

VANESSA ZADOROSNEI REBUTINI

**ANALISE DOS FATORES CINEMÁTICOS E DAS AÇÕES SEGMENTARES
DE MEMBRO INFERIOR DA SAÍDA DE BLOCO DA NATAÇÃO**

Artigo apresentado como Trabalho de
Conclusão de Curso em Especialização em
Ciência do Treinamento Desportivo do
Departamento de Educação Física da
Universidade Federal do Paraná.

Orientador Prof. André L. Felix Rodacki

Curitiba

2013

RESUMO

A performance da natação pode ser dividida em três etapas distintas: a saída, o nado e a virada. A saída tem por objetivo alcançar o ponto mais longe possível, em menor tempo, por um meio menos resistivo. As saídas do tipo agarre e atletismo são as mais utilizadas, porém parece existir uma vantagem para a saída do tipo atletismo. O objetivo deste estudo foi analisar e comparar os fatores cinemáticos pertinentes aos dois tipos de saídas na natação associados à performance, assim como as ações segmentares. Observa-se um maior valor de média das variáveis TT, Tb e Tpq, Tpj e Tpt quando comparadas as duas técnicas de saída. Para a saída tipo atletismo, observa-se um maior valor de média para as variáveis VS Y, VE, VE X, VE Y, CMB Y e CMs Y quando comparadas as duas técnicas. Houve diferenças nas variáveis de velocidade angular. A saída de atletismo mostrou-se mais eficiente que a de agarre.

Palavras Chave: saída de bloco; natação; biomecânica.

INTRODUÇÃO

A análise da performance da natação pode ser dividida em três etapas distintas: a saída, o nado e a virada (Hay, 1981). A saída tem por objetivo alcançar o ponto mais longe possível, em menor tempo, por um meio menos resistivo (MAGLISCHO, 2003). A saída, pode representar até 26.1% do tempo total de uma prova, conforme a distância (Cossor e Mason, 2001 *apud* HUBERT et al., 2005). Por este motivo, vários estudos tem sido desenvolvidos com o intuito de determinar a influência das técnicas de saída a fim de aperfeiçoar sua execução na busca de melhores resultados (PEREIRA et al., 2005).

Em geral, as saídas do tipo agarre e atletismo são as mais utilizadas. A saída de agarre é caracterizada pelo flexionamento do corpo sobre os membros inferiores com os pés dispostos lateralmente, enquanto a saída de atletismo consiste em uma modificação da saída de agarre, dipondo os pés em posição antero-posterior. A saída é dividida em sete fases, que são comuns às duas técnicas e compreendem: (1) posição preparatória, (2) empurrada, (3) impulso no bloco, (4) vôo, (5) entrada, (6) deslizamento e (7) saída para o nado (MAGLISHO, 2003). Destas fase, ainda pode-se analisar apenas a fase aérea, descrita na figura 1 (GUIMARÃES, 1985).

Na prática, nota-se uma certa preferência dos atletas pelo tipo atletismo para a saída. Os estudos que analisaram a influência da técnica apresentaram saídas mais rápidas e maiores ângulos de entrada para a *track start* e maiores níveis de força para a de agarre (HUBERT et al, 2005) enquanto outros indicam menores posições de Centro de Massa no bloco para a de agarre e reações de bloco mais rápidas para a de atletismo (BLANKSBY, 2002; HUBERT et al, 2005). Assim, parece existir uma vantagem para a saída do tipo atletismo. Por outro lado os parâmetros cinemáticos associados a cada uma dos tipos de saída não tem sido explorados. Os parâmetros cinemáticos podem auxiliar na compreensão da contribuição de cada articulação para o movimento. Uma comparação entre as diferentes formas de saída podem auxiliar atletas e técnicos a melhorar o desempenho.

O objetivo deste estudo foi analisar e comparar os fatores cinemáticos pertinentes aos dois tipos de saídas na natação associados à performance, assim como as ações

segmentares (parâmetros espaciais e temporais do movimento) com o desempenho, e a performance decorrente dos dois tipos de saída.

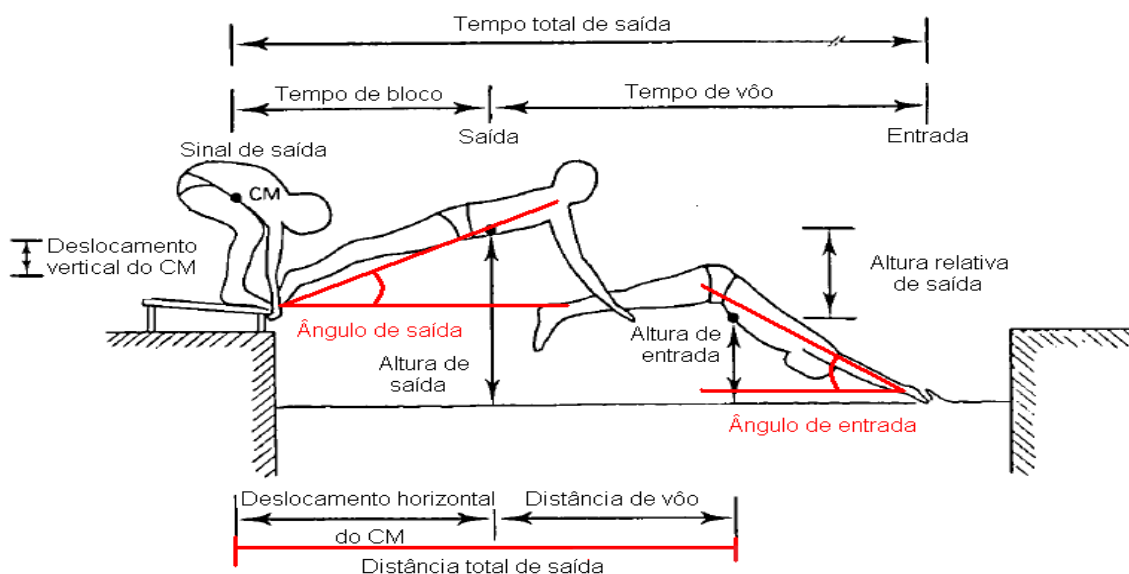


Figura 1. Diagrama de saída de bloco adaptado para o estudo (GUIMARAES & HAY, 1985).

METODOLOGIA

A amostra foi composta de 15 atletas (11 meninas, $15,7 \pm 3,5$ anos, e 4 meninos, $16,2 \pm 0,9$ anos) de um clube desportivo local, que participam de competições do calendário oficial, regional e nacional promovidos junto a federação do estado. Todos os participantes treinam e utilizam oficialmente a saída do tipo atletismo para a realização das provas. Os participantes foram esclarecidos acerca dos procedimentos e assinaram um termo de consentimento, o estudo foi avaliado e permitido pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Paraná (CEP/SD 1085.010.11.03). A piscina utilizada sedia competições oficiais, sendo assim, está dentro dos padrões de construção propostos pela FINA (2007) e o teste foi realizado em um dia normal de treinamento. O estudo tem caráter descritivo, comparativo e transversal.

O grupo avaliado foi separado em duplas sob seleção aleatória, a avaliação foi realizada ao longo de 30 tentativas alternadas, com revezamento entre cada elemento da dupla a fim de evitar o efeito deletério da fadiga. Os participantes foram instruídos a

realizar primeiro a saída tipo agarre e depois a tipo atletismo de maneira máxima, ou seja, simulando uma situação de competição oficial. Após a execução da primeira técnica de saída, os participantes retornaram ao bloco para a tentativa restante - o período para o retorno à posição inicial foi de aproximadamente 90s.

A área para as filmagens foi calibrada e as filmagens foram realizadas no plano sagital direito (60Hz) com auxílio de luzes incandescentes para detectar os deslocamentos de um conjunto de marcas corporais dispostos diretamente sobre a pele, feitos com lápis dermatológico preto (maquiagem). Foram demarcados os seguintes pontos na lateral do hemi-corpo direito: 5º metatarso, maléolo do tornozelo, côndilo lateral da tíbia, trocânter maior do quadril, acrômio, epicôndilo lateral do cotovelo, processo estilóide da ulna, epicôndilo ulnar medial, falange distal do dedo médio, glabella e ponta do queixo; os pontos do hemicorpo esquerdo: epífise medial do I osso do metatarso, maléolo medial, côndilo medial da tíbia, epicôndilo medial do úmero (ou região da tróclea), processo estilóide do rádio, falange distal do dedo médio.

Esses pontos anatômicos foram utilizados para a construção de um modelo biomecânico e dos deslocamentos dos marcadores, digitalizados no software DgeeMe. Os dados foram utilizados para determinar um conjunto de variáveis espaciais e temporais do movimento:

- Ângulo de Saída (AS): definido pela posição do Centro de Massa (CM) e o ponto do 5º metatarso em relação à horizontal no instante do último toque do nadador no bloco.

- Ângulo de Entrada (AE): definido pela posição do CM e o ponto do epicôndilo ulnar em relação à horizontal no instante do primeiro toque do nadador na água.

- Velocidade de Saída (VS): resultante dos vetores das velocidades de CM nos eixos 'x' e 'y' no instante do último toque do nadador no bloco.

- Velocidade de Entrada (VE): resultante dos vetores das velocidades de CM nos eixos 'x' e 'y' no instante do primeiro toque do nadador na água.

- Posição de CM de Bloco (CMb): valores obtidos nos eixos 'x' e 'y' nos instantes iniciais do movimento, em que o nadador está posicionado para efetuar a saída.

- Posição de CM de Saída (CMs): valores obtidos nos eixos 'x' e 'y' no último instante em que o nadador toca o bloco de partida.

- Posição de CM de Entrada (CMe): valores obtidos nos eixos 'x' e 'y' no instante em que o nadador toca a superfície da água.

- Velocidade Angular de Tornozelo: relativa entre os membros da articulação do tornozelo (o direito para a saída de agarre, o da perna de propulsão para a de atletismo – último a deixar o bloco) definida pelo seu comportamento na trajetória.

- Pico de Velocidade Angular de Tornozelo (PVt): valor máximo de velocidade no movimento de extensão da articulação de tornozelo.

- Velocidade Angular de Joelho: relativa entre os membros da articulação do joelho (o direito para a saída de agarre, o da perna de propulsão para a de atletismo – último a deixar o bloco) definida pelo seu comportamento na trajetória.

- Pico de Velocidade Angular de Joelho (PVj): valor máximo de velocidade no movimento de extensão da articulação de joelho.

- Velocidade Angular de Quadril: relativa entre os membros da articulação do quadril (o direito para a saída de agarre, o da perna de propulsão para a de atletismo – último a deixar o bloco) definida pelo seu comportamento na trajetória.

- Pico de Velocidade Angular de Quadril (PVq): valor máximo de velocidade no movimento de extensão da articulação de quadril.

- Tempo Total (T): soma das parciais de bloco e de vôo, determina o tempo total do movimento.

- Tempo de Bloco (Tb): Tempo entre o sinal de saída e o último toque do nadador no bloco.

- Tempo de Vôo (Tv): Tempo entre o primeiro instante de vôo e o primeiro toque do nadador na água.

- Tempo de Pico (Tp): relativo ao aparecimento do pico de velocidade angular das articulações de tornozelo, joelho e quadril.

As variáveis do estudo foram submetidas ao tratamento estatístico descritivo de média e desvio padrão no software Excel e comparados por meio do teste “t” de Student, adotando-se um intervalo de confiança de 95% no software Statistica®, versão 7.0. Para efeitos de comparação, os dados foram retirados dos gráficos gerados pelo software de manipulação gráfica (DgeeMe) e normalizados a 100% com o auxílio dos softwares Excel e Normal. Os valores relacionados ao comportamento de variáveis em relação à trajetória foram obtidos pela média apresentada na amostra, para valores obtidos após a normalização.

RESULTADOS

Segue abaixo quadro apresentando os valores obtidos para as variáveis observadas, separados segundo a técnica de saída executada. Os valores negativos apenas apresentam sentido contrário ao referencial adotado.

| | Agarre | Atletismo | P (<0,05) |
|--------------|--------------------|-------------------|-----------|
| AS | 21,53 ± 5,28 | 24,4 ± 4,05 | 0,0167* |
| AE | 35,93 ± 3,37 | 36,27 ± 3,77 | 0,6420 |
| VS | 3,42 ± 0,24 | 3,51 ± 0,29 | 0,2160 |
| VS X | 3,4 ± 0,24 | 3,46 ± 0,28 | 0,3921 |
| VS Y | - 0,21 ± 0,37 | - 0,54 ± 0,27 | 0,0042* |
| VE | 4,55 ± 0,19 | 4,79 ± 0,22 | 0,0007* |
| VE X | 3,33 ± 0,21 | 3,48 ± 0,27 | 0,0153* |
| VE Y | - 3,10 ± 0,24 | - 3,28 ± 0,19 | 0,0006* |
| CMb Y | 1,30 ± 0,04 | 1,32 ± 0,04 | 0,0282* |
| CMs X | 0,95 ± 0,11 | 0,95 ± 0,09 | 0,7777 |
| CMs Y | 1,18 ± 0,06 | 1,24 ± 0,05 | 0,0033* |
| CMe X | 1,982 ± 0,14 | 1,96 ± 0,15 | 0,4006 |
| CMe Y | 0,67 ± 0,04 | 0,68 ± 0,05 | 0,3710 |
| PVq | - 564,75 ± 83,45 | - 537,96 ± 77,18 | 0,1638 |
| PVj | 830,50 ± 90,03 | 828,33 ± 113,87 | 0,4744 |
| PVt | - 1149,14 ± 165,31 | - 763,03 ± 202,84 | 0,0930 |
| TT | 0,97 ± 0,08 | 0,86 ± 0,07 | 0,0000* |
| Tb | 0,67 ± 0,09 | 0,56 ± 0,06 | 0,0001* |
| Tv | 0,31 ± 0,05 | 0,30 ± 0,03 | 0,2451 |
| Tp quadril | 0,57 ± 0,05 | 0,48 ± 0,08 | 0,0016* |
| Tp joelho | 0,59 ± 0,05 | 0,49 ± 0,07 | 0,0005* |
| Tp tornozelo | 0,59 ± 0,05 | 0,50 ± 0,08 | 0,0021* |

Figura 2. Apresentação dos valores de média e desvio padrão das variáveis analisadas.

***valores que apresentaram diferença significativa quando comparados os dois tipos de saída.**

Observa-se um maior valor de média das variáveis CMe no eixo 'x'; PVq, PVj e PVt; TT; Tb; Tv; Tpq, Tpj e Tpt para a saída de agarre, sendo observadas diferenças significativas para as variáveis TT, Tb e Tpq, Tpj e Tpt quando comparadas as duas técnicas de saída.

Para a saída tipo atletismo, observa-se um maior valor de média para as variáveis AS; AE; VS eixo 'x' e 'y'; VE eixo 'x' e 'y'; CMb eixo 'y', CMs eixo 'y' e CMe eixo 'y', sendo encontradas diferenças estatisticamente significativas para as variáveis VS Y, VE, VE X, VE Y, CMb Y e CMs Y quando comparadas as duas técnicas. Nota-se que não houve diferença entre as médias ou diferença significativa para os valores de CMs no eixo 'x' para as duas técnicas.

As variáveis de velocidade angular, com relação ao comportamento durante o movimento, apresentaram a forma abaixo:

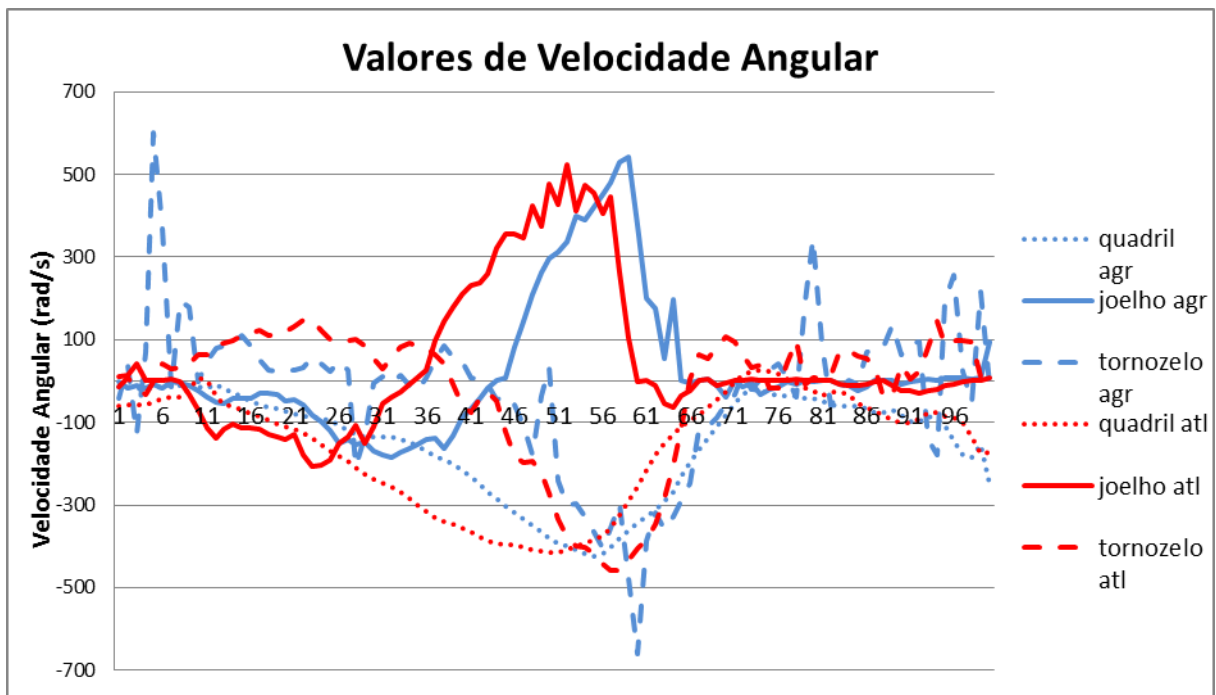


Figura 3. Comparativo de velocidade angular das articulações na trajetória de movimento, valores obtidos pelo cálculo da média dos valores da amostra.

A figura acima apresenta um comparativo entre as técnicas analisadas neste estudo, agarre e atletismo, segundo as distribuições das velocidades angulares das articulações de quadril, joelho e tornozelo. Para as linhas pontilhadas, observam-se os valores para as velocidades angulares de quadril; para as linhas cheias, observam-se os

valores de velocidade angular de joelho; e para as linhas tracejadas os valores de velocidade angular de tornozelo. Nota-se, com relação à distribuição das curvas, que para as velocidades de quadril e joelho há uma antecipação do comportamento da técnica de atletismo em relação à de agarre. Com relação distribuição dos valores de velocidade angular de tornozelo, não há diferenças gráficas.

Considerando o comportamento da velocidade angular em relação à ordem temporal do movimento articular de membro inferior, as técnicas apresentaram as formas abaixo:

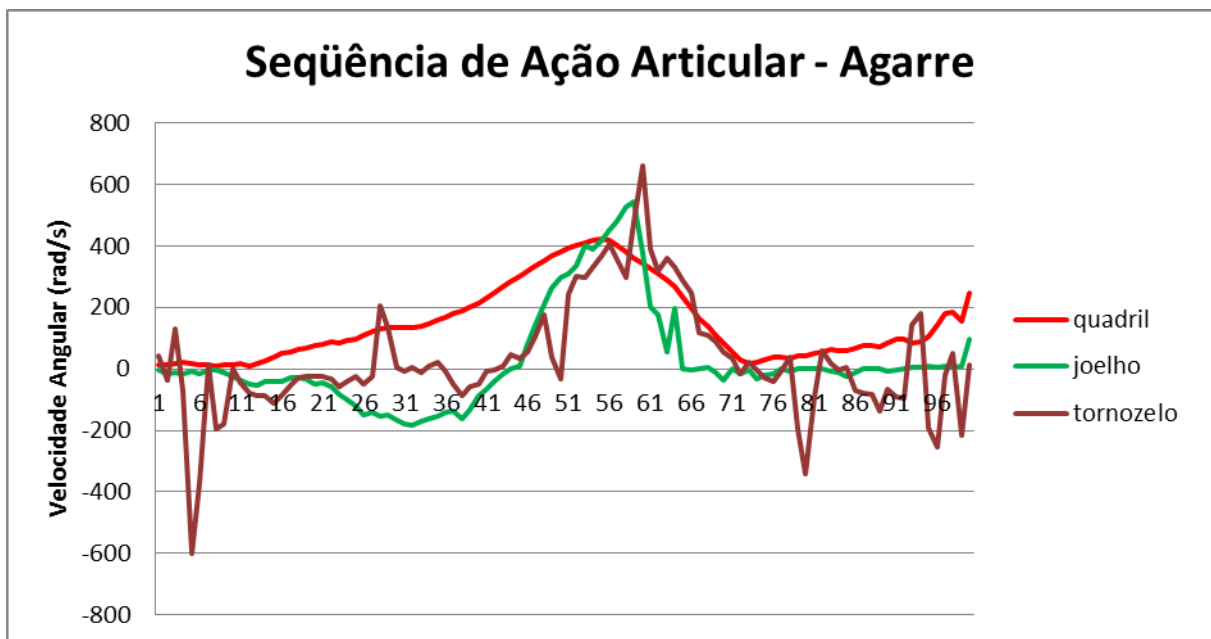


Figura 4. Gráfico demonstrativo de ação articular seqüencial na saída de agarre – dados referentes aos comportamentos de cada articulação dispostos de forma sobreposta para análise.

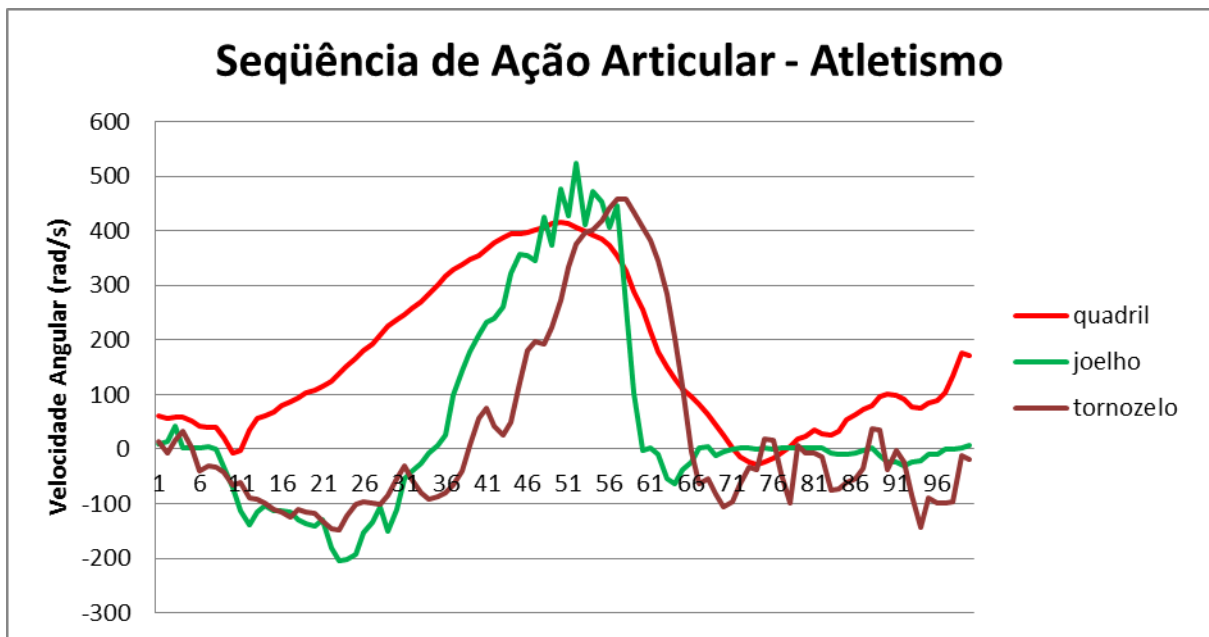


Figura 5. Gráfico demonstrativo de ação articular seqüencial na saída de atletismo – dados referentes aos comportamentos de cada articulação dispostos de forma sobreposta para análise.

As figuras acima apresentam as curvas de velocidade angular de quadril, joelho e tornozelo para as técnicas de agarre e atletismo, respectivamente. Os valores, considerados em módulo para a análise, determinam uma relação temporal entre o aparecimento dos valores de pico da velocidade angular das articulações: nota-se que, para as duas figuras, o primeiro pico corresponde aos valores relacionados à articulação do quadril, o segundo pico aos valores da articulação do joelho e o terceiro, do tornozelo.

DISCUSSÃO

O comportamento de cada variável observada é discutido separadamente abaixo, observando a ordem estabelecida na metodologia.

- *Ângulo de Saída (AS) e Ângulo de Entrada (AE)*

Os valores de ângulo de saída obtidos são menores que os referenciados atualmente: média de 30° a 40° (MAGLISCHO, 2003), porém apresentaram diferentes valores de média e diferença significativa entre as técnicas executadas. Os maiores

valores para a técnica de atletismo, como os apresentados por Miller e col. *apud* ROESLER (2005), indicam o menor deslocamento horizontal para esta técnica, segundo o modelo de lançamento de projéteis (TIPLER, 1995).

Deve-se considerar as variáveis externas ao movimento, a altura e a angulação do bloco de partida (PEREIRA *et al.*, 2005), em relação aos demais estudos; porém foram desconsiderados nesta análise, pois o bloco e a relação deste com o nível de água foram os mesmos durante os testes.

Os valores de ângulo de entrada são compatíveis com os reportados na literatura (MAGLISCHO, 2003) e com os resultados de Miller e col. *apud* ROESLER (2005): houve uma maior média para os valores obtidos na técnica de atletismo, confirmando resultados de estudos similares (PEREIRA *et al.*, HUBERT *et al.*, 2005) e as expectativas do modelo físico aplicado, que atribui a variação do ângulo de entrada na água segundo o de saída de bloco (HALLIDAY e col., 1996).

A influência dos valores do AE é observada nas fases seguintes ao término da fase aérea: na fase submersa e na retomada no nado (HUBERT *et al.*, 2005). Se para maiores AE, mais profundidade para a execução destas fases, determina-se outras variáveis para avaliação do atleta e do movimento em relação à performance não objetivadas neste estudo.

- Velocidade de Saída (VS) e Velocidade de Entrada (VE)

A Velocidade de Saída de bloco, por determinar a velocidade em que o atleta deixa o bloco e inicia o movimento aéreo, é análoga à velocidade inicial no movimento parabólico – elemento que define as ações que se seguirão na trajetória, em módulo, direção e sentido (BEER e col., 1980). Esta variável está dividida em duas componentes, uma em cada eixo: VS X e VS Y, sendo a resultante VS. Com relação às componentes, considerando o movimento parabólico, a componente do eixo ‘y’ varia de acordo com a influência da ação a gravidade: reduzindo até o ponto máximo, em que se torna zero, e aumentando com a queda; a componente do eixo ‘x’ é constante, a partir da velocidade de saída, ambas agindo independentemente (HALLIDAY e col., 1996).

A parcial do eixo ‘x’ e a resultante apresentaram diferenças entre as médias, mas não diferenças significativas entre as técnicas. A parcial do eixo ‘y’ apresentou 0,33 m/s de diferença entre as médias obtidas, maior que o valor de média da técnica de agarre, e apresentou diferença significativa a favor da técnica de atletismo: tal situação foi similar

ao estudo de Pereira e col. (2005), que a relacionou ao aumento do impulso vertical, devido à construção do bloco (PEREIRA e col., 2005).

Pela descrição física do movimento parabólico, a VE é de mesmo módulo e dirigida em sentido contrário, em relação à VS, para um ponto equidistante ao centro (HALLIDAY e col., 1996). Ou seja, espera-se que para um plano mais baixo em relação à saída, a ação da gravidade influencie o movimento, aumentando o valor da velocidade de entrada: fato observado nos valores obtidos para a resultante, significativamente maior para a técnica de atletismo. Esta diferença de 0,24m/s, além de significativa enquanto resultante, pode ser representativa quando transmitida às fases seguintes a saída: pois um maior valor de velocidade na entrada da água contribui para um melhor desenvolvimento das demais fases do nado, pois entendemos a saída como o momento em que o nadador executa movimentos que o levem com uma maior velocidade para o nado (JUNIOR e DUNDER, 2002).

A VE é decomposta em outras duas, cada uma em seu respectivo eixo 'x' e 'y'. A parcial de velocidade no eixo 'x' apresentou 0,15 m/s de diferença entre as médias e diferença significativa a favor da técnica de atletismo, indicando uma maior quantidade de movimento a favor da trajetória; também apresentou pouca diferença entre as médias em relação a velocidade de saída, confirmando a analogia ao movimento físico. A parcial no eixo 'y' também apresentou diferença entre as médias (0,18 m/s), diferença significativa a favor da técnica de atletismo e maior valor em relação à parcial do eixo da variável de saída, confirmando a ação gravitacional e o modelo de lançamento ao qual foi associado.

- Posição do Centro de Massa (Bloco, Saída e Entrada)

A posição do Centro de Massa no movimento determina, no eixo 'x', o alcance – quanto o atleta se deslocou efetivamente na direção do movimento com as técnicas estudadas; no eixo 'y', o deslocamento vertical. Três instantes ou posições foram observadas neste estudo: a de bloco, de saída do bloco e de entrada na água.

Para a parcial de bloco, posição inicial, os valores verticais apresentaram diferença de 0,02m nas médias e diferença significativa entre as técnicas aplicadas. Esse fato determina uma posição inicial de CM mais baixa para a técnica de agarre, indicando maior flexão corporal sobre o bloco e possível maior produção de força por contramovimento (LINTHORNE, 2001). Os valores horizontais desta parcial foram considerados marco inicial da trajetória.

Para as posições de saída, último instante em que o atleta toca o bloco, os valores verticais apresentaram diferença nas médias e diferença significativa para a técnica de atletismo: há uma maior projeção corporal na direção vertical na técnica de atletismo, confirmada pelos valores ângulo de saída e de velocidade de saída no eixo 'y'. Os valores horizontais não apresentaram diferença entre as médias ou diferença significativa.

Com relação ao alcance total ou efetivo do movimento (posição de entrada na água), os valores verticais e horizontais apresentaram pequena diferença nas médias: ambos não apresentaram diferenças significativas, fato que não propiciou conclusões sobre a diferença de desempenho entre as técnicas..

- *Velocidade Angular, Pico de Velocidade Angular e Tempo de Pico (Quadril, Joelho e Tornozelo)*

Com relação à figura 3, valores médios calculados para comparação, notou-se que, por se tratar de técnicas derivadas, as variáveis se comportaram de maneira similar: apresentando seqüências de picos paralelas. Notou-se também que os picos das velocidades apresentaram-se próximos, em tempo e valores, porém, mesmo não havendo diferença significativa entre as técnicas, houve diferença numérica de 27°/s nas médias dos valores de pico de velocidade angular de quadril, 2°/s entre os valores de pico de velocidade angular de joelho e 380°/s entre os valores de pico de velocidade angular de tornozelo (a favor da técnica de agarre). Este fato é corroborado por estudos que verificaram uma transmissão de potência pelos músculos biarticulares para as articulações distais, determinando a coordenação próximo distal como potencializadora de movimento – elemento melhor observado na técnica de agarre, bem como a analogia desta situação com o salto vertical (PANDY, 1991).

Observando as figuras 4 e 5, notamos a distribuição temporal do movimento. Assim como no movimento de salto vertical, observa-se um modelo próximo-distal aplicado, porém com um pequeno atraso entre o segundo e o terceiro picos na técnica de atletismo. Os valores de média para o tempo de pico de velocidade angular obtidos, respectivamente, para quadril, joelho e tornozelo foram: 0,57s, 0,59s e 0,59s para a técnica de agarre; e 0,48s, 0,49s e 0,50s para a de atletismo – houve diferença significativa entre as técnicas executadas para as três variáveis a favor da técnica de atletismo.

Relacionando o texto descrito, os valores apresentados no parágrafo acima e os valores de média de tempo de bloco para as técnicas (0,67s para a saída do tipo agarre e 0,56s para a de atletismo), nota-se que houve um atraso entre o pico de velocidade angular e a saída do bloco de 0,08s para a técnica de agarre e 0,06s para a de atletismo: situação explicada por Durward e col. *apud* DA CRUZ (2003), pois momentos antes da decolagem (em que a curva de força peso ativa no apoio passa para menos da metade do seu módulo) há uma fase de desaceleração geral do atleta no movimento que corresponde a finalização da extensão completa dos membros.

Para este fato, a influência do comportamento dos picos de velocidade, encontramos estudos com resultados contraditórios. Gregoire e col. *apud* PANDY e col. (1991) determinou que músculos uniarticulares geram potência na alta velocidade de contração, e que esta é transmitida pelos músculos biarticulares para as articulações distais, determinando a coordenação próximo distal como potencializadora de movimento: comportamento similar aos achados neste estudo, em que as velocidades apresentaram-se crescentes. Porém, PANDY (1991) refutou esta idéia nas conclusões de seu estudo: não há a transferência de energia entre as articulações pelos grupos musculares envolvidos, apenas os músculos uniarticulares responsáveis são os geradores de energia para o movimento – o autor não relacionou o fato à coordenação de movimento entre as articulações.

- A variável Tempo (Total, Bloco e Vôo)

A variável temporal, Tempo Total, é dividida em Tempo de Bloco e Tempo de Vôo, como mostrado a partir do estudo de GUIMARÃES e HAY (1985) e descrito na metodologia.

O Tempo de Bloco se dá pelas ações sobre o bloco, necessárias ao desprender deste, tais como o tempo de reação, a força explosiva dos músculos em ação e a técnica escolhida para o salto (PEREIRA e col., 2005). Esta parcial apresentou valores menores que os encontrados na literatura, 0,70 a 0,90 segundos (BLOOM e col. *apud* MAGLISCHO, 2003), com diferença entre as médias e diferença significativa entre as técnicas executadas. Utilizando os valores das médias obtidas, 0,67s para a saída de agarre e 0,56s para a de atletismo, nota-se uma diferença de 0,19s. Um valor menor que esta diferença foi fundamental para Fernando Scherer (na prova de 50m Livre dos Jogos Pan-Americanos, em Santo Domingo, 2003), situação em que brasileiro foi o ganhador da medalha de ouro, superando os segundo e terceiros colocados pelas diferenças

respectivas de 0,02s e 0,03s (FINA, 2007). Situações similares também são encontradas em campeonatos mundiais desde esta data até o presente ano.

A parcial de voo também apresentou valores menores que os reportados pela literatura, 0,30 a 0,40 segundos (SPINA, LEWIS e HANAUER *apud* MAGLISCHO, 2003), com 0,01s de diferença entre as médias (a favor da técnica de atletismo) e não apresentou diferença significativa. Embora não tenha apresentado diferença significativa, a exemplo da situação citada no parágrafo anterior, a diferença entre as médias seria condição suficiente para determinar colocações em provas de 50m. Para uma análise física, a parcial de voo é consequência das ações desprendidas no bloco (impulso e velocidades), pois sem o contato com o bloco, o movimento acontece apenas sob interferência da força da gravidade (BEER e col., 1980).

Para os valores de Tempo Total, não há valores de referência para pesquisas que apenas consideram a fase aérea, porém a redução nesta fase também é fundamental para o todo (COLWIN, 2000). Os valores obtidos apresentaram diferença superior a 10% entre as médias (a favor da técnica de atletismo) e diferença significativa. Numericamente, pelas médias, a saída de atletismo apresentou-se 0,11s mais eficiente que a técnica de agarre: elemento, como justificado, decisivo na performance.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A favor da técnica de agarre, observou-se que as variáveis de velocidade angular e tempo de pico de velocidade angular para as três articulações apresentam condições mais favoráveis ao desempenho em módulo e distribuição. Além destas, os menores valores de ângulo de saída de bloco, e sua relação com o ângulo de entrada na água, resultam em um melhor direcionamento do movimento e um maior alcance.

A favor da técnica de atletismo, observou-se que as variáveis de CM de saída, velocidade de saída de bloco e de entrada na água apresentam condições mais favoráveis ao desempenho. Além destas, os valores de Tempo de bloco e Tempo Total correspondem a fatores determinantes para o desempenho, principalmente em virtude do alcance total apresentar valores próximos, sem diferença significativa. Para a variável tempo, a técnica de atletismo se mostrou superior, pois o tempo é o principal fator determinante do desempenho, sendo o principal objetivo da performance realizar

os movimentos dentro do menor tempo possível (Cossor e Mason *apud* HUBERT et al, 2005; GUIMARAES & HAY, 1985).

Ao observar todos os fatores descritos acima, considerando o resultado final obtido a partir do agrupamento das variáveis cuja diferença foi significativa, infere-se que a saída do tipo atletismo proporciona melhor desempenho. Porém, esta diferença poderia ser questionada pelo fato dos atletas treinarem regularmente e executarem em competições apenas a técnica de atletismo. Nota-se, então, a necessidade de um estudo que inclua indivíduos que treinem regularmente e apliquem a técnica de agarre.

BIBLIOGRAFIA

- BEER, Ferdiand; JOHNSTON, E. R. Jr Mecânica Vetorial para engenheiros. 3ª. Edição, São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1980.
- BLANKSBY, B. et al. Biomechanical Analysis of the grab, track and handle swimming starts: an intervention study. Sports Biomechanics, Vol. 1, pag 11-24, 2002.
- BREED, Ray; YOUNG Warren The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. Journal of Sports Sciences, Volume 21, 2003.
- CATTEAU, R.; GAROFF, G. O Ensino da Natação. 3ª. Edição, São Paulo: Manole, 1990.
- COLWIN, C Nadando para o século XXI 1ª Ed, São Paulo: Manole, 2000.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE DESPORTOS AQUÁTICOS. História da natação. Disponível em: <http://www.cbda.org.br>. Acesso em: 20 mai. 2007.
- COUNSILMAN, James E. A NATAÇÃO Ciência e técnica para a preparação de campeões. 2ª Edição, Rio de Janeiro: Livro Ibero-Americano Ltda, 1984.
- COUNSILMAN, James E. et al. Three types of grab start for competitive swimming. Swimming Science, Champaign, v. 18, 1988.
- DA CRUZ, E. M. ESTUDO DO SALTO VERTICAL: Uma análise da relação de forças aplicadas Dissertação de Mestrado, U. E. de Campinas, Campinas/SP, 2003.
- FERNANDES, J.R.P. & LOBO DA COSTA, P.H. Pedagogia da natação: um mergulho para além dos quatro estilos. Revista Brasileira de Educação Física Esp., São Paulo, v.20, n.1, p.5-14, jan./mar. 2006.
- FINA Fédération Internationale de Natacion. Regras: 2005-2009. Disponível em <http://www.fina.org/>. Acesso em 20 mai. 2013.
- GUIMARAES, A., HAY, J. A mechanical analysis of the grab starting technique in swimming. International Journal of sport biomechanics, Número 1, 1985.
- HALLIDAY, D e col. Fundamentos de Física I. 4ª. Edição, Rio de Janeiro: LTC, 1996.
- HAY, James. Biomecânica das técnicas desportivas. 2ª. Edição, Rio de Janeiro: Interamericana, 1981.
- HUBERT, Marcelo et al. Comportamento de variáveis biomecânicas da saída na natação: comparação de diferentes técnicas e nados. Buenos Aires: EFDeportes, Número 90, 2005.

- JUNIOR, O. A., DUNDER, L. H. NatAÇÃO Treinamento Fundamental. 1ª Ed., São Paulo: Manole, 2002.
- LINTHORNE, N. P. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. Am. J. Phys. Teachers 69 (11), november 2001.
- MAGLISCHO, Ernest W.. Swimming Fastest. Human Kinetics, 2003.
- MASSAUD, Marcelo G.; CORREA, Celia Natação da iniciação ao treinamento. 2ª Edição, Rio de Janeiro: Sprint, 2003.
- NAVARRO, Fernando e col. Natacion. Espanha: Comité Olímpico Español, 1990.
- PALMER, Mervyn. A ciência do ensino da natação. São Paulo: Manole, 1990.
- PANDY, M. G. and ZAJAC, F. D. Optimal muscular coordination strategies for jumping. I Bwmzchann, Vol. 24, No. 1, 1991.
- PEREIRA, S. M. Et al. A influência das variações de altura e inclinação dos blocos de partida na performance de nadadores. Buenos Aires: EFDeportes, Número 80, 2005.
- ROESLER, H et al. Comportamento de variáveis biomecânicas da saída na natação: comparação de diferentes técnicas e nados. Buenos Aires: EFDeportes, Número 90, 2005.
- TIPLER, Paul Física para cientistas e engenheiros. V. 1, 3ª Edição, Rio de Janeiro: LTC, 1995.
- VAN INGEN SCHENAU, G. J. From rotation to translation: constraints on multi-joint movements and the unique action of bi-articular muscles. Human Movement Science 8, North-Holland, p 301-337, 1989.
- WATKINS, J Estrutura e função do sistema musculoesquelético. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.
- WILKE, Kurt; MADSEN, Orjan El entrenamiento del nadador juvenil. Buenos Aires, Argentina: Editorial Stadium, 1990.