos e por nunca deixarem de acreditar no meu potencial. À minha namorada, Anna Vitória, agradeço pela parceria diária, pelo incentivo nos momentos mais difíceis e pela compreensão durante todo o período de desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Ciro José Brito e M.e Felipe Inostroza Ríos, agradeço pelas orientações, pela disponibilidade e pelas contribuições técnicas e científicas fundamentais para a construção deste estudo.

Aos professores do curso de Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares, agradeço pelo conhecimento compartilhado ao longo da graduação. Aos colegas de curso e aos corredores que participaram voluntariamente da pesquisa, deixo meu sincero agradecimento.

RESUMO

O desempenho na corrida de rua é determinado por uma combinação de fatores fisiológicos, neuromusculares e biomecânicos. Entre esses fatores, a capacidade de utilização do ciclo alongamento–encurtamento (CAE) tem sido apontada como relevante para a eficiência do movimento e para o desempenho em provas de curta duração.

O teste de salto vertical, como o Drop Jump, permite avaliar essa capacidade por meio de variáveis biomecânicas relacionadas à produção rápida de força. O objetivo deste estudo foi analisar se variáveis biomecânicas do salto vertical são capazes de discriminar níveis de desempenho em corredores de rua adultos. Trata-se de um estudo observacional transversal, com corredores classificados como recreacionais ou amadores. Os participantes realizaram o teste de Drop Jump em plataforma de força e foram analisadas variáveis relacionadas à fase de frenagem e impulsão, como tempo de contato, tempo de voo, altura do salto, índice de força reativa, picos de força e potência normalizadas, além de variáveis de impulso. O desempenho esportivo foi determinado pelo melhor tempo em prova de 5 km. Os resultados indicaram diferenças significativas entre grupos em variáveis relacionadas à capacidade reativa e potência, com tamanhos de efeito elevados. Além disso, foram observadas correlações moderadas a fortes entre variáveis do Drop Jump e o melhor tempo nos 5 km, destacando especialmente o tempo de voo, velocidade média de frenagem e potência média propulsiva. Conclui-se que variáveis biomecânicas do Drop Jump apresentam potencial para discriminar níveis de desempenho em corredores de rua adultos e se associam ao desempenho em provas de 5 km.

Palavras-chave: Corrida de rua; Drop Jump; Salto vertical; Biomecânica; Desempenho esportivo.

ABSTRACT

Road running performance is influenced by a combination of physiological, neuromuscular, and biomechanical factors. Among these, the ability to use the stretch-shortening cycle (SSC) has been highlighted as an important component for movement efficiency and performance, especially in short-distance events. Vertical jump tests, such as the Drop Jump, allow the assessment of this ability through biomechanical variables related to rapid force production. Therefore, the aim of this study was to analyze whether biomechanical variables of the vertical jump can discriminate performance levels in adult road runners. This cross-sectional observational study included runners classified as recreational or amateur. Participants performed the Drop Jump test on a force platform, and variables related to braking and propulsion phases were analyzed, including contact time, flight time, jump height, reactive strength index, normalized peak forces and powers, and impulse variables. Sports performance was determined by the best official 5-km race time. The results showed significant differences between groups in variables associated with reactive capacity and power output, with large effect sizes. Additionally, moderate to strong correlations were observed between Drop Jump variables and 5-km performance, particularly flight time, mean braking velocity, and normalized propulsive power. It is concluded that Drop Jump biomechanical variables show potential to discriminate performance levels in adult road runners and are associated with 5-km race performance.

Keywords: Road running; Drop Jump; Vertical jump; Biomechanics; Sports performance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística descritiva de idade, massa corporal e estatura dos grupos recreacional e amador.-----	15
Tabela 2 – Comparação entre grupos (Recreacional vs Amador): resultados estatístico e tamanho do efeito das variáveis do Drop Jump -----	19
Tabela 3 –Correlação entre as variáveis biomecânicas do Drop Jump e o melhor tempos 5km -----	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Gráfico de dispersão entre o tempo de voo e o melhor tempo nos 5 km—
21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Pergunta de pesquisa	13
1.2 Hipóteses	13
1.2.1 Hipótese nula (H0)	13
1.2.2 Hipótese de pesquisa (H1)	13
2. OBJETIVO	14
2.1 Objetivos gerais	14
2.2 Objetivos específicos	14
3. MÉTODOS	15
3.1 Delineamentos do estudo	15
3.2 Amostra	15
3.2.1 Critérios de inclusão	15
3.2.2 Critérios de exclusão	15
4. METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS	16
4.1 Desfechos primários	16
4.2 Desfechos secundários	16
4.3 Procedimentos	16
4.4 Aspectos metodológicos da antropometria	17
4.5 Aspectos metodológicos do Drop Jump	17
4.6 Variáveis de desempenho esportivo e status de desempenho	17
4.7 Variáveis biomecânicas do Drop Jump	18
5. RESULTADOS	19
5.1 Comparações entre grupos (Recreacionais vs Amador)	19
5.2 Correlações entre as variáveis biomecânicas do Drop Jump e o desempenho nos 5 km	20
6. DISCUSSÃO	22
6.1 Limitações do estudo e projeções para futuras investigações	23
6.2 Aplicações práticas	24
7. CONCLUSÃO	26

1 INTRODUÇÃO

A corrida de rua se consolidou como uma das modalidades esportivas mais praticadas mundialmente, abrangendo indivíduos com diferentes níveis de experiência, objetivos e desempenho. De acordo com o Relatório de Tendências Esportivas 2025, publicado pelo STRAVA, a corrida foi identificada como a atividade física mais praticada no Brasil, liderando o ranking de modalidades registradas na plataforma ao longo do ano. O relatório se baseou na análise de bilhões de atividades esportivas registradas globalmente por milhões de usuários, o que reforça a robustez dos dados apresentados e confirma a ampla adesão à corrida como prática regular de atividade física (STRAVA, 2025). Esse cenário reflete uma tendência observada em diferentes países, na qual a corrida de rua se destaca por sua acessibilidade, baixo custo e facilidade de inserção na rotina diária. Apesar de sua aparente simplicidade, o desempenho nessa modalidade resulta de uma complexa interação entre fatores fisiológicos, neuromusculares e biomecânicos (Barnes; Kilding, 2015; Boullosa *et al.*, 2020). Em provas de curta e média duração, como os 5 km, além das variáveis cardiorrespiratórias tradicionalmente associadas ao rendimento, aspectos neuromusculares relacionados à produção e aplicação de força durante o contato com o solo exercem papel relevante no desempenho esportivo (Nummela *et al.*, 2006). Nesse contexto, o ciclo alongamento–encurtamento (CAE) tem o destaque de um mecanismo fundamental para a eficiência da corrida. Durante a fase de apoio, a ação excêntrica seguida imediatamente por uma ação concêntrica possibilita o armazenamento e a reutilização de energia elástica nos tecidos musculotendíneos, contribuindo para a redução do custo energético do movimento e para uma mecânica de corrida mais eficiente (Daniels, 1992; Daniels, 2014). Evidências recentes indicam que intervenções voltadas ao desenvolvimento da força reativa e da rigidez musculotendínea promovem melhorias significativas na economia de corrida e no desempenho em provas de resistência, especialmente em distâncias como 3 km e 5 km (Li *et al.*, 2019; Ramirez-Campillo *et al.*, 2021; García-Pinillos *et al.*, 2020). A avaliação do comportamento do CAE tem sido amplamente realizada por meio de testes de salto vertical, com destaque para o Drop Jump. Esse teste permite analisar variáveis biomecânicas como tempo de contato com o solo, tempo de voo e altura do salto, que refletem a capacidade neuromuscular de produzir força rapidamente e de

utilizar eficientemente a energia elástica (Pedley *et al.*, 2022; Pedley *et al.*, 2023). Estudos prévios demonstram associações entre essas variáveis e o desempenho esportivo em diferentes modalidades, sugerindo que o perfil biomecânico do salto vertical pode fornecer informações relevantes sobre o rendimento atlético (García-Pinillos *et al.*, 2020). Entretanto, embora já esteja bem estabelecido que um melhor desempenho no Drop Jump, frequentemente representado por maiores valores de tempo de voo, altura do salto ou índice de força reativa, esteja associado à melhora da economia de corrida e do desempenho esportivo (Li *et al.*, 2019; Ramirez-Campillo *et al.*, 2021), ainda são escassos os estudos que investigam se essas variáveis biomecânicas são capazes de discriminar diferentes níveis de desempenho específicos em corredores de rua adultos. Além disso, grande parte das investigações concentra-se em populações jovens ou em atletas de alto rendimento, limitando a aplicabilidade dos achados ao contexto da corrida de rua recreacional e amadora. Dessa forma, se torna interessante investigar se variáveis biomecânicas derivadas do teste de Drop Jump apresentam relação com o desempenho em provas de 5 km e se são capazes de diferenciar corredores com distintos níveis de rendimento. A compreensão dessa relação pode contribuir para o avanço do conhecimento científico e oferecer subsídios práticos para a avaliação neuromuscular, a individualização do treinamento e a otimização do desempenho na corrida de rua.

1.1 PERGUNTA DE PESQUISA

As variáveis biomecânicas do salto vertical, obtidas por meio do teste de Drop Jump em plataforma de força, são capazes de discriminar diferentes níveis de desempenho em corredores de rua adultos?

1.2 HIPÓTESES

1.2.1 Hipótese nula (H0): não há diferenças significativas nas variáveis biomecânicas obtidas no Drop Jump entre corredores recreacionais e corredores amadores. Além disso, não existe correlação significativa entre essas variáveis biomecânicas e o desempenho esportivo dos corredores.

1.2.2 Hipótese de pesquisa (H1): existem diferenças significativas nas variáveis biomecânicas obtidas no Drop Jump entre corredores recreacionais e corredores amadores. Além disso, as variáveis biomecânicas do Drop Jump apresentam correlação significativa com o desempenho esportivo dos corredores, sendo capazes de discriminar diferentes níveis de desempenho.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Analisar se o desempenho biomecânico do salto vertical, avaliado por meio de plataforma de força, é capaz de discriminar níveis de desempenho em corredores de rua adultos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o desempenho biomecânico do salto vertical entre corredores recreacionais e amadores;
- Comparar o desempenho biomecânico do salto vertical entre corredores recreacionais e amadores;
- Relacionar o desempenho biomecânico do salto vertical com indicadores de desempenho esportivo (Melhor tempo nos 5km);

3 MÉTODOS

3.1 DELINEAMENTOS DO ESTUDO

Trata-se de um estudo observacional transversal, com recrutamento por chamada pública e divulgação em redes sociais. O estudo foi conduzido conforme a Declaração de Helsinque (World Medical Association, 2013). Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

3.2 AMOSTRA

A amostra foi composta por corredores de rua de ambos os sexos, com previsão total de 21 participantes, divididos em dois grupos: recreacionais (n=10) e amadores (n=11).

3.2.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- Ambos os sexos
- 18 a 45 anos
- Praticar corrida há pelo menos seis meses
- Competir em provas de 5 km

3.2.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- Histórico de lesão musculoesquelética nos últimos 6 meses
- Restrições médicas para esforço ou atividade de impacto.
- Não completar todos os procedimentos

Tabela 1 – Estatística descritiva de idade, massa corporal e estatura dos grupos recreacional e amador.

	Recreacional (n=10)	Amador (n=11)
	M±DP	M±DP
Idade	25.83±4.056	25,56±5,527
Massa (kg)	61,41±10,19	67,25±11,35
Altura (cm)	163,8±6,356	173,4±10,49

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DE ANÁLISE DE DADOS

A distribuição dos dados foi analisada por meio do teste de Shapiro-Wilk e da inspeção visual por histogramas. A significância foi definida em $p < 0,05$ para todos os testes. A natureza das relações entre as variáveis do Drop Jump e o desempenho esportivo foi explorada por meio de gráficos de dispersão. As correlações foram analisadas por meio do coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman, considerando magnitude insignificante (0,00 a 0,10), fraca (0,10 a 0,39), moderada (0,40 a 0,69), forte (0,70 a 0,89) e muito forte (0,90 a 1,00). Para explorar as diferenças entre corredores recreacionais e amadores, foram utilizados o teste t para amostras independentes, o teste t de Welch ou o teste U de Mann-Whitney. Para quantificar o tamanho do efeito, utilizou-se o d de Cohen, o delta de Glass e a correlação de rangos biserial, respectivamente. Para o d de Cohen e o delta de Glass, considera-se: efeito pequeno ($\geq 0,20$ e $< 0,50$), médio ($\geq 0,50$ e $< 0,80$), grande ($\geq 0,80$ e $< 1,30$) e muito grande ($\geq 1,30$); para quantificar a correlação de postos biserial, considerou-se: pequeno ($\geq 0,10$ e $< 0,30$), médio ($\geq 0,30$ e $< 0,50$) e grande ($\geq 0,50$) (Middlemis Maher *et al.*, 2013).

4.1 DESFECHOS PRIMÁRIOS

Identificação da capacidade do salto vertical pode discriminar diferentes níveis de desempenho em corredores de rua adultos.

4.2 DESFECHOS SECUNDÁRIOS

- A identificação da capacidade do salto vertical tem relação com o rendimento esportivo.
- Explorar se as variáveis antropométricas influenciam a relação entre o desempenho do salto vertical e o rendimento esportivo.

4.3 PROCEDIMENTOS

Os participantes preencheram um questionário contendo informações sobre hábitos de treinamento e desempenho esportivo recente. As avaliações foram realizadas em ambiente controlado, no Instituto Impulse, em espaço fechado e

padronizado para a coleta, com o objetivo de reduzir interferências externas e garantir maior confiabilidade dos dados.

As coletas ocorreram em dias úteis, preferencialmente às quintas-feiras ou sextas-feiras, dependendo da disponibilidade e do número de participantes avaliados no dia. Todas as avaliações foram realizadas no período noturno, com início a partir das 18h, em horários previamente agendados.

Após o preenchimento do questionário, os participantes foram submetidos à avaliação antropométrica e, em seguida, ao teste de Drop Jump, seguindo os procedimentos padronizados descritos no estudo.

4.4 ASPECTOS METODOLÓGICOS DA ANTROPOMETRIA

Foram mensuradas a estatura e a massa corporal por meio de uma balança com estadiômetro integrado. Para a avaliação, foi utilizada uma balança com estadiômetro integrado modelo SECA 703 (Hamburgo, Alemanha), com precisão de 0,1 kg e 0,1 cm.

4.5 ASPECTOS METODOLÓGICOS DO DROP JUMP

O teste consistiu na execução de um Drop Jump bilateral a partir de uma altura padronizada de 30 cm, considerando-se a diferença entre a altura da caixa de salto (35 cm) e a altura da plataforma de força (5 cm). Cada atleta realizou três tentativas válidas, com 60 s de recuperação passiva entre elas. O pesquisador utilizou a instrução padronizada: “Salte o mais alto possível, tocando o solo pelo menor tempo que conseguir” (Pedley *et al.*, 2017).

A força foi mensurada por meio de uma plataforma de força biaxial Pasco® (modelo PS-2142, Roseville, CA, Estados Unidos). Os sinais foram adquiridos por meio do software CAPSTONE® (versão 2.9.4; Pasco, Roseville, CA, Estados Unidos), com frequência de amostragem de 1000 Hz, e posteriormente exportados para uma planilha eletrônica. Em seguida, os dados foram importados e processados no Microsoft Excel (Microsoft 365®, versão 2505), com planilha programada para análise da curva força–tempo, conforme metodologia descrita por Pedley *et al.* (2022).

4.6 VARIÁVEIS DE DESEMPENHO ESPORTIVO E STATUS DE DESEMPENHO

Como principal variável do desempenho esportivo, foi utilizada a marca pessoal da temporada mais próxima da avaliação física de cada atleta na distância de 5 km

(medido em segundos. Para categorizar os atletas entre recreativos e amadores, são considerados os seguintes critérios. Amadores: ≥ 3 sessões/semana, ≥ 20 km semanais, pace médio $< 5:00$ min/km; Recreacionais: ≤ 1 a 2 sessões/semana, < 20 km semanais, pace médio $\geq 5:00$ min/km.

4.7 VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS DO DROP JUMP

Foram analisadas variáveis biomecânicas derivadas do teste de Drop Jump, obtidas por meio da plataforma de força e extraídas da curva força–tempo. As variáveis foram organizadas considerando as fases de frenagem e propulsão do movimento, incluindo parâmetros temporais, de desempenho, força, potência, impulso e velocidade. Foram consideradas as seguintes variáveis: tempo de contato (s), tempo de voo (s), altura do salto (m), índice de força reativa – RSI (m/s), pico de frenagem normalizado (N/kg), pico propulsivo normalizado (N/kg), tempo até o pico de frenagem (s), tempo até o pico propulsivo (s), força normalizada no pico de deslocamento do centro de massa (N/kg), potência média de frenagem normalizada (W/kg), potência média propulsiva normalizada (W/kg), impulso resultante (N·s), impulso excêntrico (N·s), impulso concêntrico (N·s), duração excêntrica (s), duração concêntrica (s), correlação do tipo mola (adimensional), velocidade média de frenagem (m/s) e velocidade média propulsiva (m/s).

A extração e processamento dessas variáveis foram realizados por meio de planilha programada no Microsoft Excel, com base em metodologia previamente descrita na literatura para análise das forças de reação do solo no Drop Jump (Pedley *et al.*, 2022; Pedley *et al.*, 2023).

5 RESULTADOS

5.1 COMPARAÇÕES ENTRE GRUPOS (RECREACIONAL VS AMADOR)

Na comparação entre grupos, os corredores classificados como amadores apresentaram desempenho superior em variáveis associadas à capacidade reativa e à produção rápida de força durante o Drop Jump. Diferenças estatisticamente significativas foram observadas para o tempo de voo ($p=0,014$) e índice de força reativa ($p=0,006$), ambos com tamanho de efeito grande. O grupo amador também apresentou valores superiores no pico propulsivo normalizado ($p=0,012$) e na força normalizada no pico de deslocamento do centro de massa ($p=0,006$), com efeitos de grande a muito grande magnitude. Além disso, foram encontradas diferenças significativas na potência média de frenagem normalizada ($p=0,006$), potência média propulsiva normalizada ($p=0,006$), impulso resultante ($p=0,023$), velocidade média de frenagem ($p=0,003$) e velocidade média propulsiva ($p=0,023$), indicando melhor desempenho mecânico global do grupo amador. Os resultados completos encontram-se apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Comparação entre grupos (Recreacional vs Amador): resultados estatísticos e tamanho do efeito das variáveis do Drop Jump.

	Recreacional (n=10)	Amador (n=11)		p	Tamanho do efeito	Interpretação
	M±DP Med (Q1;Q3)	M±DP Med (Q1;Q3)	Estatístico			
Tempo de Contato (s)	0.353 ± 0.087	0.283 ± 0.121	1,517 ^{TT}	0,146	0,66	Efeito médio
Tempo de Voo (s)	0,421±0,06	0,49±0,057	-2,709 ^{TT}	0,014	-1,183	Efeito grande
Altura do Salto (m)	0,192±0,032	0,245 ±0,079	-1,944 ^{TT}	0,067	-0,849	Efeito grande
Índice de Força Reativa	0,56±0,117	0,991±0,425	-3,092 ^{TT}	0,006	-1,351	Efeito grande
Pico de Frenagem Normalizado (N/kg)	34,8±8,485	43,32±12,9	-1,767 ^{TT}	0,093	-0,772	Efeito médio
Tempo até o Pico de Frenagem (s)	0,076±0,03	0,081±0,034	-0,365 ^{TT}	0,72	-0,159	Efeito muito pequeno
Pico Propulsivo Normalizado (N/kg)	29,06±5,574	40,87±12,38	-2,862 ^{TW}	0,012	-1,231	Efeito grande
Tempo até o Pico Propulsivo (s)	0.181 (0.164;0.228)	0.110 (0.104;0.206)	77 ^{UMW}	0,13	-0,4	Efeito pequeno
Força Normalizada no Pico de Deslocamento do Centro de Massa (N/kg)	27,7±4,996	40,58±11,95	-3,274 ^{TW}	0,006	-1,406	Efeito muito grande
Potência Média de Frenagem Normalizada (W/kg)	- 23,57±3,49	- 35,05±11,1	3,125 ^{TT}	0,006	1,365	Efeito muito grande
Potência Média Propulsiva Normalizada (W/kg)	23,97±3,194	33,14±8,754	-3,122 ^{TT}	0,006	-1,364	Efeito muito grande

Impulso Resultante (N·s)	236,4±36,31	291,5±61,59	-2,465 ^{TT}	0,023	-1,077	Efeito grande
Impulso Excêntrico (N·s)	222,2±48,24	240,5±65,59	-0,72 ^{TT}	0,48	-0,315	Efeito pequeno
Impulso Concêntrico (N·s)	227,5±40,47	244,3±60,33	-0,74 ^{TT}	0,468	-0,323	Efeito pequeno
Duração Excêntrica (s)	0,181±0,036	0,145±0,053	1,799 ^{TT}	0,088	0,786	Efeito médio
Duração Concêntrica (s)	0,151(0,134;0,2)	0,1(0,095;0,181)	79 ^{UMW}	0,098	-0,436	Efeito pequeno
Correlação do Tipo Mola	-0,85(-0,925;-0,81)	-0,95(-0,98;-0,91)	84 ^{UMW}	0,044	-0,527	Efeito grande
Velocidade Média de Frenagem (m/s)	1,299±0,148	1,459±0,16	3,413 ^{TT}	0,003	1,491	Efeito grande
Velocidade Média Propulsiva (m/s)	1,343±0,078	1,521±0,215	-2,466 ^{TT}	0,023	-1,077	Efeito grande

^{TT}: Contraste do teste t de Student e tamanho do efeito calculado pelo D de Cohen; ^{TW}: contraste do teste t de Welch e tamanho do efeito calculado pelo Delta de Glass; ^{UMW}: contraste U de Mann-Whitney e tamanho do efeito calculado pela correlação biserial de postos. Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

5.2 CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS DO DROP JUMP E O DESEMPENHO NOS 5 KM

Em relação às correlações entre as variáveis biomecânicas do Drop Jump e o melhor tempo nos 5 km, foram observadas associações de diferentes magnitudes. Foi identificada uma correlação negativa forte entre o tempo de voo e o melhor tempo nos 5 km ($r = -0,70$; $p < 0,001$). Na figura 1 observa-se o gráfico de dispersão entre o tempo de voo e o melhor tempo nos 5 km, evidenciando uma relação inversa entre as variáveis, com tendência linear negativa.

Além disso, foram observadas correlações moderadas significativas para diversas variáveis, incluindo: altura do salto ($r = 0,45$; $p = 0,037$), índice de força reativa (RSI) ($r = -0,55$; $p = 0,009$), pico propulsivo normalizado ($r = -0,45$; $p = 0,037$), força normalizada no pico de deslocamento do centro de massa ($r = -0,51$; $p = 0,016$), potência média de frenagem normalizada ($r = 0,56$; $p = 0,007$), potência média propulsiva normalizada ($r = -0,58$; $p = 0,006$), impulso resultante ($r = -0,60$; $p = 0,004$), correlação do tipo mola ($r = 0,46$; $p = 0,033$) e velocidade média propulsiva ($r = -0,51$; $p = 0,016$). A velocidade média de frenagem também apresentou associação relevante com o desempenho, com magnitude moderada a forte ($r = 0,67$; $p < 0,001$).

Por outro lado, as demais variáveis analisadas não apresentaram correlação significativa com o melhor tempo nos 5 km ($p > 0,05$), incluindo o tempo de contato, pico de frenagem normalizada, tempo até o pico de frenagem, tempo até o pico

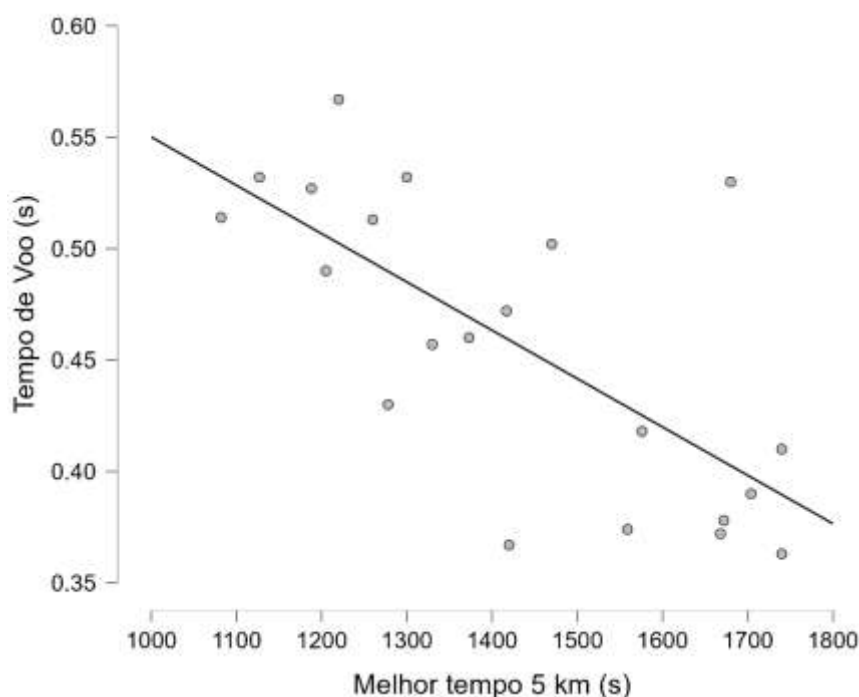
propulsivo, impulsos excêntrico e concêntrico, e as durações excêntrica e concêntrica. Os resultados completos encontram-se descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Relação entre as variáveis de desempenho do Drop Jump e o melhor tempo nos 5 km

Variáveis	Coeficiente	p	Interpretação
Tempo de Contato (s)	0,25 ^r	0,259	Não significativa
Tempo de Voo (s)	-0,7 ^r	< 0,001	Forte
Altura do Salto (m)	0,45 ^r	0,037	Moderada
Índice de Força Reativa	-0,55 ^r	0,009	Moderada
Pico de Frenagem Normalizado (N/kg)	-0,27 ^r	0,221	Não significativa
Tempo até o Pico de Frenagem(s)	-0,19 ^r	0,392	Não significativa
Pico Propulsivo Normalizado (N/kg)	-0,45 ^r	0,037	Moderada
Tempo até o Pico Propulsivo (s)	0,30 ^{rho}	0,176	Não significativa
Força Normalizada no Pico de Deslocamento do Centro de Massa (N/kg)	-0,51 ^r	0,016	Moderada
Potência Média de Frenagem Normalizada (W/kg)	0,56 ^r	0,007	Moderada
Potência Média Propulsiva Normalizada (W/kg)	-0,58 ^r	0,006	Moderada
Impulso Resultante (N.s)	-0,60 ^r	0,004	Moderada
Impulso Excêntrico (N.s)	-0,27 ^r	0,224	Não significativa
Impulso Concêntrico (N.s)	-0,28 ^r	0,22	Não significativa
Duração Excêntrica (s)	0,31 ^r	0,164	Não significativa
Duração Concêntrica (s)	0,32 ^{rho}	0,145	Não significativa
Correlação do Tipo Mola	0,46 ^{rho}	0,033	Moderada
Velocidade Média de Frenagem (m/s)	0,67 ^r	p < 0,001	Moderada
Velocidade Média Propulsiva (m/s)	-0,51 ^r	0,016	Moderada

r: coeficiente de correlação de Pearson rho: coeficiente de correlação Spearman. Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Figura 1. Gráfico de dispersão entre a o tempo de voo e o melhor tempo nos 5km.



6 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar se variáveis biomecânicas do Drop Jump seriam capazes de discriminar níveis de desempenho em corredores de rua adultos, além de verificar a relação dessas variáveis com o desempenho em prova de 5 km. Os principais achados indicaram que corredores classificados como amadores apresentaram desempenho superior em variáveis associadas à produção rápida de força e potência, além de correlações significativas entre variáveis do salto e o tempo nos 5 km.

Na comparação entre grupos, observou-se superioridade do grupo amador especialmente em variáveis relacionadas às fases de frenagem e impulsão, como potência média normalizada e força aplicada durante a fase propulsiva. Esses resultados sugerem que corredores amadores apresentam maior capacidade neuromuscular de absorção e reaplicação rápida de força durante o contato com o solo, característica essencial do ciclo alongamento–encurtamento (CAE). Assim, é possível inferir que o desempenho superior observado pode estar relacionado a adaptações mecânicas e neuromusculares provenientes de maior exposição ao treinamento sistemático, uma vez que o treinamento contínuo pode melhorar rigidez músculo-tendínea, coordenação intermuscular e eficiência na reutilização de energia

elástica em ações explosivas (Komi, 2000; Markovic; Mikulic, 2010). De modo consistente, a literatura aponta que a inclusão do treinamento resistido e estímulos de potência/pliometria pode promover adaptações relevantes para corredores, como melhora da economia de corrida e de parâmetros biomecânicos, além de potencial redução de risco de lesões (Šuc *et al.*, 2022).

Em relação às correlações, variáveis como tempo de voo, altura do salto e índice de força reativa (RSI) apresentaram associação significativa com o melhor tempo nos 5 km, indicando que corredores com melhor desempenho esportivo tendem também a apresentar melhor capacidade de produção de potência e desempenho reativo. Apesar de os 5 km serem uma prova predominantemente aeróbia, cuja contribuição anaeróbia é relativamente menor quando comparada ao metabolismo oxidativo, fatores neuromusculares podem contribuir para sustentar ritmos elevados ao longo do esforço, sobretudo por meio de melhorias na economia de corrida e na eficiência mecânica do gesto (Støa *et al.*, 2010; Paavolainen *et al.*, 1999; Nummela *et al.*, 2006).

Esses achados encontram suporte em estudos experimentais. Li *et al.* (2019) demonstraram que corredores bem treinados submetidos ao treinamento complexo apresentaram melhora em força máxima, desempenho em salto vertical e economia de corrida, além de redução no tempo em prova de 5 km, sugerindo que adaptações neuromusculares podem se traduzir em ganhos competitivos diretos. De forma semelhante, Berryman, Maurel e Bosquet (2010) observaram que intervenções com treinamento pliométrico e força dinâmica foram capazes de reduzir o custo energético da corrida, reforçando que adaptações neuromusculares podem favorecer maior eficiência em esforços submáximos. Portanto, a associação encontrada entre variáveis do Drop Jump e o tempo nos 5 km pode ser explicada, ao menos em parte, por mecanismos relacionados ao CAE e à economia de corrida.

Adicionalmente, evidências recentes associam diretamente o RSI ao custo metabólico da corrida. Tanneau *et al.* (2025) identificaram que atletas com maior RSI apresentam menor custo metabólico durante a corrida, sugerindo que maior capacidade reativa pode estar associada a melhor economia e eficiência mecânica. Esse resultado fortalece a interpretação do presente estudo, uma vez que variáveis reativas apresentaram associação com o desempenho nos 5 km, indicando que a capacidade de absorver e reaplicar força rapidamente pode representar um diferencial em corredores de melhor performance.

Portanto, apesar das diferenças metodológicas entre as investigações (uso de CMJ, força máxima, economia diretamente mensurada ou RSI), os resultados deste estudo se alinham ao corpo de evidências que indica que capacidades neuromusculares e reativas influenciam aspectos determinantes do desempenho em corrida de rua, especialmente em provas curtas como os 5 km.

6.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E PROJEÇÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES

Algumas limitações devem ser consideradas. A primeira refere-se ao tamanho amostral, que pode limitar a generalização dos resultados e reduzir a capacidade de detecção de diferenças menores. Assim, investigações futuras com amostras maiores e estratificadas por sexo e nível competitivo poderiam ampliar a robustez das análises.

Além disso, o delineamento transversal impossibilita estabelecer relações de causalidade. Dessa forma, embora haja associação entre variáveis do Drop Jump e desempenho nos 5 km, não é possível afirmar que essas variáveis determinam o desempenho competitivo. Estudos longitudinais e intervenções controladas com treino de força e pliometria são necessários para investigar se melhorias em potência e reatividade se traduzem diretamente em ganhos de desempenho em provas curtas, como sugerido por intervenções descritas na literatura (Li *et al.*, 2019).

Adicionalmente, não foram incluídas medidas fisiológicas diretas como consumo máximo de oxigênio, limiares ou economia de corrida mensurada em laboratório. Considerando que o desempenho em corrida é multifatorial, recomenda-se que estudos futuros integrem variáveis biomecânicas do Drop Jump com indicadores fisiológicos e antropométricos para melhor compreensão dos determinantes da performance.

6.2 APLICAÇÕES PRÁTICAS

Os achados do presente estudo possuem aplicação prática relevante para treinadores e corredores. A superioridade do grupo amador em variáveis associadas à potência e capacidade reativa sugere que o Drop Jump pode ser utilizado como ferramenta complementar para avaliação do perfil neuromuscular do atleta, permitindo identificar limitações relacionadas à produção rápida de força e ao aproveitamento do CAE.

Na prescrição do treinamento, é recomendado que corredores que buscam melhorar no desempenho em 5 km considerem a inclusão sistemática de métodos voltados ao desenvolvimento neuromuscular, como treinamento resistido, treino de potência e estímulos pliométricos. Essa recomendação é sustentada pela literatura, que aponta benefícios dessas intervenções para a economia de corrida e desempenho *competitivo* (Šuc *et al.*, 2022; Berryman; Maurel; Bosquet, 2010).

Além disso, considerando que o RSI tem sido associado ao custo metabólico da corrida, estratégias de treinamento que promovam melhora do componente reativo podem representar uma possibilidade prática para aumentar eficiência energética e desempenho (Tanneau *et al.*, 2025). No presente estudo, o RSI foi obtido a partir do teste de Drop Jump, calculado pela razão entre a altura do salto e o tempo de contato com o solo, a partir de tentativas realizadas de forma bilateral. O protocolo consistiu em um Drop Jump com queda padronizada de 30 cm, definida pela diferença entre a altura da caixa (35 cm) e a altura da plataforma de força (5 cm), permitindo padronização do estímulo e interpretação das respostas reativas. Dessa forma, testes como o Drop Jump podem contribuir para o monitoramento das adaptações ao treinamento e para o direcionamento de intervenções voltadas à otimização do desempenho em corrida de rua, especialmente por fornecerem informações sobre a capacidade de absorver e reaplicar força rapidamente durante o CAE.

7 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar se variáveis biomecânicas do Drop Jump seriam capazes de discriminar níveis de desempenho em corredores de rua adultos, além de verificar a relação dessas variáveis com o desempenho em prova de 5 km. Os resultados demonstraram que corredores classificados como amadores apresentaram desempenho superior em variáveis relacionadas à capacidade reativa e à produção rápida de força, especialmente em indicadores associados ao tempo de voo, índice de força reativa (RSI), pico propulsivo normalizado, força normalizada no pico de deslocamento do centro de massa, potências médias normalizadas e impulso resultante, com tamanhos de efeito predominantemente grandes.

Além disso, observou-se que variáveis do Drop Jump apresentaram correlação significativa com o desempenho nos 5 km, destacando-se associações de magnitude moderada a forte entre o melhor tempo na prova e indicadores reativos e mecânicos, como tempo de voo, RSI, potência média propulsiva, impulso resultante e velocidades médias de frenagem e propulsiva. Esses achados indicam que corredores com melhor desempenho competitivo também tendem a apresentar maior eficiência na utilização do ciclo alongamento–encurtamento, com maior capacidade de absorver e reaplicar força rapidamente durante o contato com o solo.

Dessa forma, conclui-se que variáveis biomecânicas obtidas no Drop Jump apresentam potencial para discriminar níveis de desempenho em corredores de rua adultos e se associam ao desempenho em provas de 5 km. Em termos práticos, o Drop Jump, realizado de forma padronizada com queda de 30 cm e cálculo do RSI a partir da razão entre altura do salto e tempo de contato, pode ser considerado uma ferramenta complementar útil para avaliação neuromuscular, monitoramento de adaptações ao treinamento e apoio na prescrição de estratégias voltadas ao desenvolvimento de força reativa e potência. No entanto, recomenda-se cautela na interpretação dos resultados, considerando o delineamento transversal e o tamanho amostral, sendo necessários estudos futuros com amostras maiores e investigações longitudinais para confirmar relações causais entre melhorias no desempenho do Drop Jump e o rendimento competitivo na corrida de rua.

REFERÊNCIAS

- BARNES, K. R.; KILDING, A. E. **Running economy: measurement, norms, and determining factors.** *Sports Medicine - Open*, v. 1, n. 1, p. 8, 2015.
- BERRYMAN, N.; MAUREL, D. B.; BOSQUET, L. **Effect of plyometric vs. dynamic weight training on the energy cost of running.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 24, n. 7, p. 1818–1825, 2010.
- BOULLOSA, D. et al. **Factors affecting training and physical performance in recreational endurance runners.** *Sports*, v. 8, n. 3, p. 35, 2020.
- DANIELS, J. ***Daniel's running formula***. 3. ed. Champaign: Human Kinetics, 2014.
- DANIELS, J.; DANIELS, N. **Running economy of elite male and elite female runners.** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 24, n. 4, 1992.
- GARCÍA-PINILLOS, F. et al. **Jump-rope training: improved 3-km time-trial performance in endurance runners via enhanced lower-limb reactivity and foot-arch stiffness.** *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 15, n. 7, p. 927–933, 2020.
- KOMI, P. V. **Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle.** *Journal of Biomechanics*, v. 33, n. 10, p. 1197–1206, 2000.
- LI, F. et al. **Effects of complex training versus heavy resistance training on neuromuscular adaptation, running economy and 5-km performance in well-trained distance runners.** *PeerJ*, v. 7, e6787, 2019.
- MARKOVIC, G.; MIKULIC, P. **Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training.** *Sports Medicine*, v. 40, n. 10, p. 859–895, 2010.

NUMMELA, A. T. et al. **Neuromuscular factors determining 5-km running performance and running economy.** *European Journal of Applied Physiology*, v. 97, n. 1, p. 1–8, 2006.

PAAVOLAINEN, L. M. et al. **Neuromuscular characteristics and muscle power as determinants of distance running performance.** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 31, n. 1, p. 124–130, 1999.

PEDLEY, J. S. et al. **A novel method to categorize stretch-shortening cycle performance across maturity in youth soccer players.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 36, n. 9, p. 2573–2580, 2022.

PEDLEY, J. S. et al. **Analyzing drop jump ground reaction forces in Microsoft Excel.** *Strength & Conditioning Journal*, v. 45, n. 6, p. 683–697, 2023.

RAMIREZ-CAMPILLO, R. et al. **Effects of jump training on physical fitness and athletic performance in endurance runners: a meta-analysis.** *Journal of Sports Sciences*, v. 39, n. 18, p. 2030–2050, 2021.

STØA, E. M. et al. **Percent utilization of VO_2max at 5-km competition velocity does not determine time performance at 5 km among elite distance runners.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 24, n. 5, p. 1346–1353, 2010.

STRAVA. **Relatório de Tendências Esportivas 2025.** 2025. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbeslife/2025/12/corrida-e-a-atividade-fisica-mais-praticada-por-brasileiros-mostra-relatorio/> Acesso em: 12 dez. 2025.

MAHER, Jessica Middlemis; MARKEY, Jonathan C.; EBERT-MAY, Diane. The other half of the story: effect size analysis in quantitative research. *CBE—Life Sciences Education*, v. 12, n. 3, p. 345–351, 2013. DOI: 10.1187/cbe.13-04-0082

