



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA**

**DIEGO LICNERSKI BORGES**

**DINÂMICA DE TEMPO E DE *PACING*  
NO CAMPEONATO BRASILEIRO FEMININO DE *SKYRUNNING* 2023**

**UBERLÂNDIA  
2023**

DIEGO LICNERSKI BORGES

**DINÂMICA DE TEMPO E DE *PACING*  
NO CAMPEONATO BRASILEIRO FEMININO DE *SKYRUNNING* 2023**

Trabalho apresentado à Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para a conclusão do curso de graduação em Educação Física (Bacharelado e Licenciatura).

Orientador: Prof. Dr. Rodney Coelho da Paixão

**UBERLÂNDIA  
2023**

**DINÂMICA DE TEMPO E DE *PACING***  
**NO CAMPEONATO BRASILEIRO FEMININO DE *SKYRUNNING* 2023**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Rodney Coelho da Paixão – FAEFI/UFU  
Orientador

---

Prof. Dr. Guilherme Gularte De Agostini – FAEFI/UFU

---

Prof. Dr. João Elias Dias Nunes – FAEFI/UFU

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos professores que desempenharam um papel fundamental em minha jornada acadêmica durante a graduação. Suas valiosas contribuições e dedicação ao ensino foram o alicerce do meu crescimento intelectual e profissional. Cada um de vocês deixou uma marca indelével em minha trajetória, pela qual sou imensamente grato.

Em particular, expresso minha sincera gratidão ao meu orientador, Rodney Coelho da Paixão, que acreditou em meu potencial e me apoiou até o fim deste trabalho. Seu comprometimento foi um fator determinante para o sucesso deste projeto. Além de sua paciência e disponibilidade inestimáveis, sua vasta expertise na área do endurance foi fundamental para a concepção e desenvolvimento deste trabalho. Sem a orientação incansável do Professor Rodney, a realização deste trabalho não teria sido possível.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a toda minha família, meu pai Marcílio Borges de Moraes (Lobo), minha guerreira mãe Thalma Licnerski, meu irmão Daniel Licnerski Borges, que sempre me apoiou ao longo da graduação, me incentivando e me auxiliando a superar e concluir cada desafio.

Aos meus amigos Sthanley Rita de Lima, Marina Thomaz, Franciel José Arantes, Guilherme Cardoso Pereira e todos outros que não consigo citar no meu trabalho. Em especial minha turma #81EducaUFU.

Foi uma honra fazer parte da comunidade da Universidade Federal de Uberlândia desde a época da Física de Materiais, aproveitando ao máximo tudo que a instituição tem a oferecer. Além disso, tive a oportunidade de representar a universidade em competições estaduais e nacionais de jogos e corridas de rua pelo Brasil.

Quero expressar minha profunda gratidão à minha terapeuta, Vivian Brito de Miranda. Sua orientação e apoio foram fundamentais para o meu crescimento pessoal e superação de desafios. Agradeço por sua dedicação, compreensão e profissionalismo ao longo do nosso percurso terapêutico.

*"O sucesso é ir de fracasso em  
fracasso sem perder o entusiasmo."*

(Winston Churchill)

## RESUMO

Embora o tempo gasto e o ritmo ( *pacing* ) em diferentes segmentos de provas sejam fatores decisivos para o desempenho, são escassos os estudos relacionados ao tema no contexto da corrida de montanha. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a dinâmica de tempo e  *pacing*  no Campeonato Brasileiro Feminino de  *Skyrunning*  2023. A prova contou com 48 km de distância (+ 2578 m). Dez corredoras participaram do estudo. No sistema Strava<sup>®</sup>, foram criados os segmentos da primeira (1) e segunda (1) metade de prova, bem como de subidas (4) e descidas (4) do percurso. A análise estatística envolveu o teste Shapiro-Wilk e o teste t de Student, adotando-se nível de significância de  $p < 0,05$ . Não houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre o  *pacing*  da primeira e da segunda parte de prova ( $p = 0,087$ ). Por outro lado, houve diferença significativa ( $p < 0,001$ ) entre o  *pacing*  médio das subidas (13min24seg  $\pm$  02min05seg) e das descidas (06min44seg  $\pm$  01min03seg). Diante desses resultados, conclui-se que o  *pacing*  executado na prova foi do tipo neutro. Além disso, embora a distância horizontal percorrida em descidas tenha sido maior, o  *pacing*  das subidas é praticamente o dobro daquele executado nas descidas.

**Palavras-chave:** corrida de montanha; ritmo; segmentos; desempenho.

## ABSTRACT

Although the time spent and the pacing in different segments of races are decisive factors for performance, there are few studies related to the topic in the context of mountain running. Thus, the aim of this study was to analyze the dynamics of time and pacing in the Brazilian Women's Skyrunning Championship 2023. The race was 48 km long (+ 2578 m). Ten runners participated in the study. In the Strava® system, segments of the first (1) and second (1) part of the race were created, as well as the ascents (4) and descents (4) of the route. Statistical analysis involved the Shapiro-Wilk test and Student's t test, adopting a significance level of  $p < 0.05$ . There was no statistically significant difference in the comparison between the pacing of the first and second part of the race ( $p = 0.087$ ). On the other hand, there was a significant difference ( $p < 0.001$ ) between the average pacing of the uphill (13min24sec  $\pm$  02min05sec) and the downhill (06min44sec  $\pm$  01min03sec). Given these results, it is concluded that the pacing performed in the race was neutral. Furthermore, although the horizontal distance covered on downhills was greater, the pacing on uphill is practically double that performed on downhills.

**Keywords:** mountain running; pacing; segments; performance.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>09</b>
<b>2. MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. PARTICIPANTES .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2. DESENHO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....</b>	<b>11</b>
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>12</b>
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>15</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No que diz respeito às corridas de resistência aeróbia realizadas na pista ou na rua, com distâncias de cinco até 50 km, estão bem descritos três fatores determinantes do desempenho. Em conjunto, o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ), o limiar de lactato e a economia de corrida explicam mais de 80% do resultado da prova (JOYNER et al., 2008; SJODIN et al., 1985; SHAW et al., 2015). Por outro lado, no universo da corrida de montanha (CM), o qual inclui a modalidade *Skyrunning*, o desempenho é mais multifacetado e estas três variáveis não conseguem explicá-lo de forma tão consistente devido a outros fatores intervenientes que existem durante a realização das provas (COATES et al., 2021; DE WAAL et al., 2021).

Por conta das descidas em estrada, presença de subidas que podem ser longas e íngremes, e trilhas com piso irregular e que aumentam a necessidade da dupla tarefa, a CM foge dos determinantes tradicionais do desempenho (ROWELL et al., 2013). Todos estes fatores com exceção das descidas em estradões, tendem a diminuir a velocidade média da prova.

Nesse sentido, o treinamento de CM merece ser focado na melhoria individual da velocidade de subida, de trilha e de descida, sendo que cada um destes componentes é determinado por fatores diferentes. Nas subidas, o baixo percentual de gordura associado à um ótimo índice de massa corporal, juntamente com o  $VO_{2max}$  elevado e grande potência mecânica dos membros inferiores são os determinantes (OLIVEIRA-ROSADO et al., 2021). Já nas descidas, a força e a resistência de força excêntrica do quadríceps são essenciais para acelerar e frear muito rápido, principalmente em mudanças de direção. Nas trilhas mais técnicas, a acuidade visual, a capacidade de assumir riscos e a técnica de corrida em superfícies irregulares são cruciais ao melhor desempenho (BONTEMPS et al., 2020; GENITRINI et al., 2022).

Sabe-se ainda que um fator crucial para atingir o melhor desempenho é conseguir utilizar todo o potencial físico, regulando a intensidade de esforço durante cada momento da competição. Isso quer dizer que o atleta necessita escolher as velocidades corretas para subir, descer e correr nas trilhas. Logo, essa gestão da intensidade é determinada pela escolha do ritmo ( *pacing* ) adotado pelo atleta. Tal procedimento é fundamental para garantir o balanço ideal entre a utilização dos recursos energéticos e o adiamento da fadiga muscular.

Basicamente há três tipos de  *pacing*  em provas de corrida de rua. No  *split*  (divisão) positivo, a primeira metade é mais rápida do que a segunda; no  *split*  negativo, a segunda metade de prova é mais rápida do que a primeira; e no  *split*  neutro, o  *pacing*  é mantido sem grandes variações do início ao fim da corrida. A maioria dos records atuais das provas de corrida de rua desde 5km até 42km têm sido “quebrados” com o  *split*  negativo, indicando que o início de prova conservador gera menos fadiga muscular, além de poupar energia para o final da prova.

Já no contexto da CM, o tipo de  *pacing*  utilizado tem sido objeto de poucos estudos.

Além disso, os resultados sugerem que as provas são fortemente influenciadas por diferenças ambientais como quantidade, tamanho e distribuição das subidas e descidas durante o percurso, tipos de piso, horário de largada etc. (CORBI-SANTAMARIA et al., 2023; JOHNSON et al., 2022).

Outro fator crucial que merece muita atenção de treinadores e atletas é o desnível vertical total da prova, representado pela soma das subidas e descidas acumuladas durante o trajeto. Tal conhecimento é essencial para saber o esforço a ser realizado e tempo total (LEMIRE et al., 2021), bem como os pontos em que o atleta possui mais facilidade e/ou dificuldade. Enquanto alguns corredores são especialistas em subidas (ALVERO-CRUZ et al., 2019), outros ganham tempo nas descidas (GENITRINI et al., 2022), enquanto há ainda os que demonstram melhor desempenho em trechos mais técnicos, principalmente quando o piso não permite progressão rápida.

Somente um trabalho avaliou a Velocidade Aeróbia Máxima (VAM) de subida (VAMs) e de descida (VAMd) na mesma inclinação (+15% / -15%), com os resultados indicando que a VAMs é significativamente menor que a VAMd (LEMIRE et al., 2020). Porém, este trabalho foi realizado em laboratório, com menor validade ecológica.

A escassez de dados no universo da CM, especialmente em situações de campo considerando trechos de subidas e descidas, tempo gasto e tipo de *pacing*, revelam uma importante lacuna científica a ser preenchida. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi analisar a dinâmica de tempo e *pacing* no Campeonato Brasileiro Feminino de *Skyrunning* 2023.

## 2. MÉTODOS

### 2.1. PARTICIPANTES

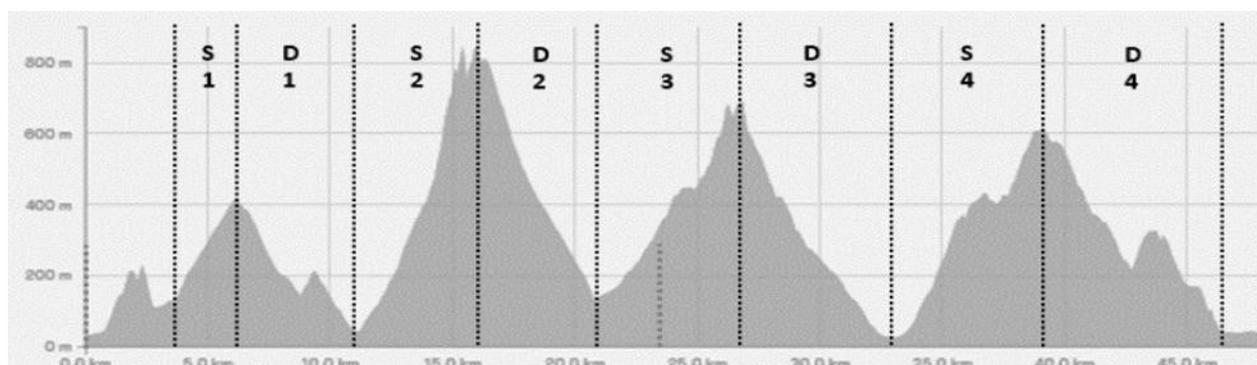
A amostra do presente estudo foi composta por dez mulheres (27 a 44 anos de idade) que completaram a prova de 48 km (+ 2758 metros de ganho de elevação) do Campeonato Brasileiro de *Skyrunning* 2023.

### 2.2. DESENHO EXPERIMENTAL

Todas as corredoras utilizaram dispositivos de GPS (*Global Positioning System*) durante a prova e tinham seus perfis no Strava® com livre acesso. Portanto, por meio desta plataforma, foram criados 10 segmentos, sendo 4 subidas e 4 descidas, além da primeira parte (24 km) e segunda parte (24 km) do percurso. A Figura 1 destaca o perfil altimétrico da prova e os segmentos utilizados para as análises. As subidas e descidas foram denominadas pelas letras “S” e “D”, respectivamente. O primeiro trecho de subida foi indicado como “S1”, o segundo trecho como “S2”, e assim sucessivamente. O mesmo padrão foi utilizado para a nomenclatura das

descidas.

Figura 1. Perfil altimétrico da prova de 48km do Campeonato Brasileiro de *Skyrunning* 2023.



S: subida; D: descida. A figura do perfil altimétrico é oriunda da plataforma Strava® e as linhas verticais e as siglas foram editadas pelo próprio autor.

A Tabela 1 detalha as características de cada segmento em relação à distância horizontal (DH), distância vertical (DV) e percentual de inclinação (aclive ou declive).

Tabela 1. Características dos segmentos analisados na prova de 48km do Campeonato Brasileiro de *Skyrunning* 2023.

Variáveis	S1	D1	S2	D2	S3	D3	S4	D4	<i>split</i> 1	<i>split</i> 2
DH (km)	2,40	4,80	4,56	4,38	6,50	5,53	5,59	7,32	24	24
DV (m)	+247	-379	+802	-713	+556	-663	+592	-592	+1859	+1174
% inc.	+10,3	-7,9	+17,6	-16,3	+9,2	-12,0	+10,6	-8,1	-	-

S: subida; D: descida; *split* 1: primeira metade da prova; *split* 2: segunda metade da prova; DH: distância horizontal; DV: distância vertical; % inc.: percentual de inclinação; +: ganho de elevação; -: perda de elevação.

Os quatro segmentos de subida apresentaram 18,60 km de DH e +2197 m de DV, enquanto os quatro segmentos de descida apresentaram 22,03 km de DH e -2347 m de DV. Ou seja, a somatória de DH dos trechos de subidas e descidas foi de 40,63 km. Neste caso, 7,37 km não foram analisados por serem trechos localizados em zona urbana e/ou predominantemente planos. De qualquer modo, vale destacar que para a análise de *split* 1 vs. *split* 2, foram considerados os 48 km de prova na íntegra.

### 2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para as análises estatísticas foram considerados o desempenho absoluto (tempo gasto) e o desempenho relativo ( *pacing*) dos segmentos criados para o percurso. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para testar a normalidade dos dados. Diante do resultado de distribuição paramétrica, utilizou-se o teste t de Student para comparar os elementos estudados. As análises

foram realizadas no software Statistica e foi considerada diferença estatisticamente significativa quando “ $p < 0,05$ ”.

### 3. RESULTADOS

As 10 atletas participantes do presente estudo, as quais tiveram seus tempos registrados e liberados via Strava<sup>®</sup>, alcançaram 2º, 3º, 4º, 6º, 7º, 12º, 13º, 16º, 18º e 20º lugar no Campeonato Brasileiro de *Skyrunning* 2023. O tempo de prova da vice-campeã foi de 6h13min36sg e da vigésima colocada foi de 9h28min18seg. O tempo médio de prova das 10 atletas que compuseram a amostra foi de 7h28min18seg ( $\pm 1h08min16seg$ ).

O tempo gasto para completar o *split* 1 e o *split* 2 foi, respectivamente, 03h49min21seg ( $\pm 38min46seg$ ) e 03h38min58seg ( $\pm 31min13seg$ ) ( $p=0,087$ ). Na comparação entre o *pacing* do *split* 1 vs. *split* 2 não houve diferença estatisticamente significativa ( $p=0,087$ ).

Considerando-se o somatório dos quatro segmentos de subida, o tempo foi de 4h09min13seg (62,66%) e o *pacing* médio foi 13min24seg ( $\pm 2min05seg$ ). Para os quatro segmentos de descida, o tempo foi de 2h28min29seg (37,34%) e o *pacing* médio foi 6min44seg ( $\pm 1min03seg$ ). Portanto, destaca-se que, embora as atletas tenham cumprido maior DH nas descidas do que nas subidas, o tempo subindo foi 1h40min44seg superior.

### 4. DISCUSSÃO

Diante do objetivo deste trabalho em analisar a dinâmica de tempo e *pacing* no Campeonato Brasileiro Feminino de *Skyrunning* 2023, a ausência de diferença estatisticamente significativa entre a primeira e segunda metade de prova indicou característica de *split* neutro. Já a comparação entre os trechos de subidas e descidas, revelou que o *pacing* das subidas é praticamente o dobro daquele executado nas descidas.

Como cada CM possui trajeto, relevo e piso diferente uma da outra, é possível deduzir que os resultados obtidos neste trabalho sejam explicados pela característica do percurso (VERNILLO et al., 2016). A primeira parte da prova contou com 675 m a mais de ganho de elevação (+1859 m vs. +1174 m) e também com a principal subida em desnível vertical. Por outro lado, dentre as quatro subidas segmentadas, a segunda e a terceira maior estavam no *split* 2.

Quando os dados do tempo total subindo e descendo foram corrigidos pelo ritmo por quilômetro a fim de eliminar as diferenças causadas pela DH, o *pacing* revelou-se significativamente diferente ( $p < 0,001$ ). Isso pode estar relacionado tanto ao esforço físico que é maior para subir (JOHNSON et al., 2022; CORBI-SANTAMARIA, et al., 2023). Devido ao maior gasto energético (VERNILLO et al., 2017) em subidas, uma estratégia comum nestes casos

é caminhar. Reduz-se o gasto de energia às custas de menor velocidade de deslocamento (GIOVANELLI et al., 2016).

A diferença de ritmo relativo indica que os tempos de subida representaram 63,5% enquanto para descida foi de 33,5% ( $p < 0,001$ ). Essa distribuição assimétrica de ritmo maior em subidas em relação a descidas já era esperada, uma vez que estão de acordo com os trabalhos de (CORBI-SANTAMARIA et al., 2023; GENITRINI et al., 2022; MINETTI et al., 2002).

Apesar do menor tempo descendo, Genitrini et al. (2022) demonstraram em seu estudo que a descida na CM é um fator fundamental para o melhor desempenho em provas, pois os melhores atletas realizam a descida de forma mais rápida e intensa. Isto ocorre, pois, a intenção é manter a maior velocidade média com o menor trabalho mecânico, com o intuito de utilizar melhor as contrações excêntricas na descida.

Entretanto as descidas têm um maior aumento dos danos musculares devido a um estresse mecânico maior devido à gravidade e ao impacto repetitivo, resultando em micro lesões (BONTEMPS et al., 2020). Desta forma, além de um treinamento técnico a importância do treinamento específico em declives é reforçada devido aos efeitos resultantes da exposição sistemática à corrida em declive, como o dano muscular induzido pelo exercício menos acentuado e a fadiga (GENITRINI et al., 2022).

Quanto às limitações do presente estudo, vale dizer que devido sua utilidade e confiabilidade (PORTER et al., 2022) foi utilizado o aplicativo Strava® como forma de registo para todos os segmentos de prova. Apesar de amplamente difundido, o aplicativo é dependente da coleta de informações pelo GPS que o atleta está utilizando na competição, os quais podem ser de diferentes marcas e com isso, alguma diferença em algum tempo obtido pode ter acontecido, apesar de que o registo do tempo é altamente preciso atualmente.

Mesmo assim, é sempre importante considerar que o uso de aplicativos de rastreamento de exercícios físicos sempre possui algumas limitações, como possíveis imprecisões na medição do tempo e/ou distância percorrida, principalmente em lugares fechados por árvores, como exemplo e isso pode afetar a precisão dos resultados obtidos.

Em relação às perspectivas e aplicações práticas dos conhecimentos aqui gerados, devido à natureza completamente singular entre cada prova de corrida de montanha, é importante atletas e treinadores considerarem o máximo possível de conhecimento prévio do ambiente, como terreno e altimetria, temperatura, vento (ELY et al., 2007), o trajeto e até pilares básicos e fundamentais como o conhecimento da distância exata e conclusão da prova, para realizar a melhor estratégia de ritmo possível, qual é essencial para o desempenho dos indivíduos em provas de resistência.

Além do conhecimento prévio da prova, é igualmente importante considerar o autoconhecimento do atleta em relação à sua aptidão física atual, principalmente seu

desempenho nas subidas e nas descidas, além de trechos técnicos, tal conhecimento ajudará muito na escolha do ritmo de prova, diminuindo à fadiga prematura.

## 5. CONCLUSÃO

Diante desses resultados, conclui-se que a dinâmica de  *pacing*  executada na prova foi do tipo neutro. Além disso, embora a distância horizontal percorrida em descidas tenha sido maior, o  *pacing*  das subidas é praticamente o dobro daquele executado nas descidas.

## REFERÊNCIAS

ALVERO-CRUZ, José Ramón et al. Prediction of performance in a short trail running race: the role of body composition. **Frontiers in physiology**, v. 10, p. 1306, 2019.

BONTEMPS, Bastien et al. Downhill running: What are the effects and how can we adapt? A narrative review. **Sports Medicine**, v. 50, p. 2083-2110, 2020.

COATES, Alexandra M. et al. Physiological determinants of ultramarathon trail-running performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 16, n. 10, p. 1454-1461, 2021.

CORBÍ-SANTAMARÍA, Pedro et al. Variable Pacing Is Associated with Performance during the OCC® Ultra-Trail du Mont-Blanc® (2017–2021). **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 4, p. 3297, 2023.

DE WAAL, Simon J. et al. Physiological indicators of trail running performance: a systematic review. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 16, n. 3, p. 325-332, 2021.

GENITRINI, Matteo et al. Downhill Sections Are Crucial for Performance in Trail Running Ultramarathons—A Pacing Strategy Analysis. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 7, n. 4, p. 103, 2022.

GIOVANELLI, Nicola et al. Energetics of vertical kilometer foot races; is steeper cheaper?. **Journal of Applied Physiology**, v. 120, n. 3, p. 370-375, 2016.

JOHNSON, Andrew J. et al. Uneven but Conservative Pacing Is Associated With Performance During Uphill and Downhill Running. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 17, n. 8, p. 1170-1178, 2022.

JOYNER, Michael J.; COYLE, Edward F. Desempenho em exercícios de resistência: a fisiologia dos campeões. **The Journal of physiology**, v. 586, n. 1, p. 35-44, 2008.

LEMIRE, Marcel et al. Physiological factors determining downhill vs uphill running endurance performance. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 24, n. 1, p. 85- 91, 2021.

LEMIRE, Marcel et al. Trail runners cannot reach VO<sub>2</sub>max during a maximal incremental downhill test. **Med Sci Sports Exerc**, v. 52, n. 5, p. 1135-1143, 2020.

MINETTI, Alberto E. et al. Energy cost of walking and running at extreme uphill and downhill slopes. **Journal of Applied Physiology**, 2002.

OLIVEIRA-ROSADO, Joana et al. Perfil fisiológico de corredores de trilhas de longa distância adultos do sexo masculino: variações segundo o nível competitivo (nacional ou regional). Einstein (São Paulo), v. 18, 2020.

PORTER, Anna; EVENSON, Kelly; GRIFFIN, Greg. Validity, Reliability, and Usability of a Smartphone App to Measure Bicycling Location. **Findings**, 2022.

ROWELL, Sara; DODDS, Wendy. Corrida de trilha e montanha. Crowood, 2013.

SHAW, Andrew J. et al. The correlation between running economy and maximal oxygen uptake: cross-sectional and longitudinal relationships in highly trained distancerunners. PloS one, v. 10, n. 4, p. e0123101, 2015.

SJODIN, Bertil; SVEDENHAG, Jan. Applied physiology of marathon running. **Sports medicine**, v. 2, p. 83-99, 1985.

VERNILLO, Gianluca et al. Biomechanics and physiology of uphill and downhill running. **Sports Medicine**, v. 47, p. 615-629, 2017.