

Análise cinemática da posição de saída dos 100m rasos

ZANON Silmar¹; ESTRÁZULAS, Jansen Atier²; MOTA Carlos Bolli³

Resumo

Este estudo teve como objetivo verificar o comportamento de variáveis cinemáticas apresentadas por atletas na posição de saída dos 100m. Fizeram parte deste estudo 6 atletas de 100m rasos, com idade média de 22 + 3,41 anos, massa corporal média de 66,25 + 4,13 kg e média de estatura de 1,82 + 0,09m. A análise cinemática foi realizada através da videografia tridimensional, sendo utilizado para esse fim o Sistema Peak Motus, com 2 câmeras com frequência de aquisição de imagens de 180 Hz. Foi utilizada uma análise descritiva e correlacional intra-sujeito foram investigadas as variáveis: ângulo do joelho de impulsão, ângulo do quadril de impulsão; ângulo do tornozelo de impulsão, ângulo de inclinação anterior, altura de saída, distância de saída; velocidade resultante no instante de saída dos blocos e a velocidade nos instantes de saída dos três primeiros passos após deixar os blocos. Com base nos resultados verificou-se que todos os sujeitos apresentaram técnicas muito semelhantes nas três saídas realizadas. A variável que apresentou maior variabilidade foi a distância de saída, dentre os seis atletas, somente em um dos sujeitos, esta variável não ficou entre os maiores coeficientes de variação. Somente foi encontrada correlação da velocidade resultante do centro de gravidade no instante de saída do terceiro passo com uma das variáveis, ângulo do tornozelo do membro inferior apoiado ao bloco de trás, em apenas um dos sujeitos investigados.

Palavras-chaves: corridas de velocidade, saída dos 100m, cinemática

Introdução

Nos últimos anos as competições de atletismo ficaram mais niveladas, sendo que as diferenças entre os índices que os atletas apresentam são muito pequenas. Um fator chave para a performance é o aprimoramento da técnica, particularmente nos eventos que exigem um nível maior de habilidade ¹.

¹ Mestre, Prof. Assistente Universidade Luterana do Brasil – ULBRA - Campus Cachoeira do Sul e Prof. da Faculdade da Serra Gaúcha - FSG.

Endereço: R. Major Duarte 480/202, Santa Maria – RS, CEP: 98.060-480. mail: zsilmar@terra.com.br

² Licenciado em Educação Física na Universidade Federal de Santa Maria.

³ Doutor, Prof. Adjunto Universidade Federal de Santa Maria.

Nas corridas de velocidade, sobretudo nos 100 m rasos, verifica-se com o passar dos anos uma evolução na técnica utilizada na saída dos blocos, que tem como objetivo principal, além de romper a inércia, proporcionar que o atleta adquira a máxima velocidade possível, fator determinante para o resultado da prova. Ao longo das fases da corrida dos 100m destacam-se três habilidades distintas nas corridas de velocidade: a saída dos blocos, a aceleração máxima e a velocidade máxima ². Para que um atleta atinja bons resultados na prova de 100 m rasos é de suma importância possuir uma técnica de saída refinada, pois esta fase tem relação direta com o resultado final da prova ³. Para tanto, o autor ⁴ ressalta a necessidade de serem realizadas análises sistemáticas do desempenho da técnica de atletas, que irão permitir uma prescrição sistemática do treinamento com maior precisão, bem como estabelecer parâmetros de seleção de exercícios específicos que contribuem na dinâmica da corrida de velocidade em todas as suas fases.

Conforme o regulamento da Federação Internacional de Atletismo Amador (I.A.A.F) é obrigatória a utilização da técnica da saída baixa com blocos em todas as provas até 400 m, incluindo os revezamentos. Tal exigência constitui um fator importante para que sejam realizados estudos enfocando a saída nas provas de velocidade. Embora a literatura específica sobre a biomecânica da saída dos blocos nos 100m rasos seja ampla, quando comparada a outras habilidades esportivas, muitos dos dados disponíveis referem-se a técnicas ultrapassadas, ou seja, que pela evolução da técnica da saída não são mais empregadas na atualidade. Isso acaba dificultando a utilização dos dados encontrados na literatura. Ainda pode ser observado, que o número de variáveis investigadas nos estudos disponíveis na literatura é pouco, e quase na maioria destes são as mesmas variáveis.

Outro fato observado que também dificulta a utilização dos dados encontrados na literatura, é a diversidade na população investigada, tendo em vista que alguns destes estudos referem-se a corredores de elite, o que muitas vezes não condiz com a realidade da maioria dos atletas brasileiros.

Numa perspectiva atual, o autor ⁵ divide a prova dos 100 m rasos em 9 fases. A primeira é o **aquecimento**: fase compreendida pelos movimentos de preparação para a prova. A segunda fase é a saída: fase onde o corredor rompe a inércia e começa a aceleração. A saída inclui o tempo de reação, aplicação de força e os primeiros passos da corrida. A terceira é a **fase de aceleração pura**: compreende os 8 a 10 passos intermediários entre os movimentos iniciais e a corrida em máxima velocidade. A quarta fase chama-se **transição**: compreende aproximadamente 8 passos a partir da fase anterior até a corrida em máxima velocidade. A quinta fase é a da **velocidade máxima**: caracteriza-se pela mais alta frequência e amplitude das passadas, atingida aproximadamente após 4 ou 5 segundos. A sexta fase é a da **manutenção da velocidade**: nesta fase ocorre a diminuição da frequência e aumento na amplitude das passadas. Esta fase é caracterizada pelo decréscimo gradual na velocidade. A sétima fase é a chegada: momento em que o atleta passa a linha de chegada. A oitava é a **fase de parada**: após o atleta passar a linha de chegada, quando diminui a velocidade até parar. A nona fase é a **restauração e recuperação**: fase onde os sistemas fisiológicos do atleta retornam ao nível basal rapidamente.

Muitos fatores podem interferir na posição de saída, dentre eles, conforme ⁶, os fatores antropométricos, níveis de força dos atletas e o nível de habilidade motora específica. Conforme o autor ³, o nível de força dos membros superiores dos atletas afetam na distância horizontal do CG em relação à linha de saída na posição de saída, pois quanto maior a força dos membros superiores, mais o atleta projeta seu tronco à frente da linha de saída. Conseqüentemente, maior é o percentual de sua massa corporal depositada nos membros superiores.

A importância da força para o desempenho da corrida não está clara. Vários estudos mostraram correlações significativas entre medidas de força e a performance nas corridas de velocidade, enquanto outros têm reportado relações não significativas². Ainda neste estudo, foram encontradas altas correlações da força de reação do solo e blocos com as seguintes variáveis: performance da corrida, saída dos blocos e com a máxima velocidade durante a corrida. No estudo⁴, foi detectado que a inclusão de treinamentos de força nos programas para velocistas aumentou a força explosiva, a força elástica e o tempo de reação nos blocos de saída. O aumento nos níveis de força causou por sua vez a modificação na posição de saída nos blocos, onde os atletas projetaram mais o tronco à frente da linha de partida e uma redução no ângulo formado pelo corpo do corredor e o plano horizontal, nas primeiras passadas, com menor oscilação da pélvis e do CG. No estudo³, medidas de força aplicadas nos blocos indicam que velocistas de alto nível aplicam grande quantidade de força e apresentam grande velocidade horizontal do CG durante o último contato com os blocos.

As principais variáveis cinemáticas da posição de saída, relatadas na maior parte dos estudos encontrados na literatura,^{1,2,4,5} como sendo determinantes para o desempenho da prova dos 100 m rasos são: ângulo do joelho do membro que realiza a impulsão (AJJ); ângulo do quadril do membro que realiza a impulsão (AQI); ângulo do tornozelo do membro que realiza a impulsão (ATI); ângulo de inclinação anterior dos membros superiores (AIA); altura do centro de gravidade (HS); distância do centro de gravidade (DS).

Com o objetivo de verificar o comportamento de variáveis cinemáticas apresentadas por atletas na posição de saída dos 100 m rasos, realizou-se este estudo descritivo, que poderá auxiliar na busca pela melhoria da técnica dos atletas, e ainda, servir como ponto de referência para atletas brasileiros.

Desenvolvimento

Material e método

Fizeram parte deste estudo 6 atletas da prova 100 m rasos, sendo 3 atletas da categoria juvenil (idade até 20 anos) da Equipe da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA, do município de Canoas – RS, e 3 atletas da categoria adulto da Associação Santa Maria de Atletismo – ASAt, do município de Santa Maria – RS. Os sujeitos do estudo apresentaram as seguintes características: idade média de 22 anos com desvio padrão de 3,41 anos, massa corporal média de 66,25 kg com desvio padrão de 4,13 kg e média de estatura de 1,82m com desvio padrão de 0,09m. A seleção da amostra foi intencional. Os critérios para seleção da amostra foram: o tempo mínimo de 1 ano de prática na modalidade, possuir sistema de treinamento semanal e índice abaixo de 11s na temporada 2000.

A análise cinemática foi realizada através da videografia tridimensional, sendo utilizado para esse fim o Sistema Peak Motus, com 2 câmeras com frequência de aquisição de imagens de 180 Hz. O posicionamento das câmeras é ilustrado na Figura 1.

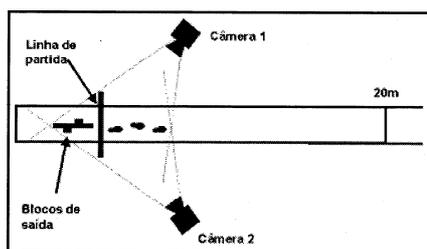


Figura 1 – Layout da filmagem.

Procedimentos para a coleta de dados

A coleta de dados foi realizada durante uma sessão específica para este estudo, nas dependências da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA, no município de Canoas – RS.

Os atletas realizaram três tentativas individualmente e não consecutivas. Aos atletas foram dadas as seguintes orientações: utilizar vestuário comumente utilizado nas competições; realizar o aquecimento comumente utilizado nas competições; orientar e ajustar os blocos de saída conforme utilizado nas competições; correr em máxima velocidade até a marca de 20m, após o sinal de largada.

Para a análise das variáveis cinemáticas foi utilizado o sistema Peak Motus. Para o cálculo do centro de gravidade dos sujeitos, foi empregado um modelo espacial de 14 segmentos formado por 15 pontos. Tais pontos foram referentes aos centros articulares dos ombros, cotovelos, punhos, quadris, joelhos e tornozelos, ainda o centro de massa da cabeça e as extremidades anteriores dos pés. A posição do centro de gravidade foi determinado utilizando-se os parâmetros segmentares propostos pelo Instituto Superior de Educação Física da Universidade de Colônia.

Foram investigadas as seguintes variáveis; ângulo do joelho de impulsão (AJI); ângulo do quadril de impulsão (AQI); ângulo do tornozelo de impulsão (ATI); ângulo de inclinação anterior (AIA); altura de saída (HS); distância de saída (DS); velocidade resultante no instante de saída dos blocos e a velocidade nos instantes de saída dos três primeiros passos após deixar os blocos. As variáveis investigadas estão ilustradas na Figura 2:

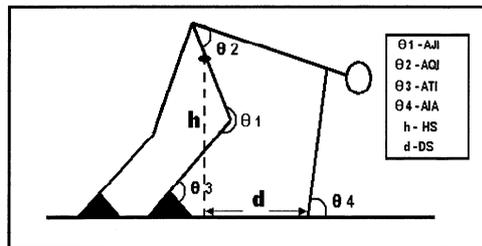


Figura 2 – Posição de saída dos 100m.

Tratamento estatístico

Foi utilizada uma análise descritiva e correlacional intra-sujeitos. Os parâmetros cinemáticos foram referenciados pela medida de tendência central (média), pela medida de variabilidade (desvio-padrão) e coeficiente variação. Os dados foram processados através do programa estatístico Excel 2000.

Resultados e discussões

Os resultados serão apresentados individualmente por sujeito, sendo que para cada sujeito serão relatadas, primeiramente, as variáveis investigadas na posição de saída nos blocos no instante do sinal de partida. Posteriormente, serão apresentados os valores referentes a variável velocidade resultante do centro de gravidade no instante de saída do

terceiro passo após deixar os blocos, com o intuito de realizar correlação das variáveis da posição de saída dos blocos com esta.

A seguir são apresentados os dados de ângulos e distâncias referentes ao sujeito 1, na posição de saída, no instante em que foi dado o sinal de partida, Tabela 1.

Tabela 1 – Valores apresentados pelo sujeito 1 referentes às variáveis investigadas na posição de saída no instante do sinal de partida

Varáveis	Tentativas			M	DP	CV (%)
	1	2	3			
AJI (°)	96,85	114,33	114,62	108,60	10,17	9,37
AQI (°)	50,64	56,39	54,69	53,91	2,96	5,48
ATI (°)	89,86	87,36	110,41	95,88	12,65	13,19
AIA (°)	84,20	80,96	84,27	83,14	1,89	2,28
HS (m)	0,62	0,66	0,67	0,65	0,03	4,55
DS (m)	0,19	0,22	0,22	0,21	0,02	7,37

Conforme pode-se observar na Tabela 1, o sujeito 1 apresentou na variável ângulo do joelho de impulsão (AJI) na *tentativa 1* 96,85°, na *tentativa 2* 114,33° e na *tentativa 3* 114,61°. Quando comparado às *tentativas 2 e 3*, as quais apresentaram valores muito próximos entre si, a *tentativa 1* apresentou valor inferior. A *tentativa 1* apresentou valor compatível com o estudo ⁷, o qual encontrou valores entre 92° e 105°, porém abaixo dos valores encontrados no estudo de ⁸, no qual foi encontrado valor médio de 115 ± 5°. Os valores encontrados nas *tentativas 2 e 3* são compatíveis com os valores encontrados no estudo de ⁸, citado anteriormente. Ainda os valores encontrados nas *tentativas 1, 2 e 3*, estão acima do valor 90°, preconizado no estudo ⁹. No entanto tais valores estão de acordo com o estudo ¹⁰, com valor médio de 96 ± 12°.

Na variável ângulo do quadril de impulsão (AQI), o sujeito 1 apresentou 50,63°, 56,39° e 54,69° nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente. Na *tentativa 1*, o sujeito 1 apresentou menor angulação quando comparado aos valores encontrados nas *tentativas 2 e 3*. O valor encontrado na *tentativa 2* foi inferior ao encontrado na *tentativa 3*. Em todas as saídas o sujeito 1 apresentou angulação semelhante ao estudo ¹¹, que encontraram valor médio de 52° para corredores de desempenho médio. Porém quando comparados aos valores de 39° ± 7° encontrados no estudo ¹⁰, tais angulações foram superiores.

Na variável ângulo do tornozelo de impulsão (ATI), o sujeito apresentou as menores angulações 87,36° e 89,86°, nas *tentativas 2 e 1*, respectivamente. Estes valores estão abaixo dos valores encontrados no estudo ¹¹, no qual foi encontrado angulações de 115° e ¹⁰ com 94°. O valor encontrado na *tentativa 3* foi o mais alto, 110,41°, sendo este um valor intermediário entre os valores encontrados na literatura.

Na variável ângulo de inclinação anterior (AIA) o sujeito 1 apresentou 84,20°, 80,96° e 84,27° nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente. Verificou-se o menor ângulo de inclinação na *tentativa 2*, enquanto que as *tentativas 1 e 3*, apresentaram valores muito próximos entre si. Em todas as saídas, foram encontradas angulações semelhantes às preconizadas, entre 80° e 90°, no estudo ⁸. Tais valores ainda estão de acordo com o estudo de ¹⁰, no qual foi encontrado o valor médio de 76° ± 8°.

Quanto a variável altura de saída (HS), o sujeito 1 nas *tentativas 1, 2 e 3*, apresentou valores absolutos de 0,61 m, 0,66 m e 0,67 m, e valores relativos (normalizados pela estatura dos sujeitos) de 0,36, 0,38 e 0,39, respectivamente. Na *tentativa 1* foi encontrada a menor altura do CG. Tais valores são condizentes com o estudo ¹¹, onde os valores oscilaram entre 0,55m e 0,66m; e ³, onde foram relatados valores entre 0,61m e 0,66m. No entanto todos os valores encontrados nas *tentativas 1, 2 e 3* estão acima dos valores encontrados em ¹⁰, o qual encontrou uma altura média absoluta de $0,57 \pm 0,04$ m e altura relativa de $0,31 \pm 0,02$, normalizado pela estatura dos sujeitos.

Quanto à variável distância de saída (DS), o sujeito 1 apresentou 0,21m, 0,22m e 0,22m, nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente. Os valores encontrados assemelham-se ao estudo ¹¹, que apresentaram valores entre 0,12m e 0,20m. Já no estudo ¹⁰, foram encontrados valores de $0,29 \pm 0,05$.

A seguir são apresentados os dados de ângulos e distâncias referentes ao sujeito 2, na posição de saída, no instante em que foi dado o sinal de partida, Tabela 2.

Tabela 2 – Valores apresentados pelo sujeito 2 referentes às variáveis investigadas na posição de saída no instante do sinal de partida

Varáveis	Tentativas			M	DP	CV (%)
	1	2	3			
AJI (°)	99,43	109,11	114,06	107,53	7,44	6,92
AQI (°)	31,42	34,95	44,85	37,07	6,96	18,79
ATI (°)	76,06	90,98	101,53	89,52	12,80	14,30
AIA (°)	84,56	88,00	79,96	84,17	4,03	4,79
HS (m)	0,69	0,65	0,65	0,66	0,02	3,07
DS (m)	0,29	0,30	0,22	0,27	0,04	15,15

Conforme pode-se observar na Tabela 2, o sujeito 2 apresentou na variável ângulo do joelho de impulsão (AJI) na *tentativa 1* 99,43°, na *tentativa 2* 109,11° e *tentativa 3* 114,06° (CV=6,92%). A *tentativa 1* apresentou menor valor, quando comparado às *tentativas 2 e 3*, porém este valor é compatível com o estudo ⁷, o qual encontrou valores entre 92° e 105°. A *tentativa 2* apresentou valor intermediário entre as *tentativas 1 e 3*, sendo que a *tentativa 3* apresentou o maior valor. Os valores encontrados nas *tentativas 1 e 2* estão abaixo dos valores encontrados no estudo ⁸, no qual foi encontrado valor médio de 115 ± 5 °. Os valores encontrados nas *tentativas 1, 2 e 3*, estão, acima do valor 90°, preconizado no estudo ⁹, no entanto tais valores estão de acordo com o estudo ¹⁰, com valor médio de 96 ± 12 °.

Na variável ângulo do quadril de impulsão (AQI), o sujeito 2 apresentou 31,42°, 34,95° e 44,85° nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente (CV=18,79%). Na *tentativa 1*, o sujeito 1 apresentou menor angulação quando comparado aos valores encontrados nas *tentativas 2 e 3*. O valor encontrado na *tentativa 3* foi bem superior ao encontrado nas demais saídas. Nas *tentativas 1, 2 e 3*, o sujeito 1 apresentou angulações condizentes com o estudo ¹⁰, no qual foi encontrado 39 ± 7 °, no entanto, ficaram abaixo dos valores encontrados no estudo ¹¹, onde encontraram valor médio de 52° para corredores de desempenho médio.

Na variável ângulo do tornozelo de impulsão (ATI), o sujeito 2 apresentou as angulações 76,06°, 90,98° e 101,53°, nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente. Observou-se que os valores aumentaram da *tentativa 1* para a *tentativa 2* e desta para a *tentativa 3*. A *tentativa 2* apresentou um valor intermediário entre as demais saídas, este valor é coerente com o estudo ¹⁰, o qual encontrou uma angulação de 94° ± 4°. Ainda verifica-se que as *tentativas 1, 2 e 3* estão abaixo dos valores encontrados no estudo ¹¹, no qual foram encontradas angulações de 115°.

Na variável ângulo de inclinação anterior (AIA) o sujeito 2 apresentou 84,56°, 88,00° e 79,96° nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente. Verificou-se o menor ângulo de inclinação na *tentativa 3*. A *tentativa 2* apresentou maior angulação que a *tentativa 1*, porém tais valores estão de acordo com o estudo ¹⁰, no qual foi encontrado o valor médio de 76° ± 8°. Em todas as saídas, foram encontradas angulações semelhantes às preconizadas, entre 80° e 90°, no estudo ⁸.

Quanto a variável altura de saída (HS), o sujeito 2 nas *tentativas 1, 2 e 3*, apresentou valores absolutos de 0,69m, 0,65m e 0,65m, e relativos de 0,40m, 0,39m e 0,38m, respectivamente. Na *tentativa 1* foi encontrada a maior altura do CG, sendo este valor superior aos valores encontrados na literatura. Nas *tentativas 2 e 3* foram encontrados valores condizentes com o estudo ¹¹, onde os valores oscilaram entre 0,55m e 0,66m; e no estudo ¹¹, onde foi relatado valores entre 0,61m e 0,66m. No entanto todos os valores encontrados nas *tentativas 1, 2 e 3* estão acima dos valores encontrados no estudo ¹⁰, o qual encontrou uma altura média absoluta de 0,57 ± 0,04m e altura relativa de 0,31 ± 0,02, normalizada pela estatura dos sujeitos.

Quanto à variável distância de saída (DS), o sujeito 2 apresentou 0,29m, 0,30m e 0,22m, nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente. Os valores encontrados nas *tentativas 1 e 2* assemelham-se ao estudo ¹⁰, no qual foram encontrados valores de 0,29 ± 0,05m já o valor encontrado na *tentativa 3* ficou abaixo deste. Porém os valores das *tentativas 1, 2 e 3* apresentaram-se acima dos valores 0,12 m e 0,20m, encontrados pelo autor ¹¹.

A seguir são apresentados os dados de ângulos e distâncias referentes ao sujeito 3, na posição de saída, no instante em que foi dado o sinal de partida, Tabela 3.

Tabela 3 – Valores apresentados pelo sujeito 3 referentes às variáveis investigadas na posição de saída no instante do sinal de partida

Varáveis	Tentativas			M	DP	CV (%)
	1	2	3			
AJI (°)	106,60	112,22	108,79	109,20	2,84	2,60
AQI (°)	33,16	41,34	31,25	35,25	5,36	15,20
ATI (°)	106,47	124,41	130,90	120,60	12,65	10,49
AIA (°)	84,49	83,05	83,55	83,70	0,73	0,87
HS (m)	0,65	0,63	0,65	0,64	0,01	1,23
DS (m)	0,22	0,24	0,30	0,25	0,04	15,63

Conforme pode-se observar na Tabela 3, o sujeito 3 apresentou na variável ângulo do joelho de impulsão (AJI) na *tentativa 1* 106,60°, na *tentativa 2* 112,22° e na *tentativa*

3 114,06° (CV=2,60%). A *tentativa 1* apresentou menor valor, quando comparado às *tentativas 2 e 3*, sendo o valor é compatível com o estudo ⁶, o qual encontrou valores entre 92° e 105°, porém abaixo do encontrado no estudo ⁸, no qual foi encontrado valor médio de $115 \pm 5^\circ$. As *tentativas 2 e 3*, apresentaram valores superiores ao encontrado em ⁷, porém compatíveis com o valor encontrado no estudo ⁸, estudos citados anteriormente. Os valores encontrados nas *tentativas 1, 2 e 3*, estão, acima do valor 90°, preconizado no estudo ⁹, no entanto tais valores estão de acordo com o estudo ¹⁰, com valor médio de $96 \pm 12^\circ$.

Na variável ângulo do quadril de impulsão (AQI), o sujeito 3 apresentou 33,16°, 41,34° e 31,25° nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente (CV=15,20%). Na *tentativas 3*, o sujeito 1 apresentou menor angulação quando comparado aos valores encontrados nas *tentativas 1 e 2*. Já o valor encontrado na *tentativas 2* foi bem superior ao encontrado nas demais saídas. Nas *tentativas 1, 2 e 3*, o sujeito 1 apresentou angulações condizentes com o estudo ¹⁰, no qual foi encontrado $39^\circ \pm 7^\circ$, no entanto, ficaram abaixo dos valores encontrados no estudo de ¹¹, onde encontraram valor médio de 52° para corredores de desempenho médio.

Na variável ângulo do tornozelo de impulsão (ATI), o sujeito 3 apresentou as angulações 106,47°, 124,41° e 130,90°, nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente. Observou-se que os valores aumentaram da *tentativa 1* para a *tentativa 2* e desta para a *tentativa 3*. Todos estes valores encontrados estão acima do valor encontrado em ¹⁰, o qual encontrou uma angulação de $94^\circ \pm 4^\circ$.

Na variável ângulo de inclinação anterior (AIA) o sujeito 3 apresentou 84,49°, 83,05° e 83,55° nas *saídas 1, 2 e 3*, respectivamente. Verificou-se nas três saídas valores muito próximos entre si, estando os mesmos de acordo com o estudo ¹⁰, no qual foi encontrado o valor médio de $76^\circ \pm 8^\circ$, e no estudo ⁸, onde foram preconizadas angulações entre 80° e 90°.

Quanto a variável altura de saída (HS), o sujeito 3 nas *tentativas 1, 2 e 3*, apresentou valores absolutos de 0,65m, 0,63m e 0,65m, e relativos de 0,39, 0,38 e 0,39, respectivamente, normalizada pela estatura. Foram verificados valores muito próximos nas *tentativas 1, 2 e 3*, que em valores absolutos aproximam-se do estudo ³, onde os valores permearam entre 0,55m e 0,66m; e no estudo ¹¹, onde foi relatado valores entre 0,61 e 0,66m. No entanto todos os valores encontrados nas *tentativas 1, 2 e 3* estão acima dos valores encontrados pelo autor ¹⁰, o qual encontrou uma altura média absoluta de $0,57 \pm 0,04$ m e altura relativa de $0,31 \pm 0,02$, normalizada pela estatura dos sujeitos.

Quanto à variável distância de saída (DS), o sujeito 3 apresentou 0,22m, 0,24m e 0,30m, nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente. Os valores encontrados nas *tentativas 2 e 3* assemelham-se ao estudo ¹⁰, no qual foi encontrado valores de $0,29 \pm 0,05$ m, já o valor encontrado na *tentativa 3* ficou abaixo deste. Porém os valores das *tentativas 1, 2 e 3* apresentaram-se acima dos valores 0,12m e 0,20m, encontrados pelo autor ¹¹.

A seguir são apresentados os dados de ângulos e distâncias referentes ao sujeito 4, na posição de saída, no instante em que foi dado o sinal de partida, Tabela 4.

Tabela 4 – Valores apresentados pelo sujeito 4 referentes às variáveis investigadas na posição de saída no instante do sinal de partida

Varáveis	Tentativas			M	DP	CV (%)
	1	2	3			
AJI (°)	103,46	118,79	95,59	105,95	11,80	11,14
AQI (°)	55,90	61,29	47,10	54,76	7,17	13,09
ATI (°)	98,11	89,76	121,29	103,05	16,34	15,86
AIA (°)	65,29	73,02	69,97	69,43	3,89	5,61
HS (m)	0,60	0,59	0,62	0,60	0,02	2,63
DS (m)	0,25	0,22	0,12	0,19	0,06	33,12

Conforme pode-se observar na Tabela 4, o sujeito 4 apresentou na variável ângulo do joelho de impulsão (AJI) na *tentativa 1* 103,46°, na *tentativa 2* 118,79° e na *tentativa 3* 95,59° (CV=11,14%). As *tentativas 1 e 3* apresentaram valores compatíveis aos encontrados no estudo ⁷, o qual encontrou valores entre 92° e 105°, e pelo autor ¹⁰, com valor médio de 96 ± 12°. Tais valores, no entanto, ficaram abaixo do encontrado no estudo ⁸, no qual foi encontrado valor médio de 115 ± 5°. Já a *tentativa 2*, apresentaram valores compatíveis ao encontrado pelo autor ⁸, e acima dos valores apresentados pelos ⁷ e ¹⁰. Ainda pode-se observar que os valores encontrados nas *tentativas 1, 2 e 3*, estão, acima do valor 90°, preconizado no estudo ⁹.

Na variável ângulo do quadril de impulsão (AQI), o sujeito 4 apresentou 55,90°, 61,29° e 47,10° nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente (CV=13,09%). Na *tentativa 1*, o valor encontrado está próximo do estudo ¹¹, onde encontraram valor médio de 52° para corredores de desempenho médio, porém os valores das *tentativas 2 e 3*, encontram-se acima e abaixo, respectivamente. Quando comparados ao estudo ¹⁰, no qual foi encontrado 39° ± 7°, os valores das três saídas ficaram abaixo.

Na variável ângulo do tornozelo de impulsão (ATI), o sujeito 4 apresentou as angulações 98,11°, 89,76° e 121,29°, nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente (CV=15,86%). Observou-se que os valores encontrados nas *tentativas 1 e 2*, forma compatíveis com os valores apresentados no estudo ¹⁰, o qual encontrou uma angulação de 94° ± 4°.

Na variável ângulo de inclinação anterior (AIA) o sujeito 4 apresentou 65,29°, 73,02° e 69,97° nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente. Na *tentativa 1*, o valor apresentado é inferior ao valor 76° ± 8°, encontrado no estudo ¹⁰, já as *tentativas 2 e 3*, apresentaram valores compatíveis ao estudo citado. Ainda verificou-se que os valores encontrados nas *tentativas 1, 2 e 3*, estão abaixo dos valores do estudo ⁸, onde foram preconizadas angulações entre 80° e 90°.

Quanto a variável altura de saída (HS), o sujeito 4 nas *tentativas 1, 2 e 3*, apresentou valores absolutos de 0,60m, 0,59m e 0,62m, e relativos de 0,34, 0,33 e 0,35, respectivamente, normalizados pela estatura. Foram verificados valores muito próximos nas *tentativas 1, 2 e 3*, que em valores absolutos aproximam-se do estudo ¹¹, onde os valores permearam entre 0,55m e 0,66m; do estudo ³, onde foi relatado valores entre 61 e 66m; ainda o estudo ¹⁰, o qual encontrou uma altura média absoluta de 0,57 ± 0,04 m e altura relativa de 0,31 ± 0,02, normalizado pela estatura.

Quanto à variável distância de saída (DS), o sujeito 4 apresentou 0,25m, 0,22m e 0,12m, nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente, (CV=33,12%). O valor encontrado na *tentativa 1*, é coerente ao encontrado no estudo ¹⁰, o qual encontrou a distância de $0,29 \pm 0,05$ m, porém encontra-se acima dos valores 0,12m e 0,20m, encontrados no estudo ¹¹. O valor encontrado na *tentativa 3*, é compatível com o estudo ¹¹, já na *tentativa 2*, o valor encontrado ficou próximo do valor indicado no estudo citado anteriormente.

A seguir são apresentados os dados de ângulos e distâncias referentes ao sujeito 5, na posição de saída, no instante em que foi dado o sinal de partida, Tabela 5.

Tabela 5 – Valores apresentados pelo sujeito 5 referentes às variáveis investigadas na posição de saída no instante do sinal de partida

Varáveis	Tentativa			M	DP	CV (%)
	1	2	3			
AJI (°)	110,46	98,08	112,32	106,95	7,74	7,24
AQI (°)	55,21	50,08	64,39	56,56	7,25	12,83
ATI (°)	102,36	105,71	111,44	106,50	4,59	4,31
AIA (°)	77,24	77,16	70,60	75,00	3,81	5,08
HS (m)	0,63	0,59	0,60	0,61	0,02	3,60
DS (m)	0,05	0,16	0,08	0,10	0,06	57,69

Conforme pode-se observar na Tabela 5, o sujeito 5 apresentou na variável ângulo do joelho de impulsão (AJI) na *tentativa 1* 110,46°, na *tentativa 2* 98,08° e na *tentativa 3* 112,32° (CV=7,24%). A *tentativa 2* apresentou menor valor, quando comparado às *tentativas 1 e 3*, sendo o valor compatível com o estudo ⁷, o qual encontrou valores entre 92° e 105°, porém abaixo do encontrado no estudo ⁸, no qual foi encontrado valor médio de 115 ± 5 °. As *tentativas 1 e 3*, apresentaram valores superiores ao encontrado pelo autor ⁷, porém compatíveis com o valor encontrado no estudo ⁸, estudos citados anteriormente. Ainda pode-se observar que os valores encontrados nas *tentativas 1, 2 e 3*, estão, acima do valor 90°, preconizado no estudo ⁹, no entanto tais valores estão de acordo com o estudo ¹⁰, com valor médio de 96 ± 12 °.

Na variável ângulo do quadril de impulsão (AQI), conforme tabela 34, o sujeito 5 apresentou 55,21°, 50,08° e 56,56° nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente (CV=12,83%). Na *saída 2*, foi apresentada a menor angulação, sendo que nas *tentativas 1 e 3* os valores ficaram próximos entre si. Nas *tentativas 1, 2 e 3*, o sujeito 5 apresentou angulações próximas ao estudo ¹¹, onde encontraram valor médio de 52° para corredores de desempenho médio. Quando comparados ao estudo ¹⁰, no qual foi encontrado 39 ± 7 °, os valores das três saídas ficaram abaixo.

Na variável ângulo do tornozelo de impulsão (ATI), o sujeito 5 apresentou angulações 102,36°, 105,71° e 111,44°, nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente. Observou-se que os valores aumentaram da *tentativa 1* para a *tentativa 2* e desta para a *tentativa 3*. Todos estes valores encontrados estão acima do valor encontrado ¹⁰, o qual encontrou uma angulação de 94 ± 4 °.

Na variável ângulo do tornozelo anterior (ATP), observou-se que os valores aumentaram da *tentativa 1* para a *tentativa 2* e desta para a *tentativa 3*. Na *tentativa 1*,

foi apresentado o valor de $87,39^\circ$, sendo este inferior aos valores encontrados nos estudos ¹¹, no qual foram encontradas angulações de 106° e no estudo ¹⁰ com $96^\circ \pm 4^\circ$. Na **tentativa 2**, o ângulo apresentado foi de $105,37^\circ$, sendo este valor muito próximo do estudo de ¹¹. Na **tentativa 3**, o valor encontrado, $113,07^\circ$; ficou acima dos valores encontrados na literatura.

Quanto a variável altura de saída (HS), o sujeito 5 nas **tentativas 1, 2 e 3**, apresentou valores absolutos de 0,63m, 0,59m e 0,60m, e relativos de 0,36, 0,33 e 0,34, respectivamente, normalizados pela estatura. Foram verificados valores muito próximos nas **tentativas 1, 2 e 3**, que em valores absolutos aproximam-se do estudo ¹¹, onde os valores permearam entre 0,55m e 0,66m; do estudo ³, onde foi relatado valores entre 0,61 e 0,66m; e do estudo ¹⁰, o qual encontrou uma altura média absoluta de $0,57 \pm 0,04$ m e altura relativa de $0,31 \pm 0,02$, normalizado pela estatura dos sujeitos.

Quanto à variável distância de saída (DS), o sujeito 5 apresentou 0,05m, 0,16m e 0,08m, nas **tentativas 1, 2 e 3**, respectivamente, ($CV=57,69\%$). Os valores encontrados nas **tentativas 1 e 3**, foram inferiores aos valores 0,12m e 0,20m, encontrados no estudo ¹¹, porém o valor encontrado na **tentativa 3** foi compatível com este estudo. Porém todos os valores encontrados nas três saídas encontraram-se abaixo do valor, $0,29 \pm 0,05$ m, apresentado no estudo ¹⁰.

A seguir são apresentados os dados de ângulos e distâncias referentes ao sujeito 6, na posição de saída, no instante em que foi dado o sinal de partida, Tabela 6.

Conforme pode-se observar na Tabela 6, o sujeito 6 apresentou na variável ângulo do joelho de impulsão (AJI) na **tentativa 1** $117,52^\circ$, na **tentativa 2** $120,26^\circ$ e na **tentativa 3** $116,94^\circ$ ($CV=1,50\%$). As **tentativas 1, 2 e 3**, apresentaram valores compatíveis com o estudo ⁸, no qual foi encontrado valor médio de $115 \pm 5^\circ$, porém ficaram abaixo do estudo ⁷, o qual encontrou valores entre 92° e 105° . Ainda pode-se observar que os valores encontrados nas **tentativas 1, 2 e 3**, estão, acima do valor 90° , preconizado no estudo ⁹, bem como do estudo ¹⁰, com valor médio de $96 \pm 12^\circ$.

Na variável ângulo do quadril de impulsão (AQI), o sujeito 6 apresentou $49,67^\circ$, $50,22^\circ$ e $46,02^\circ$ nas **tentativas 1, 2 e 3**, respectivamente ($CV=4,69\%$). Nas **tentativas 1 e 2**, foram apresentados valores inferiores, porém próximos do valor 52° , encontrado no estudo ¹¹. Ainda o valor das **tentativas 1 e 2**, encontram-se acima do valor $39^\circ \pm 7^\circ$, encontrado pelo autor ¹⁰. Já o valor encontrado na **tentativas 3**, é condizente com o estudo ¹⁰ e inferior ao estudo ¹¹.

Tabela 6 – Valores apresentados pelo sujeito 6 referentes às variáveis investigadas na posição de saída no instante do sinal de largada

Na variável ângulo do tornozelo de impulsão (ATI), o sujeito 6 apresentou as angulações 101,70°, 94,02° e 92,41°, nas *tentativas 1, 2 e 3*, respectivamente. Observou-se que os valores diminuíram da *tentativa 1* para a *tentativa 2* e desta para a *tentativa 3*. Sendo que nas *saídas 2 e 3*, os valores encontrados são coerentes ao valor 94° ± 4°, encontrado em ¹⁰. Já na *tentativa 1*, o valor encontrado ficou acima do valor encontrado no estudo citado.

Na variável ângulo de inclinação anterior (AIA) o sujeito 6 apresentou 82,91°, 81,68° e 86,51° nas *tentativa 1, 2 e 3*, respectivamente. Nas *tentativa 1 e 2*, os valores encontraram-se próximos entre si, estando de acordo com o estudo ¹⁰, no qual foi encontrado o valor médio de 76° ± 8°. Já na *tentativa 3*, o valor encontrado ficou um pouco acima deste valor. Verificou-se ainda, que os valores encontrados nas *tentativa 1, 2 e 3*, são coerentes com os valores do estudo ⁸, onde foram preconizadas angulações entre 80° e 90°.

Quanto a variável altura de saída (HS), o sujeito 6 nas *tentativas 1, 2 e 3*, apresentou valores absolutos de 0,71m, 0,73m e 0,72m, e relativos de 0,38, 0,39 e 0,38, respectivamente, normalizados pela estatura. Foi verificado valores muito próximos nas *tentativas 1, 2 e 3*, que em valores absolutos são superiores ao estudo ¹¹, onde os valores permearam entre 0,55m e 0,66m; de ³, onde foi relatado valores entre 0,61 e 0,66m; e pelo autor ¹⁰, o qual encontrou uma altura média absoluta de 0,57 ± 0,04m e altura relativa de 0,31 ± 0,02, normalizado pela estatura dos sujeitos.

Quanto à variável distância de saída (DS), o sujeito 6 apresentou 0,30m, 0,22m e 0,24m, nas *saídas 1, 2 e 3*, respectivamente, (CV=18,11%). Os valores apresentados nas *saídas 1 e 3*, foram compatíveis com os valores 0,29 ± 0,05m, encontrados pelo autor ¹⁰, porém encontram-se acima dos valores 0,12m e 0,20m, encontrados no estudo ¹¹. Já na *tentativas 2*, o valor encontrado está um pouco acima dos valores encontrados no estudo ¹⁰, e acima dos valores do estudo ¹¹.

A seguir são apresentados os dados referentes à velocidade resultante no instante de saída do terceiro passo após deixar o bloco nas saídas 1, 2 e 3. Tabela 7.

Tabela 7 – Velocidade resultante do centro de gravidade no instante de saída do terceiro passo após deixar os blocos, nas tentativas 1, 2 e 3

Sujeitos	Velocidade Resultante (m/s)					
	Saída 1	Saída 2	Saída 3	M	DP	CV (%)
1	5,49	5,61	5,77	5,62	0,14	2,55
2	5,60	5,48	5,64	5,57	0,08	1,52
3	5,58	5,23	5,29	5,37	0,19	3,51
4	5,48	5,71	5,64	5,61	0,12	2,16
5	5,47	5,64	5,69	5,60	0,11	2,05
6	5,76	5,70	5,61	5,69	0,07	1,31

Somente foi encontrada correlação significativa ($p < 0,05$, $r = 0,99$) da variável ângulo do tornozelo de impulsão (ATP) apresentada pelo sujeito 5 com a variável velocidade

resultante do centro de gravidade no instante de saída do terceiro passo após deixar os blocos.

Conclusões

Na posição de saída dos blocos, foi verificado que todos os sujeitos apresentaram técnicas muito semelhantes nas três saídas realizadas.

De modo geral, os valores apresentados em todas variáveis encontram-se de acordo com a literatura.

A variável que apresentou maior variabilidade foi a distância de saída. Dentre os seis atletas, somente em um dos sujeitos esta variável não ficou entre os maiores coeficientes de variação.

Embora na literatura, as variáveis investigadas neste estudo sejam colocadas como sendo as mais importantes para o desempenho de uma boa saída de blocos e assim contribuindo para o resultado final da prova, somente foi encontrada correlação da velocidade resultante do centro de gravidade no instante de saída do terceiro passo com uma das variáveis, ângulo do tornozelo do membro inferior apoiado ao bloco de trás, em apenas um dos sujeitos investigados.

Referências bibliográficas

- ¹ SALO, A.; GRIMSHAW, P. N.; MARAR, L. 3D Biomechanical Analysis of Sprint Hurdles at Different Competitive Levels. In: **Medicine and Science in Sports and Exercise**, American College of Sports Medicine, v. 2, nº 29, 1997, p. 231-327.
- ² YOUNG, W.; McLEAN, B.; ARDAGNA, J. relationship between strength qualities and sprinting performance. In: **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v 35, n 1, 1995, 13-19.
- ³ MERO, A.; KOMI, P. V.; GREGOR, R. J. Biomechanics of Sprint Running. A Review. In: **Sports Med**, Finland v. 13, nº 6, p. 376-92, University of Jyväskylä, Jun, 1992,.
- ⁴ SAGGINI, R., TJOUROUDIS, N. & FIORENZA, P. Analisi della Variazione della Reazione Suolo-piede e di Parametri Angolari dell'arto Inferiore Durante L'Allenamento Sistemático com Sovraccarico in Atleti. In: **Revista di Cultura Sportiva Scuola dello Sport-SDS**, Roma, Anno IX, nº 18, Gennaio-Marzo, 1990, p. 62-70.
- ⁵ SEAGRAVE, L. Introduction to sprinting. In: **New Studies in Athletics**, IAAF, v 6, nº 2-3, september, Monaco, 1996, p. 93-114.
- ⁶ BORSOV, V. Una Posición de Partida Óptima. In: **Revista de Educacion Física y Deportiva – STADIUM**, Buenos Aires, Argentina, año 14, nº 81, 1980.
- ⁷ HARLAND, M. J. & STEELE, J. R. Biomechanics of the Sprint Start. In: **Sports Med**, 23 (1), Jan, 1997, p. 11-20.
- ⁸ SCHOT, P. K. & KNUTZEN, K. M. A Biomechanical Analysis of Four Sprint Start Positions. In: **Research Quarterly For Exercise and Sport**, v. 63, nº 2, Jun, Finland, 1992, p. 137-147.

- ⁹ MENDOZA, L. & SCHOLLHORN, W. Training of the Sprint Start: technique with biomechanical feedback. In: *Journal of Sports Science*, Feb 11, nº 1, p. 25-29, 1993.
- ¹⁰ MERO, A. Force-Time Characteristics and Running Velocity of Male Sprinters During Acceleration Phase of Sprinting. In: *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Finland, v. 59, nº 2, University of Jyväskylä, 1988, p. 94-99.
- ¹¹ MERO, A.; LUHTANEN, P. & KOMI, P. A Biomechanical Study of Sprint Start. In: *Scandinavian Journal of Sports Science*, n. 5, 1983, p. 20-28.

Kinematics analysis of the starting on the 100m

Abstract

This study have as objective to verify the behavior of kinematics variables shown by athletes on the start position of 100m. Made part of this study 6 athletes of the 100m, with average of $22 \pm 3,41$ years old, with average corporal mass of $66,25 \text{ kg} \pm 4,13 \text{ kg}$ and average of height of $1,82 \pm 0,09 \text{ m}$. The kinematics analysis was made through threedimensional videography, using the Peak Motus System, with 2 cameras with acquisition frequency of 180 Hz. A descriptive and intra-subject correlational analysis was used. The following variables were investigated: angle of the impulsion knee; angle of the impulsion hip; angle of the impulsion ankle; angle of anterior inclination; height of starting; distance of starting; resultant velocity at the instant of starting from the blocks and the velocities at the instants of the three initial steps after to leave the blocks. Based on the results was verified that all the subjects shown very similar techniques on the three attempts performed. The variable that shown greatest variability was the distance of starting; among the six athletes, only in one of the subjects this variable did not figure among the greater variation coefficients. Only was found correlation of the center of gravity resultant velocity on the starting instant of third step with one of the variables, angle of the ankle of inferior member supported on the back block, only in one of the investigated subjects.

Keywords: Sprint running, starting on the 100m, kinematics

Análisis cinemática de la posición de salida de los 100m rasos

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo verificar el comportamiento de variables cinemáticas presentadas por atletas en posición de salida de los 100m. Hicieron parte de este estudio 6 atletas de 100m rasos, con edad media de $22+3,41$ años, peso (masa) corporal en una media de $66,25+4,13\text{kg}$ y una media de estatura (altura) $1,82+0,09\text{m}$. El análisis cinemática fué realizado a través de videografía tridimensional, siendo utilizado para ese fin el Sistema Peak Motus, con dos (2) cámaras con frecuencia de adquisición de imagen de 180hz. Fué utilizado un análisis descriptivo y correlacional intra-sujeto. Fueron investigadas las variables: ángulo de la rodilla de impulso, ángulo del cuádril de impulso, ángulo del tobillo de impulso, ángulo de inclinación anterior, altura de partida (salida), distancia de partida (salida); resultado de velocidad en el instante de salir de los apoyos y la velocidad en el instante de partida (salida) de los tres (3) primeros pasos después de dejar los tacos (apoyos). Con base en resultados fué constatado que todos los sujetos presentaron técnicas muy similares en las tres (3) partidas (salidas) realizadas. La

variable que presentó mayor número de parámetros (medidas) fué la distancia de partida (salida); Entre los seis (6) atletas solamente uno de ellos no obtuvo el mayor coeficiente de variación. Únicamente que fué encontrada correlación de velocidad resultante del centro de gravedad en el instante de partida (salida) del tercer paso con una de las variables, ángulo del tobillo del miembro inferior apoyado en el de atrás, en apenas uno de los atletas investigados.

Palabras-claves: Corrida de velocidad, salida de los 100m, cinemática.