



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

**ERIC CARVALHO LEMES**

**PERFIL DE RITMO DE FINALISTAS OLÍMPICOS NOS 1500M DE NATAÇÃO**

**UBERLÂNDIA**

**2024**

ERIC CARVALHO LEMES

**PERFIL DE RITMO DE FINALISTAS OLÍMPICOS NOS 1500M DE NATAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para conclusão da graduação em Educação Física (Licenciatura e Bacharelado).  
Orientador: Prof. Dr. Rodney Coelho da Paixão

**UBERLÂNDIA**

**2024**

# **PERFIL DE RITMO DE FINALISTAS OLÍMPICOS NOS 1500M DE NATAÇÃO**

## **BANCA EXAMINADORA**

---

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

---

Prof. Dr. Cristiano Lino Monteiro de Barros – FAEFI/UFU

---

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

## AGRADECIMENTOS

De início, importante deixar aqui expressado minha gratidão a Deus, por ter me capacitado o suficiente para ingressar em uma Universidade de tanto prestígio e concluir a graduação que por anos almejei, bem como pela calma e sabedoria necessárias durante a confecção do presente trabalho.

Assim como em toda e qualquer trajetória há dificuldades e imprevistos, na minha não seria diferente. Digo, com tranquilidade, que só fui apto a superar todos os obstáculos pois nunca estive sozinho. Por isso, dedico este trabalho, como sinal de gratidão, àqueles que me apoiaram e me conduziram a este ponto. Em especial, minha mãe, Amélia Pereira de Carvalho, que fez de minha vida um terreno fértil e propício às boas colheitas. Sem seu suporte, amor e tempo dedicados à minha criação, os quais me fizeram ser quem sou hoje, nada disso seria possível.

Gostaria de expressar também a minha mais profunda gratidão à minha namorada, Ana Geovanna A. Botelho, cujo suporte ao longo dos anos foi inestimável. Sua presença nos últimos anos da minha graduação foi fundamental, compreendendo todos os meus medos, preocupações, sem me deixar desanimar. Sem o seu apoio, não teria encontrado a força necessária para chegar até aqui e este agradecimento é também uma promessa de que me dedicarei de forma incansável ao meu trabalho, com o objetivo de construir uma vida digna para nossa futura família.

Adiciono a esta seleta lista de pessoas cujo significado e importância em minha vida e trajetória acadêmica são indiscutíveis e também merecem este reconhecimento. Agradeço aos amigos que fiz no decorrer do curso e permaneceram, em especial, ao Tiago Alves Mendes, que teve um papel determinante para que eu fizesse a escolha da minha área de atuação. Não conseguiria mensurar em palavras a importância do tempo que passamos estudando e aplicando o conhecimento na prática, por isso, serei eternamente grato a você e à nossa amizade.

Agradeço imensamente ao meu orientador, Prof. Dr. Rodney Coelho da Paixão, por sua paciência, seu tempo e disposição em ensinar. Acompanhar de perto um profissional de tamanha competência, fazendo aquilo que sabe de melhor, fez todo o esforço valer a pena.

Por fim, registro um agradecimento especial ao Igor Moraes Mariano, cuja participação, assistência e seus direcionamentos também foram essenciais para a realização desse projeto.

Aos professores convidados a comporem a minha banca, Prof. Dr. Cristiano Lino M. de Barros e Prof. Dr. Guilherme G. De Agostini, toda minha admiração e respeito. Foram peças-chaves para minha formação acadêmica e espelho profissional. Encerrar esse ciclo na presença de vocês é a maior das honrarias.

## RESUMO

Para atletas de alto rendimento, todo mínimo ajuste importa. Neste cenário, quando colocamos a natação sob o enfoque, uma análise mais atenta sobre questões que vão além das capacidades físicas e técnicas do nadador, mas que também observam a distribuição de energia ao longo das provas mostra-se necessária e de grande valia. Por tal razão, o presente estudo se propôs a investigar o perfil de ritmo de atletas finalistas olímpicos nos 1.500m livre e comparar se houve diferenças na estratégia adotada entre homens e mulheres. Para tanto, foram utilizados dados das finais dos 1500m livres nas Olimpíadas de Tóquio e Paris, extraindo destas o tempo final de 27 atletas, sendo 14 homens e 13 mulheres. As parciais de abertura (0-100m) e conclusão da prova (1400-1500m) foram significativamente mais rápidas que as demais ( $p < 0,01$ ). Embora os homens sejam mais rápidos que as mulheres em termos absolutos, não houve diferença de ritmo entre eles em medidas relativas de desempenho (i.e. ritmo relativo, coeficiente de variação e amplitude relativa do ritmo). Portanto, nadadores de elite/olímpicos apresentam ritmo de dinâmica variável, com padrão em “U invertido”, independentemente do sexo.

**Palavras-chave:** análise de dados; desempenho atlético; esportes aquáticos.

## ABSTRACT

For high-performance athletes, every small adjustment matters. In this scenario, when we focus on swimming, a closer analysis of issues that go beyond the swimmer's physical and technical abilities, but also consider the energy distribution throughout the races, is necessary and valuable. For this reason, the present study aimed to investigate the pacing profile of Olympic finalist athletes in the 1500m freestyle and compare whether there were differences in the strategy adopted between men and women. To this end, data from the finals of the 1500m freestyle at the Tokyo and Paris Olympics were used, extracting the final time of 27 athletes, 14 men and 13 women. The opening (0-100m) and final (1400-1500m) splits were significantly faster than the others ( $p < 0.01$ ). Although men are faster than women in absolute terms, there was no difference in pacing between them in relative performance measures (i.e., relative pacing, coefficient of variation, and relative pacing amplitude). Therefore, elite/Olympic swimmers exhibit variable pacing dynamics, with an inverted-U pattern, regardless of gender.

**Keywords:** athletic performance; data analysis; water sports.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
2.1. POPULAÇÃO E AMOSTRA .....	10
2.2. ANÁLISE DO RITMO.....	10
2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	11
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>15</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Na elite do esporte, a diferença entre vencer e perder é estreita, além das capacidades físicas e técnicas, a regulação da distribuição de energia ao longo das provas se mostra crucial para otimizar o rendimento dos atletas (ABBISS; LAURSEN, 2008). A gestão de energia durante o exercício é conhecida como ritmo ( *pacing* ) ou estratégias de ritmo, sendo amplamente aceito que o ritmo pode impactar consideravelmente o desempenho esportivo (DAMASCENO et al., 2013; MCGIBBON et al., 2018).

A representação do comportamento do ritmo dos atletas durante a competição é chamada de “perfil de ritmo”, (MENTING et al., 2019). Esses perfis podem ser caracterizados pela apresentação gráfica dos tempos parciais ou da velocidade em cada volta de um evento (MORAIS et al., 2020). Uma ampla gama foi identificada em diferentes tipos de exercícios e condições, como perfis negativos, *all-out*, positivos, uniformes, em forma de parábola e variáveis (ABBISS; LAURSEN, 2008).

Acredita-se que o desempenho observado esteja associado com os diferentes ambientes competitivos e variações biomecânicas e fisiológicas dos atletas (MENTING et al., 2019). Na natação, a influência do ritmo na performance atlética pode ser mais significativa em comparação a outros esportes, pois o ambiente aquático possui uma combinação de características únicas. A baixa eficiência mecânica e as altas propriedades resistivas da água promovem um custo excessivo de energia durante a atividade (LARA; DEL COSO, 2021). Ademais, o perfil apresentado é dependente da distância e do estilo do nado em cada prova (LARA; DEL COSO, 2021; MCGIBBON et al., 2018).

Em competições de longa duração na piscina, como os 1500m nado livre, a conclusão da prova em níveis mais elevados ocorre em tempos acima de 14 minutos. Vale ressaltar que nem mesmo todas as finalistas olímpicas conseguem completar essa distância em menos de 16 minutos. Nesse contexto, a estratégia de ritmo ideal é aquela que permite ao atleta utilizar seus recursos energéticos de forma efetiva durante o percurso, sem antecipar ao ponto de provocar uma desaceleração significativa antes do término da prova. (LARA; DEL COSO, 2021).

Fora do contexto olímpico, o ritmo que costuma ser apresentado por homens nesse tipo de evento é uma curva parabólica ou em formato de “U”. Isto sugere uma velocidade mais alta no início da prova e nas voltas finais, com a manutenção de um ritmo constante na seção intermediária do percurso (LIPINSKA; ALLEN; HOPKINS, 2016). Por outro lado, a inclusão das mulheres nos 1500m nado livre nas Olimpíadas, um evento que reúne as melhores atletas

do mundo, é recente. Embora existam diferenças fisiológicas entre os sexos em relação a performance esportiva (BASSETT et al., 2020), prévias análises do perfil de ritmo não compararam as diferenças entre homens e mulheres nas provas de 1500m nado livre (DAMASCENO et al., 2013; DE OLIVEIRA et al., 2023; LARA; DEL COSO, 2021).

Portanto, pretende-se com o presente estudo: 1) investigar a perfil de ritmo de atletas finalistas olímpicos nos 1500m de natação, e 2) comparar o padrão apresentado entre homens e mulheres, visando identificar, assim, as estratégias adotadas por quem detém as melhores métricas do mundo.

## **2. MÉTODOS**

### **2.1. POPULAÇÃO E AMOSTRA**

A população deste estudo foi composta por nadadores olímpicos – homens e mulheres – finalistas nos 1.500m nado livre. A amostra, por seu turno, é constituída por 27 atletas, sendo 14 homens e 13 mulheres, participantes dos Jogos Olímpicos de Tóquio (2021) e Paris (2024). Embora os dados obtidos sejam de duas Olimpíadas diferentes, para aqueles atletas que apresentaram mais de um tempo (ou seja, que participaram da final olímpica em mais de uma edição) utilizou-se somente o menor/melhor tempo dentre eles.

Todas as informações utilizadas para a elaboração da análise aqui demonstrada foram obtidas no portal oficial das Olimpíadas, bem como no *website* da *World Aquatics*, antiga Federação Internacional de Natação (FINA) (<https://www.worldaquatics.com/competitions/5/olympic-games-tokyo-2020/results?disciplines=>, <https://www.worldaquatics.com/competitions/2943/olympic-games-paris-2024/results?disciplines=SW>, <https://olympics.com/pt/paris-2024/resultados/natacao/1500m-livre-feminino/fnl-000100-->, <https://olympics.com/pt/paris-2024/resultados/natacao/1-500m-livre-masculino/fnl-000100-->). Portanto, são dados de domínio público e que dispensam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido por parte dos atletas.

### **2.2. ANÁLISE DO RITMO**

Para análise do ritmo e do desempenho em si dos atletas finalistas olímpicos dos 1.500m nado livre, foram consideradas parciais de 100m ao longo da prova de ambos os sexos, de modo a propiciar a comparação do padrão e estratégias de provas utilizadas por eles. Os resultados de

ritmo foram apresentados em unidades absolutas (s/100m) e relativas (% do ritmo médio individual). Além disso, utilizamos as seguintes variáveis para compor a análise desses atletas:

- Ritmo mais rápido (s/100m): mostra a média do melhor ritmo de cada atleta em 100 metros. Esse dado é importante para identificar o máximo potencial de velocidade dos nadadores.
- Ritmo mais lento (s/100m): apresenta a média do ritmo mais lento. Dados importantes para analisar a variação do ritmo mais lento e o mais rápido.
- Coeficiente de variação (%): desvio padrão dividido pela média do ritmo. Essa métrica ajuda a entender a estabilidade do ritmo em relação à média, sendo crucial para análises de desempenho.
- Amplitude relativa do ritmo (%): diferença entre o ritmo mais alto e o mais baixo, dividida pelo ritmo médio. Essa informação mostra como os tempos dos atletas se mantêm constantes, indicando adaptação e regularidade.

### **2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os resultados foram apresentados em média e desvio padrão. Foi conduzido o teste de Shapiro-Wilk para normalidade e o teste de Levene para homoscedasticidade. Na comparação entre amostras independentes, utilizou-se o teste t de Student e Mann-Whitney para amostras paramétricas e não paramétricas, respectivamente. Para comparar as dinâmicas de ritmo foi empregada ANOVA de 2 fatores (sexo e distância da prova) com post hoc de Bonferroni quando necessário e correção de Greenhouse-Geisser quando a esfericidade de dados não foi assumida. Foram utilizados os softwares SPSS 26 e Graphpad Prism 8. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ .

### **3. RESULTADOS**

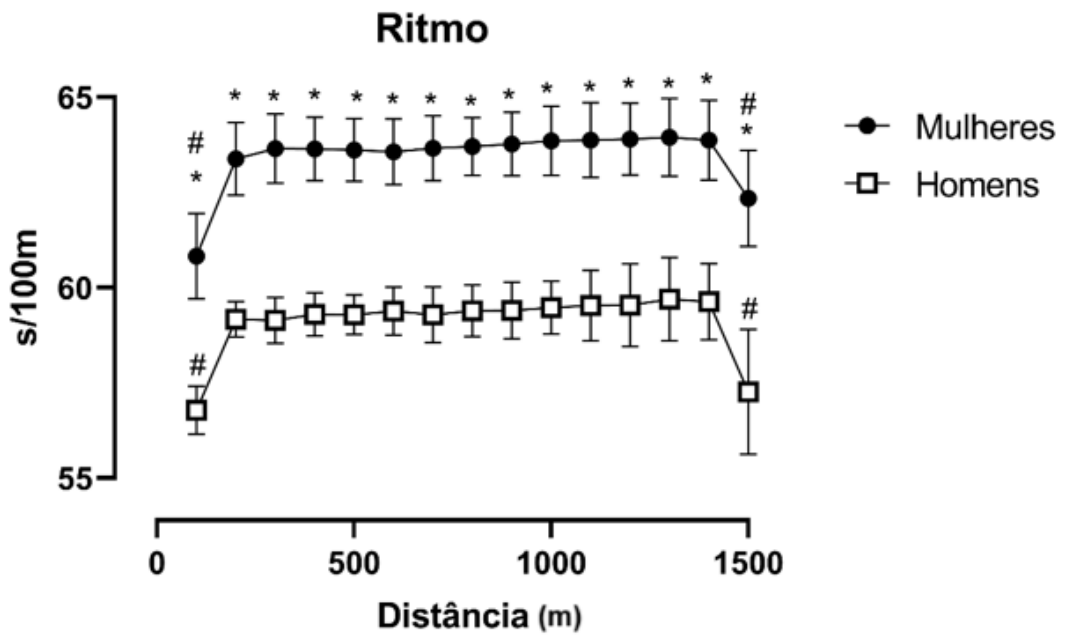
As características gerais dos atletas analisados neste estudo estão apresentadas na tabela 1. Os valores absolutos de ritmo de prova tiveram diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) demonstrando o ritmo mais rápido dos homens, porém os índices relativos demonstraram estratégias de ritmo similares entre os sexos.

**Tabela 1** – Características gerais de nado.

	<b>Categoria</b>	<b>N</b>	<b>Média ± DP</b>	<b>p</b>
<b>Tempo de prova (s)</b>	F	13	951,78 ± 13,05	<0,001
	M	14	886,53 ± 10,26	
<b>Ritmo mais rápido (s/100m)</b>	F	13	60,08 ± 1,14	<0,001
	M	14	56,36 ± 0,81	
<b>Ritmo mais lento (s/100m)</b>	F	13	64,27 ± 0,84	<0,001
	M	14	59,98 ± 0,98	
<b>Coefficiente de variação (%)</b>	F	13	1,41 ± 0,28	0,052
	M	14	1,65 ± 0,33	
<b>Amplitude relativa do ritmo (%)</b>	F	13	5,47 ± 1,02	0,170
	M	14	6,13 ± 1,36	

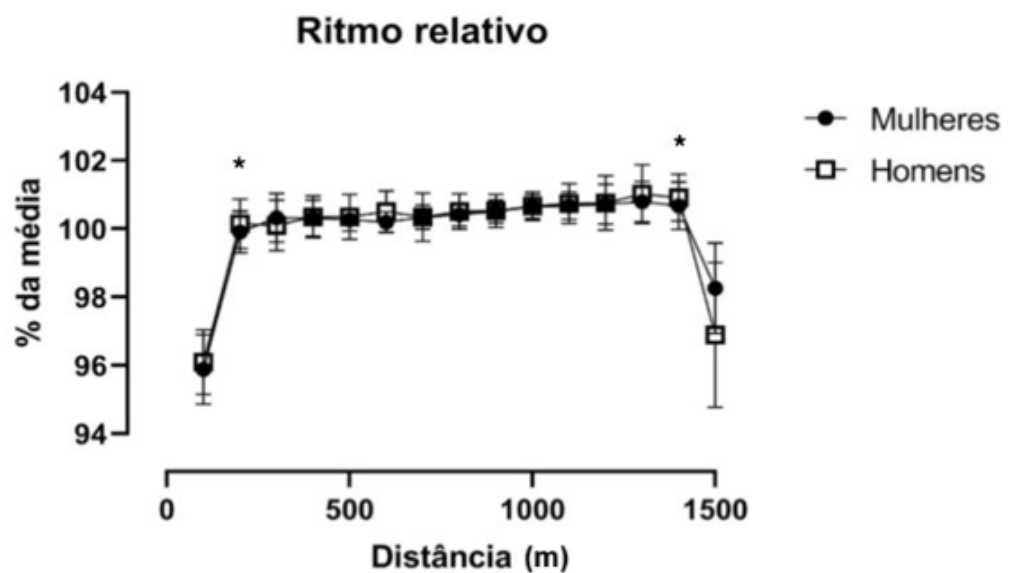
Legenda: DP = desvio padrão; F = feminino; M = masculino; s = segundos; s/100m = tempo, em segundos, a cada 100m.

As parciais iniciais (0-100m) e finais (1400-1500m) apresentaram tempos significativamente mais rápidos em relação às demais porções da prova e ambos os sexos apresentaram um padrão de ritmo parabólico ou em forma de U invertido. Embora os homens tenham sido mais rápidos em termos absolutos (Figura 1), não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o ritmo dos homens e o das mulheres quando foram comparados por medidas relativas de desempenho (Figura 2), apresentando um padrão semelhante para ambos os sexos.



**Figura 1** – Perfil de ritmo absoluto de finalistas olímpicos nos 1500m de natação.

\*Diferença significativa entre os sexos #Diferença significativa com as parciais 2 a 14.



**Figura 2** – Perfil de ritmo relativo de finalistas olímpicos nos 1500m de natação.

\*Diferença significativa em relação às parciais entre 200 e 1400m.

#### 4. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar o ritmo dos nadadores olímpicos finalistas dos 1500m nado livre, e possíveis diferenças e similaridades entre homens e mulheres com relação a esses modelos de ritmo. Os resultados obtidos demonstraram que o padrão de ritmo segue uma curva parabólica em forma de U invertido para ambos os sexos, com a primeira (0-100m) e última (1400-1500m) parciais executadas em maior velocidade.

A análise das estratégias de ritmo adotadas por nadadores olímpicos mostra-se relevante, pois permite identificar a abordagem que atletas de elite utilizam nas principais competições, e, como elas podem influenciar o desempenho no desenvolvimento da prova. Neste sentido, os resultados do presente trabalho assemelham-se aos apresentados por outros autores, que destacam o caráter parabólico das estratégias de ritmo em provas longas como as de 800m e 1500m nado livre (LIPINSKA; ALLEN; HOPKINS, 2016; MCGIBBON et al., 2018). Ou seja, demonstrando que uma *performance* de início forte com uma velocidade uniformemente mantida entre as parciais média, com um *sprint* final, pode ser uma estratégia eficiente para maximizar o desempenho.

De forma geral, os nadadores do estilo livre impõem um ritmo mais acelerado nos primeiros metros de prova devido ao impulso de saída do bloco, fase de voo e fase submersa (LARA; DEL COSO, 2021; MCGIBBON et al., 2018). Além disso, os movimentos de largada têm impacto positivo na velocidade nos segmentos iniciais das provas, afetando a cinemática da natação. Para evitar a perda de momento ao emergir, a taxa e o comprimento de braçadas devem ser adaptadas às velocidades mais altas (VEIGA; ROIG, 2017).

O ritmo constante na parte intermediária da prova é considerado a estratégia mais adequada em provas de longa duração (ABBISS; LAURSEN, 2008). Distribuições inadequadas de energia podem levar à fadiga prematura, comprometendo a manutenção da velocidade e o desempenho. No ambiente aquático, onde há uma eficiência mecânica baixa e maior resistência devido às próprias características do fluido, pequenas variações na velocidade eleva o custo energético da atividade (ABBISS; LAURSEN, 2008; VEIGA; ROIG, 2017). Portanto, a otimização dos tempos de desempenho geral nas provas de 1500m nado livre pode ser alcançada ao minimizar as variações de aceleração e desaceleração.

A volta final é marcada por um forte aumento na velocidade de natação. Acredita-se que esse aumento na potência seja o resultado de um aumento no recrutamento de unidades motoras, relacionado a uma reserva de energia anaeróbica (ABBISS; LAURSEN, 2008). Logo, a baixa variabilidade na velocidade volta a volta em provas longas também está associada com a

necessidade de conservação de energia para o *sprint* final (DE OLIVEIRA et al., 2023; MCGIBBON et al., 2018). Vale destacar que esse aumento de velocidade, caracterizando o “*end-spurt*” ou “*sprint final*” (ABBISS; LAURSEN, 2008), parece não depender somente dos estoques energéticos. A regulação da distribuição de energia é regulada por um sistema complexo de *feedback* integrado de várias fontes, o que auxilia o atleta nas tomadas de decisão (CARMO et al., 2012).

A falta de uma análise mais aprofundada dos fatores que podem influenciar as dinâmicas de ritmo pode ser apontada como uma limitação do presente estudo. Embora os resultados oficiais sejam úteis para estratégias de ritmo, aspectos cinemáticos (GONJO; OLSTAD, 2021) e cinéticos (CABRAL, 2020) também merecem ser contemplados em trabalhos futuros. Outra limitação diz respeito ao público em questão, haja vista que os desfechos encontrados para atletas olímpicos podem não representar o cenário em competições de menor nível (MORAIS et al., 2023). Neste caso, são necessários estudos mais abrangentes para representar adequadamente a variabilidade e os desafios encontrados em competições de longa distância em diferentes contextos (MORAIS et al., 2023). Por sua vez, a investigação de parciais a cada 100m na prova de 1500m nado livre, dentro da faixa recomendada de 5 a 10% (MCGIBBON et al., 2018), ressalta uma característica que pode ser adotada em outros estudos.

A semelhança constatada entre o ritmo relativo de homens e mulheres indica que, apesar de as nadadoras serem mais lentas em termos absolutos, elas realizam a mesma estratégia de distribuição de energia durante a prova. Isto sugere que as variáveis biomecânicas e fisiológicas que afetam a distribuição do ritmo são consistentes entre os sexos, pelo menos quando analisadas em medidas relativas. Podemos sugerir que as estratégias de treinamento desenvolvidas para o correto desenvolvimento do ritmo podem ser aplicadas da mesma forma a ambos os sexos, focando na capacidade de sustentar a velocidade nas partes intermediárias e otimizar a performance na primeira e última parciais.

## **5. CONCLUSÃO**

Os resultados deste estudo revelam que nas finais de 1500m de natação nas Olimpíadas de Tóquio e Paris, as parciais iniciais (0-100m) e finais (1400-1500m) foram significativamente mais rápidas do que as demais. Além disso, embora os homens sejam mais rápidos do que as mulheres em termos absolutos, não houve diferenças na comparação entre as medidas relativas de desempenho. Portanto, conclui-se que nadadores finalistas olímpicos, independentemente do sexo, apresentam ritmo de dinâmica variável e com “padrão em U invertido”.

## REFERÊNCIAS

1. ABBISS, C. R.; LAURSEN, P. B. Describing and Understanding Pacing Strategies during Athletic Competition. **Sports Medicine**, v. 38, n. 3, p. 239–252, 2008.
2. BASSETT, A. J. et al. The Biology of Sex and Sport. **JBJS Reviews**, v. 8, n. 3, p. e0140, mar. 2020.
3. CABRAL, S. Análise cinética e cinemática da saída de bloco em natação de atletas deficientes visuais. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 10, n. 1, p. 1–9, 6 dez. 2022.
4. CARMO, E. C. DO et al. Estratégia de corrida em média e longa distância: como ocorrem os ajustes de velocidade ao longo da prova? **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 26, n. 2, p. 351–363, jun. 2012.
5. **Competition Results | AQUA Official**. Disponível em: <<https://www.worldaquatics.com/competitions/5/olympic-games-tokyo-2020/results?disciplines=>>>. Acesso em: 14 set. 2024.
6. **Competition Results | World Aquatics Official**. Disponível em: <<https://www.worldaquatics.com/competitions/2943/olympic-games-paris-2024/results?disciplines=SW>>>. Acesso em: 14 set. 2024.
7. DAMASCENO, M. V. et al. Estratégia adotada em provas de natação estilo crawl: uma análise das distâncias de 800 e 1500m. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 15, n. 3, 2 abr. 2013.
8. DE OLIVEIRA, L. et al. What pacing is used by the best swimmers in the 200m freestyle? **Motricidade**, v. 19, n. 1, p. 93–98, 1 mar. 2023.
9. GONJO, T.; OLSTAD, B. H. Race Analysis in Competitive Swimming: A Narrative Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 1, 24 dez. 2020.
10. LARA, B.; DEL COSO, J. Pacing Strategies of 1500 m Freestyle Swimmers in the World Championships According to Their Final Position. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 14, p. 7559, 15 jul. 2021.



11. LIPINSKA, P.; ALLEN, S. V.; HOPKINS, W. G. Relationships Between Pacing Parameters and Performance of Elite Male 1500-m Swimmers. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 2, p. 159–163, mar. 2016.
12. MCGIBBON, K. E. et al. Pacing in Swimming: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 48, n. 7, p. 1621–1633, 20 mar. 2018.
13. MENTING, S. G. P. et al. Pacing in lane-based head-to-head competitions: A systematic review on swimming. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 20, p. 2287–2299, 13 jun. 2019.
14. MORAIS, J. E. et al. Stability analysis and prediction of pacing in elite 1500 m freestyle male swimmers. **Sports Biomechanics**, p. 1–18, 7 out. 2020.
15. **Paris 2024**. Disponível em: <<https://olympics.com/pt/paris-2024/resultados/natacao/1500m-livre-feminino/fnl-000100-->>. Acesso em: 14 set. 2024.
16. **Paris 2024**. Disponível em: <<https://olympics.com/pt/paris-2024/resultados/natacao/1-500m-livre-masculino/fnl-000100-->>. Acesso em: 14 set. 2024.
17. VEIGA, S.; ROIG, A. Effect of the starting and turning performances on the subsequent swimming parameters of elite swimmers. **Sports Biomechanics**, v. 16, n. 1, p. 34–44, 31 maio 2016.