

ATLETISMO: CORRIDA

Considerações Básicas

Em provas de pista o objetivo do atleta é simplesmente percorrer uma distância dada (tanto no plano quanto por sobre obstáculos) no menor tempo possível. A velocidade do atleta ao correr (e assim, o tempo que levará para percorrer uma distância dada) é igual ao produto de dois fatores:

1. a distância percorrida em cada passada, *comprimento da passada*, e
2. o número de passadas dadas em um determinado tempo, *freqüência da passada* (também citada como *cadência da passada* ou *grau médio da velocidade da passada*).

Assim, um corredor de distância que possui uma passada de 1,80 m e realiza três passadas por segundo corre com uma velocidade de 5,40 m/seg.

$$\text{Velocidade} = \text{comprimento da passada} \times \text{freqüência da passada}$$

$$\text{Velocidade} = 1,80 \times 3 \text{ por seg}$$

$$\text{Velocidade} = 5,40 \text{ m/seg}$$

Mas, se o corredor de distâncias tivesse de alguma maneira possibilidade de aumentar a sua freqüência de passada para 4 passadas por segundo, mantendo o mesmo comprimento de passada anterior, sua velocidade aumentaria acentuadamente:

Comprimento da Passada	Freqüência da Passada
------------------------------	-----------------------------

$$\text{Velocidade original} = 1,80 \text{ m} \times 3 \text{ por seg} = 5,40 \text{ m/seg}$$

$$\text{Velocidade modificada} = 1,80 \text{ m} \times 4 \text{ por seg} = 7,20 \text{ m/seg}$$

Contudo, se este aumento da freqüência fosse acompanhado por um decréscimo no comprimento da passada para 1,35 m, o esforço realizado para produzir esta mudança teria sido inútil:

Comprimento da Passada	Freqüência da Passada
------------------------------	-----------------------------

$$\text{Velocidade original} = 1,80 \text{ m} \times 3 \text{ por seg} = 5,40 \text{ m/seg}$$

$$\text{Velocidade modificada} = 1,35 \text{ m} \times 4 \text{ por seg} = 5,40 \text{ m/seg}$$

Em outras palavras, o aumento na frequência da passada seria anulado por uma diminuição correspondente no comprimento da passada e a velocidade de corrida permaneceria inalterada. Disto tudo conclui-se que se um corredor deseja melhorar sua velocidade, deve realizar um aumento em um parâmetro sem provocar no outro um decréscimo correspondente (ou ainda pior, um maior). (Nota: Um aumento em um parâmetro acompanhado por um decréscimo no outro pode resultar em uma melhoria da velocidade, se o decréscimo for menor que o aumento correspondente, por exemplo:

Comprimento da Passada	Frequência da Passada
Passada	Passada

Velocidade original = $1,80 \text{ m} \times 3 \text{ por seg} = 5,40 \text{ m/seg}$

Velocidade modificada = $1,50 \text{ m} \times 4 \text{ por seg} = 6,0 \text{ m/seg}$

Como a velocidade da corrida é totalmente dependente dos valores do comprimento da passada e da frequência da passada, é importante levar em consideração os fatores que determinam esses valores.

Comprimento da Passada

O comprimento da passada realizada por um corredor pode ser considerado como a soma de 3 distâncias distintas:

1. a *distância de impulsão* — distância horizontal entre o centro de gravidade e os dedos do pé, no instante em que este deixa o solo (A da Fig. 159).
2. a *distância de voo* — distância horizontal percorrida pelo centro de gravidade enquanto está no ar (B na Fig. 159), e
3. *distância de chegada ao solo* — distância horizontal entre os dedos do pé de comando e o centro de gravidade, no instante em que o pé toca o solo (C na Fig. 159).

A primeira dessas três contribuições depende das características físicas do atleta (principalmente do comprimento das suas pernas e da amplitude de movimento que possui nas articulações do quadril) e da posição de seu corpo. Com relação ao último são de particular importância a extensão que a perna atinge antes que o pé deixe o solo e o ângulo que a perna faz com a horizontal neste momento. Desses fatores, o comprimento das pernas é o único sobre o qual o atleta pareceria ter o menor controle; contudo, foi sugerido, por Slocum e Bowerman, que o comprimento da perna pode ser efetivamente aumentado se, ao invés da perna rodar em torno da articulação do quadril, "a perna mais a pelve e a parte inferior das costas" formem "o sistema ou alavanca da extremidade inferior e o complexo das costas" da parte inferior das costas "se torne o ponto de rotação". O ângulo que a perna forma com a horizontal, no instante em que o pé perde contato com o solo, é sujeito a variação considerável. Por exemplo, no caso do velocista, na Fig. 160, o ângulo varia de aproximadamente 30° do momento em que o atleta sai do bloco até aproximadamente 60° conforme este se aproxima da passada completa. Concomitantemente, a distância horizontal dos dedos do pé até o centro de gravidade decresce de 90 cm para 40 cm.

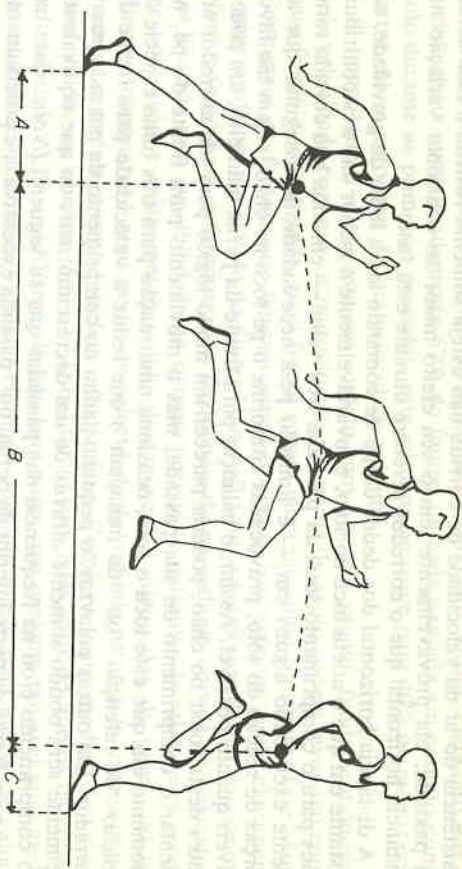


Figura 159. Contribuições para o comprimento total da passada de um corredor.

Durante a fase da passada na corrida em que o atleta está no ar, a distância horizontal que o atleta percorre é determinada pelos fatores que regem o voo de todos os projéteis deste tipo, isto é, a velocidade, ângulo e altura de partida, bem como a resistência do ar encontrada no voo. Realmente, o mais importante desses fatores é a velocidade de partida, uma quantidade fundamentalmente determinada pelas forças de reação do solo exercidas sobre o atleta. Essas, por sua vez, são um resultado das forças que o corredor exerce contra o solo, principalmente as da extensão das articulações da coxa, joelho e tornozelo. Conquanto a influência da

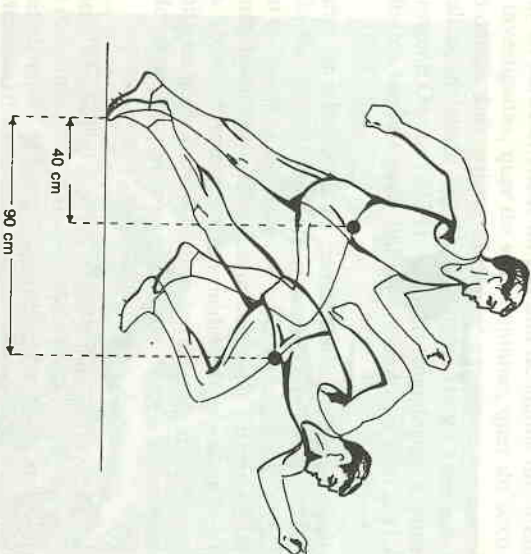


Figura 160. A distância que o centro de gravidade do corredor está à frente de seu pé, no instante em que o pé deixa o solo, varia de acordo com a inclinação do corpo do atleta neste momento.

¹Donald B. Slocum and William Bowerman, "The Biomechanics of Running," *Clinical Orthopaedics*, XXIII, 1962, p. 41.

resistência do ar na velocidade de corrida não esteja somente restrita à fase aérea da passada, ela provavelmente tem o seu efeito maior ao ocasionar variação na distância horizontal que o corredor percorre durante esta fase.

A distância horizontal dos dedos do pé de comando até a linha de gravidade, no instante em que o atleta toca no solo, é invariavelmente a menor das três contribuições para o comprimento total da passada. Seu valor — em uma boa corrida raramente excedendo alguns cm — é limitado pela necessidade de assegurar que as forças de reação do solo, provocadas conforme o pé toca no chão, sejam tão favoráveis quanto possível. Assim, o balançar para frente da perna dianteira, um pouco antes desta tocar no chão, poderia parecer um modo lógico para um corredor aumentar o comprimento de sua passada, mas o movimento para frente do pé, no momento em que este toca o solo, ocasiona uma reação para trás (uma espécie de reação "de retenção" ou "de frenagem") que reduz a velocidade para frente do corredor. Em outras palavras, o pequeno ganho no comprimento da passada possívelmente será obtido somente através de um decréscimo mais do que equivalente no comprimento e/ou na frequência das passadas que se seguem. [Nota: Este balanço para frente da parte inferior da perna, ou "passada excessiva", é precisamente a técnica empregada pelos corredores para diminuir a velocidade uma vez que já tenham ultrapassado a linha de chegada (Fig. 161)].

Frequência da Passada

O número de passadas que um atleta realiza em um dado tempo é determinado pelo tempo gasto por ele para completar uma passada. Quanto mais tempo isto demorar, menos passadas ele pode dar em um determinado tempo e vice-versa. O tempo despendido para completar uma passada pode ser considerado como uma soma do tempo durante o qual o atleta está em contato com o solo, com o tempo que ele gasta no ar. A razão desses dois tempos em velocistas de alta classe varia aproximadamente 2:1 durante o início até 1:1,3 e 1:1,5, quando o atleta está

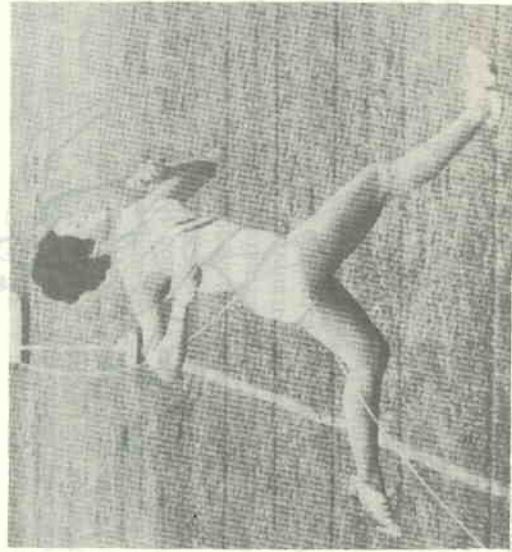


Figura 161. Diminuição da velocidade no final de uma competição. (Fotografia cedida por cortesia de Mike Conway.)

correndo em velocidade máxima ou próxima da máxima.² Assim, enquanto um velocista gasta aproximadamente 67% do tempo de cada passada em contato com o solo durante as primeiras passadas, este número decresce para 40% ou menos conforme ele se aproxima de sua velocidade máxima.

O tempo que o atleta está em contato com o solo é regido, fundamentalmente, pela velocidade com que os músculos da sua perna de apoio podem levar seu corpo para frente e, em seguida, para cima passando à próxima fase aérea. Conquanto os fatores que limitam esta velocidade não estejam ainda claramente compreendidos, um estudo de Slater-Hammel³ trouxe um pouco de luz ao assunto. Num esforço para determinar se a frequência da passada na corrida de velocidade era limitada pela possibilidade do sistema nervoso e muscular do atleta para produzir contração e relaxamento rápido dos músculos adequados da perna, Slater-Hammel comparou o grau médio de velocidade da passada na corrida, com a obtida quando se pedalava uma bicicleta estacionária. Como os graus médios de velocidade obtidas na bicicleta (5,6 — 7,1/seg) foram bem mais altos do que os da corrida de velocidade (3,10 — 4,85/seg), de fato bem maior que o grau médio de velocidade na corrida — Slater-Hammel concluiu que o grau médio de velocidade com que as pernas eram movidas na corrida não estava limitado por um mecanismo neuromuscular. Em vez disso, sugeriu que "as presentes indicações são de que o grau médio de velocidade do movimento da perna na corrida é determinado pela carga, o peso que os músculos devem movimentar".

Como outros parâmetros associados aos movimentos de um projétil, o tempo que o atleta gasta no ar é determinado por sua velocidade e pela altura de seu centro de gravidade no momento da "impulsão" e pela resistência do ar que ele encontra no voo.

Estudos sobre o Comprimento e Frequência da Passada

O comprimento e frequência da passada de velocistas de habilidades variadas têm sido objeto de um grande número de artigos de pesquisadores. Notável entre estes, são dois em que as características da passada de alguns dos melhores velocistas do mundo foram investigadas, quer do sexo feminino, quer do sexo masculino.

No primeiro desses dois artigos, Hoffman⁴ examinou a execução de 56 velocistas do sexo masculino, incluindo Figuerola (Cuba); Hary (Alemanha); Hayes, Metcalf, Murchison, Norton e Owens (EUA); Radford (Inglaterra); e Sime (EUA) — possuidores dos melhores tempos para 100 m, variando de 10,0 à 11,4 seg. Este estudo revelou que:

1. Existia uma correlação muito grande entre a altura do atleta de pé e o comprimento médio da passada durante a corrida de 100 m. Uma correlação semelhante, também muito alta, existia entre o comprimento da perna do atleta, medida a partir do grande trocânter no seu fêmur até a sola do pé, e o comprimento médio de sua passada. (Nota: O comprimento médio da passada foi obtido dividindo-se a distância da linha de partida até o fim da passada imediatamente antes da linha de chegada ter sido alcançada, pelo número total de passadas realizadas. Assim, se o

²Fred Housden, "Mechanical Analysis of the Running Movement," in *Run, Run, Run*, ed. by Fred Wilt (Los Altos, Calif.: Track & Field News Inc., 1964), pp. 240-41.

³Arthur Slater-Hammel, "Possible Neuromuscular Mechanism as Limiting Factor for Rate of Leg Movement in Sprinting," *Research Quarterly*, XII, December 1941, pp. 745-56.

⁴Karol Hoffman, "The Relationship between the Length and Frequency of Stride, Stature and Leg Length," *Sport* (Belgium), VIII, No. 3, July 1965 (French).

pé do atleta tocar no chão a 1 m da linha de chegada no final de sua penúltima passada na corrida, e ele tenha realizado 50 passadas até este ponto, o comprimento médio de sua passada foi $\frac{99}{50} = 1,98$ m). Na maioria dos casos, o comprimento médio da passada foi igual a 1,14 vezes a altura do atleta ou 2,11 vezes o tamanho de sua perna.

2. Existia uma correlação muito grande entre cada uma dessas mesmas duas medidas (altura e comprimento da sua perna) e a frequência média da passada, conquanto neste caso as correlações fossem inversas. Em outras palavras, a frequência média das passadas diminuía à medida que a altura e o tamanho das pernas dos atletas aumentavam.

3. O comprimento máximo da passada (definido por Hoffman como o comprimento médio de quatro passadas realizadas entre os 50 e 60 m em uma corrida de 100 m) poderia ser estimado com razoável precisão adicionando-se 18 cm ao comprimento médio da passada. O maior valor de comprimento máximo da passada realmente medido foi de 237 cm de Schmidt (Polónia), campeão olímpico de salto triplo em 1960 e 1964, e Archipezuk (União Soviética). Contudo, valores estimados do comprimento máximo de passada para vários velocistas, para os quais não foi possível obter medidas reais, excederam estes dados. A mais alta estimativa foi de 246 cm para Sime e Collymore (ambos dos EUA).

4. Na média dos casos, o comprimento máximo da passada foi igual a 1,24 vezes a altura do atleta. Se somente os doze melhores velocistas (tempo de 10,7 seg, ou melhor nos 100 m) fossem considerados, este valor aumentava para 1,265 vezes a altura do atleta. (Nota: A partir de dados colhidos em 20 estudantes do sexo masculino na Universidade de Helsinki e em 12 dos melhores corredores da University of Stanford⁵, Rompotti⁶ concluiu que "o comprimento da passada em uma corrida em velocidade normal máxima é $1,17 \times$ altura $\pm 10,16$ cm". Considerando as diferenças óbvias de habilidades entre suas respectivas amostras, os resultados de Hoffman e Rompotti parecem estar bem de acordo.)

No segundo estudo (também dirigido por Hoffman⁶) os objetos de estudo foram 23 velocistas do sexo feminino que possuem os melhores resultados para os 100 m variando entre 11,0 e 12,4 seg. Como no estudo de velocistas do sexo masculino, este grupo continha muitos executantes de projeção, incluindo Heine (Alemanha); Hyman (Inglaterra); Kirzenstein e Klobukowska (Polónia); Leone (Itália); e McGuire, Rudolph e Tyus (EUA). Em geral, os resultados obtidos foram muito semelhantes aos obtidos no estudo anterior (por exemplo, na maioria dos casos, o comprimento médio da passada foi igual a 1,15 vezes a altura da atleta e 2,16 vezes o tamanho da perna). Provavelmente a mais importante (e talvez surpreendente) descoberta foi que "as melhores velocistas do sexo feminino, quando comparadas com velocistas do sexo masculino da mesma classe, altura corporal, tamanho de perna e comprimento da passada, correm ... mais ou menos 1 seg mais lento nos 100 m, por causa de uma marcante menor frequência de passada.

⁵Kalevi Rompotti, "A Study of Stride Length in Running," in *International Track and Field Digest*, ed. Don Canham and Phil Diamond (Ann Arbor, Mich.: Champions on Film, 1957), pp. 249-56.

⁶Karol Hoffman, "The Length and Frequency of Stride of the World's Leading Female Sprinters," *Treatises, Texts and Documents WSWF in Poznan Series, Treatise No. 17*, 1967 (Polish).

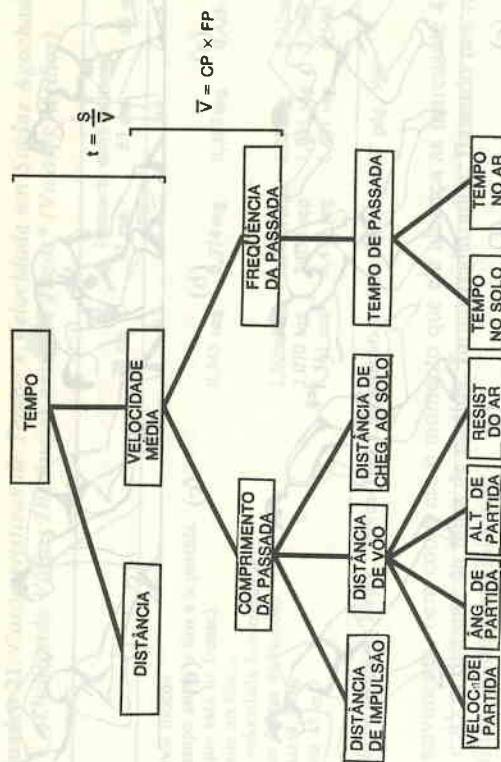


Figura 162. Fatores básicos da corrida.

Resumo

As relações entre o tempo gasto para correr uma distância dada e os fatores que determinam aquele tempo estão resumidos na Fig. 162.

Técnicas

Saída de Velocidade

De todas as técnicas desportivas que têm sido objeto de análise biomecânica, poucas têm sido tão profundamente examinadas como a saída de velocidade.

Ao comando do juiz de partida "aos seus lugares", o atleta se move para frente e adota uma posição em que as suas mãos se colocam paradas na mesma distância existente entre os ombros e logo atrás da linha de saída, seus pés em contato tanto com o chão como com os blocos de saída, o Joelho de sua perna que está para trás apoiado no chão [Fig. 163(a)]. Ao comando de "pronto", ele eleva do chão o Joelho de sua perna que está para trás, com isso elevando seus quadris e deslocando seu centro de gravidade para frente [Fig. 163(b)]. Finalmente, quando o revólver é disparado, ele eleva suas mãos da pista, balança seus braços vigorosamente (um para frente outro para trás) e, com uma extensão potente de ambas as pernas, leva seu corpo para frente e para longe dos blocos, entrando em suas primeiras passadas na corrida [Fig. 163(c) - (e)].

Existem três tipos principais de saída agachada — grupada ou embolada, média e alongada. A principal diferença entre esses três tipos reside na distância longitudinal entre os pés (isto é, na distância entre os dedos de um pé e os do outro, como medido na direção da corrida). Na saída grupada, os dedos do pé que está para trás se colocam aproximadamente no mesmo nível do calcanhar do pé que está na frente. A distância entre os dedos é portanto da ordem de 25 a 30 cm. Na saída média, o Joelho da perna que está para trás é colocado de modo a que esteja oposto a um ponto na metade anterior do pé que está na frente, quando o atleta está na posição de "aos seus lugares". Esta colocação exige uma distância entre os dedos

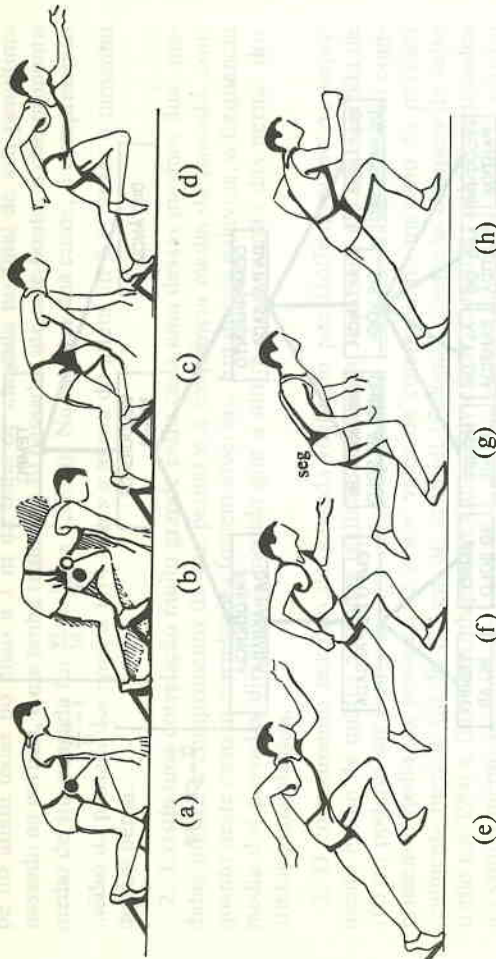


Figura 163. Um exemplo de boa técnica na saída agachada de velocidade.

de mais ou menos 41 a 53 cm. Finalmente na saída alongada o Joelho da perna que está para trás coloca-se no mesmo nível ou ligeiramente atrás do calcanhar do pé que está na frente, na posição de "aos seus lugares". As distâncias resultantes entre os dedos são da ordem de 60 a 70 cm.

Um grande número de tentativas tem sido feito para determinar qual dos três tipos de saída leva a melhores resultados em termos de execução de velocidade.

Entre as primeiras estão as de Kistler⁷ e Dickinson⁸. Com 30 velocistas treinados como objeto de estudo, Kistler mediu a força máxima exercida em ângulos retos em relação às superfícies de apoio de cada bloco de saída — a do bloco da frente estava inclinada com um ângulo de 45° e a de trás com um ângulo um pouco menor que 90° — e descobriu que a soma dessas duas forças máximas aumentava conforme a distância entre os tacos aumentava. Em outras palavras, as saídas de uma posição alongada eram mais potentes do que as das posições médias ou grupadas. Aparentemente em contradição com as descobertas de Kistler, Dickinson descobriu que velocistas treinados levavam menos tempo para deixar seus blocos e menos tempo para alcançar uma linha 2,30 m distante da linha de partida, quando eles utilizaram a saída grupada do que quando utilizaram tanto uma saída alongada quanto média.

A seguinte contribuição importante neste assunto foi dada por Henry⁹, que obteve gráficos de força-tempo do impulso das pernas durante saídas de 18 velocistas, que realizaram corridas utilizando distâncias entre os tacos de 28 cm, 41 cm, 53 cm e 66 cm: O tempo decorrido desde o tiro de revólver até o atleta realizar seu pri-

⁷J. W. Kistler, "A Study of the Distribution of the Force Exerted Upon the Blocks in Starting from Various Starting Positions," *Research Quarterly*, V (Supplement), March 1934, pp. 27-32.

⁸A. D. Dickinson, "The Effect of Foot Spacing on the Starting Time and Speed in Sprinting and the Relation of Physical Measurements to Foot Spacing," *Research Quarterly*, V (Supplement), March 1934, pp. 12-19.

⁹Franklin M. Henry, "Force-Time Characteristics of the Sprint Start," *Research Quarterly*, XXIII, October 1952, pp. 301-18.

Quadro 21. Características de Tempo e Velocidade em Saídas Agachadas Utilizando Várias Distâncias entre os Tacos* (Valores Médios)

	Distância entre os tacos			
	28 cm	41 cm	53 cm	66 cm
Tempo nos blocos (i.e., tempo entre o tiro e a partida do pé que está na frente)	0,345 seg	0,374 seg	0,397 seg	0,426 seg
Velocidade no bloco (i.e., a velocidade horizontal do atleta ao deixar os blocos)	2,02m/seg	2,26m/seg	2,29m/s	2,32m/s
Tempo até 9,15 m	2,070 seg	2,054 seg	2,041 seg	2,049 seg
Tempo até 45 m	6,561 seg	6,479 seg	6,497 seg	6,540 seg

*Adaptado de dados em Henry, "Force-Time Characteristics of the Sprint Start," pág. 306.

meio movimento, bem como até o momento que ele alcança as marcas de 4,60 m, 9,15 m e 45 m distante da linha de partida, foram registrados. Baseado nos resultados obtidos, Henry concluiu que:

1. A utilização da saída grupada de 28 cm resulta numa saída dos blocos mais rápida, mas com menos velocidade do que a assegurada pelas distâncias médias entre os pés, resultando em tempos significativamente mais lentos nos 9,15 m e 45 m — Quadro 21 (Nota: Esta descoberta, que é coerente com as de Kistler e Dickinson, já foi discutida em detalhes nas págs. 69-70.)

2. Tanto a mais alta proporção de melhores resultados nas corridas como a mais baixa das piores resultam de saídas com distância entre os pés de 41 cm. Já uma de 53 cm é praticamente tão boa.

3. Uma distância de pés alongada de 66 cm resulta em maior velocidade ao deixar os blocos, mas a vantagem é perdida nos primeiros 9,15m. As conclusões de Henry favorecendo a utilização das saídas médias foram posteriormente apoiadas pelos resultados dos estudos de Sigersteth e Grinaker¹⁰ e Hogberg.¹¹

Menely e Rosemier¹² estudaram o efeito da utilização de 4 posições de saída diferentes em relação ao tempo gasto para alcançar 9,15 m e 27,40 m. Verificou que a utilização de uma posição de saída hiperestendida (distâncias médias entre os tacos mas com "o pé que está na frente colocado tão perto da linha de partida quanto possível"), resultava em tempos significativamente menores para ambas as distâncias, do que as registradas quando era utilizado qualquer um dos 3 tipos ortodoxos de saídas. Nenhuma outra diferença significativa foi encontrada. (Nota: Neste estudo, não foi utilizado revólver para dar a partida. Cada indivíduo começou a correr quando estava pronto, e os tempos foram medidos a partir do instante que a mão esquerda perdeu contato com a pista.)

Numerosos outros aspectos da saída agachada têm sido investigados: Bresnahan¹³ estudou os movimentos de velocistas treinados conforme deixavam suas mar-

¹⁰Peter O. Sigersteth and Vernon F. Grinaker, "Effect of Foot Spacing on Velocity in Sprints," *Research Quarterly*, XXXIII, December 1962, pp. 599-606.

¹¹Paul Hogberg, "The Effect of the Starting Position on the Straight Speed Short Distance Races," *Svensk Idrott*, XXV, No. 20 (cited in *Index and Abstracts of Foreign Physical Education Literature*, Indianapolis, Ind., Phi Epsilon Kappa Fraternity, IX, 1964).

¹²Ronald C. Menely and Robert A. Rosemier, "Effectiveness of Four Track Starting Positions on Acceleration," *Research Quarterly*, XXXIX, March 1968, pp. 161-65.

¹³George T. Bresnahan, "A Study of the Movement Pattern in Starting the Race from the Crouch Position," *Research Quarterly*, V (Supplement), March 1934, pp. 5-11.

cas, descobrindo que a ordem na qual o velocista destro perdia contato com a pista era: mão esquerda ($\bar{X} = 0,172$ seg), mão direita ($\bar{X} = 0,219$ seg), pé direito ($\bar{X} = 0,286$ seg) e pé esquerdo ($\bar{X} = 0,443$ seg). Ele também expressou a idéia de que esta seqüência é "a única forma correta" e que todas as outras "prejudicam um velocista na saída".

Payne e Blader¹⁴ estudaram as forças exercidas contra os tacos de saída em 150 saídas realizadas por 17 velocistas de classe internacional e verificou que:

- 1) O padrão de forças utilizado era característico de cada atleta.
- 2) Em geral tanto o pé que está na frente quanto o que está atrás começaram a exercer forças nos tacos no mesmo instante, raramente com um intervalo de mais de 0,01 seg.
- 3) Uma ação vigorosa da perna que está atrás foi característica das melhores saídas.
- 4) A força resultante utilizada pelo atleta, quando ainda no bloco, agiu primeiro à frente do seu centro de gravidade e em seguida atrás.

Baumann¹⁵ determinou características selecionadas de saídas de velocidade de 30 velocistas separados em grupos de acordo com as performances recentes nos 100 m — Grupo 1 (10,2 — 10,6 seg) — Grupo 2 (10,9 — 11,4 seg) e Grupo 3 (11,6 — 12,4 seg), e verificou que:

- 1) As curvas de deslocamento horizontal-tempo, velocidade e aceleração-tempo para saída e para as primeiras passadas "são características de cada indivíduo como impressões digitais." (Nota: Payne e Blader¹⁶ relataram uma descoberta semelhante relativa ao padrão de forças exercido contra os tacos.)
- 2) Existia uma diferença significativa entre o tempo de reação do pé que estava atrás e o do que estava na frente — as diferenças médias foram 0,016 seg, 0,019 seg e 0,027 seg para os Grupos 1, 2, 3, respectivamente. (Nota: Esses resultados estão em geral de acordo com os de Henry¹⁷ e Payne e Blader¹⁸, exceto que o último relatou uma diferença nos tempos de reação substancialmente inferior à relatada por Baumann para um grupo comparável — os melhores velocistas da Inglaterra e Alemanha, respectivamente.)

3) Os bons velocistas tiveram uma maior proporção do peso de seu corpo apoiado sobre as mãos quando estavam na posição "pronto" do que os velocistas de menor habilidade. As proporções para cada grupo (expressas em porcentagens de peso corporal) foram: Grupo 1, 73 — 82%; Grupo 2, 62 — 75% e Grupo 3, 52 — 67%.

Jackson e Cooper¹⁹ utilizaram 12 homens sem nenhum treinamento específico em corridas de velocidade, para investigar os efeitos na posição "pronto", da variação da distância entre as mãos e o ângulo da articulação do joelho da perna que estava atrás. Seus resultados apoiaram a utilização de uma distância pequena entre as mãos (20 cm entre os polegares em oposição a 50 cm) e indicaram que a utilização

¹⁴A. H. Payne and F. B. Blader, "A Preliminary Investigation into the Mechanics of the Sprint Start," *Bulletin of Physical Education*, VIII, April 1970, pp. 21-30.

¹⁵W. Baumann, "Kinematic and Dynamic Characteristics of the Sprint Start," in *Bio-mechanics V-B*, ed. by Paavo V. Komi (Baltimore: University Park Press, 1976).

¹⁶Payne and Blader, "A Preliminary Investigation into the Mechanics of the Sprint Start," p. 27.

¹⁷Henry, "Force-Time Characteristics of the Sprint Start," p. 306.

¹⁸Payne and Blader, "A Preliminary Investigation into the Mechanics of the Sprint Start," p. 27.

¹⁹Andrew S. Jackson and John M. Cooper, "Effect of Hand Spacing and Rear Knee Angle on the Sprinter's Start," *Research Quarterly*, XL1, October 1970, pp. 378-82.

de um ângulo de 180° no joelho da perna que estava atrás resultou em tempos significativamente inferiores nos 9,15 m e 27,40 m, do que a utilização de ângulos de 90° e 135°. Não existia diferença significativa nos tempos em ambas as distâncias quando foram comparadas as tentativas com ângulos de 90° e 135°.

O tempo ótimo para manter-se o corredor na posição "pronto" antes do tiro de revólver,²⁰ os efeitos de variações na altura dos quadris quando o corredor está na posição "pronto",²¹ e o efeito da utilização de blocos de saída em vez de buracos,²² também foram estudados pelos que foram os pioneiros da pesquisa da saída agachada. Lamentavelmente, contudo, cada um desses fatores foi considerado em termos de tempo decorrido entre o tiro de revólver e a retirada do pé que estava atrás, do seu bloco de saída — um tempo que parece ter muita relação com a performance total na corrida. Assim, conquanto os resultados desses estudos sejam bem freqüentemente relacionados na literatura, seu significado prático é, pelo menos, uma questão em aberto.

O tempo gasto por um velocista para alcançar a velocidade máxima tem sido analisado por um grande número de escritores. Bunn,²³ por exemplo, constatou que a velocidade máxima é obtida mais ou menos nos 9,15 m e que mesmo os corredores mais lentos estão totalmente acelerados em 13,70 m. Esses dados são de alguma forma menores que os encontrados por outros. Hill,²⁴ por exemplo, diz que um velocista alcança sua velocidade máxima entre 27,40 m e 45,70 m, enquanto Henry²⁵ pressupõe que mesmo uma distância maior pode estar envolvida quando diz que a velocidade máxima é obtida aproximadamente 6 seg depois de ser disparado o tiro.

Conquanto não faça nenhuma referência específica ao ponto no qual a velocidade máxima é obtida, Henry e Trafton²⁶ deram uma indicação clara de que o ganho do velocista em velocidade após os primeiros 13,70 m — 18,30 m é relativamente pequeno. Seu teste experimental de uma curva teórica da velocidade de corrida revelou que 90% da velocidade máxima são alcançados nos 13,70 m e 95% nos 20 m.

Apesar de um volume considerável de pesquisa biomecânica sobre a saída agachada, muitas questões básicas permanecem sem resposta. Por exemplo, os resultados obtidos de estudos com velocistas homens também são verdadeiros no caso de velocistas mulheres ou as diferenças conhecidas em força, estrutura anatômica etc. fazem com que a distância ótima entre os tacos e a posição do corpo para velocistas mulheres sejam diferentes dos respectivos correspondentes homens? Qual é o ângulo ótimo para cada saída de bloco? Qual é o ótimo desenho para os

²⁰George A. Walker and Thomas C. Hayden, "The Optimum Time for Holding a Sprinter between the 'Set' and the Stimulus (Gun Shot)," *Research Quarterly*, IV, May 1933, pp. 124-30.

²¹Ray A. White, "The Effect of Hip Elevation on Starting Time in the Sprint," *Research Quarterly*, VI (Supplement), October 1935, pp. 128-33.

²²Thomas C. Hayden and George A. Walker, "A Comparison of the Starting Time of Runners Using Holes in the Track and Starting Blocks," *Research Quarterly*, IV, May 1933, pp. 117-23.

²³John W. Bunn, *Scientific Principles of Coaching* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1962), pp. 109-10.

²⁴A. V. Hill, *Muscular Movement in Man* (New York: McGraw-Hill Book Co., 1927), p. 51.

²⁵Franklin M. Henry, "Research on Sprint Running," *Athletic Journal*, XXXII, February 1952, p. 32.

²⁶Franklin M. Henry and Irving R. Trafton, "The Velocity Curve of Sprint Running," *Research Quarterly*, XXII, December 1951, p. 412.

blocos de saída? (Devem as superfícies de apoio dos blocos ser curvas ou retas? Que material deve ser usado na superfície de apoio dos blocos? Devem as pontas dos pregos ou as solas dos sapatos impulsionar contra as superfícies de apoio dos blocos? Deve o bloco ser grande o suficiente para sustentar o calcanhar tão bem quanto a parte da frente do pé? Ou todos esses fatores têm tão pouco efeito no produto final que podem ser considerados irrelevantes?) Essas e muitas outras questões esperam a atenção dos interessados em procurar as respostas.

Corrida de Velocidade

O movimento básico na corrida é de considerável importância não somente em atletismo, mas também em muitos outros esportes. Ainda que o sucesso na corrida dependa obviamente da habilidade do atleta em combinar os movimentos de suas pernas, braços, troncos etc., formando um todo suavemente coordenado, para os efeitos na análise que se segue, a posição e os movimentos de cada parte do corpo são considerados em separado.

Pernas: O movimento das pernas na corrida é cíclico. Cada pé alternadamente toca o solo, passa por baixo e por trás do corpo e em seguida deixa o solo para se mover para frente, pronto novamente para o toque seguinte no solo. Este ciclo pode ser convenientemente subdividido em:

- 1) uma *fase de apoio*, que começa com o pé tocando o solo e termina quando o centro de gravidade do atleta o ultrapassa,
- 2) uma *fase de propulsão*, que começa quando a fase de apoio termina e acaba quando o pé deixa o solo, e
- 3) uma *fase de recuperação*, durante a qual o pé está fora do solo e está sendo levado à frente preparando-se para tocar novamente o solo.

Fase de apoio. A função da fase de apoio é deter o movimento para baixo do atleta — um movimento para baixo ocasionado nele pela gravidade durante o tempo que está no ar — e para permiti-lo mover-se para uma posição de deslocar seu corpo para frente e para cima passando à próxima passada com uma perda mínima de momento.

Para assegurar que as forças envolvidas na redução a zero de seu movimento para baixo estejam dentro de limites que possam ser facilmente tolerados, o atleta instintivamente procura que as distâncias através das quais elas agem sejam adequadamente amplas (relação trabalho-energia, pág. 93). Assim, quando seu pé faz contato com a pista, a flexão de suas articulações do quadril, joelho e tornozelo é aumentada para amortecer o choque do impacto. Ao longo desse processo (e apesar do ponto de vista ocasionalmente extremo pelos técnicos de que isto não ocorre ou não deveria ocorrer) o calcanhar se abaixa até a pista.

A maneira pela qual o pé do velocista faz contato com a pista foi estudada por Nett. Após uma análise de atletas de alto nível, ele relatou que:

Nas corridas de 100 e 200 m, o solo é tocado primeiro pela parte de fora da sola do pé, na parte de cima das articulações do dedo menor... Na corrida de 400 m, que é corrida com uma passada relativamente mais lenta, o ponto de contato está localizado um pouco mais para trás na direção do calcanhar; a planta do pé está nesta ocasião levemente mais plana... No curso posterior do movimento... mesmo no caso de velocistas... o calcanhar toca o solo.²⁷

²⁷Toni Nett, "Foot Plant in Running," *Track Technique*, No. 15, March 1964, pp. 462-63.

A redução do momento do atleta para frente durante a fase de apoio, depende da natureza das forças horizontais que seu pé exerce sobre o solo ou mais precisamente, das forças iguais e contrárias que o solo exerce no pé durante este tempo.

O valor e direção da força horizontal que o pé exerce ao tocar o solo são regidos pela velocidade do pé *relativa ao solo* nesse instante. Se o pé estiver indo para frente no instante em que se choca com o solo, ele tenderá a continuar a agir assim (1.ª lei de Newton) e exercerá assim uma força horizontal para frente contra o solo. Em reação, o solo exercerá uma força horizontal para trás, que retardará o movimento para frente do atleta. Se o pé do atleta não estiver indo nem para frente nem para trás no instante em que se choca com o solo, a reação do solo é inteiramente vertical e o movimento horizontal do atleta não é afetado. Finalmente, se o pé do atleta estiver se movendo para trás no instante em que tocar o solo, uma reação horizontal para frente surge e o momento para frente do atleta é aumentado.

Já deveria estar patente, pela discussão anterior, que, para a segunda função da fase de apoio ser realizada efetivamente, o pé do atleta não se deve estar movendo para frente no instante em que toca o solo. Para se entender como um velocista evita que isto ocorra, ou pelo menos tentar evitar que isto ocorra, é necessário examinar detalhadamente os fatores que determinam a velocidade do pé no instante que este se choca com a pista. Quando o atleta está no ar antes que seu pé desça, seu centro de gravidade se move para frente com uma velocidade horizontal determinada no momento que deixou o solo (ignorando os efeitos da resistência do ar). As partes de seu corpo que não se estão movendo para frente ou para trás com relação ao centro de gravidade têm esta mesma velocidade horizontal. As outras partes do seu corpo têm velocidades horizontais maiores ou menores que a do centro de gravidade, dependendo da direção (para frente ou para trás) na qual se movem. Assim, por exemplo, se o centro de gravidade de um atleta se move para frente com 9,15 m/seg e ele tem um pé se movendo para trás com uma velocidade horizontal de 3 m/seg com relação ao seu centro de gravidade, e o outro se movendo para frente com uma velocidade horizontal de mesmo valor com relação ao centro de gravidade, as velocidades reais dos pés são, respectivamente, 6,15 m/seg e 12,15 m/seg. Em outras palavras, a velocidade horizontal de uma parte do corpo é igual à velocidade horizontal do centro de gravidade do corpo mais a velocidade horizontal da parte em relação ao centro de gravidade.

É óbvio portanto que o único meio com o qual o atleta pode se assegurar que seu pé não se estará movendo para frente no momento que este se choca com a pista (e assim que não surgirão forças horizontais que retardam neste instante) é tê-lo movendo-se para trás com relação ao seu centro de gravidade com uma velocidade horizontal pelo menos igual à que o seu centro de gravidade está se movendo para frente. Por exemplo, se o seu centro de gravidade estiver se movendo para frente à 9,15 m/seg seu pé deve estar se movendo para trás em relação ao centro de gravidade a não menos que 9,15 m/seg para alcançar o resultado desejado.

Conquanto deva ser acentuado que a velocidade horizontal do pé é o único fator que determinará se haverá um efeito de frenagem ou de retardamento quando o pé toca o solo, tem-se observado freqüentemente que tal efeito é produzido se o pé estiver mais de alguns centímetros à frente de uma linha vertical traçada pelo centro de gravidade do atleta nesse instante. Isto levaria a supor, portanto, que existe pouca probabilidade do pé adquirir a necessária velocidade para trás com relação ao centro de gravidade, até que esteja quase que diretamente-abaixo deste ponto (isto é, levando-se em conta que o atleta não aplica um movimento deliberado de "batida", conforme ele traz o pé para baixo até a pista).

A respeito da colocação do pé relativamente ao centro de gravidade, Deshon e Nelson²⁸ descobriram uma correlação positiva significativa entre o ângulo que a perna faz com o solo no instante em que o pé toca o chão e a velocidade de corrida. Eles concluíram, portanto, que a "corrida eficiente é caracterizada pela... colocação do pé tão perto quanto possível abaixo do centro de gravidade do corredor".

Existem também alguns indícios que sugerem que, mesmo quando o pé é colocado embaixo ou quase embaixo do centro de gravidade, sua velocidade para trás em relação a este ponto é ainda insuficiente para eliminar completamente o efeito de retardamento.^{29, 30}

Fase de propulsão. A tarefa do atleta durante a fase de propulsão é de pressionar ou impulsionar para baixo e para trás contra o solo. Essa propulsão desencadeada pela extensão vigorosa de suas articulações do quadril, joelho e tornozelo, faz com que o seu corpo seja projetado para frente e para cima, passando à próxima passada.

A velocidade do atleta quando seu pé deixa o solo é uma função do trabalho realizado pelos músculos extensores das articulações do seu quadril, joelho, tornozelo durante a fase de propulsão (relação entre trabalho-energia). Como a distância através da qual cada um desses grupos musculares exerce força é neste caso importante para determinar a velocidade do corpo na "impulsão" (e consequentemente para determinar o comprimento da passada do atleta), é obviamente desejável que eles estejam contraídos até atingir seu maior limite possível. Uma falha na obtenção da completa extensão das articulações do quadril, joelho e tornozelo é provavelmente um dos erros mais comuns a serem descobertos na técnica dos velocistas. (Nota: Enquanto casos de incompleta extensão da perna durante a fase de propulsão são muito comuns, casos em que o desenho dos músculos das pernas dê a impressão de que as articulações da perna não estão completamente estendidas, mesmo que os limites de alcance das articulações tenham sido alcançados, são quase que igualmente comuns. Os treinadores devem portanto exercer considerável vigilância se pretendem determinar com precisão se um atleta está obtendo ou não uma completa extensão durante a fase de propulsão.)

Fase de recuperação. Durante a fase de recuperação o pé atleta é levado para frente partindo de trás do corpo até o ponto em que, a seguir, ele faz contato com a pista.

Tão logo o pé perde contato com a pista, a coxa da mesma perna começa sua rotação para frente em torno de um eixo que passa através da articulação do quadril. Esta ação deliberada (possivelmente complementada por uma reação fisiológica involuntária à extensão que os músculos flexores da perna sofreram durante a fase de propulsão) resulta em uma acentuada flexão dos joelhos e na elevação dos pés para uma posição perto das nádegas. Antigamente vista como um movimento inútil e portanto desperdiçado, esta jogada do pé para cima é agora reconhecida como uma consequência inevitável de outros movimentos importantes. Além disso, ela parece ser valiosa por si mesma, pois reduz a um mínimo o momento de inércia de todo o membro (em relação a um eixo transversal que passa através da articula-

²⁸ Deane E. Deshon and Richard C. Nelson, "A Cinematographical Analysis of Sprint Running," *Research Quarterly*, XXXV, December 1964, pp. 453-54.

²⁹ A. H. Payne, W. J. Slater, and T. Telford, "The Use of a Force Platform in the Study of Athletic Activities," *Ergonomics*, XI, March 1968, pp. 123-43.

³⁰ Akira Tsujino, "The Kick in Sprint Running," *Kobe Journal of Medical Science*, XII, January 1966, pp. 1-26.

ção do quadril) e assim permite que seja rodado mais rapidamente para frente em torno da articulação do quadril, do que seria o caso de outro modo.

Quando a coxa do atleta alcança uma posição horizontal ou perto da horizontal, sua parte inferior da perna balança para a frente em torno de um eixo que passa pelo seu joelho, e todo o membro começa a sua descida para a pista.

A altura a que o atleta leva seu joelho durante o balanço para frente e para cima da coxa tem sido observada por alguns pesquisadores. Fenn³¹ observou que corredores peritos tendem a elevar o joelho alto quando a perna livre é lançada para frente; Deshon e Nelson³² concluíram que uma alta elevação do joelho é um dos fatores característicos de uma corrida eficiente; e Sinning e Forsyth³³ descobriram uma "angulação mais acentuada entre o tronco e a coxa conforme a velocidade aumenta".

Braços. Do começo ao fim das várias fases do movimento de pernas do atleta, seus quadris são rodados para trás e para frente em um plano horizontal imperfeito. Quando o joelho esquerdo é levado para frente e para cima na fase de recuperação do ciclo da perna esquerda, os quadris (vistos de cima) rodam no sentido do relógio. O limite desta rotação no sentido do relógio é alcançado quando o joelho chega ao ponto mais alto na frente do corpo. Em seguida, conforme o pé esquerdo é abaixado em direção à pista e a perna direita começa o seu movimento para frente e para cima, os quadris começam a rodar no sentido contrário do relógio. O limite desta rotação dos quadris no sentido contrário do relógio é alcançado conforme o joelho direito chega ao ponto mais alto na frente do corpo. Neste ponto o ciclo é completado.

Esses movimentos rotatórios dos quadris ocasionam reações contrárias na parte superior do corpo do atleta, pois, conforme o joelho esquerdo do atleta é balançado para frente e para cima, seu braço direito é balançado para frente e para cima, e seu braço esquerdo para trás e para cima, para assim equilibrar o movimento de sua perna. Em seguida, conforme o pé esquerdo é abaixado e a perna direita começa a se movimentar para frente, os movimentos dos braços sofrem reversão.

Conquanto os ombros pudessem rodar também para equilibrar o movimento do quadril, tal rotação seria necessária e relativamente lenta. Assim, para evitar as complicações que esta lentidão pudesse acarretar, bons velocistas utilizam o movimento de braço de tal amplitude e vigor que não há necessidade de uma contribuição dos ombros para obter a exigida igualdade entre o movimento dos quadris e a reação da parte superior do corpo.

Nesse movimento de braço, os braços são flexionados até um ângulo de mais ou menos 90° no cotovelo e balançados para trás e para frente e ligeiramente para dentro em torno de um eixo que passa através dos ombros. No limite para frente do balanço, as mãos (geralmente mantidas de um modo ligeiramente cerradas) estão mais ou menos na altura dos ombros e no limite para trás estão em nível com o quadril ou ligeiramente atrás.

Tronco. Durante as fases de apoio e de propulsão, o atleta exerce forças verticais e horizontais contra o solo. As reações iguais e contrárias que elas provocam tendem a acelerar o atleta na direção na qual elas agem e, se elas não agem através de

³¹ Wallace O. Fenn, "Work Against Gravity and Work due to Velocity Changes in Running," *American Journal of Physiology*, XCIII, 1930, pp. 433-62.

³² Deshon and Nelson, "A Cinematographical Analysis of Sprint Running," pp. 451-55.

³³ Wayne E. Sinning and Harry L. Forsyth, "Lower-Limb Actions While Running at Different Velocities," *Medicine and Science in Sports*, II, No. 1, Spring 1970, p. 31.

seu centro de gravidade, o aceleram angularmente. Assim, no instante representado na Fig. 164, o atleta sofre a ação de uma reação vertical R_V que tende a acelerá-lo para cima e rodá-lo para frente em torno de um eixo transversal; bem como de uma reação horizontal R_H , que tende a acelerá-lo para frente e rodá-lo para fora em torno do mesmo eixo. Além disso, o atleta sofre a ação da força ou resistência do ar A , que em geral se opõe ao seu movimento e tende a rodá-lo para trás. O momento que tende a rodar o atleta para trás é igual a:

$$R_H y_H + A y_A$$

enquanto que o que tende a rodá-lo na direção oposta é igual a:

$$R_V x$$

enquanto y_H , y_A e x são os tamanhos dos respectivos braços-momento. O que acontece ao atleta como resultado dessas tendências opostas, obviamente depende de qual das duas é a maior. E é neste momento que a inclinação do tronco do velocista entra na contagem, porque tem grande influência na determinação da posição do centro de gravidade do atleta e assim, também, nos comprimentos dos braços-momento. Por exemplo, se o atleta na Fig. 164 aumentasse a inclinação para frente de seu tronco, seu centro de gravidade se moveria para frente e para baixo, diminuindo y_H e aumentando x . (Nota: O valor de y_A quase que certamente também mudaria conquanto a natureza exata dessa mudança fosse difícil de se prever.)

Fazendo-se ajustes apropriados na inclinação de seu tronco, modificando dessa forma os momentos envolvidos, o bom velocista controla a rotação de seu corpo em torno de seu eixo transversal. Quando ele se desloca para baixo e para trás contra seu bloco de saída, a componente horizontal da força de reação do solo é muito grande. Portanto, para evitar um efeito de rotação para trás por causa de uma força que se tornaria catastróficamente dominante, o velocista se inclina bem para frente, mantendo pequeno o braço-momento da reação horizontal e grande o da reação

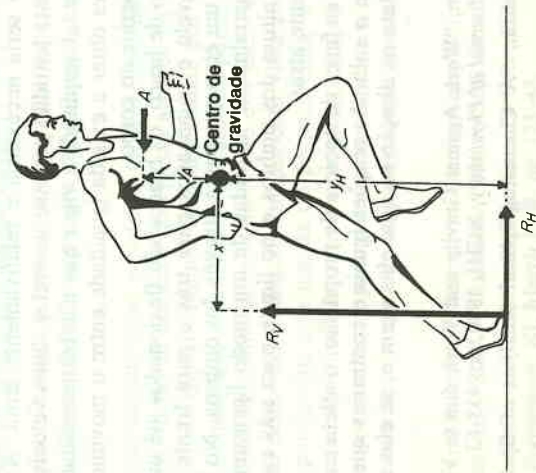


Figura 164. A inclinação ótima do tronco é determinada pelos momentos das forças excêntricas que agem sobre o corredor.

vertical. A velocidade para frente do atleta, progressivamente maior nos passos seguintes, faz com que se torne cada vez mais difícil para ele exercer forças horizontais de mesmo valor como fez na saída. Assim, para evitar a tendência de rotação para frente, ocasionada pela progressiva dominação da reação vertical e que pode gerar um desequilíbrio para frente, o atleta calmamente eleva o seu tronco conforme as forças horizontais diminuem de valor. Quando ele alcança a máxima velocidade, as forças horizontais que ele exerce contra o solo são reduzidas a um ponto em que todo o seu efeito de aceleração é somente suficiente para equilibrar o efeito de retardamento da resistência do ar.³⁴ As tendências de rotação para trás dessas duas forças também são reduzidas do mesmo modo, e não existe mais a necessidade de uma inclinação pronunciada para frente. Contudo, ainda existe uma necessidade de combater as pequenas tendências de rotação para trás, ocasionada pela resistência do ar e pela reação horizontal. Se isto não for feito, o corpo do atleta rodará finalmente para uma posição na qual ele não pode aplicar as forças horizontais contra o solo, necessárias para manter a velocidade máxima (sob tais circunstâncias, normalmente observadas nos estágios finais das corridas de 400 m, o atleta pode perder de tal modo a sua velocidade que ele parecerá estar correndo no mesmo lugar). Por essas razões, muitos bons velocistas mantêm uma pequena inclinação do tronco para frente, mesmo quando estão correndo a uma velocidade máxima.

Corridas de Fundo e de Meio Fundo

Conforme o comprimento da corrida passa além dos 400 m — normalmente reconhecida como a corrida de velocidade mais longa — o comprimento da passada do atleta e a frequência da passada são ambos substancialmente reduzidos; assim também ocorre com a amplitude e vigor da maioria de seus movimentos. A impetuosidade da extensão das articulações de seu quadril, joelho e tornozelo é reduzida durante a fase de propulsão. A distância até a qual o seu pé se eleva em direção às suas nádegas e a altura a que seu joelho é elevado à sua frente durante a fase de recuperação são ambas reduzidas. Seus braços balançam numa amplitude menor do que se estivessem em grande velocidade, podendo parte da sua função de equilibrar o movimento da perna ser transferida para a rotação dos ombros em oposição à dos quadris. Finalmente, com redução tanto na resistência do ar como na reação horizontal ao solo, a inclinação para frente de seu tronco, quando correndo à uma velocidade constante, é geralmente inferior à que seria se ele estivesse numa prova de velocidade.

Corrida com Barreiras

Dito de uma forma simples, a corrida com barreiras é uma forma especializada de correr na qual a maior parte da corrida, uma passada em cada quatro (na corrida de 110 m com barreiras altas), uma passada em algum ponto entre 12 ou 18 (nos 400 m com barreiras médias), é exagerada para permitir que o atleta passe pelas barreiras.

³⁴Se os efeitos da resistência do ar fossem maiores que os da reação horizontal, o atleta perderia velocidade. Em oposição, se os efeitos da resistência do ar fossem menores do que os da reação horizontal, ele ganharia velocidade. Assim, para o atleta correr "à velocidade máxima", esses efeitos opostos devem ter valores iguais.

Na corrida de 110 m com barreiras altas, a distância da linha de partida até a 1.^a barreira é de 13,72 m, a distância entre barreiras cuja altura alcança 1,067 m é de 9,14 m, e a distância entre a última barreira e a linha de chegada é de 14,02 m.

Aproximação. Conquanto essencialmente seja a mesma do velocista, a técnica de saída empregada por um barreirista difere em dois pontos importantes:

- 1) O pé que ele tem à frente em sua posição de saída deve permitir-lhe dar o número apropriado de passadas até a primeira barreira e chegar à sua impulsão com o pé correto. Por exemplo, se ele leva oito passadas para chegar à primeira barreira (como o faz a maioria dos barreiristas) e toma impulsão com seu pé esquerdo, este pé deve ser o que está à frente quando ele estiver na sua posição de partida.
- 2) A necessidade do atleta estar com uma posição adequada para impulsão na primeira barreira exige que o tronco seja levado para uma posição ereta ou quase ereta mais cedo do que se ele estivesse competindo em uma corrida simples de velocidade.

Impulsão. A primeira parte do movimento da impulsão do barreirista é quase que idêntica à passada normal de velocidade. Logo que o seu pé de impulsão toca o solo no final da última passada antes da barreira, seu outro pé (o pé de comando) é elevado bem alto sob suas nádegas [Fig. 165(a)]. Em seguida, com a perna de comando bem flexionada — para reduzir seu momento de inércia e facilitar sua rotação em torno de um eixo que passa atrás da articulação do quadril correspondente — o joelho de comando é balançado para frente e para cima [Fig. 165(b)]. Quando a

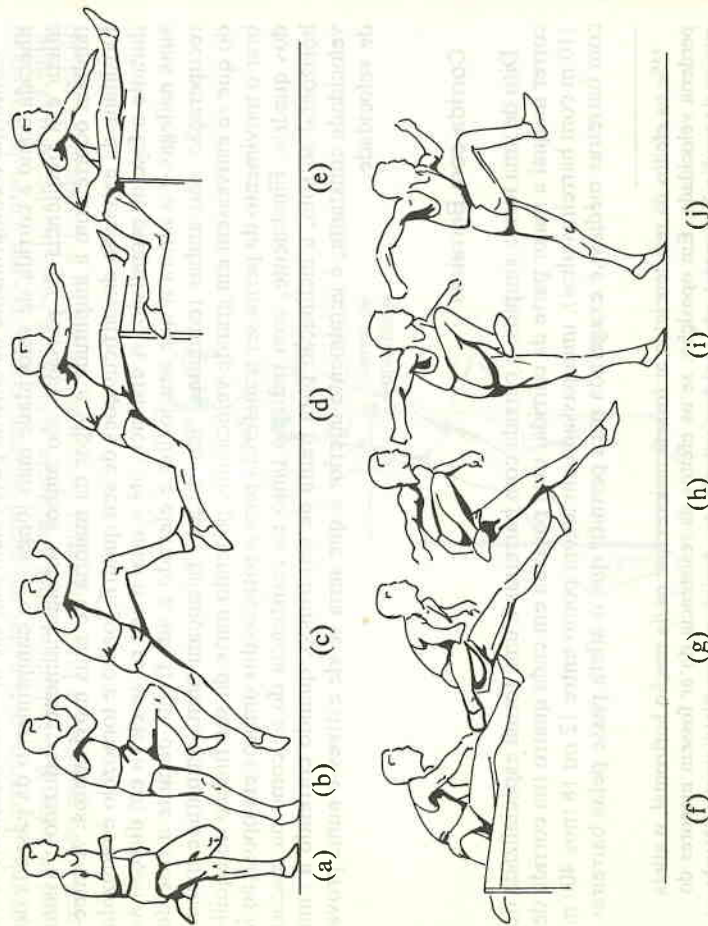


Figura 165. Técnicas utilizadas nas barreiras altas.

coxa da perna de comando se aproxima do seu limite de movimento para frente e para cima, seu momento é transferido à parte inferior da perna. Essa transferência de momento, provavelmente acompanhada por uma contração dos músculos que estendem a articulação do joelho, finalmente levá a perna de comando a uma posição próxima da estrada [Fig. 165(c) e (d)]. Esses movimentos da perna de comando tendem a deslocar o centro de gravidade do barreirista numa direção para frente e para cima, assim como rodar seu corpo para trás. Contudo, parcialmente em reação ao movimento da perna de comando e parte como resultado de forças musculares adicionais, o tronco do barreirista é levado para frente e para baixo no mesmo momento em que a perna de comando é balançada para frente e para cima [Fig. 165(a) — (d)]. Esse movimento do tronco serve para contrabalançar as tendências de rotação para cima e para trás da perna de comando.

Enquanto a perna de comando e o tronco estão sendo levados um em direção ao outro, a perna de impulsão no início apoia o atleta e, em seguida, impulsiona-o para frente e para cima em direção à barreira. Como na primeira fase do movimento da perna de comando, esses movimentos da perna de impulsão são muito semelhantes aos utilizados nos estágios equivalentes da corrida de velocidade.

A distância a partir da qual o barreirista toma impulsão em frente à barreira (isto é, a distância entre os dedos do pé de impulsão e a linha da barreira) depende de sua altura, do tamanho de sua perna, de sua velocidade e de sua técnica. Destes fatores, os dois últimos — os dois únicos sobre os quais o barreirista tem algum controle — são de grande importância prática. Para uma determinada distância de impulsão, quanto maior a velocidade horizontal do barreirista, menor o tempo que ele tem de elevar seu pé suficientemente alto a fim de evitar esbarrar no obstáculo. Assim, para permitir a si próprio um tempo suficiente para este propósito (e para evitar desastres), um bom barreirista instintivamente modifica sua distância de impulsão de acordo com as mudanças de sua velocidade horizontal (isto é, ele aumenta sua distância de impulsão conforme ele aumenta sua velocidade horizontal, e vice-versa). O padrão normal de mudanças nas distâncias de impulsão durante competições com barreiras altas é assim aquele no qual a distância aumenta constantemente nas primeiras barreiras (à medida que o barreirista gradualmente atinge sua velocidade máxima) e diminui nas últimas barreiras (à medida que a fadiga começa a reduzir sua velocidade). A técnica do barreirista e, particularmente, a velocidade com a qual ele leva seu pé de comando para cima até a altura do obstáculo são também importantes na determinação da distância de impulsão. Devido a isto, se todo o resto permanecer igual, quanto mais rápido for o movimento da perna de comando do barreirista, mais perto do obstáculo ele se pode permitir estar no momento da impulsão. Enquanto as distâncias de impulsão variam claramente de um atleta para outro, e de um obstáculo para outro para o mesmo atleta, a distância de 2,13 m é geralmente reconhecida como média para a maioria dos atletas. (Nota: Distâncias de impulsão relatadas por Doherty³⁵ para seis barreiristas de alto nível variaram de 1,75 m à 2,44m, com média de 2,10m.)

Voo. Uma vez que o barreirista deixa o solo, as únicas forças que agem sobre ele (considerando-se que ele não esbarra no obstáculo!) são a gravidade e a resistência do ar. O primeiro não tem efeito na sua velocidade para frente, mas age simplesmente para levá-lo de volta ao solo. O tempo gasto para que isto aconteça e, conseqüentemente, o tempo até que o barreirista possa novamente se impulsionar contra o solo, é regido, principalmente, pela sua velocidade vertical na impulsão — quanto

³⁵J. Kenneth Doherty, *Modern Track and Field* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1963), pp. 135-36.

maior sua velocidade vertical nesse instante, maior o tempo durante o qual ele permanecerá no ar. E, como a altura que o centro de gravidade do barreirista atinge no vôo está diretamente relacionada com a sua velocidade vertical na impulsão, isto significa que o barreirista deve passar por sobre o obstáculo com seu centro de gravidade tão baixo quanto a segurança e uma chegada ao solo equilibrada possam permiti-lo, se ele pretende retornar ao solo e começar a se impulsionar novamente tão rápido quanto possível. A resistência do ar que ele encontra enquanto está no ar age para reduzir sua velocidade para frente. Conquanto o valor desta força seja provavelmente muito pequeno — especialmente quanto a inclinação para frente do barreirista é pronunciada e sua área frontal é portanto muito pequena — quanto mais tempo ela age, maior é a redução efetuada na velocidade para frente do barreirista. Esta é uma razão complementar para que ele procure retornar ao solo tão rápido quanto possível.

Durante a fase inicial do vôo, a perna de comando do saltador e o tronco continuam a se movimentar em direção um do outro [Fig. 165(c) — (e)]. Esses movimentos levam seu centro de gravidade para perto dos limites inferiores do seu corpo e, assim, reduzem a altura a que o atleta deve elevar seu centro de gravidade a fim de passar por sobre a barreira. Este efeito é posteriormente aumentado pelo movimento para frente e para baixo do braço de comando [Fig. 165(c) — (e)] e, com relação a alguns barreiristas, através de uma queda para frente da cabeça, de modo a que a face fique aproximadamente paralela à pista.

Uma vez que o joelho da perna de comando tenha cruzado a barreira, os movimentos do tronco e da perna de comando sofrem reversão, com o movimento para baixo e para trás da perna de comando produzindo uma reação para cima e para trás do tronco.

Ainda que isto possa parecer muito diferente, o movimento da perna que é puxada durante a fase de vôo é em realidade muito semelhante ao movimento durante a fase de recuperação na corrida de velocidade normal. A única grande diferença é que a perna que é puxada é trazida para frente, a coxa é elevada para fora, de modo que em vez de passar verticalmente embaixo do corpo (como na corrida) ela passa horizontalmente para fora e lateralmente. Esse movimento permite que o atleta se mantenha muito mais baixo do que seria possível de outro modo ao passar por sobre o obstáculo.

A reação da parte superior do corpo aos movimentos da perna atrás do barreirista geralmente toma a forma de um movimento contrário do braço de comando do atleta [Fig. 165(d) — (j)]. Contudo, se o atleta tem uma inclinação insuficiente do seu tronco para frente, o momento de inércia do braço de comando pode ser tão pequeno, que o braço tem de se movimentar para trás bem rápido, se se deseja que surja a necessária reação. E, como um movimento de braço rápido como este tende a levar o tronco e os ombros do atleta para fora de seu alinhamento reto para frente, interferindo dessa forma com a manutenção do equilíbrio e da velocidade para frente, tal situação deve ser evidentemente evitada.

Chegada ao Solo. O barreirista toca o solo com seu corpo praticamente ereto [Fig. 165(i)] a uma distância de aproximadamente 1,33 m da barreira — as distâncias de chegada ao solo apresentadas por Doherty³⁶ variaram de 1,22 m a 1,52 m, com média de 1,39 m — e em seguida impulsiona vigorosamente para frente, passando à sua passada seguinte da corrida [Fig. 165(j)]. Esta impulsão para frente é muito facilitada por um forte movimento para frente e para cima da perna de trás, pois tal movimento não só coloca essa perna em posição ideal para balançar para frente

atingindo a passada seguinte [Fig. 165(i) e (j)], como também tende a anular a rotação para trás do tronco, ocasionada pelo movimento da perna de comando — uma rotação que, se não fosse refreada, colocaria o barreirista em uma tal posição que não poderia sair para sua próxima passada. (*Nota:* Uma falha na obtenção de uma recuperação alta da perna atrás para frente e para cima é provavelmente a causa mais comum de uma passada inicial encurtada e uma conseqüente dificuldade em cobrir a distância entre as barreiras dentro das três passadas exigidas.)

A velocidade do pé de comando em relação ao solo determina se o corpo irá experimentar uma freada momentânea (ou desaceleração) no instante que toca o solo — se o pé não se estiver movendo para trás com uma velocidade pelo menos igual à que o corpo estiver se movendo para frente, a freada ocorrerá inevitavelmente. Como essa situação ocorre muito freqüentemente quando o pé do atleta toca o solo bem à frente da linha do seu centro de gravidade, a colocação do pé abaixo do centro de gravidade é geralmente vista como característica de uma boa técnica de passada de barreiras.

Entre as Barreiras. A distância entre o ponto em que o pé toca o solo e o ponto de impulsão para a próxima barreira é percorrida em três passadas em corrida. Dessas, a primeira é invariavelmente a menor, e a segunda é normalmente a maior. A terceira, encurtada de alguns centímetros em preparação para a impulsão, é comumente um valor entre as duas. Um padrão de passada proposto por Mitchell³⁷ ilustra essas diferenças:

Chegada ao solo	1,37 m da barreira
Comprimento da 1.ª passada	1,68 m da barreira
Comprimento da 2.ª passada	2,06 m da barreira
Comprimento da 3.ª passada	1,91 m da barreira
Impulsão	2,13 m da barreira

Barreiras Médias

Na corrida de 400 m com barreiras médias, a distância entre a linha de partida e a 1.ª barreira é de 45 m, a distância entre as barreiras cuja altura alcança 0,914 m é de 35 m, e a distância entre a última barreira e a linha de chegada é de 40 m.

Do mesmo modo que os movimentos dos corredores de fundo e de meio fundo podem ser vistos como versões menos pronunciadas dos movimentos empregados por velocistas, assim também podem ser vistos os saltadores de barreiras médias em relação aos seus correspondentes saltadores de barreiras altas. Por causa da redução da altura em 15,3 cm, o atleta pode manter sua velocidade por sobre os obstáculos sem recorrer ao mesmo movimento forte e exagerado que o saltador de barreiras altas deve utilizar para obter o mesmo fim.

O maior problema técnico com que o saltador de barreiras médias se depara (além do seu movimento real de saltar) é, sem dúvida, o de quantas passadas dar entre as barreiras. E nisso existem muitas considerações importantes. Primeiro, sua escolha do número de passadas a serem utilizadas deve estar bem de acordo com o tamanho de sua passada normal de corrida, pois qualquer mudança acentuada na passada, aumento ou diminuição, indubitavelmente reduzirá sua velocidade. (*Nota:* Considerando valores típicos para distâncias de impulsão e de chegada ao solo, bem

³⁶*Ibid.*, pp. 135-36.

³⁷Les Mitchell, "Some Observations on the High Hurdles," *Track Technique*, No. 37, September 1969, p. 1187.

como para a 1.^a passada após ultrapassar a barreira, Le Masurier³⁸ computou o comprimento médio da passada, necessário para cobrir a distância entre as barreiras, em um dado número de passadas:

Número de Passadas entre as Barreiras	Comprimento Médio das Passadas
13	2,49 m
14	2,31 m
15	2,13 m
16	1,98 m
17	1,85 m

No entanto, ele argumenta que, "para uma barreira ser capaz de deslizar economicamente por entre as barreiras, sua passada natural deve exceder de muitos centímetros os números acima". Segundo, a menos que ele possa pular a barreira razoavelmente bem, partindo com qualquer dos pés, será necessário para ele utilizar um número ímpar de passadas entre as barreiras. Terceiro, a devida ressalva deve ser feita para o fato de que, conforme a fadiga se instala, o comprimento de sua passada tende a diminuir.

Enquanto esses requisitos, na maioria das vezes conflitantes, têm se resolvido durante os anos de uma variedade de maneiras, é aparente uma geral tendência a se aceitar o uso de menos passadas entre as barreiras e o uso de um número ímpar de passadas entre as barreiras em algum ponto na corrida. Por exemplo, enquanto dezessete passadas entre as barreiras, ou quinze passadas entre as primeiras barreiras e dezessete passadas entre as restantes, eram padrões comuns nos primórdios da competição, os atletas que obtiveram medalhas nos Jogos Olímpicos de 1968 utilizaram os seguintes padrões de passadas:

Primeiro: David Hemery (Inglaterra)	13 passadas até a 6. ^a barreira, daí em diante 15 passadas	48,1 seg
Segundo: Gerhard Hennige (Alemanha Ocidental)	13 passadas até a 6. ^a barreira, daí em diante 15 passadas	49,0 seg
Terceiro: John Sherwood (Inglaterra)	13 passadas até a 6. ^a barreira, 14 passadas até a 8. ^a barreira e 15 passadas daí em diante	49,0 seg

Edwin Moses (EUA), ganhador dos 400 m com barreiras nos Jogos Olímpicos de 1976, utilizou 13 passadas durante todo o percurso da corrida, e conforme indicam trechos de uma recente entrevista tem utilizado 12 passadas entre as barreiras na prática.

P. "Uma vez você disse que 15 passadas realmente o retardavam. Quando você começou a treinar usando 13 passadas durante toda a corrida?"

R. "Eu nunca corri com 15 passadas. Na Flórida, minha primeira competição séria, corri com 13 passadas, até a 6.^a barreira, com 14 nas duas seguintes, pois eu não estava certo do padrão, e em seguida novamente 13 passadas até o final. Fiquei sabendo a partir daí que eu podia realizar a corrida toda com 13 passadas mas não fiz logo isto porque a corrida era nova para mim. Assim, depois disso, eu treinei com 13 passadas o tempo todo. Eu fazia tudo em meus treinamentos somente com 13 passadas."

³⁸John Le Masurier, "Some Factors of Performance in the 400 Metres Hurdles," *Athletics Weekly*, XXIII, September 13, 1969, p. 14.

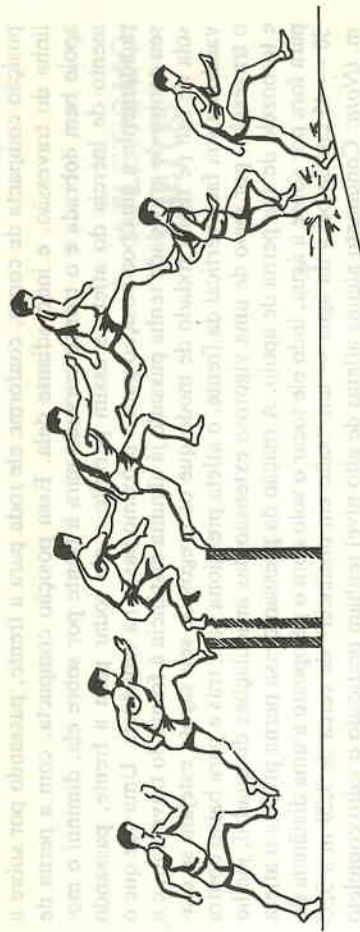


Figura 166. Um exemplo das técnicas utilizadas na execução do salto por sobre o fosso, nos 3.000 m com obstáculos.

P. "É o padrão com 12 passadas uma das chaves para correr isto tão rápido (45 — 46 seg)."

R. "Sim, e eu tenho trabalhado nisto na prática. Eu estou fazendo isso confortavelmente, mais do que antes dos jogos, quando eu estava me concentrando nas 13 passadas. Eu não queria treinar forte com as 12 passadas, pois não queria perturbar o padrão que tinha."³⁹

Corrida de Obstáculos

Nos 3.000 m com obstáculos, um atleta deve lidar com 28 barreiras solidamente construídas com 0,914 m de altura e fossos de água (consistindo de uma barreira de 0,914 m fixa bem em frente de um quadrado d'água com 3,66 m de comprimento e largura).

A técnica ortodoxa de ultrapassar as barreiras é essencialmente a mesma utilizada pelos atletas nas barreiras médias, isto é, uma forma simplificada da técnica de saltar uma barreira alta e previamente descrita. Como nas barreiras médias, a capacidade de tomar impulsão com qualquer um dos pés — conquanto seja relativamente rara entre os saltadores de obstáculos — é uma vantagem distinta, pois reduz a extensão do ajuste que o atleta pode ser obrigado a realizar para assumir uma posição correta na impulsão. (Deve ser apontado aqui que, diferentemente dos saltadores de barreiras médias, os saltadores de obstáculos normalmente não procuram cobrir as distâncias entre os obstáculos com um número certo de passadas.)

A técnica utilizada para lidar com o fosso é mostrada na Fig. 166. À medida que o atleta se aproxima da barreira, ele ajusta sua velocidade e sua passada — a última com auxílio, talvez, de uma marca-controle — de modo a chegar no ponto ótimo para impulsão com uma velocidade suficiente que lhe permita completar o salto eficientemente. Uma vez que seu pé de impulsão toca o solo, ele leva sua perna de comando para frente, com o joelho bem dobrado, em preparação para a batida no travessão superior de 127 mm de largura (Fig. 166). Com seus olhos fixos no travessão, a fim de minimizar o risco de uma colocação errada do pé, ele salta para o ar e coloca o arco do seu pé contra a borda superior do travessão mais próxima (Fig. 166). Logo após se segue um período de apoio, durante o qual o atleta mantém uma

³⁹Jon Henderson, "T & FN Interview: Edwin Moses," *Track and Field News*, XXIX, September 1976, pp. 33-34.

