

Análise comparativa dos parâmetros cinemáticos do passo entre a corrida à máxima velocidade, e corrida assistida a velocidades supra maximais.

Nuno Miguel Soares Lemos

Porto, 2009

Análise comparativa dos parâmetros cinemáticos do passo entre a corrida à máxima velocidade, e a corrida assistida a velocidades supra maximais.

Monografia realizada no âmbito da disciplina de Seminário do 5º ano da licenciatura em Desporto e Educação Física, na área de Atletismo, Opção Complementar de Desporto de Rendimento, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto

Orientador: Prof. Doutor Paulo Jorge Colaço Oliveira
Nuno Miguel Soares Lemos

Lemos, N. (2009). Análise comparativa dos parâmetros cinemáticos do passo entre a corrida à máxima velocidade, e a corrida assistida a velocidades supra maximais. Universidade do Porto, Faculdade de Desporto.

Aos meus Pais....

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho imerge na colaboração preciosa de um conjunto de pessoas, sem as quais, a montagem de toda logística e a recolha de dados, seria impossível. Quero portanto manifestar a minha sincera gratidão:

Ao Professor Doutor Paulo Jorge Colaço Oliveira, pela orientação do presente estudo, pelo incentivo e auxílio da resolução dos problemas ao longo deste estudo.

Ao Prof. Doutor Filipe Conceição, pela ajuda e apoio e, acima de tudo, pela partilha de conhecimentos e fornecimento de documentação indispensável à realização do estudo.

Ao Gabinete de Biomecânica, pela disponibilidade e compreensão no uso dos instrumentos utilizados. Em especial ao Engenheiro Pedro Gonçalves, pela sua ajuda imprescindível, e paciência incessante numa das fases mais importantes da construção do estudo.

Ao Mestre Branco Lima e Pedro Guimarães pelo auxílio, total disponibilidade e pela permissão da aplicação dos testes aos seus atletas.

Ao João Peralta e Susana Martins, pela ajuda incansável, pelas horas dispendidas neste projecto pela boa disposição e dedicação.

Ao Mário Manuel Nogueira pelo companheirismo, amizade e preciosa ajuda, ao longo da realização do estudo. Por constituir um modelo no sentido de responsabilidade e organização.

A todos os meus amigos, com quem partilhei bons e maus momentos, que me apoiaram desde o início do curso, pela vossa presença e atenção, sem as quais seria muito difícil enfrentar as várias adversidades surgidas ao longo de todo o percurso académico.

Por fim, mas não com menos importância, gostaria de agradecer a todos os atletas da Escola do Movimento que amavelmente, e de bom grado, constituíram a amostra deste estudo.

ÍNDICE GERAL

1.Introdução.....	3
2.Revisão de literatura.....	9
2.1 A Velocidade.....	9
2.1.1 Definição de velocidade.....	9
2.1.2 Factores preponderantes para a velocidade	9
2.2 A corrida dos 100m.....	11
2.2.1 A caracterização da corrida.....	11
2.3 Técnica de corrida.....	14
2.3.1 Variações na técnica durante a corrida dos 100m.....	14
2.3.2 Análise da passada.....	17
2.3.3 Componentes da passada.....	20
2.3.3.1 Amplitude da passada.....	20
2.3.3.2 Frequência da passada.....	21
2.4 Velocidade máxima de corrida.....	22
2.4.1 Factores implicados na velocidade máxima de corrida.....	24
2.4.2 Factores técnicos na corrida à máxima velocidade.....	25
2.5 Treino assistido ou facilitado.....	30
2.5.1 Definições.....	30
2.5.2 Implicações.....	30
2.6 Manifestações de força na corrida dos 100m.....	34
3. Objectivos e Hipóteses.....	37
3.1. Objectivo geral.....	39
3.2. Objectivos Específicos.....	39
3.3 Sistematização de Hipóteses.....	40
4. Material e métodos.....	41
4.1.Caracterização da amostra.....	43
4.2.Recolha de dados	44

4.2.1.Procedimentos associados à colocação e calibração das câmaras de vídeo.....	47
4.3. Análise cinemática.....	48
4.3.1Tratamentos dos Dados da Cinematica.....	48
4.3.2. Análise dos parâmetros cinemáticos.....	49
4.4. Procedimentos estatísticos.....	50
5. Apresentação e Discussão dos Resultados.....	51
5.1. Amplitude de Passo	53
5.2. Frequência de Passo.....	54
5.3. Velocidade do Centro de Gravidade.....	57
5.3.2 Velocidade do CG no momento aéreo da passada.....	58
5.4.Distância de Contacto.....	59
5.5.Tempo de Apoio	60
5.6.Tempo de Voo	61
5.7.Relação entre Tempo de Apoio e Tempo de Voo.....	62
5.8.TrajectóriaHorizontal	63
5.9. Posições Angulares.....	64
5.9.1Complexo Articular Tronco/Coxa.....	64
5.9.2 Complexo Articular Coxa/Perna.....	67
6. Conclusões.....	71
6.Conclusões.....	73
7.Limitações eSugestoes.....	75
7.1. Limitações.....	77
7.2. Sugestões.....	77
8. Referências Bibliografias.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Factores que intervêm na velocidade de movimentos cíclicos	8
Figura 2: Técnica de corrida <i>Stride</i>	13
Figura 3: Técnica de corrida <i>Stride</i>	13
Figura 4: Técnica de corrida <i>Driving</i>	14
Figura 5: Fase de <i>Driving</i> na passada	15
Figura 6: Fase de <i>Recovery</i> na passada.	15
Figura 7: Fases do passo	16
Figura 8: Fase de apoio	16
Figura 9: Fase de amortecimento	16
Figura 10: Fase de impulsão	17
Figura 11: Fase aérea	17
Figura 12: Figura ilustrativa das fórmulas da Velocidade, Frequência de passada e Comprimento de passada	20
Figura 13: Correlação entre a Velocidade máx. atingida e o tempo aos 100m	21
Figura 14: Fase de impulsão da passada à máxima velocidade de corrida	25
Figura 15: Elevação do joelho da perna livre na passada à máxima velocidade	26
Figura 16: Fase de amortecimento na passada à máxima velocidade.	27
Figura 17: Fase de impulsão e fase aérea na passada à máxima velocidade.	27
Figura 18: <i>speedy –system</i> , meio de treino assistido por intermédio de roldana	

Figura 19: Esquema representativo do cenário da recolha de dados	43
Figura 20 e 21: Sistema de roldana utilizado como meio assistido, para corrida a velocidade supra – maximal.	44
Figura 22: Estrutura metálica usada como dispositivo de calibração (escala, referencial).	45
Figura 23: Valores de amplitude de passo nas duas situações de corrida	51
Figura 24: Valores de frequência de passo nas duas situações de corrida.	53
Figura 25 e 26: Tempo e respectiva frequência de passo de cada atleta em situação de hiper – velocidade e corrida normal.	54
Figura 27: Valores da velocidade do CG no momento de contacto com o solo.	55
Figura 28: Valores da velocidade do CG na fase aérea da passada.	56
Figura 29: Valores angulares do complexo articular Tronco/Coxa nas diferentes fases da passada.	59
Figura 30: Valores angulares do complexo articular Coxa/Perna nas diferentes fases da passada.	63

ÍNDICE DE QUADROS

	Pág.
Quadro 1: Tempo na prova dos 100m e velocidade máxima correspondente, segundo Geráldez (2006).	20
Quadro 2: Intervalo dos tempos em cada secção da corrida segundo Ferro et al (2001).	21
Quadro 3: Tempo de apoio e tempo de voo de atletas espanhóis segundo Arufe (2004), adaptado de Marcos et al (1986).	24
Quadro 4: Caracterização da amostra em termos de massa corporal (IMC), idade, altura, peso e anos de competição.	41
Quadro 5: Caracterização da amostra em especialidade e marcas pessoais.	42
Quadro 6: Referencias anatómicas utilizadas para a colocação dos marcadores.	43
Quadro 7: Descrição dos valores da média, desvio padrão e valores de significância estatística da amplitude de passo na corrida normal e na corrida a hiper – velocidade.	51
Quadro 8: Descrição dos valores da média, desvio padrão e valores de significância estatística da frequência de passo na corrida normal e na corrida de hiper – velocidade.	52
Quadro 9: Correlação entre frequência de passo e o tempo nos 60m.	53
Quadro 10: Descrição dos valores da média, desvio padrão e valores de significância estatística da velocidade do CG na corrida normal e na corrida de hiper – velocidade	54
Quadro 11: Descrição dos valores da média, desvio padrão e valores de significância estatística (T-teste medidas dependentes, $\alpha = 0.05$) da distância de contacto na corrida normal e na corrida de hiper – velocidade	57
Quadro 12: Descrição dos valores da média, desvio padrão e valores de significância estatística da oscilação vertical do CG na corrida normal e na corrida de hiper – velocidade	58

Quadro 13: Valores do t-teste medidas dependentes, $\alpha = 0.05$ das posições angulares do complexo articular Tronco/Coxa nas diferentes fases do passo.	60
Quadro 14: Valores do t-teste medidas dependentes, $\alpha = 0.05$ das posições angulares do complexo articular Coxa/Perna nas diferentes fases do passo.	63
Quadro 15: Descrição dos valores da média, desvio padrão do ângulo do complexo articular do Joelho (Coxa/Perna).	64

Resumo

A utilização da hiper – velocidade como meio especial de treino para o desenvolvimento da performance na corrida de velocidade curta, tem vindo a ser utilizada com mais frequência no seio dos treinadores portugueses.

Apesar deste meio de treino facilitado já ter sido aplicado desde os anos 70, os vários estudos, conduzidos até o presente sobre a temática não permitiram chegar a uma conclusão decisiva quanto às implicações e consequências na performance atlética a longo prazo, nomeadamente em questões relacionadas com a execução técnica e variáveis cinemáticas.

Assim, o objectivo principal deste estudo, consiste em verificar as alterações cinemáticas do passo, na corrida de 60 metros, em condições normais de corrida à máxima velocidade, e condições facilitada com corrida a uma velocidade superior à máxima (corrida com tracção, utilizando um sistema de roldana). A amostra foi constituída por 9 atletas do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 16 e os 27 anos de idade. Foram colocados 21 marcadores reflexivos sobre proeminências anatómicas e os dados cinemáticos foram obtidos através de uma câmara de vídeo de 25Hz, disposta no plano sagital à avaliação. Para analisar as variáveis temporais, espaciais e espaço-temporais do passo numa corrida de 60m em velocidade máxima foi utilizado o programa APAS (Ariel Performance Analysis System).

No nosso estudo não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos seguintes parâmetros analisados: frequência de passo, oscilação vertical do centro de gravidade, no complexo articular tronco/coxa em todas as fases da passada, e no complexo articular coxa/perna na fase aérea e de impulsão da passada. No entanto, verificaram-se diferenças significativas em todos os restantes parâmetros, nomeadamente na performance resultante, sugerindo-nos que o padrão técnico de corrida dos atletas foi alterado, pelo que especulamos que, se a intensidade utilizada for ajustada ao nível de treino do atleta, este meio de treino promoverá um aumento da velocidade máxima de corrida a médio e longo prazo.

PALAVRAS CHAVE: VELOCIDADE MAXIMA; HIPER – VELOCIDADE; TREINO ASSISTIDO; CINEMATICA

Abstract

The use of hyper-speed - as a special training for the development of performance in the short sprint, has been used most frequently within the Portuguese coach.

Although this facilitated through training so far been implemented since the 70s, several studies conducted to date on the subject did not reach a decisive conclusion about the implications and impact on athletic performance in the long run, especially in matters relating to the technical implementation and kinematic variables.

Thus, the main objective of this study is to verify the changes of kinematic step, in the 60-meter race in normal running at full speed, and in facilitated conditions racing, with a speed higher than the maximum (running-wheel drive, using a pulley system). The sample consisted of 9 male athletes, aged between 16 and 27 years. Were placed 21 reflective markers on anatomical prominences, and kinematic data were obtained through a video camera 25Hz, prepared in the sagittal plane assessment. To analyze the temporal variables, spatial and spatial and temporal step in a 60m race at top speed was carried out using APAS (Ariel Performance Analysis System) .

In our study weren't found statistically significant differences in the following parameters: frequency pitch, vertical pitch of the center of gravity, the joint complex trunk / thigh in all phases of the stride, and complex articular thigh / leg in the air phase and thrust of the past. However, there were significant differences in all other parameters, including the resulting performance, suggesting to us that the technical standard of the athletes racing has changed, so we speculated that if the intensity used is adjusted to the level of training of the athlete, this means of training will promote an increase in maximum running speed in the medium and long term.

KEY WORDS: MAXIMAL VELOCITY; HIPER – VELOCITY; ASSISTED TRAINNING; KINEMATICS

Abreviaturas

APAS – Ariel Performance Analysis System

Dp – Desvio Padrão

IMC – Índice de Massa Corporal

T.apoio – Tempo de Apoio

T.voo – Tempo de voo

CG – Centro de Gravidade

CM – Centro de Massa

M.I – Membros inferiores

PGA – Phase of Great Acceleration

AngTroCox Amort – Ângulo Tronco/Coxa na fase de amortecimento

AngTroCox Imp – Ângulo Tronco/Coxa na fase de impulsão

Ang TroCox Aérea – Ângulo Tronco/Coxa na fase aérea

AngPerCox Amort – Ângulo Perna/Coxa na fase de amortecimento

AngPerCoxa Imp – Ângulo Perna/Coxa na fase de impulsão

AngPerCox Aerea – Ângulo Perna/Coxa na fase aérea

1.Introdução

1.Introdução

A locomoção bípede é uma das características que distingue o ser humano de todos os outros animais, assim como é uma premissa base para todas as outras habilidades desportivas.

Assim, a corrida é uma das habilidades básicas fundamentais para o exercício de quase todas as modalidades desportivas. No atletismo tem a sua devida importância em todas as especialidades, visto que, mesmo nos saltos e lançamentos, são utilizados princípios básicos da corrida, e esta poderá influenciar a prestação final.

Desta forma, ao longo dos últimos anos, a corrida tem sido alvo de atenção de especialistas do treino e de várias perspectivas de estudo, na tentativa de otimizar o rendimento desportivo.

No desenvolvimento e melhoramento da performance na corrida de velocidade, mais especificamente nos 100m, a acção técnica da corrida torna-se num movimento complexo, e o mais ínfimo pormenor poderá marcar a diferença.

Nos últimos três anos, têm-se batido recordes, e os tempos registados aos 100m chegaram a atingir valores inimagináveis. O Recorde do Mundo Masculino pertence ao jamaicano Usain Bolt, com o surpreendente registo de 9.69s, e o feminino a Florence G. Joyner com 10.49s.

A procura da melhoria da performance manifesta-se em variadíssimos meios de treino desenvolvidos, e surgem controvérsias e discórdias.

Neste trabalho procuramos analisar os parâmetros cinemáticos da corrida a velocidades supra – máximas assistidas através do uso do sistema de roldana, e comparar com a corrida à velocidade máxima.

Tendo por base o objectivo definido, formulamos as seguintes hipóteses: (1) Com a utilização do meio assistido de corrida, os parâmetros cinemáticos do passo correspondentes à amplitude de passada, tempo de voo e velocidades horizontais do CG aumentam. Os parâmetros cinemáticos correspondentes à

frequência de passo, distância de contacto, tempo de apoio e trajectória vertical do CG; (2) A utilização do meio assistido de corrida, permite aos atletas manterem uma menor flexão do tronco à frente, um ângulo maior no complexo tronco/coxa, uma elevação mais pronunciada da perna livre. No entanto, esperam-se valores superiores de flexão no complexo articular coxa/perna nos momentos de contacto com o solo. (3) A corrida a velocidades supra – maximais, através da utilização do meio assistido provido de roldana, aproxima-se com a corrida a máxima velocidade em condições normais. (4) Os atletas reduzem o tempo nos 60m e melhoram a performance com a utilização de meio assistido de treino.

Este trabalho está estruturado em 8 capítulos organizados da seguinte forma:

Capítulo 1 (Introdução) – Apresenta o enquadramento teórico em que se baseia este trabalho, referindo a pertinência deste estudo, objectivos e hipóteses do trabalho e a sua forma de estruturação.

Capítulo 2 (Revisão de Literatura) – Este capítulo, encontra-se dividido em 3 subcapítulos, sendo o primeiro sobre a velocidade propriamente dita, o segundo sobre a técnica de corrida e suas componentes e o terceiro e último sobre os meios especiais de treino utilizados no desenvolvimento da velocidade.

Capítulo 3 (Objectivos e Hipóteses) – São Apresentados os objectivos gerais e específicos do trabalho assim como as hipóteses.

Capítulo 4 (Material e métodos) – A amostra estudada é caracterizado, sendo descrita a metodologia utilizada, assim como os protocolos utilizados, assim como todos os procedimentos informáticos realizados para o processamento de dados.

Capítulos 5 (Apresentação e discussão de resultados) – Neste capítulo apresentam-se os principais dados obtidos, comparando-os com o quadro teórico de referência.

Capítulos 6 (Conclusões) – Apresentam-se as principais conclusões do trabalho, como resultado final da discussão desenvolvida no capítulo anterior.

Capítulo 7 (Limitações e Sugestões) – São apresentadas as principais limitações do estudo e sugestões para próximos estudos do mesmo tema.

Capítulos 8 (Bibliografia) – Neste capítulo encontram-se as referências bibliográficas correspondentes à pesquisa efectuada para a realização deste estudo.

2.Revisão da Literatura

2.Revisão da Literatura

2.1 A Velocidade

2.1.1 Definição de velocidade

A velocidade pode ser concebida de um ponto de vista da Física, como o espaço percorrido em determinada unidade de tempo, isto sendo, verdade no âmbito das modalidades cíclicas, já no caso das acíclicas, velocidade é definida como a capacidade para realizar acções motoras num mínimo de tempo com um máximo de eficácia. (Manso, Valdivielso, Caballero, & Acero, 1998).

De acordo com Grosser e Müller (1992) a velocidade no contexto desportivo tem a ver com a capacidade que o sistema neuromuscular tem em gerar força máxima volitiva; uma rapidez máxima de reacção e de movimento. Representa assim, a capacidade de efectuar acções motoras, em determinadas condições, num mínimo de tempo possível, caracterizada por mudanças rápidas no estado de contracção e relaxamento dos diferentes grupos musculares.

Existe consenso em afirmar que só se pode falar desta capacidade física de forma pura em movimentos ou acções de máxima intensidade onde o sujeito não se encontra limitado por factores de fadiga (Grosser & Müller, 1992).

Em termos desportivos, velocidade é um aspecto extremamente técnico e representa a capacidade de um sujeito, para realizar acções motoras no mínimo de tempo e com o máximo de eficácia, onde o aspecto psíquico, cognitivo, coordenativo e condicional possuem uma enorme influência no resultado final da prestação.

2.1.2 Factores preponderantes para a velocidade

Segundo Manso, Valdivielso, Caballero, e Acero (1998) as várias capacidades encontram-se altamente relacionadas entre elas tais como a força, a flexibilidade, a técnica e até mesmo a resistência.

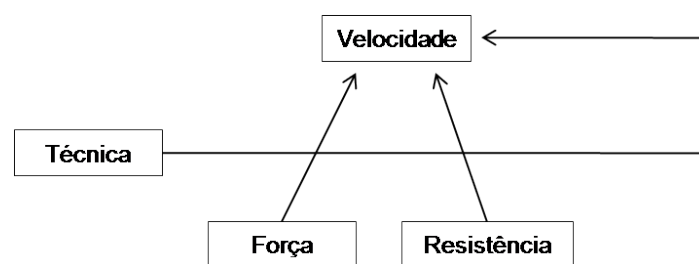


Figura 1: Factores que intervêm na velocidade de movimentos cíclicos

Apesar da dificuldade que existe em quantificar a influência de cada uma destas capacidades, vários autores, estão de acordo que a força é sem dúvida a mais determinante no aumento de velocidade de corrida. Vittori (1996) refere que a força é a capacidade física que mais contribui para o desenvolvimento de velocidade, sendo que a segunda deriva essencialmente de diferentes formas de manifestação da primeira.

Segundo alguns autores (Grosser, 1992; Seagrave, 1996; Vieira, 2000) a capacidade de desenvolver velocidade poderá depender de diferentes factores como:

- × Activação neural e velocidade de propagação dos impulsos nervosos;
- × Quantidade de fibras de contracção rápida no músculo (FT fibers);
- × Capacidade de recrutamento e viscosidade das fibras musculares;
- × Coordenação intra e intermuscular;
- × Ritmo;
- × Relação das alavancas das extremidades – tronco;
- × Eficiência dos mecanismos bioquímicos;
- × Qualidades volitivas;
- × Qualidade técnica do movimento;
- × Nível de mobilidade articular

Além dos factores acima referidos, de um ponto de vista biomecânico, outras características essenciais na corrida de velocidade são a frequência e amplitude de passada, que estão intimamente relacionadas com os tempos de apoio e de voo de cada passada. A frequência de passada é considerada dos dois o factor mais limitador da performance uma vez que está associada a factores tanto neurais como musculares.

2.2 A corrida dos 100m

2.2.1 A caracterização da corrida

A corrida é considerada uma tarefa motora de carácter cíclico e de estrutura rítmica variável ou invariável, em que as fases de apoio são alternadas com fases de suspensão. Nas tarefas motoras cíclicas, cada ciclo é constituído por fases que se repetem. Nestes casos, o movimento decorre, também de sucessivos processos de transferência de energia intersegmentar, que se vão repetindo ao longo do tempo, de uma maneira relativamente semelhante

A prova de velocidade nos 100m apesar de ser contínua e realizada de forma explosiva, é frequentemente subdividida em várias fases que correspondem a diferentes formas de expressão da força, velocidade e técnica entre outros factores.

Apesar da generalidade dos autores dividirem a corrida, esta subdivisão é diferenciada de autor para autor, devido a distintos conceitos e abordagens (funcional, energética, biomecânica etc.) e a utilização de terminologias variadas entre as diferentes “escolas” de velocidade.

A nomenclatura utilizada por Dick (1989) fragmenta a corrida de velocidade em cinco fases:

Fase de velocidade de reacção e de resposta – Tempo de reacção aos 10m;

Fase de aceleração inicial – Tempo decorrido nos primeiros 30m;

Fase de aceleração – Valor da velocidade desenvolvida entre a posição de partida e a velocidade máxima;

Fase de velocidade máxima – Rápida realização das acções e reacções neurofisiológicas que apoiam a passada;

Fase de desaceleração ou de velocidade resistência – Parte da corrida na qual a fadiga provoca uma diminuição da velocidade.

Grosser (1992) não pormenorizando tanto, divide a corrida em apenas 4 fases:

Tempo de reacção;

Fase de aceleração;

Fase de velocidade máxima;

Fase de aceleração negativa.

Já Seagrave (1996) faz uma descrição da corrida, recorrendo a outros conceitos e a uma abordagem distinta, surge pelo facto de ser dada grande importância a factores que embora sempre presentes na corrida têm sido negligenciadas por autores e treinadores, como a partida e a chegada ou ainda a travagem após a passagem pela meta, que tem causado inúmeras lesões musculares.

Fase de partida – momento da corrida em que o atleta se encontra no bloco, e vencendo a inércia e começa a acelerar.

Fase de aceleração pura – Corresponde, normalmente aos primeiros 8-10 passos, entre os quais o atleta acelera até atingir a velocidade máxima;

Fase de transição – Com a duração aproximada de 8 passos, é a fase da corrida em que o atleta deixa de poder acelerar e adquire a sua velocidade máxima;

Fase de velocidade máxima – Instante muito breve da corrida, com a duração média de 3 a 5 segundos, em que o atleta corre à maior velocidade que conseguiu produzir. É caracterizada pela combinação óptima entre a frequência e amplitude de passada.

De acordo com Saunders (2005), o sprinter terá que reconhecer, entender e treinar 5 componentes da corrida dos 100m, que se relacionam entre si. Cada uma destes componentes, apresenta características técnicas bastante particulares, que terão que ser desenvolvidas separadamente, para posteriormente serem integradas e adquirirem um funcionamento sistémico.

As componentes são as seguintes:

Tempo de reacção

Saída do bloco

Aceleração até à máxima velocidade

Manutenção da velocidade horizontal

Desaceleração

Através de um estudo efectuado recentemente, Máckala (2007) identificou as fases de corrida de velocidade, baseando-se na diferença de indicadores cinemáticos encontrados:

Fase de aceleração inicial – corresponde aos primeiros 20m da corrida, onde o atleta apresenta a taxa mais alta de aceleração, em virtude de um elevado aumento de frequência de passo.

Fase do prolongamento da aceleração – relativo aos segundos 20 m da corrida, ou seja entre os 20 e os 40m, onde o atleta apresenta ainda um aumento de velocidade, devido ao elevado incremento no comprimento de passada.

Fase inicial do pico de velocidade – correspondendo à fase da corrida entre os 40m e 50m, com um acréscimo de cerca de 1,5 a 2% na frequência e comprimento de passada, o atleta aproxima-se da velocidade mais elevada alcançada durante a corrida.

Fase de regulação da velocidade I – entre os 50m e 60m da corrida, onde o atleta, apesar de apresentar valores inferiores de velocidade, manifesta uma frequência de passada superior à fase anterior.

Fase de regulação de velocidade II – entre os 60m e os 70m, que o contrário da fase anterior, o atleta apresenta um abaixamento na frequência de passada, mas em contrapartida, vê-se lhe aumentar o seu comprimento.

Fase de velocidade máxima – Apesar dos valores de velocidade terem sofrido variações ao longo da corrida, é entre os 70m e 80m em que apresenta a sua maior expressão. É nesta fase em que se verifica um maior comprimento de passada.

Fase de desaceleração – Fase final da corrida, compreendida entre os últimos 20m, em que atleta, devido a vários factores de fadiga, apresentam um ligeiro decréscimo na frequência e comprimento de passada, provocando um abaixamento na velocidade de corrida.

Com as diferentes divisões da corrida, os autores estimam contributos distintos das diferentes fases.

Segundo Baughman, Takaha e Téllez (1984) o contributo maior advém da fase de aceleração com 65% da importância enquanto a velocidade máxima, apenas contribuiu com 18% na performance.

Já Manso, Valdivielso, Caballero, e Acero (1998), atribui a mesma importância às duas fases, com 40% de contributo, sendo os restantes 20% atribuídos à fase de reacção.

2.3 Técnica de corrida

“ A clássica opinião, de que a corrida é um evento simples, natural e ausente de técnica, é mal percebido. Deverá ser encarada como uma habilidade passível de ser aprendida e desenvolvida” (Seagrave, 1996)

A corrida é uma forma de deslocamento natural e instintivo utilizado pelo ser humano ao longo da sua história evolutiva. Esta poderá ser definida como o movimento de translação do centro de gravidade, mediante a sucessão de pequenos saltos efectuados pelo contacto e impulsão do pé no solo. (Arufe & Martinez, 2005).

Esta diferencia-se da marcha, por nunca apresentar o contacto em simultâneo dos dois apoios no solo, e por deter uma fase aérea bastante pronunciada. O movimento efectuado durante a corrida, só é possível devido à produção de forças internas, provenientes da própria contracção muscular. Além destas forças, existem também a actuação de forças externas produzidas pela acção da gravidade, resistência do ar assim como o atrito produzido no solo.

A técnica de corrida exige a acção coordenada de todos os segmentos corporais: braços, pernas, pés, mãos e cabeça.

2.3.1 Variações na técnica durante a corrida dos 100

A produção de velocidade é de facto um processo complexo, que envolve a transmissão de impulsos nervosos e a activação do córtex associativo com a consequente contracção muscular.

Quando o exercício é breve e exige uma elevada intensidade, tal como acontece na prova dos 100m, maior parte da performance vai depender da eficácia do sistema nervoso, pois este afecta a sua eficiência, consistência e economia de movimentos. (Belloti, 1991).

O facto da memória motora estar intimamente associada à constante prática do sistema nervoso em promover certos movimentos, é importantíssimo que o atleta reproduza uma técnica eficiente e correcta durante o treino de velocidade.

Segundo estudos referentes às técnicas de corridas utilizadas na prova dos 100m planos, os vários autores como Belloti (1991), Dick (1990) e Gambetta (1991), explicam que devido às diferentes exigências, que cada uma das fases da corrida representa, a própria técnica sofre ligeiras mudanças nas suas características biomecânicas ao longo dos 100m.

De acordo com Dick (1990), pode-se encontrar 3 técnicas distintas:

- × Sprint Drive
- × Sprint Stride
- × Sprint Lifting

Segundo o autor, o desenvolvimento de uma boa performance na corrida de velocidade está dependente de uma técnica Stride bem conseguida. Esta é associada à frase clássica “ correr alto”, caracterizada por um movimento contínuo sem quebras ou mostras de tensão. O atleta deve realizar uma passada com proeminente elevação do joelho seguida de uma acção de “Griffé” em que o pé ataca o solo de frente para trás e de cima para baixo, resultando numa impulsão horizontal do tronco.

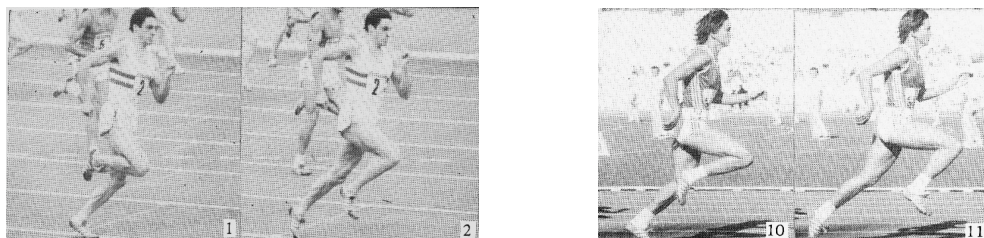


Figura 2 e 3: Técnica de corrida *Stride*¹

Gambetta (1991) caracteriza esta técnica pela adopção de uma posição alta da bacia com o tronco na vertical; a colocação do apoio o mais próximo possível da projecção vertical do centro de gravidade, seguido da extensão completa do membro inferior que realiza a impulsão.

Para Dick (1990), a técnica Lifting é concebida como uma particularidade de atletas experientes, no entanto, poderá ser abordada no programa de treino com atletas em desenvolvimento.

¹ Retirado de Arufe e Martinez (2004)

É normalmente utilizada quando o atleta alcança a fase de máxima velocidade, em que a impulsão é realizada por brevíssimos contactos no solo, sendo que a eficiência provem da “delicadeza no contacto” e pela capacidade de coordenar o movimento a elevadas velocidades.

Segundo o autor, a técnica do lifting deverá ser semelhante à de Striding mas com a impressão global de ligeireza e velocidade nas acções, nomeadamente na elevação do joelho. O contacto do pé com o solo é realizado de uma maneira mais activa, com uma acção de “Griffé” mais leve que na fase anterior da corrida.

Gambetta (1991) afirma que esta técnica corresponde à última fase da corrida em que o atleta se deve concentrar em manter a forma associada a uma sensação de “correr sobre o solo”. A técnica de corrida “Driving”, segundo o autor deverá somente ser utilizada na fase de aceleração entre a saída do bloco até aos primeiros 30 metros. Esta é caracterizada por uma grande inclinação do eixo longitudinal do tronco, uma extensão completa do membro inferior que realiza a impulsão.

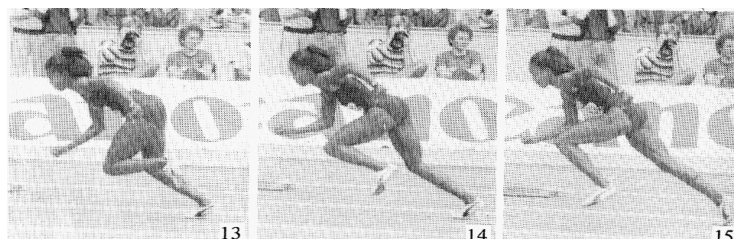


Figura 4: Técnica de corrida *Driving*²

Segundo Barber (2002) na técnica do “drive” as forças aplicadas no solo são maioritariamente horizontais, na sequência da colocação do apoio atrás da projecção do centro de gravidade no contacto com o solo com uma acção de “empurrar” o solo para trás.

³Retirado de Arufe e Martinez (2004)

2.3.2 Análise da passada

Segundo Ecker (1996), Independentemente da velocidade que se adquira, cada passada durante a corrida, pode ser dividida em 3 partes distintas:

Driving phase – momento da passada em que o corpo é impulsionado para a frente através da extensão das articulações da anca, joelho e tornozelo do membro inferior em contacto com o solo. A projecção vertical do centro de massa situa-se avançada relativamente ao apoio.



Figura 5: Fase de *Driving* na passada.³

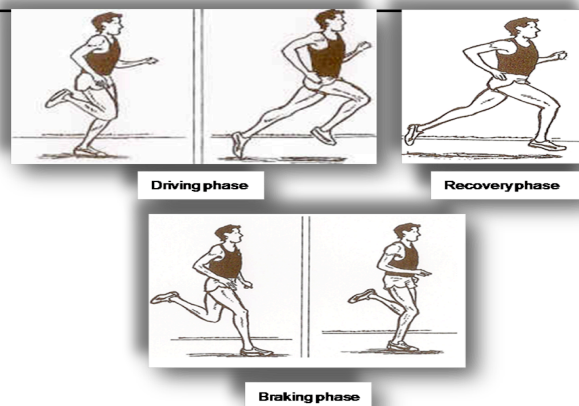
Recovery phase – momento da passada logo após a impulsão, caracterizada por ambos os pés se situarem no ar, e com um afastamento ainda maior, da distancia entre a projecção do centro de massa e do pé de trás.



Figura 6: Fase de *Recovery* na passada.⁴

Braking phase - momento da passada em que o pé oposto (contrário ao que realizou a anterior impulsão) toca o solo ligeiramente à frente da projecção vertical do centro de massa, provocando uma breve acção de travagem. O corpo é impulsionado até que o centro de massa se encontre à frente do apoio, voltando de novo à driving phase para reiniciar um novo ciclo de passada.

^{4,5}Retirado de Dintman ()

Figura 7: Fases do passo.⁵

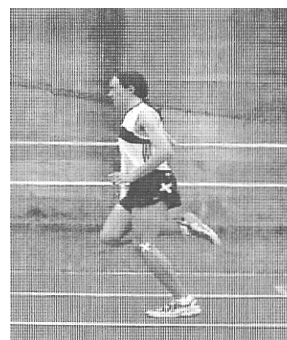
O ciclo de passada pode ser ainda dividido em duas grandes fases, de acordo com a colocação dos membros inferiores num dado momento da corrida. Assim se não existe contacto com o solo, denomina-se por fase aérea, se pelo contrário verifica-se contacto, a fase tem o nome de terrestre. (Arufe & Martinez, 2005).

Estas duas fases, subdividem-se ainda em 4 subfases:

Fase de apoio – corresponde ao momento da corrida em que o atleta contacta o solo com o pé, no caso dos velocistas, com a parte anterior do mesmo, ligeiramente à frente da projecção vertical do centro de massa. A colocação óptima dos apoios implica que os bordos internos dos pés sigam uma linha aproximadamente recta.

Figura 8: Fase de apoio.⁶

Fase de amortecimento - momento após a fase de apoio terminando quando a projecção vertical do centro de massa coincide com a vertical do apoio ou ligeiramente atrás deste. Durante esta fase, realiza-se uma contracção excêntrica dos gémeos e isquio-tibiais, acumulando-se energia elástica que será utilizada posteriormente para a contracção muscular concêntrica durante a fase de impulso.

Figura 9: Fase de amortecimento.⁷

^{7,8} Retirado de Arufe e Martinez (2004) ⁶ Retirado de Ecker (1996)

~

Para uma corrida eficaz, deve-se tentar diminuir o tempo desta fase através de uma colocação alta da anca e aligeiramento da flexão do membro inferior em apoio, de modo a minimizar a energia dissipada, aproveitando-a ao máximo para a fase seguinte da corrida.

Fase de impulsão – corresponde ao momento da corrida em que o centro de gravidade supera a projecção vertical imaginária procedente ao apoio, terminando quando o pé perde o contacto com o solo. É durante esta fase da corrida que se produz mais força muscular, através da contracção concêntrica da musculatura extensora e flexora dos membros inferiores da qual fazem parte o flexor plantar; gêmeo, solear, Isquiotibiais, semitendinoso e semimembranoso, resultando na aceleração do corpo, e na elevação do seu centro de massa.

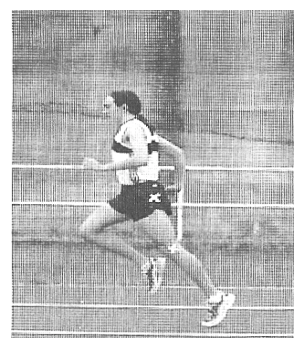


Figura 10: Fase de Impulsão.⁸

Fase aérea da passada – fase da corrida compreendida entre o momento em que o atleta perde o contacto com o solo, após a impulsão, até que o contacta novamente. Uma boa técnica de corrida, implica que a perna de impulsão seja, no momento imediatamente a seguir, activamente puxada para a frente e para cima, aproximando o calcanhar dos glúteos.



Figura 11: Fase aérea.⁹

Como nesta fase não existe produção de força, resultando num decréscimo de velocidade, é recomendável que não seja prolongada, havendo uma longitude óptima de voo. A trajectória do centro de gravidade vai depender da velocidade e do ângulo com que o atleta saí do solo, e segundo Arufe e Martinez (2004), o centro de gravidade deverá descrever um trajecto paralelo ao solo com um ângulo de saída de aproximadamente 45°.

^{9,10} Retirado de Arufe e Martinez (2004)

2.3.3 Componentes da passada

De acordo com Arufe e Martinez (2005) existem dois factores importantíssimos dos quais depende a velocidade de corrida e como tal deverão ser devidamente treinados, para se desenvolver uma eficaz técnica de corrida que leve a um mínimo gasto energético.

Estes factores são a frequência e amplitude de passada. Sendo a passada um salto compreendido entre dois contactos sucessivos no solo, a sua amplitude será a distância entre o apoio do membro inferior atrasado e o apoio do membro inferior adiantado. A frequência é traduzida como o número de passadas efectuadas por unidade de tempo.

A velocidade de corrida é então entendida, segundo os especialistas na área, como o produto da frequência e amplitude de passada, havendo uma combinação óptima entre estes dois factores para se atingir uma maior produção de velocidade.

2.3.3.1 Amplitude da passada

Segundo Ecker (1996) a amplitude de passada é considerada a distância que se verifica entre dois apoios sucessivos, estando intimamente dependente do tamanho do membro inferior do atleta assim como da força de reacção produzida no contacto com o solo no momento de impulso.

Já de acordo com Cunningham a amplitude de passada tem a ver com a distância que a anca percorre em cada passada, não estando relacionada com os apoios, uma vez que o seu aumento propositado e realizado de forma anti-natural apenas prejudicará a performance.

O atleta não deverá procurar aumentar o comprimento da sua passada, forçando um apoio mais avançado, pois isso causará um aumento das forças de travagem. O melhoramento da amplitude de passada deverá surgir de um aumento da aplicação da força no solo, somente conseguido com o desenvolvimento da força dos membros inferiores.

No entanto, a amplitude de passada não poderá exceder um comprimento óptimo, pois aumentaria em demasia a fase aérea da corrida, resultando num decréscimo prejudicial da frequência de passada (Arufe & Martinez, 2005).

Tellez (1984) foca a importância da flexibilidade na capacidade de realizar uma passada ampla, afirmando que se a perna estiver livre para circular em toda amplitude articular, facilmente se produz uma óptima amplitude de passada.

2.3.3.2 Frequência da passada

Sendo a frequência da passada o número de vezes que o atleta contacta o solo por unidade de tempo, tendo em conta que é na fase de impulso que este adquire velocidade, pode-se considerar este um dos factores mais importantes no desenvolvimento da velocidade de corrida. (Arufe & Martinez, 2005).

Ecker (1996) refere o comprimento dos membros inferiores como sendo um dos factores influenciadores da frequência de passada. Quanto mais baixo o atleta for, e conseqüentemente, possuir uns M.I curtos, mais reduzido será o seu ciclo de passada, entrando em contacto com o solo mais rapidamente. Segundo o autor, forçar um aumento anti-natural da frequência, irá produzir uma redução na amplitude de passada e conseqüentemente a velocidade irá reduzir. Desta forma, o treino deverá debruçar-se sobre o desenvolvimento da amplitude de passada.

Já Baughman, Takaha e Téllez (1984) sublinha o carácter hereditário da capacidade de produzir uma elevada frequência da passada. Segundo ele, a aptidão que cada um tem para mover os M.I rapidamente, está directamente relacionado com a quantidade e proporção de fibras de contracção rápidas e lentas existentes na musculatura dos M.I. Quanto mais fibras de contracção lenta (fibras vermelhas), mais aptidão aeróbia e como tal, o atleta dar-se-á melhor em provas de longas distâncias.

O mesmo autor refere também a influência de factores biomecânicos, tais como a importância de aproximar o calcanhar o mais possível dos glúteos na fase de recuperação da passada, de forma a reduzir a alavanca mecânica e assim aumentar a velocidade angular.

$$\text{Velocidade} = \text{Comprimento de passada} \times \text{Frequência de passada}$$

$$\text{Frequência de passada} = \frac{\text{Número de passadas}}{\text{tempo}}$$

$$\text{Comprimento de passada} = \frac{\text{Distância}}{\text{Número de passadas}}$$

Figura 12: Figura ilustrativa das fórmulas da Velocidade, Frequência de passada e Comprimento de passada

2.4 Velocidade máxima de corrida

É possível verificar na literatura que maior parte dos autores especialistas na aérea concebem a fase de velocidade máxima ou fase de manutenção de velocidade, como sendo a mais importante e preditiva da performance.

Com a mesma opinião, Arufe e Martinez (2005) afirmam que é determinante que se consiga alcançar uma elevada velocidade de corrida assim como mantê-la durante um maior período de tempo possível, para se obter boas marcas em provas de velocidade de média duração como os 100m

Quadro 1: Tempo na prova dos 100m e velocidade máxima correspondente, segundo Geráldez (2006)

Tempo aos 100m	Máxima Velocidade
9.80 seg.	11.85 – 12.05 m.s
10.00 seg.	11.50 – 11.75 m.s
10.30 seg.	11.00 – 11.25 m.s
10.60 seg.	10.50 – 10.75 m.s
11.00 seg.	10.00 – 10.25 m.s

No quadro ao lado, podemos observar a estreita vinculação entre a velocidade máxima e a marca obtida numa prova de 100m.

Foi obtida, uma correlação quadrática de 0.984 entre os dois factores, o que se poderá concluir que quanto mais elevada for a velocidade produzida pelo atleta, maior é a sua probabilidade de obter uma boa marca.

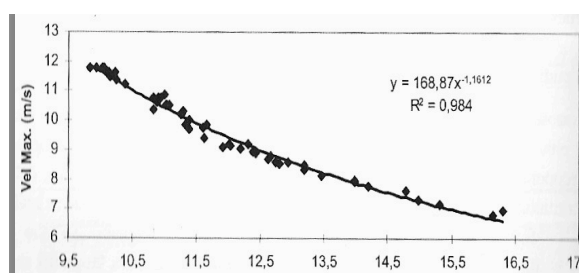


Figura 13: Correlação entre a Velocidade máx. atingida e o tempo aos 100m. ¹⁰

Na tabela abaixo, que indica os tempos parciais acumulados, podemos constatar que os atletas que apresentam uma melhor marca entre os 50m e os 80m são aqueles que obtiveram melhor marca. Da mesma forma podemos verificar que existe uma maior correlação entre a marca final e as marcas obtidas entre o meio e o final da corrida. (Ferro et al., 2001).

Segundo o critério de Dick (1989) referido por Arufe e Martinez (2005), a fase de manutenção da velocidade máxima, é considerada a distância de 10m em que o atleta percorre no menor tempo possível mantendo essa velocidade.

Seria magnífico prolongar esta distância, mas na realidade a capacidade para o fazer é muito limitada. Mesmo os corredores de topo, conseguem manter a sua velocidade máxima apenas durante 2.5 a 3 segundos o que corresponde a 30 a 40m percorridos a essa velocidade.

Quadro 2: Intervalo dos tempos em cada secção da corrida segundo Ferro et al (2001)

100m FINAL MEN											
NAME	0-10m	10-20m	20-30m	30-40m	40-50m	50-60m	60-70m	70-80m	80-90m	90-100m	OFFICIAL TIME
GREENE, Maurice (USA)	1.73	1.03	0.92	0.88	0.86	0.84	0.85	0.85	0.85	0.86	9.80
SURIN, Bruny (CAN)	1.75	1.00	0.91	0.89	0.85	0.85	0.86	0.86	0.86	0.88	9.84
CHAMBERS, Dwain (USA)	1.73	1.02	0.92	0.90	0.86	0.85	0.87	0.89	0.89	0.90	9.97
THOMPSON, Obadelle (BAR)	1.77	1.02	0.92	0.91	0.88	0.86	0.86	0.88	0.88	0.88	10.00
HARDEN, Tim (USA)	1.73	1.02	0.92	0.90	0.89	0.86	0.87	0.89	0.89	0.91	10.02
GARDENER, Jason (GBR)	1.77	1.02	0.92	0.90	0.89	0.87	0.88	0.89	0.89	0.90	10.07
STREETE, Thompson (CAY)	1.80	1.02	0.94	0.90	0.90	0.88	0.88	0.89	0.93	0.93	10.24

¹¹Retirado de Arufe e Martinez (2004)

2.4.1 Factores implicados na Velocidade máxima de corrida

De acordo com Lidor e Meckel (2004), a capacidade de correr à máxima velocidade está precisamente associada com a habilidade de combinar eficientemente a frequência e a amplitude de passada, sendo este um dos factores que distingue os corredores de topo dos restantes.

Um outro factor, que segundo os autores, também contribui e torna-se relevante no desenvolvimento da velocidade máxima de corrida, tem a ver com os níveis de potência, isto é, quanto mais força o atleta conseguir desenvolver num curto espaço de tempo, correspondente à fase brevíssima de apoio, maior distância conseguira cobrir numa passada e conseqüentemente melhor marca obterá.

A capacidade de produzir e manter a velocidade máxima está também associada à quantidade de *Creatina Phospato* (CP) existente armazenada nas fibras musculares. Quanto maior for a reserva de CP e a sua utilização, maior capacidade terá o atleta em aumentar a sua velocidade e mantê-la durante mais tempo.

De acordo com Lidor e Meckel (2004), o desenvolvimento da habilidade e técnica parece ser um dos factores mais importantes no treino de um velocista. Isto porque, o desenvolvimento da velocidade pelo melhoramento do sistema nervoso e metabólico, é bastante limitado.

Arufe e Martinez (2006) referindo-se à velocidade de movimento da perna livre no início da fase de impulso da corrida, menciona a importância e a sua dependência da força da musculatura agonista do movimento – isquiotibiais e flexores da anca- e de uma adequada coordenação intermuscular, pois, caso não haja uma perfeita sincronização entre as acções dos músculos agonistas e antagonistas, produzir-se-á uma acção de travagem bastante considerável.

Young (2005) refere a extrema importância do papel da força no desenvolvimento da velocidade. O atleta logrará uma velocidade superior, se conseguir produzir mais força a cada passada, o que implica que apresente uma taxa de produção de força elevada. Além da magnitude da força, o autor

refere-se à direcção de aplicação desta como sendo um factor crucial para o desenvolvimento da velocidade. O atleta deverá minimizar as forças horizontais de travagem e, por sua vez, aumentar as forças verticais propulsivas.

É portanto, um factor importantíssimo para o desenvolvimento da velocidade máxima de corrida, a reprodução de mecanismos de corrida eficientes, que só assim permitirá uma aplicação correcta e eficaz das forças geradas pelo sistema neuromuscular.

Relacionada com a eficaz aplicação das forças através da adopção de uma técnica de corrida correcta, está o conceito de estabilidade que, se torna, aos olhos de Young (2005), um factor importante no desenvolvimento dos mecanismos de corrida.

Esta estabilidade referida pelo autor refere-se ao correcto alinhamento dos vários segmentos corporais assim como o equilíbrio das forças produzidas pelos vários grupos musculares, que permitirão ao atleta mover fluidamente os M.S e M.I sem perda de elasticidade durante a corrida.

2.4.2 Factores técnicos na corrida à máxima velocidade

De acordo com Arufe e Martinez (2005) e Young (2005) todos os factores envolvidos na produção de velocidade, tem como objectivo potenciar os dois componentes do passo, isto é, a expressão desse melhoramento passa pelo aumento da amplitude da passada e/ou pelo incremento da sua frequência.

São vários os aspectos que podem afectar de forma directa a duração de uma passada, e conseqüentemente, a frequência que é possível ser desenvolvida durante a corrida dos 100m. No entanto, de acordo com Arufe e Martinez (2005), é nas duas fases que decompõem a passada, que se encontram os vários indicadores e factores mecânicos que permitirão ao atleta aumentar a sua velocidade de corrida.

Segundo Mann (1997) referido por Arufe e Martinez (2005), o tempo de voo é praticamente idêntico entre os velocistas, sendo o tempo de contacto com o

solo a variável que marca a diferença e que por sua vez permite melhorar a frequência de passada.

Quadro 3: Tempo de apoio e tempo de voo de atletas espanhóis segundo Arufe (2004), adaptado de Marcos et al (1986)

Atleta	Tiempo Apoyo (segundos)	Tiempo Vuelo (segundos)
A.Ruiz	0.130	0.125
J.Arqués	0.095	0.125
J.Prado	0.115	0.120
A.Sánchez	0.135	0.160
J.Prado	0.110	0.120
J.Borrego	0.120	0.135
B.Lacambra	0.100	0.130
L.Valdor	0.100	0.130
Y.Díaz	0.115	0.135
E.Guisasola	0.110	0.130
T.Hortelano	0.115	0.165
M.Cano	0.110	0.150

Zaparozhanov et al. (1996) referem que nesta fase de apoio, durante a corrida na velocidade máxima, um dos aspectos importante é a contracção rápida e activa dos músculos envolvidos. O membro inferior de impulso deverá estender-se totalmente, envolvendo as articulações da anca, joelho e tornozelo. A perna livre move-se energeticamente para a frente e para cima, facultando um impulso eficaz, atacando o solo na próxima passada com a parte dianteira do pé.

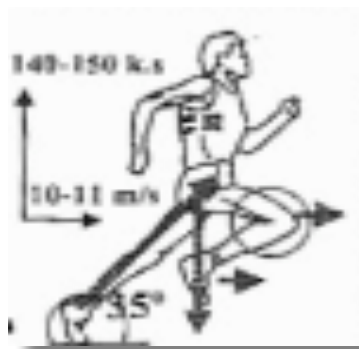


Figura 14: Fase de impulsão da passada à máxima velocidade de corrida. ¹¹

¹²Retirado de Arufe e Martinez (2005)

Arufe e Martinez (2005) indicam que durante esta fase da corrida, existe uma flexão do joelho da perna livre e um trabalho excêntrico pronunciado dos músculos extensores da anca, joelho e tornozelo da perna. O centro de gravidade (CG), percorre numa trajectória horizontal, uma distância aproximadamente igual ao comprimento do membro inferior do atleta, que por sua vez sofre uma abaixamento inicial do Centro de massa (CM).

Young (2005) compara o movimento cíclico do pé visto através de um plano sagital, com o movimento de um pedal de bicicleta, quando sublinha que o contacto com o solo deverá acontecer o mais próximo possível da projecção do CM do atleta.

O mesmo autor afirma ser incorrecto e até prejudicial a tentativa deliberada de aumentar artificialmente a passada de corrida provocando o aumento de forças de travagem opostas ao movimento, assim como um posicionamento pouco eficaz no que concerne a produção de força.

De acordo com Mann referido por Young (2005) durante a corrida à velocidade máxima, na fase de apoio o pé devera dirigir-se para trás relativamente ao corpo do atleta. Este aspecto técnico referido como “ velocidade negativa do pé” está altamente correlacionado com o aumento da velocidade de corrida.

Ao contrário do que acontece na pratica, não deve ser dada a informação ao atleta para artificialmente realizar um movimento de “ garra” com o pé de frente para trás, pois isso provocaria instabilidade no mecanismo de corrida assim como poderá lesionar o atleta. A acima referida “velocidade negativa do pé” deverá resultar de um aumento dos mecanismos de corrida frontais ao atleta e de um tempo de voo satisfatório.

Don Chu et al. referido por Arufe e Martinez (2005) aponta que o contacto com o solo deverá ser efectuado entre 40 a 50cm à frente da projecção vertical do CM e com um ângulo da articulação do joelho da mesma perna que não exceda os 170°. Se o contacto com o solo se der atrás do local indicado acima, perde-se a eficiência do efeito propulsor.

Young (2005) menciona que a eficaz movimentação dos membros superiores durante a corrida, depende da estabilidade que é garantida por uma forte zona média do tronco assim com por uma correcta postura. A cabeça, pescoço e coluna vertebral deverão estar alinhados numa posição neutra e a pélvis deverá exibir uma ligeira inclinação à retaguarda. Durante a corrida à máxima velocidade o atleta aparenta correr “alto” com o tronco na vertical o mais possível, e a anca na sua posição mais elevada.

Na fase de apoio, durante a velocidade máxima, a perna livre executará um movimento rápido para cima e para a frente, com a passagem do pé acima da altura do joelho da perna oposta, e com o calcanhar encostado o mais possível ao rabo.

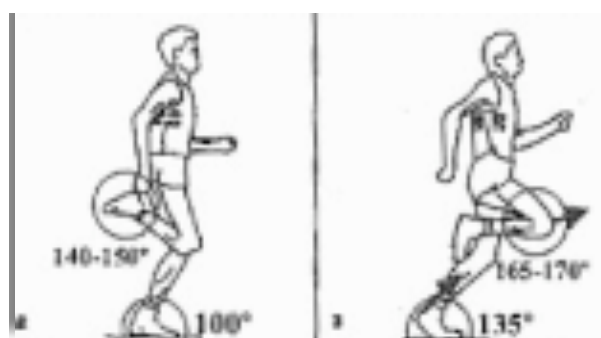


Figura 15: Elevação do joelho da perna livre na passada à máxima velocidade.¹²

Segundo Arufe e Martinez (2005) a perna livre executa uma acção dinâmica de flexão da anca e joelho entre os 60 a 65° iniciado por uma ligeira rotação da anca.



Figura 16: Fase de amortecimento na passada à máxima velocidade.¹³

Relativamente à fase de voo durante a corrida à máxima velocidade, Young (2006) refere a importância em colocar o pé da perna adiantada, numa posição

¹³Retirado de Arufe e Martinez (2005)

neutra ou com uma ligeira dorsiflexão do tornozelo, colocando toda a cadeia muscular posterior da perna em estiramento, o que facilitará a velocidade com que a perna é movimentada para baixo na fase seguinte da passada, assim como aumentará a capacidade de produção de força elástica no complexo muscular gastrocnémio – solear no momento de contacto com o solo.



Figura 17: Fase de impulsão e fase aérea na passada à máxima velocidade. ¹⁴

No que concerne à acção dos braços durante a corrida, existe consenso entre os vários autores e especialistas do treino de velocidade quanto à forma como estes deverão ser movimentados. De acordo com Dick (1989) o cotovelo encontra-se em flexão perfazendo um ângulo de 90° entre o braço e antebraço sendo este mantido durante todo o movimento consecutivo de trás para a frente. No movimento frontal a mão deverá atingir a altura do ombro, e a altura da anca no movimento à retaguarda.

Arufe e Martinez (2005) acrescenta que um ligeiro movimento cruzado do antebraço relativamente ao plano transversal do corpo é natural e poderá ser benéfico.

Baughman, Takaha e Téllez (1984) e Young (2005) mencionam a importância dos ombros se manterem transversalmente enquadrados com a pista e relaxados durante o movimento dos braços que têm origem, precisamente na articulação do ombro.

^{14,15}Retirado de Arufe e Martinez (2004)

2.5 Treino assistido ou facilitado

2.5.1 Definições

De acordo com a organização do treino apresentada por Arufe e Martinez (2005), o desenvolvimento da velocidade máxima através de exercícios de supra – velocidade é apenas um dos meios que poderão ser utilizados para melhorar a velocidade de deslocamento, havendo ainda meios de treino direccionados para a melhoria da força específica e melhoria da técnica.

Saraslandinis (2000) refere que a utilização destes meios de treino tem origem na limitação que os treinadores encontram para desenvolver a velocidade, ao contrário das outras capacidades condicionais como a força e a resistência que facilmente sofrem nítidas melhorias.

De acordo com Corn e Knudson (2003), o treino de corrida assistida envolve a utilização de dois atletas sendo que um reboca o seu colega que correrá a velocidades superiores à que está habituado. Este género de treino é também designado por treino de reboque, corrida supra-máximal, ou treino de super – velocidade.

Arufe e Martinez (2005) dividem os exercícios de supra – velocidade em dois grupos: os assistidos e os estáticos. Os exercícios assistidos são os mais utilizados, podendo consistir em corridas descendentes em planos inclinados, arrastos, elásticos ou qualquer outro meio que permita ao atleta correr acima das suas possibilidades.

Também partilhado por Sheppard (2004) estes meios de treino têm como objectivo incrementar a velocidade de corrida, melhorar a frequência de passada e/ou romper a barreira de velocidade. A sua utilização será limitada a partir do momento em que a técnica correcta de corrida seja alterada de forma significativa.

2.5.2 Implicações

Os meios assistidos e facilitadores de treino, designados pelo autor de “pulley systems” servem para ajudar na melhoria da capacidade coordenativa assim como na melhoria nas fases de transição da corrida, por ele consideradas

críticas na performance aos 100m que acontecem na passagem dos primeiros 10m para os 30m e na manutenção da velocidade máxima entre os 40m e 70m, (Mochbahani, Gollhofer, & Dickhuth, 2004)

O aumento da velocidade acima dos padrões motores normais do atleta, obrigará a uma maior enervação por parte do sistema neuro-muscular fazendo com que haja um aumento da frequência de passada.

No início da carreira atlética, quando o atleta ainda apresenta uma grande margem evolutiva, a coordenação neuromuscular, que está subjacente ao desenvolvimento da velocidade de corrida, facilmente é incrementada com o treino adequado.

No entanto, à medida que se atinge os limites neuromusculares, o sistema nervoso central requererá estímulos novos mais fortes, obrigando-o a ajustar-se e a lidar com padrões dinâmicos de movimento mais rápidos do que estava habituado. Por isso deverão ser incluídas no processo normal de treino, meios que submetam o atleta a condições diferentes das quais até então habituara-se a realizar. (Sebestyen, 1996)

Indo de encontro ao que foi mencionado por Mochbahani, Gollhofer, e Dickhuth (2004) e por Faccioni (1994) referindo os estudos efectuados por Mero e Komi, conclui que a corrida a velocidades supra máximas desenvolve a capacidade que o sistema neuromuscular tem em activar o ciclo alongamento – encurtamento, aumentando assim a eficácia do impulso no contacto com o solo.

O autor, assim como muitos outros, foca a necessidade de criar condições durante o treino em que misture corrida facilitada com corrida normal, para tal, o aparelho que liga o atleta a um outro deverá se soltar permitindo a este que continue a correr e tentar manter os mesmos padrões de velocidade de movimento adquiridos durante a corrida assistida. O momento exacto de desconexão depende das capacidades e nível de treino do atleta, ocorrendo mais tarde na corrida se este for experiente.

Segundo Mochbahani, Gollhofer, e Dickhuth (2004), o treino assistido de velocidade deverá ser individualizado e esta dependente do nível técnico do atleta assim como da coordenação inter e intramuscular que se torna um factor importantíssimo para que se obtenha benefícios neste tipo de treino.

A supra velocidade alcançada apenas conseguirá ser mantida entre 10m e 15m, sendo importante o atleta aumentar a frequência de passada sem prejudicar a sua amplitude. Os autores ainda referem que para atletas com marcas iguais ou superiores aos 11s nos 100m deverão utilizar distâncias entre 40-45m nos meios assistidos, sendo que em atletas com marcas inferiores aos 11s já se poderá estender essa distância aos 50-60m.

De acordo com Sheppard (2004) a utilização de meios de treino assistidos e facilitadores encontram-se subjacentes aos princípios de treina da sobrecarga e da especialização.

O mesmo autor refere que a uma velocidade de corrida elevada, os movimentos estão para além da capacidade de controlo consciente, resultando numa deterioração da técnica. Isso acontece porque o atleta raramente estabiliza a aprendizagem da técnica e forma de corrida correcta à sua velocidade máxima.

Sebestyan (1996) refere a possibilidade de utilização de planos inclinados no treino da velocidade máxima mas sublinha a importância de prolongar a corrida em pista plana para se usufruir da transferência no treino.

Refere ainda a existência de um “speedy-system” que consiste na ligação de dois atletas através de uma corda presa a um ponto fixo numa das extremidades. O atleta da frente corre e puxa o atleta que se encontra na sua retaguarda, o qual atingirá velocidades de corrida superiores ao que está habituado sem ter gasto muita energia. O sistema está preparado para desprender o atleta de trás que continuará a correr sem assistência do colega.

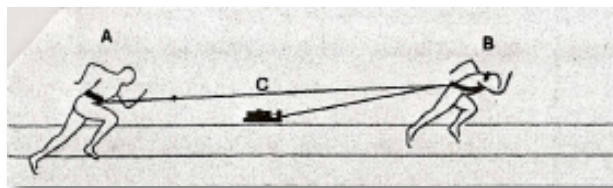


Figura 18: *speedy-system*, meio de treino assistido por intermédio de roldana .¹⁵

Segundo Cunningham () na corrida facilitada a velocidade não deverá ser incrementada a mais de 5 – 10% da velocidade máxima do atleta, caso contrário prejudicará a forma correcta de corrida.

O autor refere a existência de dois aparelhos para o treino da velocidade máxima de corrida: o “surgical tubing” em que dois atletas estão ligados unicamente através de um elástico que é preso aos cintos dos atletas, e o sistema de roldanas que liga na mesma dois atletas no entanto com o acréscimo da existência de uma “âncora” onde uma das extremidades da corda de nylon é presa.

Na opinião do autor, a utilização do sistema de roldanas é mais eficaz visto o material utilizado ter uma durabilidade superior e permitir um aumento gradual da velocidade durante a corrida, reduzindo o risco de lesão.

Corn e Knudson (2003), no seu estudo, mencionam a possibilidade deste método de treino poder ser efectuado através de várias maneiras das quais um atleta ser puxado por um motociclo, por um camião, por um motor ou então desenrolar-se em plano declinado.

Os resultados obtidos nos estudos destes autores, assim como estudos de Mero e tal., suportam a ideia de que a corrida facilitada por meio de uma banda elástica não apresenta similaridades com a corrida normal, nem aumenta a frequência de passada na fase de aceleração, como tanto se pensava. Os autores são da opinião que este método apenas será benéfico em atletas muito experientes de topo. Velocidades acima de 106% da velocidade máxima de corrida levarão a um aumento excessivo da amplitude de passada, provocando travagem na corrida e diminuindo a frequência de passada. (Mero e Komi, 1987, 1990).

¹⁶Retirado de Sebestyen (1996)

2.6 Manifestações de força na corrida dos 100m

De acordo com Donatti (1996) a força explosiva é a expressão da capacidade de gerar força, mais específica na primeira fase da corrida, tornando portanto, a corrida saltada (*bouding for distance*) um dos meios mais correlacionados, e declara a corrida (*bounding for speed*) como mais específica à fase de velocidade máxima da corrida dos 100m.

O mesmo autor afirma que na corrida de alta velocidade, tal como na prova dos 100m, a força e a rapidez estão tão intimamente integrados que é impossível distinguir o papel a desempenhar destes dois factores.

Da mesma maneira, Delecluse (1997) afirma que existe uma relação muito forte entre a força e a velocidade na corrida, e que efectivamente existe diferentes formas na sua manifestação ao longo da prova dos 100m. Pois, no inicio o atleta terá que desenvolver uma força suficiente para acelerar a sua massa corporal, como terá que depois conseguir aplicar força no contacto com o solo a velocidade elevadíssimas como 11m/s.

Na fase de aceleração a velocidade desenvolvida depende primordialmente da extensão de todos os segmentos e articulações dos membros inferiores, enquanto na fase de maior velocidade, a eficácia do movimento vai depender mais do movimento circulatorio dos M.I relativamente á anca com o objectivo de diminuir os momentos de inércia, requer por isso um envolvimento de menor massa muscular para produzir velocidade locomotiva.

Segundo o autor, a performance em cada uma das diferentes fases da corrida nos 100m é muito específica e, de certa maneira não se correlacionam, devido às diferenças não só a nível da regulação nervosa dos movimentos mas também nos papéis funcionais dos músculos envolvidos.

Na fase inicial de aceleração da corrida, correspondendo aos primeiros 10m, o atleta ainda exhibe uma inclinação pronunciada, maior parte da força produzida advém da contracção muscular dos extensores da perna e flexores da coxa e glúteos invés da resposta elástica que é quase nula nesta fase da corrida.

Segundo o autor, Voigt e Klausen provaram que a velocidade de um movimento corporal (sem carga acrescida) poderia ser melhorada combinando

no treino exercícios de carga elevada com movimentos balísticos incluindo o ciclo de alongamento – encurtamento, denominado por ele de treino força – velocidade.

Este método de treino (força – velocidade) exige uma certa carga que apenas poderá ser controlada e desenvolvida se o atleta executar os movimentos a uma velocidade altíssima e de forma balística e reactiva.

A eficiência e eficácia em movimentos cíclicos a alta velocidade, são , segundo o autor, também dependentes de uma adequada aplicação da elasticidade muscular, uma vez que com o aumento da velocidade na locomoção do atleta, a percentagem de energia não metabólica, sobre o total de energia produzida, aumenta .

Pode-se afirmar, portanto, que a utilização do ciclo muscular alongamento – encurtamento, apoiando-se nas propriedades elásticas e reactivas do músculo são de extrema importância na corrida dos 100m não só na produção e aplicação acrescida de força mas também na preservação de energia metabólica.

O mesmo autor, no treino de corrida com resistência utilizando o pára-quedas, associa as diferentes cargas às diferentes fases da corrida, sublinhando que quanto mais elevada for a intensidade mais correlação terá com as partes iniciais da corrida ou seja com a aceleração

3.Objectivos e Hipóteses

3.Objectivos e Hipóteses

3.1. Objectivo Geral

O objectivo do presente estudo, consiste em verificar as alterações cinemáticas do passo na corrida à máxima velocidade na distância de 60m, em condições normais, e na corrida a velocidades supra – maximais em condições facilitadoras.

3.2. Objectivos Específicos

Objectivo 1:

Analisar a corrida normal, e a corrida assistida por meio de roldana, determinando os valores dos parâmetros cinemáticos do passo, amplitude de passo, frequência de passo, tempo de apoio, tempo de voo, distância de contacto, trajectória vertical do CG e velocidades horizontais do CG.

Objectivo 2:

Analisar a corrida normal, e a corrida assistida por meio de roldana, determinando e comparando os ângulos segmentares do tronco/coxa, coxa/perna, e inclinação anterior do tronco, em momentos diferentes do passo.

Objectivo 3:

Inferir se a utilização de meios de treino assistidos, por meio de um sistema de roldana, se aproxima ou não da corrida à máxima velocidade, e se existem ou não vantagens no seu uso.

Objectivo 4:

Analisar os tempos obtidos na corrida normal, e na corrida assistida por meio de roldana, comparando as duas performances.

3.3 Sistematização das Hipóteses

- ⇒ Hipótese 1 – Com a utilização do meio assistido de corrida, os parâmetros cinemáticos do passo correspondentes à amplitude de passada, tempo de voo e velocidades horizontais do CG aumentam. Os parâmetros cinemáticos correspondentes à frequência de passo, distância de contacto, tempo de apoio e trajectória vertical do CG diminuem.

- ⇒ Hipótese 2 – A utilização do meio assistido de corrida, permite aos atletas manterem uma menor flexão do tronco à frente, um ângulo maior no complexo tronco/coxa, uma elevação mais pronunciada da perna livre. No entanto, esperam-se valores superiores de flexão no complexo articular coxa/perna nos momentos de contacto com o solo.

- ⇒ Hipótese 3 – A corrida a velocidades supra – máximas, através da utilização do meio assistido provido de roldana, aproxima-se com a corrida a máxima velocidade em condições normais.

- ⇒ Hipótese 4 – Os atletas reduzem o tempo nos 60m e melhoram a performance com a utilização de meio assistido de treino.

4. Material e Métodos

4. Material e Métodos

Neste capítulo será apresentado o quadro metodológico onde se assenta o presente trabalho. Sendo também feita uma caracterização da amostra, dos materiais utilizados, e variáveis analisadas, assim como a análise estatística aplicada.

4.1 Caracterização da Amostra

Para a realização deste estudo foi recolhida uma amostra no dia 07 de Julho de 2008, na pista de atletismo do pavilhão gimnodesportivo, sendo a amostra constituída por 9 atletas. A recolha de dados da amostra deste trabalho, realizou-se a 15 e a 16 de Julho de 2008 na pista de atletismo da Faculdade de Desporto da Universidade do porto.

A amostra do presente estudo foi constituída por 9 indivíduos do sexo masculino, inscritos na Federação de Atletismo, com idades compreendidas entre os 16 e os 27 anos de idade. O grupo foi homogeneizado pela sua experiencia a nível de treino na disciplina de Atletismo.

Deste modo a amostra apresenta uma média de $17,20 \pm 1,23$ anos de idade, de $1,76 \pm 0,05$ metros de altura, de $69,34 \pm 4,32$ quilogramas de peso, de $3 \pm 0,94$ anos de competição, e uma média de $22,29 \pm 1,17$ de IMC (Quadro 4).

Quadro 4: Caracterização da amostra em termos de massa corporal (IMC), idade, altura, peso e anos de competição.

(média \pm desvio padrão (Dp))	
Idade (anos)	17,20 \pm 1,23
Altura (m)	1,76 \pm 0,05
Peso (kg)	69,34 \pm 4,32
Anos de competição	3 \pm 0,94
IMC	22,29 \pm 1,17

O grupo amostral do presente estudo, apresenta uma heterogeneidade ao nível da sua especialidade, sendo representadas neste grupo três disciplinas da

modalidade, devendo o seu nível competitivo ser considerado de nível regional. (Quadro 5).

Quadro 5: Caracterização da amostra em especialidade e marcas pessoais.

Atleta	Especialidade	Melhor marca pessoal	Melhor marca da temporada 2007/2008
A	Vara	4,43 (m)	4,30 (m)
B	100 Metros	11,84 (s)	11,84 (s)
C	100 Metros	12,25 (s)	12,25 (s)
D	Vara	4,30 (m)	4,20 (m)
E	Vara	3,70 (m)	3,70 (m)
F	100 Metros	12,00 (s)	12,00 (s)
G	100 Metros	11,72 (s)	11,72 (s)
H	100 Metros	11,34 (s)	11,24 (s)
I	Vara	3,70 (m)	3,70 (m)

4.2 Recolha de Dados

Os procedimentos definidos para a realização dos testes de velocidade, foram realizados por um grupo de trabalho nunca inferior a quatro elementos, incluindo o investigador. No dia da recolha na pista da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, procedeu-se à marcação do local duas horas antes do início dos testes, de forma a sinalizar o início e término da corrida de 60 Metros assim como a assinalar o local do material a utilizar.

Imediatamente antes do protocolo de avaliação, procedeu-se à explicação minuciosa da tarefa, referindo sempre a necessidade de realizar as tarefas à máxima velocidade possível.

Posteriormente procedeu-se à colocação de 21 marcadores reflexivos nos pontos de referência das principais proeminências ósseas e articulares (Quadro 6).

Estes marcadores reflexivos tinham um bordo negro de 5cm de diâmetro, para contrastar com a esfera branca, de 3cm de diâmetro, colada no centro. Contudo, a utilização dos marcadores reflexivos tornou-se inviável, uma vez que se desprendiam durante a corrida, desta forma optamos por não os utilizar.

Quadro 6: Referencias anatómicas utilizadas para a colocação dos marcadores.

Segmento corporal	Referências anatómicas
Cabeça	Vertex e Lóbulos das orelhas
Braço	Acrómio e Cotovelo
Antebraço	Cotovelo e Punho
Mão	Punho e Dedo Médio
Tronco	Os dois Acrómios e os 2 Grande Trocanter
Coxa	Grande Trocanter e Joelho
Perna	Joelho e Maléolo Externo
Pé	Maléolo Externo, Calcâneo e 5º Metatarso

O cenário de avaliação está representado pela Figura 20. Foram dispostas duas câmaras digitais de 25Hz no percurso do teste, uma fixa no plano sagital (câmara 1) e outra móvel (câmara 2) a filmar os apoios de cada avaliação. Na linha de partida e na de chegada do teste, foram colocadas células fotoelétricas, de forma a cronometrar cada teste realizado.

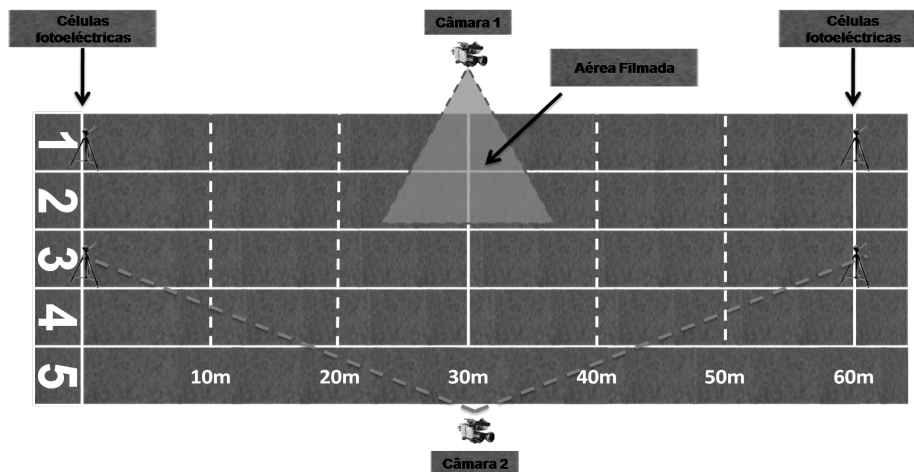


Figura 19: Esquema representativo do cenário da recolha de dados.

Após ter sido dado a conhecer aos participantes em que consistia as tarefas, foi-lhes pedido permitido realizar um aquecimento livre de 20 minutos, apenas tendo sido sugerido que o assemelhassem a uma preparação para uma competição oficial. Com o objectivo de não sobrecarregar fisicamente os indivíduos nos diferentes testes, decidiu-se realizar uma partida para cada teste.

Foi pedido aos participantes que iniciassem a sua prova 0,20m antes da linha de partida de forma a não activar precocemente as células fotoeléctricas, com uma partida em três apoios. A decisão pela partida em três apoios, surge para diminuir a diferença entre atletas resultante da experiencia ou falta desta na utilização de blocos de partida.

No que concerne o mecanismo utilizado para assistir o atleta na corrida de velocidade (hiper – velocidade), consistiu na aplicação de uma corda fina de montanhismo em 3 pontos. Um dos pontos é fixo, tendo sido utilizado uma pessoa instruída para esse efeito. A corda passa por uma roldana, presa por um mosquetão ao cinto (de montanhismo) do atleta da frente, e é fixada, através de um “gancho” à parte da frente do cinto do atleta que é puxado.

Esquema do sistema de super-velocidade:

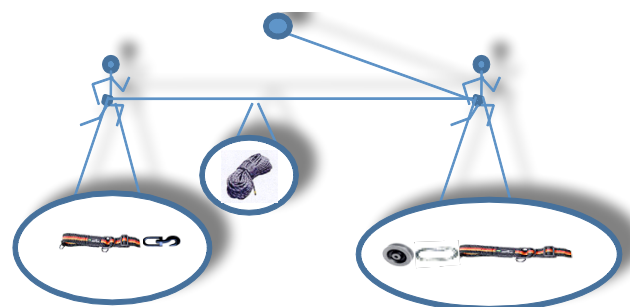
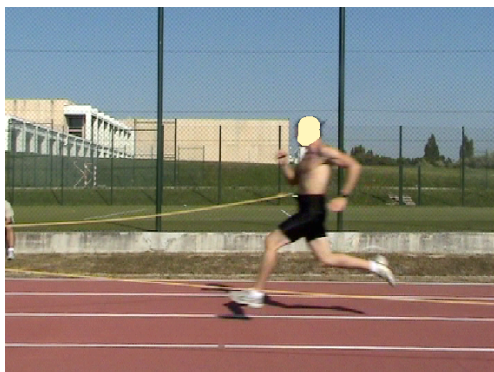


Figura 20 e 21: Sistema de roldana utilizado como meio assistido, para corrida a velocidade supra – maximal.

O atleta que vai ser rebocado, é ligado a um atleta que se encontra à sua frente na pista do lado, a uma distância de 30m. Este corre uma distância de 20m,

abrandando de seguida e, permitindo que a tensão produzida entre os dois atletas diminua, para que a corda se desprenda do atleta rebocado.

Apesar de não podermos controlar o momento exacto em que a corda se desprende do atleta, o instante da captura em vídeo é o mesmo em todos os atletas, correspondendo ao trecho dos 35m – 45m.

4.2.1 Procedimentos associados à colocação e calibração das câmaras de vídeo

As câmaras de vídeo foram dispostas no plano sagital. Uma das câmaras foi sustentada por um tripé e posicionada a cerca de 1m do solo, permitindo a captação por inteiro do corpo dos participantes durante um passo. As câmaras de vídeo, como já referido, operavam a 25Hz.

Para a calibração espacial das imagens foi utilizada uma estrutura metálica como referencial, ou escala de calibração (Figura 23).



Figura 22: Estrutura metálica usada como dispositivo de calibração (escala, referencial).

A calibração da câmara posicionada no plano sagital, procedeu-se antes de dar início à recolha de dados. Esta acção consistiu na filmagem do espaço de avaliação durante alguns segundos com o dispositivo de calibração. Após este procedimento a estrutura metálica foi retirada, mantendo-se a câmara completamente imóvel durante as avaliações.

4.3 Análise Cinemática

4.3.1 Tratamento dos Dados da Cinemática

As imagens foram processadas através da análise bidimensional do movimento, utilizando o software APAS (Ariel Performance Analysis System) da Ariel Dynamics. Os procedimentos são descritos pelas seguintes etapas:

- ✗ Foi realizada a transferência das imagens da câmara de vídeo para o módulo *CapDV* do APAS;
- ✗ De seguida, as imagens foram transferidas para o módulo *Trimmer* para se proceder ao corte exacto de um passo do indivíduo;
- ✗ A construção da “figura de traços” ou modelo antropométrico obtida no módulo *Digitize*, foi conseguida através de um modelo espacial com 21 pontos anatómicos cujas características iniciais formados pelas ligações entre os diversos pontos foram retiradas de um modelo antropométrico de Zatsiorsky (1994), adaptado por De Leva (1996).
- ✗ Após a fase de digitalização dos pontos de referência anatómica, foi necessário introduzir as coordenadas XY do sistema de referência usado no nosso estudo.
- ✗ A informação foi filtrada através da rotina *Digital Filter*, directamente no módulo *Digitize*. O corte do filtro foi de 10Hz e permitiu corrigir pequenos erros que tenham ocorrido durante o processo de digitalização, diminuindo o erro inerente a esse processo.
- ✗ Após a sequência em análise ter sido digitalizada, transformada e filtrada, foi transferida para o módulo *Display*, onde se pôde obter o valor das variáveis cinemáticas em estudo.

4.3.2 Análise dos Parâmetros Cinemáticos

Os parâmetros cinemáticos estudados, podem dividir-se em três conjuntos de variáveis: variáveis temporais, variáveis espaciais e variáveis espaço-temporais.

Nas variáveis temporais, foram analisados os seguintes parâmetros:

- × **Tempo de Apoio**, é o tempo dispendido no Ciclo de Corrida, desde o instante de contacto com o solo até ao instante de saída.
- × **Tempo de Voo**, corresponde ao tempo decorrido desde o instante em que um dos Membros inferiores deixa o contacto com solo até ao instante em que o outro Membro inferior entra em contacto com este.

Relativamente às variáveis espaciais, foram analisados os seguintes parâmetros:

- × **Amplitude de Passo.**
- × **Distância de Contacto**
- × **Deslocamento Vertical do Centro de Gravidade;**
- × **Ângulo Tronco/Coxa;**
- × **Ângulo Coxa/Perna;**
- × **Ângulo entre o Tronco e a vertical**

Relativamente às variáveis espaço-temporais, foram analisados os seguintes parâmetros:

- × **Frequência de passo.**
- × **Velocidade do Centro de Gravidade**
- × **Velocidade do Centro de Gravidade no solo**
- × **Velocidade do Centro de Gravidade no ar**

4.4 Procedimentos estatísticos

Para a caracterização da amostra, utilizou-se a estatística descritiva, calculando-se a média como medida de tendência central e o desvio padrão como medida de dispersão das variáveis relativas ao grupo amostral.

No tratamento estatístico dos dados obtidos foi utilizado o programa estatístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS), para Windows, versão 17.0.

Foi utilizado o teste Kolmogorov – Smirnov para verificar a normalidade da amostra. Para comparar os parâmetros entre os dois grupos foram utilizados o teste estatístico de Wilcoxon, e o teste de correlação de Pearson.

5. Apresentação e Discussão dos Resultados

5. Apresentação e Discussão dos Resultados

5.1. Amplitude de passo

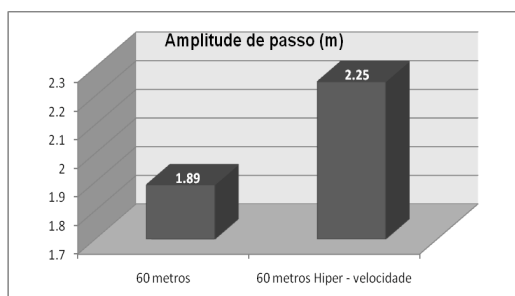
Podemos verificar a partir da tabela abaixo, as médias e Dp da amplitudes de passada obtidas na corrida de 60m sem e com o auxílio do sistema de hiper – velocidade.

Quadro 7: Descrição dos valores da média, desvio padrão e valores de significância estatística (teste Wilcoxon, $\alpha = 0.05$) da amplitude de passo na corrida normal e na corrida a hiper – velocidade.

PROVAS	MEDIA (M)	Dp	Asymp.Sig (2-tailed)	Ranks		
				Ties	Pos.	Neg.
60M CORRIDA NORMAL	1.89	0.22	0.038	0	2º	7ª
60M HIPER - VELOCIDADE	2.25	0.29				

Neg.) Amplitude passada velocidade máxima < Amplitude passada Hiper – velocidade

Pos.) Amplitude passada velocidade máxima > Amplitude passada Hiper – velocidade



Da análise dos dados obtidos, verificamos um valor médio superior na corrida assistida, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$), diferindo a passada em 0.4m (21%).

Figura 23: Valores de amplitude de passo nas duas situações de corrida

De acordo, com um estudo de Gajer, Thépaut-Mathieu e Lehénaff (1999), efectuado em velocistas de valor internacional, numa prova de 100m velocidade, a amplitude de passada aumenta gradualmente até os 70/80m da corrida, tendo depois, tendência a decrescer ligeiramente.

A expressão máxima deste parâmetro cinemático acontece, segundo o estudo do autor, no final da fase de grande aceleração (PGA – phase of Great acceleration), correspondendo ao trecho dos 50 – 60m da corrida.

Os resultados por nós obtidos na amplitude de passada, em situação assistida, aproximam-se dos resultados obtidos pelo autor, (2,3m;2,4m), podendo levar-nos a supor, que a corrida assistida em hiper – velocidade, aproxima a performance do atleta ao que, supostamente, seria o seu ideal.

Noutro estudo, realizado por Corn e Knudson (2003), verificou-se, que a amplitude de passada com valores médios de 1.90m, sofre um incremento de 7% (2.03m) quando utilizado um sistema assistido de corrida, baseado em elásticos. Estes resultados vão, precisamente reforçar os resultados por nós obtidos.

Da mesma forma, num estudo efectuado por LeBlanc e Gervais (2004), com a metodologia muito similar à nossa, os atletas sujeitos à ajuda de métodos assistidos, conseguiram alcançar valores superiores de amplitude de passada (2,28m), comparativamente à corrida normal sem qualquer auxílio.

5.2. Frequência de passo

Podemos verificar a partir da tabela abaixo, as médias e Dp da frequência de passo obtidas na corrida de 60m, sem e com o auxílio do sistema de hiper – velocidade.

Quadro 8: Descrição dos valores da média, desvio padrão e valores de significância estatística (teste Wilcoxon, $\alpha = 0.05$) da frequência de passo na corrida normal e na corrida de hiper – velocidade.

PROVAS	MEDIA (Passos/seg)	Dp	Asymp.Sig (2-tailed)	Ranks		
				Ties	Pos.	Neg.
60M CORRIDA NORMAL	4.03	0.16	0.314	0	3	6
60M HIPER - VELOCIDADE	4.13	0.20				

Neg.)Frequencia passada velocidade máxima< Frequencia passada Hiper – velocidade

Pos.) Frequencia passada velocidade máxima > Frequencia passada Hiper – velocidade

Tal como se pode observar no gráfico em baixo, registamos valores muito parecidos na frequência de passo nas duas provas (diferenças de 2.5%), no entanto sem significância estatística ($p > 0.05$).

Estes resultados corroboram com outros estudos, em que não se verificaram diferenças significativas na frequência de passada quando utilizados meios assistidos de velocidade. (LeBlanc & Gervais, 2004), os mesmos achados foram encontrados no estudo de Corn e Knudson (2003).

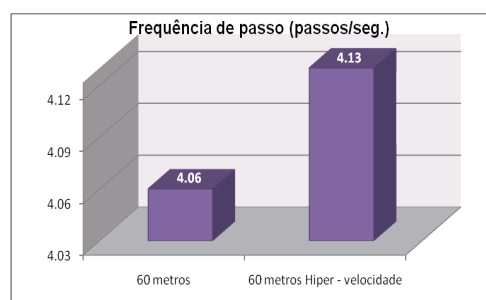


Figura 24: Valores de frequência de passo nas duas situações de corrida.

De acordo com os resultados obtidos por Mačkala (2007), a frequência de passo assume valores de 4.32 em velocistas de valor internacional, no entanto, quando comparados com atletas com marcas ligeiramente inferiores, não se verificam diferenças na frequência de passo.

Curiosamente, os valores de frequência de passo, encontrados num estudo feito a jovem velocistas sem a ajuda de meios facilitadores ou assistidos de corrida, foram ligeiramente superiores aos encontrados no nosso estudo 4.28 passos/seg. (Stoffels, Kober, Pupo, & Moa). Isto, poderá ter a ver, com o facto de os nossos atletas não terem qualquer experiencia ou contacto anterior, com o treino de hiper – velocidade, levando à travagem natural do movimento e, conseqüentemente, reduzindo a quantidade de passadas por unidade de tempo.

Quadro 9: Correlação entre frequência de passo e o tempo obtido nos 60m.

SIMPLE PAIRED CORRELATION			
	N	Correlation	Sig
60M HIPER - VELOCIDADE	9	-,733	,025
60M CORRIDA NORMAL	9	-,596	,090

Segundo Seagrave (1996), a frequência de passo de um corredor em desenvolvimento deverá situar-se entre os 4.0 e os 4.5 passos/seg, enquanto um corredor experiente deverá apresentar valores entre os 4.8 e os 5 passos/seg.

Gajer, Thépaut-Mathieu e Lehénaff (1999) verificaram no seu estudo efectuado em velocistas de nível internacional, que a o valor da frequência de passada não esta directamente relacionada com o tempo final da corrida, alias, os

atletas que em que se verificaram uma frequência menor, foram os que obtiveram o melhor resultado.

Os resultados vão ao encontro do nosso estudo, em que foi encontrado uma correlação negativa baixa, entre os resultados da corrida e a frequência de passada (-0,596) e da corrida assistida (-0,733).

Da mesma forma, no nosso estudo obtivemos valores baixo de correlação entre o resultado da corrida e a frequência de passada.

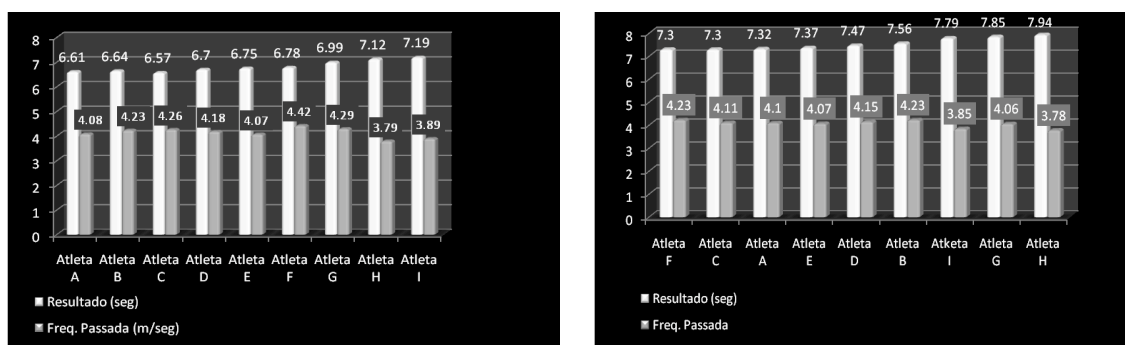


Figura 25 e 26: Tempo e respectiva frequência de passo de cada atleta em situação de hiper – velocidade e corrida normal.

No gráfico encontram-se os tempos que os atletas, do nosso estudo obtiveram nos 60m, e respectiva frequência de passada. Podemos constatar que o atleta que melhor marca teve (atleta A com 6.61seg), não foi o que conseguiu realizar um maior número de passadas por unidade de tempo.

5.3 Velocidade do Centro de Gravidade

Quadro 10: Descrição dos valores da média, desvio padrão e valores de significância estatística (teste Wilcoxon, $\alpha = 0.05$) da velocidade do CG na corrida normal e na corrida de hiper – velocidade.

PROVAS	MEDIA (m/seg)	Dp	Asymp.Sig (2-tailed)	Ranks		
				Ties	Pos.	Neg.
60M CORRIDA NORMAL	9.4	1.2	0.015	0	1	8
60M HIPER - VELOCIDADE	11.5	0.8				

Neg.) Velocidade do CG na velocidade máxima < Velocidade do GC na Hiper – velocidade

Pos.) Velocidade do CG na velocidade máxima > Velocidade do CG na Hiper – velocidade

No que se concerne, à velocidade de deslocamento atingida pelos nossos atletas, podemos observar pela tabela acima que em condições normais de corrida, obtiveram-se ($9,4 \pm 1,2$ m/Seg.), e ($11,5 \pm 0,8$ m/seg) em condição facilitadora. Verificou-se, portanto, um acentuado incremento, em cerca de 22,3%, acima da velocidade máxima de corrida dos atletas, sendo estas diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.05$).

Num estudo realizado por Kristensen, Tillaar e Gertjan (2006), verificou-se também um aumento na velocidade de corrida, em cerca de 3.3%, após a utilização de meios e métodos de treino assistido. A diferença entre a magnitude do incremento, poderá ter a ver com a distância inferior (20m) utilizada pelo autor, e pelo facto do estudo se debruçar sobre os efeitos do treino ao longo de um período de um mês.

Corn e Knudson (2003) vieram também corroborar estes resultados, quando no seu estudo, encontraram diferenças significativas, de 7%, nas velocidades alcançadas nas duas situações de corrida, também num percurso de 20m.

5.3.1 Velocidade do CG no momento de contacto com o solo

Podemos constatar pelo gráfico ao lado, que apesar da aproximação entre a velocidade média do CG, e a sua variante encontrada quando em contacto com

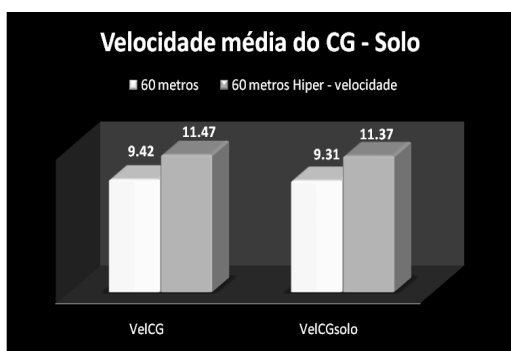


Figura 27: Valores da velocidade do CG no momento de contacto com o solo.

o solo, a ultima é ligeiramente inferior, levando-nos a pensar que o atleta desacelera quando entra na fase de amortecimento da passada, equivalente ao momento em que apresenta uma maior flexão da perna de apoio.

Constatamos também, através dos dados acima representados, que a

diferença relativa entre as duas velocidades é superior quando os atletas correm em condições facilitadoras, em cerca de 1.18%, comparativamente à corrida em situação normal, 0,87%. A diferença entre duas situações, apesar de, aparentemente ser insignificante, poderá contribuir para as diferenças de velocidades médias atingidas.

Poderemos supor então, que quanto mais tempo o atleta mantiver o contacto com o solo, em cada passada, maior será a desaceleração e, conseqüentemente pior será a sua performance.

5.3.2 Velocidade do CG na fase aérea da passada

Ao contrário do que se sucedeu com a velocidade do CG, quando em contacto com o solo, podemos verificar pelo gráfico ao lado, que a velocidade do CG quando o atleta se encontra no ar (ambos os pés encontram-se sem contacto com a pista) é superior à sua velocidade média.



Figura 28: Valores da velocidade do CG na fase aérea da passada.

As diferenças relativas entre as duas velocidades são superiores quando os atletas correm em situações facilitadoras, em cerca de 2,55%, comparativamente à corrida em situação normal, 0,26%. Poderemos aferir então, que a utilização do sistema de roldanas, como meio assistido de treino, permite um aumento da velocidade de deslocamento do CG, em grande parte, devido ao aumento da sua variação atingida, quando atleta se encontra na fase aérea da passada.

Da mesma maneira, LeBlanc e Gervais (2004) encontraram no seu estudo, que a utilização de métodos assistidos de treino, por meio de elásticos, permite o aumento da velocidade média de corrida em cerca de 6,8% e diminui o tempo de contacto com o solo.

5.4 Distância de Contacto

É encontrado na literatura, em consenso (Young, 2005; Arufe & Martinez, 2005; Mann 1997) que a distância de contacto é um factor importante na técnica de corrida à máxima velocidade. Os teóricos do treino dizem que a distância, no momento do contacto com o solo, deverá ser a mais reduzida possível de modo a se minimizar as forças de travagem. No nosso trabalho foram encontrados valores surpreendentes na distância de contacto.

Ao contrário do que esperávamos, em situação facilitadora, em que o atleta atinge velocidade de corrida superior, a distância de contacto, tal como se pode observar na tabela em baixo, adquire proporções maiores (0,18m ou 18cm \pm 0,09) do que em situação normal de corrida (0,08m ou 8cm \pm 0,09), diferenças superiores a 50%, apresentando significância estatística ($p < 0.05$).

Quadro 11: Descrição dos valores da média, desvio padrão e valores de significância estatística (teste Wilcoxon, $\alpha = 0.05$) da distância de contacto na corrida normal e na corrida de hiper – velocidade

PROVAS	MEDIA (M)	Dp	Asymp.Sig (2-tailed)	Ranks		
				Ties	Pos.	Neg.
60M CORRIDA NORMAL	0.08	0.04	0.024	0	2	7
60M HIPER - VELOCIDADE	0.18	0.09				

Neg.) Distância de contacto na velocidade máxima < Distância de contacto na Hiper – velocidade

Pos.) Distância de contacto na velocidade máxima > Distância de contacto na Hiper – velocidade

Um das explicações para estes valores, poderá ter a ver com a inexperiência dos atletas na utilização deste meio assistido de treino, que poderá ter levado a precipitar o contacto com o solo, como forma natural e involuntária de defesa, provocando assim uma desaceleração e, aumentando a distância de contacto.

5.5 Tempo de Apoio

No nosso trabalho foram registados valores médios inferiores de tempo de apoio na corrida a velocidades supra-maximais ($0.1067s \pm 0.010s$) comparativamente a velocidades máximas ($0.1078s \pm 0.019s$), contudo, não apresentando significância estatística ($p > 0.05$), tal como se pode observar no quadro 12. LeBlanc e Gervais (2004) no seu estudo obtiveram valores ligeiramente diferentes com $0.103s$ para velocidade supra – máximas e $0.114s$ em velocidade máxima. Podemos constatar que a diferença entre os dois valores é muito superior à encontrada no nosso estudo. Especulamos que a razão para que isso tenha acontecido, tenha a ver com a inexperiência da nossa amostra na utilização do método de assistência, relativamente à amostra do autor. De qualquer forma, o autor não registou diferenças estatisticamente significativas.

Segundo (Hay, 1981) referido por Stoffels, Kober, Pupo e Moa, os atletas de nível internacional apresentam tempos de contacto de $0.080s$ a $0.100s$. No estudo dos autores, foram encontrados valores de $0.116s$ de tempo de contacto a velocidade máximas, ligeiramente superiores aos valores encontrados no nosso estudo.

Quadro 12: Descrição dos valores da média, desvio padrão e valores de significância estatística (teste Wilcoxon, $\alpha = 0.05$) do tempo de apoio na corrida normal e na corrida de hiper – velocidade.

PROVAS	MÉDIA (Seg)	Dp	Asymp.Sig (2-tailed)	Ranks		
				Ties	Pos.	Neg.
60M CORRIDA NORMAL	0.107	0.02	0.180	4	4	1
60M HIPER - VELOCIDADE	0.106	0,01				

Neg.) Tempo de apoio na passada à velocidade máxima < Tempo de apoio na passada a Hiper – velocidade

Pos.) Tempo de apoio na passada à velocidade máxima > Tempo de apoio na passada a Hiper – velocidade

Por sua vez, Mochbahani, Gollhofer e Dickhuth (2004) encontraram no seu estudo valores inferiores de tempo de contacto a velocidades máximas de corrida ($0.899s$) e $0.795s$ a velocidade supra – máximas. A diferença dos valores, comparativamente aos por nós observados, poderá ter a ver com a

superior experiência da amostra dos autores. O que nos leva a pensar, tal como é referido na literatura, que o tempo dispendido em contacto com o solo na corrida a velocidades elevadas, será tanto menor quanto mais rápido o atleta correr.

5.6 Tempo de Voo

No quadro em baixo (nº 13) podemos observar o tempo médio dispendido na fase aérea da passada, em ambas as situações de corrida. Pode-se constatar que, em corrida a velocidades supra – máximas, os atletas registaram valores superiores no tempo dispendido no ar ($0.1356s \pm 0.013s$) comparativamente a velocidade máximas ($0.1267s \pm 0.017s$)

Quadro 13: Descrição dos valores da média, desvio padrão e valores de significância estatística (teste Wilcoxon, $\alpha = 0.05$) do tempo de voo na corrida normal e na corrida de hiper – velocidade.

PROVAS	MÉDIA (Seg)	Dp	Asymp.Sig (2-tailed)	Ranks		
				Ties	Pos.	Neg.
60M CORRIDA NORMAL	0.126	0.02	0.435	2	3	4
60M HIPER - VELOCIDADE	0.135	0.02				

Neg.) Tempo de voo na passada à velocidade máxima < Tempo de voo na passada a Hiper – velocidade

Pos.) Tempo de voo na passada à velocidade máxima > Tempo de voo na passada a Hiper – velocidade

Os resultados obtidos vão de encontro ao que é referido em consenso na literatura, em que com o aumento de velocidade de corrida, existe um incremento do tempo da fase aérea da passada, no entanto não foi verificada significância estatística ($p > 0.05$).

No estudo efectuado por Stoffels, Kober, Pupo e Moa, obteve-se 0.117s na fase aérea da passada, um tempo ligeiramente inferior ao encontrado no nosso estudo.

Uma vez que o tempo total de uma passada é decorrido do tempo em que o atleta está em contacto com o solo, e o tempo dispendido no ar entre os apoios, através dos dados obtidos, assim como os que são encontrados na literatura, podemos inferir que com o aumento de velocidade, o tempo

dispendido em contacto com o solo diminui para se ver incrementado o tempo dispendido no ar.

Isto vai precisamente confirmar o que é dito na literatura (Young 2005; Arufe e Martinez 2004; Ecker 1996) que a fase de contacto com o solo, especialmente a fase de amortecimento, implica uma desaceleração da velocidade de movimento. Logo, com o aumento de velocidade de corrida, será natural que este instante da passada diminua de dimensão.

5.7 Relação entre Tempo de Apoio e Tempo de Voo

A partir da figura ao lado, representativa da relação das proporções que o t.apoio e o t.voo têm no tempo total da passada no nosso estudo, podemos constatar que em ambas as situações de corrida, o t.voo assume uma preponderância relativamente superior.

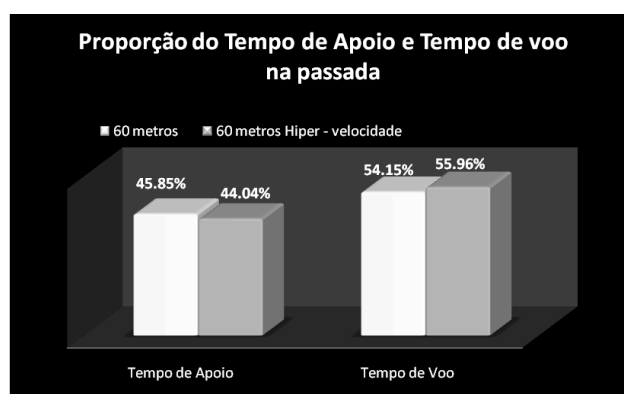


Figura 29: Relação entre Tempo de apoio (T.apoio) e Tempo de Voo (T.voo), na corrida à velocidade máxima e na corrida de hiper – velocidade.

Enfatizando os resultados acima apresentados, e indo de encontro ao que é referido pela literatura, pode-se também verificar que a percentagem do tempo dispendido no ar sobre um ligeiro incremento quando o atleta corre a velocidades supra – máximas, em detrimento do tempo dispendido no solo que sofre um ligeiro decréscimo. No estudo efectuado por Stoffels, Kober, Pupo e Moa, a proporção encontrada foi de 49.78% em contacto com o solo, e 50.22% no ar, em situação de corrida normal à velocidade máxima.

Os mesmos autores, referem que a relação entre o tempo de apoio e o tempo de voo é um bom indicador para verificar o nível de execução técnica de um velocista. Citando, Hay (1981) e Coh (s.d.) apontam uma relação óptima de 60:40 a favor da fase aérea da passada quando o atleta se encontra a correr à sua velocidade máxima.

Poderemos argumentar a discrepância entre estes valores e os por nós encontrados, com o facto de os atletas serem ainda inexperientes na utilização da hiper – velocidade como meio de treino, assim como as capacidades ainda em desenvolvimento, nomeadamente a força que é preponderante para a realização de uma elevada amplitude de passada, que por sua vez levará a um tempo de voo superior.

5.8 Trajectória horizontal do CG

De acordo com a literatura, na fase de velocidade máxima o tronco do atleta deverá ter uma posição vertical, com um correcto alinhamento da cabeça, pescoço e tronco. A posição da anca não poderá sofrer grandes oscilações, e o centro de massa visto através do plano sagital, deverá descrever uma trajectória sinusoidal.

Nessa trajectória, ponto mais alto (apex da curva), deverá corresponder ao momento em que o atleta se encontra no ar, e o ponto mais baixo quando o atleta se encontra em contacto com o solo, no momento de maior flexão do joelho da perna de apoio. (Young, 2005)

De acordo com Sheppard (2004), o centro de gravidade em situação de velocidade máxima, deve manifestar oscilações mínimas no plano vertical, sendo este um indicador da eficiência horizontal e de acções de travagem mínimas em cada apoio.

Quadro 14: Descrição dos valores da média, desvio padrão e valores de significância estatística da oscilação vertical do CG na corrida normal e na corrida de hiper – velocidade

PROVAS	MEDIA (m)	Dp	Asymp.Sig (2-tailed)	Ranks		
				Ties	Pos.	Neg.
60M CORRIDA NORMAL	0.07	0.03	0.678	0	4	5
60M HIPER - VELOCIDADE	0.09	0.04				

Neg.) Oscilação vertical do CG na velocidade máxima < Oscilação vertical do CG na Hiper – velocidade

Pos.) Oscilação vertical do CG na velocidade máxima > Oscilação vertical do CG na Hiper – velocidade

Podemos verificar na tabela acima, que a oscilação do centro de massa, em ambas as situações de corrida, foi ligeiramente acima dos valores, que são apontados como ideais pela literatura.

Em situação normal de corrida, a diferença entre o valor máximo e mínimo da posição vertical do CM foi $0,07 \pm 0,03$, e em situação facilitadora, ligeiramente superior com $0,09 \pm 0,04$. No entanto, as diferenças não foram estatisticamente significativas ($p > 0.05$).

Não foi verificada correlação entre a oscilação do CM e a velocidade do mesmo, levando-nos a pensar que, pelo facto da diferença dos valores ser pequena, não teve influência directa sobre a performance.

De acordo com Bravo (1994), para bons atletas a diferença entre a máxima e a mínima altura do centro de gravidade não supera os 5cm, podendo, em alguns corredores de nível mais baixo, esta diferença chegar aos 6cm.

5.9 Posições Angulares

A análise das posições angulares, constituídas pelos complexos articulares que ligam o tronco/coxa e coxa/perna, foi efectuada em três momentos importantes da passada. Na fase de amortecimento, em que o atleta apresenta uma maior flexão da perna de apoio, na fase de impulsão quando existe a maior extensão da perna, no momento que o atleta deixa o contacto com o solo, e por fim, na fase aérea da passada, no momento em que é atingida a maior flexão da perna de balanço (perna que eleva o joelho à frente).

5.9.1 Complexo Articular Tronco/Coxa

Young (2005) refere ser crucial o correcto alinhamento do tronco, pois implicará a estabilização da zona do *core*, e conseqüentemente, assegurando uma liberdade de movimento dos membros superiores e inferiores.

Com a entrada na fase de amortecimento, o atleta deverá absorver as forças de impacto geradas no contacto com o solo. Quando existe falta de

estabilidade, de força e/ou flexibilidade, torna-se difícil fazê-lo, sem que a postura seja alterada.

Poderíamos suspeitar que, a velocidades supra – maximais, o atleta inclinasse ligeiramente o tronco à frente, devido à ausência de força e sustentabilidade da zona do *core*, de forma a suportar as forças de impacto no contacto com o solo, teoricamente superiores àquelas que se verificariam em corrida normal.

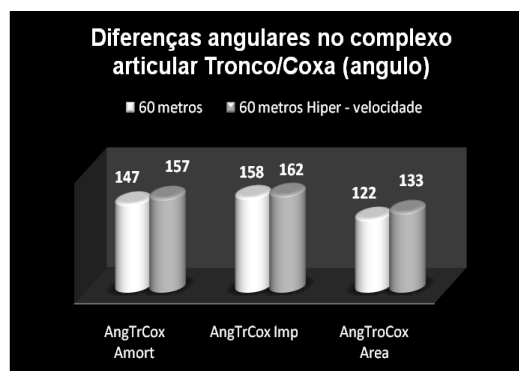


Figura 29: Valores angulares do complexo articular Tronco/Coxa nas diferentes fases

No entanto, tal como podemos constatar no gráfico acima, o ângulo formado entre o tronco e a coxa da perna de apoio, no momento de maior flexão da mesma (AngTrCox Amort), quando em contacto com o solo, difere apenas em 10º, nas duas situações de corrida.

Quadro 15:Valores do teste de Wilcoxon, Sig = 0.05, das posições angulares do complexo articular Tronco/Coxa nas diferentes fases do passo.

	Asymp.Sig (2-tailed)	Ranks		
		Ties	Pos.	Neg.
AngTroCox Amort	0.173	0	3	6
AngTroCox Imp	0.515	0	4	5
AngTroCox Aérea	0.260	0	3	6

Neg.) Distancia angular à velocidade máxima < Distancia angular a Hiper – velocidade

Pos \ Distancia angular à velocidade máxima > Distancia angular a Hiper – velocidade

É de se salientar que, em situação de hiper – velocidade, os atletas apresentaram um ângulo com uma obtusidade mais pronunciada ($157 \pm 9,9$), que em situação de corrida normal ($147 \pm 12,7$), no entanto os dados não revelaram diferenças estatisticamente significativas ($p > 0.05$). Os dados relativos ao ângulo da flexão do joelho da perna de apoio, no mesmo instante, que serão analisados a seguir, e a distância de contacto da projecção do CM e

do calcanhar do pé de apoio, permitem-nos afirmar que a inclinação anterior do tronco em situação facilitador é ligeiramente menor.

Já no momento da passada, correspondente ao instante final de impulsão (AngTrCox Imp), em que o atleta apresenta uma maior extensão do membro inferior que fizera o apoio, podemos constatar que as diferenças angulares são ainda menores (4°).

De acordo com Young (2005), a postura deverá continuar estabilizada, com o tronco o mais próximo possível da vertical, no momento do *toe – off*.

Neste instante da passada, os atletas continuam a apresentar um ângulo superior quando correm a uma velocidade supra – maximal ($162 \pm 10,4$), comparativamente à corrida à velocidade máxima ($158 \pm 19,3$), no entanto as diferenças não são estatisticamente significativas, tal como se pode verificar no quadro nº13 ($p > 0.05$).

A amplitude na fase aérea (AngTroCox Aérea), foi analisada no ângulo entre o tronco e o membro inferior livre, que se encontra na sua máxima flexão à frente. Nesta fase aérea da passada, em que o CG se encontra no ponto mais elevado da sua trajectória vertical, o atleta eleva o joelho posicionando a coxa o mais próximo possível da horizontal. Este aspecto é importante pois, ao flectir a coxa à frente, os grupos musculares compostos pelos glúteos e isquio – tibiais são alongados, aumentando a sua capacidade para desenvolverem força e velocidade, quando a perna é movimentada para baixo, em direcção ao solo, para o conseqüente contacto. (Young, 2005).

A elevação da perna livre, neste momento da passada, é importante para permitir uma correcta movimentação da articulação túbio – tarsica e, um adequado posicionamento do pé quando o atleta ataca o solo. (Stoffels, Kober, Pupo & Moa).

No nosso estudo, tal como se pode observar pelo gráfico, a amplitude do ângulo formado pela perna livre e o tronco, é ligeiramente superior, quando o atleta se encontra acima da sua velocidade máxima de corrida, em cerca de 10°, não sendo as diferenças estatisticamente significativas ($p > 0.05$).

5.9.2 Complexo Articular Coxa/Perna

Segundo Young (2005), a fase da passada em que o atleta entra em contacto com o solo, é caracterizada por um abaixamento do CM, e uma flexão do membro inferior de apoio.

De acordo com Ecker (1996), esta fase é denominada por *breaking phase*, precisamente pelas forças de travagem que são criadas inevitavelmente.

Supondo que quanto mais débil for atleta, maior será a flexão do membro inferior que entra em contacto com o solo, também maior será a desaceleração, prejudicando assim a performance.

Desta forma, e observando o gráfico seguinte ilustrativo das diferenças entre os valores angulares, podemos constatar que no instante de amortecimento no contacto com o solo (AngCoxPe Amort), os atletas apresentaram uma flexão do joelho de $144^\circ \pm 12,3^\circ$ em corrida a velocidades supra – máximas, e $132^\circ \pm 33,7^\circ$ a corrida à máxima velocidade.

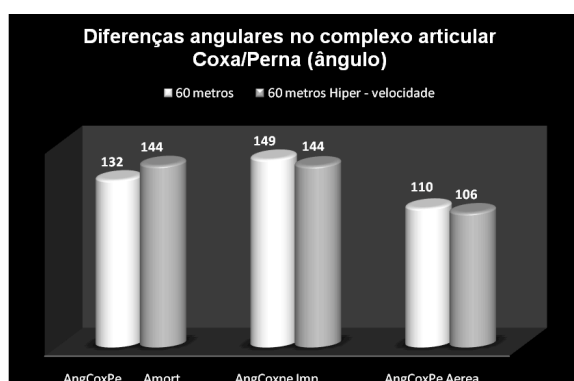


Figura 30: Valores angulares do complexo articular Coxa/Perna nas diferentes fases da passada.

Num estudo efectuado por Stoffels, Kober, Pupo e Moa, foram encontrados valores aproximados ($147^\circ \pm 5$), no instante de maior flexão do joelho, quando em contacto com o solo. Vonstein (1996) indica valores de 150° como sendo o mais próximo do ideal. Já Vitori (1997) aponta valores inferiores, muito semelhantes ao registado no nosso estudo, na ordem do 140° .

Quadro 16: Valores do teste de Wilcoxon, $\alpha = 0.05$ das posições angulares do complexo articular Coxa/Perna nas diferentes fases do passo.

	Asymp.Sig (2-tailed)	Ranks		
		Ties	Pos.	Neg.
AngCoxPe Amort	0,678	0	4	5
AngCoxPe Imp	0,260	0	6	3
AngCoxPe Aérea	0,594	0	6	3

Neg.) Distancia angular à velocidade máxima < Distancia angular a Hiper – velocidade

Pos.) Distancia angular à velocidade máxima > Distancia angular a Hiper – velocidade

Podemos então deduzir que, a utilização deste meio assistido de corrida, reduz ligeiramente a flexão do joelho aquando do contacto com o solo, minimizando a desaceleração. Isto poderá ser um factor que contribui para os valores superiores de velocidade registados em corrida supra – maximal.

No que concerne o momento de impulsão (AngCoxPe Imp), que antecede o instante em que o atleta deixa o contacto com o solo, através de uma ampla extensão da anca, curiosamente registaram-se valores angulares, ligeiramente superiores em situação de corrida máxima ($149^\circ \pm 13,7^\circ$), no entanto as diferenças não são estatisticamente significativas ($p > 0.05$). Stoffels, Kober, Pupo e Moa, no seu estudo com jovens velocistas, registou valores muito similares ($150^\circ \pm 6^\circ$).

Já Vonstein (1996) sugere valores de flexão na ordem do 162° , ou seja, 12° acima do valor registado no instante antecessor (momento de amortização). Vitori (1996) indica valores ligeiramente superiores, entre o 168° e o 172° .

No nosso estudo, os valores baixos da flexão, na corrida a velocidade supra – maximal ($144^\circ \pm 8,6^\circ$), poderão ter a ver com dois factores: o instante escolhido para a análise deste valor angular, correspondeu ao primeiro *frame* em que o atleta se encontrava no ar, após a descolagem do solo. O momento mais correcto para a análise destes dados seria, o instante exacto em que o atleta deixa o contacto com o solo, mas dado as limitações logísticas do nosso estudo, foi impossível fazê-lo.

Outra razão para os valores apresentados, poderá ter sido a incapacidade física dos atletas (ainda no início da especificidade no treino – iniciados 2º ano), nomeadamente ao nível da força e da sua rápida aplicação, visto que, com o aumento da velocidade de corrida menor tempo dispuseram para a sua aplicação no contacto com o solo, (menor tempo de apoio).

Na fase aérea da passada, no ângulo formado pela coxa e perna do membro inferior livre, que se encontra em elevação frontal com o joelho perpendicular ao tronco, não foram registadas grandes diferenças, com $110^\circ \pm 12,3^\circ$ em corrida à máxima velocidade, e $106^\circ \pm 16,3^\circ$ a velocidades supra – maximais, sem significância estatística ($p > 0.05$).

De acordo com a literatura, no instante da passada em que o atleta atinge o ponto mais elevado no plano vertical da sua trajectória aérea, o membro inferior livre deverá apresentar uma flexão mais próxima possível de 90° .

Quadro 17: Descrição dos valores da média e desvio padrão do ângulo do complexo articular do Joelho (Coxa/Perna).

PROVAS	MEDIA (°)	Dp
60M CORRIDA NORMAL	117,3	39
60M HIPER - VELOCIDADE	116,2	41

Podemos constatar, na tabela acima, que em média, a flexão do complexo articular do joelho, independentemente do momento da passada, é muito similar nas duas situações. Os dados registados no estudo de LeBlanc e Gervais (2004), vêm corroborar os dados encontrados, com médias de flexão do joelho de $114,9^\circ \pm 4,8^\circ$ em corrida à velocidade máxima e $114,7^\circ \pm 6,9^\circ$ em situação de corrida supra – maximal.

Estes dados levam-nos a pensar, que a corrida a velocidades supra – maximais, aproxima-se com a corrida à máxima velocidade, justificando em parte a sua especificidade no treino. Desta forma, apesar das diferenças mínimas, em velocidades supra – maximais, os atletas apresentaram uma flexão mais próxima deste valor, permitindo-nos formular a hipótese que, este

meio assistido de corrida possibilita ao atleta, uma maior velocidade de rotação angular nos membros inferiores, com uma conseqüente mais rápida e melhor preparação no contacto com solo.

6. Conclusões

6. Conclusões

Quanto ao Objectivo Principal:

- ⇒ Verificaram-se diferenças e alterações cinemáticas do passo, entre corrida à máxima velocidade na distância de 60m e a corrida a velocidade supra-máxima na mesma distância.

Quanto ao 1º Objectivo:

- ⇒ Os parâmetros cinemáticos do passo em que se verificaram diferenças substanciais, entre a corrida a velocidades máximas e a corrida a velocidades supra – maximais foram: amplitude de passada; a velocidade de deslocação do CG, a distância de contacto, o tempo de apoio e o tempo de voo.
- ⇒ Os parâmetros cinemáticos referentes à frequência de passo e á oscilação vertical do CG não apresentaram diferenças significativas nas duas situações de corrida.

Quanto ao 2º Objectivo:

- ⇒ Relativamente às posições angulares do segmento composto pelo Tronco e coxa, podemos concluir que não houve diferenças significativas, apenas um ligeiro aumento do ângulo durante a corrida assistida.
- ⇒ No que concerne as posições angulares do composto segmentar Coxa/Perna, podemos constatar que existe uma ligeira diminuição da flexão da perna de apoio com a utilização do meio assistido de treino, no momento de amortecimento da passada. Já nas fases de impulsão e aérea da passada não se registaram diferenças significativas neste complexo angular.

Quanto ao 3º Objectivo:

⇒ A utilização do sistema de roldana como meio assistido de treino e, sob a forma de induzir novos estímulos aos atletas, provoca alterações na cinemática do passo durante a corrida a velocidades elevadas. Estas alterações, se não houver um cuidado no controlo da calibração da intensidade do treino, poderá constituir-se como desvantajoso, uma vez que poderá induzir o atleta em erros técnicos. No entanto, pensamos que a sua aplicação pensada e cuidada, poderá ajudar o processo de treino.

Quanto ao 4º Objectivo:

⇒ Com a utilização do sistema de roldanas como meio assistido de treino, os atletas obtiveram melhores resultados na corrida de 60m, tendo possibilitado uma melhoria da performance no instante da recolha dos dados.

7. Limitações e Sugestões

7. Limitações e Sugestões

7.1 Limitações

- ⇒ O tamanho bastante reduzido da amostra, que poderá limitar a extrapolação dos resultados para uma forma mais genérica.
- ⇒ A obtenção das imagens/vídeo foram realizadas através de uma camera de vídeo com uma velocidade de obturação de 50Mhr, sendo demasiado lento, limitando assim a precisão de alguns parâmetros.
- ⇒ O sistema de hiper – velocidade utilizado não permite quantificar de uma forma directa a tensão/intensidade de corrida produzida, apenas permite fazê-lo de uma forma indirecta através da medição da distância percorrida pelo atleta que realiza a tracção.

7.2 Sugestões

- ⇒ Utilizar uma amostra maior, e com maior homogeneização, de forma a tornar os resultados mais significativos, do ponto de vista estatístico.
- ⇒ Utilizar um meio de calibração directa da tensão produzida na corrida assistida, de forma a quantificar a sua intensidade.
- ⇒ Obter a intensidade e direcção das forças aplicadas no solo, durante a corrida assistida a velocidades supra maximais, com o uso do sistema de roldanas.
- ⇒ Utilizar uma câmara de filmagem de alta velocidade de aquisição, permitindo uma análise mais precisa da corrida.

8. Referências Bibliográficas

8. Referências Bibliográficas

Arufe, G. V & Martinez, P. J. (2005). Principios Generales de la Técnica Atlética. In *Tratado de Atletismo en el siglo XXI*. 1º Edição, Volume I, 275 – 326.

Barber, E. (2002). A “flying30” for sprinters: Achieving max velocity and maintaining it over the critical area of the race. *Track & Field*, Vol, 30 – 32.

Baughman, M., Takaha, M e Tellez, T. (1984). Sprint Training. *NSCA Journal*, Vol, pag

Belloti, P. (1991). A few aspects of the theory and practice of speed development. *NSA, IAAF*, 6:1, 21 – 25

Bravo, J. (1994). *Atletismo 1: Carreras*. 2ed. Madrid: Real Federación Española de Atletismo.

Corn, R. J., Knudson, D. (2003). Effect of Elastic – Cord Towing on the Kinematics of Acceleration Phase of Sprinting. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 17(1), 72 – 75.

Cunningham, M. (___). Pure speed training: The “secret” to Track and Field. *Track & Field Coaches Review*. Vol, 26 – 28

Delecluse, C. (1997). Influence of Strength Training on sprint Running Performance: current Findings and Implications for Training. *Sports Med*, 24(3), 147 – 156.

Dick, F. (1989). Development of maximum sprinting speed. Consult. 21 Fev. 2008, disponível em: http://www.elitetrack.com/article_files/maximumspeed.pdf

Donati, A. (1996). La asociacion entre el desarrollo de la fuerza y el desarrollo de la velocidad. In *Desarrollo de la Velocidad*. Cuadernos de atletismo, 37. 29 – 41. Madrid: Real Federacion Española de Atletismo.

Ecker, T. (1996). *Basic Track & Field Biomechanics*. 2º Edition, 57 – 62

Faccioni, A. (1994). Assited and resisted methods for speed development (part II). *Modern Athlete and Coach*, Vol.32, N°2.

Ferro, A., Rivera, A., Pagola, I., Ferrerueta, M., Martin, A., & Rocandio, V. (2001). Biomechanical analysis of the 7th World Championships In Athletics Seville 1999. *NSA*, 16, 25 – 60.

Gajer, B. C., Thépaut-Mathieu, Lehénaff, D. (1999). Evolution of stride and amplitude during course of the 100m event in athletics. *NSA*, 14(1), 43 – 50.

Gambetta, V. (1991) Essential considerations for the development of a teaching model for the 100 metres sprint. *New Studies in Athletics*, 6:2, 27-32.

Grosser, M; Müller, H. (1992). *Desarrollo muscular : un nuevo concepto de musculación (power stretch)*. Barcelona: Hispano Europea.

Kristensen, G. O., Tillaar, V. R., & Ettema, G. J. C. (2006). Velocity specificity in early – phase sprint training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 833 – 837.

LeBlanc, J.S & Gervais, P.L. (2004). *Kinematics of assisted and resisted sprinting as compared to normal sprinting in trained athletes*. Proceedings of the XXXII ISBS Congress, 536. Consult. 27 Ago. 2008, disponível em: http://www.ualberta.ca/~jsl4/pdf/ISBS04_Paper.pdf

Maćkala, K. (2007). Optimisation of performance through kinematic analysis of the different phases of the 100 metres. *New Studies in Athletics*, 22:2, 7-16.

Manso, G., Valdivielso, N., Caballero, R. & Acero, M. (1998). *La velocidad*. España: Editorial Gymnos.

Meckel, Y. & Lidor, R. (2004). Physiological, skill development and motor learning considerations for the 100 metres. *New Studies in Athletics*, 19:1, 7-12.

Mochbahani, R., Gollhofer, A., & Dickhuth, H. (2004). Pulley Systems in Sprint Training. *In Modern Athlete and Coach*, 42(2), 14 – 16.

Vittori, C. (1996). The European School in sprint training: The experiences in Italy. *New Studies in Athletics*, 11:2-3, 85-92.

Seagrave, L. (1996). Introduction to sprinting. *New Studies in Athletics*, 11:2-3, 93-113.

Vieira, J. (2000). Factores do Treino Desportivo. In *Castelo, J; Barreto, H.; Alves, F.; Santos, P.; Carvalho, J. e Vieira, J., Metodologia do Treino Desportivo*. Cruz Quebrada: FMH.

Sarasladinis, P. (2000). Training for the improvement of maximum speed: flat running or resistance training?. *New Studies in Athletics*, 15:3/4, 45-51.

Saunders, R. (2005). Five components of the 100 m sprint. *Moderns Athlete and Coach*, 42, 23-24.

Sebestyen, E. (1996). Speed improvement with the Speedy-System. *New Studies in Athletics*, 11:2-3, 149-154.

Sheppard, J. (2004). The use of resisted and assisted training methods in speed development: coaching considerations. *Moderns Athlete and Coach*. 42(4), 9-12.

Stoffels, F; Kober, R; Pupo, J. & Moa. C. Análise de variáveis cinemáticas da corrida de jovens velocistas. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 7 (1), 59-67.

Vittori, C. (1996). The European School in sprint training: The experiences in Italy. *New Studies in Athletics*, 11:2-3, 85-92.

Vitorri, C. (1997). Lallenamento del giovane corridore daí 12 aí 19 anni. Roma: Federazione Italiana di Atletica Leggera

Vonstein, W. (1996). Some reflections on maximum sprinting technique. *New Studies in Athletics II*, (2-3), 161 – 165.

Young, M. (). Maximal Velocity Sprint Mechanism. Vol, pag, disponivel em www.hpcsort.com

