

ANÁLISE CINEMÁTICA DA CORRIDA EM CURVAS NO ATLETISMO

KINEMATICS ANALYSIS OF RACING IN TRACK AND FIELDS CURVES

Carolina Ramos Magalhães

Cláudio Delunardo Severino

Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA

claudiodelunardo@gmail.com

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar e descrever, sob a perspectiva cinemática, a corrida em curva no Atletismo, a considerar a frequência e o comprimento das passadas, além do ângulo do corpo em relação à pista. Para tal, a amostra constituiu-se de uma atleta de nível regional, do sexo feminino que, após o sinal de partida, cumpriu a distância de 100 metros na curva em máxima velocidade. Todavia, ressalta-se que, para o estudo, considerou-se apenas os primeiros 70 metros do percurso. A análise cinemática foi realizada por intermédio de filmagens feitas com câmeras estrategicamente posicionadas. A partir dos resultados obtidos, percebeu-se que a velocidade obtida pelo sujeito da pesquisa na corrida em curva está diretamente associada ao comprimento e a frequência de suas passadas, podendo esta alcançar maior eficácia por intermédio de treinamentos voltados para a obtenção de força, flexibilidade e melhor posicionamento do corpo em relação à pista. Para pesquisas futuras, percebeu-se a necessidade da obtenção de dados referentes ao comprimento de membros inferiores dos sujeitos participantes e da estatura dos mesmos com o intuito de tornar mais credíveis os dados obtidos.

Palavras-chaves: Corrida em curva; cinemática; atletismo.

ABSTRACT

This study aimed to analyze and describe under the kinematic perspective, the curve tracking in Track and Field, to consider the frequency and the length of the past, beyond the body angle to the track. To this end, the sample consisted of a regional level athlete, female, after the starting signal, fulfilled the distance of 100 meters on the curve at full speed. However, it is noteworthy that, for the study, we considered only the first 70 meters of the route. Kinematic analysis was performed through footage shot with strategically placed cameras. From the results, it was noticed that the speed obtained by the research subject in the race in turn is directly related to the length and frequency of his past, which may achieve greater effectiveness through focused training for obtaining strength, flexibility and better body positioning relative to the track. For future research, we realized the necessity of obtaining data on the length of the lower limbs of the subjects participants and height thereof in order to make the data obtained more credible.

Keywords: Curve tracking; kinematics; track and field

INTRODUÇÃO

Entre as provas individuais rasas de velocidade no Atletismo, encontram-se as de 200 e 400m que se caracterizam pela corrida em curva e fatores como, por exemplo, a opção adequada da amplitude e frequência de passada que pode contribuir para o desempenho do praticante (FRAGA *et al.*, 2007).

A corrida em curva apresenta movimentos distintos dos existentes em distâncias percorridas na reta. E sobre o estudo desses movimentos específicos, Santos (2012) aponta a necessidade de descrevê-los com o intuito de investigar as suas causas. Para isso, torna-se mister a utilização dos conceitos da cinemática para definir as relevâncias, determinar as relações entre estas e, por fim, estabelecer as condições para medi-las.

O desempenho do atleta em provas de velocidade, deve-se, de acordo com Stoffels *et al.* (2007), às condições físicas, psíquicas e, fundamentalmente, técnicas apresentadas. Os mesmos autores observam ainda que, a julgar a técnica específica a ser empregada pelos atletas e os conhecimentos científicos como o único parâmetro credível para analisá-la, torna-se relevante a pesquisa acerca desse tema. Não obstante embora se tenha enfatizado relativo interesse na análise da corrida, há certa carência de pesquisas nesse campo (FRAGA *et al.*, 2007).

A presente pesquisa objetivou analisar e descrever a corrida em curva no Atletismo, a considerar a frequência e o comprimento das passadas, além do ângulo do corpo em relação à pista. A mesma se justifica pela possibilidade de se apresentar subsídios acerca do comportamento de variáveis cinemáticas de corredores em curva no Atletismo, podendo assim contribuir com o trabalho de professores e técnicos da referida modalidade.

REFERENCIAL TEÓRICO

Em se tratando de corridas em competições, são algumas as formas e ritmos de executá-las no Atletismo (MATTHIESEN, 2007b). No que tange às suas formas, é possível mencionar as corridas rasas de velocidade, de revezamento, com barreiras e com obstáculos, com cada uma delas contendo movimentos básicos para o seu desenvolvimento que, segundo Noll *et al.* (2013), indicam-se na literatura esportiva métodos adequados de treinamento com o objetivo de obter a melhora do desempenho por parte do praticante.

A corrida é caracterizada como um movimento natural que é utilizado para um deslocamento mais rápido, tanto no cotidiano como na prática esportiva. Embora seja aparentemente simples, apresenta-se como um movimento complexo quando inserido na corrida competitiva (STOFFELS *et al.*, 2007). Para Fraga *et al.* (2007), trata-se de uma atividade motora complexa que incorpora a ação do sistema nervoso em conjunção com grande parte dos músculos, o que exige coordenação da amplitude de movimentos. Matthiesen (2007a) observa que, para correr, os motivos são variados, por exemplo, para manter a forma, obter uma saúde melhor, por recomendações médicas e, em um nível avançado, treinar para uma competição.

O estudo realizado por Stoffels *et al.* (2007) indica que, em uma corrida de velocidade, o atleta deve objetivar a manutenção do seu centro de gravidade, minimizando deslocamentos em outras direções a partir de movimentos simultâneos de membros superiores e inferiores, como a força obtida pela perna de impulso, da ação da perna livre, dos movimentos dos braços e da inércia do deslocamento. Ela pode ser dividida em 4 fases, denominadas como fase de reação, fase de aceleração, fase de velocidade máxima e fase de desaceleração, sendo que a terceira é composta por um conjunto de movimentos cíclicos e simétricos que possuem duas etapas: a fase de apoio e a fase aérea. Durante a corrida de velocidade, Fink *et al.* (2010)

ênfatizam que o movimento de membros inferiores é cíclico, com cada pé entrando em contato alternadamente o solo, passando por baixo e por trás do corpo para, posteriormente, mover-se para frente e tocar novamente a pista.

Sobre a corrida de velocidade desenvolvida em curva, a mesma se faz presente em provas individuais (200m rasos, 400m rasos e 400m com barreiras) e em revezamentos (4x100m e 4x400m). Sobre a prova de 4x100m, Matthiesen (2007a) aponta que em relação aos corredores que compõem uma equipe, o primeiro, além de ter uma ótima saída, deve correr bem em curva, o mesmo se aplicando ao terceiro atleta da equipe.

A análise cinemática das corridas

Para Hall (2013), a cinemática consiste em analisar o movimento dos corpos de acordo com a velocidade do movimento, o seu tempo e o padrão, descrevendo assim as inerências temporais do movimento. Santos (2012), ao conceituar a cinemática, indica que a descrição do movimento é o seu foco, mas, para isso, há a necessidade de se apontar as suas relevâncias e as relações entre estas, para que, posteriormente, possam ser determinadas as condições para verificá-las. Ressalta-se que a análise cinemática é utilizada unicamente para descrever o movimento, não referenciando as causas do mesmo (FINK *et al.*, 2010).

Sobre a corrida, o estudo realizado por Fink *et al.* (2010) aponta que o comprimento e a frequência da passada do atleta estão vinculados à velocidade empregada por este. Percebe-se, nesse caso, que a velocidade é proporcional à frequência e ao comprimento das passadas. Assim, segundo os mesmos autores, a velocidade pode ser representada pela equação $V=CP \times FP$, na qual **V** é referente à velocidade média da corrida, **CP** ao comprimento médio da passada e **FP** à frequência média da passada.

Acerca da corrida em curva, observa-se que, de acordo com Silva Filho *et al.* (2012), a posição do corredor ou corredora deve ser aquela que tangencie a mesma, sem estabelecer

contato com as linhas que delimitam as raias ou ultrapassá-las, ou seja, a trajetória do percurso deve apresentar medidas algébricas superiores à linha que delimita a raia. Essa estratégia, segundo os mesmos pesquisadores, além de respeitar as regras específicas da modalidade, permite aos atletas a obtenção de resultados mais significativos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Para a realização do presente estudo, a amostra constituiu-se de uma atleta do sexo feminino. O critério utilizado para a seleção da amostra foi a aptidão do sujeito para realizar a corrida em curva de acordo com os procedimentos técnicos encontrados na literatura especializada. Ressalta-se que a participante cumpriu com todos os procedimentos necessários de acordo com o Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos do Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA, o qual foi submetido o projeto e aprovado sob o Parecer Consubstanciado nº. 1.174.546 e Certificado de Apresentação para Apreciação Ética nº. 45500115.5.0000.5237.

A Tabela 1 apresenta a caracterização antropométrica da atleta analisada a partir da mensuração da massa corporal e estatura, de acordo com as orientações de Lopes e Ribeiro (2014).

Tabela 1 - Características antropométricas da atleta analisada

IDADE	ESTATURA	MASSA
24 anos	1,68m	63 Kg.

Procedimentos de coleta e análise

A etapa referente ao desenvolvimento do estudo consistiu na coleta de imagens tridimensionais, as quais foram captadas por câmeras localizadas em pontos estratégicos no

sentido de captar todo o conjunto de movimentos associados à corrida em curva (Figura 1). Este procedimento foi realizado na pista de Atletismo de carvão e o sujeito foi orientado a correr em máxima velocidade, de acordo com as técnicas específicas da corrida encontradas na literatura especializada. O procedimento ocorreu em duas tentativas por parte do sujeito participante.

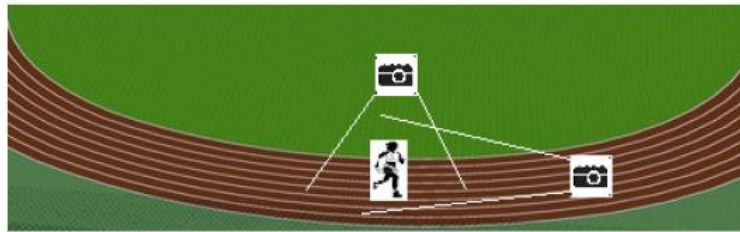


Figura 1 - Localização das câmeras

Para a análise cinemática da corrida em curva, a atleta, após o sinal de partida, foi orientada a cumprir em máxima velocidade o percurso de 100 metros, partindo de uma saída baixa com o auxílio do bloco de partida. Todavia, para a análise propriamente dita, considerou-se apenas a distância percorrida entre os 40 e 70 metros onde, de acordo com Fernandes (2003), um atleta consegue atingir a sua maior velocidade. Esse procedimento, na perspectiva de Noll *et al.* (2013), evita que o sujeito reduza a sua velocidade antes do final do percurso.

As imagens captadas foram transmitidas para o computador e posteriormente investigadas com o auxílio do programa KINOVEA, que permitiu a quantificação das variáveis cinemáticas de amplitude e frequência da passada, bem como o ângulo do corpo em relação à pista no momento da corrida. A frequência (FP), referente ao número de passadas por unidade em tempo (STOFFELS *et al.*, 2007), foi calculada em passadas por segundos, a partir da divisão de passos entre 40 e 70 metros do percurso total. Observa-se que as variáveis (CP e FP) foram obtidas a partir da perda de contato do pé com o solo até o contato do pé

contrário com a pista (FINK *et al.*, 2010). Sobre o comprimento das passadas (CP), segundo Stoffels *et al.* (2007), trata-se da distância horizontal verificada entre as pontas dos pés, projetada na direção do movimento, em dois apoios consecutivos dos pés.

Materiais

Para a realização do presente estudo serão utilizados os seguintes materiais:

- Câmera digital Sony DCR-SR42
- Câmera digital Fujifilm Finepix AV300
- Cronômetro digital Ultrak 320 Sport
- Trena de fibra de vidro 100m Vonder

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise cinemática da corrida em curva constataram que o sujeito da pesquisa percorreu o trecho entre 40 e 70 metros em 19 passadas, em um tempo de 4,90 segundos e com velocidade média (m/s) de 7,08. No mesmo percurso, o valor do comprimento médio de passadas (CP) foi de 152cm (Figura 2). Esse valor apresenta-se inferior ao apresentado no estudo realizado por Stoffels *et al.* (2007), que foi de $181 \pm 0,06$ m.

De acordo com os estudos promovidos por Fink *et al.* (2010), a velocidade alcançada é, por intermédio da equação $V=CP \times FP$, proporcional ao comprimento e frequência das passadas. Nesse caso, permite-se com essas variáveis a descrição do padrão de movimento utilizado pela corredora que alcançou a velocidade a partir da combinação entre CP e FP (FRAGA *et al.*, 2007; FINK *et al.*, 2010).

Fink *et al.* (2010) apontam considerável relação entre a velocidade e o comprimento das passadas (V e CP) até aproximadamente a velocidade de 7 m/s, próxima portanto ao rendimento alcançado pelo sujeito da pesquisa. A respeito da relação entre a velocidade e a frequência das passadas (V e FP), percebe-se, segundo Fink *et al.* (2010), uma distinção entre os índices apresentados pelos atletas mais e os menos habilidosos, sendo que os primeiros apresentam indicadores de FP inferiores. Não obstante Fraga *et al.* (2007) indicam a ausência de consenso no que tange percentual de contribuição de FP e CP na velocidade, já que FP maior do CP pode indicar um esforço muscular durante o ciclo de passada, representando assim uma FP referente a um parâmetro motor estabelecido por atributos físicos, especificamente suas características inerciais. Ressalta-se que, com a redução da FP, há significativo declínio da velocidade final alcançada pelos atletas, identificada na maior parte das corridas (STOFFELS *et al.*, 2007; SANTOS, 2012).

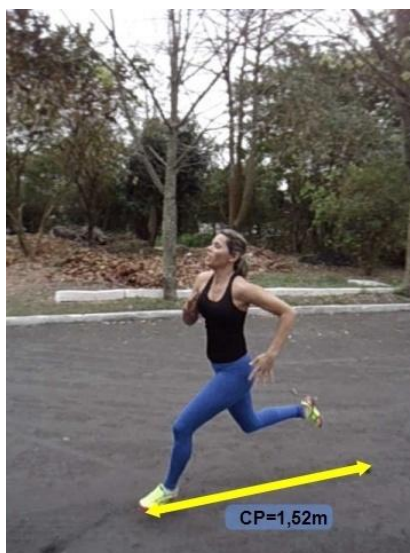


Figura 2 - Comprimento médio da passada (CP) entre 40 e 70m do percurso total da corrida.

Percebeu-se que o comprimento das passadas apresentou pequena oscilação entre os 40 e 51 metros da distância total percorrida. Dos 52 aos 64 metros, notou-se acentuada

variação do comprimento das passadas para, nos 6 metros finais do trecho analisado, ocorrer a mesma alteração identificada no início do percurso. A Tabela 2 apresenta os valores do comprimento das passadas durante a distância percorrida, bem como a média estabelecida para a referida variável.

Na corrida de velocidade, o comprimento das passadas pode ser deliberado por alguns fatores como, por exemplo, as condições da pista, as dimensões antropométricas do corredor ou corredora e as condições de fadiga neuromuscular dos mesmos. No que tange ao último caso, a fadiga implica no comprometimento do processo de potência muscular, resultando assim em possíveis falhas na coordenação neuromuscular (FRAGA *et al.*, 2007; NOLL *et al.*, 2013).

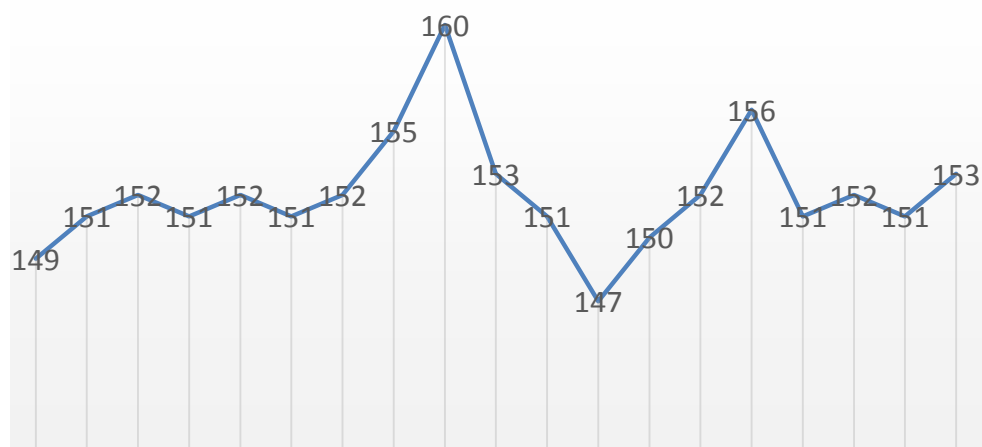


Gráfico 1–Valores em centímetros do comprimento de passadas

Acerca do ângulo do corpo do sujeito em relação a pista, notou-se uma inclinação lateral de 10° em direção ao centro da curva, conforme Figura 2. Essa variação ocorre, segundo Silva Filho *et al.* (2012), como se o sujeito se sentisse puxado para fora da curva, ação justificada pela aceleração centrípeta (***a_{ct}***) que lhe oportuniza uma inclinação contrária,

para dentro da curva, resultando um melhor posicionamento. A aceleração centrípeta (\mathbf{a}_{ct}), responsável pela alteração da direção do movimento, ocorre a partir da ação de um corpo em movimento circular (TIPLER; MOSCA, 2009).



Figura 2 – Inclinação lateral em direção ao centro da curva.

Enfatiza-se que, a partir da velocidade constante do sujeito (\mathbf{v}), a componente normal (\mathbf{F}_{ct}) para a força de atrito é equilibrada pelo atrito estático entre a pista e os pés do sujeito na tangente à curva e pelas forças de arraste do ar (SILVA FILHO *et al.*, 2012; TIPLER; MOSCA, 2009). Silva Filho *et al.* (2012) observam ainda que a componente normal do atrito estático evita que o pé do sujeito deslize lateralmente para fora, sofrendo ação da força centrífuga (\mathbf{F}_{cf}). Assim, pende-se para o interior da curva, contribuindo para a aceleração centrípeta (\mathbf{a}_{ct}), justificando-se assim a inclinação do sujeito (Figura 3).



Figura 3 – Forças atuantes na inclinação do sujeito durante a curva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente estudo foi analisar e descrever, sob a perspectiva cinemática, a corrida em curva no Atletismo, a considerar a frequência e o comprimento das passadas, além do ângulo do corpo em relação à pista. De acordo com os resultados obtidos, notou-se que a velocidade obtida pelo sujeito da pesquisa na corrida em curva está diretamente associada ao comprimento e a frequência de suas passadas, podendo esta alcançar maior eficácia por intermédio de treinamentos voltados para a obtenção de força, flexibilidade e melhor posicionamento do corpo em relação à pista. Para pesquisas futuras, percebeu-se a necessidade da obtenção de dados referentes ao comprimento de membros inferiores dos sujeitos participantes e da estatura dos mesmos com o intuito de tornar mais credíveis os dados obtidos.

A relevância deste estudo consiste em proporcionar a professores de Educação Física e técnicos de Atletismo, por intermédio da análise cinemática, o auxílio quanto ao entendimento

das particularidades da corrida em curva, contribuindo, portanto, para treinamentos específicos de atletas de provas de velocidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNANDES, J. L. *Atletismo: corridas*. 3. ed. São Paulo: EPU, 2003.

FINK, M. *et al.* Análise cinemática da corrida de 100 metros rasos em escolares. **Revista digital**, Buenos Aires, v. 14, n. 140, jan. de 2010. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd140/analise-cinematica-da-corrída-de-100-metros.htm>>. Acesso em: 03 fev. 2016.

FRAGA, C. H. W. *et al.* Análise de variáveis cinemáticas na corrida do triathlon obtidas em prova simulada. **Revista Brasileira de Biomecânica**, São Paulo, v. 8, n. 14, p. 16-20, 2007.

HALL, S. J. **Biomecânica básica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

LOPES, A. L.; RIBEIRO, G. S. Antropometria aplicada à saúde e ao desempenho esportivo: uma abordagem a partir da metodologia ISAK. Rio de Janeiro: Rubio, 2014.

MATTHIESEN, S. Q. **Corridas**. São Paulo: Odysseus Editora, 2007.

_____. **Atletismo: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

NOLL, M. *et al.* Proposta de uma metodologia para análise cinemática da corrida na prova de 50 metros em ambiente escolar. **Cinergis**, Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 2, abril/junho, 2013.

SANTOS, J. L. **Cinemática das corridas de atletismo**. 2012. 56f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física) - Instituto de Física, UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.

SILVA FILHO, M. *et al.* Como a física pode contribuir para melhorar o desempenho dos atletas brasileiros nos XXXI Jogos Olímpicos de verão de 2016. **Revista Brasileira de Ensino da Física**, São Paulo, v. 34, n. 1, 2306, 2012.

STOFFELS, F. *et al.* Análise de variáveis cinemáticas da corrida de jovens velocistas. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 7, n. 1, p. 59-67, 2007.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros, volume 1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.