

Análise cinética e cinemática da saída de bloco em natação de atletas deficientes visuais

Kinetic and kinematic analysis of block start in swimming in visually impaired athletes

Soraia Cabral¹ 

1. Instituto Benjamin Constant (IBC) – Coordenação de Educação Física – Técnica Nacional de Natação do Comitê Paraolímpico Brasileiro, São Paulo, SP, Brasil.

Resumo

Objetivos: investigar e correlacionar a cinética e cinemática da saída de bloco em natação de atletas deficientes visuais e normovisuais. **Métodos:** foram comparados parâmetros de desempenho entre os nadadores de ambos os sexos. A amostra contou com 16 nadadores, sendo 4 cegos, 2 baixa visão e 10 normovisuais. Análise inferencial com teste Shapiro-Wilk, estatística inferencial teste T e, para correlação entre variáveis, o teste de Pearson, com nível de significância em 5%. Correlacionamos a variável dinamométrica, nas fases de tempo de bloco, tempo em 5 metros e tempo em 16 metros. **Resultados:** foram percebidas diferenças significativas de (0,030, 0,029 e 0,001), respectivamente, pois foram menores para os nadadores normovisuais. Na variável cinética, o pico de força resultante dos nadadores normovisuais foi, significativamente, maior (0,024). O ângulo de saída dos nadadores normovisuais foi também, significativamente, maior (0,030). Nas fases de tempo de reação, tempo de voo, força horizontal e vertical, ângulo de entrada e distância de voo, não apresentaram diferenças significativas. Observou-se uma correlação expressiva, entre as variáveis tempo de bloco e tempo em 5 metros (0,688); tempo de bloco e tempo em 16 metros (0,689); tempo em 5 metros e tempo em 16 metros (0,928); e o tempo de voo e ângulo de saída (0,941). O pico de força apresentou uma correlação significativa na maioria das variáveis do estudo com exceção do tempo de reação e o ângulo de entrada. **Conclusão:** a ausência da visão acarreta na defasagem da performance e nos resultados em provas de natação de alto rendimento para deficientes visuais.

Palavras-chave: Natação; Deficiente Visual; Cinemática; Cinética; Saída de Bloco.

Abstract

Objectives: to investigate and correlate the kinetics and kinematics of the starting block in swimming of visually impaired and visually impaired athletes. **Methods:** The method used was to compare performance parameters between swimmers of both sexes. The sample had 16 swimmers being 4 blind, 2 low vision and, 10 normovisuals. Inferential analysis with Shapiro-Wilk test, inferential statistics T-test, and for correlation between variables the Pearson's test, with a significance level of 5%. We correlated the dynamometric variable, in the phases of block time, time in 5 meters and time in 16 meters. **Results:** Resulting in significant differences of (0.030, 0.029, and 0.001, block time, 5 and 16 meters respectively) lower for the normovisual swimmers. In the kinetic variable, the peak force resulting from normal-vision swimmers was significantly higher (0.024). The departure angle of normal-vision swimmers was also significantly higher (0.030). In the phases of reaction time, flight time, horizontal and vertical force, entry angle and flight distance, there were no significant differences. An expressive correlation was observed between the variables block time and time in 5 meters (0.688); block time and time on 16 meters (0.689); time on 5 meters and time on 16 meters (0.928); and flight time and departure angle (0.941). The force peak showed a significant correlation in most of the variables under study except for the reaction time and the input angle. **Conclusion:** the absence of vision leads to a lack of performance and results in high-performance swimming tests.

Keywords: Swimming; Visual Impairment; Kinematics; Kinetics; Block Start.

INTRODUÇÃO

Uma das modalidades mais praticadas por pessoas deficientes visuais no Brasil é a natação. Sua prática não se restringe ao lazer, mas, sim, como profissão (atleta paralímpico), com a organização de Campeonatos Nacionais, Campeonatos Mundiais e incluída nas Paraolimpíadas.

Em competições de natação, a partida em provas de velocidade é um elemento essencial na quebra de um recorde. O nadador deveria disponibilizar um período de seu treinamento para aperfeiçoar as técnicas da saída^{1,2}. Estudos mostraram que, em provas de velocidade, o tempo de saída chega a 30% do tempo total de uma prova³.

O sentido da visão é considerado como um importante facilitador de nossas interpretações, variações de planos, na orientação espacial, análise de cores, dimensões, conhecimento do corpo, de expressão, sendo, este sentido o mais amplo e responsável pelo nosso estímulo sensorial, fator preponderante para apreensão de conhecimentos e, conseqüentemente, em uma boa saída nas provas de natação⁴. Quando se exercita a saída de natação para atletas deficientes visuais, trabalha-se sob um aspecto imaginário, pois o deficiente visual não tem a percepção visual real do espaço nem do tempo, observando os atributos físicos e padrão dinâmico e motor das habilidades de cada atleta⁵.

Correspondente: Soraia Cabral. Rua Doutor Clementino, 456, ap. 223, Belenzinho, 03059/030, São Paulo, Brasil – e-mail: siccabral@gmail.com

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Recebido em: 8 Ago 2022; Revisado em: 5 Set 2022; Aceito em: 19 Set 2022

Em consultas realizadas em sites de pesquisas científicas, tais como PubMed, Scielo, Bireme, acerca da análise da saída de bloco de nadadores deficientes visuais, encontraram-se dados científicos constatando os efeitos que a deficiência visual acarreta a performance de um nadador^{6,7,8}.

Os estudos acima analisaram a prova de 100 metros crawl, por meio da análise cinemática, concluindo que nadadores deficientes visuais apresentam maior dificuldade no desempenho global da prova; entretanto, se for analisada a cinemática para a busca da identificação biomecânica do desempenho, pode-se responder, com maior precisão, à causa da defasagem do deficiente visual na saída de bloco em provas de natação.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi observar as variáveis cinéticas e a cinemáticas da saída de blocos de atletas deficientes visuais e normovisuais (sem deficiência visual), de forma a obter uma identificação dos parâmetros de desempenho, e correlacionar os resultados dessas variáveis com a existência ou não da deficiência visual.

MATERIAIS E METODOS

Amostra

A amostra deste estudo foi intencional, composta por 16 nadadores, deficientes visuais, sendo 4 cegos e 2 de baixa visão, que representam o Instituto Benjamin Constant no Estado do Rio de Janeiro, e 10 normovisuais, do Estado de Santa Catarina.

Como critério de inclusão, todos os nadadores deficientes visuais deveriam competir em eventos nacionais organizados pelo Comitê Paralímpico Brasileiro/CPB - órgão responsável em selecionar as equipes que representam o Brasil em competições internacionais. Os nadadores normovisuais deveriam competir em eventos regionais e nacionais organizados pela Federação Aquática de Santa Catarina e pela CBDA.

Procedimentos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biomecânica Aquática do Centro de Educação Física Fisioterapia e Desportos – CEFID da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, durante o primeiro semestre do ano de 2013. Os nadadores deficientes visuais deslocaram-se do Rio de Janeiro para Florianópolis, no Estado de Santa Catarina, no mês de julho. O parque aquático era fechado e climatizado, com a piscina na temperatura de 25 graus, conforme as regras da FINA.

O estudo foi realizado fora das condições reais de uma competição, ou seja, eram chamados, individualmente, em sequência para saltar, utilizou-se um sinal de partida similar àquele utilizado nas competições oficiais de natação. Os procedimentos de saída foram idênticos aos de uma competição.

Foi entregue aos nadadores e responsáveis uma declaração que

esclarecia sobre os procedimentos para a coleta de dados, um termo de consentimento livre e esclarecido, que foi assinado pelos nadadores e/ou responsáveis, para o uso dos dados e imagens dos resultados do estudo em eventos científicos, bem como o agendamento, informação do local e horário da coleta.

Protocolo

A investigação baseou-se na comparação das variáveis (cinéticas e cinemáticas), analisando o tempo, os ângulos e a distância, respeitando protocolos reconhecidos na comunidade científica^{9,10}.

Seguindo o protocolo⁹, os nadadores preencheram uma ficha com os dados de identificação pessoal (nome, data de nascimento, massa e estatura), que foram aferidos pelos pesquisadores. Em seguida, dirigiram-se para a piscina onde realizaram exercícios de aquecimento orientados pelo Técnico.

Isso feito deu-se início à coleta de dados. Para a tomada da força-peso, cada nadador permaneceu 10 segundos sobre o bloco de partida instrumentado. Cada atleta executou seis (6) saídas com intervalo de, aproximadamente, 4 minutos. Imediatamente após a saída, os atletas nadaram em velocidade máxima até a borda oposta à de partida, totalizando 16 metros. Os procedimentos de saída foram idênticos aos de uma competição.

Foram executadas 106 repetições no total, sendo validadas 96). O bloco de partida instrumentado foi posicionado na borda lateral, no centro (12,5m) à cabeceira de partida da piscina. Uma camera foi posicionada, perpendicularmente, a 13m do evento. A outra, foi posicionada, respectivamente, a 5m da borda de partida e a 6m do evento.

Instrumentos

Neste estudo, foram utilizados os seguintes instrumentos, pertencentes ao Laboratório de Pesquisas em Biomecânica aquática do CEFID/UDESC: a) uma plataforma de força (para aquisição de dados dinamométricos); b) um software (sistema de aquisição de dados); c) sistema de aquisição de imagens (duas câmeras de vídeo para aquisição de dados cinemáticos, sendo uma delas subaquática); e d) um equipamento sincronizador de sinais. Os instrumentos utilizados são descritos, detalhadamente, a seguir.

Dinamometria (Plataforma de Força e Software)

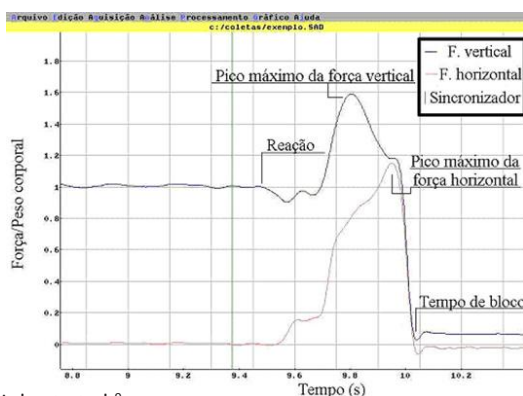
Para a dinamometria, foi utilizada uma plataforma subaquática de força construída por Roesler¹¹, fixada a um suporte que simula o bloco de partida. A plataforma possuía sensibilidade de 2N e nela foram realizados os procedimentos para calibração, de erro menor que 1%, acoplamento entre solicitações menor que 3% e frequência natural de 60 Hz. A plataforma extensométrica utilizada mede 0,5m x 0,5m em sua superfície, que é coberta por um material antiderrapante. O conjunto plataforma-suporte possui 10° de inclinação em relação à horizontal e

0,75 m de altura em relação à linha da água, de acordo com os padrões exigidos pela FINA para a construção dos blocos de partida. A plataforma de força foi conectada ao sistema de aquisição, condicionamento, transformação e processamento de sinais ADS2002-IP (AC2122, Lynx Tecnologia Eletrônica LTDA) composto por (a) uma placa condicionadora de 16 canais para ponte de Wheatstone; (b) um conversor analógico-digital de 16 bits e limite máximo de 60 kHz; (c) *software* AqDados 7.02; e (d) um microcomputador portátil. Utilizou-se uma taxa de aquisição de 800 pontos/canal/segundo.

Cinemetria (Sistema de Aquisição de Imagens e Sincronizador de sinais)

Foram utilizadas duas câmeras filmadoras digitais. A primeira (Casio EX-F1 High Speed Exilim, com frequência de 210 Hz) foi posicionada fora da água de forma a proporcionar uma vista lateral do bloco de partida. Esta possibilitou a identificação das fases de *ângulo de saída do bloco*, *ângulo de entrada na água*, *distância horizontal de voo e tempo de voo*. A segunda filmadora (Sanyo Xacti VPC-E2, com frequência de 60 Hz), que é à prova d'água, foi posicionada dentro da piscina, de forma a proporcionar uma vista lateral da fase de entrada na água e deslize, e forneceram as variáveis *tempo total em 5 metros*, *tempo total em 10 metros*, *tempo e distância de início do nado* e identificar o momento no qual a cabeça do nadador ultrapassa a corda de marcação dos 15m, fornecendo a variável *tempo total em 16m*. Para cada uma das câmeras, foi utilizado um calibrador bidimensional de medidas conhecidas. Para sincronizar o sinal sonoro emitido no instante da partida à cinemetria e à dinamometria, foi utilizado um sincronizador de sinais composto de dois leds (luzes), uma campainha e uma caixa de som. O sincronizador é acionado por um interruptor manual provocando, simultaneamente, os sinais sonoros, de luz e o sinal elétrico para o sistema de aquisição da dinamometria. O *led* forneceu à cinemetria um sinal visual no instante da partida, e a campainha proporcionou ao atleta um sinal de partida similar àquele utilizado nas competições oficiais de natação. A análise dos dados das curvas de força vertical e horizontal foi realizada de acordo com o que está ilustrado na figura 1.

Figura 1. Análise dos dados das curvas de força vertical e horizontal com indicadores das variáveis analisadas.



Fonte: Hubert et al.⁹

Tratamento Estatístico

Foram calculadas, na análise estatística descritiva, as médias e os respectivos desvios-padrão de cada variável em estudo e em todos os contextos de análise planejados. A análise de todos os dados foi efetuada, utilizando o *software* de tratamento e análise estatística “*Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Science, Chicago, USA*” versão 21,0. Foi efetuada uma análise exploratória de todos os dados para caracterizar os valores das diferentes variáveis em termos de tendência central e dispersão. Dessa forma, todas as variáveis foram sujeitas a uma observação gráfica com o objetivo de detetar a existência de outliers e possíveis introduções incorretas dos dados.

Com o objetivo de realizar a análise estatística inferencial, foi necessário avaliar a normalidade da distribuição dos dados recolhidos. Dessa forma e tendo em consideração a natureza biológica das medidas efetuadas, foi realizada uma análise do tipo de distribuição por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. Tendo sido assegurada uma distribuição normal de todas as variáveis em estudo, efetuou-se estatística inferencial por meio de um teste *T* para medidas independentes. Para observar a existência de correlação entre as variáveis cinéticas e as variáveis cinemáticas, foi usado o teste de correlação de Pearson. O nível de significância foi mantido em 5%.

RESULTADOS

Análise Cinética

Temporal

Neste tópico, estão os dados obtidos desde o tempo de reação até a distância de 16m, que se refere ao tempo total da saída.

Tabela 1. Valores Médios e Respectivo Desvio-Padrão (méd±dp) dos Valores obtidos para a Variável Cinética Temporal entre os Nadadores Normovisuais e Deficientes Visuais das Saídas de Bloco

	Normovisuais	Deficientes Visuais	p-valor
TR (s)	0,10±0,02	0,10±0,02	0,135
TB (s)	0,71±0,07	0,91±0,13	0,030*
TR (s)	0,28±0,07	0,20±0,11	0,102
T5m (s)	1,69±0,16	2,24±0,45	0,029*
T16m (s)	7,69±0,93	10,78±1,30	0,001*

TR=Tempo de Reação; **TB**=Tempo de Bloco; **TV**=Tempo de Voo; **T5m**=Tempo em 5 metros e **T16m**=Tempo em 16 metros

* p-valores menores do que 0,05 representam diferença significativa entre os grupos.

Análise Dinâmica

Estes são os resultados de dados que foram gerados por meio da plataforma de força no que se refere, especificamente, à força (F_x) aplicada pelo nadador quando de sua saída. As curvas

4 Análise cinética e cinemática da saída de bloco em natação de atletas deficientes visuais

apresentadas representam o padrão da maioria das execuções de cada um dos sujeitos do estudo. Os valores da força estão normalizados ao peso corporal de cada nadador. Os exemplos de curvas abaixo não foram caracterizados como curvas médias, pois não foram normalizados pelo tempo (Figuras 2 e 3).

Figura 2. Curva de força do Sujeito 1 – Normovisual (saída 3)

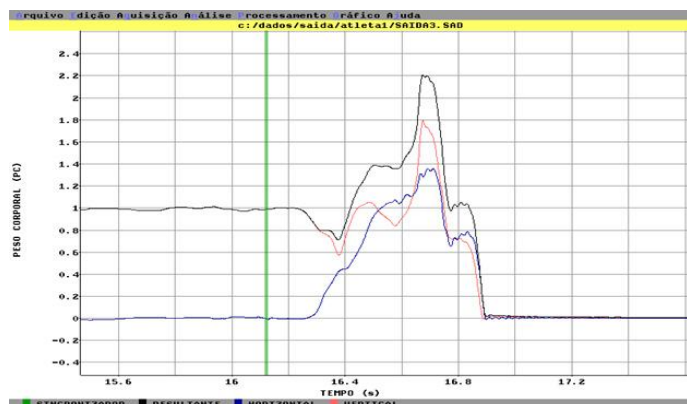
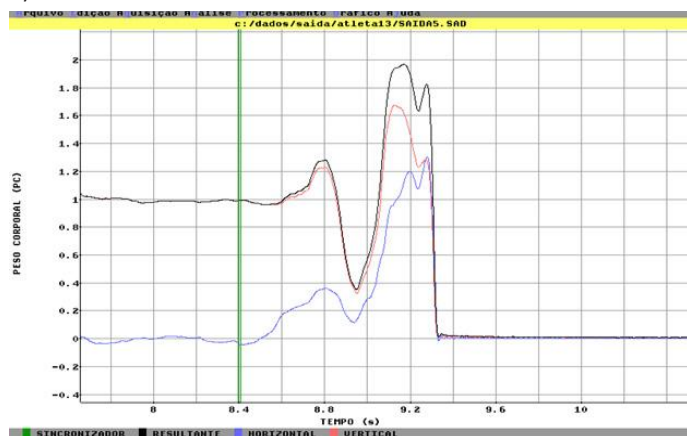


Figura 3. Curva de força do Sujeito 13 – Deficiente Visual (saída 5)



Dados Numéricos da Força

Os dados neste tópico referem-se à força aplicada pelo nadador durante o tempo em que esteve em contato com a plataforma de forças.

Tabela 4. Valores Correspondentes às Correlações entre as Variáveis Cinéticas e Cinemáticas entre os Nadadores Normovisuais e Deficientes Visuais das Saídas de Bloco

	Visão	TR	TB	TV	T5	T16	PF	AS	AE
Visão	-----	NS	- 0,740*	NS	- 0,690*	- 0,830*	0,570*	0,541*	NS
TR	NS	-----	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
TB	- 0,740*	NS	-----	NS	0,688*	0,689*	- 0,615*	NS	NS
TV	NS	NS	NS	-----	- 0,555*	NS	0,657*	0,941*	NS

Tabela 2. Valores Médios e Respectivo Desvio-Padrão (méd±dp) dos Valores obtidos para a Variável Dinâmica entre os Nadadores Normovisuais e Deficientes Visuais das Saídas de Bloco

	Normovisuais	Deficientes Visuais	p-valor
FH (PC)	1,09±0,15	0,98±0,23	0,234
FV (PC)	1,43±0,18	1,26±0,17	0,073
FR (PC)	1,76±0,23	1,43±0,27	0,024*

FH=Força Horizontal; FV=Força Vertical; FR=Força Resultante

* p-valores menores do que 0,05 representam diferença significativa entre os grupos

Análise Cinemática

Definimos as fases, ângulo de saída, ângulo de entrada e distância de voo (9), buscando descrever, analisar e comparar as saídas de bloco de atletas deficientes visuais e atletas normovisuais.

Tabela 3. Valores Médios e Respectivo Desvio-Padrão (méd±dp) dos Valores obtidos para a Variável Cinemática entre todos os Nadadores Normovisuais e Deficientes Visuais das Saídas de Bloco.

	Normovisuais	Deficientes Visuais	p-valor
AS (graus)	14,15±6,84	4,65±8,91	0,030*
AE (graus)	34,27±6,30	31,82±5,17	0,436
DV (m)	2,71±0,25	2,37±0,39	0,056

AS=Angulo de Saída; AE=Angulo de Entrada; DV=Distancia de Voo

* p-valores menores do que 0,05 representam diferença significativa entre os grupos

Correlações entre as Variáveis Cinéticas e Cinemáticas

Podemos observar, na tabela 4, a existência, ou não, de uma correlação entre as variáveis cinéticas e as cinemáticas. Destaque-se que o pico de força (PF) é a variável que mais se correlaciona com as outras variáveis, menos com o tempo de reação e o ângulo de entrada na água.

	Visão	TR	TB	TV	T5	T16	PF	AS	AE
T5	- 0,690*	NS	0,688*	- 0,555*	-----	0,928*	- 0,762*	- 0,537*	NS
T16	- 0,830*	NS	0,689*	NS	0,928*	-----	- 0,702*	NS	NS
PF	0,570*	NS	- 0,615*	0,657*	- 0,762*	- 0,702*	-----	0,548*	NS
AS	0,541*	NS	NS	0,941*	- 0,537*	NS	0,548*	-----	NS
AE	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-----

TR – tempo de reação; TB – tempo no bloco; TV – tempo de voo; T5 – tempo aos 5 metros; T16 – tempo aos 16 metros; PF – pico de força; AS – ângulo de saída; AE – ângulo de entrada * p-valores menores do que 0,05 representam diferença significativa entre os grupos

DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho é analisar e comparar as variáveis de desempenho da saída de bloco em natação para deficientes visuais e normovisuais. O principal achado deste estudo foi a correlação significativa entre a força aplicada na saída para formar o ângulo de saída do bloco e a orientação espaço-temporal do deficiente visual, levando-se, em consideração, a inclinação do bloco¹².

Observa-se que, obter um ângulo ideal entre corpo do nadador e o plano horizontal no instante da saída, propicia ao atleta conseguir uma trajetória em arco e uma entrada correta na água^{1,10,13,14,15}. Mostra-se também como positiva a projeção do centro de massa para trás no momento da saída (16,17,18). Além disso, o ângulo de saída de bloco é fator determinante de outras variáveis, como ângulo de entrada na água, o tempo de voo, distância de voo, tempo total em 5 metros e performance de nado (19). Bem como a potência de membros inferiores é uma qualidade física considerada importante para a saída de bloco (20,21,22). Através da aplicação da eletromiografia (EMG) podemos obter informações quanto à atividade elétrica dos músculos no momento de saída²³. Existem testes de saltos verticais utilizados para avaliar a potência, também, na saída em natação, mas que não há evidências de que eles possam, realmente, representar o desempenho do atleta na saída, sendo isso uma das limitações para realizar-se esse tipo de investigação²⁴. Outros estudos, em sua investigação, determinaram ser importante a ação específica para os músculos inferiores em terra, buscando a melhoria de desempenho na saída de bloco, não aplicando só saltos verticais, mas trabalhando saltos máximos de esforço horizontais, por meio da utilização da aplicação da força horizontal e do sequenciamento do movimento correto^{25,26}. Além de trabalhar-se o sistema músculo esquelético, outros estudos observaram a importância da melhoria na concentração do nadador durante a saída, a fim de alcançar tempos de reação mais baixos²⁷. Acredita-se que preparadores físicos devem enfatizar, em seus treinamentos, estímulos de potência interrelacionando os componentes musculares e o desempenho da saída. Alguns estudos utilizam, em sua preparação física, a pliometria, saltos combinados e corrida, isolada ou conjuntamente^{22,27}.

Em tempo, os resultados deste estudo propiciarão a técnicos e preparadores físicos em natação subsídios para aplicação da técnica correta da saída para nadadores deficientes visuais, levando-se, principalmente, em consideração o ângulo de saída e o posicionamento correto do nadador no bloco, Estudos primam pela necessidade de abordagem científica e apontaram a necessidade de padronização do procedimento de análise das saídas, por meio da aplicação das variáveis cinética e cinemática (9,28). Os mesmos autores acrescentam a importância de os nadadores aperfeiçoarem sua técnica continuamente, indicando o uso de novas tecnologias investigativas, pelo valor que representam na performance, objetivando a técnica correta e o melhor desempenho de cada nadador.

Ao iniciar pela análise da variável cinética temporal do estudo das saídas em natação, essa foi dividida em fases para estudar a variável envolvida separadamente. A performance dos nadadores está diretamente ligada a cada uma dessas fases, ou seja, cada etapa do protocolo foi um elemento preponderante para a coleta dos dados de forma fidedigna, em que o nadador percorreu, no menor tempo possível, a distância de 16 metros. Na tabela 1, estão dispostos os valores médios e respectivos desvios-padrão dos valores obtidos nas fases da variável dinâmica temporal entre o grupo dos atletas deficientes visuais e o grupo dos atletas normovisuais (sem deficiência visual). Constatou-se que as médias dos valores temporais do tempo de reação apresentaram-se equivalentes entre os grupos. Isto pode ser justificado porque o atleta deficiente visual exercita, positivamente, seu sentido auditivo em suas atividades diárias, apresentando um refinamento auditivo, e, com isso, diminuindo a diferença entre o normovisual²⁹.

O tempo de bloco foi significativamente menor para o grupo dos normovisuais (0,75±0,04s) comparados aos deficientes visuais (0,94±0,09s), sendo o tempo de bloco mais rápido nos sujeitos normovisuais em relação aos deficientes visuais. Diversos estudos, observam a influência do tempo de bloco na saída até a fase do tempo em 5 metros (9,30). Consequentemente, esse tempo de bloco maior afetou o desempenho dos deficientes visuais negativamente, fazendo que a fase do tempo em 16

metros também apresentasse um tempo maior. Os normovisuais apresentaram um tempo de bloco ($0,75 \pm 0,04s$), similar ao do estudo de Lee et al.³⁰, em que o tempo de bloco apresentou-se com o valor de ($0,80 \pm 0,01s$); ainda distante destes foi o resultado alcançado pelos deficientes visuais ($0,94 \pm 0,09s$).

No tempo em 5 metros, o estudo de Honda et al.¹⁴ apresentou um tempo nos 5m de $1,66 \pm 0,01s$, semelhante ao dos normovisuais ($1,69 \pm 0,16s$) deste estudo. No grupo dos deficientes visuais, a média do tempo foi de $2,24 \pm 0,45s$, ou seja, significativamente maior. No tempo em 16 metros, vimos que os normovisuais possuem também um tempo significativamente menor ($7,69 \pm 0,93s$) que o tempo dos deficientes visuais ($10,78 \pm 1,3s$). Estes resultados podem ser justificados por serem atletas deficientes visuais, pois, ao se aproximarem da borda da piscina, tenderam a “frenar” seu desempenho, por segurança, mesmo sabendo da presença de um tapper (pessoa que toca o atleta deficiente visual com um bastão, sinalizando o término da prova, ou momento de virada) de acordo com as regras oficiais do International Paralympic Committee³¹.

Ao passar para a fase de aplicação de força na saída de bloco, apresentamos, para exemplificação, as curvas que representam o padrão da maioria das execuções de cada um dos sujeitos do estudo. O exemplo do gráfico 1 da curva de força do atleta normovisual do sexo masculino mostra que o atleta aplicou, com intensidade, a força para frente e para cima, ou seja, horizontal e vertical positivamente, verificando uma acentuada semelhança entre as duas curvas. Podemos observar um instante de início bem claro: as curvas de força apresentaram o pico de força resultante chegando a $2,2N$, indicando uma aplicação positiva no pico de força vertical de $1,8N$ e no pico de força horizontal de $1,38N$, apresentando uma melhor performance na saída de bloco. Analisando a gráfico 2 com o exemplo de curva do atleta deficiente visual do sexo masculino, percebe-se que o atleta aplicou mais força vertical ($1,68N$) do que a força horizontal ($1,29N$), o que normalmente se observa na literatura^{26,33}, e que a força vertical aplicada é maior que a força horizontal, sendo o gráfico deste sujeito mais parecido com os dos atletas normovisuais. Contudo, este atleta ainda apresenta algumas oscilações que causam ruído nas curvas. Este ruído nas curvas é característico dos atletas deficientes visuais. Os atletas deficientes visuais, provavelmente, permanecem oscilando na linha de base, mesmo parecendo estar imóveis no bloco, antes do sinal de partida. Consequentemente, apresentam uma deflexão nas curvas após o sinal de partida.

Em relação aos dados numéricos da força aplicada pelo nadador durante o tempo em que esteve em contato com a plataforma de força (tabela 2), apresentando valores médios e respectivos desvios-padrão dos valores obtidos para a variável dinâmica de força na saída de bloco entre atletas normovisuais e deficientes visuais, observamos que os atletas deficientes visuais utilizaram pouca força em suas saídas de força vertical ($1,26N$) e de força horizontal ($0,98N$), diferente dos atletas normovisuais que aplicaram de força vertical ($1,43N$) e de força horizontal ($1,09N$). Dessa forma, é recomendável que os deficientes

visuais realizem um trabalho de força específico que desenvolva a potência muscular dos membros inferiores de forma a melhorar a performance das saídas e, consequentemente, no bloco. A melhoria dessa capacidade poderá, igualmente, traduzir-se em melhorias na performance aos 5 metros. Indo de acordo ao observado por Honda et al. (28), os quais verificaram que quanto maior a velocidade horizontal na saída, maior é o aumento da força horizontal, e esta vantagem é mantida até o momento dos 5m.

Observou-se que o pico da força resultante foi significativamente maior no grupo de normovisuais ($1,76 \pm 0,23$) que o dos deficientes visuais ($1,43 \pm 0,27$). Consequentemente, os valores das variáveis dinâmicas dos atletas deficientes visuais foram significativamente menores que os atletas normovisuais.

Em relação à cinemática, foi observado, no presente estudo, que o ângulo de saída dos normovisuais ($14,2 \pm 6,8^\circ$) se apresentou na média, diferente ao dos deficientes visuais ($4,7 \pm 8,9^\circ$), que ficou bem abaixo da média de um ângulo de (13°), considerado “ótimo” segundo Ruschel et al.¹⁰. O ângulo de saída dos blocos foi significativamente menor nos sujeitos com deficiência visual em relação aos sujeitos normovisuais. O ângulo de entrada entre os dois grupos ficou na média (deficientes visuais $31,9^\circ$ e normovisuais $34,3^\circ$), podendo ser mais uma das razões porque os atletas deficientes visuais apresentaram tempo aos 5 e aos 16 metros maiores do que os normovisuais. Esta ideia é reforçada pela afirmação de Maglisho¹, em que o ângulo de entrada na água influencia diretamente no tempo de deslize do nadador após a saída, considerando valores entre 30° e 40° como ideais, outros estudos corroboram com a importância do tempo de voo que, quando associado ao ângulo de entrada na água, acarreta a melhoria da performance na saída^{10,33}.

Quando analisamos a distância de voo, concluímos que o grupo de normovisuais obteve valores superiores ($2,71 \pm 0,25m$) aos deficientes visuais ($2,37 \pm 0,39m$), mas, ainda assim, menores que os valores médios apresentados na literatura ($3,0m$) a ($3,7m$). Este fato poderá dever-se, no caso dos atletas deficientes visuais ao seu menor nível de força e, consequentemente, a um ângulo de saídas menores.

Na tabela 4, analisou-se a correlação entre as variáveis cinéticas e cinemáticas das amostras, mostrando várias correlações. Entre o tempo de bloco e o tempo em 5 metros, houve uma correlação ($0,688$); apesar de o deficiente visual não apresentar diferença significativa no tempo de reação, justificada por utilizar o sentido auditivo para sua orientação espaço temporal, diferente do atleta normovisual que utiliza, com maior frequência, o sentido visual, a referida tabela mostrou que a correlação do tempo de bloco e o tempo em 5 metros foram maiores para os atletas deficientes visuais.

Ao analisar a força resultante, encontrou-se diferença significativa entre os grupos, mostrando que a aplicação de força na saída de bloco foi maior no grupo dos normovisuais em relação aos deficientes visuais, desencadeando, assim, uma

saída mais lenta dos deficientes visuais, podendo ser explicada pela pouca aplicação da força. Pode-se observar a mesma situação quando se correlacionou o tempo de bloco ao tempo em 16 metros (0,689).

A correlação entre o tempo em 5 metros e o tempo em 16 metros apresentou grande diferença significativa (0,928), reafirmando que os deficientes visuais aplicaram pouca força no momento da saída. Sugere-se maior aplicação de força de membros inferiores no momento da saída, pois essa força aplicada irá influenciar todas as fases da saída de bloco³⁴.

Encontrou-se uma forte correlação entre o tempo de voo e o ângulo de saída (0,941). Esta diferença significativa entre os grupos nessas variáveis reafirma a pouca força empregada de membros inferiores dos atletas deficientes visuais para a realização de um ângulo de saída ideal. Foi observada a importância da aplicação de força vertical e horizontal, para resultar em um pico de força positivo e, com isso, obter-se resultados expressivos²⁵.

A tabela 4 também mostra a correlação do pico de força em relação às variáveis do estudo; nota-se que só não há correlação significativa entre o tempo de reação e o ângulo de entrada na água. Essas correlações reforçam a necessidade do trabalho de força direcionado aos membros inferiores, com vistas à força tanto aplicada no salto horizontal, quanto no salto vertical, realizando o fortalecimento dos membros dentro e fora da água, com o objetivo na saída de bloco.

Quando se ensina um atleta deficiente visual a nadar, o fundamento mais difícil é demonstrar a saída, assim como passar a imagem corporal de uma saída perfeita. Um dos primeiros obstáculos é a perda de contato com o solo. Quando o deficiente visual “voa”, que é o caso das saídas de bloco, tende a sentir um medo maior que os atletas normovisuais, pela ausência da visão, pois sempre temem onde vão cair, mesmo depois de treinados periodicamente. Outra dificuldade é dar a noção aproximada da saída ideal. A correção da saída para atletas normovisuais é corrigida com várias técnicas, como a visualização de um vídeo, as demonstrações práticas, entre outras técnicas, em sua maioria, visuais, mas, para o deficiente visual, a correção é feita por meio de observações narradas, que, na verdade, torna-se muito difícil pelo momento (o atleta fica suspenso no ar) e, muitas vezes, o próprio atleta não tem a imagem corporal de uma saída perfeita, por nunca ter enxergado, criando, para o seu aperfeiçoamento, uma imagem que, muitas vezes, não é a ideal. Para minimizar essa defasagem, alguns técnicos associam a correção narrativa com demonstrações táteis segmentadas, isto é, explicam a execução desse fundamento em cada momento da saída de bloco, utilizando o corpo do próprio técnico ou bonecos.

CONCLUSÃO

O esporte paralímpico evoluiu nestes últimos anos; porém,

ainda existe a necessidade de estudos mais profundos e aplicações práticas destes sobre a biomecânica da saída de bloco para a melhoria da performance de nadadores deficientes visuais, sendo esta uma deficiência que está diretamente ligada a resultados inferiores em relação a nadadores normovisuais comprovados neste estudo.

Após analisarmos as saídas de bloco realizadas pelos nadadores deficientes visuais e normovisuais, observou-se que, nas fases de maior relevância no estudo das variáveis, os atletas normovisuais alcançaram os melhores resultados.

I. Tempo de bloco foi significativamente menor para o grupo de normovisuais ($p < 0,030$); II. O tempo em 5 metros foi significativamente menor para o grupo de normovisuais ($p < 0,029$); III. O tempo em 16 metros foi significativamente menor para o grupo de normovisuais ($p < 0,001$); IV. O pico de força resultante foi significativamente maior para o grupo de normovisuais ($p < 0,024$); V. O ângulo de saída do bloco foi significativamente maior para o grupo dos normovisuais ($p < 0,030$); VI. O tempo de bloco e o tempo em 5 metros apresentaram uma correlação significativa (0,688); VII. O tempo de bloco e o tempo em 16 metros apresentaram uma correlação significativa (0,689); VIII. O tempo em 5 metros e o tempo em 16 metros apresentaram uma correlação significativa (0,928); IX. A maior correlação significativa foi entre o tempo de voo e o ângulo de saída (0,941); X. A correlação do pico de força e as variáveis do estudo apresentaram diferenças significativas, com exceção do tempo de reação e o ângulo entrada. Observando os resultados, podemos constatar a necessidade de utilizar um período maior de treinamento direcionado à saída de bloco para o atleta deficiente visual, principalmente na aplicação da força durante a saída de bloco, pelo resultado encontrado na correlação do pico de força e as demais variáveis.

Após analisar os dados obtidos, o estudo recomenda efetuar-se um reforço no trabalho de membros inferiores por meio de saltos, tanto dentro, quanto fora da água, direcionado para aplicação de força vertical e horizontal desses membros, que, conseqüentemente, resultará em um pico de força maior no momento de saída. Esta aplicabilidade, influenciará diretamente em todas as fases da saída de bloco, proporcionando um feedback imediato ao atleta para que ele possa realizar movimentos com mais desenvoltura e força, aprimorando seu desempenho e sua performance em provas de velocidade na natação.

Percebemos, também, que os atletas deficientes visuais apresentaram grandes ruídos nas curvas de força, no instante da saída dos blocos, sendo este imperceptível visualmente, mas detetado nos aparelhos utilizados, o que não aconteceu com os nadadores normovisuais, dificultando a análise de tempo de reação. Desse modo, para corrigir essa oscilação na linha de base, sugerimos o treinamento para esta variável e também um estudo mais específico, com objetivo de analisar esta fase em uma amostra maior de atletas deficientes visuais, se ela é prejudicial ou não na performance desses atletas.

8 Análise cinética e cinemática da saída de bloco em natação de atletas deficientes visuais

Este estudo envolve análises em todas as fases da saída de bloco da natação do deficiente visual e disponibiliza subsídios científicos para o embasamento de técnicos e atletas em

ascensão, proporcionando parâmetros de desempenho neste fundamento e sugerindo a continuidade de estudos sobre esta temática na saída do estilo costas.

REFERÊNCIAS

1. Maglisho EW. *Swimming Fastest: The essential reference on technique, training, and program design*. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics; 2003.
2. Blanksby BA, Nicholson LG, Elliot BC. Biomechanical Analysis of the Grab, Track and Handle Swimming starts: an Intervention study. *Sport Biomechanics*. 2002 Jan; 1(1): 11-24. doi: 10.1080/14763140208522784.
3. Lyttle A, Benjanuvattra N. Start right? A biomechanical review of dive start performance [Internet]. *Coache Information*. 2004 [acesso 2009 Jul 14]. Disponível em: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/dvmf/Record/4010901>.
4. Souza CV. *Alunos cegos egressos do Instituto Benjamin Constant (IBC) no período de 1985 a 1990 e sua Inserção Comunitária [dissertação]*. Rio de Janeiro (RJ): Fundação Oswaldo Cruz; 2006.
5. Benjanuvattra N, Edmunds K, Blanksby B. Jumping ability and swimming grab-start performance in elite and recreational swimmers. *International Journal of Aquatic Research & Education*. 2007 Aug; 1(3): 231-241. doi: 10.25035/ijare.01.03.06
6. Daly D, Malone L, Smith D, Vanlandewijck Y, Steadward R. The contribution of starting, turning, and finishing to total race performance in male Paralympic swimmers. *Adapted Physical Activity Quarterly*; 18(3): 316-33. doi: 10.1123/apaq.18.3.316.
7. Malone LA, Sanders RH, Schiltz JH, Steaward RD. Effects of visual impairment on stroke parameters in Paralympic swimmers. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Dec; 33(12): 2098-2103.
8. Martens J, Einarsson I, Daly D. Comparison of race parameters in swimmers with visual impairment. Iceland: KULeuven University of Iceland; 2009 [acesso 2015 Mar 5]. Disponível: http://www.paralympic.org/sites/default/files/document/130605104440450_39_Martens_Comparison+of+Race+Parameters+for+Visual+Impaired+Swimmers.pdf.
9. Hubert M, Schultz GR, Silveira GA, Ruschel C, Roesler H. *Comportamento das variáveis biomecânicas da Saída de natação: Comparação de diferentes Técnicas e nados [dissertação]*. Florianópolis (SC): Universidade do Estado de Santa Catarina; 2005.
10. Ruschel C, Araújo L, Pereira SM, Roesler H, editors. Kinematical analysis of the swimming start: Block, flight and underwater phases. XXV ISBS Symposium 2007; 2007; Ouro Preto, Brazil [Internet]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Modeling / Simulation; 12/12/2007 [cited 2009 Jun 19]. 385-388 p.
11. Roesler, H. *Desenvolvimento de plataforma subaquática para medições de forças e momentos nos três eixos coordenados para utilização em Biomecânica [dissertação]*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1997.
12. Pereira SM. *Análise da Performance da saída de Nadadores velocistas em diferentes alturas e inclinações do bloco de partida [dissertação]*. Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2001.
13. Elipot M, Hellard P, Taiar R, Boissière E, Rey JL, Lecat S, et al. Analysis of swimmers' velocity during the underwater gliding motion following grab start. *J Biom*; 42(9): 1367-1370. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.03.032>.
14. Honda KE, Sinclair PJ, Mason BR, Pease D. A biomechanical comparison of elite swimmers start performance using the traditional track start and the new Kick Start. In: XI Conference Biomechanics and Medicine in Swimming. Australia: The University of Sydney ; 2010 Jan; p. 249-253.
15. Cornett AC, White JC, Wright BV, Stager JM. Teaching competitive racing starts: Practices and opinions of professional swim coaches. *Int J Aqua Res Educ H Kin*. 2012 May; 6(2): 156-115. doi: <https://doi.org/10.25035/ijare.06.02.07>.
16. Vilas-Boas JP, Cruz J, Sousa F, Conceição F, Carvalho J, editors. Integrated kinematic and dynamic analysis of two track-start techniques. XVII International Symposium on Biomechanics in Sports; 2008 Jan; Hong Kong; 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242203924_INTEGRATED_KINEMATIC_AND_DYNAMIC_ANALYSIS_OF_TWO_TRACK-START_TECHNIQUES.
17. Vilas-Boas JP, Cruz J, Sousa F, Conceição F, Fernandes R, Carvalho J. (2003). Biomechanical analysis of ventral swimming starts: comparison of the grab start with two track-start techniques. In: *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*. France: University of Saint-Etienne; 2003. p. 249-253.
18. Monteiro LMR. *Análise biomecânica de partidas em natação pura desportiva para nado ventral: Grab start e as duas variantes de track start [dissertação]*. Porto (Pt): Faculdade de Desporto - Universidade do Porto; 2008.
19. Vagheti CAO, Berneira JO, Roesler H. Análise cinemática da saída de agarre na natação. *Rev Digital*. 2010 Jan; 14(140):1.
20. Silva GCP. *Tempo de Reação e a Eficiência do Jogador de Goalball na Intercepção/Defesa do lançamento/ataque [dissertação]*. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; 2008.
21. Bocalini DS, Andrade RMP, Uezu PT, Santos, RN, Nakamoto FP. (2007). O treinamento pliométrico melhora o desempenho da saída de bloco de nadadores [Internet]. *Rev Bras Edu Fis Esp Lazer Dança*. 2007 Mar [acesso 2007 Mar 10]; 2(1): 1-8. Disponível em: <https://docplayer.com.br/6349318-O-treinamento-pliometrico-melhora-o-desempenho-da-saida-de-bloco-de-nadadores.html>.
22. West DJ, Owen NJ, Cunningham, DJ, Cook CJ, Killduff LP. (2011). Strength and power predictors of swimming starts in international sprint swimmers. *J Strength Cond Res*. 2011 Apr; 25(4): 950-5. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c8656f.
23. Krüger T, Hohmann A, Ditmar W, Hohmann A, El-Bahrawi M, Koth A. Biomechanics of the grab and track start technique. In: Chatard J, editor. *IXth Biomechanics and Medicine in Swimming*; 2012; Saint Etienne: Université de Saint-Etienne; 2012. p. 219-223.
24. Caynzi-os BF, García F, Arellano R. Análisis cinemático y cinético de las salidas en natación en nadadores de alto nivel. In: Consejo Superior de Deportes - Ministerio de Educación y Ciencia. Análisis biomecánico de la técnica en natación: Programa de control del deportista de alta competición [Internet]; 2001 [2015 Mar 13]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/264232141_Analisis_cinematico_y_cinetico_de_las_salidas_en_natacion_en_nadadores_de_alto_nivel.
25. Mohamed RMT. Biomechanical Analysis to Improve the Grab Starting Performance for the Freestyle 50-Meter Women Swimmers. *World J Sport Scienc* [Internet]. 2010 [acesso 2015 Mar 13]; 3(S):174-180. Disponível em: [https://idosi.org/wjss/3\(S\)10/23.pdf](https://idosi.org/wjss/3(S)10/23.pdf).
26. Cossor J, Slawson S, Shillabeer, B, Conway P, West A. Are land tests a good predictor of swim start performance? *Port J Sport Sci*. 2011; 11(Suppl. 2):183-186.
27. Theophilos P, Kasabalis A, Mantzouranis N. Start reaction time and performance at the sprint events in n World Athletic Championships. *Int J Perfor Analys Sport* [Internet]. 2012 Apr [cited 2015 Mar 5];(1): 67-72. DOI <http://dx.doi.org/10.1080/24748668.2012.11868587>. Available from: https://www.researchgate.net/publication/263213565_Start_reaction_time_and_performance_at_the_sprint_events_in_World_Athletic_Championships.

28. Honda KE, Sinclair PJ, Mason BR, Pease DL. The effect of starting position on elite swim start performance using an angled kick plate. In: 30th Annual Conference of Biomechanics in Sports; 2012; Australia: The University of Sydney Australia and Australian Institute of Sport; 2012. p. 72-75.
29. Doucet ME, Guillemot J-P, Lassonde M, Gagné J-P, Leclerc C, Lepore F. Blind subjects process auditory spectral cues more efficiently than sighted individuals. *Exp. Brain Res.* 2005 Jan; 160(2): 194-202. doi: 10.1007/s00221-004-2000-4.
30. Lee, C. Y., Huang, C. F., & Lee, C. W. (2012). Biomechanical analysis of the grab and track swimming starts. In 30th Annual Conference of Biomechanics in Sports. Taipei, Melbourne: Department of Physical Education.
31. Classification in para swimming [Internet]. Bonn, Germany: IPC; 2009 [acesso 2022 Sep 15];.Disponível em: <https://www.paralympic.org/swimming/classification>.
32. Takeda, T., Ichikawa, H., Takagi, H, & Tsubakimoto, S. Do differences in initial speed persist to the stroke phase in front-crawl swimming? *J Sports Sci.* 2009 Nov; 27(13): 1449-1454. doi: 10.1080/02640410903046228.
33. Miller M, Allen D, Pein R, editors. A kinetic and kinematics comparison of the grab and track starts in swimming. IX Biomechanics and medicine in swimming; 2002; University of Saint-Etienne, France [Internet]. Saint-Etienne University of Saint-Etienne; 2003: [acesso 2015 Mar 5]. p. 231-235. Disponível em: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/bms/Record/4037230>.
34. Galbraith H, Scurr J, Hencken C, Wood L, Graham-Smith P. Biomechanical comparison of the track start and the modified one-handed Track start in competitive swimming: An intervention study. *J Appl Biomech.* 2008 Nov; 24(4): 307-315. doi: 10.1123/jab.24.4.307.

How to cite this article/Como citar este artigo :

Cabral S. Análise cinética e cinemática da saída de bloco em natação de atletas deficientes visuais. *J Health Biol Sci.* 2022; 10(1):1-9.