Artigo original Recebido em: 22/04/2023 Parecer emitido em: 25/05/2023

PAULA, L.V. de; OLIVEIRA, G.T. de; QUINAN, G.R.; FERREIRA, R.M.; Análise e classificação do desempenho de sprints de 20 metros de nadadores jovens. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, Várzea Paulista, v.22, n.02, p.07-15, 2023. ISSN; 1981-4313.

ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DE SPRINTS DE 20 METROS DE NADADORES JOVENS

PERFORMANCE ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF 20 METERS SPRINTS OF YOUNG SWIMMERS

Leandro Vinhas de Paula[1]
Géssyca Tolomeu de Oliveira[2]
Gabriel Resende Quinan[3]
Renato Melo Ferreira[1]

[1]Escola de Educação Física, Universidade Federal de Ouro Preto (EEF-UFOP);
[2]Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Juiz de Fora (PPG EFI-UFJF)
[3]Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais (EEFFTO-UFMG)

RESUMO

A análise biomecânica do desempenho de nado é uma ferramenta fundamental para monitoramento e controle do processo de treinamento, assim como no processo de detecção e seleção de talentos na natação. Este estudo teve como objetivo classificar e analisar o desempenho obtido nos testes de *sprints* de 20 metros no estilo livre por jovens nadadores. Foram recrutados 27 de jovens nadadores (13,50 ± 0,51 anos; 49,71 ± 5,04 kg; 158,14 ± 5,69 cm), sendo submetidos aleatoriamente a testes de *sprints* de 20 metros de nado livre, conectados a um encoder rotatório para determinação das variáveis de tempo total, velocidade máxima e média. A comparação entre sexos para variáveis quantificadas evidenciou diferenças significativas com menores valores para velocidade média nos trechos de 0 a 5 metros, 5 metros a 10 metros, 10 metros a 15 metros, de 0 a 20 metros ($p<0,01$) e tempo total de *sprints* ($p<0,001$) para nadadores jovens. Adicionalmente, uma elevada capacidade de discriminação do desempenho observado ($R^2=89,8\%$) foi verificada, mostrando uma elevada heterogeneidade e grande homogeneidade dos agrupamentos formados de jovens nadadores. A utilização do desempenho de sprints de 20 metros evidenciou grande capacidade de discriminação do desempenho de nado livre, bem como diferenças entre sexos para jovens nadadores.

Palavras-chave: Natação. Análise Biomecânica. Aprendizado de Máquina, Seleção de Talentos.

ABSTRACT

The biomechanical analysis of swimming performance is a fundamental tool for monitoring and controlling the training process, as well as in the process of detecting and selecting talents in swimming. This study aimed to classify and analyze the performance obtained in 20-meter freestyle sprint tests by young swimmers. Twenty-seven young swimmers (13,50 ± 0,51 years; 49,71 ± 5,04 kg; 158,14 ± 5,69 cm) were recruited, randomly submitted to 20-meter freestyle sprint tests, connected to a rotary encoder to determine the variables of total time, maximum and mean velocity. The comparison between sexes for quantified variables showed significant differences with lower values for mean velocity in the parts from 0 to 5 meters, 5 meters to 10 meters, 10 meters to 15 meters, 0 to 20 meters ($p<0.01$) and time total sprints ($p<0.001$) for young swimmers. Additionally, a high capacity of discrimination of the observed performance ($R^2=89.8\%$) was verified, showing a high heterogeneity and great homogeneity of the formed groupings of young swimmers. The use of 20-meter sprint performance showed a great ability to discriminate against freestyle swimming performance, as well as sex differences for young swimmers.

Keywords: Swimming. Biomechanical Analysis. Machine Learning, Talent Selection.

INTRODUÇÃO

No contexto da análise do movimento humano, a biomecânica é uma disciplina vinculada a ciência do esporte que se ocupa de análises físicas de sistemas biológicos, consequentemente, análises físicas do movimento humano. Em uma perspectiva estrita da biomecânica do rendimento, a técnica de movimento, a condição física, juntamente com a capacidade tática, define a qualificação esportiva. O termo rendimento caracteriza-se por um resultado de ordem física do movimento, podendo ser analisado pelo viés da técnica de execução ou da análise da condição física. Especificamente em investigações voltadas para a natação, um grande corpo de evidências tem se especializado na análise do desempenho, que consiste em fornecer feedback objetivo aos atletas e treinadores por meio de diferentes análises das provas, atrelado ao uso de tecnologias cada vez mais sofisticadas (RAD *et al.*, 2021; PAULA, 2022). Dessa forma, o problema perpassa sobre a necessidade de professores e treinadores em monitorar e controlar o processo de treinamento de grupos de nadadores, bem como a detecção e seleção de talentos a partir de ferramentas, métodos específicos e objetivos.

A utilização de sistemas de câmeras de alta velocidade (≥120Hz) é considerada como método padrão-ouro para realização de análises cinemáticas. A análise cinemática da técnica de nado tem sido conduzida com o uso de sistemas de câmeras e unidades de medida inercial, em menor extensão. Entretanto, além de apresentar custos elevados para aquisição, que dificulta o acesso a tais métodos, a operacionalização destes instrumentos e restrição em geral a ambientes laboratoriais, aspectos como oclusão, alteração da posição do equipamento e condições ambientais podem afetar os resultados obtidos. Além disso, tais sistemas possuem demasiada complexidade e tempo para processamento e análise dos dados, exigindo pessoal com elevada qualificação. Nesse sentido, dispositivos do tipo encoder, com menor custo e praticidade têm sido empregados para análise da técnica de nado, conservando a especificidade durante a testagem (RAD *et al.*, 2021; PAULA, 2022).

Ao analisar a natação é preciso conceituar propulsão e arrasto, pois estes interferem diretamente no desempenho do nadador. De forma objetiva, propulsão é a capacidade de locomoção na água por meio da ação conjunta de braços e pernas. Já o arrasto é a resistência que o corpo recebe em direção oposta ao deslocamento. Existem três tipos de resistência, arrasto de forma, de onda e atrito. O desenvolvimento da técnica de nado possui uma relação direta entre a capacidade de gerar propulsão, com menor arrasto possível (MAGLISCHO, 2010). Caputo *et al.* (2006) apontam que jovens nadadores possuem um maior custo energético em virtude da técnica de nado, já que os mesmos estão no processo de refinamento da técnica. Ao analisar indivíduos com características similares, dotados de melhor capacidade técnica, juntamente com características antropométricas vistas mais desejáveis, bem como melhor propulsão pode representar uma diminuição do custo energético. Morais *et al.* (2022) estudaram jovens nadadores para determinar a velocidade de nado baseado nas variáveis antropométricas, cinemáticas e cinéticas e compreender a relação existente entre a frequência e comprimento de braçadas com a velocidade de propulsão. O estudo concluiu que existe relação entre as variáveis antropométricas, cinéticas e cinemáticas e que a velocidade é um somatório entre a frequência e comprimento da braçada, contudo uma maior propulsão não é, obrigatoriamente, associada a maior velocidade de nado.

Considerar as variáveis antropométricas, cinemáticas e cinéticas nos treinamentos é fundamental para que se obtenha resultados melhores em competições. Ademais, avaliar os atletas no ambiente competitivo acerca das mesmas variáveis é importante, pois o feedback no ambiente real, a competição, se torna fundamental para obtenção do melhor resultado. Barbosa *et al.* (2019), descreveram a trajetória, durante 2 anos e meio, de um nadador velocista olímpico, com foco nas características envolvidas no processo do treinamento da prova de 50 metros nado livre. Foram avaliados a carga externa do treinamento, o desempenho, a velocidade instantânea e amarrada, a força dinâmica e a composição corporal. Foi possível observar ao longo do processo que o nadador reduziu o seu tempo, melhorou o comprimento da braçada e força em terra e de nado. A conclusão foi que o nadador atingiu a marca de sub-22 segundos devido, principalmente ao maior comprimento de braçada, assim como aos níveis de força.

Adicionalmente, no processo identificação, seleção e promoção de novos talentos esportivos, em especial na natação, é de suma importância estabelecer critérios a serem avaliados que possam propiciar a expertise desses atletas (HOGAN *et al.*, 2021). O desempenho esportivo para nadadores é influenciado por alguns fatores, sendo os biomecânicos (WIRTH *et al.*, 2022), antropométricos (FERRAZ *et al.*, 2020) e maturacionais (VIEIRA *et al.*, 2022), alguns dos mais latentes neste processo. Morais *et al.* (2021), em sua revisão narrativa, reportaram os fatores antropométricos e biomecânicos como dois dos fatores determinantes para o desempenho esportivo. Ainda, cabe destacar que as características antropométricas, aliadas ao treinamento, assumem papel significativo para o desempenho de jovens nadadores.

Logo, o objetivo deste estudo reside na classificação e análise do desempenho observado em sprints de 20 metros por jovens nadadores em estilo livre. Nós hipotetizamos que a utilização de análise biomecânicas do desempenho de nado evidenciarão elevada capacidade de classificação de jovens nadadores, mostrando diferenças entre sexos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento do Estudo

O presente estudo é do tipo experimental, com delineamento inteiramente ao acaso. Os participantes recrutados foram submetidos aleatoriamente à realização de testes de *sprints* de 20 metros. As tarefas foram realizadas com a finalidade de obtenção das variáveis cinemáticas a partir do uso de um encoder rotatório.

Cuidados Éticos

Este estudo foi submetido e aprovado junto ao comitê de ética em pesquisa local (CAAE 38365620.3.0000.5149). Os voluntários foram informados quanto aos objetivos, métodos, possíveis riscos e benefícios oriundos da participação no estudo. Em seguida, o assentimento e consentimento foi recolhido por escrito, sendo facultado aos voluntários o direito de deixar de participar do estudo sem qualquer prejuízo.

Amostra

Para realização do estudo, foram recrutados jovens nadadores (nível regional) de ambos os sexos engajados em regime de atividades de treinamento regular na natação, durante o calendário competitivo (n=27; 12 indivíduos do sexo masculino e 15 indivíduos do sexo feminino, 13,50 ± 0,51 anos; 49,71 ± 5,04 kg; 158,14 ± 5,69 cm). Os indivíduos não possuíam diagnóstico prévio e não se encontravam em situação de tratamento de lesões músculo-tendineas. Os nadadores foram selecionados conforme a conveniência do pesquisador, oriundos de um clube particular, por intermédio da obtenção de autorização prévia para realização das atividades experimentais junto ao respectivo treinador.

Procedimentos

Os indivíduos recrutados executaram um aquecimento padrão envolvendo atividades de alongamento e de nado livre com intensidade baixa. Em seguida, aleatoriamente os indivíduos foram selecionados para a realização de uma tarefa de sprint de 20 metros de nado em estilo livre, com a maior intensidade possível. Os jovens nadadores foram instruídos a posicionar – se verticalmente, sempre lateralmente com uma das mãos na borda da piscina, para aguardar a autorização dos avaliadores para início da tarefa de sprint. Cada indivíduo executou uma repetição máxima de nado livre por 20 metros, em uma piscina de aproximadamente de mesmo comprimento.

Antes do início dos testes, um cinto de neoprene ligado a um dispositivo baseado em um encoder rotatório foi fixado na cintura dos indivíduos (Race encoder®, Chronojump Bosco System, Barcelona, Espanha, https://chronojump.org/product/race-analyzer/). O dispositivo possui capacidade de registro para uma distância máxima de 120m, resolução de 3.10-2 m, acurácia temporal de 4.10-6s, sendo conectado a uma placa de aquisição de dados em interface com um notebook, por meio de um cabo USB. O dispositivo foi acoplado a um tripé para aquisição dos dados e determinação das variáveis cinemáticas na tarefa de sprints na natação. Os dados foram adquiridos e exportados através do software Chronojump 2.2.1 (Chronojump Bosco System®, Barcelona, Espanha). A partir das series temporais de deslocamento no tempo obtidas (Figura 1), foram quantificados o tempo total observado na realização da tarefa (t20m), velocidade média (Vmed), velocidade máxima (Vmax), velocidade média nos trechos de 0 a 5m (V0-5m), de 5m a 10m (V5-10m), de 10m a 15m (V10-15m) e de 15 a 20m (V15-20m).

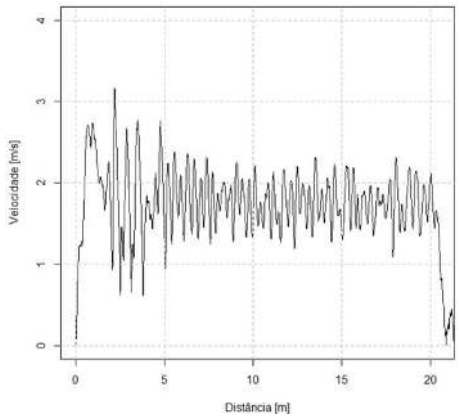

Figura 1 - Curva de velocidade de nado durante o teste de sprint de 20 metros.
Fonte: Dados da pesquisa.

Análise Estatística

As variáveis quantificadas (t20m, Vmed, Vmax, V0-5m, V5-10m, V10-15m e V15-20m) foram descritas em termos de média, desvio – padrão e coeficiente de variação (0 a 15%, baixa instabilidade relativa; 15 a 30% moderada instabilidade relativa; > 30%, elevada instabilidade relativa), conforme a tabela 1. Para estudar as diferenças entre sexos foi conduzida uma análise de variância, após serem verificados os pressupostos de normalidade e homocedasticidade (teste de shapiro e bartlett, respectivamente). Para classificar os indivíduos perante o grupo de nadadores avaliados, uma análise de agrupamento pelo método k – médias foi conduzida a partir das variáveis coletadas, utilizando o coeficiente de partição (R2) para verificar a qualidade dos agrupamentos (AG) obtidos (TABACHNIK; FIDELL, 2013), denominados arbitrariamente de AG1 (melhor desempenho), AG2 (moderado desempenho), AG3 (bom desempenho) e AG4 (regular desempenho). As análises foram conduzidas no software "R", versão 4.1.2 (R Core Team, 2019, Vienna, Áustria, https://cran.r-project.org/).

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as variáveis de desempenho observadas nos testes de *sprints* de 20 metros em termos de média, desvio-padrão e coeficiente de variação (%).

Tabela 1 - Variáveis de desempenho obtidas (t_{20m}, V_{med}, V_{max}, $V_{0\text{-}5m}$, $V_{5\text{-}10m}$, $V_{10\text{-}15m}$ e $V_{15\text{-}20m}$) nos *sprints* de 20m de nado livre no geral, por sexo e por agrupamento.

Sexo	Análise Descritiva por sexo e geral ($\underline{x} \pm s$ [cv%])						
	t_{20m}(s)	V_{med}(m/s)	V_{max}(m/s)	$V_{0\text{-}5m}$(m/s)	$V_{5\text{-}10m}$ (m/s)	$V_{10\text{-}15m}$ m/s)	$V_{15\text{-}20m}$ (m/s)
Meninas (n=15)	15,67±0,96 [6,36%]	1,41±0,09 [6,41%]	2,81±0,35 [12,56%]	1,43±0,10 [7,45%]	1,44±0,10 [7,30%]	1,42±0,12 [8,93%]	1,36±0,08 [5,87%]
Meninos (n=12)	13,82±1,54* [11,20%]	1,56±0,16* [10,22%]	2,77±0,31 [11,01%]	1,65±0,12* [7,65%]	1,58±0,12* [7,81%]	1,57±0,15* [9,75%]	1,49±0,26 [17,27%]
Geral (n=27)	14,85±1,54 [10,41%]	1,48±0,14 [9,64%]	2,79±0,32 [11,71%]	1,53±0,16 [10,49%]	1,51±0,13 [8,83%]	1,49±0,15 [10,48%]	1,42±0,19 [13,31%]
AG1 (n_1=8)	Análise Descritiva por agrupamento ($\underline{x} \pm s$ [cv%])						
	t_{20m}	V_{med}	V_{max}	$V_{0\text{-}5m}$	$V_{5\text{-}10m}$	$V_{10\text{-}15m}$	$V_{15\text{-}20m}$
01	13,34	1,26	2,84	1,64	1,57	1,53	1,51
02	12,31	1,71	2,57	1,64	1,77	1,73	1,68
03	12,95	1,64	3,18	1,65	1,63	1,65	1,65
04	12,48	1,71	3,16	1,86	1,55	1,73	1,70
05	12,92	1,79	3,16	1,86	1,80	1,76	1,76
06	13,51	1,59	2,28	1,58	1,61	1,60	1,55
07	12,86	1,60	2,30	1,57	1,59	1,64	1,58
08	13,41	1,58	2,69	1,69	1,57	1,53	1,51

Continua

$\bar{x} \pm s$ [cv%]	12,97±0,43 [3,32%]	1,60±0,15 [9,81%]	2,77±0,37 [13,50%]	1,68±0,11 [6,61%]	1,63±0,09 [5,78%]	1,64±0,09 [5,50%]	1,61±0,09 [5,72%]
AG2 (n_2=6)	**t_{20m}(s)**	**V_{med}(m/s)**	**V_{max}(m/s)**	**V_{0-5m}(m/s)**	**V_{5-10m} (m/s)**	**V_{10-15m} m/s)**	**V_{15-20m} (m/s)**
01	14,40	1,46	3,03	1,49	1,45	1,48	1,41
02	15,09	1,54	3,68	1,46	1,65	1,60	1,44
03	14,65	1,59	3,16	1,60	1,55	1,74	1,46
04	13,98	1,52	2,92	1,51	1,55	1,53	1,49
05	14,81	1,52	2,84	1,58	1,51	1,47	1,50
06	14,16	1,47	2,93	1,70	1,57	1,52	0,79
$\bar{x} \pm s$ [cv%]	14,51±0,41 [2,85%]	1,51±0,04 [2,98%]	3,09±0,30 [9,97%]	1,55±0,08 [5,72%]	1,54±0,06 [4,29%]	1,55±0,10 [6,48%]	1,34±0,27 [20,47%]
AG3 (n_3=6)	**t_{20m}(s)**	**V_{med}(m/s)**	**V_{max}(m/s)**	**V_{0-5m}(m/s)**	**V_{5-10m} (m/s)**	**V_{10-15m} m/s)**	**V_{15-20m} (m/s)**
01	15,54	1,42	2,39	1,36	1,46	1,44	1,42
02	15,40	1,48	2,77	1,52	1,47	1,46	1,44
03	15,40	1,40	2,82	1,49	1,41	1,38	1,33
04	15,18	1,40	2,70	1,31	1,48	1,45	1,35
05	15,35	1,40	2,40	1,47	1,37	1,37	1,39
06	15,35	1,56	2,63	1,66	1,56	1,55	1,49
$\bar{x} \pm s$ [cv%]	15,36±0,11 [0,76%]	1,44±0,06 [4,63%]	2,62±0,18 [7,08%]	1,46±0,12 [8,44%]	1,45±0,06 [4,53%]	1,43±0,06 [4,54%]	1,40±0,05 [4,19%]
AG4 (n_4=7)	**t_{20m}(s)**	**V_{med}(m/s)**	**V_{max}(m/s)**	**V_{0-5m}(m/s)**	**V_{5-10m} (m/s)**	**V_{10-15m} m/s)**	**V_{15-20m} (m/s)**
01	16,31	1,43	2,64	1,57	1,45	1,35	1,32
02	17,01	1,28	3,07	1,22	1,36	1,28	1,24
03	16,51	1,28	2,37	1,33	1,25	1,31	1,24
04	16,79	1,36	2,54	1,35	1,36	1,34	1,37
05	16,73	1,29	2,65	1,37	1,29	1,27	1,25
06	16,82	1,42	3,05	1,40	1,52	1,37	1,39
07	17,81	1,28	2,75	1,39	1,30	1,19	1,26
$\bar{x} \pm s$ [cv%]	16,85±0,47 [2,83%]	1,33±0,06 [4,92%]	2,72±0,25 [9,49%]	1,37±0,10 [7,61%]	1,36±0,09 [6,93%]	1,30±0,06 [4,78%]	1,29±0,06 [5,15%]

*Indica diferenças significativas entre sexos (p<0,05).

Fonte: Dados da pesquisa.

Em síntese, as variáveis estudadas apresentaram baixa instabilidade relativa (<15%). Por outro lado, a comparação entre sexos mostrou diferenças significativas para as variáveis de tempo total (t_{20m} – F=14,51, p<0,001), velocidade média (V_{med} – F=8,50, p=0,007), velocidade média nos trechos de 0 a 5m (V_{0-5m} – F=24,53, p<0,001), 5m a 10m (V_{5-10m} – F=10,51, p=0,003) de 10 a 15m (V_{10-15m} – F=7,66, p=0,01), exceto para as variáveis de velocidade máxima (V_{max} – F=0,073, p=0,789) e velocidade média no trecho final de 15 a 20m (V_{15-20m} – F=3,31, p=0,08) (Figura 2). A classificação do desempenho observado a partir das variáveis obtidas quando especificados quatro agrupamentos evidenciou um valor de R^2 de aproximadamente 90% (R^2=89,8%), indicando uma elevada heterogeneidade entre grupos e uma grande homogeneidade de alocação jovens nadadores alocados em cada grupo.

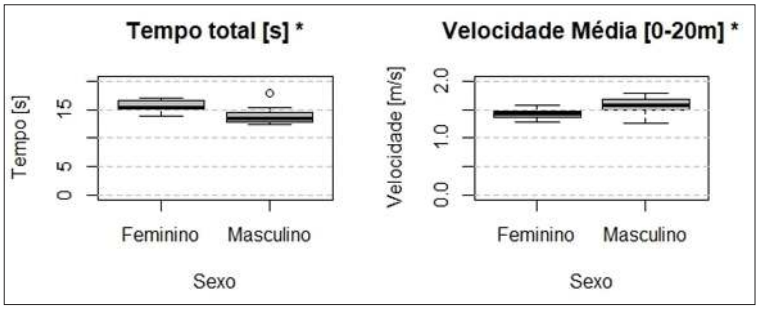

Figura 2 - Gráficos *box plot* para variáveis de velocidade média e tempo total por sexo.

*Indica diferenças significativas entre sexos (p<0,05). Fonte: Dados da pesquisa.

DISCUSSÃO

Este estudo teve como foco a análise biomecânica e subsequente classificação do desempenho no nado livre, onde a hipótese estabelecida sobre a utilização de testes de *sprints* de 20 metros evidenciaram elevada capacidade de classificação de jovens nadadores, indicando diferenças entre sexos para as variáveis de velocidade média em diferentes trechos (V_{med}, V_{0-5m}, V_{5-10m} e V_{10-15m}) e tempo total (t_{20m}) de nado. O valor de R^2 evidencia que o algoritmo de classificação é capaz de explicar uma grande parte da variabilidade do desempenho observado com base nas variáveis obtidas, sugerindo que as variáveis utilizadas no modelo são altamente relevantes para explicar as diferenças de desempenho observadas entre os grupos estudados. Adicionalmente, os resultados também mostram que há uma elevada heterogeneidade entre os agrupamentos obtidos. Por outro lado, dentro de cada grupo formado, os jovens nadadores apresentam uma grande homogeneidade em relação ao desempenho observado, o que significa que os nadadores classificados em cada grupo são semelhantes em termos de desempenho.

Do ponto de vista da biomecânica, um dos principais objetivos reside na análise da condição física por meio da medição da velocidade motora. No caso da natação, a frequência e comprimento de braçada, variáveis que influenciam e são proporcionais à variável de meta (velocidade média de nado). Nesse sentido, conforme pode ser evidenciado pelos valores absolutos e médios mostrados na tabela 1, as diferenças entre agrupamentos com melhor desempenho podem ser explicadas possivelmente por um aumento do comprimento de braçada com uma frequência constante, um aumento da frequência de braçada para um comprimento de braçada constante, um aumento do comprimento de braçada mas com uma redução frequência de braçada, um aumento da frequência de braçada porém com uma redução do comprimento de braçada, ou ainda por valores de frequência e comprimento de braçada mais elevadas. Logo, para melhor entendimento da técnica, a utilização de métodos de medição para determinação da frequência e comprimento de braçada é fundamental para entendimento das diferenças e melhora da capacidade de classificação de desempenho e determinação de agrupamentos com maior homogeneidade (BIDEAULT; HERAULT; SEIFERT, 2013; BARBOSA et al., 2016; MORAIS et al., 2022). Por outro lado, a classificação amostral tende a individualizar melhor os estímulos de treinamento, possibilitando o entendimento mais adequado do grupo de indivíduos treinados, bem como a evolução destes ao longo do processo de treinamento, ao repetir o procedimento de análise e classificação a partir do teste de 20 metros.

As diferenças observadas entre sexos nas variáveis analisadas podem ser explicadas por diferenças biomecânicas e fisiológicas. Em relação aos tempos médios (t_{20m}), as atletas do sexo feminino apresentaram valores mais altos em comparação com os atletas do sexo masculino. Isso pode ser devido a diferenças nas características antropométricas, como a composição corporal e a força muscular. Por exemplo, atletas do sexo feminino tendem a ter um menor percentual de massa muscular em relação ao peso corporal total, e esse percentual é um fator importante que está associado a força muscular. Embora seja influenciada por outros fatores como a coordenação neuromuscular, a força muscular é fundamental na propulsão do nado, especialmente na fase de tração da braçada e na propulsão da pernada (WIRTH, *et al*. 2022). Assim, atletas do sexo masculino com maior massa muscular podem desempenhar mais força durante a braçada e a pernada, o que pode resultar em tempos médios (t_{20m}) mais baixos e velocidades médias (V_{med}) mais altas.

Ao fazer uma inferência para a população de atletas com base nos resultados obtidos no estudo, é importante ter em mente que a generalização dos achados para a população em geral deve ser feita com cautela, uma vez que o estudo pode ter limitações de amostragem (conveniência). No entanto, algumas considerações podem ser feitas com base nos resultados obtidos. Em um primeiro momento, as diferenças significativas de desempenho observadas entre sexos nos testes de sprints de 20 metros em estilo livre parecem revelar a existência de diferenças biomecânicas entre meninas e meninos que afetam o desempenho em provas de natação. Tais diferenças podem ser influenciadas por fatores como força muscular, tamanho corporal, composição corporal, padrões de movimento, dentre outros. Isso pode sugerir que, em geral, as meninas podem ter tempos total de sprints mais altos e consequentemente valores menores de velocidade média em comparação com os meninos, no registro da velocidade instantânea no teste de 20 metros em estilo livre.

As diferenças nas velocidades médias nos trechos de 0 a 5m (V_{0-5m}), 5 a 10m (V_{5-10m}) e 10 a 15m (V_{10-15m}) e velocidades médias total (V_{med}) também podem ser atribuídas a diferenças nas capacidades físicas entre os sexos. Outros fatores como a habilidade técnica e tempo de reação, também podem influenciar nas velocidades médias durante esses trechos. Uma baixa eficiência técnica influenciada pela estrutura corporal

(altura, envergadura) e da força muscular pode minimizar a propulsão na água e maximizar a resistência hidrodinâmica, aumentando arrastro e consequentemente o tempo de prova (FERRAZ *et al.*, 2020; MORAIS *et al.*, 2021). Um tempo de reação menor pode determinar a velocidade média nos primeiros metros (0 a 5m).

As diferenças significativas de desempenho observadas entre sexos nos testes de *sprints* de 20 metros, somados a baixa instabilidade relativa (<15%) indica que o comportamento das variáveis analisadas no presente estudo pode explicar o desempenho. A consistência dos resultados de desempenho dentro de cada grupo, indicada pelo valor de R^2 (~90%), sugere que os atletas, dentro de seus respectivos grupos, apresentaram padrões de desempenho semelhantes. Ou seja, atletas que compartilham características semelhantes (sexo, idade, nível competitivo etc.) podem ter padrões de desempenho semelhantes, como evidenciado nas análises. Essa inferência pode sugerir que características específicas dos atletas podem influenciar no desempenho em provas de natação. Essas afirmações são apoiadas pelo modelo que, com a utilização das variáveis estudadas, parece ser capaz de explicar uma grande proporção da variação no desempenho dos participantes desse estudo.

É importante ressaltar que na natação, as diferenças individuais entre os nadadores são de grande importância. Não há um único determinante específico ou caminho que leve ao melhor desempenho. Em vez disso, o desempenho esportivo na natação é influenciado por uma interação complexa e multidisciplinar, alcançado por meio da interação de fatores ambientais, fisiológicos e específicos à tarefa (BIDEAULT; HERAULT; SEIFERT, 2013). Assim, os treinadores precisam ter a sua disposição ferramentas capazes de avaliar o maior número de variáveis especificas que possam contribuir da melhor forma possível no processo de estruturação e controle do treinamento.

Deve ser mencionado ainda que, durante o processo de crescimento e desenvolvimento, jovens nadadores com a mesma idade cronológica podem diferir quanto à maturação biológica, principalmente considerando aspectos relacionados ao esporte, como força muscular e a velocidade. No esporte, observou-se que essas diferenças impactam diretamente no processo seletivo dos atletas, onde são selecionados e subsequentemente treinados os atletas nascidos nos primeiros meses do ano, enquanto os nascidos no segundo semestre são preteridos das equipes e clubes, podendo apresentar desempenho inferior em testes de 20 metros de nado livre que seus pares de mesma idade cronológica. A idade cronológica refere-se ao número total de anos, meses e dias vividos, enquanto a idade biológica refere-se ao estado de maturação (MIRANDA et al., 2015; HOGAN et al., 2021)). Como o ano de nascimento é utilizado como critério para a divisão das categorias no esporte, os jovens nascidos nos primeiros meses do ano podem ser beneficiados no desempenho esportivo, pois possuem maior idade cronológica e, portanto, maior probabilidade de estar em estágios mais avançados de maturidade biológica. Pode apresentar vantagens nos aspectos antropométricos, capacidade condicional, conhecimento cognitivo e capacidade psicológica. A luz destes apontamentos, existe o efeito variável da idade relativa, conhecida como a possível vantagem que os jovens atletas nascidos mais próximo ao início do ano de seleção levam em relação aos seus pares nascidos posteriormente.

Por outro lado, em uma perspectiva mais ampla, é importante mencionar que possivelmente os jovens atletas que apresentaram um melhor desempenho, podem ser mais confiantes e motivados em situações de testagem, apresentando maior competência percebida, maior motivação para realização da tarefa e maior concentração, observando características psicológicas e socioambientais. Nessa temática, Miranda *et al.* (2015) descrevem que para se otimizar e desenvolver as habilidades motoras psicofísicas de jovens atletas, faz-se necessário um calendário de torneios regulares, tendo a oportunidade de enfrentar adversários de diferentes níveis competitivos, levando-os a desenvolver novas habilidades ou aprimorar outras já conquistadas.

Além disso, o envolvimento em um maior número de competições é fundamental em longo prazo, quando voltados ao desenvolvimento de experts. Os *experts* são indivíduos que possuem dentro do seu domínio de atividades desempenho diferenciado, extraordinário, comumente denominado como "outlier". Para alcançar o desempenho expert os indivíduos engajam – se em atividades não–necessariamente prazerosas desde seus primeiros anos de vida por pelo menos 10 anos ou 10.000 horas de prática deliberada entre treinamentos e competições (ERICSSON; KRAMPE TESCH-ROMER, 1993), além dos fatores contextuais associadas à recursos disponíveis, organização, treinadores e características pessoais.

Dentre as limitações observados neste estudo podem ser destacadas a necessidade de condução de testes em distâncias maiores (25 ou 50 metros) e outras técnicas de nado (borboleta, peito e costas) que se assemelhe às tarefas competitivas, bem como a incorporação da saída do bloco de partida aperfeiçoando a especificidade dos procedimentos de testagem. Adicionalmente, a incorporação de comparações de variáveis

antropométricas às variáveis cinemáticas de cada grupo e uma comparação, ofereceria maior robustez ao estudo. Além disso, deve ser destacado a necessidade de adoção de outras variáveis cinemáticas, cinéticas, assim como a melhor visualização do sinal obtido para quantificação da frequência e comprimento de braçadas.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados, foi possível concluir que a estratégia de se utilizar o desempenho em sprints de 20 metros se mostrou capaz de discriminar o desempenho para o nado livre. Ainda, cabe destacar que foram identificadas diferenças entre os sexos, provavelmente associadas a diferenças antropométricas e/ou fisiológicas, já que o tamanho corporal e o nível de treinamento dos atletas interferem diretamente na variável avaliada. Por fim, é de suma importância que os treinadores possam ter a sua disposição ferramentas que possam avaliar e classificar o desempenho em nadadores.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A.C. *et al*. The road to 21 seconds: A case report of a 2016 Olympic swimming sprinter. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v.14, n.3, p.393-405, 2019. DOI: https://doi.org/10.1177/1747954119828885

BIDEAULT, G.; HERAULT, R.; SEIFERT, L. Data modelling reveals inter-individual variability of front crawl swimming. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.16, n.3, p.281-285, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.08.001

CAPUTO, F.; OLIVEIRA, M.F.M.; DENADAI, B.S.; GRECO, C.C. Intrinsic factors of the locomotion energy cost during swimming. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.12, n.6, p.36-360, 2006.

ERICSSON, K.A.; KRAMPE, R.T.; TESCH-ROMER, C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. **Psychlogical Review**, v.100, n.3, p.363-406, 1993.

FERRAZ, R. *et al*. The relationship between anthropometric characteristics and sports performance in national-level young swimmers. **European Journal of Human Movement,** p.45, 2020. DOI: https://doi.org/10.21134/eurjhm.2020.45.2

HOGAN, C.; CASTIGLIONI, S.; ABBOT, S.; COBLEY, S. Talent identification in swimming: A systematic review. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.24, S75, 2021. DOI: 10.1016/j.jsams.2021.09.185.

MAGLISCHO, E. **Nadando o Mais Rápido Possível**. 3.ed. São Paulo: Manole, 2010.

MIRANDA, R.; COIMBRA, D.R.; MIRANDA JUNIOR, V.; RUSSO, A.F.; ANDRADE, A.; BARA FILHO, M. Habilidades de coping em atletas escolares brasileiros. **Caderno de Educação Física e Esporte**, v.13, n.1, v.31-38, 2015.

MORAIS, J.E. et al. Swimmers' Anthropometrics, Biomechanics, Energetics, and Efficiency as Underlying Performance Factors: A Systematic Narrative Review. **Frontiers in Physiology**, v.12, 691919, 2021. DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2021.691919.

MORAIS, J.E. *et al*. Understanding the Role of Propulsion in the Prediction of Front-Crawl Swimming Velocity and in the Relationship Between Stroke Frequency and Stroke Length. **Frontiers in Physiology**, v.13, 876838, 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2022.876838

PAULA, L.V. **Utilização de sensores inerciais de baixo custo para avaliações biomecânicas, reconhecimento de ações e monitoramento nos esportes coletivos**. Tese (Doutorado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p.206. 2022.

RAD, M.H.; GREMEAUX, V.; DADASHI, F.; AMINIAN, K. A novel macro-micro approach for swimming analysis in main swimming techniques using IMU sensors. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v.8, 597738, 2021, DOI: 10.3389/fbioe.2020.597738.

TABACHNIK, B.G.; FIDELL, L.S. **Using Multivariate Statistics**. Pearson: New York, 2013.

VIEIRA, M.M. *et al*. Maturação biológica e desempenho em jovens nadadores. **Caderno de Educação Física e Esporte**, v.20, e-27647, 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.36453/cefe.2022.27647

WIRTH, K. *et al*. Strength Training in Swimming. **International Journal of Environment Research Public Health**, v.19, n.9, 5369, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph19095369

Escola de Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto
Rua Dois, 110 - Campus Universitário
Ouro Preto/MG
35402-145