UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

**CORRIDAS DE ALTA VELOCIDADE E CURTA DURAÇÃO - UMA
ABORDAGEM BIOMECÂNICA PARA O ENTENDIMENTO DOS
FATORES DETERMINANTES DE DESEMPENHO**

RODRIGO MACIEL ANDRADE

SÃO PAULO
2015

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

**CORRIDAS DE ALTA VELOCIDADE E CURTA DURAÇÃO - UMA
ABORDAGEM BIOMECÂNICA PARA O ENTENDIMENTO DOS
FATORES DETERMINANTES DE DESEMPENHO**

RODRIGO MACIEL ANDRADE

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Estudos Biodinâmicos da Educação Física e Esporte

Linha de Pesquisa: Desempenho esportivo

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cerca Serrão

SÃO PAULO
2015

Catálogo da Publicação

Serviço de Biblioteca

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Andrade, Rodrigo Maciel

Corridas de alta velocidade e curta duração: uma
abordagem biomecânica para o entendimento dos fatores determinantes
do desempenho / Rodrigo

Maciel Andrade. – São Paulo :[s.n.], 2015.

200p.

Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e
Esporte da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cerca Serrão.

1. Corrida 2. Atletismo 3. Velocidade 4. Performance I. Título.

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: ANDRADE, Rodrigo Maciel

Título: CORRIDAS DE ALTA VELOCIDADE E CURTA DURAÇÃO - UMA ABORDAGEM BIOMECÂNICA PARA O ENTENDIMENTO DOS FATORES DETERMINANTES DE DESEMPENHO

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências

Data: ___/___/___

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

*Obrigado por acreditar em mim,
Quando eu achei difícil acreditar em mim mesmo.
Obrigado por dizer, algumas vezes,
O que eu realmente precisava ouvir, e,
Por ter-me mostrado um outro lado a considerar.
Obrigado por confiar-me em seus pensamentos,
As minhas decepções e os meus sonhos,
Por saber que posso contar consigo
Obrigado por ter posto tanta sabedoria,
Cuidado e imaginação em nossa amizade,
Por compartilhar tantas coisas boas, e,
Por marcar muitas lembranças!*

*Obrigado por sempre ser honesto comigo, e,
Ao mesmo tempo, ser sempre gentil.
Obrigado meu amigo.
Obrigado!*

Neste momento de agradecimento, repito o texto por outra hora escrito, mas que tão bem servem para este momento...

“...eu lembro a mim mesmo toda manhã: nada que eu disser neste dia me ensinará coisa alguma. Portanto se pretendo aprender, devo fazê-lo através do ouvir...”

Sendo assim, minha eterna gratidão para aquele que, com competência, maestria e muita paciência, presença, sabedoria e hombridade, me orientou desde o início desta jornada. Aquele que muito me ensinou com suas sábias palavras nos momentos de maior angústia, e que sem ele esta etapa não teria sido cumprida...

A você Prof. Dr. Júlio Cerca Serrão, meu muito obrigado, pelos incentivos, aconselhamentos, e pela confiança depositada em mim nesta nossa jornada. Tenho muito orgulho e honra de tê-lo presente.

Agradeço ainda a todos da Federação Paulista de Atletismo, em especial ao Prof. José Geraldo da Silva Carvalho (Geraldo) e ao Diretor Técnico Prof. José Arthur Fernandes Barros, pela prestatividade e apoio incondicional.

Prof. José Geraldo da Silva Carvalho, meu muito obrigado por toda a contribuição, pelo estreitamento da relação com os técnicos, pelo auxílio na coleta dos dados, pelas conversas sempre muito elucidativas, e das horas de sono “perdidas” no tratamento dos dados. Você foi fundamental para a conclusão deste trabalho, meu amigo.

Obrigado também aos Profs. Eduardo Lemos Varjão, Katsuhico Nakaya, Luiz Antônio Lino, Marcelo Lima e Victor Fernandes, que depositaram confiança no trabalho e permitiram a participação dos atletas por eles orientados. Obrigado aos atletas, pelo empenho e dedicação ao longo do estudo.

Obrigado a todos os colegas do Laboratório de Biomecânica da EEFEUSP, cujos esforços e auxílio tornaram possível a concretização deste projeto.

Agradeço ainda a CAPES pela bolsa de estudos e fomento desta pesquisa, assim como aos funcionários do Serviço de Pós-Graduação, Ilza Benedita dos Santos e Marcio Aparecido do Nascimento, que sempre me deram apoio nas questões

administrativas, e os funcionários da Biblioteca Cyro de Andrade, Maria Lúcia Vieira Franco, Regiane Pereira dos Santos, Sérgio Augusto Cyriaco e Solange Alves Santana, que sempre pacientes e prestativos, me auxiliaram a chegar neste momento.

Agradeço ainda a todos aos meus familiares...

- Meus pais Waldir e Enedina, fonte de inspiração e exemplos a serem seguidos...

- Meus irmãos, Ricardo, Rafael e Ana Carolina (e respectivos conjuges), que sempre me deram apoio e suporte...

- Ao “meu pitiquinho” Erick, por mesmo sem ter discernimento do quanto, me faz renovar as energias a cada momento que o vejo...

- E por último na ordem das citações, mas em primeiro no meu coração, a minha esposa Vanessa Metz, que mesmo sendo privada da minha companhia por longos períodos, em momento algum deixou de me ofertar apoio, carinho e amor.

Obrigado a todos vocês pela compreensão, e por sempre estarem ao meu lado, torcendo por mim...

*“...A vida é marcada por nossas conquistas
E cada uma delas começou com um simples objetivo*

O de ir além.

Pense bem, e se decidir ir, que vá até o fim.

Senão, nem comece.

Vá até o fim.

Isso pode significar perder

Amores, amigos, empregos e talvez até a cabeça.

...

Pode significar três ou quatro dias sem comer.

Dias e noites sem dormir.

*Pode significar congelar no banco de um parque, ou em uma cadeira de
escola.*

Isso pode significar desdenho, deboche, rejeição e solidão.

...

Solidão?

...

Pense nela como um presente.

E em todo o resto, como um teste à sua persistência.

O tamanho da sua vontade de chegar lá.

...

Acredite, você vai chegar lá.

E vai ser melhor que qualquer coisa que você possa imaginar.

Vá até o fim...”

RESUMO

ANDRADE, R.M. **CORRIDAS DE ALTA VELOCIDADE E CURTA DURAÇÃO - UMA ABORDAGEM BIOMECÂNICA PARA O ENTENDIMENTO DOS FATORES DETERMINANTES DE DESEMPENHO E DA INFLUÊNCIA DO GÊNERO E**. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

O presente estudo teve por objetivo caracterizar em atletas homens e mulheres a dinâmica do *stiffness* e dos parâmetros biomecânicos atrelados ao *stiffness* (PBAS) durante uma corrida de elevada velocidade e curta duração. Ainda, investigar possíveis discriminantes de desempenho da corrida, e a relação destes com as tarefas de salto frequentemente utilizados nos treinamentos. Para tanto, foram realizados 2 estudos, sendo que o estudo 1 caracterizou a dinâmica dos parâmetros biomecânicos atrelados ao *stiffness* e apontou possíveis discriminantes de desempenho (por gênero), e no estudo 2 relacionou-se estes possíveis discriminantes com as tarefas de salto. O “*Spring Mass Model*” foi utilizado para obtenção dos PBAS, ao ponto que plataformas de força (AMTI) e a cinemetria (VICON) foram utilizados para a aquisição dos dados de salto. Foi evidenciado que o *stiffness* não apresentou total convergência com a dinâmica da velocidade apresentada no teste de corrida de elevada velocidade e curta duração, e que a força vertical aplicada ao solo durante a fase de apoio foi o PBAS que mais se aproximou da dinâmica apresentada pela velocidade. Não houveram distinções entre os gêneros na dinâmica do *stiffness* e dos PBAS, porém o gênero feminino apresentou maior dependência de parâmetros temporais de passo no início do teste e complacência muscular no final do teste, e o gênero masculino maior dependência de parâmetros atrelados a incremento de força no início do teste e incremento da fase aérea no final do teste. Ainda, houve diferença com significância estatística entre os gêneros quanto à magnitude e contribuição das fases da corrida. No mais, o salto horizontal (SH) apresentou maior relação com o desempenho em ambos os gêneros. Desta forma, conclui-se que 1) o *stiffness* propriamente dito não pode explicar o desempenho em uma corrida de elevada velocidade e curta duração, 2) dentre os PBAS, a magnitude da força vertical aplicada ao solo durante a fase de apoio apresentou maior proximidade com a dinâmica da velocidade, 3) homens e mulheres dependem distintamente dos PBAS para melhora no desempenho na corrida, e 4) o SH é meio de maior validade ecológica a ser utilizado nas rotinas de avaliação e treinamento de atletas envolvidos em provas de elevada velocidade e curta duração.

Palavras chaves: corrida, atletismo, velocidade, performance

ABSTRACT

ANDRADE, R.M. **SPRINTS – A BIOMECHANICAL APPROACH FOR THE UNDERSTANDING OF THE PERFORMANCE DETERMINANT FACTORS AND INFLUENCE OF GENDER**. Thesis (Doctor's Degree in Science) – School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, 2015.

The present study aims to characterize the dynamics of *stiffness* and biomechanical parameters related to *stiffness* (BRPS) in male and female athletes during top speed short distance run. It also intends to investigate possible performance discriminative factors and their relation with jumping tasks frequently used in training. For this purpose, two studies have been developed. Study 1 has characterized the dynamics of the biomechanical parameters related to *stiffness* and indicated possible discriminative factors (by gender). The study 2 has related these possible discriminative factors with jumping. The '*Spring Mass Model*' has been used to obtain the BRPS and the force plate (AMTI) and cinemetry (VICON) have been used to acquire jumping data. The study showed that *stiffness* has not presented total convergence with velocity dynamics and the vertical force applied to the ground during the support phase has been the closest result to the velocity dynamics presented. There has not been distinctions regarding gender in *stiffness* and BRPS dynamics, however, females have showed more dependency on step timing parameters on the test beginning and muscle complacency at the end of the test; and males presented more dependency on to the vertical force applied to the ground during the support phase on the test beginning and parameters connected to the increase in the swing phase at the end test. Moreover, there has been a difference with statistical significance between genders regarding magnitude and contribution through the running phases. In additional, the horizontal jump (HJ) results represented a closer relation to the performance top speed short distance run. Therefore, it has been concluded that 1) *stiffness* itself cannot explain the performance in top speed short distance run, 2) among the BRPS, vertical force magnitude applied to the ground during support phase presents closer results to velocity dynamics, 3) males and females depend on distinct BRPS to enrich their performance and 4) HJ is the exercise with the major validity to be used for the evaluation and training routine of top speed short distance run athletes.

Keywords: running, track in field, speed, performance

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 – Modelo determinístico de desempenho nas provas de corridas de curta distância e elevada velocidade (adaptado de (RYAN & HARRISON, 2003)).....	12
FIGURA 2 – Modelo determinístico da <i>FP</i> (adaptado de (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004))......	13
FIGURA 3 – Modelo determinístico do <i>CP</i> (adaptado de (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004))......	14
FIGURA 4 – Evolução histórica dos tempos (em segundos e percentual) na prova dos 100 metros rasos masculino e feminino entre 1977 e 2009.	21
FIGURA 5 – Categorias do modelo determinístico genérico de desempenho no salto (adaptado de (HAM, KNEZ & YOUNG, 2007)).....	26
FIGURA 6 – Apresentação das características metodológicas gerais adotadas no procedimento experimental.....	32
FIGURA 7 – Representação das dimensões da plataforma de força AMTI® modelo BP600900-2000, e definição da orientação quanto dos componentes de força de reação do solo por estas quantificada.....	40
FIGURA 8 – Ilustração do posicionamento das câmeras para aquisição dos parâmetros relacionados ao teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (80m).....	44
FIGURA 9 – Ilustração dos parâmetros comprimento médio dos passos realizados em <i>dparcial</i> (<i>CP</i>) o período de tempo das fases de contato (<i>tc</i>) e de vôo (<i>tv</i>).	49
FIGURA 10 – Ilustração das fases da passada (adaptado de (INMAN, RALSTON & TODD, 1981)).....	53
FIGURA 11 - Determinação das fases do salto vertical (SV) e salto horizontal (SH).	58
FIGURA 12 - Determinação das fases do salto vertical de profundidade (SVP) e salto horizontal de profundidade (SHP).	59
FIGURA 13 - Determinação do tempo das fases excêntrica (<i>texc</i>) e concêntrica (<i>tcon</i>) do salto vertical (SV) e salto horizontal (SH).	60

FIGURA 14 - Determinação do tempo das fases excêntrica (t_{exc}) e concêntrica (t_{con}) do salto vertical de profundidade (SVP) e salto horizontal de profundidade (SHP).....	60
FIGURA 15 - Determinação do pico de força de frenagem (PF_{fre}) e de propulsão (PF_{prop}) do salto vertical (SV) e salto horizontal (SH).	61
FIGURA 16 - Determinação do pico de força de frenagem (PF_{fre}) e de propulsão (PF_{prop}) do salto vertical de profundidade (SVP) e salto horizontal de profundidade (SHP).....	61
FIGURA 17 - Determinação do tempo decorrido entre o início de fase excêntrica e o pico de força de frenagem (TPF_{fre}) e entre o início de fase concêntrica e o pico de força de propulsão (TPF_{prop}) do salto vertical (SV) e salto horizontal (SH).	62
FIGURA 18 - Determinação do tempo decorrido entre o início de fase excêntrica e o pico de força de frenagem (TPF_{fre}) e entre o início de fase concêntrica e o pico de força de propulsão (TPF_{prop}) do salto vertical de profundidade (SVP) e salto horizontal de profundidade (SHP).	63
FIGURA 19 – Representação dos parâmetros F_{max} , K_{vert} e K_{perna} por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.	79
FIGURA 20 – Variação percentual (%) dos parâmetros F_{max} (A), K_{vert} (B) e K_{perna} (C) obtidos no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (o valor percentual representa a variação de cada parcial em relação a parcial imediatamente anterior).	80
FIGURA 21 – Representação dos parâmetros Δ_{yc} e ΔL por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.....	81
FIGURA 22 – Variação percentual (%) dos parâmetros Δ_{yc} (A) e ΔL (B) obtidos no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (o valor percentual representa a variação de cada parcial em relação a parcial imediatamente anterior).	82
FIGURA 23 – Representação dos parâmetros t_p , t_c e t_v por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.....	83
FIGURA 24 – Variação percentual (%) dos parâmetros t_p (A), t_c (B) e t_v (C) obtidos no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (o valor	

percentual representa a variação de cada parcial em relação a parcial imediatamente anterior).	84
FIGURA 25 – Representação dos parâmetros <i>vm</i> , <i>ID</i> , <i>FP</i> e <i>CP</i> por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.	86
FIGURA 26 – Variação percentual (%) dos parâmetros <i>vm</i> (A), <i>ID</i> (B), <i>FP</i> (C) e <i>CP</i> (D) obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (o valor percentual representa a variação de cada parcial em relação a parcial imediatamente anterior).	87
FIGURA 27 – Representação dos parâmetros <i>Kvert</i> , <i>Kvert_norm</i> , <i>Kperna</i> e <i>Kperna_norm</i> por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.	88
FIGURA 28 – Representação dos parâmetros <i>Fmaxe</i> <i>Fmax_norm</i> por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.	90
FIGURA 29 – Representação dos parâmetros <i>tc</i> , <i>tc_norm</i> , <i>tv</i> e <i>tv_norm</i> por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.	91
FIGURA 30 – Representação dos parâmetros <i>ID</i> , <i>IDnorm</i> , <i>CP</i> e <i>CPnorm</i> por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.	93
FIGURA 31 – Variação percentual (%) dos parâmetros <i>FP</i> (A), <i>CP</i> (B), <i>tc</i> (C) e <i>tv</i> (D), <i>ID</i> (E), <i>Fmax</i> (F), <i>Kvert</i> (G) e <i>Kperna</i> (H) obtidos no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (o valor percentual representa a variação entre os gênero, para cada parcial).	94
FIGURA 32 – Dendrograma (representação matemática e ilustrativo da similaridade das parciais do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros), por gênero.	97
FIGURA 33 – Representação ilustrativa do percentual de variância explicada por componente (<i>Tfase 1</i> , <i>Tfase 2</i> e <i>Tfase 3</i>) e o percentual de variância explicada acumulada dos componentes.	99
FIGURA 34 – Comportamento e relação dos parâmetros <i>CP</i> , <i>FP</i> , <i>tp</i> em relação a <i>vm</i> , de acordo com gênero.	101

- FIGURA 35 – Comportamento e relação dos parâmetros K_{vert} , K_{perna} e F_{max} , em relação a v_m , de acordo com gênero..... 102
- FIGURA 36 – Comportamento e relação dos parâmetros CP , FP , t_{passo} , t_c , t_v , F_{max} , K_{vert} e K_{perna} em relação a v_m , de acordo com gênero. 103

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 – Organização das etapas de treinamento e do momento de coleta de dados	30
TABELA 2 – Contribuição percentual média dos vetores de força de reação do solo, frente o impulso total gerado, de acordo com o salto realizado	65
TABELA 3 - Média e desvio padrão ($\pm$ DP) dos parâmetros biomecânicos (absolutos) do gênero masculino, analisados no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.....	74
TABELA 4 - Média e desvio-padrão ($\pm$ DP) dos parâmetros biomecânicos (normalizados) do gênero masculino, analisados no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros	75
TABELA 5 - Média e desvio padrão ($\pm$ DP) dos parâmetros biomecânicos (absolutos) do gênero feminino, analisados no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.....	76
TABELA 6 - Média e desvio-padrão ($\pm$ DP) dos parâmetros biomecânicos (normalizados) do gênero feminino, analisados no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros	77
TABELA 7 - Média e desvio-padrão ($\pm$ DP) dos tempos de cada fase (<i>Tfase</i>) identificada no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros	98
TABELA 8 - Percentual de variância explicada por cada componente (<i>Tfase 1</i> , <i>Tfase 2</i> e <i>Tfase 3</i>) e percentual de variância explicada acumulada.....	98
TABELA 9 - Valores descritivos [frequência absoluta (<i>f</i>), frequência relativa percentual (%), média e desvio padrão ($\pm$ DP)] de <i>vpico</i> e <i>tv pico</i> , classificado por gênero	100
TABELA 10 – Resultado da análise ROC para os parâmetros atrelados a corrida, no gênero masculino	105
TABELA 11 – Resultado da análise ROC dos parâmetros atrelados a corrida, para o gênero feminino	105
TABELA 12 – Resultado da análise ROC para os parâmetros atrelados os <i>stiffness</i> , no gênero masculino	106

TABELA 13 – Resultado da análise ROC para os parâmetros atrelados os <i>stiffness</i> , no gênero feminino.....	107
TABELA 14 – Média e desvio-padrão ($\pm$ DP) dos parâmetros biomecânicos analisados nos testes de salto (classificados de acordo com o salto e gênero) ..	109
TABELA 15 – Percentual de variância explicada por cada um dos principais componentes gerados e os coeficientes de correlação dos parâmetros biomecânicos de cada componente principal (classificados de acordo com o salto e gênero).....	110
TABELA 16 – Resultado da análise de regressão múltipla entre os parâmetros biomecânicos obtidos nos saltos e o <i>Zdesempenho</i>	112
TABELA 17 – Coeficiente de regressão (<i>b</i>), coeficiente beta padronizado (β) e significância de cada parâmetro biomecânico inserido no modelo de regressão múltipla, para o gênero masculino.....	113
TABELA 18 – Coeficiente de regressão (<i>b</i>), coeficiente beta padronizado (β) e significância de cada parâmetro biomecânico inserido no modelo de regressão múltipla, para o gênero feminino	114
TABELA 19 – Coeficientes de correlação de Pearson (<i>r</i>), de determinação (<i>R</i> ²) e de determinação ajustado (<i>Rajustado</i> ²) entre cada parâmetro biomecânico analisado e <i>vm</i>	140

SUMÁRIO

	Página
1	INTRODUÇÃO5
2	OBJETIVOS.....7
2.1	Objetivo geral7
2.2	Objetivos específicos7
3	HIPÓTESES.....8
4	REVISÃO DE LITERATURA8
5	MÉTODOS.....27
5.1	Casuística27
5.2	Procedimento experimental.....29
5.2.1	Testes e medidas31
5.2.1.1	Medidas antropométricas31
5.2.1.1.1	Estudo 1 - Caracterização da dinâmica dos parâmetros biomecânicos atrelados ao <i>stiffness</i> e o desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade.....33
5.2.1.1.2	Estudo 2 – Relação entre desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade e os testes de salto.....34
5.2.1.1.2.1	Salto vertical (SV).....35
5.2.1.1.2.2	Salto horizontal (SH)36
5.2.1.1.2.3	Salto vertical de profundidade (SVP) e Salto horizontal de profundidade (SHP)36
5.2.2	Critério para realização dos testes e coleta dos dados38
5.3	Instrumentos de medição40
5.3.1	Cinética40
5.3.2	Cinemática41
5.3.2.1	Cinemática no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (80m).....41
5.3.2.2	Cinemática nos testes de salto44
5.3.3	Parâmetros biomecânicos do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (80 m).....45

5.3.4	Parâmetros biomecânicos dos testes de salto	57
5.3.4.1	Tempo das fases excêntrica (<i>t_{exc}</i>) e concêntrica (<i>t_{con}</i>)	59
5.3.4.2	Pico de força de frenagem (<i>PF_{fren}</i>) e de propulsão (<i>PF_{prop}</i>)	60
5.3.4.3	Tempo decorrido entre o início de fase excêntrica e o pico de força de frenagem (<i>TPF_{fren}</i>) e entre o início de fase concêntrica e o pico de força de propulsão (<i>TPF_{prop}</i>).....	62
5.3.4.4	Taxa de desenvolvimento de força de frenagem (<i>TDF_{fren}</i>) e taxa de desenvolvimento de força de propulsão (<i>TDF_{prop}</i>).....	63
6	ANÁLISE DOS DADOS.....	63
6.1	Tratamento matemático	63
6.2	Tratamento estatístico.....	65
7	RESULTADOS	73
7.1	Estudo 1 - Caracterização da dinâmica de modificação dos parâmetros biomecânicos atrelados ao <i>stiffness</i> e o desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade	73
7.2	Estudo 2 - Relação entre desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade e os testes de salto.....	108
7.2.1	Construto dos testes de salto	108
7.2.2	Relação entre o índice de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade (<i>Z_{desempenho}</i>) e os testes de salto	112
8	DISCUSSÃO.....	115
8.1	Corrida de máximo desempenho em 80 metros	115
8.1.1	Dinâmica de modificação dos parâmetros biomecânicos ao longo do teste da corrida de máximo desempenho em 80 metros.....	115
8.1.2	Comparação, entre gêneros, da dinâmica de modificação dos parâmetros biomecânicos ao longo do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros entre	130
9	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	154
10	CONCLUSÃO	155
11	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	156

1 INTRODUÇÃO

Acredita-se que aproximadamente 2 bilhões de pessoas tenham assistido a final dos 100 metros rasos masculino nos Jogos Olímpicos de Londres no ano 2012 (BBC, 2013; DAILYMAIL, 2013), sinalizando tamanho fascínio pelas provas de velocidade. Se por um lado espectadores anseiam por assistir as competições de importância mundial, cientistas, treinadores e preparadores físicos buscam entender os processos que governariam tal desempenho, a fim de poder modificá-los na busca constante pelo melhor resultado.

Neste cenário, embora a velocidade (*vel*) possa ser definida como o produto do comprimento de passo (*CP*) e a frequência do passo (*FP*) (DILLMAN, 1975; HAMILL & KNUTZEN, 2008; SALO, BEZODIS, BATTERHAM & KERWIN, 2011), é apontado desde a década de 70, ser o *CP*, o parâmetro de maior contribuição para o incremento da *vel* (DILLMAN, 1975; KRZYSZTOF & MERO, 2013).

Tendo em vista que atletas de diferentes níveis competitivos não apresentam diferenças com significância estatística no t_c , mas sim no montante de força produzida nesta fase (WEYAND, STERNLIGHT, BELLIZZI & WRIGHT, 2000), uma possível explicação para o maior *CP* residiria na proficiência do ciclo alongamento-encurtamento (*CAE*), pois nesta condição, uma maior geração, armazenamento e restituição de energia elástica ocorreria durante a fase de contato (BOSCO, TARKKA & KOMI, 1982; KOMI & GOLLHOFER, 1997), levando ao incremento da magnitude de força aplicada ao solo, do *CP* e do desempenho.

Neste cenário, o desempenho poderia ser estudado a partir de parâmetros relacionados ao *stiffness*, por ser este um indicador da proficiência no *CAE* (ETTEMA, 2001), e passível de influenciar o *CP* (BRUGHELLI & CRONIN, 2008b), a *FP* (FARLEY & GONZALEZ, 1996), e os t_v e t_c (MORIN, TOMAZIN, EDOUARD & MILLET, 2011).

No entanto, grande parte destes estudos que se propuseram a este propósito, apresentam delineamentos de menor validade ecológica, pois adotaram análises em ambientes laboratoriais (FOURCHET, GIRARD, KELLY, HOROBEANU & MILLET, 2015; HUNTER & SMITH, 2007), ou em condições caracterizadas como de menor taxa de variação de velocidade (FOURCHET et al., 2015; GIRARD, MILLET, SLAWINSKI, RACINAIS & MICALLEF, 2013). Estudos voltados ao entendimento do

stiffness em condição onde se faz presente a elevada taxa de variação de velocidade ainda são escassos, e conflitantes.

Por exemplo, TAYLOR & BENEKE (TAYLOR & BENEKE, 2012) ao estudarem os três primeiros colocados na prova dos 100 metros rasos da competição 2009 IAAF *World Championships in Athletics*, encontraram diferenças significantes ($p < 0,05$) nos *stiffness* vertical (K_{vert}) e de perna (K_{perna}), assim como nos parâmetros atrelados a estes, como a força vertical máxima (F_{max}), deslocamento do centro de massa em direção ao solo durante a fase de contato (Δy_c) e mudança do comprimento dos membros inferiores após a aplicação de forças (ΔL), corroborando com a idéia de ser a proficiência do CAE, um possível modulador do desempenho.

Por outro lado MORIN, JEANNIN, CHEVALLIER & BELLI (MORIN, JEANNIN, CHEVALLIER & BELLI, 2006) encontraram manutenção dos parâmetros K_{vert} , K_{perna} , F_{max} , Δy_c e ΔL ao longo de uma corrida de máximo esforço de 100 metros, porem além de coeficientes de correlação sem significância estatística entre estes e o desempenho, levando-se a concluir o *stiffness* isoladamente não podem explicar o desempenho em uma corrida de curta distância e elevada velocidade.

Poder-se considerar que os achados de MORIN, JEANNIN, CHEVALLIER & BELLI (MORIN et al., 2006) representam melhor o fenômeno, uma vez que já se é conhecido que a fase analisada por TAYLOR & BENEKE (TAYLOR & BENEKE, 2012) apresenta contribuição minoritária para o desempenho (SEAGRAVE, 1996). No entanto, este somente seria possível a partir de uma revisão crítica da literatura sobre o tema, revisão esta impraticável diante da escassez de investigações que versão a respeito, e que pode ser justificada pela recente validação dos instrumentos para quantificação do *stiffness* em ambiente competitivo (COLEMAN, CANNAVAN, HORNE & BLAZEIVICH, 2012).

Desta forma, estudos direcionados a descrição da dinâmica de modificação de parâmetros biomecânicos atrelados ao *stiffness*, obtidos *in loco*, assim como voltados identificação de possíveis parâmetros discriminantes de desempenho das corridas de curta distância e elevada velocidade, se faz necessário. Por além, e diante das distinções entre os gêneros na estatura, volume (PADUA, CARCIA, ARNOLD & GRANATA, 2005) e força muscular (CHEUVRONT, CARTER, DERUISSEAU & MOFFATT, 2005), aspectos passíveis de influência no *stiffness* (CAVANAGH & KRAM, 1989; WEYAND et al., 2000) deve ser contemplado uma análise em função

do gênero, ainda mais pelo fato de que diferenças entre gêneros nas provas de velocidade tem recebido menos atenção (CHEUVRONT et al., 2005).

No entanto, embora o conhecimento da dinâmica do *stiffness* e da influência do gênero sejam importantes, não pode ser negligenciado que elencar possíveis discriminantes de desempenho, assim como sinalizar para meios de treinamento que contemplem tais atributos, atribuem maior aplicabilidade aos achados, fundamentalmente pelo fato do recorrente conflito de resultados reportados a um dos meios de treinamento mais utilizados por atletas nos treinamentos, os saltos.

Neste cenário, embora seja incontestável a relação entre as atividades (corrida e salto)(CHAOUACHI, BRUGHELLI, CHAMARI, LEVIN, BEN ABDELKRIM, LAURENCELLE & CASTAGNA, 2009; SMIRNIOTOU, KATSIKAS, PARADISIS, ARGEITAKI, ZACHAROGEIANNIS & TZIORTZIS, 2008), a sinalização de existência de distinto construto nos saltos (ANDRADE, AMADIO, SERRÃO, KISS & MOREIRA, 2012a; LAFFAYE, BARDY & DUREY, 2007) e diferentes repostas induzidas pelo treinamento (MOREIRA, OLIVEIRA, OKANO, SOUZA & ARRUDA, 2004), sinalizam para a necessidade de melhor elucidação acerca da relação entre a corrida de elevada velocidade e curta duração, e as distintas estratégias de salto. Fundamentalmente, na elucidação baseada nos atributos biomecânicos de maior relevância e proximidade entre os gestos, pois reduziriam a atual arbitrariedade na escolha pelo meio utilizado, favorecendo portanto, a utilização de gestos que representam adequadamente as características requeridas na corrida (AZEVEDO, MEZENCIO, VALVASSORI, ANJOS, BARBANTI, AMADIO & SERRAO, 2015; KIVI, 1997).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do presente estudo foi investigar as características dos parâmetros biomecânicos atrelados *stiffness* e ao desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade, com o propósito de ampliar o referencial teórico acerca da compreensão do desempenho neste tipo de tarefa.

2.2 Objetivos específicos

- A. Descrever, a partir da realização de uma corrida de curta distância e elevada velocidade, a dinâmica dos parâmetros biomecânicos atrelados ao *stiffness*, e a influência do gênero nesta dinâmica.

- B. Investigar possíveis parâmetros discriminantes de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade, a partir do *stiffness*.
- C. Investigar, de acordo com o gênero, a relação entre os parâmetros discriminantes de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade e os saltos comumente utilizados nas rotinas de treinamento.

3 HIPÓTESES

- A. A dinâmica dos parâmetros de corrida ao longo de uma corrida de curta distância e elevada velocidade (em específico a *vel* e o *CP*) é condizente a apresentada pelo *stiffness*
- B. Existem diferenças entre os gêneros nas dinâmicas de modificação parâmetros atrelados ao desempenho na corrida e ao *stiffness*
- C. Existem diferenças entre os gêneros quando considerado os parâmetros extratores de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade.
- D. Espera-se uma maior relação dos parâmetros extratores de desempenho com saltos em progressão horizontal.

4 REVISÃO DE LITERATURA

As provas de velocidade no atletismo sempre despertaram grande interesse da população. Como exemplo de tamanho fascínio, acredita-se que aproximadamente 2 bilhões de pessoas tenham assistido a final dos 100 metros rasos masculino nos Jogos Olímpicos de Londres no ano 2012 (BBC, 2013; DAILYMAIL, 2013).

Se por um lado a população anseia por assistir as competições de importância mundial, e tão logo, os atletas buscando atingir suas melhores marcas, cientistas, técnicos e preparadores físicos buscam entender os processos que governam tal desempenho, a fim modifica-los para otimização dos gestos e, conseqüentemente, de melhores resultados.

Com isto, a biomecânica, ciência que aplica princípios mecânicos na intenção de entender o funcionamento do sistema biológico, e em específico, a biomecânica do esporte, área que se volta ao entendimento do desempenho esportivo, sendo este para a redução do risco de lesão e/ou otimização do desempenho esportivo (LEES, 1999), tem contribuído de sobremaneira.

Tendo em vista que o desempenho neste tipo de prova é condicionado a maior velocidade média possível (*vel*), e que esta é fisicamente definida como o produto do *CP* e a *FP* (DILLMAN, 1975; HAMILL & KNUTZEN, 2008; MCGINNIS, 2005; SALO et al., 2011), pode-se, em um primeiro momento, considerar que o desempenho nas provas de corrida de curta distância e elevada velocidade é dependente do *CP* e da *FP*.

Corroborando com tal consideração, ainda na década de 70, Dillman (DILLMAN, 1975) demonstrou existir uma relação linear entre *vel* e *CP* até por volta da velocidade de 7 metros por segundo (*m/s*), sendo que após tal *vel*, o *CP* tende a se manter estável (e em alguns casos decrescer); enquanto que a relação entre *vel* e *FP* apresenta um aspecto curvilíneo. Logo, a *FP* aumentaria com o incremento de *vel* (HAMILL & KNUTZEN, 2008).

Demonstrou ainda que atletas de maior nível competitivo apresentariam um maior *CP* e menor *FP* frente os atletas de menor nível competitivo (DILLMAN, 1975).

Desde então, a quantificação dos parâmetros *CP* e *FP* e a adoção destes como indicadores de desempenho, tanto no âmbito acadêmico, quanto prático tornou-se frequente.

Como exemplo, de forma semelhante a apontada por Dillman (DILLMAN, 1975), Krzysztof & Mero (KRZYSZTOF & MERO, 2013) compararam parciais de 10 e 20 metros de atletas participantes de campeonatos mundiais e jogos olímpicos da prova de 100 metros rasos e encontraram ser o *CP* o parâmetro de maior contribuição para o desempenho.

Por outro lado, Mackala (MACKALA, 2007), também comparando a prova de 100 metros rasos, mas de atletas de nível nacional e finalistas de campeonatos mundiais, mostrou que nos primeiros 20 metros de corrida, embora tenha ocorrido aumento simultâneo do *CP* e da *FP*, o aumento da *FP* foi o parâmetros preponderante para o aumento da *vel*, independentemente no nível competitivo. Encontrou ainda que o *CP* tornou-se o principal modulador da *vel*, mas ainda sem distinção do nível competitivo, somente na distância entre 20 a 40 metros (MACKALA, 2007), contrapondo portanto os achados de Dillman (DILLMAN, 1975) e Krzysztof & Mero (KRZYSZTOF & MERO, 2013).

O estudo de Mackala (MACKALA, 2007) contrapõem ainda a idéia de que atletas de maior nível competitivo apresentam maior *CP* e menor *FP* frente os atletas

de menor nível competitivo (DILLMAN, 1975), e que o *CP* apresenta fator discriminante do nível competitivo do atleta (KRZYSZTOF & MERO, 2013) pois, em seu estudo, as diferenças de nível competitivos foram evidenciadas somente entre 60 e 80 metros. Nesta metragem, os atletas de menor nível competitivo apresentaram similar redução do *CP* (0,30%) e da *FP* (0,15%), enquanto que os atletas de maior nível competitivo apresentaram similar aumento do *CP* (2%) e da *FP* (2,4%) [entre os 60 e 70 metros, e diminuição de ambos entre 70 e 80 metros] (MACKALA, 2007).

Enquanto os dados apresentados por MACKALA (MACKALA, 2007) sinalizam ser importante considerar ambos parâmetros (*CP* e *FP*) para entendimento do desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade, AE, ITO & SUZUKI (AE, ITO & SUZUKI, 1992) e BEZODIS, SALO & KERWIN (BEZODIS, SALO & KERWIN, 2008) contrapõem ainda mais a literatura.

AE, ITO & SUZUKI (AE, ITO & SUZUKI, 1992) analisando atletas finalistas de jogos olímpicos, também encontraram no vencedor menores valores de *CP* e maiores *FP*. Semelhante resultado foi reportado por BEZODIS, SALO & KERWIN (BEZODIS, SALO & KERWIN, 2008) que em um estudo de caso longitudinal identificou que as mudanças na *velde* um atleta de nível olímpico ocorreram principalmente em função das mudanças na *FP*.

Sendo assim, em que pese a adoção dos parâmetros *CP* e *FP* como indicadores de desempenho nas provas de corridas de curta distância e elevada velocidade não carecerem de sustentação para o seu uso, a existência de resultados conflitantes tem colocado em dúvida se estes seriam de fato os melhores parâmetros a serem considerados na busca pelo entendimentos dos fatores que modulam o desempenho.

Este cenário tem feito com que cientistas do esporte busquem alternativas para elucidar tal tarefa.

Neste cenário, e de acordo com LESS (LEES, 1999) e CHOW & KNUDSON (CHOW & KNUDSON, 2011), uma das mais interessantes estratégias para o conhecimento dos parâmetros determinantes do desempenho em uma dada tarefa, direciona-se no que é definido como “*relação com o desempenho baseado em fundamentação teórica*”, sendo o determinístico hierárquico teórico (LEES, 1999), ou simplesmente modelo determinístico (CHOW & KNUDSON, 2011; HAM, KNEZ & YOUNG, 2007; MCDONNELL, HUME & NOLTE, 2013) o mais conhecidas (CHOW & KNUDSON, 2011; LEES, 1999).

Nesta estratégia, inicialmente são identificados os parâmetros diretamente ligados ao desempenho na tarefa desejada (LEES, 1999), sendo esta identificação baseada em ferramentas estatísticas como correlações parciais e análises de regressão múltiplas (CHOW & KNUDSON, 2011; MCDONNELL, HUME & NOLTE, 2013). A partir destes, hierarquicamente são identificados os parâmetros nos quais estes são dependentes (CHOW & KNUDSON, 2011; HAY & REID, 1988; LEES, 1999; MCDONNELL, HUME & NOLTE, 2013), assim sucessivamente até que o nível de entendimento desejado seja alcançado (CHOW & KNUDSON, 2011; HAM, KNEZ & YOUNG, 2007; LEES, 1999; MCDONNELL, HUME & NOLTE, 2013).

A vantagem desta estratégia é que um diagrama hierárquico é produzido sinalizando para os parâmetros de maior relevância, diante de uma enormidade de possibilidade (CHOW & KNUDSON, 2011; HAM, KNEZ & YOUNG, 2007; LEES, 1999; MCDONNELL, HUME & NOLTE, 2013), tornando-se útil na redução da arbitrariedade na escolha dos parâmetros determinantes de um dado desempenho (CHOW & KNUDSON, 2011).

Embora tal estratégia receba críticas na literatura por não necessariamente reportar aspectos técnicos relevantes para geração de cada um dos parâmetros de maior relevância (GLAZIER & ROBINS, 2012), cabe citar que este tipo de análise tem por finalidade sinalizar os parâmetros mais relevantes para o desempenho (CHOW & KNUDSON, 2011; HAM, KNEZ & YOUNG, 2007; LEES, 1999; MCDONNELL, HUME & NOLTE, 2013); sendo assim, em última instância, os modelos determinísticos devem ser direcionados para o entendimento “do que é” relevante para o desempenho (CHOW & KNUDSON, 2011; HAY & REID, 1988; LEES, 1999; MCDONNELL, HUME & NOLTE, 2013) e não “como” estes são tecnicamente produzidos (GLAZIER & ROBINS, 2012).

Com o propósito de avançar no conhecimento dos parâmetros mecânicos atrelados ao desempenho nas corridas de curta distância e elevada velocidade, RYAN & HARRISON (RYAN & HARRISON, 2003) utilizaram a análise qualitativa inicialmente proposta por HAY & REID (HAY & REID, 1988) e propuseram o modelo determinístico para tal desempenho (FIGURA 1).

FIGURA 1 – Modelo determinístico de desempenho nas provas de corridas de curta distância e elevada velocidade (adaptado de (RYAN & HARRISON, 2003))

Inicialmente, o modelo apresentado contempla os pressupostos físicos e com a literatura, pois sinaliza o *CP* e a *FP* como os parâmetros de maior nível hierárquico, e conseqüentemente maior relevância para o desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade. Por além disto, o modelo apresenta ainda, mesmo que de forma não bem definida, os possíveis moduladores do *CP* e *FP*, permitindo a HUNTER, MARSHALL & MCNAIR (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004) proporem um novo modelo determinístico, mas desta vez para os parâmetros *FP* e *CP* (FIGURA 2 e FIGURA 3, respectivamente).

FIGURA 2 – Modelo determinístico da *FP* (adaptado de (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004).

FIGURA 3 – Modelo determinístico do *CP* (adaptado de (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004).

Ao considerarmos os modelos propostos (FIGURA 2 e FIGURA 3), pode-se observar que, embora exista a influência inerente de aspectos morfológicos, o *CP* e a *FP* são determinados pelo impulso.

Para a *FP*, a relação com o impulso deve-se a necessidade do atleta lidar com a inércia da massa corporal, principalmente nas fases de largada e aceleração (COMFORT, BULLOCK & PEARSON, 2012). Neste cenário, um maior impulso facultaria ao atleta vencer a inércia de sua massa corporal, desvencilhando-se mais rapidamente do bloco de partida, e o auxiliaria a produzir maior velocidade nos instantes iniciais de prova. Frente ao *CP*, a relação com o impulso é fundamentada no teórico encadeamento de aumento de impulso, aumento do tempo de fase aérea e maior *CP* (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004; HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2005).

Sendo assim, por ser o impulso o produto das forças aplicada durante a fase de apoio e o intervalo de tempo em que esta força foi aplicada (tempo da fase de apoio) (KNUDSON, 2007), tanto a *FP* quanto o *CP* seriam dependentes de atributos físicos relacionados à fase de apoio (por além de aspectos antropométricos e técnicos do movimento). Ainda, tendo em vista que o tempo de fase de apoio tende a não apresentar diferenças entre atletas mais rápidos e mais lentos (WEYAND et al., 2000), o montante de força aplicada ao solo na fase de apoio seria o parâmetro modular do impulso, sendo portanto o parâmetro a ser observado na análise de desempenho.

O estudo de WEYAND et al. (WEYAND et al., 2000) sinaliza para este caminho pois, cita que em velocidades constantes o *CP* é determinado pela magnitude de força aplicada ao solo durante a fase de apoio, e demonstram diferenças com significância estatística ($p < 0,05$) na magnitude de força aplicada ao solo durante a fase de apoio entre atletas de maior desempenho frente os de menor desempenho.

Considerando que atletas de diferentes níveis competitivos não apresentam diferenças com significância estatística no t_c , mas sim no montante de força produzida nesta fase (WEYAND et al., 2000), uma possível explicação para o maior *CP* residiria na proficiência do ciclo alongamento-encurtamento (*CAE*), pois nesta condição, uma maior geração, armazenamento e restituição de energia elástica durante a fase de contato ocorreria (BOBBERT, GERRITSEN, LITJENS & VAN SOEST, 1996; BOSCO, TARKKA & KOMI, 1982; BOSCO, VIITASALO, KOMI & LUHTANEN, 1982b; KOMI, PAAVO V., 1984; KOMI & GOLLHOFER, 1997), e possivelmente levaria ao

incremento da magnitude de força aplicada ao solo, facultando o aumento do *CP* e do desempenho.

Sendo assim, e considerando a possibilidade de ser a proficiência do *CAE* um possível modulador do desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade, o desempenho poderia então ser estudado a partir de parâmetros relacionados ao *stiffness*, dado que este tem sido apontado como um indicador da proficiência no *CAE* (ETTEMA, 2001), e passível de influenciar parâmetros cinemático da corrida como o *CP* (BRUGHELLI & CRONIN, 2008a; BRUGHELLI & CRONIN, 2008b; DALLEAU, BELLI, BOURDIN & LACOUR, 1998), a *FP* (FARLEY & GONZALEZ, 1996), e os t_v e t_c (BRET, RAHMANI, DUFOUR, MESSONNIER & LACOUR, 2002; BRUGHELLI & CRONIN, 2008b; MORIN et al., 2011). Desta forma então, passou-se a investigar o comportamento dos parâmetros atrelados ao *stiffness* e a corrida, em suas mais distintas manifestações. Cabe citar que, dentre as possibilidades a serem analisadas no *stiffness*, tem-se considerado mais abundantemente o *stiffness* vertical (K_{vert}).

Biologicamente, K_{vert} representa a relação entre a magnitude de força aplicada durante a fase de apoio e o deslocamento vertical experimentado pelo centro da massa durante o período de aplicação desta força (MORIN, DALLEAU, KYROLAINEN, JEANNIN & BELLI, 2005; MORIN et al., 2006; MORIN et al., 2011; TAYLOR & BENEKE, 2012). Sendo a geração e armazenamento da energia elástica dependente da aplicação de uma dada magnitude de força na fase excêntrica e o alongamento experimentado pelas estruturas miotendíneas submetidas a tal força (KOMI & BOSCO, 1978; KOMI & GOLLHOFER, 1997; NICOL, AVELA & KOMI, 2006), poder-se-ia considerar, ser o K_{vert} , o indicador desta relação (força aplicada e deformação produzida), portanto, um indicador da proficiência no *CAE* (ETTEMA, 2001).

Corroborando com este cenário, em seu artigo de revisão, BRUGHELLI & CRONIN (BRUGHELLI & CRONIN, 2008a) citam ser necessário certo nível de complacência das estruturas miotendíneas (menor valor de K_{vert} , ou menor magnitude de força aplicada para um dado deslocamento vertical do centro da massa) para maior proficiência do *CAE*, pois nesta condição ocorre uma melhora no armazenamento e restituição da energia elástica.

Sendo assim, embora a determinação o *stiffness* vertical, historicamente, dependa de sofisticados métodos de investigação para a quantificação da força aplicada (plataformas de força) e do deslocamento produzido (sistemas de para análise cinemática), este passa a ser um importante parâmetro a ser considerado nos estudos que tratam da elucidação do desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade.

Diante disto, foi proposto a utilização de um novo “*Spring Mass Model*” (MORIN et al., 2005). Considerando que MORIN et al (MORIN et al., 2005) e COLEMAN et al (COLEMAN et al., 2012), ao compararem os parâmetros obtidos por este novo “*Spring Mass Model*” com os obtidos a partir de análises cinéticos e cinemáticos quantificados em ambiente laboratorial, encontraram pequenas diferenças (0,12%), sem significância estatística ($p < 0,05$) e com alto coeficiente de correlação ($r = 0,90$; $p < 0,05$), este tem sido atualmente apresentado como uma estratégia válida e apropriada para a predição dos parâmetros de *stiffness* “*in loco*”, como por exemplo, em ambiente de competição (COLEMAN et al., 2012).

Neste modelo (MORIN et al., 2005), o K_{vert} é determinado a partir da estimativa de valores da força, deslocamento do centro de massa em direção ao solo durante a fase de contato, período de tempo médio para da fase aérea e da fase de contato, portanto, parâmetros facilmente obtidos a partir de análises cinemática.

Por além das questões estatísticas que validam o “*Spring Mass Model*” proposto, os modelos teóricos que apresentam os fatores moduladores de *vel*, *FP* e *CP* (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004; RYAN & HARRISON, 2003), corroboram com a utilização deste, uma vez que os parâmetros utilizados para a estimação de K_{vert} (força, deslocamento do centro de massa em direção ao solo durante a fase de contato, período de tempo médio para da fase aérea e da fase de contato) são inseridos nestes modelos.

O estudo de TAYLOR & BENEKE (TAYLOR & BENEKE, 2012) corrobora com a possibilidade de utilização de K_{vert} , uma vez que ao estudar os três primeiro colocados na prova dos 100 metros rasos da competição 2009 IAAF World Championships in Athletics, os autores encontraram diferenças com significância estatística nos *stiffness* vertical (K_{vert}) e de perna (K_{perna}), assim como nos parâmetros atrelados a estes, como a força vertical máxima (F_{max}), deslocamento do centro de massa em direção ao solo durante a fase de contato (Δy_c) e mudança do

comprimento dos membros inferiores após a aplicação de forças (ΔL), corroborando com a idéia de ser a proficiência do *CAE*, um possível modulador do desempenho neste tipo de corrida.

Por outro lado MORIN, JEANNIN, CHEVALLIER & BELL (MORIN et al., 2006) encontraram manutenção dos parâmetros K_{vert} , K_{perna} , F_{max} , Δy_c e ΔL ao longo de uma prova de 100 metros [mesmos parâmetros considerados por TAYLOR & BENEKE (TAYLOR & BENEKE, 2012)], assim como coeficientes de correlação sem significância estatística entre tais parâmetros e o desempenho na corrida, levando os autores a concluir que por si só, os parâmetros biomecânicos atrelados ao *stiffness* não podem explicar o desempenho em uma corrida de curta distância e elevada velocidade.

Uma possível explicação para este antagonismo, talvez se deva aos diferentes delineamentos adotados pelos estudos pois, TAYLOR & BENEKE (TAYLOR & BENEKE, 2012), considerou para determinação do *stiffness*, a distância entre 60 e 80 metros de prova, sendo esta fase classificada como sendo de menor taxa de variação de velocidade (ou de “velocidade constante”), ao ponto que no estudo de MORIN, JEANNIN, CHEVALLIER & BELL (MORIN et al., 2006), foi considerado para análise, os parâmetros de *stiffness* determinados a cada trecho de 20 metros, e durante toda a prova 100 metros.

A de se considerar portanto, diante destes distintos delineamento, que o adotado por MORIN, JEANNIN, CHEVALLIER & BELL (MORIN et al., 2006) talvez represente melhor o fenômeno, e sinalize para que a proficiência do *CAE* não seja o determinante do desempenho, uma vez que já se é conhecido que a fase analisada por TAYLOR & BENEKE (TAYLOR & BENEKE, 2012) apresenta contribuição minoritária para o desempenho neste tipo de prova (aproximadamente 10%) (SEAGRAVE, 1996). Por outro lado, á de se considerar também, que os apontamentos estabelecidos por MORIN, JEANNIN, CHEVALLIER & BELL (MORIN et al., 2006) não representem de forma adequada o fenômeno, dado que estes foram sustentados por análises bivariadas (correlação de Pearson), que conhecidamente apresentam importantes limitações para o entendimento de gestos complexos e de elevada abundância (LAFFAYE, BARDY & DUREY, 2007; SWINTON, LLOYD, KEOGH, AGOURIS & STEWART, 2014), como a corrida em questão.

Esta contradição de resultados poderia ser minimizada por meio de uma revisão crítica da literatura sobre o tema, ao ponto de atribuir maior referencial teórico

de sustentação. No entanto, tal confronto de informação torna-se impraticável diante da escassez de investigações que versão a respeito, que pode ser justificada diante da recente validação dos instrumentos para quantificação do *stiffness* em ambiente competitivo (COLEMAN et al., 2012).

De toda forma, a de se considerar que a utilização do “*Spring Mass Model*” para análise de todas fases de uma corrida de curta distância e elevada velocidade possa contribuir de sobremaneira no entendimento dos parâmetros discriminantes ao desempenho, podendo, portanto, ser foco de investigação.

Com isto em mente, surgem outras questões igualmente pertinentes ao desempenho e que carecem de elucidação.

- 1) Seriam os parâmetros moduladores de desempenho gênero dependente ?
- 2) Seriam estes parâmetros moduladores de desempenho associados de uma mesma forma/magnitudes aos atributos físicos condicionantes em ambos os gêneros ?

Sabidamente, corredores de maior desempenho apresentam maior magnitude de força aplicada ao solo durante os períodos de contato (t_c) (WEYAND et al., 2000). Considerando que biologicamente o gênero feminino apresenta menor volume (PADUA et al., 2005) e força muscular (CHEUVRONT et al., 2005), seriam produzidos, no gênero feminino, ajustes no t_c para incremento do desempenho ?

Segundo DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013), deve ser considerada a hipótese de que a maior velocidade apresentada pelo gênero masculino, frente o feminino, em toda a prova, deve-se a ao maior *CP*, sendo esta causada por uma maior força explosiva de extensores de *MMII*. Portanto, o gênero masculino teria aumentado os tempos de voo (t_v) e de contato (t_c), resultando em maior *CP*.

O estudo de WEYAND et al. (WEYAND et al., 2000) sinalizaram para estas possíveis modificações. Ao comparar homens e mulheres em velocidades constantes, diferenças em t_c foram observadas. Com isto, considerando a existência destas adequações de t_c , seriam estas capazes de produzir importantes modificações na *FP*, dado que é influenciada por t_c ?

Sendo assim, considerando a existência de distinções entre os gêneros em aspectos como estatura, volume (PADUA et al., 2005) e força muscular (CHEUVRONT et al., 2005), e que estes aspectos são passíveis de influência nos

parâmetros atrelados ao *stiffness* (CAVANAGH & KRAM, 1989; SVEDENHAG & SJODIN, 1994; WEYAND et al., 2000; WILLIAMS & CAVANAGH, 1987; WILLIAMS, CAVANAGH & ZIFF, 1987), deve-se igualmente considerar, que os estudos contemplem uma análise em função do gênero, uma vez que tem sido apontado que as diferenças entre gêneros nas provas de velocidade tem substancialmente recebido menos (CHEUVRONT et al., 2005), porem maior distinção de desempenho, dado uma menor evolução de desempenho no gênero feminino tenha sido citada (CHEUVRONT et al., 2005).

Esta condição fica mais evidente se analisada a FIGURA 5. Nesta, consideramos a evolução dos recordes mundiais na prova de 100 metros rasos de ambos os gêneros no período compreendido entre os anos 1977 e 2009 (IAAF, 2015), anos em que foi estabelecido a adoção da cronometragem totalmente eletrônica [*fully automatic timing* (FAT)] como método para medir oficialmente tempos dos atletas (RACECOURSE TECHNICAL SERVICES, 2015) e o ano em que foi estabelecido o mais recente recorde mundial para a prova dos 100 metros rasos (todos os recordes comprovadamente obtidos por meio de *doping* foram excluídos). Aceitando que alguns questionam a validade dos tempos estabelecidos por Florence Griffith Joyner na prova dos 100 metros rasos dos Jogos Olímpicos de Verão de 1988 em Seul, alegando o uso de um anemômetro possivelmente defeituoso, e ainda o uso de substâncias ilícitas ao esporte para melhora do desempenho (LONGMAN, 1998), consideramos a evolução do desempenho com as marcas estabelecidas pela atleta Florence Griffith Joyner (Feminino 1) e sem tais marcas (Feminino 2). Ainda, o período foi subdividido em 3 intervalos de tempo sendo eles, Int₁: evolução percentual do recorde mundial entre 1977 e 1987; Int₂: evolução percentual entre 1988 e 1998, e Int₃: a evolução percentual entre 1999 e 2009.

Sendo, Int₁ o intervalo de tempo compreendido entre 1977 e 1987, Int₂ o intervalo de tempo compreendido entre 1988 e 1998 e Int₃ o intervalo de tempo compreendido entre 1999 e 2009.

FIGURA 4 – Evolução histórica dos tempos (em segundos e percentual) na prova dos 100 metros rasos masculino e feminino entre 1977 e 2009.

Analisando os períodos Int₁, Int₂ e Int₃ no gênero masculino, o tempo necessário para cumprir a prova dos 100 metros rasos diminuiu 0,10%, 1,32% e 2,16%, respectivamente. Sendo assim, um crescente de evolução, principalmente entre os anos 1999 e 2009.

Em contrapartida, a mesma análise no gênero feminino mostrou resultado inverso, ou seja, menor evolução do desempenho com o passar dos anos, independentemente da presença ou não das marcas estabelecidas pela atleta Florence Griffith Joyner (Feminino 1=1,11%, 2,51%, 0%; Feminino 2=1,11%, 0,56%, 0,56%).

Neste cenário, considerando as diferenças biológicas de menor volume (PADUA et al., 2005), força muscular (CHEUVRONT et al., 2005), t_c (WEYAND et al., 2000) e desempenho, e diante das lacunas ainda a serem exploradas no que tange 1) os parâmetros moduladores do desempenho na corrida, 2) os atributos físicos condicionantes atrelados a eles moduladores, e 3) uma possível distinção quanto ao gênero, não pode ser descartada a possibilidade de que a diminuta evolução de desempenho nas provas de velocidade no gênero feminino (CHEUVRONT et al., 2005) observada desde a década de 90, serem reflexo de procedimentos

organizacionais das cargas de treino que não contemplariam as necessidades do gênero feminino para incremento do desempenho.

Uma vez que as diferenças entre gêneros nas provas de velocidade tem substancialmente recebido menos atenção do que as provas denominadas de resistência (CHEUVRONT et al., 2005), tal investigação se faz indispensável, fundamentalmente pelo fato de alguns parâmetros, como CP , F_{max} , K_{vert} e K_{perna} serem influenciados por medidas antropométricas (CAVANAGH & KRAM, 1989; SVEDENHAG & SJODIN, 1994; WEYAND et al., 2000; WILLIAMS & CAVANAGH, 1987; WILLIAMS, CAVANAGH & ZIFF, 1987).

No entanto, em que pese ser o conhecimento da dinâmica do *stiffness* e da influência do gênero importantes, não pode ser negligenciado que elencar possíveis discriminantes de desempenho, assim como sinalizar para meios de treinamento que contemplem tais atributos, atribuem maior aplicabilidade aos achados, fundamentalmente pelo fato das respostas adaptativas do treinamento variarem de acordo com o meio utilizado (CORMIE, MCBRIDE & MCCAULLEY, 2009) e do recorrente conflito de resultados reportados a um dos meios de treinamento mais utilizados por atletas nos treinamentos, os saltos.

Embora esta abordagem pareça triviais, ainda permanecem em aberto (OKKONEN & HAKKINEN, 2013).

Por exemplo, SEAGRAVE et al. (SEAGRAVE, MOUCHBAHANI & O'DONNELL, 2009) citam que ser capaz de aplicar mais força ao solo e em menor intervalo de tempo possível é objetivo fundamental nas tarefas de corrida de curta distância e elevada velocidade. Nesta condição, para otimização do desempenho, seria importante ser capaz de se produzir elevada força “explosiva”, entendida como a capacidade de exercer a máxima força no mínimo tempo (ZATSIORSKY, 1999). Neste sentido, considerando os saltos como indicadores da força “explosiva” (GITIRANA, 2004), e por estes serem amplamente utilizados nas rotinas de treinamento, poderiam ser estratégias alternativas válidas e viáveis para o entendimento da relação entre os parâmetros atrelados a manifestação da força e os indicadores de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade.

Evidencias corroboram com tal pressuposto, sendo que tem sido apresentado coeficientes de correlação significantes entre o desempenho em tais tarefas (altura de salto e tempo para percorrer dada distância) (CHAOUACHI et al., 2009; HENNESSY & KILTY, 2001; SMIRNIOTOU et al., 2008)

Baseado 1) nas evidências que apontam a necessidade de geração de força em um menor intervalo de tempo possível para otimização do desempenho nas corridas de curta distância e elevada velocidade (SEAGRAVE, MOUCHBAHANI & O'DONNELL, 2009; WEYAND et al., 2000), 2) na utilização dos salto como uma ferramenta capaz de sinalizar tal manifestação da força (GITIRANA, 2004) e 3) nas correlações significantes (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ da FIGURA 1) encontradas entre tais tarefas (altura de salto vs tempo para percorrer dada distância) (CHAOUACHI et al., 2009; HENNESSY & KILTY, 2001; SMIRNIOTOU et al., 2008) os saltos tem sido usualmente adotado como estratégia de treinamento, assim como para o monitoramento e controle das cargas de treinamento.

No entanto, embora se tenha consenso a respeito da relação entre o desempenho nestas tarefas (altura de salto e tempo para percorrer dada distância), esta relação é pouco elucidativa quando considerado os parâmetros condicionantes atrelados ao desempenho no salto pois, por ser a força explosiva a capacidade de exercer a máxima força no mínimo tempo (ZATSIORSKY, 1999) esta pode ser modificada pelo incremento da magnitude de força aplicada, assim como pela redução da magnitude de tempo para aplicar a força.

E neste cenário, os dados na literatura não avançam de forma substancial, dado que os resultados são conflitantes, sendo por vezes apontado ser fundamental para melhor desempenho no salto vertical a produção de força da forma mais breve possível, portanto, prevalecendo um componente predominantemente temporal (DE RUITER, VAN LEEUWEN, HEIJBLUM, BOBBERT & DE HAAN, 2006; HAKKINEN, 1993; JARIC, RISTANOVIC & CORCOS, 1989; KYROLAINEN, AVELA, MCBRIDE, KOSKINEN, ANDERSEN, SIPILA, TAKALA & KOMI, 2005; THORLUND, AAGAARD & MADSEN, 2009; VIITASALO & AURA, 1984), e por vezes, a necessidade de se produzir maior magnitude de força possível (HAKKINEN, 1989; KAWAMORI, ROSSI, JUSTICE, HAFF, PISTILLI, O'BRYANT, STONE & HAFF, 2006; NUZZO, MCBRIDE, CORMIE & MCCAULLEY, 2008; UGARKOVIC, MATAVULJ, KUKOLJ & JARIC, 2002; VANEZIS & LEES, 2005), prevalecendo portanto, um componente predominantemente cinético (DOWLING & VAMOS, 1993; KOLLIAS, HATZITAKI, PAPAIKOVOU & GIATIS, 2001; LAFFAYE, BARDY & DUREY, 2007).

Adicionalmente, por além desta ausência de consenso a respeito dos aspectos condicionantes determinantes do desempenho no salto vertical, o que já limita o direcionamento e organização das cargas de treino uma vez que não se é detentor do

conhecimento dos aspectos condicionantes relacionados ao desempenho nas corrida de curta distância e elevada velocidade, à de ser salientado que outros distintos exercícios de saltos são igualmente utilizados como estratégia de avaliação, treinamento e monitoramento das respostas induzidas pelo treinamento esportivo. Dentre eles, os saltos horizontais (JOHNSON & NELSON, 1974; JONES & CALDWELL, 2003; RIDDERIKHOFF, BATELAAN & BOBBERT, 1999), com e sem contramovimento, e em profundidade (ALMUZAINI & FLECK, 2008).

Fenômeno que carece atenção diz respeito não ao uso destas diferentes estratégias, mas na escolha arbitrária no uso de determinada estratégia, partindo-se de um pressuposto de semelhança de atributo, uma vez que tais testes são apontados como representativos da força produzida por unidade de tempo (MARKOVIC, DIZDAR, JUKIC & CARDINALE, 2004). No entanto, esta semelhança carece de maior fundamentação, pois embora todas as estratégias de salto sejam representativas da força produzida por unidade de tempo, podem apresentar distintos construtos como ocorre ao considerar os saltos em profundidade e o salto vertical (KOMI, 2003).

Os achados na literatura são contraditórios. Enquanto JONES e CALDWELL (JONES & CALDWELL, 2003) não encontraram diferença ($p < .05$) nos momentos articulares de tornozelo, joelho e quadril ao comparar os saltos vertical horizontal, outros reportam diferenças no padrão de recrutamento muscular (FUKASHIRO, BESIÉ, BARRETT, COCHRANE, NAGANO & LLOYD, 2005; JONES & CALDWELL, 2003) e duração das fases excêntricas e concêntricas (JONES & CALDWELL, 2003).

Adicionalmente, MOREIRA et al., (MOREIRA et al., 2004) encontraram diferentes efeitos das cargas de treinamento aplicados ao longo de um ciclo anual (42 semanas) de treinamento no desempenho dos saltos vertical horizontal.

Uma possível razão para esta possível distinção entre as estratégias talvez possa ser entendida a partir do modelo determinístico de desempenho no salto proposto por HAM, KNEZ & YOUNG (HAM, KNEZ & YOUNG, 2007) e ilustrado na FIGURA 4. Neste é apontado, na “Categoria 1 - Aspectos condicionantes”, que a modulação do desempenho de salto é dependente da proficiência no CAE e da magnitude de força gerada na fase concêntrica, mas também de aspectos coordenativos, devido a necessidade de se produzir ajustes posturais e considerações antropométrica.

Sendo assim, uma possível distinção de construto, ou atributos físicos condicionantes relacionados com o desempenho no gesto em questão, salto, não seria surpreendente.

A necessidade de busca pelo constructo destas diferentes estratégias, ganha notoriedade, uma vez que este é voltado não somente para dar suporte aos procedimentos de avaliação do sucesso das intervenções aplicadas, mas também possibilitar um melhor direcionamento das intervenções de treino (LEES, 1999), fundamental ao esporte competitivo em qualquer que seja a modalidade.

Como exemplo, a altura de salto tem sido amplamente utilizada como procedimento de controle do rendimento (CORMACK, NEWTON, MCGUIGAN & CORMIE, 2008; COUTTS, REABURN, PIVA & ROWSELL, 2007; GOROSTIAGA, GRANADOS, IBANEZ, GONZALEZ-BADILLO & IZQUIERDO, 2006; GRANADOS, IZQUIERDO, IBANEZ, RUESTA & GOROSTIAGA, 2008; MCLEAN, COUTTS, KELLY, MCGUIGAN & CORMACK, 2010; MOREIRA, 2002; MOREIRA, 2006; REES, MURPHY, WATSFORD, MCLACHLAN & COUTTS, 2007).

FIGURA 5 – Categorias do modelo determinístico genérico de desempenho no salto (adaptado de (HAM, KNEZ & YOUNG, 2007))

Todavia, considerando que ao longo de uma temporada, evoluções de pequena magnitude são passíveis de ocorrência (MOREIRA, 2006), juntamente com a teoria de equivalência motora, que aponta ser possível alcançar uma mesma meta via diferentes gestos motores (TANI, 1998), avaliar e/ou monitorar os parâmetros condicionantes latentes do desempenho poderia produzir maior poder elucidativo (MARKSTROM & OLSSON, 2013; OKKONEN & HAKKINEN, 2013), dado a necessidade do desfecho salto (aqui no caso, a altura ou distância de salto) ser dependente de aspectos técnicos e/ou coordenativos (BOBBERT & VAN INGEN SCHENAU, 1988; CHENG & CHEN, 2005; CORMIE, MCBRIDE & MCCAULLEY, 2009; HAM, KNEZ & YOUNG, 2007; MACKALA, STODOLKA, SIEMIENSKI & COH, 2013a; NAGANO, KOMURA & FUKASHIRO, 2007; VANEZIS & LEES, 2005).

Sendo assim, considerando a utilização do escore de um determinado salto pode apresentar uma visão superficial a respeito dos atributos físicos condicionantes atrelados a eles, e conseqüentemente dos parâmetros moduladores do desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade, se faz necessário identificar possíveis parâmetros que emergem a partir da realização de um salto que pudessem melhor representar o desempenho.

Com este cenário, investigações devem ser direcionadas a fim de elucidar os indicadores de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade, possíveis influências de gênero, assim como as relações com os parâmetros biomecânicos atrelados a manifestação da força, a fim de permitir, *a posteriori*, melhor direcionamento dos procedimentos de intervenção, monitoramento e controle das cargas de treinamento (MOREIRA, 2002; MOREIRA, 2006).

5 MÉTODOS

5.1 Casuística

Tendo por objetivo investigar o desempenho em corridas de curta distância e elevada velocidade, a amostra do presente estudo foi selecionada por conveniência. 31 atletas, sendo 15 do gênero feminino e 16 do gênero masculino, atenderam os critérios de inclusão, sendo, portanto, selecionados.

No entanto, considerando os critério de exclusão, a realização de todos os testes dentro do cronograma estabelecido, análise exploratória para a identificação de observações atípicas [(*outlier*) procedimentos descritos no tópico 7.2 Tratamento estatístico], a amostra do presente estudo foi composta por 24 atletas, sendo 12 do

gênero masculino [média e desvio padrão: idade=19,00 ($\pm 1,41$) anos; estatura=1,80 ($\pm 0,08$) metros; massa corporal=71,79 ($\pm 7,00$) kg] e 12 do gênero feminino [média e desvio padrão: idade=18,80 ($\pm 1,97$) anos; estatura=1,64 ($\pm 0,06$) metros; massa corporal=52,72 ($\pm 3,46$) kg].

Como critério de inclusão, adotou-se ser atleta do atletismo de provas de velocidade (100 e 200 metros rasos, 100 e 110 metros com barreiras). Os atletas deveriam ainda ter frequência semanal de treinamento superior a quatro vezes por semana e duração total mínima por sessão de 90 minutos.

Foi adotado como critério de exclusão o acometimento de qualquer lesão ortopédica e/ou problema de saúde que interferisse na execução dos testes, estes identificados pelo departamento médico/fisioterápico pertencente do clube/instituição que o atleta representasse.

Feito isto, cada voluntário, juntamente com a equipe técnica, foi informado a respeito dos procedimentos adotados na presente investigação, tendo o início a coleta de dados e aplicação dos testes somente após leitura integral e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética nº 30588014.2.0000.5391; nº do comprovante 030531/2014), termo este que descreveu todos os procedimentos experimentais adotados.

Para caracterização da amostra, o nível competitivo de cada atleta foi qualificado. Para isto foi utilizada a estratégia denominada *International Point Score* [IPS(FINA, 2015)], demonstrada na equação 1.

$$IPS = 1000 \cdot \left(\frac{t_{desempenho}}{t_{referencia}} \right)^3 \quad \text{equação 1}$$

Sendo, IPS o *International Point Score*, $t_{desempenho}$ o tempo necessário para o atleta completar o teste e/ou tarefa e $t_{referencia}$ o tempo referente ao melhor desempenho já estabelecido no teste e/ou tarefa.

Foi utilizado como $t_{referencia}$, o tempo médio necessário para que os finalistas da prova dos 100 metros rasos da competição *2009 IAAF World Championships in Athletics* (GRAUBNER & NIXDORF, 2011) percorressem a distância de 80 metros ($t_{referencia}$ =8,16s para o gênero masculino; $t_{referencia}$ =8,97s para o gênero feminino). Optou-se por utilizar esta prova por ter sido nesta ocasião estabelecido o atual recorde

mundial da modalidade para o gênero masculino, e por ser possível utilizar dados para ambos os gêneros provenientes de mesma metodologia de análise (GRAUBNER & NIXDORF, 2011).

Foi igualmente quantificado o IPS para os índices estabelecidos pelas entidades responsáveis para a participação na prova de 100 metros rasos no XXXIV Troféu Brasil CAIXA de Atletismo (índice=10,50 segundos e IPS=842 para o gênero masculino; índice=11,79 segundos e IPS=801 para o gênero feminino) (CBAT, 2015b) e no Campeonato Mundial (índice=10,16 segundos e IPS=930 para o gênero masculino; índice=11,33 segundos e IPS=852 para o gênero feminino) (CBAT, 2015a), considerados eventos de nível nacional e internacional, respectivamente.

A qualificação do nível de desempenho de cada atleta foi estabelecida pelo confronto dos valores de IPS individual e o IPS exigido para a participação em eventos de nível nacional (XXXIV Troféu Brasil CAIXA de Atletismo) e internacional (Campeonato Mundial). Foram adotadas as qualificações:

Nível regional	IPS	<	842 para o gênero masculino
	IPS	<	801 para o gênero feminino
Nível nacional	IPS	entre	842 e 930 para o gênero masculino
	IPS	entre	801 e 852 para o gênero feminino
Nível internacional	IPS	>	930 para o gênero masculino
	IPS	>	852 para o gênero feminino

Para o gênero masculino, seis sujeitos foram classificados como sendo atletas de nível regional, e seis sujeitos como sendo atletas de nível nacional. No gênero feminino, sete sujeitos foram classificados como sendo atletas de nível regional, e cinco sujeitos como sendo atletas de nível nacional.

5.2 Procedimento experimental

Considerando que o objetivo do presente estudo foi investigar os parâmetros biomecânicos atrelados ao desempenho em provas de velocidade e a relação destes com parâmetros biomecânicos oriundos das tarefas de salto, e ainda, uma possível dependência da dinâmica de alteração destes parâmetros em função das organizações das cargas de treino adotadas por cada treinador, buscou-se submeter toda a amostra às coletas de dados quando estas se apresentavam em um mesmo

período de treinamento na temporada, independentemente do treinador responsável pela organização das cargas de treino.

Embora pequenas distinções tenham sido citadas pelos treinadores em relação a estrutura e organização das cargas de treino adotadas, todos os atletas foram avaliados entre os períodos preparatório 1 (um) e preparatório 2 (dois) (TABELA 2).

TABELA 1 – Organização das etapas de treinamento e do momento de coleta de dados

Período de treinamento na temporada			
	Preparatório 1	Preparatório 2	Competitivo
Objetivos	Desenvolver e acumular as capacidades físicas, técnicas e motoras que devem ser básicas para a preparação específica	Transformação do potencial das capacidades físicas, técnicas e motoras e técnicas da preparação física mais generalizadas para formas mais específicas	Conquista dos melhores resultados dentro da margem disponível de preparação

Os voluntários foram submetidos a dois dias distintos de avaliação, sendo estes compostos pela obtenção de medidas antropométricas e de desempenho de salto (dia 1) e de desempenho de corrida (dia 2).

As coletas relacionadas ao dia 1 foram realizadas no Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. As coletas relacionadas ao dia 2 foram realizadas no Centro de Excelência Esportiva (CEE), localizado a Rua Manoel da Nóbrega, 1111 – Ibirapuera, e no Centro Olímpico de Treinamento e Pesquisa (COTP) localizado a Avenida Ibirapuera, 1315 - Vila Clementino.

O intervalo mínimo entre os dias de coleta de dados foi de 48 horas e máxima de 96 horas.

5.2.1 Testes e medidas

Os testes de desempenho foram acompanhando pelo treinador responsável pela equipe, e realizados nos locais e horários habituais de treinamento dos atletas.

5.2.1.1 Medidas antropométricas

Anterior a qualquer aplicação de teste e coleta de material, e para caracterização da amostra analisada e normalização de alguns parâmetros de desempenho, as estaturas alongada e na posição sentada (NORTON, WHITTINGHAM, CARTER, KERR, GORE & MARFELL-JONES, 2005) e a massa corporal dos voluntários foram mensuradas com o uso de um estadiômetro e uma balança Filizola® mecânica com suporte de carga máxima de 150 quilogramas (Filizola® - Brasil), respectivamente. A quantificação destes parâmetros seguiram padronização proposta pela *International Society for Advance of Kinanthropometry* (NORTON et al., 2005).

Para a normalização de alguns parâmetros de desempenho, foi calculado o comprimento de membros inferiores (C_{MMII}), sendo este estimado a partir da subtração das estaturas alongada e na posição sentada (ROCHA, 1998).

Visando atender os objetivos estabelecidos, o presente estudo foi subdividido em dois estudos, cujas as características metodológicas são ilustradas resumidamente na FIGUA 6, e descritos a seguir.

FIGURA 6 – Apresentação das características metodológicas gerais adotadas no procedimento experimental

5.2.1.1.1 Estudo 1 - Caracterização da dinâmica dos parâmetros biomecânicos atrelados ao *stiffness* e o desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade

O teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros foi utilizado com o propósito de quantificar os indicadores do rendimento esportivo na corrida de curta distância e elevada velocidade.

Para a realização do teste de corrida foi considerado o conjunto de regras oficiais adotadas pela *International Association of Athletics Federations* (IAAF) para a realização da prova de 100 metros rasos (vestimentas, sapatilhas, tamanho e número de travas) e descrição técnica da pista (IAAF, 2014a; IAAF, 2014b).

Sendo assim, todos os testes de corrida foram realizados nas pistas oficiais de atletismo do “Estádio Ícaro de Castro Mello” e do Centro Olímpico de Treinamento e Pesquisa (CTP) (IAAF, 2014b), ambas construídas com piso sintético e com oito raia de corridas (CBAT, 2014).

Todos os atletas utilizaram sapatilhas com fixação de pregos. Cada atleta utilizou até 11 pregos de 9 (nove) milímetros fixados nas sapatilhas (IAAF, 2014a)

O ponto de partida foi demarcado a exatos 100 metros contados a partir da linha de chegada por uma fita métrica inextensível. As raia foram demarcadas no solo de acordo com as distâncias necessárias para o estudo.

Para realização dos testes cada atleta se posicionou imediatamente antes da linha de partida. Foi emitido um primeiro comando de “as suas marcas”, seguido de um sinal sonoro indicando o início do teste. Iniciado o teste o atleta foi orientado a ter como objetivo percorrer a distância previamente estabelecida no menor intervalo de tempo possível.

Mesmo considerando o tempo de reação e a saída do bloco de partida como uma fase crucial em provas de velocidade do atletismo (SEAGRAVE, 1996), como o teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros, no presente estudo todos os atletas avaliados foram orientados a utilizar a técnica de partida denominada “*foward step*”, técnica mais adequada quando se pretende incrementar a velocidade de forma mais vigorosa desde trecho inicial da prova, sem o uso dos blocos de partida (LEDUNE, NESSER, FINCH & ZAKRAJSEK, 2012; SALO & BEZODIS, 2004)

Nesta técnica de partida, o atleta se posicionou em pé, imediatamente antes da linha de partida, com os pés em afastamento anteroposterior e tronco levemente inclinado. Ao ser emitido o sinal sonoro indicando o início do teste, o atleta projetou-

se a frente, de forma vigorosa, iniciando a corrida (ILLE, SELIN, DO & THON, 2013; JOHNSON, BROWN, COBURN, JUDELSON, KHAMOUI, TRAN & URIBE, 2010; LEDUNE et al., 2012).

Optou-se por não realizar as saídas dos blocos de partida pois, sendo esta uma tarefa complexa (ILLE et al., 2013; SCHOT & KNUTZEN, 1992), a eficácia dos processos de informação envolvidos na preparação e execução do movimento, poderiam influenciar o sucesso de tal gesto. Portanto, variáveis de difícil padronização e controle no presente estudo, como o nível de atenção no momento imediatamente anterior ao estímulo sonoro (ILLE et al., 2013), intervalo de tempo entre comandos (BROWN, KENWELL, MARAJ & COLLINS, 2008) e tipo e intensidade dos comandos (BROWN et al., 2008), poderiam influenciar os resultados obtidos.

Adicionalmente, a 1) existência de diferentes técnicas de saída do bloco de partida (HARLAND & STEELE, 1997; SCHOT & KNUTZEN, 1992), 2) o fato de ser facultado ao atleta a escolha da técnica a ser utilizada, e que 3) diferentes ajustes técnicos na saída do bloco podem apresentar distintas magnitudes de influência nas fases de aceleração (BEZODIS, SALO & TREWARTHA, 2010; DEBAERE, DELECLUSE, AERENHOUTS, HAGMAN & JONKERS, 2013; HARLAND & STEELE, 1997; SALO & BEZODIS, 2004; SCHOT & KNUTZEN, 1992; SLAWINSKI, BONNEFOY, LEVEQUE, ONTANON, RIQUET, DUMAS & CHEZE, 2009) ratificaram a escolha pela padronização da técnica de partida denominada “*foward step*”.

5.2.1.1.2 Estudo 2 – Relação entre desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade e os testes de salto

Os testes de salto foram utilizados no presente estudo com o intuito de promover o entendimento da manifestação da força relacionada aos indicadores de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade. A adoção destas estratégias foi fundamentada 1) no fato de ambas as tarefas serem ações em que se faz presente a manifestação do ciclo alongamento-encurtamento (NICOL, AVELA & KOMI, 2006), 2) por serem as estratégias mais utilizadas por treinadores e preparadores físicos na avaliação e monitoramento das respostas induzidas pelo treinamento esportivo (ALMUZAINI & FLECK, 2008; LOCKIE, SCHULTZ, CALLAGHAN & JEFFRIESS, 2014; MACKALA, STODOLKA, SIEMIENSKI & COH, 2013b; MACKALA, STODOLKA, SIEMIENSKI & COH, 2013c; MARKOVIC et al., 2004) e 3) pelas correlações significantes ($p < 0,05$) encontradas entre o desempenho

nestas tarefas (altura de salto e tempo para percorrer uma dada distância) (ALMUZAINI & FLECK, 2008; CHAOUACHI et al., 2009; HENNESSY & KILTY, 2001; SMIRNIOTOU et al., 2008).

No entanto, considerando que distintas estratégias de salto refletem diferentes respostas atreladas a manifestação da força (BOBBERT, HUIJING & VAN INGEN SCHENAU, 1987a; BOBBERT, HUIJING & VAN INGEN SCHENAU, 1987b; NICOL, AVELA & KOMI, 2006), fazendo com que a contribuição dos parâmetros biomecânicos para o desempenho nos saltos e nas tarefas de aceleração seja teste-dependente (ANDRADE et al., 2012a; KOLLIAS et al., 2001; LAFFAYE, BARDY & DUREY, 2007; MEYLAN, MCMASTER, CRONIN, MOHAMMAD, ROGERS & DEKLERK, 2009; MEYLAN, NOSAKA, GREEN & CRONIN, 2009; NICOL, AVELA & KOMI, 2006; SMIRNIOTOU et al., 2008), os atletas foram submetidos a diferentes estratégias de salto. Por além disto, tem sido apontado que a utilização de distintas estratégias são importantes na construção de um modelo que tente explicar as relações de desempenho (ANDRADE, 2009).

Foram adotadas as estratégias de salto vertical, salto vertical de profundidade, salto horizontal e salto horizontal de profundidade.

Ainda, dado que a restrição da livre movimentação dos braços causa prejuízo 1) na capacidade de controlar a rotação excessiva do corpo a frente durante as fases de contramovimento e de vôo, 2) na otimização de utilização do contramovimento e o equilíbrio durante todo o salto, logo 3) no desempenho no salto (CHENG & CHEN, 2005), optou-se por permitir em todas as estratégias de salto (SV, SH, SVP e SHP) a livre movimentação dos braços. Além do mais, tal adoção produz maior proximidade com as ações experimentadas na prática dos treinamentos dos atletas (FLANAGAN, EBBEN & JENSEN, 2008).

5.2.1.1.2.1 Salto vertical (SV)

Para o salto vertical foi utilizado o teste originalmente denominado *Vertical Jump* (JOHNSON & NELSON, 1974), condição em que o salto vertical é realizado com contramovimento e livre movimentação dos braços (SV).

Para tanto, o atleta voluntário foi posicionado em pé sobre a plataforma de força, mantendo os calcanhares em afastamento bitrocantariano, pernas estendidas e os braços na posição que julgou mais confortável.

Nesta posição, após receber por parte do avaliador a voz de comando “ATENÇÃO, JÁ”, o voluntário realizou um salto com esforço máximo objetivando a máxima amplitude vertical possível (ver 6.3.4 Parâmetros biomecânicos dos testes de salto).

Não foi permitido realizar ações de saltitar ou qualquer tipo de deslocamento antes da execução do salto, invalidando tal tentativa caso estes viessem acontecer. Nenhum dos atletas teve invalidada qualquer uma das tentativas por este motivo.

5.2.1.1.2.2 Salto horizontal (SH)

Foi considerado para a mensuração dos parâmetros do salto horizontal, a metodologia denominada *Standing Board Jump* (JOHNSON & NELSON, 1974), condição em que o salto é realizado horizontalmente com contramovimento e livre movimentação dos braços (SH).

Similar ao ocorrido com SV, para a realização do SH o voluntário foi posicionado em pé sobre a plataforma de força, mantendo os calcanhares em afastamento bitrocantariano, pernas estendidas e os braços na posição que julgou mais confortável.

Uma vez nesta posição, e após ter recebido por parte do avaliador a voz de comando “ATENÇÃO, JÁ”, o voluntário realizou um salto com esforço máximo tentando alcançar a máxima amplitude horizontal possível (ver 6.3.4 Parâmetros biomecânicos dos testes de salto). Não foi permitido realizar ações de saltitar ou qualquer tipo de deslocamento antes da execução do salto, invalidando tal tentativa caso estes viessem acontecer. Nenhum dos atletas teve invalidada qualquer uma das tentativas por este motivo.

5.2.1.1.2.3 Salto vertical de profundidade (SVP) e Salto horizontal de profundidade (SHP)

O salto de profundidade é caracterizado pela realização de um salto precedido de uma dada altura de queda, com o menor tempo de contato possível com solo entre as fases excêntrica e concêntrica (BOBBERT, HUIJING & VAN INGEN SCHENAU, 1987a; FLANAGAN & COMYNS, 2008; FLANAGAN, EBBEN & JENSEN, 2008), afim de possibilitar o incremento de energia cinética na fase excêntrica e subsequente incremento da energia cinética na fase concêntrica (KOMI & BOSCO, 1978).

Considerando que esta repostagem é dependente da altura de queda utilizada, se fez necessário a identificação da altura ideal de queda para adequada repostagem (KOMI & BOSCO, 1978).

Embora exista a relação entre as energias cinéticas negativa e positiva com o deslocamento do centro de gravidade (KOMI & BOSCO, 1978), o que justificaria a identificação da altura ideal de queda como aquela em que o atleta obtém o maior desempenho de salto (KOMI & BOSCO, 1978), optou-se pela determinação desta a partir do índice de força reativa (*IFR*) (FLANAGAN & COMYNS, 2008; FLANAGAN, EBBEN & JENSEN, 2008), uma vez que este índice reflete a magnitude de tensão no complexo músculo-tendíneo durante este tipo de atividade (FLANAGAN & COMYNS, 2008; FLANAGAN, EBBEN & JENSEN, 2008) e apresenta reprodutibilidade conhecida [coeficiente α de Cronbach=0,95 e coeficientes correlações intraclass >0,95] (FLANAGAN, EBBEN & JENSEN, 2008; FLANAGAN & HARRISON, 2007).

Por além disto, tem sido apontado que o *IFR* expressa a altura a partir da qual os saltos de profundidade são otimizados do ponto de vista do desempenho e minimizados quanto aos riscos de lesão (FLANAGAN, EBBEN & JENSEN, 2008).

O *IFR* foi obtido pela razão entre o desempenho de salto (amplitude vertical para SVP e horizontal para SHP) e o tempo de contato (equação 2) (FLANAGAN & COMYNS, 2008; FLANAGAN, EBBEN & JENSEN, 2008).

$$IFR = \frac{DS}{t_c} \quad \text{equação 2}$$

Sendo, IFR o índice de força reativa, DS o desempenho de salto (altura para SVP e distância de SHP) e t_c o tempo de contato com o solo após a queda de dada altura

Os parâmetros DS e t_c foram obtidos durante uma sessão preliminar composta por uma série de SVP e SHP realizados a partir de diferentes alturas de queda, e quantificados por um tapete de contato (*Smart Jump*®; *Fusion Sport*®, Austrália) com retardo de ligação/desligamento de 0,001 segundo e uma fita métrica inextensível fixada ao solo. Esta sessão de saltos foi realizada em um período de até 1 semana de antecedência a realização dos saltos utilizados como indicadores de desempenho e para determinação dos parâmetros biomecânicos desejados.

Na citada sessão, os atletas executaram 1 (uma) tentativa de SVP e SHP em cada altura de queda, sendo adotado as alturas de queda entre 30 e 60 centímetros, com acréscimo de 10 centímetros (KOMI & BOSCO, 1978). Foi executada 1 (uma)

tentativa para cada altura de salto com o intuito de se evitar possíveis influências da fadiga nos saltos subsequentes e pelos resultados confiáveis obtidos com esta estratégia (FLANAGAN, EBBEN & JENSEN, 2008). Ainda, as estratégias SHP e SVP foram realizadas de forma randomizada, afim de minimizar possíveis influências no resultado em função da ordem de execução dos testes.

Em todas as tentativas realizadas de SHP e SVP, os atletas voluntários foram posicionados em pé sobre o implemento com a altura desejada, mantendo os calcanhares em afastamento bitrocantariano, pernas estendidas e os braços na posição que julgou mais confortável. Uma vez nesta posição, e após receber por parte do avaliador a voz de comando “ATENÇÃO, JÁ”, o voluntário projetou um pé à frente deixando, pelo efeito da aceleração gravitacional, seu corpo “cair” sobre o tapete de contato.

Não foi permitido realizar ações de saltitar ou de controle de queda a partir do implemento, invalidando tal tentativa caso estes viessem acontecer. Três atletas tiveram tentativas invalidadas por estes motivos.

Ao tocar o solo (tapete de contato) o atleta voluntário foi orientado a realizar um salto em esforço máximo objetivando a máxima amplitude vertical (SVP) ou horizontal (SHP) possível, assim como produzir o menor tempo de contato entre as fases excêntrica e concêntrica, conforme proposto na literatura (BOBBERT, HUIJING & VAN INGEN SCHENAU, 1987a; FLANAGAN & COMYNS, 2008; FLANAGAN, EBBEN & JENSEN, 2008).

Foi considerada a altura ideal de queda, a altura em que o atleta obteve o maior IFR (FLANAGAN & COMYNS, 2008; FLANAGAN, EBBEN & JENSEN, 2008).

Uma vez estabelecida a altura ideal de queda para SVP e para SHP, e no intervalo máximo de 1 semana, uma nova sessão de saltos foi realizada. Nesta, os atletas executaram os SVP e SHP somente a partir da altura de ideal de queda e sobre a plataforma de força. Os resultados obtidos nesta sessão foram utilizados como indicadores de desempenho e na determinação dos parâmetros biomecânicos desejados.

5.2.2 Critério para realização dos testes e coleta dos dados

Anteriormente à realização da sessão de saltos para determinação de altura ideal de queda, assim como das sessões de testes em laboratório (SV, SH, SVP e SHP) e de pista (80m), os voluntários foram submetidos a um protocolo de

aquecimento com duração de 15 minutos, envolvendo exercícios de alongamento dinâmico, salto realizados de forma aleatória, corridas de baixa intensidade e corridas curtas, em linha reta e em maior velocidade. Após a realização do aquecimento, um intervalo de recuperação de 5 minutos foi considerado até o início dos testes (FLANAGAN, EBBEN & JENSEN, 2008).

Ainda considerando os intervalos de recuperação, uma vez que a realização dos saltos adotados no presente estudo tem duração menor do que um segundo, tão logo dependentes dos estoques de trifosfato de adenosina (ATP) e de creatina fosfato (CP) (FOX, BOWERS & FOSS, 1989; WILMORE & COSTILL, 2001), optou-se pelo intervalo de 60 segundos entre cada tentativa de salto e entre as estratégias (SV, SH, SVP e SHP). Neste intervalo, ocorre recuperação entre 70% e 95% das vias energéticas utilizadas (ATP e CP) (FOX, BOWERS & FOSS, 1989), portanto, uma magnitude temporal adequada para recuperação e menor possibilidade de influência da fadiga nos resultados (READ & CISAR, 2001). Para o teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (80m) não foi considerado qualquer intervalo de recuperação dado que para este teste foi executada somente uma tentativa.

No que diz respeito a execução dos saltos, em que pese o fato de todos os saltos terem sido realizados de forma bipodal, foi considerado para análise apenas os parâmetros oriundos do hemicorpo dominante, sendo este portanto, o único hemicorpo ter contato com a plataforma de força durante os salto. Assumiu-se portanto simetrias interlaterais de um membro em relação ao membro contralateral homologo, dado que diferenças não significantes ($p < 0,05$) no desempenho (altura e distância em saltos), nos parâmetros cinéticos (força de reação do solo horizontal e vertical e momentos articulares de tornozelo, joelho e quadril) e cinemáticos (variação angular de tornozelo, joelho e quadril) entre os hemicorpos dominante e não-dominante são reportados em homens e mulheres fisicamente ativos (VAN DER HARST, GOKELER & HOF, 2007) e em atletas habituados a realizar atividade de corrida de alta intensidade e saltos verticais e horizontais (FORD, MYER & HEWETT, 2003).

Para determinação do hemicorpo dominante foi perguntando a cada atleta qual com qual perna conseguiria saltar horizontalmente mais longe possível (VAN DER HARST, GOKELER & HOF, 2007) conforme utilizado na literatura.

Quanto a familiarização, tendo em vista que todos testes realizados são amplamente utilizados nas rotinas de avaliação/treinamento de atletas de atletismo,

assumiu-se familiarização dos atletas com os testes aplicados. No entanto, para os testes de salto, foi solicitado a cada um dos atletas voluntários a realização de até cinco tentativas para cada um dos testes, a fim de elucidar possíveis dúvidas quanto a realização, e consequentemente, a correta execução.

5.3 Instrumentos de medição

5.3.1 Cinética

Os parâmetros biomecânicos relacionados a cinética foram mensurados por uma plataforma de força produzida pela *Advanced Mechanical Technology, Inc*[®] (AMTI) do modelo BP600900-2000 (FIGURA 5) (ADVANCED MECHANICAL TECHNOLOGY INC), que apresenta valores de histerese e não-linearidade na ordem de 0,2% da escala total para cada componente de força (ADVANCED MECHANICAL TECHNOLOGY INC), e que foi fixada ao nível do solo no Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Sendo F_x =força de reação no componente médio-lateral; F_y = força de reação no componente ântero-posterior; F_z = força de reação no componente vertical; mm = milímetros; in = polegadas/inch

FIGURA 7 – Representação das dimensões da plataforma de força AMTI[®] modelo BP600900-2000, e definição da orientação quanto dos componentes de força de reação do solo por estas quantificada.

O modelo da plataforma de força utilizada (AMTI BP600900-2000) é composta por transdutores de força do tipo *strain-gauge* localizados nos cantos da superfície de medição (0,6 x 0,9 m). Os sinais obtidos pelos transdutores são enviados por intermédio de cabos e interruptores a um amplificador de sinais do modelo MAS-6 MiniAmp (ADVANCED MECHANICAL TECHNOLOGY INC). Após amplificação de 1000x, os sinais são direcionados ao conversor A/D ADC *card* de resolução de entrada $\pm 10V$ e saída 16 BITS (VICON). Todo o gerenciamento de aquisição, amplificação e conversão, e obtenção dos valores das três componentes da força de reação do solo (F_x , F_z , F_y) foi realizado/gerenciado pelo Vicon Nexus 1.8.2 da NX software System (VICON).

5.3.2 Cinemática

As análises cinemáticas foram realizadas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (80m) e nos testes de salto.

5.3.2.1 Cinemática no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (80m)

Os parâmetros biomecânicos indicadores de desempenho no teste 80m foram estimados a partir de uma análise cinemática, que possibilitou registrar as modificações da posição dos atletas no espaço ao longo do tempo. Optou-se por este tipo de análise em função desta permitir a investigação do desempenho do atleta *in loco*, sem interferências externas ao gesto realizado, portanto em ambiente de competição (COLEMAN et al., 2012), e por ser uma estratégia já muito utilizada nas investigações das provas de velocidade de atletas dos mais diversificados níveis de desempenho (BERGAMINI, PICERNO, PILLET, NATTA, THOREUX & CAMOMILLA, 2012; COH & TOMAZIN, 2006; HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004; HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2005).

No presente estudo, a análise foi feita quadro-a-quadro a fim de identificar os eventos desejados. Considerando que a cinemática possibilita registrar as modificações da posição dos atletas no espaço ao longo do tempo, com a finalidade de discretização e diminuir o erro na identificação das modificações da posição dos atletas e melhor elucidar o desempenho (GRAUBNER & NIXDORF, 2011; MACKALA, 2007; POULOS, KUITUNEN & BUCHHEIT, 2010), a raia utilizada no teste foi demarcada ao longo de todo o trecho com distâncias conhecidas e similares as

reportadas na literatura (COH & TOMAZIN, 2006; GRAUBNER & NIXDORF, 2011; YOUNG, MCLEAN & ARDAGNA, 1995).

Esta estratégia tem sido apontada ser de grande valia no entendimento do desempenho nas provas de corrida, sendo útil na discriminação de desempenho entre atletas de diferentes níveis técnicos (LETZELTER, 2006).

A distância entre a linha de partida e os primeiros 15 metros foi demarcada a intervalos regulares de 2,5 metros, dada a elevada taxa de mudança de velocidade (aceleração) produzida pelos atletas neste trecho em uma corrida de curta distância e elevada velocidade (DELECLUSE, VAN COPPENOLLE, WILLEMS, VAN LEEMPUTTE, DIELS & GORIS, 1995; MACKALA, 2007; POULOS, KUITUNEN & BUCHHEIT, 2010).

Entre os 15 e 30 metros iniciais, as marcações ocorreram a intervalos regulares de 5 metros, dado que neste trecho ainda ocorre importante taxa de mudança de velocidade, porém de menor magnitude frente a experimentada no trecho inicial (DELECLUSE et al., 1995; MACKALA, 2007; POULOS, KUITUNEN & BUCHHEIT, 2010).

A distância compreendida entre 30 e 80 metros foi demarcada a intervalos regulares de 10 metros, pois neste trecho as taxas de mudanças de velocidade são pequenas (DELECLUSE et al., 1995; MACKALA, 2007; POULOS, KUITUNEN & BUCHHEIT, 2010).

Sendo assim, foram consideradas seis parciais de 2,5 metros (P_1 a P_6), três marcações de 5 metros (P_7 a P_9), e cinco marcações de 10 metros (P_{10} a P_{14}), conforme ilustrado na FIGURA 6.

Considerando a necessidade de ser obtém de parâmetros temporais, e estes serem conhecidos a partir do produto do número de quadros (n_q) e intervalo de tempo entre cada quadro (t_q), quatro câmeras de alta velocidade (EXILIM EX-FS10® - Cásio®) foram posicionadas lateralmente a pista ao longo dos 80 metros. As câmeras foram posicionadas a uma distância de aproximadamente 35 metros contados a partir do bordo externo da raia de número oito (FIGURA 6).

A primeira câmera foi disposta a 10 metros da linha de partida. Entre as câmeras foi respeitada a distância de 20 metros (FIGURA 6). Esta disposição permitiu que cada câmera registrasse trechos de 20 metros.

As câmeras foram fixadas a tripés e ficaram a aproximados entre 15 e 20 metros de altura em relação ao solo.

O registro do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros foi realizado a uma frequência de amostragem de 120 quadros por segundo (qps). Embora frequências de aquisição 100 qps (MANN & HERMAN, 1985; MURPHY, LOCKIE & COUTTS, 2003) e 50 qps (GRAUBNER & NIXDORF, 2011) sejam utilizadas para similar análise, com magnitude de erro aceitável mesmo com qps igual a 50 (GRAUBNER & NIXDORF, 2011), optou-se pela utilização da frequência de 120 qps afim de se obter maior discretização e minimizar erros na identificação dos eventos desejados.

FIGURA 8 – Ilustração do posicionamento das câmeras para aquisição dos parâmetros relacionados ao teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (80m)

5.3.2.2 Cinemática nos testes de salto

A análise cinemática nos testes de salto foram realizadas por intermédio do sistema Vicon Motion System® (VICON), composto por um conjunto de câmeras e a unidade de controle.

As câmeras utilizadas são do tipo óptico-eletrônicas modelo MX3+ (FIGURA 7A), que são compostas por um conjunto de sensores de reflexão (geradores e identificadores) difusa de radiação eletromagnética oscilatória não visível (luz tipo vermelha). Foram utilizadas 5 câmeras com resolução de 0,3 megapixels, desempenho de 659 H x 494 V pixels e sensores de tamanho 6,5 h x 4,9 v mm que possibilitaram adotar uma taxa de aquisição de 100 quadros por segundo (qps).

As câmeras foram dispostas a alturas que variaram de 1,5 a 2,5 metros e relação ao solo, a uma distância de aproximadamente 2 metros em relação ao centro da plataforma de força utilizada, disposição de maximizou a reflexão da luz tipo vermelha.

A unidade de controle MX Ultramet HD® (VICON) foi utilizada. Esta forneceu energia, comunicação e sincronização com as câmeras, por além da interface com a plataforma de força (AMTI® BP600900-2000). Portanto, a unidade de controle MX Ultramet HD® foi utilizada para a comunicação e sincronização dos dados oriundos das câmeras (óptico-eletrônica modelo MX3+) e da plataforma de força (AMTI® BP600900-2000). As câmeras foram conectadas a unidade de controle (MX Ultramet HD®) por intermédio de cabos do tipo MX. O gerenciamento do sistema foi executado pelo Vicon Nexus 1.8.2 da NX software System (VICON).

Para a calibração do volume de coleta de dados cinemáticos foi utilizada uma haste de calibração com marcadores fixados a distâncias conhecidas, conforme preconizado pelo sistema VICON (VICON).

Com o objetivo de permitir o rastreamento dos feixes de luz tipo vermelha e a identificação das fases de salto, um (01) marcador passivo esféricos de 14 milímetros de diâmetro foi fixado na estrutura anatômica sacro.

5.3.3 Parâmetros biomecânicos do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (80 m)

Diante do objetivo central do estudo de investigar as características dos parâmetros biomecânicos atrelados ao *stiffness* durante a realização de uma corrida de curta distância e elevada velocidade, os parâmetros *stiffness* vertical (K_{vert}) e *stiffness* de perna (K_{perna}) foram estimados a partir do modelo de *Spring Mass* (ALEXANDER, 1992; BLICKHAN, 1989; CAVAGNA, SAIBENE & MARGARIA, 1964; MCMAHON & CHENG, 1990).

Os parâmetros K_{vert} e K_{perna} foram estimados pelo modelo proposto por MORIN et al. (MORIN et al., 2005). Optou-se pela utilização do modelo citado (MORIN et al., 2005) em função deste ser uma estratégia válida (COLEMAN et al., 2012; MORIN et al., 2005) e apropriada para a predição dos parâmetros desejados em ambiente de competição (COLEMAN et al., 2012).

COLEMAN et al. (COLEMAN et al., 2012) ao comparar os parâmetros K_{vert} e K_{perna} estimados por este modelo (MORIN et al., 2005) como valor de K_{vert} e K_{perna} obtidos a partir de parâmetros cinéticos e cinemáticos quantificados em laboratório, encontraram diferenças não significantes ($p < 0,05$) entre as duas estratégias e ICC de 0,90 ($p < 0,05$). Corroborando para a escolha do modelo proposto por (MORIN et al., 2005), este tem sido amplamente utilizado na literatura (MORIN et al., 2005; MORIN et al., 2006; MORIN, SAMOZINO, ZAMEZIATI & BELLI, 2007; TAYLOR & BENEKE, 2012).

Considerando que 1) para a determinação de K_{vert} e K_{perna} pelo modelo proposto se faz necessário o conhecimento de parâmetros como velocidade horizontal, t_c e t_v , e que 2) dentre os objetivos, foi proposto investigar a influência do gênero na dinâmica de modificação dos parâmetros biomecânicos atrelados ao *stiffness*, assim como, possíveis extratores discriminantes de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade, portanto, se fazendo necessário a determinação de tais indicadores de desempenho, optou-se por descrever os procedimentos utilizados não por ordem que foram utilizados na formulação do estudo, mas ordem operacional que estes foram determinados.

Desta forma, são apresentados inicialmente procedimentos utilizados para a determinação dos parâmetros biomecânicos usualmente utilizados no estudo da locomoção humana, e conhecidamente atrelados ao desempenho nas provas de velocidade no atletismo, como velocidade, frequência de passo e comprimento de passo (COH & TOMAZIN, 2006; HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004; HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2005; KRZYSZTOF & MERO, 2013; MACKALA, 2007; MORIN et al., 2005; MORIN et al., 2006; MORIN et al., 2007; OKKONEN & HAKKINEN, 2013; TAYLOR & BENEKE, 2012).

Para tanto, inicialmente foi determinado:

- 1) Tempo para percorrer determinada distância ($t_{parcial}$): intervalo de tempo (em segundos) necessário para percorrer a distância preestabelecida entre duas marcações ($d_{parcial}$). Para a determinação deste parâmetro, foi quantificado o n_q que cada atleta precisou para cumprir a $d_{parcial}$. Foi utilizado como referência o instante em que o ponto anterior do quadril (região de localização da crista ilíaca anterossuperior) ultrapassou cada uma das marcações preestabelecidas da raia de teste, conforme adotado na literatura (MURPHY, LOCKIE & COUTTS, 2003). Ainda, tem sido apontado que a variação de posição (e derivadas) do quadril estão relacionadas ao desempenho na corrida (MANN & HERMAN, 1985; MURPHY, LOCKIE & COUTTS, 2003)

O $t_{parcial}$ foi o produto entre n_q e t_q (equação 3).

$$t_{parcial} = n_q \cdot t_q \quad \text{equação 3}$$

Sendo, $t_{parcial}$ = intervalo de tempo (em segundos) necessário para percorrer $d_{parcial}$, n_q = número de quadros que cada atleta precisou para cumprir a $d_{parcial}$ e t_q = intervalo de tempo entre cada quadro

OBS: Considerando o registro do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros foi realizado a uma frequência de 120 quadros por segundo, e t_q foi obtido pela razão 1/120.

A partir do conhecimento de $t_{parcial}$ e das respectivas distâncias, parâmetros derivados da relação espaço-tempo, puderam ser então estimados.

Foram calculados os seguintes parâmetros:

- 2) Velocidade horizontal média do trecho analisada (v_m): representativo da taxa de variação de posição (CHAVES & SAMPAIO, 2007b), foi obtida como sendo a razão entre a distância preestabelecida entre duas marcações ($d_{parcial}$) e o intervalo de tempo (em segundos) necessário para completar tal distância ($t_{parcial}$) (MCGINNIS, 2005)(equação 4).

$$v_m = \frac{d_{parcial}}{t_{parcial}} \quad \text{equação 4}$$

Sendo, v_m = velocidade média em $d_{parcial}$, $d_{parcial}$ = distância preestabelecida entre duas marcações e $t_{parcial}$ = intervalo de tempo (em segundos) necessário para percorrer $d_{parcial}$

- 3) Velocidade horizontal pico (v_{pico}): Sendo determinada a v_m de cada trecho percorrido, foi igualmente considerado a maior v_m obtida do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.
- 4) Tempo para alcance da velocidade pico (tv_{pico}): O intervalo de tempo decorrido entre o início do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros e o término da parcial em que a v_{pico} ocorreu também foi considerado.
- 5) Distância necessária para obtenção da velocidade pico (Dv_{pico}): esta foi considerada a metragem percorrida do início do teste a obtenção da v_{pico} . Considerando que a v_{pico} é representativa da parcial com a maior v_m , para determinação de Dv_{pico} foi considerado sempre a metragem final do trecho em que a v_{pico} ocorreu.

Os parâmetros atrelados a velocidade horizontal foram quantificados por serem atreladas ao sucesso na corrida de curta distância e elevada velocidade (KIVI, 1997), por serem discriminatórias do nível competitivo (MURPHY, LOCKIE & COUTTS, 2003), e por serem parâmetros importantes para determinação de variáveis a serem consideradas no presente estudo.

Neste sentido, sendo v_m a razão entre distância ($d_{parcial}$) e tempo para percorrer dada distancia ($t_{parcial}$) [equação 5 (MCGINNIS, 2005)], esta pode ser descrita como sendo a razão entre o comprimento médio dos passos realizados em $d_{parcial}$ (CP) e o período de tempo médio para a realização destes passos (t_p), uma vez que estes são representativos de distância e intervalo de tempo, respectivamente, conforme ilustrado na equação 6 e na FIGURA X,

Sendo, CP = comprimento médio dos passos realizados em $d_{parcial}$, t_c = período de tempo de contato e t_v = período de tempo de fase de voo

FIGURA 9 – Ilustração dos parâmetros comprimento médio dos passos realizados em $d_{parcial}$ (CP) o período de tempo das fases de contato (t_c) e de voo (t_v).

$$v_m = \frac{d_{parcial}}{t_{parcial}} \quad \text{equação 5}$$

$$v_m = \frac{CP}{t_p} \quad \text{equação 6}$$

Sendo, v_m = velocidade média em $d_{parcial}$, CP = comprimento médio dos passos realizados em $d_{parcial}$ e t_p = período de tempo médio para a realização dos passos em $d_{parcial}$.

Ainda, sendo fisicamente a frequência [f = número de vezes que um fenômeno ocorre periodicamente por unidade de tempo (INCALZA, 2007)] o inverso do período de tempo (t) (equação 7), a v_m pode ser descrita como a razão entre CP e a fração $1/FP$ (equação 8):

$$t = \frac{1}{f} \quad \text{assim:} \quad t_p = \frac{1}{FP} \quad \text{equação 7}$$

$$v_m = \frac{CP}{\frac{1}{FP}} \quad \text{equação 8}$$

Sendo, t = período de tempo, f = frequência, t_p = período de tempo médio para a realização dos passos em $d_{parcial}$, FP = frequência média de passo em $d_{parcial}$, v_m = velocidade média em $d_{parcial}$ e CP = comprimento médio dos passos realizados em $d_{parcial}$

Com isto, a v_m pode ser descrita como o produto de CP e FP (HAMILL & KNUTZEN, 2008) (equação 9).

$$v_m = CP \cdot FP$$

equação 9

Sendo, v_m = velocidade média em $d_{parcial}$, CP = comprimento médio dos passos realizados em $d_{parcial}$ e FP = frequência média de passo em $d_{parcial}$.

Considerando ser a v_m o produto de CP e FP , estes parâmetros foram igualmente estimados, como usualmente adotado na análise da locomoção humana, e nas provas de corrida (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004; KRZYSZTOF & MERO, 2013; MACKALA, 2007; TAYLOR & BENEKE, 2012)

- 6) Frequência média de passo (FP): representando o número de vezes que um fenômeno ocorre periodicamente por unidade de tempo (INCALZA, 2007), no presente estudo a FP representou o número de passos realizados em 1 (um) segundo. Entende-se por passo dois contatos iniciais com o solo consecutivos de pé alternados (direito e esquerdo), em um plano paralelo ao de progressão (MAGEE, 2002; SALO et al., 2011).

Para cálculo da FP foi considerado ser a frequência (f) o inverso do período de tempo (t) (equação 10), e a partir do t_p a FP foi calculada (equação 11).

$$t = \frac{1}{f} \quad \text{assim:} \quad t_p = \frac{1}{FP} \quad \text{equação 10}$$

$$FP = \frac{1}{t_p} \quad \text{equação 11}$$

Sendo, t = período de tempo, f = frequência, t_p = período de tempo médio para a realização dos passos em $d_{parcial}$ e FP = frequência média de passo em $d_{parcial}$.

Para determinação do t_p , inicialmente foi quantificado o n_q entre dois contatos iniciais com o solo consecutivos de pé alternados (direito e esquerdo) (MAGEE, 2002;

SALO et al., 2011), e este multiplicado por t_q para cada passo realizado dentro de $d_{parcial}$. O resultado foi considerado o período de tempo do passo (t_p) (equação 12)

$$t_p = n_q \cdot t_q \quad \text{equação 12}$$

Sendo, t_p = período de tempo (em segundos) para realizar o passo, n_q = número de quadros que cada atleta precisou para cumprir o passo e t_q = intervalo de tempo entre cada quadro.

OBS: Considerando o registro do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros foi realizado a uma frequência de 120 quadros por segundo, e t_q foi obtido pela razão 1/120.

Para melhor representar o t_p de cada $d_{parcial}$ analisada, foi calculada a média dos t_p realizados em $d_{parcial}$. Somente os passos finalizados dentro $d_{parcial}$ foram considerados (SALO et al., 2011).

Ainda, considerando ser o t_p o resultado da somatório das fases de contato (t_c) e de vôo (t_v) (MCGINNIS, 2005), estas foram igualmente determinadas.

- 7) Tempo da fase de contato (t_c) [FIGURA 8]: definido como o intervalo de tempo compreendido entre o primeiro contato do pé com solo e primeiro quadro após perda de contato do mesmo pé com o solo. Foi obtido a partir do produto do n_q de contato (primeiro contato do pé com solo e primeiro quadro após perda de contato do pé com o solo) e intervalo de tempo entre cada quadro (t_q) (equação 18)

$$t_c = n_q \cdot t_q \quad \text{equação 13}$$

Sendo, t_{cp} = período de tempo (em segundos) de contanto do passo, n_q = número de quadros entre o primeiro quadro no qual há o contato do pé com o solo e o quadro imediatamente posterior à perda de contato do pé com o solo e t_q = intervalo de tempo entre cada quadro.

OBS: Considerando o registro do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros foi realizado a uma frequência de 120 quadros por segundo, e t_q foi obtido pela razão 1/120.

- 8) Tempo da fase de vôo (t_v) [FIGURA 8]: definido como o intervalo de tempo compreendido entre o primeiro quadro após perda de contato do pé com o solo e o primeiro quadro de contato do pé contralateral (direito e esquerdo) com o solo. Foi obtido a partir do produto do n_q de contato [primeiro quadro após perda de contato do pé com o solo e o primeiro

quadro de contato do pé contralateral com o solo (direito e esquerdo)] e intervalo de tempo entre cada quadro (t_q) (equação 14).

$$t_v = n_q \cdot t_q \quad \text{equação 14}$$

Sendo, t_{vp} = período de tempo (em segundos) de vôo do passo, n_q = número de quadros entre o quadro imediatamente posterior à perda de contato do pé com o solo e o primeiro quadro no qual há o contato do pé contralateral com o solo e t_q = intervalo de tempo entre cada quadro.

OBS: Considerando o registro do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros foi realizado a uma frequência de 120 quadros por segundo, e t_q foi obtido pela razão 1/120.

A exemplo do adotado para t_p , foi calculada a média dos t_c e t_v dos passos finalizados dentro $d_{parcial}$ (SALO et al., 2011), sendo estas médias retidas para análise.

- 9) Comprimento médio de passo (CP) [FIGURA 7 e FIGURA 9]: definido como a distância linear encontrada entre dois contatos iniciais consecutivos de pé alternados (direito e esquerdo) em um plano paralelo ao de progressão (MAGEE, 2002; SALO et al., 2011) (FIGURA 9), esta foi determinada assumindo-se ser a velocidade o produto entre CP e FP (HAMILL & KNUTZEN, 2008) (equação 13).

$$v_m = CP \cdot FP \quad \text{equação 13}$$

Sendo, v_m = velocidade média em $d_{parcial}$, CP = comprimento médio dos passos realizados em $d_{parcial}$ e FP = frequência média de passo em $d_{parcial}$.

Com isto, o CP pode ser obtido (equação 14).

$$CP = \frac{v_m}{FP} \quad \text{equação 14}$$

Sendo, CP = comprimento médio de passos realizados em $d_{parcial}$, v_m = velocidade média em $d_{parcial}$ e FP = frequência média de passo em $d_{parcial}$.

FIGURA 10 – Ilustração das fases da passada (adaptado de (INMAN, RALSTON & TODD, 1981))

Determinado os parâmetros v_m , FP e CP , estimou-se o índice de desempenho (ID), dado que este tem sido apontado com um indicador mecânico de técnica (CAPUTO, LUCAS, GRECO & DENADAI, 2000; FAVARO & LIMA, 2005) e utilizado para a predição de desempenho em provas de velocidade em outras modalidades.

- 10) Índice de desempenho (ID): no presente estudo, este foi obtido como sendo o produto de CP e v_m (equação 15).

$$ID = CP \cdot v_m$$

equação 15

Sendo, o ID = índice de desempenho, em $d_{parcial}$, CP = comprimento médio dos passos realizados em $d_{parcial}$ e v_m = velocidade média em $d_{parcial}$.

Uma vez conhecido os parâmetros necessários para a determinação dos *stiffness* vertical (K_{vert}) e *stiffness* de perna (K_{perna}), este foram estimados de acordo com o modelo proposto por MORIN et al. (MORIN et al., 2005), conforme citado anteriormente.

- 11) *Stiffness* vertical (K_{vert}): representativo da resistência do corpo ao deslocamento vertical após a aplicação de força (BRUGHELLI & CRONIN, 2008b) este foi estimado a partir da equação 16.

$$K_{vert} = F_{max} \cdot \Delta y_c^{-1} \quad \text{equação 16}$$

Sendo, K_{vert} = *stiffness* vertical, F_{max} = força vertical máxima e Δy_c = máximo deslocamento do centro de massa em direção ao solo durante a fase de contato.

A F_{max} foi estimada a partir da massa corporal do atleta, aceleração gravitacional (g), t_v e t_c (equação 17).

$$F_{max} = MC \cdot g \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{t_v}{t_c} + 1 \right) \quad \text{equação 17}$$

Sendo, F_{max} = força vertical máxima, MC = massa corporal do atleta, g = aceleração gravitacional, t_v = período de tempo médio para da fase de voo em $d_{parcial}$ e t_c = período de tempo médio da fase de contato em $d_{parcial}$.

Para quantificação do Δy_c , foi utilizada a equação 20

$$\Delta y_c = - \frac{F_{max} \cdot t_c^2}{MC \cdot \pi^2} + g \cdot \frac{t_c^2}{8} \quad \text{equação 20}$$

Sendo, Δy_c = máximo deslocamento do centro de massa em direção ao solo durante a fase de contato, F_{max} = força vertical máxima, MC = massa corporal do atleta, g = aceleração gravitacional e t_c = período de tempo médio da fase de contato em $d_{parcial}$.

- 12) *Stiffness* de perna (K_{perna}): representativo da resistência a mudança do comprimento dos membros inferiores após a aplicação de forças (BRUGHELLI & CRONIN, 2008b), este foi estimado de acordo com a equação 21.

$$K_{perna} = F_{max} \cdot \Delta L^{-1} \quad \text{equação 21}$$

Sendo, K_{perna} = stiffness de perna, F_{max} = força vertical máxima e ΔL^{-1} = mudança do comprimento dos membros inferiores após a aplicação de forças internas e externas.

Para tanto se fez necessário a determinação da mudança do comprimento dos membros inferiores após a aplicação de forças (ΔL) (equação 22).

$$\Delta L = 0,53 \cdot h - \sqrt{(0,53 \cdot h)^2 - \left(\frac{v_m \cdot t_c}{2}\right)^2} + \Delta y_c \quad \text{equação 22}$$

Sendo, ΔL = mudança do comprimento dos membros inferiores após a aplicação de forças, h = estatura, v_m = velocidade média do trecho analisada, t_c = período de tempo médio da fase de contato em $d_{parcial}$ e Δy_c = máximo deslocamento do centro de massa em direção ao solo durante a fase de contato.

Os valores de K_{perna} foram ajustados de acordo com a equação 23, afim de produzir valores mais acurados (COLEMAN et al., 2012).

$$K_{perna} = 1,0496 \cdot K_{perna} \quad \text{equação 23}$$

Sendo, K_{perna} = stiffness de perna.

As variáveis v_m , CP , ID , FP , t_{passo} , t_c , t_v , F_{max} , K_{vert} , K_{perna} , ΔL e Δy_c foram obtidas para cada parcial (P_1 a P_{14}).

Como indicador de desempenho do atleta na corrida de curta distância e elevada velocidade, foi utilizado o tempo total para percorrer os 80 metros (T_{total}), obtido a partir da somatória dos tempos para percorrer cada distância pré-estabelecida ($t_{parcial1}$, $t_{parcial2}$, $t_{parcial3}$... $t_{parcial14}$) (equação 24).

$$T_{total} = t_{parcial1} + t_{parcial2} + \dots + t_{parcial14} \quad \text{equação 24}$$

Considerado que os parâmetros CP , ID , F_{max} , K_{vert} e K_{perna} podem ser influenciados por medidas antropométricas (CAVANAGH & KRAM, 1989; SVEDENHAG & SJODIN, 1994; WILLIAMS & CAVANAGH, 1987; WILLIAMS, CAVANAGH & ZIFF, 1987), estes foram normalizados. Para normalização do CP , foi

adotado procedimento já referenciado na literatura (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013), sendo este (equação 25):

$$CP_{norm} = \frac{CP}{C_{MMII}} \quad \text{equação 25}$$

Sendo, CP_{norm} = comprimento médio de passo normalizado em $d_{parcial}$, CP = comprimento médio de passos realizados em $d_{parcial}$ e C_{MMII} = comprimento de membros inferiores.

Adotando similar procedimento, os demais parâmetros foram normalizados (equação 26, equação 27 e equação 28).

$$ID_{norm} = \frac{ID}{C_{MMII}} \quad \text{equação 26}$$

Sendo, ID_{norm} = índice de desempenho normalizado em $d_{parcial}$, ID = índice de desempenho em $d_{parcial}$ e C_{MMII} = comprimento de membros inferiores.

$$F_{max_norm} = \frac{F_{max}}{MC \cdot g} \quad \text{equação 27}$$

Sendo, F_{max_norm} = média da força vertical máxima em $d_{parcial}$, F_{max} = média da força vertical máxima em $d_{parcial}$, MC = massa corporal do atleta e g = aceleração gravitacional.

$$K_{vert_norm} = \frac{K_{vert}}{MC \cdot g} \quad \text{equação 28}$$

$$K_{perna_norm} = \frac{K_{perna}}{MC \cdot g} \quad \text{equação 29}$$

Sendo, K_{vert_norm} = stiffness vertical normalizado em $d_{parcial}$, K_{vert} = stiffness vertical, K_{perna_norm} = stiffness de perna normalizado em $d_{parcial}$, K_{perna} = stiffness de perna, MC = massa corporal do atleta g = aceleração gravitacional.

De forma similar, os parâmetros t_c e t_v foram analisadas em sua forma normalizada função do tempo (0 a 100%). Para tanto, considerou-se as equações 30 e equação 31, assim como o parâmetro t_p como representativo do valor 100% do tempo de uma passo.

$$t_{c_norm} = (t_c \cdot 100) \cdot t_p^{-1} \quad \text{equação 30}$$

$$t_{v_norm} = (t_v \cdot 100) \cdot t_p^{-1} \quad \text{equação 31}$$

Sendo, t_{c_norm} = período de tempo de contato normalizado, t_c = período de tempo de contato, t_p = média dos tempos dos passos realizados em $d_{parcial}$, t_{v_norm} = período de tempo de fase de voo normalizado e t_v o período de tempo de fase de voo.

5.3.4 Parâmetros biomecânicos dos testes de salto

Para a obtenção dos parâmetros de salto, foram inicialmente determinados os instantes de início de fase excêntrica (t_1), início de fase concêntrica (t_2) e fim da fase concêntrica, ou perda de contato com o solo (t_3).

Para SV e SH, foi utilizado como indicativo de início de fase excêntrica (t_1) o instante em que a curva força de reação do solo-tempo em valores absolutos, e em seu componente vertical, apresentar uma redução de 5 Newtons em relação a linha de base (GARCÍA-LÓPEZ, PELETEIRO, RODRÍGUEZ-MARROYO, MORANTE, HERRERO & VILLA, 2005).

O instante de início de fase concêntrica (t_2) foi determinado por dados cinemáticos, sendo este considerado o menor valor encontrado na curva posição-tempo da estrutura anatômica sacro.

Para identificação do fim da fase concêntrica, ou perda de contato com o solo (t_3) foi considerado o instante em curva força de reação do solo-tempo em valores absolutos, e em seu componente vertical, apresentou valor negativo e igual a uma vez o peso corporal do atleta avaliado (FIGURA 10).

Sendo, t_1 = instante de início da fase excêntrica, t_2 = instante de início da fase concêntrica, t_3 = instante de fim da fase concêntrica e N = Newtons.

FIGURA 11 - Determinação das fases do salto vertical (SV) e salto horizontal (SH).

Para o salto vertical de profundidade (SVP) e salto horizontal de profundidade (SHP), foi utilizado como indicativo de início de fase excêntrica (t_1) o instante em que a curva força de reação do solo-tempo em valores absolutos, e em seu componente vertical, apresentou valor maior do que zero.

A exemplo do ocorrido em SV e SH, o instante de início de fase concêntrica (t_2) foi determinado por dados cinemáticos, sendo este considerado o menor valor encontrado na curva posição-tempo da estrutura anatômica sacro.

A identificação do fim da fase concêntrica, ou perda de contato com o solo (t_3) foi considerado o instante em que a curva força de reação do solo-tempo em valores absolutos, e em seu componente vertical, apresentou valor igual a zero (FIGURA 11).

Sendo, t_1 = instante de início da fase excêntrica, t_2 = instante de início da fase concêntrica, t_3 = instante de fim da fase concêntrica e N = Newtons.

FIGURA 12 - Determinação das fases do salto vertical de profundidade (SVP) e salto horizontal de profundidade (SHP).

Considerando os instantes de início de fase excêntrica (t_1), início de fase concêntrica (t_2) e fim da fase concêntrica, ou perda de contato com o solo (t_3), e com o intuito de analisar a sequência do movimento e a organização temporal ao longo de todo o movimento (t_1 a t_3), foram determinados os seguintes parâmetros cinéticos e/ou temporais:

5.3.4.1 **Tempo das fases excêntrica (t_{exc}) e concêntrica (t_{con})**

O tempo de fase excêntrica (t_{exc}) foi como aquele intervalo de tempo decorrido entre o instante de início da fase excêntrica (t_1) e o instante de início de fase concêntrica (t_2), enquanto que o tempo de fase concêntrica (t_{con}) foi considerado como sendo o intervalo de tempo decorrido entre o instante de início da fase concêntrica (t_2) e o instante de fim da fase concêntrica (t_3) - ilustrado na FIGURA 14 para SV e SH e FIGURA 15 para DJV e DJH.

Sendo, t_1 = instante de início da fase excêntrica, t_2 = instante de início da fase concêntrica, t_3 = instante de fim da fase concêntrica, N = Newtons, t_{exc} = tempo da fase excêntrica e t_{con} = tempo da fase concêntrica.

FIGURA 13 - Determinação do tempo das fases excêntrica (t_{exc}) e concêntrica (t_{con}) do salto vertical (SV) e salto horizontal (SH).

Sendo, t_1 = instante de início da fase excêntrica, t_2 = instante de início da fase concêntrica, t_3 = instante de fim da fase concêntrica, N = Newtons, t_{exc} = tempo da fase excêntrica e t_{con} = tempo da fase concêntrica.

FIGURA 14 - Determinação do tempo das fases excêntrica (t_{exc}) e concêntrica (t_{con}) do salto vertical de profundidade (SVP) e salto horizontal de profundidade (SHP).

5.3.4.2 Pico de força de frenagem (PF_{fre}) e de propulsão (PF_{prop})

O PF_{fre} foi considerado o valor de força de reação do solo de maior magnitude encontrado entre os instantes de início de fase excêntrica (t_1) e início de fase concêntrica (t_2). Para PF_{prop} foi considerado o maior valor de força de reação do solo

encontrado entre os instantes de início (t_2) e fim da fase concêntrica (t_3) - ilustrado na FIGURA 16 para SV e SH e FIGURA 17 para DJV e DJH.

Sendo, t_1 = instante de início da fase excêntrica, t_2 = instante de início da fase concêntrica, t_3 = instante de fim da fase concêntrica, N = Newtons, PF_{fre} = pico de força de frenagem e PF_{prop} = pico de força de propulsão.

FIGURA 15 - Determinação do pico de força de frenagem (PF_{fre}) e de propulsão (PF_{prop}) do salto vertical (SV) e salto horizontal (SH).

Sendo, t_1 = instante de início da fase excêntrica, t_2 = instante de início da fase concêntrica, t_3 = instante de fim da fase concêntrica, N = Newtons, PF_{fre} = pico de força de frenagem e PF_{prop} = pico de força de propulsão.

FIGURA 16 - Determinação do pico de força de frenagem (PF_{fre}) e de propulsão (PF_{prop}) do salto vertical de profundidade (SVP) e salto horizontal de profundidade (SHP).

5.3.4.3 Tempo decorrido entre o início de fase excêntrica e o pico de força de frenagem (TPF_{fre}) e entre o início de fase concêntrica e o pico de força de propulsão (TPF_{prop})

Foi considerado TPF_{fre} , o intervalo de tempo decorrido entre o início de fase excêntrica (t_1) e o pico de força de frenagem (PF_{fre}), enquanto que o TPF_{prop} foi considerado o intervalo de tempo decorrido entre o início de fase concêntrica (t_2) e o pico de força de propulsão (PF_{prop}) - ilustrado na FIGURA 18 para SV e SH e FIGURA 19 para DJV e DJH.

Sendo, t_1 = instante de início da fase excêntrica, t_2 = instante de início da fase concêntrica, t_3 = instante de fim da fase concêntrica, N = Newtons, PF_{fre} = pico de força de frenagem, PF_{prop} = pico de força de propulsão, TPF_{fre} = tempo decorrido entre o início de fase excêntrica e o pico de força de frenagem e TPF_{prop} = tempo decorrido entre o início de fase propulsiva e o pico de força de propulsão.

FIGURA 17 - Determinação do tempo decorrido entre o início de fase excêntrica e o pico de força de frenagem (TPF_{fre}) e entre o início de fase concêntrica e o pico de força de propulsão (TPF_{prop}) do salto vertical (SV) e salto horizontal (SH).

Sendo, t_1 = instante de início da fase excêntrica, t_2 = instante de início da fase concêntrica, t_3 = instante de fim da fase concêntrica, N = Newtons, PF_{fre} = pico de força de frenagem, PF_{prop} = pico de força de propulsão, TPF_{fre} = tempo decorrido entre o início de fase excêntrica e o pico de força de frenagem e TPF_{prop} = tempo decorrido entre o início de fase propulsiva e o pico de força de propulsão.

FIGURA 18 - Determinação do tempo decorrido entre o início de fase excêntrica e o pico de força de frenagem (TPF_{fre}) e entre o início de fase concêntrica e o pico de força de propulsão (TPF_{prop}) do salto vertical de profundidade (SVP) e salto horizontal de profundidade (SHP).

5.3.4.4 Taxa de desenvolvimento de força de frenagem (TDF_{fre}) e taxa de desenvolvimento de força de propulsão (TDF_{prop})

A TDF_{fre} foi obtida como sendo a razão do pico de força de frenagem (PF_{fre}) e do tempo decorrido entre início de fase excêntrica e o pico de força de frenagem (TPF_{fre}). Da mesma forma obteve-se a TDF_{prop} , sendo esta a razão do pico de força de propulsão (PF_{prop}) e do tempo decorrido entre início de fase concêntrica e o pico de força de propulsão (TPF_{prop}) (CARVALHO & CARVALHO, 2006; TANI, 1998; ZATSIORSKY, 2006).

6 ANÁLISE DOS DADOS

6.1 Tratamento matemático

As imagens dos testes de corrida de máximo desempenho foram adquiridas a uma frequência de amostragem de 120 qps, frequência de amostragem superior a comumente utilizada em análises das provas de atletismo (GRAUBNER & NIXDORF, 2011). Optou-se por utilizar uma frequência de amostragem superior e adotada na

literatura afim de se obter maior discretização de t_c e minimizar possibilidades de erros na identificação dos eventos desejados, fundamentalmente K_{vert} , dado que entre 90-96% da variação deste deve-se as variações de t_c (MORIN et al., 2007).

Para os testes de salto, foi retido para análise a média dos parâmetros obtidos em cada uma das tentativas.

A força de reação do solo obtida durante a realização dos saltos de cada voluntário foi mensurada com frequência de amostragem de 1000 Hz e normalizada pelo próprio peso corporal do voluntário antes de qualquer análise. O peso corporal foi obtido pelo produto da MC [mensurado previamente de acordo com padronização proposta pela *International Society for Advance of Kinanthropometry* (NORTON et al., 2005)] e a aceleração da gravidade (adotada como sendo 9,80665 m/s²).

Os parâmetros biomecânicos considerados na presente investigação foram obtidos em um vetor resultante de força de reação do solo (equação 32), ou também denominado como soma vetorial das forças (CHAVES & SAMPAIO, 2007a).

$$R = \sqrt{V^2 + AP^2} \quad \text{equação 32}$$

Sendo, R = vetor resultante de força de reação do solo, V = vetor vertical de força de reação do solo e AP = vetor anteroposterior de força de reação do solo.

Razão para tal análise fundamenta-se nas leis de movimento de projéteis, que postulam ser a trajetória de um projétil (no caso, o corpo do atleta ao perder contato com o solo) determinada pelo 1) ângulo e altura de projeção e 2) pela velocidade de projeção (HAMILL & KNUTZEN, 2008). Neste cenário, assumindo 1) ser a velocidade a primeira integral da aceleração, 2) a aceleração a razão entre força e massa e 3) a massa como uma constante (massa corporal do atleta), a trajetória horizontal seria dependente da força de reação do solo de projeção; portanto, da soma vetorial das forças vertical e horizontal (CHAVES & SAMPAIO, 2007a; HAMILL & KNUTZEN, 2008).

Ainda, sendo que o impulso calculado a partir da força de reação do solo com orientação médio-lateral, representou menos de 1,5% do impulso total gerado [em todas as estratégias de salto (TABELA 3)], a força de reação do solo de projeção poder-se-ia ser considerada como a soma vetorial das forças vertical e anteroposterior, conforme adotado neste estudo.

TABELA 2 – Contribuição percentual média dos vetores de força de reação do solo, frente o impulso total gerado, de acordo com o salto realizado

	Gênero masculino			Gênero feminino		
	<i>V</i>	<i>AP</i>	<i>ML</i>	<i>V</i>	<i>AP</i>	<i>ML</i>
SH	63,44	35,23	1,32	64,25	34,35	1,40
SHP	65,07	33,46	1,47	70,22	28,55	1,23
SV	94,02	4,77	1,21	95,65	3,37	0,98
SVP	92,18	6,50	1,32	89,66	9,66	0,68

Sendo, *V* = vetor vertical de força de reação do solo, *AP* = vetor anteroposterior de força de reação do solo e *ML* = vetor médio-lateral de força de reação do solo

Com o propósito de minimizar o efeito de ruídos originários de fatores externos e internos, inicialmente os dados provenientes da plataforma de força foram submetidos ao filtro *Butterworth* de 4ª ordem do tipo passa baixa, com frequência de corte de 48Hz, enquanto que para os dados cinemáticos foi utilizado um filtro *Butterworth* de 4ª ordem do tipo passa baixa, com frequência de corte de 11Hz. As frequências utilizadas no filtro foram definidas por análise residual (WINTER, 2004).

A obtenção dos parâmetros [para filtragem dos sinais digitais, identificação de início de fase excêntrica (t_1), início de fase concêntrica (t_2) e fim da fase concêntrica, ou perda de contato com o solo (t_3), assim como a quantificação todos os parâmetros biomecânicos] foram obtidos por algoritmo escrito no software *Matrix Laboratory*® (MATLAB®) [MathWorks Inc., Natick, USA] versão 7.2.0.232 (R2006a).

6.2 Tratamento estatístico

Inicialmente foi realizada a análise exploratória para a identificação de observações atípicas (*outlier*). Este foi feito por meio de diagramas de caixa (*box-plot*) (FIELD, 2006; HAIR, BLACK, BABIN & ANDERSON, 2009a). Identificado *outliers*, e sendo estes causados por erros de medição, o parâmetro foi recalculado; sendo este resultado por erros de execução de teste, o atleta foi desconsiderado na análise; e sendo este uma observação extraordinária inexplicável (RODRIGUES & PAULO, 2007), portanto, indicando uma variabilidade inerente do parâmetro/sujeito, o valor foi mantido na análise.

Adicionalmente, foi checada a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, a homocedasticidade pelo teste de Levene, a linearidade por diagrama de

dispersão (FIELD, 2006; HAIR et al., 2009a; RODRIGUES & PAULO, 2007) e a esfericidade pelo teste de Mauchly (FIELD, 2009)

Considerando o volume dos dados analisados e a possibilidade de algum parâmetro não contemplar os quesitos normalidade e homocedasticidade, quando este ocorreu, foi calculado o escore Z para assimetria ($Z_{assimetria}$; equação 33) e curtose ($Z_{curtose}$; equação 34), sendo:

$$Z_{assimetria} = \frac{\text{Valor de assimetria}}{\text{Erro padrão da assimetria}} \quad \text{equação 33}$$

$$Z_{curtose} = \frac{\text{Valor de curtose}}{\text{Erro padrão da curtose}} \quad \text{equação 34}$$

Sendo, $Z_{assimetria}$ = escore Z para assimetria e $Z_{curtose}$ = escore Z para curtose

Magnitudes de $Z_{assimetria}$ e $Z_{curtose}$, em módulo, de até 1,96 indicaram níveis de limites aceitáveis para a utilização de técnicas paramétricas (KIM, 2013).

No gênero masculino, o parâmetro K_{vert} na parcial P₇, e ΔL na parcial P₉ apresentaram, respectivamente, valores de 1,27 e 1,74 para $Z_{assimetria}$ e 0,86 e 0,13 para $Z_{curtose}$. No gênero feminino, nas parciais P₁₀ e P₁₁, o parâmetro F_{max} apresentou respectivamente, valores de 0,50 e 0,72 para $Z_{assimetria}$ e 0,68 e 0,32 para $Z_{curtose}$; o parâmetro K_{perna} apresentou valores de 0,08 e 1,27 para $Z_{assimetria}$ e $Z_{curtose}$ respectivamente, na parcial P₃. Sendo assim, foi considerado que todos os parâmetros atenderam os pressupostos para a utilização de análises multivariáveis paramétricas (KIM, 2013).

A consistência interna dos parâmetros biomecânicos analisados foi investigada pelo método de teste-reteste (ATKINSON & NEVILL, 1998; THOMAS, NELSON & SILVERMAN, 2010). Para o teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros, a análise da consistência interna se deu a partir dos parâmetros v_m , t_c e t_v , uma vez que estes são parâmetros “chave” para estimação dos demais parâmetros investigados. Considerando que neste teste, foi facultado ao atleta executar somente uma tentativa, a análise se deu a partir três determinações de cada parâmetro (v_m , t_c e t_v), executadas pelo mesmo avaliador. Nos testes de salto, para análise da consistência interna foi considerado os parâmetros das três tentativas selecionadas de cada de teste de salto.

O coeficiente de correlação intraclass (CCI) para cada um dos parâmetros de cada teste foi calculado, e classificado da seguinte forma: pobre ($CCI < 0,69$), fraca ($0,70 > CCI < 0,79$), boa ($0,80 > CCI < 0,89$) e alta ($0,90 > CCI < 0,99$) (ROSS, LANGFORD & WHELAN, 2002).

A partir de então, adotou-se a estatística descritiva dos dados por meio da média como medida de tendência central, e desvio padrão como medida de dispersão.

Inicialmente, buscou-se entender a dinâmica de modificação de cada parâmetro, para tanto buscou-se identificar possíveis mudanças das variáveis ao longo das parciais e entre os gêneros. Sendo assim, para comparar as mudanças nas variáveis dependentes (v_m , CP , CP_{norm} , ID , ID_{norm} , FP , t_p , t_c , $t_{c_{norm}}$, t_v , $t_{v_{norm}}$, F_{max} , $F_{max_{norm}}$, K_{vert} , $K_{vert_{norm}}$, K_{perna} , $K_{perna_{norm}}$, ΔL e Δy_c), utilizou-se o modelo misto para medidas repetidas [*Repeated-measures designs- General Linear Model* (FIELD, 2009)], tendo as parciais (P₁ a P₁₄) e os gêneros (masculino e feminino) como fatores fixos, e os sujeitos como fator randômico. A esfericidade foi avaliada pelo teste de Mauchly (FIELD, 2009), e sendo este violado, foi utilizado o procedimento de correção dos graus de liberdade pelo método de Greenhouse-Geisser (FIELD, 2009; HAIR et al., 2009a). O nível de significância foi estabelecido em 5% e sempre que diferenças com significância estatística foram apontadas, o *post-hoc* de Bonferroni foi utilizado para localização da(s) diferença(s).

Considerando que testes de significância são dependentes do tamanho da amostra, e que em amostra pequenas, achados sem significância estatística podem apresentar importante relevância prática (tamanho de efeito) (LEVINE & HULLETT, 2007), foi quantificado o *partial Eta-squared statistic* (*partial η^2*) para quantificação do tamanho do efeito observado (KOTRLIK & WILLIAMS, 2003) para cada fator fixo e parâmetro (LEVINE & HULLETT, 2007). Adotou-se o *partial η^2* por ser esta uma proposta adequada em análise de variância de medidas repetidas (FIELD, 2009; LEVINE & HULLETT, 2007). Para classificação da magnitude dos tamanhos de efeito, foi adotado valor de *partial η^2* até 0,059 como sendo de pequeno tamanho de efeito, entre 0,059 e 0,138 como médio tamanho de efeito, e superior a 0,138 como de grande tamanho de efeito (COHEN, 1988; KOTRLIK & WILLIAMS, 2003).

Com a finalidade de ilustrar a dinâmica de modificação de cada parâmetro, foi calculado para cada parâmetro, a variação percentual de cada parcial frente a parcial imediatamente anterior. Ainda, na intenção de entender a relação da dinâmica de

modificação de cada parâmetro com a dinâmica de modificação da velocidade, foi calculado os coeficientes de correlação de Pearson (r), de determinação (R^2) e de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$; equação 35) entre cada parâmetro e a velocidade.

$$R^2_{ajustado} = 1 - \frac{n-1}{n-(k+1)} \cdot (1 - R^2) \quad \text{equação 35}$$

Sendo, $R^2_{ajustado}$ = coeficiente de determinação ajustado, n = tamanho da amostra, k = número de variáveis explicativas e R^2 = coeficiente de determinação

Foi considerado para esta análise as médias de cada parcial, tanto dos parâmetros quanto da velocidade, e os valores de r foram qualitativamente classificados, de acordo com Hopkins (HOPKINS, 2014), sendo: trivial ($r < 0,1$), pequena ($0,1 < r < 0,3$), moderada ($0,3 < r < 0,5$), grande ($0,5 < r < 0,7$), muito grande ($0,7 < r < 0,9$), próximo a perfeita ($0,9 < r < 1$) e perfeita ($r = 1$).

Uma vez investigado a dinâmica de modificação, ou as mudanças nas variáveis dependentes (v_m , CP , CP_{norm} , ID , ID_{norm} , FP , t_p , t_c , t_{c_norm} , t_v , t_{v_norm} , F_{max} , F_{max_norm} , K_{vert} , K_{vert_norm} , K_{perna} , K_{perna_norm} , ΔL e Δy_c) ao longo das parciais (P_1 a P_{14}) e entre os gêneros (masculino e feminino) teve-se por interesse investigar possíveis distinções no que diz respeito as fases do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros, similar ao adotado previamente (DELECLUSE et al., 1995).

Para tanto foi realizada a análise multivariada de agrupamentos (*Cluster analysis*). Foi utilizada a v_m de cada uma das parciais (P_1 a P_{14}). Optou-se pela utilização da análise multivariada de agrupamentos a fim de extrair informações quanto a independência de variáveis, dado que esta técnica/procedimento quantifica a similaridade das variáveis (e/ou dissimilaridade); entende-se como similaridade o grau de correspondência entre os objetos usados na análise (HAIR et al., 2009a).

Foi utilizada a técnica hierárquica para solução dos agrupamentos, o método do encadeamento simples (*Single Linkage Method*) como algoritmo de agrupamento (técnica de formação de grupos) e a distância euclidiana quadrática como medida de dissimilaridade.

Como representação matemática e ilustrativa de todo o procedimento, utilizou-se o dendrograma. Dado que o número de agrupamentos pode ser obtido pelo corte do dendrograma em um nível desejado (e então, os componentes conectados entre

si formam um agrupamento), e que pode-se utilizar o nível de corte que se apresenta mais adequado ao propósito (ALBUQUERQUE, 2005), no presente estudo foi adotado o nível de corte de similaridade de 10%.

Subsequente a identificação das distâncias compreendidas em cada uma das fases da corrida, considerou-se a possibilidade de distinção de contribuição entre os gêneros. Com isto buscou-se identificar a magnitude de contribuição de cada uma das fases para o desempenho no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros, em cada gênero. Recorreu-se a análise exploratória multivariada, denominada análise fatorial exploratória. Para esta análise foi considerado o intervalo de tempo de cada fase (T_{fase}) determinada na análise multivariada de agrupamentos (*Cluster analysis*). T_{fase} foi obtida portanto, pelo somatório dos intervalos de tempos das parciais que apresentaram similaridade dentro do nível de corte adotado (10%). (equação 36)

$$T_{fase} = t_{parcial_i} + \dots + t_{parcial_f} \quad \text{equação 36}$$

Sendo, T_{fase} = intervalo de tempo de cada fase, $t_{parcial_i}$ = intervalo de tempo da parcial em que a fase é iniciada e $t_{parcial_f}$ = intervalo de tempo da parcial em que a fase é finalizada

Uma vez estabelecida a duração das fases de corrida, foi estabelecida, como preconizado pelo modelo, a matriz de correlação original dos dados. Sobre tal matriz, foi feita a extração dos fatores pelo método de análise dos componentes principais (ACP), sendo utilizado para a rotação da matriz original dos dados o método varimax (rotação ortogonal). A adequação da escolha da análise fatorial como técnica adequada, foi comprovada pelo teste de homogeneidade das variáveis de Kaiser-Meyer-Olkin [(KMO); KMO=0,729] e esfericidade de Bartlett ($p<0,05$) (FIELD, 2009).

Ainda com o propósito de investigar possíveis distinções entre os gêneros no que diz respeito o teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros, o teste *t*-Students para amostras independentes e o tamanho de efeito de Hedge (*g*) foram utilizados para comparar os parâmetros, duração das fases $T_{fase\ 1}$, $T_{fase\ 2}$ e $T_{fase\ 3}$, v_{pico} , tv_{pico} e Dv_{pico} . O tamanho de efeito de Hedge foi interpretado com base nos critérios propostos por Hopkins (HOPKINS, 2014), sendo portanto classificado como efeito trivial ($g<0,2$), pequeno ($0,2<g<0,6$), moderado ($0,6<g<1,2$), grande ($1,2<g<2,0$), muito grande ($2,0<g<4,0$), e próximo a perfeito ($g>4,0$).

Para identificação dos parâmetros latentes ao desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade em atletas do gênero masculino e feminino, foram

construídas as curvas de Características de Operação do Receptor [*Receiver Operating Characteristics curve* (ROC)] para cada parâmetro.

Optou-se pela utilização desta análise pelo fato desta ser apontada esta como uma importante ferramenta diagnóstica (FAWCETT, 2006; GREINER, PFEIFFER & SMITH, 2000; PEREIRA, 2013; ZWEIG & CAMPBELL, 1993). Segundo o estatístico PEREIRA (PEREIRA, 2013), a análise das curvas ROC é uma das principais soluções para avaliar e compreender a forma como um parâmetro pode classificar os sujeitos em grupos distintos, por além de ofertar o conhecimento de qual é a capacidade de discriminação destes sujeitos a partir do parâmetro analisado.

O pressuposto envolvido em tal análise é que um parâmetro de diagnóstico é usado para discriminar dois estados mutuamente exclusivos de sujeitos testados (FAWCETT, 2006; GREINER, PFEIFFER & SMITH, 2000; ZWEIG & CAMPBELL, 1993).

Para tanto, foi utilizado como critério de referência (parâmetro de diagnóstico) o *status* dicotômico de atletas de melhor desempenho e atletas de pior desempenho, em cada gênero. Foi considerado atletas de melhor desempenho aqueles que apresentaram tempo para cumprir o teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros abaixo da mediana do grupo, enquanto foram considerados os atletas de pior desempenho aqueles que apresentaram tempo para cumprir o teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros acima da mediana do grupo.

Considerando ser o diagnóstico da sensibilidade (proporção de positivos corretamente identificados) e especificidade (proporção de negativos corretamente identificados) dependente do valor de corte selecionado (GREINER, PFEIFFER & SMITH, 2000; HANLEY & MCNEIL, 1982; METZ, 1978), todas as possíveis combinações (da sensibilidade e especificidade) foram realizadas em diferentes valores de corte, sendo estas resumidas na área abaixo da curva ROC (*AAC*) (FAWCETT, 2006; GREINER, PFEIFFER & SMITH, 2000; YODEN, 1950), obtida integração numérica, neste estudo utilizado o método trapezoidal. A *AAC* foi interpretada de acordo com as seguintes diretrizes: teste devido ao acaso ($AAC=0,5$); baixa precisão ($0,5 < AAC \leq 0,7$); moderada precisão ($0,7 < AAC \leq 0,9$); alta precisão ($0,9 < AAC < 1$) e teste discriminatório perfeito ($AAC=1$) (SWETS, 1988).

No presente estudo, parâmetros que apresentaram *AAC* com significância assintótica e valores superiores a 0,8 foram considerados com acurácia diagnóstica de desempenho (extratores). Uma vez conhecido os extratores, foram calculados os

escores Z destes. A soma dos escores Z dos extratores constituiu um escore de desempenho para cada indivíduo ($Z_{desempenho}$), conforme utilizado na literatura (BATEY, GOFF, TORTOLERO, NICHAMAN, CHAN, CHAN, GRUNBAUM, HANIS & LABARTHE, 1997; OKOSUN, LYN, DAVIS-SMITH, ERIKSEN & SEALE, 2010; VILLA, SILVA, SANTOS, RIBEIRO & SANT'ANA, 2015). Escores mais elevados foram indicativos de um melhor desempenho no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.

Por além disto, foi calculado o valor de corte para maximização da sensibilidade e da especificidade, afim de se estabelecer uma variável de decisão classificatória de desempenho a partir do parâmetro em questão (METZ, 1978). Para tanto, foi utilizado o índice de “eficiência” (E_{fROC}) (CASTANHO, YAMAKAMI & BARROS, 2004; METZ, 1978), também como o valor critério associado ao índice de Youden (YODEN, 1950).

Para investigação, em ambos os gêneros, da relação entre os parâmetros latentes ao desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade e parâmetros relacionados a aspectos condicionantes (manifestação da força) extraídos da realização de saltos, inicialmente se fez necessário conhecer os parâmetros condicionantes nos saltos.

A exemplo do utilizado previamente neste estudo, recorreu-se a análise exploratória multivariada, denominada análise fatorial exploratória, sendo considerada nesta análise todos os parâmetros relacionados a aspectos condicionantes (manifestação da força) extraídos da realização de saltos. Foi estabelecida a matriz de correlação original dos dados, a extração dos fatores pelo método de ACP. Foi realizada a rotação da matriz original dos dados pelo método varimax.

Com a perspectiva de entender o construto envolvendo os saltos, e mesmo considerando a dificuldade de dissociação da relação entre parâmetros temporais e cinéticos, adotou-se a geração fixa de 2 componentes, a serem classificados como componentes predominantemente temporal e predominantemente cinético, a exemplo do adotado na literatura (KOLLIAS et al., 2001; KOLLIAS, PANOUTSAKOPOULOS & PAPAIKOVOU, 2004; LAFFAYE, BARDY & DUREY, 2007).

Estudo suportam a adoção desta estratégia, e sinalizam serem os parâmetros biomecânicos nos saltos explicados por estes componentes (ANDRADE, 2009; ANDRADE et al., 2012a; KOLLIAS, PANOUTSAKOPOULOS & PAPAIKOVOU, 2004).

O teste de homogeneidade das variáveis de Kaiser-Meyer-Olkin [(KMO); KMO=0,842] e esfericidade de Bartlett ($p < 0,05$), suportaram a análise com adequada (FIELD, 2009).

Considerando as limitações da análise de correlação bivariada (LAFFAYE, BARDY & DUREY, 2007; SWINTON et al., 2014) para o entendimento de gestos complexos e de elevada abundância (LAFFAYE, BARDY & DUREY, 2007) como as tarefas de salto (UGRINOWITSCH, TRICOLI, RODACKI, BATISTA & RICARD, 2007) e a corrida, a abordagem de regressão múltipla foi implementada na tentativa de compreender a contribuição dos parâmetros biomecânicos obtidos no salto e os extratores do desempenho na corrida analisada ($Z_{desempenho}$), análogo ao observado no estudo de SWINTON et al. (SWINTON et al., 2014).

A adequação dos dados investigados aos pressupostos deste tipo de análise, sendo eles, a distribuição normal dos resíduos, homocedasticidade dos resíduos, ausência de autocorrelação serial dos resíduos, linearidade dos resíduos e multicolinearidade foram checados (CUNHA & COELHO, 2007; FIELD, 2009).

Para o pressuposto da distribuição normal dos resíduos foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov, considerando a variável resíduos padronizados (Z_{re_1}); para análise da homocedasticidade dos resíduos, fez-se a análise do quadrado dos resíduos padronizados (Z_{re_1}) pelo teste de Pesarán-Pesarán, e o teste de esfericidade de Bartlett.

A ausência de autocorrelação serial foi testada pela ferramenta estatística de Durbin-Watson (DW) (FIELD, 2009; SAVIN & WHITE, 1977). Quanto a linearidade dos resíduos, esta foi avaliada pela inspeção visual do gráfico de dispersão construído a partir do valor predito padronizado (Z_{pr_1}) e valor do resíduo padronizado (Z_{re_1}), como proposto na literatura (FIELD, 2009).

Para diagnóstico da multicolinearidade, foi feita a quantificação dos parâmetros *Variance Inflation Factor* (VIF), *eigenvalue* (E), *incremental percent* (IP) e *condition index* (CI), sendo que para VIF foi considerado valor até 1 como ausência de colinearidade, entre 1 e 10 com colinearidade aceitável e >10 com colinearidade problemática (HAIR, BLACK, BABIN, ANDERSON & TATHAM, 2009b). Valores próximos a zero para E e IP, e próximos a 10 para CI seriam indicativos de colinearidade (CUNHA & COELHO, 2007). Todos os valores do VIF e NC foram inferiores a 10 e os valores E e IP apresentaram valores próximas de zero, sendo portanto, descartada a presença de multicolinearidade (HAIR et al., 2009a).

Uma vez todos os pressupostos foram atendidos, foi utilizado o modelo *backwards*.

As análises foram realizadas nos pacotes estatísticos *Statistical Package for the Social Sciences* - SPSS® versão 16.0 para Windows® (SPSS Inc., Chicago), *STATISTICA*® versão 99 *Edition* para Windows® (StatSoft Inc., Tulsa, OK), *GraphPad Prism Software* versão 5 para Windows® (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA), *MedCalc*® versão 12.7.0.0 para Windows® (MedCalc Software bvba., Ostend, Belgium) e *NCSS*® (NCSS LLC; Utah, USA).

7 RESULTADOS

Inicialmente, são apresentados no APÊNDICE 2, os resultados referentes a análise da consistência interna. Considerando que foram encontrados coeficientes de correlação intraclasse (CCI) com significância estatística ($p < 0,05$) para todos os parâmetros biomecânicos analisados, com elevada parcela dos valores de CCI classificados como bom ou alto (aproximadamente 89% no gênero feminino e 86% no gênero masculino) e reduzida parcela classificada como pobre (aproximadamente 3% no gênero feminino e 6% no gênero masculino), considerou-se adequados valores de consistência interna dos parâmetros analisados.

Segue-se então para apresentação dos resultados de acordo com a proposta considerada, sendo assim, são inicialmente apresentados os resultados e análises referentes ao ***estudo 1 - Caracterização da dinâmica de modificação dos parâmetros biomecânicos atrelados ao stiffness e o desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade***. Na sequência, são apresentados os resultados e análises do ***Estudo 2 - Relação entre desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade e os testes de salto***.

7.1 Estudo 1 - Caracterização da dinâmica de modificação dos parâmetros biomecânicos atrelados ao stiffness e o desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade

Entre as TABELA 6 e TABELA 9, são apresentados os valores descritivos média e desvio-padrão ($\pm$ DP) dos parâmetros biomecânicos obtidos ao longo do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros e os parâmetros atrelados ao *stiffness*, enquanto que entre as FIGURA 20 e FIGURA 30 são mostradas as dinâmicas de modificação destes parâmetros.

TABELA 3 - Média e desvio padrão ($\pm$ DP) dos parâmetros biomecânicos (absolutos) do gênero masculino, analisados no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros

Parciais	v_m	CP	ID	FP	t_p	K_{vert}	K_{perna}	F_{max}	Δy_c	ΔL	t_c	t_v
P ₁	4,22 ($\pm 0,31$)	1,05 ($\pm 0,18$)	4,47 ($\pm 1,11$)	4,11 ($\pm 0,46$)	0,247 ($\pm 0,029$)	65,55 ($\pm 35,84$)	50,42 ($\pm 28,15$)	1,74 ($\pm 0,27$)	0,033 ($\pm 0,015$)	0,04 ($\pm 0,01$)	0,161 ($\pm 0,035$)	0,086 ($\pm 0,015$)
P ₂	6,08 ($\pm 0,25$)	1,45 ($\pm 0,13$)	8,84 ($\pm 1,03$)	4,23 ($\pm 0,33$)	0,239 ($\pm 0,017$)	96,42 ($\pm 39,96$)	28,29 ($\pm 11,95$)	1,97 ($\pm 0,33$)	0,023 ($\pm 0,006$)	0,08 ($\pm 0,02$)	0,137 ($\pm 0,018$)	0,102 ($\pm 0,016$)
P ₃	7,06 ($\pm 0,23$)	1,65 ($\pm 0,15$)	11,68 ($\pm 1,24$)	4,30 ($\pm 0,39$)	0,234 ($\pm 0,021$)	106,62 ($\pm 35,95$)	22,28 ($\pm 8,58$)	2,04 ($\pm 0,32$)	0,020 ($\pm 0,005$)	0,10 ($\pm 0,03$)	0,128 ($\pm 0,016$)	0,106 ($\pm 0,014$)
P ₄	7,82 ($\pm 0,30$)	1,81 ($\pm 0,09$)	14,16 ($\pm 0,99$)	4,32 ($\pm 0,23$)	0,232 ($\pm 0,013$)	134,49 ($\pm 36,18$)	22,40 ($\pm 7,08$)	2,19 ($\pm 0,30$)	0,017 ($\pm 0,003$)	0,10 ($\pm 0,02$)	0,118 ($\pm 0,011$)	0,114 ($\pm 0,016$)
P ₅	8,23 ($\pm 0,20$)	1,88 ($\pm 0,12$)	15,48 ($\pm 1,19$)	4,39 ($\pm 0,26$)	0,228 ($\pm 0,012$)	172,67 ($\pm 47,76$)	25,61 ($\pm 7,56$)	2,36 ($\pm 0,27$)	0,014 ($\pm 0,003$)	0,10 ($\pm 0,02$)	0,108 ($\pm 0,011$)	0,121 ($\pm 0,009$)
P ₆	8,71 ($\pm 0,28$)	1,98 ($\pm 0,13$)	17,25 ($\pm 1,42$)	4,41 ($\pm 0,30$)	0,228 ($\pm 0,015$)	181,39 ($\pm 42,51$)	23,59 ($\pm 5,75$)	2,39 ($\pm 0,27$)	0,014 ($\pm 0,003$)	0,11 ($\pm 0,02$)	0,106 ($\pm 0,011$)	0,122 ($\pm 0,01$)
P ₇	9,01 ($\pm 0,21$)	2,06 ($\pm 0,12$)	18,52 ($\pm 1,28$)	4,40 ($\pm 0,24$)	0,228 ($\pm 0,013$)	206,01 ($\pm 46,56$)	25,00 ($\pm 5,97$)	2,51 ($\pm 0,33$)	0,013 ($\pm 0,002$)	0,11 ($\pm 0,01$)	0,101 ($\pm 0,007$)	0,127 ($\pm 0,01$)
P ₈	9,37 ($\pm 0,25$)	2,14 ($\pm 0,15$)	20,1 ($\pm 1,57$)	4,39 ($\pm 0,31$)	0,229 ($\pm 0,016$)	269,72 ($\pm 99,99$)	30,21 ($\pm 11,5$)	2,62 ($\pm 0,23$)	0,011 ($\pm 0,003$)	0,11 ($\pm 0,03$)	0,094 ($\pm 0,013$)	0,134 ($\pm 0,011$)
P ₉	9,68 ($\pm 0,24$)	2,18 ($\pm 0,12$)	21,12 ($\pm 1,28$)	4,45 ($\pm 0,26$)	0,226 ($\pm 0,013$)	276,77 ($\pm 94,6$)	28,88 ($\pm 10,15$)	2,61 ($\pm 0,20$)	0,011 ($\pm 0,003$)	0,11 ($\pm 0,03$)	0,093 ($\pm 0,012$)	0,132 ($\pm 0,011$)
P ₁₀	9,98 ($\pm 0,34$)	2,27 ($\pm 0,10$)	22,62 ($\pm 1,51$)	4,42 ($\pm 0,21$)	0,227 ($\pm 0,01$)	312,13 ($\pm 86,88$)	30,46 ($\pm 7,98$)	2,75 ($\pm 0,18$)	0,010 ($\pm 0,002$)	0,10 ($\pm 0,01$)	0,089 ($\pm 0,008$)	0,138 ($\pm 0,01$)
P ₁₁	10,12 ($\pm 0,37$)	2,29 ($\pm 0,13$)	23,16 ($\pm 1,9$)	4,44 ($\pm 0,23$)	0,226 ($\pm 0,011$)	262,13 ($\pm 71,97$)	24,76 ($\pm 7,00$)	2,68 ($\pm 0,28$)	0,011 ($\pm 0,002$)	0,12 ($\pm 0,03$)	0,094 ($\pm 0,01$)	0,132 ($\pm 0,012$)
P ₁₂	10,13 ($\pm 0,37$)	2,33 ($\pm 0,17$)	23,61 ($\pm 2,41$)	4,38 ($\pm 0,26$)	0,229 ($\pm 0,013$)	242,53 ($\pm 82,54$)	22,79 ($\pm 8,15$)	2,58 ($\pm 0,12$)	0,012 ($\pm 0,003$)	0,14 ($\pm 0,04$)	0,098 ($\pm 0,012$)	0,136 ($\pm 0,009$)
P ₁₃	10,09 ($\pm 0,4$)	2,33 ($\pm 0,13$)	23,53 ($\pm 2,09$)	4,35 ($\pm 0,20$)	0,231 ($\pm 0,01$)	259,1 ($\pm 38,43$)	27,26 ($\pm 7,09$)	2,72 ($\pm 0,19$)	0,011 ($\pm 0,002$)	0,12 ($\pm 0,02$)	0,092 ($\pm 0,008$)	0,139 ($\pm 0,007$)
P ₁₄	9,82 ($\pm 0,49$)	2,35 ($\pm 0,14$)	23,08 ($\pm 2,17$)	4,20 ($\pm 0,24$)	0,239 ($\pm 0,013$)	272,7 ($\pm 72,65$)	27,20 ($\pm 5,79$)	2,82 ($\pm 0,29$)	0,011 ($\pm 0,002$)	0,11 ($\pm 0,02$)	0,094 ($\pm 0,009$)	0,145 ($\pm 0,009$)

Sendo, P₁ a P₆ = parciais de 2,5 metros, P₇ a P₉ = parciais de 5 metros, P₁₀ a P₁₄ = parciais de 10 metros, v_m = velocidade média em $d_{parcial}$, CP = comprimento de passo em $d_{parcial}$, ID = índice de desempenho em $d_{parcial}$, FP = frequência de passo em $d_{parcial}$, t_p , t_c e t_v = períodos de tempo médio do passo, da fase de contato, e da fase de voo em $d_{parcial}$, respectivamente, F_{max} = força vertical máxima, K_{vert} e K_{perna} = Stiffness vertical e de perna, respectivamente

TABELA 4 - Média e desvio-padrão ($\pm$ DP) dos parâmetros biomecânicos (normalizados) do gênero masculino, analisados no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros

Parciais	CP_{norm}	ID_{norm}	t_{c_norm}	t_{v_norm}	F_{max_norm}	K_{vert_norm}	K_{perna_norm}
P ₁	1,10 ($\pm 0,16$)	4,66 ($\pm 1,00$)	64,67 ($\pm 7,76$)	35,33 ($\pm 7,76$)	2,47 ($\pm 0,31$)	93,54 ($\pm 50,98$)	72,20 ($\pm 40,30$)
P ₂	1,52 ($\pm 0,11$)	9,25 ($\pm 0,98$)	57,21 ($\pm 6,19$)	42,79 ($\pm 6,19$)	2,78 ($\pm 0,31$)	135,99 ($\pm 53,09$)	39,89 ($\pm 16,03$)
P ₃	1,73 ($\pm 0,17$)	12,24 ($\pm 1,37$)	54,82 ($\pm 4,21$)	45,18 ($\pm 4,21$)	2,88 ($\pm 0,22$)	149,82 ($\pm 41,69$)	31,18 ($\pm 9,79$)
P ₄	1,95 ($\pm 0,05$)	14,86 ($\pm 1,35$)	50,95 ($\pm 5,42$)	49,05 ($\pm 5,42$)	3,11 ($\pm 0,31$)	190,37 ($\pm 49,06$)	31,64 ($\pm 9,67$)
P ₅	1,97 ($\pm 0,11$)	16,20 ($\pm 1,04$)	47,11 ($\pm 3,43$)	52,89 ($\pm 3,43$)	3,35 ($\pm 0,25$)	245,87 ($\pm 66,79$)	36,45 ($\pm 10,57$)
P ₆	2,07 ($\pm 0,13$)	18,05 ($\pm 1,28$)	46,35 ($\pm 2,97$)	53,65 ($\pm 2,97$)	3,40 ($\pm 0,22$)	258,86 ($\pm 62,33$)	33,66 ($\pm 8,44$)
P ₇	2,15 ($\pm 0,11$)	19,38 ($\pm 1,09$)	44,30 ($\pm 2,53$)	55,70 ($\pm 2,53$)	3,56 ($\pm 0,20$)	291,67 ($\pm 53,97$)	35,32 ($\pm 6,59$)
P ₈	2,24 ($\pm 0,15$)	21,04 ($\pm 1,49$)	41,21 ($\pm 3,98$)	58,79 ($\pm 3,98$)	3,85 ($\pm 0,37$)	383,72 ($\pm 137,48$)	42,90 ($\pm 15,36$)
P ₉	2,29 ($\pm 0,11$)	22,11 ($\pm 1,12$)	41,26 ($\pm 4,40$)	58,74 ($\pm 4,40$)	3,85 ($\pm 0,40$)	393,88 ($\pm 127,63$)	41,03 ($\pm 13,25$)
P ₁₀	2,37 ($\pm 0,10$)	23,66 ($\pm 1,17$)	39,06 ($\pm 3,19$)	60,94 ($\pm 3,19$)	4,05 ($\pm 0,31$)	442,70 ($\pm 105,15$)	43,27 ($\pm 9,87$)
P ₁₁	2,39 ($\pm 0,14$)	24,24 ($\pm 1,79$)	41,68 ($\pm 4,37$)	58,32 ($\pm 4,37$)	3,81 ($\pm 0,37$)	377,00 ($\pm 115,79$)	35,64 ($\pm 11,25$)
P ₁₂	2,43 ($\pm 0,16$)	24,69 ($\pm 2,10$)	41,35 ($\pm 3,04$)	58,65 ($\pm 3,04$)	3,74 ($\pm 0,43$)	344,81 ($\pm 110,06$)	32,43 ($\pm 11,02$)
P ₁₃	2,44 ($\pm 0,12$)	24,61 ($\pm 1,76$)	39,84 ($\pm 2,42$)	60,16 ($\pm 2,42$)	3,97 ($\pm 0,25$)	408,21 ($\pm 105,77$)	38,71 ($\pm 8,97$)
P ₁₄	2,46 ($\pm 0,13$)	23,75 ($\pm 1,04$)	39,36 ($\pm 2,73$)	60,64 ($\pm 2,73$)	4,01 ($\pm 0,28$)	388,54 ($\pm 102,51$)	38,88 ($\pm 8,79$)

Sendo, P₁ a P₆ = parciais de 2,5 metros, P₇ a P₉ = parciais de 5 metros, P₁₀ a P₁₄ = parciais de 10 metros, CP_{norm} o comprimento médio de passo normalizado em $d_{parcial}$, ID_{norm} o índice de desempenho normalizado em $d_{parcial}$, t_{c_norm} = período de tempo de contato normalizado, t_{v_norm} = período de tempo de fase de voo normalizado, F_{max_norm} = média da força vertical máxima em $d_{parcial}$, K_{vert_norm} = stiffness vertical normalizado em $d_{parcial}$, K_{vert} = stiffness vertical, K_{perna_norm} = stiffness de perna normalizado em $d_{parcial}$.

TABELA 5 - Média e desvio padrão ($\pm$ DP) dos parâmetros biomecânicos (absolutos) do gênero feminino, analisados no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros

Parciais	v_m	CP	ID	FP	t_p	K_{vert}	K_{perna}	F_{max}	Δy_c	ΔL	t_c	t_v
P ₁	3,97 ($\pm 0,26$)	0,96 ($\pm 0,04$)	3,72 ($\pm 0,36$)	4,12 ($\pm 0,32$)	0,245 ($\pm 0,02$)	40,36 ($\pm 8,32$)	33,84 ($\pm 9,54$)	1,23 ($\pm 0,11$)	0,034 ($\pm 0,007$)	0,04 ($\pm 0,01$)	0,164 ($\pm 0,017$)	0,085 ($\pm 0,009$)
P ₂	5,66 ($\pm 0,23$)	1,34 ($\pm 0,11$)	7,59 ($\pm 0,82$)	4,26 ($\pm 0,33$)	0,237 ($\pm 0,018$)	60,83 ($\pm 14,44$)	19,35 ($\pm 4,95$)	1,39 ($\pm 0,14$)	0,025 ($\pm 0,005$)	0,08 ($\pm 0,02$)	0,141 ($\pm 0,014$)	0,096 ($\pm 0,017$)
P ₃	6,48 ($\pm 0,35$)	1,54 ($\pm 0,11$)	9,99 ($\pm 0,93$)	4,23 ($\pm 0,34$)	0,239 ($\pm 0,019$)	75,63 ($\pm 15,32$)	17,56 ($\pm 4,27$)	1,51 ($\pm 0,15$)	0,021 ($\pm 0,003$)	0,1 ($\pm 0,02$)	0,130 ($\pm 0,010$)	0,109 ($\pm 0,017$)
P ₄	7,13 ($\pm 0,32$)	1,69 ($\pm 0,13$)	12,06 ($\pm 1,2$)	4,24 ($\pm 0,3$)	0,238 ($\pm 0,018$)	103,63 ($\pm 23,56$)	19,25 ($\pm 4,85$)	1,67 ($\pm 0,16$)	0,017 ($\pm 0,003$)	0,1 ($\pm 0,02$)	0,117 ($\pm 0,011$)	0,121 ($\pm 0,014$)
P ₅	7,42 ($\pm 0,36$)	1,70 ($\pm 0,10$)	12,66 ($\pm 1,06$)	4,37 ($\pm 0,27$)	0,23 ($\pm 0,015$)	121,80 ($\pm 19,39$)	20,31 ($\pm 3,45$)	1,74 ($\pm 0,19$)	0,014 ($\pm 0,001$)	0,09 ($\pm 0,01$)	0,108 ($\pm 0,004$)	0,121 ($\pm 0,014$)
P ₆	7,75 ($\pm 0,40$)	1,76 ($\pm 0,10$)	13,62 ($\pm 1,15$)	4,43 ($\pm 0,31$)	0,227 ($\pm 0,016$)	134,29 ($\pm 29,52$)	19,46 ($\pm 2,42$)	1,77 ($\pm 0,21$)	0,013 ($\pm 0,001$)	0,09 ($\pm 0,01$)	0,103 ($\pm 0,004$)	0,122 ($\pm 0,014$)
P ₇	8,00 ($\pm 0,44$)	1,86 ($\pm 0,12$)	14,87 ($\pm 1,35$)	4,33 ($\pm 0,32$)	0,233 ($\pm 0,018$)	134,10 ($\pm 14,11$)	18,75 ($\pm 1,26$)	1,80 ($\pm 0,15$)	0,014 ($\pm 0,002$)	0,1 ($\pm 0,01$)	0,106 ($\pm 0,006$)	0,127 ($\pm 0,013$)
P ₈	8,28 ($\pm 0,48$)	1,94 ($\pm 0,16$)	16,09 ($\pm 1,82$)	4,31 ($\pm 0,38$)	0,235 ($\pm 0,02$)	164,55 ($\pm 22,6$)	22,07 ($\pm 3,96$)	1,93 ($\pm 0,11$)	0,012 ($\pm 0,002$)	0,1 ($\pm 0,02$)	0,100 ($\pm 0,008$)	0,135 ($\pm 0,014$)
P ₉	8,36 ($\pm 0,63$)	1,95 ($\pm 0,18$)	16,36 ($\pm 2,22$)	4,32 ($\pm 0,39$)	0,234 ($\pm 0,022$)	192,69 ($\pm 34,00$)	25,68 ($\pm 6,20$)	2,03 ($\pm 0,19$)	0,011 ($\pm 0,001$)	0,09 (± 0)	0,092 ($\pm 0,004$)	0,139 ($\pm 0,015$)
P ₁₀	8,45 ($\pm 0,65$)	1,99 ($\pm 0,15$)	16,87 ($\pm 2,11$)	4,27 ($\pm 0,33$)	0,236 ($\pm 0,018$)	179,00 ($\pm 32,09$)	22,85 ($\pm 4,04$)	1,99 ($\pm 0,14$)	0,011 ($\pm 0,001$)	0,1 ($\pm 0,02$)	0,098 ($\pm 0,010$)	0,139 ($\pm 0,011$)
P ₁₁	8,52 ($\pm 0,70$)	1,98 ($\pm 0,13$)	16,9 ($\pm 2,17$)	4,32 ($\pm 0,31$)	0,233 ($\pm 0,017$)	156,64 ($\pm 41,29$)	20,41 ($\pm 2,26$)	1,88 ($\pm 0,22$)	0,012 ($\pm 0,002$)	0,1 ($\pm 0,01$)	0,099 ($\pm 0,007$)	0,131 ($\pm 0,017$)
P ₁₂	8,53 ($\pm 0,74$)	2,03 ($\pm 0,05$)	17,01 ($\pm 2,28$)	4,3 ($\pm 0,31$)	0,234 ($\pm 0,017$)	150,91 ($\pm 13,50$)	19,15 ($\pm 3,71$)	1,88 ($\pm 0,17$)	0,013 ($\pm 0,002$)	0,1 ($\pm 0,01$)	0,102 ($\pm 0,01$)	0,132 ($\pm 0,013$)
P ₁₃	8,42 ($\pm 0,72$)	2,02 ($\pm 0,15$)	17,04 ($\pm 2,34$)	4,2 ($\pm 0,33$)	0,24 ($\pm 0,019$)	172,21 ($\pm 37,76$)	21,09 ($\pm 1,99$)	2,03 ($\pm 0,26$)	0,012 ($\pm 0,003$)	0,1 ($\pm 0,01$)	0,098 ($\pm 0,011$)	0,142 ($\pm 0,013$)
P ₁₄	8,20 ($\pm 0,70$)	2,00 ($\pm 0,16$)	16,52 ($\pm 2,47$)	4,11 ($\pm 0,29$)	0,245 ($\pm 0,017$)	169,62 ($\pm 41,25$)	22,78 ($\pm 4,26$)	2,00 ($\pm 0,24$)	0,013 ($\pm 0,002$)	0,1 ($\pm 0,01$)	0,101 ($\pm 0,009$)	0,144 ($\pm 0,014$)

Sendo, P₁ a P₆ = parciais de 2,5 metros, P₇ a P₉ = parciais de 5 metros, P₁₀ a P₁₄ = parciais de 10 metros, v_m = velocidade média em $d_{parcial}$, CP = comprimento de passo em $d_{parcial}$, ID = índice de desempenho em $d_{parcial}$, FP = frequência de passo em $d_{parcial}$, t_p , t_c e t_v = períodos de tempo médio do passo, da fase de contato, e da fase de voo em $d_{parcial}$, respectivamente, F_{max} = força vertical máxima, K_{vert} e K_{perna} = Stiffness vertical e de perna, respectivamente

TABELA 6 - Média e desvio-padrão ($\pm$ DP) dos parâmetros biomecânicos (normalizados) do gênero feminino, analisados no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros

Parciais	CP_{norm}	ID_{norm}	t_{c_norm}	t_{v_norm}	F_{max_norm}	K_{vert_norm}	K_{perna_norm}
P ₁	1,11 ($\pm 0,03$)	4,31 ($\pm 0,38$)	65,64 ($\pm 1,42$)	34,36 ($\pm 1,42$)	2,41 ($\pm 0,05$)	77,75 ($\pm 17,61$)	65,32 ($\pm 20,02$)
P ₂	1,54 ($\pm 0,09$)	8,74 ($\pm 0,74$)	59,57 ($\pm 5,60$)	40,43 ($\pm 5,60$)	2,67 ($\pm 0,24$)	117,09 ($\pm 30,60$)	37,31 ($\pm 10,58$)
P ₃	1,78 ($\pm 0,08$)	11,50 ($\pm 0,82$)	54,63 ($\pm 4,53$)	45,37 ($\pm 4,53$)	2,90 ($\pm 0,24$)	145,48 ($\pm 31,38$)	33,80 ($\pm 8,71$)
P ₄	1,95 ($\pm 0,12$)	13,91 ($\pm 1,23$)	49,29 ($\pm 3,69$)	50,71 ($\pm 3,69$)	3,21 ($\pm 0,24$)	198,89 ($\pm 45,12$)	37,02 ($\pm 9,87$)
P ₅	1,97 ($\pm 0,08$)	14,60 ($\pm 1,03$)	47,50 ($\pm 3,14$)	52,50 ($\pm 3,14$)	3,29 ($\pm 0,18$)	243,15 ($\pm 12,75$)	40,98 ($\pm 3,99$)
P ₆	2,02 ($\pm 0,07$)	15,70 ($\pm 1,06$)	47,20 ($\pm 1,88$)	53,51 ($\pm 3,19$)	3,34 ($\pm 0,14$)	256,63 ($\pm 49,97$)	39,66 ($\pm 9,02$)
P ₇	2,14 ($\pm 0,09$)	17,13 ($\pm 1,24$)	45,94 ($\pm 0,77$)	54,06 ($\pm 0,77$)	3,43 ($\pm 0,06$)	257,16 ($\pm 27,09$)	36,88 ($\pm 4,43$)
P ₈	2,23 ($\pm 0,14$)	18,53 ($\pm 1,73$)	42,56 ($\pm 1,87$)	57,44 ($\pm 1,87$)	3,71 ($\pm 0,17$)	317,49 ($\pm 56,72$)	42,68 ($\pm 9,82$)
P ₉	2,25 ($\pm 0,18$)	18,85 ($\pm 2,37$)	40,50 ($\pm 2,32$)	59,50 ($\pm 2,32$)	3,90 ($\pm 0,22$)	369,69 ($\pm 64,50$)	49,38 ($\pm 12,80$)
P ₁₀	2,32 ($\pm 0,03$)	19,44 ($\pm 2,20$)	40,68 ($\pm 0,73$)	59,32 ($\pm 0,73$)	3,83 ($\pm 0,19$)	344,77 ($\pm 68,75$)	44,12 ($\pm 9,64$)
P ₁₁	2,32 ($\pm 0,05$)	19,48 ($\pm 2,33$)	42,64 ($\pm 1,96$)	57,36 ($\pm 1,96$)	3,62 ($\pm 0,35$)	300,90 ($\pm 79,26$)	39,36 ($\pm 4,34$)
P ₁₂	2,33 ($\pm 0,04$)	19,60 ($\pm 2,47$)	43,69 ($\pm 3,19$)	56,31 ($\pm 3,19$)	3,62 ($\pm 0,25$)	297,18 ($\pm 78,01$)	36,84 ($\pm 7,56$)
P ₁₃	2,32 ($\pm 0,14$)	19,64 ($\pm 2,55$)	40,81 ($\pm 3,22$)	59,19 ($\pm 3,22$)	3,89 ($\pm 0,34$)	327,60 ($\pm 66,51$)	40,81 ($\pm 4,06$)
P ₁₄	2,31 ($\pm 0,15$)	19,04 ($\pm 2,70$)	41,39 ($\pm 3,07$)	58,61 ($\pm 3,07$)	3,83 ($\pm 0,28$)	323,43 ($\pm 71,77$)	41,96 ($\pm 3,66$)

Sendo, P₁ a P₆ = parciais de 2,5 metros, P₇ a P₉ = parciais de 5 metros, P₁₀ a P₁₄ = parciais de 10 metros, CP_{norm} o comprimento médio de passo normalizado em $d_{parcial}$, ID_{norm} o índice de desempenho normalizado em $d_{parcial}$, t_{c_norm} = período de tempo de contato normalizado, t_{v_norm} = período de tempo de fase de voo normalizado, F_{max_norm} = média da força vertical máxima em $d_{parcial}$, K_{vert_norm} = stiffness vertical normalizado em $d_{parcial}$, K_{vert} = stiffness vertical, K_{perna_norm} = stiffness de perna normalizado em $d_{parcial}$.

Com apresentado anteriormente, a proposta do Estudo 1 foi caracterizar a dinâmica de modificação dos parâmetros biomecânicos atrelados ao *stiffness* e o desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade. Considerou-se como parâmetros biomecânicos atrelados ao *stiffness* os parâmetros K_{vert} , K_{perna} , F_{max} , Δy_c , ΔL , t_v e t_c , ao ponto que os atrelado ao desempenho na corrida foram v_m , FP , CP e ID .

Sendo assim, o modelo misto para medidas repetidas (*Repeated-measures designs- General Linear Model*) evidenciou que para os parâmetros K_{vert} e K_{perna} , foram encontradas diferenças com significância nos fatores parcial [F(4,84)=52,22, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,71$, poder=1,00 e F(3,54)=11,9, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,36$, poder=1,00, respectivamente] e gênero [F(1,21)=32,98, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,61$, poder=1,00 e F(1,21)=11,97, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,36$, poder=0,91, respectivamente], com tamanhos de efeito classificados como grande (FIGURA 19).

Considerando a interação entre os fatores parcial e gênero, para K_{vert} houve interação com significância [F(4,84)=4,04, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,16$, poder=0,9] ao ponto que para K_{perna} , as interações não apresentaram significância estatística [F(3,54)=1,21, $p = 0,31$, *partial* $\eta^2 = 0,05$, poder=0,68]. Ainda, o tamanho de efeito encontrado para K_{vert} foi grande enquanto que para K_{perna} tal valor foi classificado como pequeno (FIGURA 19).

Ao ser considerado o parâmetro F_{max} , foi evidenciada diferença com significância nos fatores parcial [F(5,103)=68,56, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,77$, poder=1,00] e gênero [F(1,21)=93,93, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,82$, poder=1,00], no entanto, ao ser considerada a interação entre os fatores parcial e gênero, a diferença não alcançou significância estatística [F(5,103)=2,17, $p = 0,06$, *partial* $\eta^2 = 0,09$, poder=0,69]. Para os fatores parcial e gênero, os tamanhos de efeito foram classificados como grandes, enquanto que para a interação com entre os fatores parcial e gênero o tamanho de efeito encontrado foi pequeno (FIGURA 19).

Sendo, #diferença entre os gêneros, a=diferenças em relação a parcial P₆, b=diferenças em relação a parcial P₁₄, c=diferenças em relação as todas as parciais, d=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₃, e=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₂, f=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₅ a P₈, g=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₁₂, h=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₉ a P₁₄, i=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₈ a P₁₄, j=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₅ e P₆, k=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₄ e P₇, l=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₁₁, m=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₅ a P₁₂, n=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₇ a P₁₄, o=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₈ a P₁₄, p=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₅ a P₁₃, q=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₈ a P₁₀ e P₁₃, r=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₄ a P₈, s=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₁₁ a P₁₂, t=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₅ a P₁₂, u=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₅ a P₁₄, v=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₁ a P₄, x=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₁ a P₅, z=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₁, aa=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₄ a P₁₄, ab=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₄, ac=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₂ a P₆, ad=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₂ a P₈, ae=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₁₁ a P₁₄, af=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₂ a P₁₄, ag=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₂ a P₇ e P₁₁ a P₁₄.

FIGURA 19 – Representação dos parâmetros F_{max} , K_{vert} e K_{perna} por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.

Sendo, * diferenças com significância estatística no gênero masculino, & diferenças com significância estatística no gênero feminino

FIGURA 20 – Variação percentual (%) dos parâmetros F_{max} (A), K_{vert} (B) e K_{perna} (C) obtidos no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (o valor percentual representa a variação de cada parcial em relação a parcial imediatamente anterior).

Ainda considerando os parâmetros atrelados ao *stiffness* (K_{vert} , K_{perna} , F_{max} , Δy_c , ΔL , t_v e t_c), no parâmetro Δy_c foi encontrado diferença com significância estatística [$F(2,42)=67,2$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,76$, poder=1,00] e tamanho de efeito grande para o fator parcial. No entanto, diferenças sem significância para o fator gênero [$F(1,21)=0,64$, $p=0,43$, *partial* $\eta^2=0,03$, poder=0,12] e interação entre os fatores parcial e gênero [$F(2,42)=0,24$, $p=0,79$, *partial* $\eta^2=0,01$, poder=0,09 e $F(1,21)=0,02$, $p=0,90$] foram encontradas, sempre com tamanho de efeito pequeno (FIGURA 21).

Em ΔL , as diferenças com significância estatística foram observadas tanto para o fator parcial [$F(5,99)=27,42$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,57$, poder=1,00] quanto para o fator gênero [$F(1,21)=7,9$, $p=0,43$, *partial* $\eta^2=0,27$, poder=0,76], sendo que em ambos, foi identificado tamanho de efeito grande. Considerando a interação entre os fatores parcial e gênero, as diferenças não alcançaram o nível de significância estatística considerado no estudo [$F(5,99)=1,89$, $p=0,11$, *partial* $\eta^2=0,08$, poder=0,59], e o tamanho de efeito foi classificado como médio.

Sendo, #diferença entre os gêneros, a=diferenças em relação as todas as parciais, b=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_2 e P_4 , c=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_1 , P_2 , P_3 e P_{14} , d=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_7 a P_{10} , e=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_9 a P_{10} , f=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_{10} a P_{13} (somente no gênero masculino), g=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_{10} a P_{13} , h=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_1 a P_7 , e P_{12} a P_{14}

FIGURA 21 – Representação dos parâmetros Δy_c e ΔL por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.

Sendo, # diferenças com significância estatística no gênero masculino, & diferenças com significância estatística no gênero feminino

FIGURA 22 – Variação percentual (%) dos parâmetros $\Delta\gamma_c$ (A) e ΔL (B) obtidos no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (o valor percentual representa a variação de cada parcial em relação a parcial imediatamente anterior).

Considerando os parâmetros t_c e t_v , as análises apresentaram diferenças com significância estatística para o fator parcial [$F(3,66)=82,93$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,8$, poder=1,00 e $F(5,114)=76,3$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,78$, poder=1,00, respectivamente]. Neste fator, o tamanho de efeito foi grande (FIGURA 23).

No fator gênero, as diferenças não apresentaram significância [$F(1,21)=1,28$, $p=0,27$, *partial* $\eta^2=0,06$, poder=0,19 e $F(1,21)=0,02$, $p=0,90$, *partial* $\eta^2=0,001$ poder=0,05, respectivamente] e o tamanho de efeito pequeno. Da mesma forma, a interação entre os fatores parcial e gênero não apresentaram significância estatística [$F(3,66)=0,57$, $p=0,64$, *partial* $\eta^2=0,03$, poder=0,17 e $F(5,114)=0,83$, $p=0,54$, *partial* $\eta^2=0,04$, poder=0,3, respectivamente], e o tamanho de efeito foi pequeno (FIGURA 23).

FIGURA 23 – Representação dos parâmetros t_p , t_c e t_v por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.

Sendo, # diferenças com significância estatística no gênero masculino, & diferenças com significância estatística no gênero feminino

FIGURA 24 – Variação percentual (%) dos parâmetros t_p (A), t_c (B) e t_v (C) obtidos no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (o valor percentual representa a variação de cada parcial em relação a parcial imediatamente anterior).

No que diz respeito aos parâmetros atrelados ao desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade (v_m , FP , CP , ID e t_p), para v_m foram sinalizadas diferenças com significância nos fatores parcial [$F(3,54) = 960,97$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,98$, $P=1,00$], gênero [$F(1,21) = 51,17$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,71$, $P=1,00$] e interação com significância entre os fatores parcial e gênero [$F(3,54) = 23,38$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,53$, $P = 1,00$] (FIGURA 25). Em todas as condições o tamanho de efeito foi classificado como grande.

Os parâmetros CP e ID apresentaram respostas parecidas, diferenças com significância para o fator parcial [$F(6,116) = 409,05$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,95$, $P=1,00$ e $F(3,61) = 572,22$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,97$, $P=1,00$, respectivamente] e gênero [$F(1,21) = 23,99$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,53$, $P=1,00$ e $F(1,21) = 52,84$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,72$, $P=1,00$, respectivamente], assim como interação com entre os fatores parcial e gênero [$F(6,116) = 6,05$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,22$, $P=1,00$ e $F(3,61) = 24,4$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,54$, $P=1,00$, respectivamente]. Em todas as condições o tamanho de efeito novamente foi classificado como grande (FIGURA 25).

A FP apresentou diferença com significância estatística para o fator parcial [$F(5,110) = 6,51$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,24$, $P=1,00$] com tamanho de efeito grande. No entanto, considerando o fator gênero [$F(5,110) = 0,7$, $p=0,63$, *partial* $\eta^2 = 0,03$, $P=0,25$] e interação entre os fatores parcial e gênero [$F(5,110) = 0,7$, $p=0,63$, *partial* $\eta^2 = 0,03$, $P=0,25$] nenhuma diferença com significância foi observada e os tamanhos de efeito foram pequenos (FIGURA 25).

No parâmetro t_p diferenças com significância estatística [$F(5,96)=6,86$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2=0,25$, poder=1,00] e tamanho de efeito grande foram encontrados no fator parcial, porém, com diferenças sem significância para o fator gênero [$F(1,21)=0,57$, $p=0,46$, *partial* $\eta^2=0,03$, poder=0,11] e interação entre os fatores parcial e gênero [$F(5,96)=0,84$, $p=0,51$, *partial* $\eta^2=0,04$, poder=0,28]. Para o fator gênero e interação entre os fatores parcial e gênero, os tamanhos de efeito foram classificados como pequenos (FIGURA 23).

Sendo, #diferença entre os gêneros, a=diferenças em relação as todas as parciais, b=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_{14} , c=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_8 a P_{14} , d=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_7 a P_{10} , e=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_{11} a P_{14} , f=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_{10} a P_{14} , g=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_{10} a P_{13} , h=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_{10} a P_{12} , i=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_9 e P_{10} , j=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_5 , k=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_6 , l=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_3 , m=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_4 , n=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_8 e P_9 , o=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_7 e P_{14} , p=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_5 e P_7 , q=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_9 , r=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_8 , P_{11} e P_{12} , s=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_{11} e P_{14} , t=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_9 e P_{14} , u=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_{10} e P_{13} , v=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_7 e P_{13} , x=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_8 , y=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_1 e P_2 , z=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_5 a P_7 , P_{10} e P_{11} . ab=diferenças em relação a parcial P_6 , ac=diferenças em relação a parcial P_{14} .

FIGURA 25 – Representação dos parâmetros v_m , ID , FP e CP por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.

Sendo, # diferenças com significância estatística no gênero masculino, & diferenças com significância estatística no gênero feminino

FIGURA 26 – Variação percentual (%) dos parâmetros v_m (A), ID (B), FP (C) e CP (D) obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (o valor percentual representa a variação de cada parcial em relação a parcial imediatamente anterior).

Os parâmetros foram ainda analisados quando normalizados, dado a possibilidade destes serem influenciados por medidas antropométricas (CAVANAGH & KRAM, 1989; SVEDENHAG & SJODIN, 1994; WILLIAMS & CAVANAGH, 1987; WILLIAMS, CAVANAGH & ZIFF, 1987).

Nesta condição, enquanto que em K_{vert} foram encontradas diferenças com significância nos fatores parcial [$F(4,84)=52,22$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,71$, poder=1,00] e gênero [$F(1,21)=32,98$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,61$, poder=1,00] e interações [$F(4,84)=4,04$, $p=0,05$, *partial* $\eta^2=0,05$, poder=0,68] (FIGURA 19 e FIGURA 27), quando normalizado (K_{perna_norm}), as diferenças com significância estatística ocorreram somente para o fator parcial [$F(4,84)=58,94$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,74$,

poder=1,00], mas não para o fator gênero [$F(1,21)=4,17$, $p=0,09$, *partial* $\eta^2=0,17$, poder=0,13] e interação entre os fatores [$F(4,87)=1,68$, $p=0,16$, *partial* $\eta^2=0,07$, poder=0,51]. Ainda, os tamanhos de efeito para o fator parcial e para a interação entre fatores continuaram classificados como grande e pequeno, respectivamente. Para o fator gênero, o tamanho de efeito foi classificado como pequeno (FIGURA 27)

Sendo, #=diferença entre os gêneros, c=diferenças em relação as todas as parciais, d=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₃, e=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₂, j=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₅ e P₆, k=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₄ e P₇, n=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₇ a P₁₄, o=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₈ a P₁₄, r=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₄ a P₈, s=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₁₁ a P₁₂, t=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₅ a P₁₂, u=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₅ a P₁₄.

FIGURA 27 – Representação dos parâmetros K_{vert} , K_{vert_norm} , K_{perna} e K_{perna_norm} por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.

De forma análoga, os resultados encontrado para K_{perna} apresentam diferenças com significância nos fatores parcial [$F(3,54)=11,90$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,36$, poder=1,00] e gênero [$F(1,21)=11,97$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,36$, poder=0,91]

porém não para as interações [$F(3,54)=1,21$, $p=0,31$, *partial* $\eta^2=0,05$, poder=0,28] (FIGURA 19 e FIGURA 27). Porém, quando normalizado (K_{perna_norm}), as diferenças ocorreram somente para o fator parcial [$F(3,60)=13,75$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,40$, poder=1,00], mas não para o fator gênero [$F(1,21)=0,77$, $p=0,39$, *partial* $\eta^2=0,04$, poder=0,13] e interação entre os fatores [$F(3,60)=0,64$, $p=0,59$, *partial* $\eta^2=0,03$, poder=0,17]. Os tamanhos de efeito foram classificados como grande, pequeno e pequeno, respectivamente (FIGURA 27).

Considerando o parâmetro F_{max} , enquanto foram encontradas diferenças com significância nos fatores parcial [$F(5,103)=68,56$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,77$, poder=1,00] e gênero [$F(1,21)=93,93$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,82$, poder=1,00], porém não na interação entre os fatores parcial e gênero [$F(5,103)=2,17$, $p=0,06$, *partial* $\eta^2=0,09$, poder=0,69] (FIGURA 19 e FIGURA 28), para F_{max_norm} as diferenças foram encontradas somente para o fator parcial [$F(5,107)=86,76$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,81$, poder=1,00], sendo que para o fator gênero e para a interação entre os fatores parcial e gênero, as diferenças não apresentaram significância estatística [$F(1,21)=2,44$, $p=0,13$, *partial* $\eta^2=0,10$, poder=0,32 e $F(5,107)=0,8$, $p=0,56$, *partial* $\eta^2=0,04$, poder=0,28, respectivamente] (FIGURA 28).

Ainda, para F_{max} os tamanhos de efeito foram grandes para os fatores parcial e gênero, e pequeno para a interação entre os fatores parcial e gênero; enquanto que em F_{max_norm} o tamanho de efeito para o fator parcial foi grande, para o gênero, médio e para a interação entre os fatores parcial e gênero pequeno.

Sendo, #diferença entre os gêneros, c=diferenças em relação as todas as parciais, d=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_3 , e=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_2 , j=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_5 e P_6 , k=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_4 e P_7 , n=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_7 a P_{14} , o=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_8 a P_{14} , r=diferenças em relação as

todas as parciais a exceção de P_4 a P_8 , s =diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_{11} a P_{12} , t =diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_5 a P_{12} , u =diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P_5 a P_{14} .

FIGURA 28 – Representação dos parâmetros F_{max} e F_{max_norm} por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.

Os parâmetros normalizados t_{c_norm} e t_{v_norm} apresentaram o mesmo comportamento observado em t_c e t_v . Em ambos parâmetros (t_{c_norm} e t_{v_norm}) foram encontradas as mesmas diferenças com significância estatística [$F(4,86)=115,16$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,85$, poder=1,00 e $F(4,88)=113,85$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,84$, poder=1,00, respectivamente] e grande tamanho de efeito para o fator parcial, porém, com diferenças sem significância estatística para o fator gênero [$F(1,21)=1,68$, $p=0,21$, *partial* $\eta^2=0,07$, poder=0,24 e $F(1,21)=1,45$, $p=0,24$, *partial* $\eta^2=0,07$, poder=0,21, respectivamente] e interação entre os fatores parcial e gênero [$F(4,86)=0,65$, $p=0,63$, *partial* $\eta^2=0,03$, poder=0,21 e $F(4,88)=0,66$, $p=0,63$, *partial* $\eta^2=0,03$, poder=0,21, respectivamente]. Para o fator gênero e interação entre os fatores, o tamanho de efeito foi classificado como pequeno (FIGURA 29).

Sendo, #=diferença entre os gêneros, a=diferenças em relação a parcial P6, b=diferenças em relação a parcial P14, c=diferenças em relação as todas as parciais, d=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P3, e=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P2, f=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P5 a P8, g=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P12, h=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P9 a P14, i=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P8 a P14, j=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P5 e P6, k=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P4 e P7, l=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P11, m=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P5 a P12, n=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P7 a P14, o=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P8 a P14, p=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P5 a P13, q=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P8 a P10 e P13.

FIGURA 29 – Representação dos parâmetros t_c , t_{c_norm} , t_v e t_{v_norm} por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.

Para os parâmetros atrelados ao desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade (v_m , FP , CP , ID e t_p), apenas CP e ID foram normalizados (CP_{norm} e ID_{norm} , respectivamente).

Considerando CP_{norm} , diferentes respostas foram encontradas frente ao reportado para CP pois, embora diferenças com significância [$F(6,117)=435,63$, $p<0,05$, $partial \eta^2=0,95$, poder=1,00] e grandes tamanhos de efeito tenham sido sinalizadas para o fator parcial, para fator gênero e para a interação entre os fatores

parcial e gênero, as diferenças não apresentaram significância [$F(1,21)=1,18$, $p=0,29$, *partial* $\eta^2=0,09$, poder=0,18 e $F(6,117)=2,4$, $p=0,15$, *partial* $\eta^2=0,1$, poder=0,78, respectivamente] e os tamanhos de efeito foram médios (FIGURA 30).

Neste cenário, e como esperado, a análise do parâmetro ID_{norm} apresentou o mesmo comportamento observado em ID , tanto nas diferenças, quanto nas interações e tamanho de efeito. Portanto, diferenças com significância nos fatores parcial [$F(3,72)=620,46$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,97$, poder=1,00], gênero [$F(1,21)=28,99$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,58$, poder=1,00] e interação entre os fatores parcial e gênero [$F(3,72)=15,95$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,43$, poder=1,00]. Em todas as análises os tamanhos de efeito foram classificados como grandes. Única distinção observada entre os parâmetros ID e ID_{norm} , foi o fato de que em ID_{norm} as interações ocorreram somente a partir da parcial P_5 .

Diante destes achados, pode-se refutar a hipótese de que a dinâmica dos parâmetros de corrida é condizente com a apresentada pelos parâmetros atrelados ao *stiffness*, a exceção de F_{max} . Ainda, refutam a hipótese de existir diferenças entre os gêneros nas dinâmicas de modificação parâmetros atrelados ao desempenho no *sprint* e ao *stiffness*, uma vez que quando normalizados, as diferenças entre os gêneros se tornaram esporádicas. Uma vez que as análises com os parâmetros normalizados (CP_{norm} , ID_{norm} , t_{c_norm} , t_{v_norm2} , F_{max_norm} , K_{vert} e K_{perna}) representaram os mesmos resultados encontrados nos parâmetros em sua forma absoluta no que diz respeito ao fator parcial, optou-se por considerar somente os parâmetros em sua forma absoluta na investigação de possíveis extratores discriminantes de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade, (Estudo 1) e na investigação da relação entre os parâmetros extratores discriminantes de desempenho na corrida e os parâmetros relacionados aos saltos (Estudo 2).

Sendo, #diferença entre os gêneros, a=diferenças em relação as todas as parciais, b=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₁₄, c=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₈ a P₁₄, f=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₁₀ a P₁₄, j=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₅, k=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₆, l=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₃, m=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₄, o=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₇ e P₁₄, p=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₅ e P₇, q=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₉, r=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₈, P₁₁ e P₁₂, s=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₁₁ e P₁₄, t=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₉ e P₁₄, u=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₁₀ e P₁₃, v=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₇ e P₁₃, x=diferenças em relação as todas as parciais a exceção de P₈.

FIGURA 30 – Representação dos parâmetros ID , ID_{norm} , CP e CP_{norm} por gênero e parcial, obtidas no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.

FIGURA 31 – Variação percentual (%) dos parâmetros FP (A), CP (B), t_c (C) e t_v (D), ID (E), F_{max} (F), K_{vert} (G) e K_{perna} (H) obtidos no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros (o valor percentual representa a variação entre os gênero, para cada parcial).

Posto isto, buscou-se igualmente investigar a existência de possíveis diferenças entre os gêneros quanto a contribuição das fases da corrida. Com isto em mente, na FIGURA 32 são apresentados os resultados da análise multivariada de agrupamentos (*Cluster analysis*). São apresentados os dendrogramas gerados a partir do parâmetro v_m , de cada gênero, e de acordo com a solução dos agrupamentos para o nível de corte de similaridade de 10%.

Para o gênero masculino, as parciais compreendidas entre P₁ e P₁₀, e a parcial P₁₄, apresentaram dissimilaridade [similaridade acima do nível de corte adotado (10%)] entre si, logo, não sendo formado agrupamentos dentro do nível de corte adotado. Por outro lado, as parciais P₁₂ e P₁₃ apresentaram similaridade abaixo do nível de corte adotado, e originaram um agrupamento (Cluster₁). Ainda, a parcial P₁₁ apresentou similaridade abaixo do nível de corte adotado, porém com dissimilaridade frente as parciais P₁₂ e P₁₃, portanto, originando um novo agrupamento (Cluster₂ = Cluster₁ + P₁₁).

Com estes achados, pode-se resumidamente dizer que, ao nível de corte adotado, 78,57% das parciais apresentaram dissimilaridade (entre parciais P₁ e P₁₀, e a parcial P₁₄), e que as parciais P₁₁, P₁₂ e P₁₃ formaram um único agrupamento (Cluster₂). Considerando que as parciais entre parciais P₁ e P₁₀ apresentaram dissimilaridade, portanto, elevada taxa de mudança de velocidade, esta foi denominada como fase de grande aceleração (GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF, 1999) ou fase de aceleração, conforme reportado em outros estudos (DELECLUSE et al., 1995; MACKALA, 2007; POULOS, KUITUNEN & BUCHHEIT, 2010; SEAGRAVE, 1996).

Por outro lado, como as parciais P₁₁, P₁₂ e P₁₃ formaram um único agrupamento (Cluster₂), pode-se assumir similaridade das v_m nestes trechos, logo, esta foi denominada como fase de menor aceleração (GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF, 1999). Tal denominação foi adotada tendo por base a literatura voltada para o ambiente prático (*New Studies in Athletics*, periódico oficial da *International Association of Athletics Federations*), assim como nas diferentes nomenclaturas atribuída a esta fase (DELECLUSE et al., 1995; MACKALA, 2007; SEAGRAVE, 1996).

Por último, tendo a parcial P₁₄ apresentado dissimilaridade em relação ao Cluster₂ (fase de manutenção de máxima velocidade) assumiu-se esta como sendo a fase de desaceleração (GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF, 1999) (a

classificação desta fase seguiu mesmo critério utilizado para a classificação da fase de menor aceleração.

Para o gênero feminino, as parciais compreendidas entre P_1 e P_8 , e a parcial P_{14} , apresentaram dissimilaridade, não sendo, portanto, formado agrupamentos com estas parciais. No entanto, alguns agrupamentos foram formados com as parciais compreendidas entre P_9 e P_{13} . Inicialmente, as parciais P_{10} e P_{13} apresentaram similaridade (abaixo do nível de corte adotado) e foram agrupadas (Cluster_1). A parcial P_{11} apresentou igualmente similaridade abaixo do nível de corte adotado, mas com dissimilaridade em relação as parciais contidas no Cluster_1 . Sendo assim, um novo agrupamento foi formado ($\text{Cluster}_2 = \text{Cluster}_1 + P_{11}$). De forma análoga, a parcial P_9 apresentou similaridade abaixo do nível de corte adotado, mas dissimilaridade frente as parciais contidas no segundo agrupamento (Cluster_2) formando o agrupamento denominado Cluster_3 ($\text{Cluster}_3 = \text{Cluster}_2 + P_9$), enquanto que a parcial P_{12} apresentou similaridade abaixo do nível de corte adotado e dissimilaridade frente as parciais contidas no terceiro agrupamento (Cluster_3) originando o agrupamento denominado de $\text{Cluster}_4 = \text{Cluster}_3 + P_{12}$. Com isto, para o gênero feminino, ao nível de corte adotado, 64,29% das parciais apresentaram dissimilaridade (entre parciais P_1 e P_8 , e a parcial P_{14}), e que as parciais denominadas P_{10} , P_{11} , P_{12} e P_{13} formaram um único agrupamento (Cluster_4).

A exemplo do ocorrido para o gênero masculino, foi considerando no gênero feminino que, as parciais entre parciais P_1 e P_8 apresentaram dissimilaridade, portanto, esta foi denominada como fase de grande aceleração (GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF, 1999) ou fase de aceleração (DELECLUSE et al., 1995; MACKALA, 2007; POULOS, KUITUNEN & BUCHHEIT, 2010); como as parciais denominadas P_{10} , P_{11} , P_{12} e P_{13} formaram um único agrupamento (Cluster_4), assumiu-se similaridade das v_m nos trechos citados e este agrupamento foi denominado como fase de menor aceleração (GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF, 1999); tendo a parcial P_{14} apresentado dissimilaridade em relação ao Cluster_4 , fase de manutenção de máxima velocidade, este trecho foi considerado com fase de desaceleração (GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF, 1999).

Sendo, P_1 a P_6 = parciais de 2,5 metros, P_7 a P_9 = marcações de 5 metros e P_{10} a P_{14} = marcações de 10 metros

FIGURA 32 – Dendrograma (representação matemática e ilustrativo da similaridade das parciais do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros), por gênero.

Na TABELA 7 são apresentados os valores descritivos (média e desvio-padrão) dos tempos de cada fase identificada no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros.

TABELA 7 - Média e desvio-padrão ($\pm$ DP) dos tempos de cada fase (T_{fase}) identificada no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros

Fase de corrida (s)	Masculino	Feminino
$T_{fase} 1$	6,86 ($\pm$ 0,08)*	5,40 ($\pm$ 0,12)
$T_{fase} 2$	2,98 ($\pm$ 0,05)*	5,13 ($\pm$ 0,20)
$T_{fase} 3$	1,01 ($\pm$ 0,02)	1,11 ($\pm$ 0,04)

Sendo, $T_{fase} 1$ = intervalo de tempo necessário para cumprir as parciais da fase de maior aceleração, $T_{fase} 2$ = intervalo de tempo necessário para cumprir as parciais da fase de menor aceleração e $T_{fase} 3$ = intervalo de tempo necessário para cumprir as parciais da fase de desaceleração

* diferenças com significância estatística ($p < 0,05$) entre os gêneros

Na TABELA 8 e FIGURA 33 são apresentados os resultados da análise fatorial exploratória, com extração dos fatores realizadas pelo método de análise dos componentes principais, de $T_{fase} 1$, $T_{fase} 2$ e $T_{fase} 3$. Foram considerados os resultados de percentual de variância explicada por cada componente ($T_{fase} 1$, $T_{fase} 2$ e $T_{fase} 3$), assim como o percentual de variância explicada acumulada dos componentes.

TABELA 8 - Percentual de variância explicada por cada componente ($T_{fase} 1$, $T_{fase} 2$ e $T_{fase} 3$) e percentual de variância explicada acumulada

Componente	Gênero masculino		Gênero feminino	
	% de variância por componente	% de variância acumulado	% de variância por componente	% de variância acumulado
$T_{fase} 1$	78,38	78,38	97,02	97,02
$T_{fase} 2$	18,52	96,90	2,28	99,31
$T_{fase} 3$	3,10	100,00	0,69	100,00

Sendo, $T_{fase} 1$ = intervalo de tempo necessário para cumprir as parciais da fase de maior aceleração, $T_{fase} 2$ = intervalo de tempo necessário para cumprir as parciais da fase de menor aceleração e $T_{fase} 3$ = intervalo de tempo necessário para cumprir as parciais da fase de desaceleração.

Considerando as diferentes composições de $T_{fase} 1$, $T_{fase} 2$ e $T_{fase} 3$, testou-se inicialmente a possibilidade da existência de diferenças destas entre os gêneros, fenômeno confirmado nas $T_{fase} 1$ e $T_{fase} 2$ (TABELA 9).

Sendo, $T_{fase\ 1}$ = intervalo de tempo necessário para cumprir as parciais da fase de maior aceleração, $T_{fase\ 2}$ = intervalo de tempo necessário para cumprir as parciais da fase de menor aceleração e $T_{fase\ 3}$ = intervalo de tempo necessário para cumprir as parciais da fase de desaceleração.

FIGURA 33 – Representação ilustrativa do percentual de variância explicada por componente ($T_{fase\ 1}$, $T_{fase\ 2}$ e $T_{fase\ 3}$) e o percentual de variância explicada acumulada dos componentes.

A ACP mostrou ainda que, independentemente do gênero considerado, o componente $T_{fase\ 1}$ apresentou maior percentual de variância explicada (78,38% para o gênero masculino e 97,02% para o gênero feminino). Da mesma forma, o componente $T_{fase\ 2}$ foi o segundo componente com maior percentual de variância explicada (18,52% para o gênero masculino e 2,28% para o gênero feminino), seguido das contribuições por menores do componente $T_{fase\ 3}$ (3,10% para o gênero masculino e 0,69% para o gênero feminino) (TABELA 9).

Apesar de não ter sido encontrada diferenças entre os gêneros, quando considerado os componentes que apresentavam maior percentual de variância explicada, distinções merecem ser destacadas no que diz respeito a magnitude de contribuição de cada um destes componentes para o desempenho no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros. Neste cenário, enquanto que o componente $T_{fase\ 1}$ apresentou percentual de variância explicada de 78,38% para o gênero masculino, no gênero feminino, este valor percentual foi de 97,02%. Para o componente $T_{fase\ 2}$, o percentual de variância explicada no gênero masculino foi de 18,52%, enquanto que no gênero feminino este foi de 2,28%. Seguindo mesma resposta, o componente $T_{fase\ 3}$ apresentou percentual de variância explicada no gênero masculino de 3,10% e no gênero feminino de 0,69% (TABELA 9).

Considerando ainda as possíveis distinções entre os gêneros, o teste *t*-Students sinalizou existir diferença com significância para v_{pico} ($p < 0,05$), mas não para tv_{pico} ($p = 0,75$) (TABELA 12). O tamanho de efeito para v_{pico} foi classificado como muito grande ($g = -2,92$) enquanto que para tv_{pico} foi classificado como trivial ($g = 0,158$).

TABELA 9 - Valores descritivos [frequência absoluta (*f*), frequência relativa percentual (%), média e desvio padrão ($\pm$ DP)] de v_{pico} e tv_{pico} , classificado por gênero

Parcial de vel_{pico}	Gênero masculino						Gênero feminino					
	v_{pico}			tv_{pico}			v_{pico}			tv_{pico}		
	<i>f</i>	%	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	<i>f</i>	%	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP
P ₈	-	-	-	-	-	-	1	9,09	7,59	-	4,03	-
P ₉	-	-	-	-	-	-	1	9,09	7,89	-	4,56	-
P ₁₀	1	8,33	9,84	-	4,79	-	-	-	-	-	-	-
P ₁₁	4	33,33	10,29	$\pm 0,22$	5,83	$\pm 0,11$	3	27,27	8,21	$\pm 0,28$	6,80	$\pm 0,20$
P ₁₂	4	33,33	10,13	$\pm 0,53$	6,97	$\pm 0,21$	6	54,55	9,14	$\pm 0,55$	7,47	$\pm 0,34$
P ₁₃	3	25,00	10,38	$\pm 0,15$	7,72	$\pm 0,12$	-	-	-	-	-	-
TOTAL	12	100					11	100				
Média ($\pm$ DP)			10,22	$\pm 0,34$	6,60	$\pm 0,28$			8,58*	$\pm 0,69$	6,75	$\pm 1,29$

Sendo, v_{pico} = velocidade pico alcançada no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros,

tv_{pico} = intervalo de tempo necessário para o alcance da v_{pico} e Dv_{pico} = distância necessária para obtenção da velocidade pico

*diferenças entre os gêneros.

Considerando o parâmetro Dv_{pico} nos gêneros masculino ($57,50 \pm 9,65$ metros) e feminino ($51,36 \pm 12,67$ metros), o teste *t*-Students sinalizou não existir diferença com significância entre os gêneros ($p < 0,20$), com tamanho de efeito pequeno [$(g = 0,529)$, próximo a margem limítrofe desta classificação para efeito moderado].

Considerando então que as análises até aqui realizadas evidenciam, por além das diferenças para o fator parcial, distinções de comportamento entre os gêneros, tendo por finalidade proporcionar um melhor entendimento da contribuição destes parâmetros para o desempenho, foi realizada a plotagem da modulação dos parâmetros biomecânicos pela modulação da velocidade, assim como calculado os coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) e de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$) entre cada parâmetro e a velocidade (FIGURA 34 a FIGURA 36).

Sendo, r , R^2 e $R^2_{ajustado}$ = coeficientes de correlação de Pearson, de determinação e de determinação ajustado, respectivamente e p = nível de significância adotado.

FIGURA 34 – Comportamento e relação dos parâmetros CP , FP , t_p em relação a v_m , de acordo com gênero.

Sendo, r , R^2 e $R^2_{ajustado}$ = coeficientes de correlação de Pearson, de determinação e de determinação ajustado, respectivamente e p = nível de significância adotado.

FIGURA 35 – Comportamento e relação dos parâmetros K_{vert} , K_{perna} e F_{max} , em relação a v_m , de acordo com gênero.

Sendo, r , R^2 e $R^2_{ajustado}$ = coeficientes de correlação de Pearson, de determinação e de determinação ajustado, respectivamente e p = nível de significância adotado.

FIGURA 36 – Comportamento e relação dos parâmetros CP , FP , t_{passo} , t_c , t_v , F_{max} , K_{vert} e K_{perna} em relação a v_m , de acordo com gênero.

A relações entre CP , t_c , t_v e F_{max} com a v_m , em ambos os gêneros, apresentam valores de coeficientes de correlação com significância estatística ($p < 0,05$), próximas a perfeita ($0,9 < r < 1$) e com elevados valores dos coeficientes de determinação ($R^2 > 0,90$) e de determinação ajustado ($R^2_{ajustado} > 0,90$). Semelhante resposta foi encontrada para K_{vert} porem com valores dos coeficientes de determinação ($R^2 > 0,86$) e de determinação ajustado ($R^2_{ajustado} > 0,85$) um pouco menores (FIGURA 34, FIGURA 35 e FIGURA 36).

Em contrapartida, os parâmetros FP , t_p e K_{perna} apresentaram oposto comportamento entre os gêneros, sendo que, no gênero masculino, apresentaram significância estatística e valores de coeficientes de correlação classificadas como grande (K_{perna} com $r = -0,59$, $R^2 = 0,34$ e $R^2_{ajustado} = 0,27$) e muito grande (FP com $r = 0,73$, $R^2 = 0,53$, e $R^2_{ajustado} = 0,48$; t_p com $r = -0,77$, $R^2 = 0,59$, e $R^2_{ajustado} = 0,55$) (FIGURA 31), portanto, capacidade moderada de explicação da variável v_m (FIGURA

34 e FIGURA 35). Já para o gênero feminino, os coeficientes de correlação não apresentaram significância estatística, e foram classificados como moderados e apresentaram baixos coeficientes de determinação (K_{perna} com $r=-0,48$, $R^2=0,23$ e $R^2_{ajustado}=0,15$; FP com $r=0,42$, $R^2=0,13$ e $R^2_{ajustado}=0,10$; t_p com $r=-0,43$, $R^2=0,19$ e $R^2_{ajustado}=0,11$), portanto, baixa capacidade de explicação da variável v_m (FIGURA 34 e FIGURA 35).

Estes achados corroboram com a hipótese de existência de alguma distinção entre os gêneros para a contribuição dos parâmetros biomecânicos para o desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade.

Com isto, buscou-se elencar os parâmetros extratores de desempenho em ambos os gêneros. Para tanto foi utilizado a análise *Receiver Operating Characteristics (ROC)*, que tem os resultados apresentados nas TABELA 10 e TABELA 12 para o gênero masculino e nas TABELA 11 e TABELA 13 para o gênero feminino.

A análise de Características de Operação do Receptor [*Receiver Operating Characteristics curve (ROC)*] evidenciou para o gênero masculino, que os parâmetros CP (nas parciais P_{13} e P_{14}), F_{max} (nas parciais P_2 , P_3 , P_7 e P_{13}), K_{vert} (na parcial P_3) e o t_v (nas parciais P_8 , P_9 e P_{11}) apresentaram significância assintótica e AAC com valores entre de 0,81 a 0,86 (TABELA 11)

Os valores de índice de “eficiência” (Ef_{ROC}) (CASTANHO, YAMAKAMI & BARROS, 2004; METZ, 1978) para estes parâmetros foram, respectivamente: $\leq 2,33$, $\leq 2,31$, $\leq 1,83$, $\leq 1,86$, $\leq 2,43$, $\leq 2,57$, $\leq 100,85$, $> 0,127$, $> 0,133$, $> 0,137$.

TABELA 10 – Resultado da análise ROC para os parâmetros atrelados a corrida, no gênero masculino

		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
CP	AAC	0,56	0,64	0,61	0,53	0,65	0,67	0,64	0,61	0,69	0,81	0,69	0,67	0,83	0,83
	Sig Ass	0,77	0,46	0,54	0,89	0,42	0,43	0,47	0,57	0,28	0,07	0,32	0,43	0,05*	0,05*
	Ef _{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤2,33	≤2,31
FP	AAC	0,67	0,56	0,63	0,65	0,56	0,50	0,53	0,50	0,53	0,58	0,56	0,58	0,56	0,69
	Sig Ass	0,36	0,79	0,49	0,40	0,77	1,00	0,88	1,00	0,89	0,65	0,77	0,68	0,77	0,32
	Ef _{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
t _p	AAC	0,67	0,56	0,63	0,65	0,56	0,51	0,53	0,51	0,51	0,58	0,56	0,58	0,56	0,69
	Sig Ass	0,36	0,79	0,49	0,40	0,77	0,94	0,88	0,94	0,94	0,65	0,77	0,68	0,77	0,32
	Ef _{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sendo, AAC = área abaixo da curva, Sig Ass = significância assintótica e Ef_{ROC} = índice de “eficiência” encontrado na análise ROC (Receiver Operating Characteristics)

TABELA 11 – Resultado da análise ROC dos parâmetros atrelados a corrida, para o gênero feminino

		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
CP	AAC	0,55	0,55	0,55	0,58	0,57	0,52	0,52	0,62	0,75	0,75	0,68	0,58	0,82	0,72
	Sig Ass	0,80	0,80	0,80	0,69	0,74	0,94	0,94	0,54	0,15	0,12	0,31	0,66	0,02*	0,21
	Ef _{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤2,06	-
FP	AAC	0,62	0,82	0,75	0,85	0,78	0,78	0,82	0,68	0,63	0,72	0,75	0,82	0,58	0,75
	Sig Ass	0,55	0,06	0,16	0,01*	0,10	0,10	0,03*	0,32	0,48	0,20	0,15	0,03*	0,67	0,15
	Ef _{ROC}	-	-	-	≤4,22	-	-	≤4,07	-	-	-	-	≤4,06	-	-
t _p	AAC	0,65	0,82	0,77	0,85	0,78	0,78	0,82	0,68	0,65	0,68	0,75	0,80	0,60	0,75
	Sig Ass	0,44	0,05*	0,11	0,01*	0,10	0,10	0,03*	0,32	0,42	0,29	0,15	0,04*	0,61	0,15
	Ef _{ROC}	-	>0,236	-	>0,236	-	-	>0,237	-	-	-	-	>0,233	-	-

Sendo, AAC = área abaixo da curva, Sig Ass = significância assintótica e Ef_{ROC} = índice de “eficiência” encontrado na análise ROC (Receiver Operating Characteristics)

TABELA 12 – Resultado da análise ROC para os parâmetros atrelados os *stiffness*, no gênero masculino

		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
K_{vert}	AAC	0,58	0,72	0,83	0,53	0,53	0,58	0,72	0,61	0,61	0,58	0,69	0,61	0,58	0,58
	Sig Ass	0,68	0,20	0,02*	0,88	0,88	0,66	0,23	0,56	0,55	0,68	0,32	0,58	0,66	0,68
	Ef_{ROC}	-	-	≤100,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K_{perna}	AAC	0,58	0,69	0,72	0,53	0,64	0,56	0,69	0,67	0,67	0,64	0,72	0,67	0,50	0,53
	Sig Ass	0,68	0,27	0,23	0,88	0,47	0,77	0,32	0,43	0,36	0,47	0,23	0,43	1,00	0,90
	Ef_{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F_{max}	AAC	0,69	0,83	0,81	0,56	0,61	0,67	0,86	0,61	0,67	0,53	0,67	0,50	0,81	0,75
	Sig Ass	0,28	0,01*	0,02*	0,78	0,54	0,36	0,01*	0,56	0,36	0,89	0,43	1,00	0,02*	0,14
	Ef_{ROC}	-	≤1,83	≤1,86	-	-	-	≤2,43	-	-	-	-	-	≤2,57	-
Δy_c	AAC	0,54	0,69	0,72	0,69	0,64	0,64	0,61	0,69	0,75	0,61	0,81	0,72	0,61	0,75
	Sig Ass	0,84	0,27	0,23	0,26	0,47	0,43	0,58	0,28	0,11	0,58	0,07	0,23	0,57	0,14
	Ef_{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΔL	AAC	0,53	0,67	0,69	0,56	0,56	0,57	0,69	0,64	0,68	0,61	0,78	0,60	0,56	0,53
	Sig Ass	0,89	0,36	0,27	0,78	0,77	0,71	0,28	0,44	0,28	0,58	0,10	0,61	0,79	0,89
	Ef_{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
t_v	AAC	0,64	0,69	0,51	0,67	0,65	0,57	0,58	0,81	0,82	0,72	0,83	0,63	0,56	0,67
	Sig Ass	0,46	0,26	0,94	0,36	0,41	0,71	0,65	0,04*	0,05*	0,19	0,01*	0,49	0,79	0,43
	Ef_{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	>0,127	>0,133	-	>0,137	-	-	-
t_c	AAC	0,53	0,67	0,69	0,56	0,56	0,57	0,69	0,67	0,69	0,61	0,78	0,67	0,56	0,56
	Sig Ass	0,89	0,36	0,27	0,78	0,77	0,71	0,28	0,34	0,23	0,58	0,10	0,39	0,79	0,78
	Ef_{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sendo, AAC = área abaixo da curva , Sig Ass = significância assintótica e Ef_{ROC} = índice de “eficiência” encontrado na análise ROC (Receiver Operating Characteristics)

TABELA 13 – Resultado da análise ROC para os parâmetros atrelados os *stiffness*, no gênero feminino

		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
K_{vert}	AAC	0,55	0,68	0,62	0,55	0,62	0,58	0,65	0,65	0,52	0,75	0,78	0,82	0,72	0,82
	Sig Ass	0,80	0,32	0,57	0,81	0,53	0,69	0,44	0,46	0,93	0,12	0,09	0,03*	0,28	0,03
	Ef_{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤147,57	-	-
K_{perna}	AAC	0,72	0,72	0,82	0,65	0,52	0,52	0,75	0,65	0,78	0,78	0,75	0,72	0,62	0,55
	Sig Ass	0,23	0,20	0,03*	0,43	0,94	0,93	0,12	0,44	0,06	0,15	0,14	0,23	0,55	0,81
	Ef_{ROC}	-	-	>14,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F_{max}	AAC	0,52	0,65	0,68	0,72	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,68	0,52	0,52	0,62	0,62
	Sig Ass	0,93	0,41	0,29	0,23	0,94	0,93	0,94	0,93	0,94	0,35	0,94	0,94	0,55	0,57
	Ef_{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Δy_c	AAC	0,58	0,65	0,78	0,65	0,68	0,68	0,82	0,65	0,75	0,72	0,85	0,78	0,72	0,58
	Sig Ass	0,67	0,42	0,10	0,47	0,32	0,35	0,06	0,44	0,12	0,27	0,00	0,06	0,23	0,68
	Ef_{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0,100	-	-	-
ΔL	AAC	0,55	0,52	0,55	0,60	0,75	0,52	0,75	0,65	0,73	0,58	0,82	0,68	0,72	0,82
	Sig Ass	0,80	0,93	0,80	0,62	0,14	0,93	0,12	0,45	0,15	0,66	0,03	0,31	0,20	0,02
	Ef_{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,013	>0,013	>0,010	>0,012
t_v	AAC	0,60	0,87	0,78	0,82	0,75	0,75	0,85	0,67	0,65	0,60	0,75	0,77	0,52	0,52
	Sig Ass	0,60	0,00*	0,05*	0,05*	0,12	0,13	0,01*	0,36	0,43	0,59	0,12	0,10	0,94	0,94
	Ef_{ROC}	-	>0,093	>0,091	>0,119	-	-	>0,127	-	-	-	-	-	-	-
t_c	AAC	0,55	0,52	0,52	0,60	0,72	0,53	0,75	0,65	0,73	0,65	0,82	0,65	0,72	0,85
	Sig Ass	0,80	0,93	0,93	0,62	0,22	0,86	0,13	0,45	0,15	0,43	0,03*	0,42	0,20	0,00*
	Ef_{ROC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,102	-	-	>0,097

Sendo, AAC = área abaixo da curva, Sig Ass = significância assintótica e Ef_{ROC} = índice de “eficiência” encontrado na análise ROC (Receiver Operating Characteristics)

O $Z_{desempenho}$ médio para o gênero masculino, calculado a partir dos extratores citados acima, foi de -1,85. Este apresentou significância assintótica e AAC de 0,917.

Para o gênero feminino, os parâmetros que apresentaram tal acurácia diagnóstica de desempenho foram o CP (na parcial P_{13}), FP (nas parciais P_4 , P_7 e P_{12}), K_{perna} (na parcial P_3), K_{vert} (na parcial P_{12}), ΔL (nas parciais P_{11} , P_{12} , P_{13} e P_{14}), Δy_c (na parcial P_{11}), t_v (nas parciais P_2 , P_3 , P_4 e P_7), t_c (na parcial P_{11}) e t_p (nas parciais P_2 , P_4 , P_7 e P_{12}) pois apresentaram significância assintótica e AAC com valores variando de 0,80 a 0,88 (TABELA 12).

O valor médio do $Z_{desempenho}$ foi -1,09, com significância assintótica e AAC de 1. Os valores de Ef_{ROC} foram (respectivamente): $\leq 2,06$, $\leq 4,22$, $> 0,013$, $> 0,013$, $> 0,010$, $> 0,012$, $\leq 0,100$, $\leq 4,07$, $\leq 4,06$, $> 14,05$, $\leq 147,57$, $> 0,093$, $> 0,091$, $> 0,119$, $> 0,127$, $> 0,102$, $> 0,097$, $> 0,236$, $> 0,236$, $> 0,237$ e $> 0,233$.

O $Z_{desempenho}$ médio para o gênero masculino, calculado a partir dos extratores citados acima, foi de $\leq -7,4$, com significância assintótica e AAC de 1.

7.2 Estudo 2 - Relação entre desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade e os testes de salto

7.2.1 Construto dos testes de salto

Na TABELA 12 são apresentados os valores descritivos de média e desvio-padrão ($\pm$) dos parâmetros biomecânicos analisados nos testes de salto, de acordo com o salto e gênero; enquanto que na TABELA 13 são apresentadas as matrizes de fatores gerados na fase excêntrica e concêntrica, e os parâmetros de cada componente.

No gênero masculino, a análise dos componentes principais (ACP) revelou distinções na fase excêntrica entre as estratégias que envolveram pliometria (SHP e SVP) em relação as outras estratégias (SH e SV). No entanto, revelou ainda, que no SH e o SV apresentaram similar característica. O componente 1 respondeu por 69% e 65% de variação total explicada, respectivamente, e foi composto pelos parâmetros t_{exc} e TPF_{fre} . O mesmo acontecendo para o componente 2, que em ambos os casos respondeu por 29% da variância total explicada, sendo composto pelos parâmetros PF_{fre} e TDF_{fre} .

TABELA 14 – Média e desvio-padrão ($\pm$ DP) dos parâmetros biomecânicos analisados nos testes de salto (classificados de acordo com o salto e gênero)

	Gênero masculino				Gênero feminino			
	SH	SHP	SV	SVP	SH	SHP	SV	SVP
t_{exc} (s•1000 ⁻¹)	550,65 ($\pm$ 154,03)	175,75 ($\pm$ 27,36)	499,51 ($\pm$ 53,03)	157,70 ($\pm$ 33,43)	618,31 ($\pm$ 91,29)	165,21 ($\pm$ 13,51)	489,67 ($\pm$ 39,57)	129,54 ($\pm$ 31,39)
PF_{fre} (N)	825,43 ($\pm$ 235,49)	1920,83 ($\pm$ 831,01)	805,56 ($\pm$ 229,90)	2406,34 ($\pm$ 1093,20)	522,62 ($\pm$ 120,45)	1210,74 ($\pm$ 286,13)	491,80 ($\pm$ 136,06)	1424,08 ($\pm$ 352,48)
TPF_{fre} (s•1000 ⁻¹)	540,06 ($\pm$ 159,09)	58,69 ($\pm$ 18,95)	510,30 ($\pm$ 89,54)	46,91 ($\pm$ 18,89)	595,80 ($\pm$ 85,81)	51,64 ($\pm$ 16,65)	440,33 ($\pm$ 93,28)	52,02 ($\pm$ 11,68)
TDF_{fre} N•(s•1000 ⁻¹) ⁻¹	1,64 ($\pm$ 0,57)	38,77 ($\pm$ 25,96)	1,63 ($\pm$ 0,59)	60,55 ($\pm$ 34,96)	0,88 ($\pm$ 0,18)	26,95 ($\pm$ 13,53)	1,13 ($\pm$ 0,25)	28,06 ($\pm$ 7,40)
t_{con} (s•1000 ⁻¹)	185,24 ($\pm$ 74,4)	190,89 ($\pm$ 52,04)	185,55 ($\pm$ 35,06)	193,59 ($\pm$ 44,80)	174,47 ($\pm$ 77,38)	123,36 ($\pm$ 21,31)	131,90 ($\pm$ 14,57)	113,65 ($\pm$ 22,31)
PF_{prop} (N)	362,43 ($\pm$ 75,23)	1117,24 ($\pm$ 419,54)	361,43 ($\pm$ 63,36)	1268,35 ($\pm$ 518,36)	269,65 ($\pm$ 24,80)	715,87 ($\pm$ 76,49)	265,50 ($\pm$ 12,76)	904,03 ($\pm$ 212,04)
TPF_{prop} (s•1000 ⁻¹)	319,20 ($\pm$ 47,31)	190,80 ($\pm$ 60,40)	292,89 ($\pm$ 44,49)	158,04 ($\pm$ 39,30)	242,06 ($\pm$ 70,10)	171,09 ($\pm$ 30,88)	320,55 ($\pm$ 56,33)	134,31 ($\pm$ 29,46)
TDF_{prop} N•(s•1000 ⁻¹) ⁻¹	930,17 ($\pm$ 163,65)	1222,33 ($\pm$ 321,77)	972,41 ($\pm$ 184,37)	1484,68 ($\pm$ 551,71)	650,85 ($\pm$ 93,53)	841,80 ($\pm$ 86,66)	669,05 ($\pm$ 79,78)	1167,10 ($\pm$ 263,77)

Sendo, N = força em Newtons, s o tempo em segundos, SV = salto vertical, SH o salto horizontal, SVP = salto vertical de profundidade, SHP = salto horizontal de profundidade, t_{exc} = tempo de fase excêntrica, t_{con} = tempo de fase concêntrica, PF_{fre} = pico de força de frenagem, PF_{prop} = pico de força de propulsão, TPF_{fre} = tempo decorrido entre o início de fase excêntrica e o pico de força de frenagem, TPF_{prop} = tempo decorrido entre o início de fase propulsiva e o pico de força de propulsão, TDF_{fre} e TDF_{prop} = taxas de desenvolvimento de força de frenagem e de propulsão, respectivamente.

TABELA 15 – Percentual de variância explicada por cada um dos principais componentes gerados e os coeficientes de correlação dos parâmetros biomecânicos de cada componente principal (classificados de acordo com o salto e gênero)

Fase excêntrica																
Tipo de salto	Gênero masculino								Gênero feminino							
	SH		SV		SHP		SVP		SH		SV		SHP		SVP	
Componente	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
% variação explicada	69	29	65	29	75	19	64	21	53	40	53	27	52	34	62	22
t_{exc}	0,99	-0,09	0,86	-0,33	-0,21	0,97	-0,16	-0,85	0,32	0,87	0,11	0,91	-0,18	0,78	-0,14	0,99
PF_{fre}	0,01	0,99	0,00	1,00	0,94	-0,18	0,84	0,28	0,96	0,21	0,66	-0,46	0,88	0,40	0,98	-0,17
TPF_{fre}	0,99	-0,08	0,97	0,03	-0,82	0,42	-0,96	-0,13	-0,19	0,93	-0,81	-0,18	0,78	-0,53	0,78	-0,04
TDF_{fre}	-0,68	0,71	-0,59	0,78	0,98	-0,16	0,87	0,41	0,99	-0,12	1,00	0,07	-0,04	1,00	0,84	-0,20

Fase concêntrica																
Tipo de salto	Gênero masculino								Gênero feminino							
	SH		SV		SHP		SVP		SH		SV		SHP		SVP	
Componente	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
% variação explicada	61	31	53	37	62	24	51	26	69	30	73	21	63	23	61	27
t_{con}	0,00	0,97	-0,01	0,91	0,84	-0,06	0,59	0,05	-0,99	-0,07	0,97	-0,08	-0,77	0,26	-0,82	0,33
PF_{prop}	0,89	0,34	0,13	0,87	0,96	-0,04	0,00	0,98	0,89	0,45	-0,17	0,98	0,92	-0,08	0,91	0,31
TPF_{prop}	-0,82	0,47	0,91	0,39	0,91	-0,23	0,93	-0,02	-0,99	-0,14	0,94	-0,16	-0,07	0,99	-0,08	-0,93
TDF_{prop}	0,98	-0,09	-0,98	0,16	-0,60	0,73	-0,81	0,50	-0,02	1,00	-0,91	0,31	0,58	-0,78	0,85	0,49

Sendo, SV = salto vertical, SH o salto horizontal, SVP = salto vertical de profundidade, SHP = salto horizontal de profundidade, t_{exc} = tempo de fase excêntrica, t_{con} = tempo de fase concêntrica, PF_{fre} = pico de força de frenagem, PF_{prop} = pico de força de propulsão, TPF_{fre} = tempo decorrido entre o início de fase excêntrica e o pico de força de frenagem, TPF_{prop} = tempo decorrido entre o início de fase propulsiva e o pico de força de propulsão, TDF_{fre} e TDF_{prop} = taxas de desenvolvimento de força de frenagem e de propulsão, respectivamente.

Para os SVP e SHP, embora os valores de variância total explicada tenham mostrado alguma diferença para o componente 1 (75% em SHP e 64% em SVP), os parâmetros que o compuseram foram os mesmos, sendo eles PF_{fre} , TPF_{fre} e TDF_{fre} . O componente 2 em ambos os casos foi composto pelo parâmetro t_{exc} , e respondeu por uma variância total de 19 e 21%, respectivamente (TABELA 15).

No entanto, quando considerando o gênero feminino, diferenças foram encontradas nos valores de variância total explicada pelos componentes (componente 1: SH=53%, SV=53%, SHP=52%, SVP=62%; componente 2: SH=40%, SV=27%, SHP=34%, SVP=22%) e nos parâmetros que compuseram cada componente. Por exemplo, enquanto que em SH o componente 1 foi composto por PF_{fre} e TDF_{fre} , em SV este componente contou também com o TPF_{fre} . Em SHP, o componente 1 foi composto pelos parâmetros PF_{fre} e TPF_{fre} , enquanto que em SVP foi inserido também o parâmetro TDF_{fre} . Estas mudanças também repercutiram no componente 2, conforme pode ser observado na TABELA 15.

Enquanto que na fase excêntrica, as diferenças ocorreram fundamentalmente entre as estratégias que envolveram pliometria (SHP e SVP) em relação as outras (SH e SV), a análise da fase concêntrica revelou outras distinções, principalmente no que diz respeito as comparações entre os saltos verticais e horizontais.

No gênero masculino, o componente 1 de SH respondeu por 61% de variância total e foi composto pelos parâmetros PF_{prop} , TPF_{prop} e TDF_{prop} , ao ponto que no SV, este mesmo componente respondeu em 53% a variância total e foi composto apenas pelo TPF_{prop} e pela TDF_{prop} .

Entre as estratégias SHP e SVP (que haviam apresentado semelhante característica quando analisada a fase excêntrica) as repostas foram parecidas as encontradas quando analisada as fases concêntricas de SH e SV, ou seja, distinção entre as estratégias. Enquanto que em SHP o componente 1 respondeu por 62% da variância total e foi composto pelos parâmetros t_{con} , PF_{prop} e TPF_{prop} , em SVP este foi composto por t_{con} , TPF_{prop} e TDF_{prop} e respondeu por 51% de variância total.

No gênero feminino, as distinções também foram evidentes. Em SH, o componente 1 respondeu por 69% de variância total e foi composto pelos parâmetros t_{con} , PF_{prop} e TPF_{prop} , enquanto que em SV, o mesmo componente respondeu por 73% da variância total explicada, e foi composto por t_{con} , TPF_{prop} e TDF_{prop} .

Em relação as estratégias SHP e SVP as diferenças também ocorreram. Enquanto que para SHP o componente 1 foi formado pelos parâmetros t_{con} e PF_{prop} e respondeu por 63% de variância total, em SVP este foi formado pelos parâmetros t_{con} , PF_{prop} e TDF_{prop} , respondendo por 61% de variância total (TABELA 15).

7.2.2 Relação entre o índice de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade ($Z_{desempenho}$) e os testes de salto

Todas equações geradas a partir do modelo *backwards*, utilizando os parâmetros biomecânicos obtidos em cada um dos testes de saltos e o $Z_{desempenho}$, apresentaram elevados valores de correlação (r), de determinação (R^2) e de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$), conforme apresentado na TABELA 16, TABELA 17 e TABELA 18.

TABELA 16 – Resultado da análise de regressão múltipla entre os parâmetros biomecânicos obtidos nos saltos e o $Z_{desempenho}$

Saltos	Gênero masculino
SH	$F(4,6)=13,92$, $p<0,05$, $r=0,97$, $R^2=0,94$, $R^2_{ajustado}=0,89$
SHP	$F(2,9)=8,53$, $p<0,05$, $r=0,81$, $R^2=0,66$, $R^2_{ajustado}=0,58$
SV	$F(5,6)=14,17$, $p<0,05$, $r=0,93$, $R^2=0,87$, $R^2_{ajustado}=0,81$
SVP	$F(5,6)=12,73$, $p<0,05$, $r=0,96$, $R^2=0,91$, $R^2_{ajustado}=0,84$
Saltos	Gênero feminino
SH	$F(5,5)=11,80$, $p<0,05$, $r=0,96$, $R^2=0,92$, $R^2_{ajustado}=0,87$
SHP	$F(5,5)=7,80$, $p<0,05$, $r=0,94$, $R^2=0,89$, $R^2_{ajustado}=0,84$
SV	$F(4,6)=16,57$, $p<0,05$, $r=0,94$, $R^2=0,89$, $R^2_{ajustado}=0,83$
SVP	$F(4,6)=13,93$, $p<0,05$, $r=0,95$, $R^2=0,90$, $R^2_{ajustado}=0,84$

Os valores de coeficiente de regressão (b), beta padronizado (β) e nível de significância estatística (p) de cada um dos parâmetros inserido nos modelos (classificados por tipo de salto), são apresentados na TABELA 17 para o gênero masculino e na TABELA 18 para o gênero feminino.

TABELA 17 – Coeficiente de regressão (b), coeficiente beta padronizado (β) e significância de cada parâmetro biomecânico inserido no modelo de regressão múltipla, para o gênero masculino

		b	β	p
SH	Constante	1,97		
	t_{exc}	0,48	9,10	0,03
	PF_{fre}	-0,30	-8,94	0,03
	TPF_{fre}	-0,44	-8,76	0,03
	TDF_{fre}	54,59	3,90	0,05
	t_{con}	0,25	1,52	0,03
	PF_{prop}	0,38	8,31	0,02
	TPF_{prop}	-1,17	-8,33	0,04
	TDF_{prop}	-15,97	-5,69	0,04
SHP	Constante	-49,42		
	t_{exc}	0,18	0,62	0,02
	PF_{fre}	0,01	0,91	0,00
SV	Constante	-61,99		
	TPF_{fre}	-0,10	-1,10	0,00
	t_{con}	0,12	0,64	0,02
	TPF_{prop}	0,21	1,45	0,00
	TDF_{prop}	7,46	2,17	0,00
SVP	Constante	8,31		
	t_{exc}	-0,37	-1,58	0,01
	TPF_{fre}	-0,52	-1,23	0,01
	TDF_{fre}	0,35	1,59	0,00
	t_{con}	0,66	3,45	0,00
	TPF_{prop}	-1,19	-2,36	0,00

Sendo, b =coeficiente de regressão; β =coeficiente beta padronizado; p =nível de significância estatística

De acordo com os resultados apresentados na TABELA 17, os valores absolutos dos coeficientes beta padronizado (β) mostraram que, no gênero masculino:

- Em SH, os parâmetros t_{exc} ($\beta=9,10$, $t(6)=4,036$, $p<0,05$), PF_{fre} ($\beta=8,94$, $t(6)=-3,893$, $p<0,05$), TPF_{fre} ($\beta=8,76$, $t(6)=-4,003$, $p<0,05$), TPF_{prop} ($\beta=8,33$, $t(6)=-3,662$, $p<0,05$), PF_{prop} ($\beta=8,31$, $t(6)=4,236$, $p<0,05$) foram os que mais apresentaram contribuições relativas para explicar o comportamento de $Z_{desempenho}$, apresentando valores de contribuições muito próximos

- Em SHP, foram os parâmetros PF_{fre} ($\beta=0,91$, $t(9)=0,003$, $p<0,05$) e t_{exc} ($\beta=0,62$, $t(9)=0,022$, $p<0,05$) também apresentaram magnitude de contribuições relativas para explicar o comportamento de $Z_{desempenho}$ bastante próximas
- Em SV, os parâmetros TDF_{prop} ($\beta=2,17$, $t(6)=6,285$, $p<0,05$) e TPF_{prop} ($\beta=1,45$, $t(6)=5,073$, $p<0,05$) se mostraram com maiores contribuições relativas para explicar o comportamento de $Z_{desempenho}$
- Enquanto que em SVP, os parâmetros que apresentaram maiores contribuições relativas para explicar o comportamento de $Z_{desempenho}$, foram t_{con} ($\beta=3,45$, $t(6)=4,36$, $p<0,05$) e TPF_{prop} ($\beta=2,36$, $t(6)=-5,499$, $p<0,05$)

TABELA 18 – Coeficiente de regressão (b), coeficiente beta padronizado (β) e significância de cada parâmetro biomecânico inserido no modelo de regressão múltipla, para o gênero feminino

		b	β	p
SH	Constante	-93,02		
	t_{exc}	-0,21	-1,30	0,00
	TPF_{fre}	0,09	0,53	0,06
	TDF_{fre}	64,77	0,83	0,01
	PF_{prop}	0,18	1,22	0,01
SHP	Constante	-18,46		
	t_{exc}	1,13	1,06	0,02
	PF_{fre}	-0,09	-1,81	0,04
	t_{con}	0,46	1,02	0,05
	TPF_{prop}	-8,35	-2,48	0,01
SV	Constante	-38,33		
	t_{exc}	-0,11	-0,29	0,05
	PF_{fre}	0,17	1,82	0,00
	TDF_{fre}	-53,32	-0,98	0,02
	t_{con}	0,20	0,79	0,03
SVP	Constante	-77,29		
	t_{exc}	0,69	1,49	0,00
	TPF_{fre}	-0,27	-0,22	0,17
	t_{con}	-0,38	-0,80	0,03
	PF_{prop}	0,04	0,84	0,02

Sendo, b =coeficiente de regressão; β =coeficiente beta padronizado; p =nível de significância estatística

Adotando o mesmo procedimento, porém tendo por base os valores absolutos dos coeficientes beta padronizado (β) reportados na TABELA 18, portanto, do gênero feminino, pode-se dizer que:

- Em SH, os parâmetros que apresentaram maiores contribuições relativas para explicar o comportamento de $Z_{desempenho}$, tão logo, do desempenho no teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros, foram t_{exc} ($\beta=1,30$, $t(5)=-5,39$, $p<0,05$) e PF_{prop} ($\beta=1,22$, $t(5)=3,91$, $p<0,05$)
- Em SHP, foram os parâmetros TPF_{prop} ($\beta=2,49$, $t(5)=0,007$, $p<0,05$) e PF_{fre} ($\beta=1,81$, $t(5)=0,036$, $p<0,05$) que apresentaram maiores contribuições relativas para explicar o comportamento de $Z_{desempenho}$
- Em SV, os parâmetros PF_{fre} ($\beta=1,82$, $t(6)=5,486$, $p<0,05$) e TDF_{fre} ($\beta=0,98$, $t(6)=-3,112$, $p<0,05$) se mostraram com maiores contribuições relativas para explicar o comportamento de $Z_{desempenho}$
- Em SVP, os parâmetros que apresentaram maiores contribuições relativas para explicar o comportamento de $Z_{desempenho}$, foram t_{exc} ($\beta=1,49$, $t(6)=6,977$, $p<0,05$) e PF_{prop} ($\beta=0,84$, $t(6)=3,034$, $p<0,05$)

8 DISCUSSÃO

8.1 Corrida de máximo desempenho em 80 metros

8.1.1 Dinâmica de modificação dos parâmetros biomecânicos ao longo do teste da corrida de máximo desempenho em 80 metros

Acredita-se que aproximadamente 2 bilhões de pessoas tenham assistido a final dos 100 metros rasos masculino nos Jogos Olímpicos de Londres, realizados no ano de 2012 (BBC, 2013; DAILYMAIL, 2013). Tal volume de espectadores ilustra o fascínio do ser humano pelas provas de velocidade no atletismo (100, 200 e 400 metros rasos). Enquanto a população ambiciona assistir o duelo entre os atletas, pelo registro da melhor marca, cientistas, treinadores e preparadores físicos buscam entender os processos que governam tal desempenho, a fim modifica-los, otimiza-los e, consequentemente, fazer com que os atletas obtenham melhores resultados.

Considerando que o desempenho nas corridas de curta distância e elevada velocidade é dependente das velocidades produzidas (KIVI, 1997), assim como das

taxas de variação da velocidade [aceleração (CHAVES & SAMPAIO, 2007b)], sendo inclusive delimitada diferentes fases em uma corrida de 100 metros, em função da característica de taxa da variação desta [a saber, fase de grande aceleração, fase de menor aceleração e fase de desaceleração (GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF, 1999) no meio prático, estas são também referenciadas como fase de aceleração, fase de máxima velocidade e fase de manutenção de velocidade (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013; DELECLUSE et al., 1995; MACKALA, 2007; POULOS, KUITUNEN & BUCHHEIT, 2010; SEAGRAVE, 1996)], o estudo da dinâmica de desempenho nas corridas de curta distância e elevada velocidade iniciou-se por este parâmetro, a velocidade.

Os resultados do presente estudo mostraram que em ambos os gêneros houve diferenças com significância da v_m para o fator parcial [$F(3,54) = 960,97$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,98$, $P=1,00$] (FIGURA 25). Embora tenham sido identificadas um grande número de diferenças entre as parciais, merece destaque o fato de que todas as parciais compreendidas até aproximadamente 30-40 metros (P_1 a P_8 - P_{10}) apresentaram diferenças com significância estatística ($p < 0,05$) em relação a parcial imediatamente anterior. Após cumprirem os primeiros 10 metros de prova (P_1 a P_4), os atletas atingiram aproximadamente 79% da maior v_m , e ao cumprirem os primeiros 30 metros de prova (P_1 a P_9), atingiram aproximadamente 92% da v_{pico} . Estes resultados sinalizam para uma fase de incremento contínuo da v_m nos primeiros metros do teste.

A partir desta metragem (30-40 metros; P_8 - P_{10}), a v_m continuou tendo incremento, porém de forma não tão acentuada, dado que não foi observado diferenças com significâncias estatística entre as parciais até os 70 metros de prova (P_{13}). Todavia, mesmo com menor taxa de incremento, foi neste trecho que ocorreu a v_{pico} (na média, a v_{pico} foi obtida entre as parciais P_{11} e P_{12} ; a saber, entre as parciais os 40 e 60 metros de provas).

A partir da parcial P_{13} portanto, a partir dos 70 metros iniciais de prova, foi novamente identificada diferença com significância estatística de v_m em relação a parcial anterior (60-70 metros vs 70-80 metros; P_{13} vs P_{14}). Sendo assim, pode-se citar que a v_m apresentou como dinâmica de modificação, uma maior taxa de incremento na fase inicial de prova (primeiros 30-40 metros de prova), uma fase de menor taxa

de incremento (até aproximadamente 70 metros da prova), seguido de uma fase de redução de v_m .

Este achados corroboram com os resultados de GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF (GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF, 1999), que encontraram aumento de aproximadamente 60% da v_m entre os 10 e 20 primeiros metros de corrida, seguido de aumento de 10% entre 20 e 30 metros de corrida, e ainda, a ocorrência de v_{pico} entre os 40 e 60 metros de provas.

Adicionalmente, os dados encontrados vão ao encontro com denominações quanto as fases de corrida, sendo fases de grande aceleração, de menor aceleração e de desaceleração (GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF, 1999) [no meio prático, estas são também referenciadas como fase de aceleração, fase de máxima velocidade e fase de manutenção de velocidade (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013; DELECLUSE et al., 1995; MACKALA, 2007; POULOS, KUITUNEN & BUCHHEIT, 2010; SEAGRAVE, 1996)].

Embora estes resultados contribuam para entender o desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade, atualmente pouco auxiliam treinadores e preparadores físicos no entendimento dos processos que governam tal desempenho. Sendo assim, limitam a interpretação destes quanto aos parâmetros a serem otimizados.

Com isto em mente, e considerando que 1) a *vel* é definida fisicamente como o produto do *FP* e a *CP* (DILLMAN, 1975; HAMILL & KNUTZEN, 2008; MCGINNIS, 2005; SALO et al., 2011) e 2) a *FP* e a *CP* são apontados como os parâmetros de maior nível hierárquico, e consequentemente maior relevância para o desempenho neste tipo de corrida (RYAN & HARRISON, 2003), a busca pelo entendimento dos parâmetros que governam tal desempenho foi continuada a partir destes.

No que diz respeito a *FP*, as análises realizadas mostraram a existência de diferenças com significância estatística para o fator parcial [$F(5,110) = 6,51$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,24$, $P = 1,00$], sendo apontado que as parciais P_1 , P_2 e P_{14} apresentaram valores menores daqueles encontrado na parcial P_6 .

Mais uma vez, estes achados corroboram com o reportado na literatura, pois revelam um incremento de *FP* nos trechos iniciais de prova, seguida de uma fase de menor oscilação dos valores, a exemplo do encontrado por DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013), que reportaram que

atletas velocistas de elevado nível competitivo atingem nos primeiros passos uma *FP* representativa de 95% *FP* referente a máxima velocidade.

Neste cenário, pode-se aceitar que a *FP* apresenta uma dinâmica de modificação curvilínea, como preconizado anteriormente (DILLMAN, 1975; HAMILL & KNUTZEN, 2008).

No entanto, os achados da presente investigação contrapõem os reportados por ITO et al (ITO, ISHIKAWA, ISOLEHTO & KOMI, 2006) que encontraram manutenção dos valores de *FP* ao longo de uma corrida de esforço máximo de 80 metros, e de DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013) que encontraram ao estudar atletas velocistas de elevado nível competitivo, que a *FP* não apresenta aumento com significância estatística ao longo de uma corrida de esforço máximo de 60 metros.

A divergência dos resultados encontrados na presente investigação e nos estudos de ITO et al (ITO et al., 2006) e de DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013), pode residir na técnica de partida utilizada. Na presente investigação, foi utilizado a técnica denominada “*foward step*” [técnica em que o atleta é posicionado em pé, e ao ser emitido o sinal sonoro indicando o início do teste, o atleta projeta-se de forma vigorosa a frente, iniciando a corrida (ILLE et al., 2013; JOHNSON et al., 2010)], enquanto que nos outros estudos citados (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013; ITO et al., 2006) foi utilizado bloco de partida. Razão para considerar a adoção destas diferentes técnicas de saída a causa das diferenças deve-se ao fato de já ter sido demonstrado na literatura, que diferentes ajustes técnicos na saída do bloco podem apresentar distintas magnitudes de influência nas fases de aceleração (DEBAERE et al., 2013; SCHOT & KNUTZEN, 1992; SLAWINSKI et al., 2009).

Desta forma, nos estudos de ITO et al (ITO et al., 2006) e de DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013), a dinâmica de modificação da *FP* também foi curvilínea, no entanto, o incremento de *FP* ocorreu de forma mais acentuada e breve do que a observada na presente investigação, sendo esta reflexo das diferentes técnicas de partida (“*foward step*” vs bloco de partida) utilizadas entre os estudos.

Visto que a *FP* torna-se constante no início da corrida e que a *vel* é o produto do *FP* e a *CP* (DILLMAN, 1975; HAMILL & KNUTZEN, 2008; MCGINNIS, 2005; SALO

et al., 2011), o incremento de v_m , observado em praticamente 93% das parciais analisadas, é reflexo de um incremento no CP (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013).

De forma a ratificar esta condição, a análise do CP apresentou diferença com significância estatística para o fator parcial [$F(6,116) = 409,05$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,95$, $P = 1,00$), sendo ainda que o tamanho de efeito encontrado para estas diferenças foi classificado como grande (FIGURA 25). Foi

A exemplo do ocorrido com a v_m , foi observado nas parciais que compreenderam os 10 primeiros metros da prova (P_2 a P_4 - P_5), diferença com significância ($p < 0,05$) de cada parcial com a parcial imediatamente anterior, demonstrando portanto um aumento contínuo de CP na fase inicial do teste. Após este trecho, as diferenças em relação a parcial anterior só foram observadas novamente nas parciais de 25 e 40 metros, ilustrando uma fase de crescimento menos acentuado do CP até o término do teste.

GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF (GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF, 1999) e DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013) encontraram semelhantes resultados, pois reportaram grande aumento do CP nas fases iniciais de prova, seguida de menor oscilação até o final de prova.

Sendo assim, a dinâmica do CP apresentou característica convergente a encontrada em v_m , tendo um aumento sucessivo na fase inicial de prova (primeiros 10 metros) seguida por uma fase de menor taxa de incremento (até o término da prova).

Estes achados corroboram com o estudo de DILLMAN (DILLMAN, 1975) que apresentou uma relação linear entre vel e CP até por volta da velocidade de 7 metros por segundo (m/s), condição condizente com nosso estudo, dado que tal velocidade foi obtida próxima as parciais P_4 e P_5 .

Corroboram também com o estudo de DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013), que reportaram um aumento significativo do CP durante a corrida ($F = 154,4$; $p < 0,001$; $ES = 0,932$; $p < 0,05$), e que na distância compreendida entre 10 e 30 metros, os atletas alcançaram 90% do maior valor de CP , semelhante a encontrada no presente estudo, onde o valor para a mesma distância foi de 94%.

Com isto, nota-se convergentes dinâmicas dos parâmetros v_m e CP ao longo do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros. Estes comportamentos justificam os resultados encontrado para o parâmetro ID (FIGURA 25) dado, este é obtido pelo produto de CP e v_m .

Em ID , foram encontradas diferenças com significância e grande tamanho de efeito para o fator parcial [$F(3,61)=572,22$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,97$, $P=1,00$]. Por mais, considerando que houve incremento substancial de ID até aproximadamente 30-40 metros [foi encontrada diferença com significância estatística ($p<0,05$) em todas as parciais entre P_2 e P_8 - P_{10} em relação a parcial imediatamente anterior], seguido de um menor crescente ao longo do restante da prova/teste, a dinâmica apresentou uma características curvilinear., a exemplo do corrido para CP e v_m .

Com base nas dinâmicas encontradas para os parâmetros v_m , FP , CP e ID , apesar da FP ser um parâmetro importante para incremento da v_m e o desempenho na corrida de elevada velocidade e curta duração, no presente estudo, e em ambos os gêneros, houve maior modificação do parâmetro CP , e contribuição para aumento da v_m . Este resultado esta de acordo com o citado previamente (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013), e reforçam que o desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade esta condicionado a capacidade do atleta produzir incremento de CP e preservá-lo até o final da prova (GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF, 1999).

Com isto, sendo o CP dependente do impulso gerado na fase de apoio (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004; HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2005), e que as maiores velocidade encontradas em corredores de melhor desempenho podem ser explicadas pela redução de t_c (WEYAND et al., 2000), a busca pelo entendimento do desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade se deu a partir dos intervalos de tempo relacionados ao passo, sendo eles o t_p , t_c e t_v .

De forma análoga a observada em FP , o parâmetro t_p apresentou diferença com significância estatística [$F(5,96)=6,86$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,25$, poder=1,00) e tamanho de efeito grande para o fator parcial. As análises sinalizaram maiores valores nas parciais P_1 , P_2 e P_{14} frente aos valores encontrado na parcial P_6 . Estes resultados eram esperados uma vez que, por ser a frequência [f = número de vezes que um fenômeno ocorre periodicamente por unidade de tempo (INCALZA, 2007)] o inverso do período de tempo, esta é dependente do t_p . Com isto, os resultados esperados

seriam os mesmo para os dois parâmetros. Cabe ainda citar que no presente estudo, a *FP* foi calculada a partir do t_p (conforme apresentado na equação 11).

De toda forma, e a exemplo do ocorrido para a *FP*, o parâmetro t_p revelou uma dinâmica caracterizada pelo aumento nos trechos iniciais de prova (primeiros 5 metros), seguida de uma fase de menor oscilação, portanto também uma dinâmica curvilínea (DILLMAN, 1975; HAMILL & KNUTZEN, 2008). Esta condição aponta uma manutenção dos valores de t_p em aproximadamente 94% de todo o teste realizado, mas não significa ausência de modificações nos parâmetros temporais do passo, uma vez que nos parâmetros t_c e t_v apresentaram diferenças com significância estatística [$F(3,66)=82,93$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,8$, poder=1,00 e $F(5,114)=76,3$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,78$, poder=1,00, respectivamente] e tamanho de efeito grande para o fator parcial.

Foi evidenciado que o t_c apresentou uma fase de grande redução no trecho inicial de prova, sendo esta fase compreendida entre o início do teste e a parcial P_5 , ou aproximadamente nos 10 metros iniciais de teste. A partir desta, apesar de algumas diferenças entre as parciais, pode ser considerada que ocorre manutenção das magnitudes de tempo de t_c , dado que a variação percentual entre as parciais é inferior a 5% e as análises de cada parcial em relação a parcial imediatamente anterior não reportaram nenhuma diferença com significância estatística neste trecho (FIGURA 24).

Estas respostas estão em grande parte em consonância com o reportado na literatura. DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013), por exemplo, encontraram em um teste de corrida máximo de 60 metros, redução como significância estatística ($p<0,05$) de t_c nos primeiros 30 metros de teste, seguido de uma redução de menor expressão entre os 30 e 60 metros.

Dinâmica muito parecida foi encontrada ao ser analisado o parâmetro t_v . Foram identificadas diferenças com significância estatística para o fator parcial ($F(5,114)=76,3$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,78$, poder=1,00, respectivamente] e grande tamanho de efeito. No entanto, este aumento ocorreu nas parciais iniciais do teste (até aproximadamente P_4 - P_5 , (ou entre 7,5 e 10 metros iniciais de teste), seguido de uma fase de menor variação (manutenção) até as parciais P_6 - P_7 , (aproximadamente 15

metros iniciais de teste), instante em que foi demonstrado um novo incremento que se prolongou até a parcial P₉-P₁₀ (aproximadamente entre 25 e 30 metros) (FIGURA 23).

A exemplo do corrido com t_v , esta dinâmica vai ao encontro do reportado na literatura, que é de aumento do t_v nos trechos inicial de prova e/ou teste, seguido de um aumento de menor proporção (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013). Embora a dinâmica apresentada por t_v seja condizente com o previamente apontado (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013), diferenças quanto a magnitude dos trechos em que estas modificações ocorreram são diferentes das encontradas na literatura. Por exemplo, no estudo de DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013), o maior incremento de t_c foi encontrado nos primeiros 30 metros de teste, enquanto que o trecho caracterizado como o de menor aumento, compreendeu entre 30 e 60 metros, ao ponto que no presente estudo, os trechos citados incluíram os primeiros 10 metros, aproximadamente, e entre 15 e 25 metros.

Uma vez que DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013) analisaram e reportaram os valores médios do t_c entre o início do testes e os primeiros 30 metros, e entre os 30 e 60 metros de teste, e a presente investigação foram analisados e reportados os valores dos t_c de cada parcial, e que mesmo em atletas de diferentes níveis competitivos, não são encontradas diferenças com significância estatística no t_c (WEYAND et al., 2000), a explicação para os diferentes resultados reside na estratégia utilizada para analisar e reportar os dados pois,

De toda forma, a dinâmica dos parâmetros temporais do passo ao longo de uma corrida de curta distância e elevada velocidade podem ser apontados como:

- Aumento de t_p nos trechos iniciais do teste (primeiros 5 metros), seguida de uma fase de manutenção (DILLMAN, 1975; HAMILL & KNUTZEN, 2008). Porém, dado que logo de início é alcançado 94% do t_p observado ao longo de toda a prova, é considerado manutenção dos valores de t_p ao longo de toda a corrida.
- Grande redução de t_c no trecho inicial do testes (aproximadamente 10 metros iniciais de teste), seguida de manutenção das magnitudes de tempo de t_c ao longo de toda corrida

- Aumento do t_v nos trecho inicial de teste (aproximadamente 10 metros iniciais de prova e/ou teste), seguido um aumento de menor proporção até aproximadamente 30 metros, seguido de uma fase de menor oscilação destes valores

Diante dos resultados apresentados, e por análise visual dos gráficos representativos das dinâmicas de modificação dos parâmetros biomecânicos atrelados a corrida (FIGURA 23 e FIGURA 25), e dos gráficos representativos das variações percentuais de cada parcial em relação a parcial imediatamente anterior (FIGURA 24 e FIGURA 26), os parâmetros que apresentaram comportamento mais convergentes com a dinâmica de modificação da *vel* foi o *CP*, seguido do t_v , e do t_c .

Tendo em vista que atletas de diferentes níveis competitivos não apresentam diferenças com significância estatística no t_c , mas sim no montante de força produzida nesta fase (WEYAND et al., 2000), uma explicação para o maior *CP* residiria na proficiência do ciclo alongamento-encurtamento (*CAE*), pois nesta condição, uma maior geração, armazenamento e restituição de energia elástica ocorreria durante a fase de contato (BOSCO, TARKKA & KOMI, 1982; KOMI & GOLLHOFER, 1997), levando ao incremento da magnitude de força aplicada ao solo, do *CP* e do desempenho.

Corroborando com esta condição, a dinâmica do t_c foi o que menos apresentou convergência com a dinâmica da *vel*.

Assim, o desempenho poderia ser estudado a partir de parâmetros relacionados ao *stiffness*, por ser este um indicador da proficiência no *CAE* (ETTEMA, 2001), e passível de influenciar o *CP* (BRUGHELLI & CRONIN, 2008b), a *FP* (FARLEY & GONZALEZ, 1996), e os t_v e t_c (MORIN et al., 2011).

Por além disto, e segundo BRUGHELLI & CRONIN (BRUGHELLI & CRONIN, 2008a), considerando que durante a corrida as estruturas miotendíneas dos membros inferiores, alternadamente, são capazes de armazenar e restituir energia elástica durante o *CAE*, se faz necessário certo nível de complacência destas estruturas para maior proficiência do *CAE*, dado que é nesta condição que ocorre uma melhora no armazenamento e restituição da energia elástica.

Assim, se fez necessário o conhecimento da dinâmica das forças aplicadas ao solo durante a corrida, assim como o nível de complacência das estruturas

miotendíneas dos membros inferiores durante na corrida de curta distância e elevada velocidade nos atletas do gênero masculino e feminino. Conhecimento este que se deu por intermédio dos parâmetros F_{max} , K_{vert} e K_{perna} , obtidos a partir da modelagem do sistema biológico como um sistema de molas carregadas pela massa corporal, ou “*Spring Mass Model*” (ALEXANDER, 1992; BLICKHAN, 1989; CAVAGNA, HEGLUND & TAYLOR, 1977; CAVAGNA, SAIBENE & MARGARIA, 1964; MCMAHON & CHENG, 1990).

Na análise destes parâmetros (F_{max} , K_{vert} , K_{perna}) foi encontrada diferenças com significância nos fatores parcial nos três parâmetros [$F(5,103)=68,56$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,77$, poder=1,00; $F(4,84)=52,22$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,71$, poder=1,00 e $F(3,54)=11,9$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,36$, poder=1,00, respectivamente], igualmente reportados tamanhos de efeito classificados como grande (FIGURA 22).

No parâmetro F_{max} , foi evidenciado um grande incremento na primeira parcial (P_1 vs P_2), seguida de uma breve fase de menor oscilação (P_2 - P_3), nova fase de incremento entre as parciais (P_4 - P_7) e menor oscilação a partir desta. O gráfico representativo das variações percentuais de cada parcial em relação a parcial imediatamente anterior (FIGURA 20) apontam para este comportamento, pois mostram que houve mudanças percentual significativa entre as parciais (P_1 e P_2), seguida de diminuições entre de 5 a 10% até a parcial P_7 , sendo que após esta parcial, embora existam ainda modulações do parâmetro, elas não apresentam um comportamento praticamente linear e em grande maioria das vezes inferiores a 5%.

Este comportamento pode ser explicado quando considerado a modelagem utilizada para estimada de F_{max} , a relembrar (equação 17):

$$F_{max} = MC \cdot g \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{t_v}{t_c} + 1 \right) \quad \text{equação 17}$$

Sendo, F_{max} = força vertical máxima, MC a massa corporal do atleta (kg), g = aceleração gravitacional (m/s^2), t_v = período de tempo médio para da fase de voo (em segundos) em $d_{parcial}$ e t_c = período de tempo médio da fase de contato em $d_{parcial}$ (em segundos).

Diante desta dinâmica, e de acordo com o “*Spring Mass Model*” utilizado, a estimativa da magnitude de F_{max} seria dependente da relação entre os parâmetros t_c e t_v , uma vez que MC , g e π são constantes. Com isto, o comportamento de F_{max} pode ser explicado a partir das dinâmicas dos parâmetros t_c e t_v , que apresentaram, de forma resumida, em t_c uma grande redução nos primeiros 10 metros iniciais seguida

de menor oscilação; e em t_v aumento nos 10 metros iniciais de teste, seguido um aumento em menor proporção até aproximadamente 30 metros, e uma fase de menor oscilação.

Sendo assim, a quantificação da F_{max} ao longo de uma prova pode ser considerada como ilustrativa da dinâmica da relação entre os parâmetros t_c e t_v . E neste cenário, é esperado um expressivo aumento no início de prova, seguido de incrementos menos substanciais e uma menor oscilação destes valores.

Um raciocínio inverso destas dinâmicas justificam tais achados pois, em condição de maior F_{max} , mais facilmente é vencido a inércia corporal (COMFORT, BULLOCK & PEARSON, 2012). Tão logo, mais rapidamente é reduzido o t_c e mais rapidamente é aumentado o t_v (COMFORT, BULLOCK & PEARSON, 2012), assim demonstrando convergência entre as dinâmicas dos parâmetros F_{max} e vel .

Considerando o parâmetro K_{vert} , as análises evidenciaram um grande aumento entre a primeira e a segunda parcial (P_1 e P_2), seguido de um menor incremento entre as parciais P_2 e P_3 (sem significância estatística), aumento entre as parciais P_4 e P_8 , menor oscilação entre P_8 e P_{10} , nova redução de valores (P_{11} e P_{12}) e uma breve fase de aumento. Com isto, as análises demonstraram que independentemente do gênero analisado, o comportamento de K_{vert} foi divergente ao encontrado para vel . Embora a dinâmica por hora observada seja diferente da reportada na literatura (MORIN et al., 2006) sinalizam uma mesma resposta, de que o parâmetro K_{vert} não explica por si só o desempenho em corridas de elevada velocidade e curta duração.

Com isto, e em adição as observações realizadas no gráfico representativo das variações percentuais de cada parcial em relação a parcial imediatamente anterior (FIGURA 25), pode ser notado que o parâmetro em questão apresenta grande modificação no trecho inicial de prova (entre P_1 e P_2 , ou entre 0 e 5 metros), sendo que após este trecho, pode ser observado um menor mas constante aumento até próximo as parciais P_9 - P_{10} (30 ou 35 metros iniciais de teste). Após tais parciais, K_{vert} apresenta como característica de modulação uma redução até por volta da parcial P_{12} , instante em que é observado nova fase de incremento até o termino do teste.

De forma análoga à adotada em F_{max} , a dinâmica de modificação de K_{vert} poderia ser entendida a partir da modelagem utilizada para a quantificação deste, a relembrar (equação 16, equação 17 e equação 20):

$$K_{vert} = F_{max} \cdot \Delta y_c^{-1} \quad \text{equação 16}$$

Sendo, K_{vert} = *stiffness vertical*, F_{max} = *força vertical máxima* e Δy_c = *máximo deslocamento do centro de massa em direção ao solo durante a fase de contato*.

$$F_{max} = MC \cdot g \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{t_v}{t_c} + 1 \right) \quad \text{equação 17}$$

Sendo, F_{max} = *força vertical máxima*, MC a *massa corporal do atleta*, g = *aceleração gravitacional*, t_v = *período de tempo médio para da fase de vôo em $d_{parcial}$* e t_c = *período de tempo médio da fase de contato em $d_{parcial}$* .

$$\Delta y_c = - \frac{F_{max} \cdot t_c^2}{MC \cdot \pi^2} + g \cdot \frac{t_c^2}{8} \quad \text{equação 20}$$

Sendo, Δy_c = *máximo deslocamento do centro de massa em direção ao solo durante a fase de contato*, F_{max} = *força vertical máxima*, MC a *massa corporal do atleta*, g = *aceleração gravitacional* e t_c = *período de tempo médio da fase de contato em $d_{parcial}$* .

Conforme apontado anteriormente, a quantificação da F_{max} ao longo de uma prova é ser considerada como a relação entre os parâmetros t_c e t_v (MORIN et al., 2005; MORIN et al., 2006). Uma vez que a quantificação de Δy_c é uma forma de quantificar a magnitude força aplicada durante t_c , quanto maior este for, maior a deformação do sistema (MORIN et al., 2005; MORIN et al., 2006; TAYLOR & BENEKE, 2012), maior geração, armazenamento e restituição de energia elástica (BOSCO, TARKKA & KOMI, 1982; KOMI & GOLLHOFER, 1997), levando ao incremento da magnitude de força aplicada ao solo, do *CP* e do desempenho.

Com isto a quantificação da dinâmica de K_{vert} é entendida como uma forma de proporcionalmente estabelecer a relação entre a magnitude de força aplicada em t_c , e a deformação do sistema gerada por esta aplicação, como de fato preconizado na modelagem do sistema de molas carregadas pela massa corporal, ou “*Spring Mass Model*” (ALEXANDER, 1992; BLICKHAN, 1989; CAVAGNA, HEGLUND & TAYLOR, 1977; CAVAGNA, SAIBENE & MARGARIA, 1964; MCMAHON & CHENG, 1990).

Estes achados ainda corroboram com os achados de TAYLOR & BENEKE (TAYLOR & BENEKE, 2012), que encontraram que o atleta de melhor desempenho não é obrigatoriamente aquele que apresenta menor t_c , mas que apresenta “adequado” valor de K_{vert} , ou adequado nível de complacência das estruturas miotendíneas, como apontado por BRUGHELLI & CRONIN (BRUGHELLI & CRONIN, 2008a).

Diante destes apontamentos é fato esperado um grande aumento dos valores de K_{vert} no trecho inicial de prova (devido a redução de t_c e aumento de t_v), incrementos mais discretos (devido manutenção de t_c e aumento de t_v), seguido de uma fase de pouca oscilação (em função da manutenção no trecho final da prova e/ou testes de ambos os parâmetros t_c e t_v), o que esta em concordância com os achados da presente investigação.

Para o parâmetro K_{perna} , o parâmetro apresentou como característica de dinâmica, uma fase de redução dos valores logo no início do teste, com relativa manutenção dos valores ao longo de todo o restante de teste. A descrição desta dinâmica ocorreu, diante das diferenças com significância estatísticas mais destacadas. Estas sinalizaram redução dos valores entre a primeira e segunda parcial, seguido de uma fase de manutenção entre as parciais P2-P7, incremento do valor de K_{perna} na parcial P7 com manutenção destes nas parciais subsequente, até a parcial P10. Ainda, na parcial P11 foi reportado nova diminuição dos valores, e manutenção destes até o final do teste.

Estes resultados mais uma vez poderiam ser explicados pelas modelagens realizadas. Para cálculo de K_{perna} foram utilizadas as seguintes equações (equação 21, equação 17 e equação 22):

$$K_{perna} = F_{max} \cdot \Delta L^{-1} \quad \text{equação 21}$$

Sendo, K_{perna} = stiffness de perna, F_{max} = força vertical máxima e ΔL^{-1} = mudança do comprimento dos membros inferiores após a aplicação de forças internas e externas.

$$F_{max} = MC \cdot g \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{t_v}{t_c} + 1 \right) \quad \text{equação 17}$$

Sendo, F_{max} = força vertical máxima, MC a massa corporal do atleta, g = aceleração gravitacional, t_v = período de tempo médio para da fase de voo em $d_{parcial}$ e t_c = período de tempo médio da fase de contato em $d_{parcial}$.

$$\Delta L = 0,53 \cdot h - \sqrt{(0,53 \cdot h)^2 - \left(\frac{v_m \cdot t_c}{2} \right)^2} + \Delta y_c \quad \text{equação 22}$$

Sendo, ΔL = mudança do comprimento dos membros inferiores após a aplicação de forças, h = estatura, v_m = velocidade média do trecho analisada, t_c = intervalo de tempo médio da fase de contato em $d_{parcial}$ e Δy_c = máximo deslocamento do centro de massa em direção ao solo durante a fase de contato.

Estes resultados estão de acordo com o esperado pois, embora existam variáveis de correção no modelo (MORIN et al., 2005; MORIN et al., 2006), ΔL é dependente dos parâmetros t_c , t_v e v_m . Dado que as modificações de v_m ocorrem com maior frequência e magnitude do que t_c , o fenômeno condizente ao modelo é um incremento dos valores de ΔL e consequentemente redução ou manutenção dos valores de K_{perna} ao longo do teste.

Na análise do parâmetro Δy_c foi encontrado diferença com significância estatística [F(2,42)=67,2, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,76$, poder=1,00] e tamanho de efeito grande para o fator parcial. No entanto, diferenças sem significância para o fator gênero [F(1,21)=0,64, $p = 0,43$, *partial* $\eta^2 = 0,03$, poder=0,12] e interação entre os fatores parcial e gênero [F(2,42)=0,24, $p = 0,79$, *partial* $\eta^2 = 0,01$, poder=0,09 e F(1,21)=0,02, $p = 0,90$] foram encontradas, sempre com tamanho de efeito pequeno. As diferenças para o fator foram observadas principalmente no trecho inicial do teste. Estes resultados corroboram com o estudo de MORIN et al (MORIN et al., 2006), que encontraram pequenas modificações deste parâmetros. A distinção entre o estudo citado e a presente investigação reside nos delineamentos utilizados, uma vez que MORIN et al (MORIN et al., 2006) consideraram trechos de 20 metros. De toda forma, os resultados estão alinhados com a literatura, pois apresentaram menores valores de oscilação após o trecho inicial de prova. Os resultados encontrados não são surpreendentes pois, sendo Δy_c uma forma de quantificar a magnitude força aplicada durante t_c , é influenciado pela magnitude de F_{max} e de t_c . Sendo que t_c apresenta menores alterações a partir dos trechos iniciais de prova, mesmo a F_{max} aumentando, grande modificações em Δy_c .

Considerando ΔL , as diferenças com significância estatística foram observadas tanto para o fator parcial [F(5,99)=27,42, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2 = 0,57$, poder=1,00] quanto para o fator gênero [F(1,21)=7,9, $p = 0,43$, *partial* $\eta^2 = 0,27$, poder=0,76], sendo que em ambos, foi identificado tamanho de efeito grande. Embora distinções entre os gêneros tenham sido reportadas, ao analisar o fator parcial, foi encontrado grande mudanças de ΔL no trecho inicial de prova em ambos os genros. Porém, para o gênero masculino, foi ainda encontrado aumento no trecho final do teste. Este aumento deve-se ao fato de ΔL ser influenciado pela v_m , neste sentido, e considerando que a v_m apresenta maior frequência de modificação e modificações de maior magnitude no trecho inicial, em decorrência disto, ΔL apresentou menores oscilações após os

primeiro metros de corrida. Corroborando com esta influência da v_m em ΔL , pode ser observado que no gênero masculino, a v_m apresenta algum incremento no final do teste, o que explica o incremento igualmente observado em ΔL no final do teste no gênero masculino.

Sendo assim, e de acordo com os resultados encontrados, o conhecimento da dinâmica destes parâmetros ao longo de uma corrida de curta distância e elevada velocidade são desejados e úteis, por exemplo, no direcionamento e organização dos meios e das cargas de treino, pois são apontados como determinantes do t_v , CP e do desempenho (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004; HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2005). No entanto, cientes de que o avanço no conhecimento se dá não pela única e exclusiva descrição de um dado fenômeno, resposta ou mecanismo, mas também por meio de uma revisão crítica da literatura sobre o tema, ao ponto de atribuir maior referencial teórico de sustentação ou refugo dos dados apresentados. Com isto em mente, buscou-se na literatura estudos com caráter semelhante ao por hora apresentado, e pode ser então percebido que embora a busca pela elucidação das relações entre *stiffness* e desempenho na corrida (de curta distância e elevada velocidade) sejam recorrentes, os estudos encontrados não nos permitiu estabelecer uma análise crítica, racional e fundamentada, uma vez que estes, quase que em sua totalidade foram realizados em ambientes laboratoriais e em condições controladas (COLEMAN et al., 2012; MORIN et al., 2005), limitando a extrapolação das respostas encontradas.

Ainda, mesmo nos estudos realizados “*in loco*”, como por exemplo, em ambiente de competição, limitações foram igualmente encontradas, dado que estes estudos 1) foram voltados ao entendimento de fases isoladas da corrida [em especial a fase classificada como de máxima velocidade (SEAGRAVE, 1996) ou seja, entre os 40 e 60 metros (MACKALA, 2007; SEAGRAVE, 1996)] e que o desempenho em cada uma destas fases depende de habilidades técnicas específicas e que estas se relacionam com as demandas biomecânicas particulares de cada fase (DELECLUSE, 1997). Sendo assim, mesmo sem uma revisão crítica da literatura sobre o a dinâmica de modificação apresentada dos parâmetros F_{max} , K_{vert} e K_{perna} , (uma vez que não é de nosso conhecimento estudos prévios que se propuseram a investigar tal tópico), a originalidade dos dados se mostram úteis no avanço no conhecimento acerca dos moduladores de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade, pois

serviriam de uma base teórica robusta para apoiar e justificar as organizações dos meio e métodos de treinamento, a exemplo do ocorrido com os primeiros estudos da década de 70 (DILLMAN, 1975) que se propuseram a descrever a dinâmica de modificação de parâmetros como a *vel*, o *CP* e a *FP*.

8.1.2 Comparação, entre gêneros, da dinâmica de modificação dos parâmetros biomecânicos ao longo do teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros entre

Considerando o desempenho na corrida ser dependente da velocidade produzida (KIVI, 1997), buscou-se portanto estabelecer uma comparação, entre os gêneros, das diferentes fases da corrida, por meio da análise multivariada de agrupamentos (*Cluster analysis*). Esta análise revelou que ambos os gêneros apresentaram três distintas fases ao longo do teste de corrida, caracterizadas a partir da magnitude de taxas de variação da velocidade, sendo elas a fase de grande aceleração (T_{fase1}), fase de menor aceleração (T_{fase2}) e fase de desaceleração (T_{fase3}) (GAJER, THÉNAUT-MATHIEU & LEHÉNAFF, 1999). No entanto, a análise multivariada de agrupamentos apontou ainda que, embora ambos os gêneros tenham apresentado semelhança das fases (T_{fase1} , T_{fase2} e T_{fase3}), apresentou também a existência que diferenças entre os gêneros quando consideradas as magnitudes e composições destas fases.

Por exemplo, foi apresentado que a fase T_{fase1} no gênero feminino foi composta pelas primeiras 8 parciais (57,14% de todas as parciais analisadas) ao ponto que no gênero masculino a mesma fase compreendeu as 10 primeiras parciais (71,43% de todas as parciais analisadas). Desta forma, demonstraram que apesar de ambos os gêneros apresentaram a fase em questão, no gênero feminino esta foi significativamente ($p < 0,05$) mais curta do que no gênero masculino [segundos = 5,40 ($\pm 0,12$) vs 6,86 ($\pm 0,08$), respectivamente] (TABELA 7). Da mesma forma, diferenças com significância estatística foram encontradas quanto considerada a fase T_{fase2} entre os gêneros. No entanto, desta vez o gênero feminino apresentou duração maior frente ao gênero masculino [segundos = 5,13 ($\pm 0,20$) vs 2,98 ($\pm 0,05$), respectivamente], devido a um número maior de parciais presente na fase no gênero feminino do que no masculino (P_9 a P_{13} , ou 35,71% de todas as parciais analisadas vs, e P_{11} a P_{13} , ou 21,43% de todas as parciais analisadas, respectivamente).

Nenhuma diferença com significância estatística ($p < 0,05$) foi encontrada na fase T_{fase3} . Diante destas diferenças de magnitude das fases entre os gêneros, estes igualmente apresentaram diferenças quanto a contribuição de cada uma destas fases para o desempenho. A análise dos componentes principais (ACP) apontou ter a fase T_{fase1} um maior percentual de variância explicado de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade no gênero feminino se comparado ao masculino (97,02% para o gênero feminino vs 78,38% para o gênero masculino). Inverso ao identificado nas fases T_{fase2} e T_{fase3} , que apresentaram maior percentual de variância explicada de desempenho no gênero masculino frente ao feminino (fase T_{fase2} = 2,28% para o gênero feminino vs 18,52% para o gênero masculino; fase T_{fase3} = 0,69% para o gênero feminino vs 3,10% para o gênero masculino) (TABELA 8).

Estes achados corroboram com o estudo de DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013) que encontraram que a duração da fase de aceleração em um teste de corrida máximo de 60 metros no gênero feminino variou entre 35,09 e 48,92 metros, enquanto que no gênero masculino variou de 41,64 e 59,64 metros. Com bases nestes achados, parece de fato existir não somente diferenças no desempenho na corrida (como facilmente observado pelos tempos, por exemplo, para completar os 100 metros rasos), mas também em como os gêneros são dependentes das diferentes fases de variação da velocidade [ou aceleração (CHAVES & SAMPAIO, 2007b)]. Desta forma, buscou-se conhecer a existência de diferenças nos parâmetros biomecânicos moduladores de desempenho, a fim de contribuir para a criação de uma base teórica robusta para apoiar e justificar as organizações dos meios e métodos de treinamento.

Nesta análise, de imediato foi identificada interação com significância estatística entre os fatores parcial e gênero [$F(3,54) = 23,38$, $p < 0,05$, $partial \eta^2 = 0,53$, $P = 1,00$] no parâmetro v_m , sendo que o gênero feminino apresentou valores menores ao longo de todo o teste (inclusive em v_{pico}), a exceção dos 2,5 metros iniciais (P_1). Ainda, em todas as condições, o tamanho de efeito das diferenças foi classificado como grande, de fato relevando distinção entre os gêneros no parâmetro magnitude de velocidade (v_m e v_{pico}). Este achado também está de acordo com o estudo de DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013), que ao comparar as *vel* nas distâncias de 0 a 10 metros, 10 e 30 metros e de 30 a 60 obtidas em um teste de corrida máximo de 60 metros, em atletas velocistas

de elevado nível competitivo, encontraram valores significativamente maiores no gênero masculino, independentemente da fase considerada [6,5% para a distância de 0 a 10 metros ($p=0,048$), 34,5% para a distância entre 10 e 30 metros ($p<0,001$) e 12,7% para a distância entre 30 e 60 metros ($p<0,001$)].

Todavia, fato a ser salientado é que apesar das 1) distinções nas magnitude temporais das fases identificadas na corrida de curta distância e elevada velocidade, 2) distinções nas magnitudes de contribuição de cada uma destas fases para o desempenho e 3) diferenças com significância estatística para os parâmetros de velocidade (v_m e v_{pico}), os gêneros não diferem na magnitude de tempo e distância necessárias para atingirem a v_{pico} , dado que o teste t -Students sinalizou não existir diferença com significância estatística para o tv_{pico} ($p=0,75$) e Dv_{pico} ($p<0,20$), e os tamanhos de efeito terem sido classificados como trivial ($g=0,158$) e pequeno [$(g=0,529)$, próximo a margem limítrofe desta classificação para efeito moderado], respectivamente. Estas respostas, sinalizariam que, por ter um percentual de variância de desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade explicado em 97,02% pela fase de grande aceleração ($T_{fase\ 1}$), o gênero feminino teria maior necessidade de produzir elevada velocidade logo nos trechos iniciais de prova, diante de uma menor possibilidade de variação positiva desta velocidade nos trechos subsequentes até que atinjam a v_{pico} . (por volta de 50 metros de provas); em contrapartida, para incremento de desempenho no gênero masculino, se fez necessário produzir elevada velocidade logo nos trechos iniciais de prova, mas também manutenção destas taxa de variação positiva da velocidade nos trechos subsequentes, até que atinjam a v_{pico} (por volta de 57 metros de provas).

Estes resultados seriam decorrentes de uma menor capacidade do gênero feminino em manter as taxas de variação positiva desta velocidade nos trechos intermediário de prova até atingirem a v_{pico} . O gráfico de dinâmica de modificação de velocidade (FIGURA 25), esta resposta é encontrada, pois é revelado uma condição de menor variação de velocidade após os trechos iniciais de teste, em relação ao gênero masculino.

Este comportamento é ser justificado pelas diferenças biológicas de menor volume (PADUA et al., 2005) e força muscular (CHEUVRONT et al., 2005) apresentado no gênero feminino; e sendo assim, seriam passíveis de identificação a

partir da análise de outros parâmetros biomecânicos assim como, explicativas das diferenças entre gêneros.

Todavia, a partir dos dados previamente reportados para *FP*, de imediato esta foi descartada dos parâmetros com potencial de explicação para tais diferenças, uma vez que 1) este torna-se constante logo no início da corrida, 2) não apresenta diferença com significância estatística para o fator gênero [$F(5,110)=0,7$, $p=0,63$, *partial* $\eta^2=0,03$, $P=0,25$] e interação entre os fatores parcial e gênero [$F(5,110)=0,7$, $p=0,63$, *partial* $\eta^2=0,03$, $P=0,25$], 4) os tamanhos de efeito são classificados com pequenos e 5) os coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) e de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$) calculados entre *FP* e a v_m (FIGURA 27) apresentam baixos valores para ambos os gêneros (gênero masculino: $r=0,73$, $p<0,05$, $R^2=0,53$, $R^2_{ajustado}=0,48$; gênero feminino: $r=0,42$, $p=0,13$, $R^2=0,18$, $R^2_{ajustado}=0,10$). DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013) sinalizam para adequada tal descarte, uma vez que eles não encontraram interação entre as fases de corrida e gêneros para *FP* ($F=2,236$; $p=0,069$; $ES=0,048$), assim como não encontraram diferenças com significância ($p<0,05$) entre os valores médio de *FP* do gênero masculino e feminino ($F=3,483$; $p=0,078$; $ES=0,423$). Ainda, a *FP* no citado estudo não apresentou aumento com significância durante os primeiro passo e as demais fases ($F=2,236$; $p=0,106$; $ES=0,185$).

Desta forma, enquanto a *FP* perde destaque, o *CP* ganha protagonismo pois, por além de apresentar dinâmica convergente a observada para v_m , apresentou significância estatística para a interação com entre os fatores parcial e gênero [$F(6,116)=6,05$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,22$, $P=1,00$] com tamanho de efeito grande. Nesta análise, foi evidenciado que, a exemplo do ocorrido no parâmetro v_m , o *CP* o gênero feminino apresentou valores menores ao longo de todo o teste, a exceção dos 2,5 metros iniciais (P_1), o que corrobora com a literatura, que mesmo escassa (apenas 1 estudo foi encontrado com similar delineamento e propósito), encontrou aumentou significativamente de *CP* durante toda a corrida de 60 metros, com maiores valores de *CP* para o gênero masculino frente ao gênero feminino ($F=11,437$; $p=0,003$; $ES=0,389$) (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013).

Os autores (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013) citaram ainda que embora o *CP* durante os primeiro e segundo passos não apresentaram diferença com

significância estatística entre os atletas do gênero masculino e feminino ($p=0,96$), o CP foi em torno de 11% maior no gênero masculino durante a fase de menor aceleração ($p=0,003$; $ES=0,932$). Sendo assim, o gênero masculino foi capaz de produzir uma maior v_m e maior CP ao longo de todo o teste, quando considerado os valores absolutos. Poder-se-ia considerar a hipótese de que [estes comportamentos seriam decorrentes de uma maior proficiência do CAE no gênero masculino, uma vez que esta maior proficiência produziria otimização no *output* motor, e consequentemente do desempenho (BOBBERT et al., 1996; BOSCO, TARKKA & KOMI, 1982; BOSCO et al., 1982b; KOMI, PAAVO V., 1984; KOMI & GOLLHOFER, 1997).

Nesta condição, menores valores de t_c no gênero masculino corroborariam com esta maior proficiência (HAM, KNEZ & YOUNG, 2007; MACKALA et al., 2013a), uma vez que sinalizaria para um menor tempo de transição entre as fase excêntrica e concêntrica, logo maior restituição de energia elástica gerada na fase excêntrica, na fase concêntrica do passo (BOSCO, TARKKA & KOMI, 1982; BOSCO, TIHANYI, KOMI, FEKETE & APOR, 1982a; BOSCO et al., 1982b; MAULDER & CRONIN, 2005).

Esta hipótese estaria de acordo com o estudo de WEYAND et al. (WEYAND et al., 2000), que encontraram que as maiores velocidade encontradas em corredores de melhor desempenho poderiam ser explicadas pela redução de t_c .

No entanto, embora tenha sido evidenciado em t_c diferença com significância estatística [$F(3,66)=82,93$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,8$, poder=1,00] e grande tamanho de efeito para o fator parcial, considerando o fator gênero [$F(1,21)=1,28$, $p=0,27$, *partial* $\eta^2=0,06$, poder=0,19] e a interação entre os fatores parcial e gênero [$F(3,66)=0,57$, $p=0,64$, *partial* $\eta^2=0,03$, poder=0,17 e $F(5,114)=0,83$, $p=0,54$, *partial* $\eta^2=0,04$, poder=0,3, respectivamente], as diferenças não alcançaram os níveis de significância preestabelecidos, e os tamanhos de efeito foram sempre pequenos. Curiosamente, o parâmetro t_v apresentou idêntico comportamento, ou seja diferenças com significância estatística [$F(5,114)=76,3$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,78$, poder=1,00] e grande tamanho de efeito para o fator parcial, porém sem significância estatística quando considerando o fator gênero [$F(1,21)=0,02$, $p=0,90$, *partial* $\eta^2=0,001$ poder=0,05] e a interação entre os fatores parcial e gênero [$F(5,114)=0,83$, $p=0,54$, *partial* $\eta^2=0,04$, poder=0,3], tendo pequenos tamanhos de efeito.

Portanto, os parâmetros temporais relacionados ao passo não diferiram entre os gêneros, logo, t_c não explicaria uma possível maior proficiência do CAE no gênero

masculino, assim como t_v não suportaria as diferenças em CP encontradas no gênero masculino ao longo de toda a corrida de curta distância e elevada velocidade.

Estas respostas estão de acordo com o previamente reportado na literatura (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013), que demonstraram que tais parâmetros apresentam similar comportamento entre os gêneros, sendo que nas fases denominadas como de grande aceleração (T_{fase1}) e menor aceleração (T_{fase2}), o t_v aumenta significativamente (gênero masculino: $p=0,007$ e gênero feminino: $p=0,004$), enquanto que o t_c apresenta significativa redução (gênero masculino: $p=0,025$ e gênero feminino: $p=0,001$). Apesar dos parâmetros temporais relacionados ao passo não diferirem entre os gêneros, fazendo com que t_c não aponte para a maior proficiência do CAE no gênero masculino, esta hipótese ainda se sustenta, dado que esta maior proficiência (maior capacidade de geração, armazenamento e restituição de energia elástica) seja dependente não somente das questões relacionadas a um menor tempo de transição entre as fase excêntrica e concêntrica, portanto ao um menor t_c , mas também a um certo nível de complacência das estruturas miotendíneas (BRUGHELLI & CRONIN, 2008a; ETTEMA, 2001).

Assim, considerou-se que os parâmetros de K_{vert} e K_{perna} , representativos desta condição de complacência, poderiam auxiliar na busca pelo entendimento de diferenças de desempenho apresentadas entre os gêneros. Esta condição se revelou adequada dado que em K_{vert} , houve interação com significância entre os fatores parcial e gênero [$F(4,84)=4,04$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,16$, poder=0,9], tendo o tamanho de efeito classificado com grande, ao ponto que em K_{perna} , embora não tenha sido encontrada interações com significância estatística entre os fatores parcial e gênero [$F(3,54)=1,21$, $p=0,31$, *partial* $\eta^2=0,05$, poder=0,28], considerado o fator gênero, estas foram evidentes [$F(1,21)=11,97$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,36$, poder=0,91].

Este resultados apontam portanto, que os valores de K_{vert} no gênero feminino foram significativamente menores ao longo de todo o teste (100% das parciais analisadas), enquanto que em K_{perna} , estas diferenças ocorreram em aproximadamente 35% das parciais (P_6 , P_7 , P_8 , P_{10} e P_{13}). A distinção dos resultados encontrados entre K_{vert} e K_{perna} são entendidas se recorrido mais uma vez as modelagens utilizadas para a determinação dos parâmetros em questão. De antemão, cabe lembrar que K_{vert} é obtido pelo produto de F_{max} e Δy_c^{-1} , que F_{max} é dependente

de MC , g , t_v e t_c , e Δy_c^{-1} igualmente dependente de MC , g , t_v e t_c , mas também de F_{max} , h e π .

Diante da ausência de diferenças com significância estatística ($p < 0,05$) entre os gêneros em t_v e t_c , e o fato de g e π serem constantes, as diferenças encontradas em K_{vert} entre os gêneros, são consequência dos maiores valores de MC encontrados no gênero masculino. O que corrobora com o fato destes serem os parâmetros explicativos das diferenças encontradas entre os gêneros, uma vez que, de acordo com o *Spring Mass Model* (BUTLER, CROWELL & DAVIS, 2003; MORIN et al., 2005; MORIN et al., 2007; MORIN et al., 2011), para uma dada constante de tempo (aqui assumido serem t_v e t_c constantes), a aplicação de uma maior magnitude de carga (aqui considerada a maior MC do gênero masculino) proporcionaria uma maior condição de armazenamento e restituição da energia elástica durante o ciclo alongamento-encurtamento (*CAE*). Sendo assim, um maior CP e maior v_m são atingidos, como de fato foi observado no gênero masculino.

Em contrapartida, enquanto na condição exposta, as diferenças encontradas entre os gêneros para K_{vert} são consequência dos maiores valores de MC encontrados no gênero masculino, a dependência de K_{perna} frente as magnitudes de v_m explicam os resultados pois, considerando que diferenças de v_m entre os gêneros são crescentes ao longo de todo o teste, é esperado maiores valores de ΔL no gênero masculino, e consequentemente, menor incremento ou manutenção dos valores de K_{perna} ao longo do teste, a exemplo do ocorrido no gênero feminino. Ainda, tendo por base o modelo utilizado de *Spring Mass Model*, que apontam ser a maior magnitude de carga aplicada durante o t_c um parâmetro importante a ser considerado para o desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade, pode-se então apontar ser F_{max} um parâmetro igualmente descritivo das diferenças entre os gêneros.

Corroborando com esta possibilidade, quando considerado o parâmetro F_{max} diferenças com significância para o fator gênero foram encontradas [$F(1,21)=93,93$, $p < 0,05$, *partial* $\eta^2=0,82$, poder=1,00], com tamanho de efeito foi grande. Foi evidenciado que o gênero feminino, a exemplo do ocorrido para v_m , CP e K_{vert} , apresentou valores menores ao longo de todo o teste. Com isto então, o melhor desempenho apresentado pelo gênero masculino (maior v_m e maior CP) é decorrente de uma maior proficiência do *CAE*, no entanto, esta maior proficiência ocorre não pelo menor t_c , mas pela magnitude F_{max} , assim como da complacência das estruturas

miotendíneas (BRUGHELLI & CRONIN, 2008a), podendo ser este identificado pelo comportamento de K_{vert} .

Os gráficos representativos das variações percentuais entre os gêneros e em cada parcial (FIGURA 26), corroboram com estas respostas pois neste, pode ser percebido que os parâmetros CP (B) e F_{max} (F) apresentaram diferenças entre os gêneros em torno de 15-27%, os parâmetros ID [(I), apontado com indicador de eficiência mecânica (CAPUTO et al., 2000; FAVARO & LIMA, 2005)], K_{vert} (G) e K_{perna} (H) apresentaram diferenças entre os gêneros entre 25 e 40%, enquanto que os parâmetros representativos de modificações temporais de passo, como FP (A), t_c (C) e t_v (D), as diferenças entre os gêneros em torno de 5 a 7%.

Sendo assim, o menor desempenho na corrida evidenciado no gênero feminino tem sua essência nas distinções biológicas, como por exemplo, menor estatura, massa corporal, menor volume (PADUA et al., 2005), e força muscular (CHEUVRONT et al., 2005), t_c (WEYAND et al., 2000), dado que a dinâmica de modificação dos parâmetros determinantes do desempenho apresentaram similar característica de alteração. Estes achados ganham maior sustentação, com os resultados encontrados nos parâmetros normalizados. Por exemplo, ao considerar o parâmetro CP_{norm} , idênticas repostas frente a CP foram encontradas para o fator parcial, ou seja diferenças com significância [$F(6,117)=435,63$, $p<0,05$, $partial\ \eta^2=0,95$, $poder=1,00$] e grandes tamanhos de efeito foram reportados. Porém, para fator gênero e para a interação entre os fatores parcial e gênero, as diferenças não apresentaram mais significância [$F(1,21)=1,18$, $p=0,29$, $partial\ \eta^2=0,09$, $poder=0,18$ e $F(6,117)=2,4$, $p=0,15$, $partial\ \eta^2=0,1$, $poder=0,78$, respectivamente] e os tamanhos de efeito foram médios (FIGURA 23).

DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013) encontraram resultados semelhantes, pois o CP_{norm} aumentou durante todas as fases da corrida ($F = 133,9$; $p<0,001$; $ES = 0,987$), o efeito de interação das fases da corrida e gênero não mostrou efeito com significância ($F = 0,976$; $p = 0,490$; $ES = 0,363$), e que o CP_{norm} no gênero masculino não foi superior ao encontrado no gênero feminino ($F = 1,916$; $p = 0,183$; $ES = 0,096$). Sendo assim, enquanto o gênero masculino foi capaz de produzir um maior CP , quando considerado o CP_{norm} , este por si só não se apresentou como um parâmetros de diferenciação entre os gêneros (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013).

A mesma resposta foi evidenciada para os parâmetros t_{c_norm} e t_{v_norm} em relação ao observado em t_c e t_v . Em ambos parâmetros (t_{c_norm} e t_{v_norm}) foram encontradas as mesmas diferenças com significância estatística [$F(4,86)=115,16$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,85$, poder=1,00 e $F(4,88)=113,85$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,84$, poder=1,00, respectivamente] e grande tamanho de efeito para o fator parcial, porém, com diferenças sem significância para o fator gênero [$F(1,21)=1,68$, $p=0,21$, *partial* $\eta^2=0,07$, poder=0,24 e $F(1,21)=1,45$, $p=0,24$, *partial* $\eta^2=0,07$, poder=0,21, respectivamente] e interação entre os fatores parcial e gênero [$F(4,86)=0,65$, $p=0,63$, *partial* $\eta^2=0,03$, poder=0,21 e $F(4,88)=0,66$, $p=0,63$, *partial* $\eta^2=0,03$, poder=0,21, respectivamente]. Para o fator gênero e interação entre os fatores, o tamanho de efeito foi classificado como pequeno (FIGURA 24).

Analisando a F_{max_norm} , as diferenças foram encontradas somente para o fator parcial [$F(5,107)=86,76$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,81$, poder=1,00], a exemplo do encontrado em F_{max} . Para o fator gênero e para a interação entre os fatores parcial e gênero, em F_{max_norm} as diferenças não apresentaram significância [$F(1,21)=2,44$, $p=0,13$, *partial* $\eta^2=0,1$, poder=0,32 e $F(5,107)=0,8$, $p=0,56$, *partial* $\eta^2=0,04$, poder=0,28, respectivamente], contrapondo o reportado em F_{max} (FIGURA 25). Por além das respostas opostas encontradas em F_{max} e F_{max_norm} no que diz respeito as diferenças entre gêneros, para F_{max} os tamanhos de efeito foram grandes para os fatores parcial e gênero, e pequeno para a interação entre os fatores parcial e gênero enquanto que em F_{max_norm} o tamanho de efeito para o fator parcial foi grande e para a interação entre os fatores parcial e gênero estes foram pequenos.

A normalização do parâmetro K_{perna} (K_{perna_norm}) ocasionou semelhante resposta a encontrada quando normalizado o parâmetro em F_{max} (F_{max_norm}) pois, em K_{perna} houve diferença com significância para o fator gênero [$F(1,21)=32,98$, $p<0,05$, *partial* $\eta^2=0,61$, poder=1,00] porém não para as interações [$F(3,54)=1,21$, $p=0,31$, *partial* $\eta^2=0,05$, poder=0,28], todavia, quando normalizado, as diferenças não mais apresentaram significância estatística para o fator gênero [$F(1,21)=0,77$, $p=0,39$, *partial* $\eta^2=0,04$, poder=0,13] e interação entre os fatores [$F(3,60)=0,64$, $p=0,59$, *partial* $\eta^2=0,03$, poder=0,17], e em ambas as condições apresentaram tamanhos de efeito pequenos (FIGURA 26).

Por último, os dados reportados justificam ainda, a utilização do *Spring Mass Model* (BUTLER, CROWELL & DAVIS, 2003; MORIN et al., 2005; MORIN et al., 2007;

MORIN et al., 2011) para o entendimento do desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade (GIANDOLINI, ARNAL, MILLET, PEYROT, SAMOZINO, DUBOIS & MORIN, 2013; MORIN et al., 2005; MORIN et al., 2006; MORIN et al., 2007; TAYLOR & BENEKE, 2012). Uma vez estabelecida 1) a dinâmica de modificação dos parâmetros biomecânicos de uma corrida de curta distância e elevada velocidade nos atletas do gênero masculino e feminino e 2) as diferenças nestas dinâmicas em função do gênero, buscou-se conhecer os parâmetros biomecânicos latentes ao desempenho na corrida, em ambos os gêneros. De início então, estabeleceu-se os coeficientes de correlação de Pearson (r), de determinação (R^2) e de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$) entre cada parâmetro biomecânico analisado e v_m .

No entanto, tal estratégia não contribuiu de forma substancial com o objetivo a ser cumprido (conhecer os parâmetros biomecânicos latentes ao desempenho do na corrida de curta distância e elevada velocidade, em ambos os gêneros), uma vez que a exceção de FP , t_p e K_{perna} , e somente no gênero feminino, todos os resultados revelaram estar relacionadas de forma significativa com o desempenho, e ainda apresentado elevados valores de R^2 e de $R^2_{ajustado}$. De toda forma, estes resultados estão parcialmente corroborando com DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013) que evidenciaram em seu estudo, que a FP não relaciona-se com o desempenho na corrida. No mais, os resultados encontrados pelos autores (DEBAERE, JONKERS & DELECLUSE, 2013) indicam ainda que, devido as divergentes respostas de relação entre o desempenho no teste de corrida e os parâmetros FP ou CP , o sucesso de atletas de elevado nível competitivo não é exclusivamente determinada pela FP ou CP , mas sim a interação entre distintos parâmetros.

Esta condição corrobora com o apontado na literatura (LAFFAYE, BARDY & DUREY, 2007; SWINTON et al., 2014) e no presente estudo, de que o uso de análise de correlação bivariada para o entendimento de gestos complexos e de elevada abundância, como a corrida, apresentam consideráveis limitações, sendo nestas condições, mais apropriada a abordagem de regressão múltipla. Com isto em mente, optou-se pela utilização da análise de Características de Operação do Receptor [Receiver Operating Characteristics curve (ROC)].

Esta análise (ROC) evidenciou para o gênero masculino, que os parâmetros CP (nas parciais P_{13} e P_{14}), F_{max} (nas parciais P_2 , P_3 , P_7 e P_{13}), K_{vert} (na parcial P_3) e o t_v (nas parciais P_8 , P_9 e P_{11}) apresentaram significância assintótica e AAC com valores entre de 0,81 a 0,86 (TABELA 11), refletindo assim que estes parâmetros apresentam acurácia diagnóstica de desempenho.

TABELA 19 – Coeficientes de correlação de Pearson (r), de determinação (R^2) e de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$) entre cada parâmetro biomecânico analisado e v_m

	Gênero masculino	Gênero feminino
FP	$r=0,73^*$, $R^2=0,53$, $R^2_{ajustado}=0,48$	$r=0,42$, $R^2=0,18$, $R^2_{ajustado}=0,10$
CP	$r=0,99^*$, $R^2=0,99$, $R^2_{ajustado}=0,99$	$r=0,99^*$, $R^2=0,99$, $R^2_{ajustado}=0,99$
t_p	$r=-0,77^*$, $R^2=0,59$, $R^2_{ajustado}=0,55$	$r=-0,43$, $R^2=0,19$, $R^2_{ajustado}=0,11$
t_c	$r=-0,99^*$, $R^2=0,97$, $R^2_{ajustado}=0,97$	$r=-0,99^*$, $R^2=0,97$, $R^2_{ajustado}=0,97$
t_v	$r=0,97^*$, $R^2=0,95$, $R^2_{ajustado}=0,95$	$r=0,96^*$, $R^2=0,91$, $R^2_{ajustado}=0,90$
F_{max}	$r=0,97^*$, $R^2=0,94$, $R^2_{ajustado}=0,93$	$r=0,96^*$, $R^2=0,91$, $R^2_{ajustado}=0,90$
K_{vert}	$r=0,93^*$, $R^2=0,86$, $R^2_{ajustado}=0,85$	$r=0,93^*$, $R^2=0,87$, $R^2_{ajustado}=0,86$
K_{perna}	$r=-0,59^*$, $R^2=0,34$, $R^2_{ajustado}=0,27$	$r=-0,48$, $R^2=0,23$, $R^2_{ajustado}=0,15$

* significância estatística

Ainda, a análise evidenciou índices de “eficiência” (Ef_{ROC}) para cada um dos parâmetros citados, quando analisados isoladamente, sendo eles $\leq 2,33$, $\leq 2,31$, $\leq 1,83$, $\leq 1,86$, $\leq 2,43$, $\leq 2,57$, $\leq 100,85$, $> 0,127$, $> 0,133$, $> 0,137$, respectivamente.

Diante destes resultados, pode-se afirmar que a quantificação isolada dos parâmetros durante um teste de corrida de curta distância e elevada velocidade, e o confronto deste com o respectivo Ef_{ROC} , permite ao treinador, com no mínimo de 81% de chance de acerto, identificar eventuais dificuldades, déficits ou limitações de seus atletas em aspectos específicos do *sprint*, o que facilitaria no direcionamento do meios e métodos voltados para suprir tal necessidade. Com isto, a análise ROC, se mostrou adequada pois, por além de elencar os parâmetros extratores de desempenho na corrida, estabeleceu Ef_{ROC} , os quais podem ser utilizados por treinadores como referência para, a partir destes, diagnosticar os níveis competitivos dos atletas treinados.

A fim de ilustrar tal aplicabilidade, a análise *ROC* mostrou que, para o gênero masculino, atletas que apresentarem valores de CP inferiores a 2,33 metros entre a distância de 60 a 70 metros (distancia relacionada a parcial P_{13}), podem ser classificados como de nível regional. Apesar de considerarmos estes achados por si só já produzem avanço no conhecimento quanto aos parâmetros determinantes do desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade, dado que sinaliza para um conglomerado de parâmetros de acurado poder discriminante, buscou-se na literatura estudos com caráter semelhante ao por hora apresentado a fim de estabelecer um paralelo com as informações conhecidas, e assim atribuir maior referencial teórico de sustentação aos dados apresentados.

No entanto, e a exemplo do corrido para no estudo da dinâmica de modificação do *stiffness*, nenhum estudo com semelhante delineamento foi encontrado, o que por um lado reforça a originalidade do estudo, mas por outro limita estabelecer uma análise crítica, racional e fundamentada, com os estudos já produzidos. De toda forma, considerando os parâmetros CP , t_v e F_{max} apontados nos trechos finais de prova, e F_{max} e K_{vert} no trecho inicial de teste, estes podem ser sustentados, parcialmente, pelas evidencias encontradas na literatura.

Por exemplo, a acurácia diagnostica atribuída ao t_v , CP e F_{max} dos trechos finais de prova, é fundamentada pelo teórico encadeamento de aumento de impulso, aumento t_v e de CP (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004; HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2005), assim, quanto maior a F_{max} , maior o impulso, maior o t_v , o CP e consequentemente o desempenho.

Em se tratando dos parâmetros F_{max} e K_{vert} no trecho inicial de teste, a acurácia de diagnóstico de desempenho atribuída a estes pode ser justificada pelo fato da dificuldade e necessidade do atleta vencer a inércia da massa corporal nas fases de aceleração (COMFORT, BULLOCK & PEARSON, 2012). Neste cenário, uma maior F_{max} e K_{vert} (que como visto pelas deduções matemáticas, este é fortemente influenciado pela F_{max}) facultaria ao atleta vencer com mais facilmente a inércia de sua massa corporal, auxiliando-o na produção de uma maior velocidade nos instantes iniciais de prova. Por além das fundamentações baseadas na literatura, estes achados apresentam ainda mais robustez se considerado o escore único de classificação ($Z_{desempenho}$) que considera simultaneamente os parâmetros anteriormente elencados. Tal robustez se deve ao fato de que, se isoladamente os parâmetros

apresentaram significância assintótica e AAC com valores entre de 0,81 a 0,86 (TABELA 11), considerando o $Z_{desempenho}$, e nova análise ROC , o valor de AAC de $Z_{desempenho}$ apresentou significância assintótica, e atingiu o valor de 0,917, portanto, um parâmetro definido como sendo de alta precisão no que diz respeito a acurácia diagnóstica de desempenho (SWETS, 1988). Esta mesma estratégia foi adotada no gênero feminino. Nesta, os parâmetros que apresentaram acurácia diagnóstica de desempenho foram o CP (na parcial P_{13}), FP (nas parciais P_4 , P_7 e P_{12}), K_{perna} (na parcial P_3), K_{vert} (na parcial P_{12}), t_v (nas parciais P_2 , P_3 , P_4 e P_7), t_c (na parcial P_{11}) e t_p (nas parciais P_2 , P_4 , P_7 e P_{12}) pois apresentaram significância assintótica e AAC com valores variando de 0,80 a 0,88 (TABELA 12).

Os valores de Ef_{ROC} dos parâmetros que apresentaram acurácia diagnóstica de desempenho foram, respectivamente: $\leq 2,06$, $\leq 4,22$, $\leq 4,07$, $\leq 4,06$, $> 14,05$, $\leq 147,57$, $> 0,093$, $> 0,091$, $> 0,119$, $> 0,127$, $> 0,102$, $> 0,097$, $> 0,236$, $> 0,236$, $> 0,237$ e $> 0,233$.

De início, cabe dizer que estes resultados corroboram com a necessidade de abordagens multivariadas ao invés de correlação bivariada para o entendimento de gestos complexos e de elevada abundância, pois, como sinalizado, a FP nas parciais P_4 , P_7 e P_{12} apresentaram importante acurácia diagnóstica de desempenho. No entanto, esta acurácia diagnóstica de desempenho foi sinalizada em somente 21% das parciais, e em parciais específicas e não ao longo de todo o teste como considerado nas análises bivariadas comumente adotadas.

De toda forma, o fato de ser apontado em algumas parciais, ter a FP uma importante acurácia diagnóstica de desempenho, está de acordo com o estudo de COH, MILANOVIC & KAMPMILLER (COH, MILANOVIC & KAMPMILLER, 2001), que apontaram ser a FP um fator discriminante da máxima velocidade em atletas velocistas experientes. De uma forma geral, e em consonância ao gênero masculino, os achados são suportados pela literatura, mesmo diante da escassez de estudos com semelhante estratégia.

Por exemplo, os parâmetros FP , CP , FP , K_{vert} , t_c e t_p no trecho final de prova podem ser explicado da seguinte forma:

Curiosamente, foi evidenciado que as atletas com menor desempenho apresentaram incremento de CP e redução de FP no trecho final de prova. No entanto, sendo que parece existir uma relação ótima para potencialização de desempenho, nos parece que as atletas de menor nível competitivo, na ânsia de produzir melhores

resultados objetivaram produzir incremento no CP , negligenciando as consequências da não manutenção dos valores de FP no trecho final de prova, quer certamente deve ter levado a redução de desempenho.

No que se refere os parâmetros FP , K_{perna} , t_v e t_p na parte inicial, estas podem ser justificadas tendo por base que as atletas de menor nível competitivo apresentaram maior valor de t_p , logo menor FP . No mais, esta condição de maior valor de t_p também faria com que as atletas apresentassem prejuízo no armazenamento e restituição de energia elástica, dado que quanto maior o t_p , maior tempo de transição entre as fase excêntrica e concêntrica e menor a eficiência do CAE (BOSCO, TARKKA & KOMI, 1982; BOSCO et al., 1982a; BOSCO et al., 1982b; MAULDER & CRONIN, 2005). Nesta condição, menores os valores de *stiffness*, de t_v , e consequentemente de desempenho seriam o resultado. Por mais, e a exemplo do ocorrido no gênero masculino, o cálculo do índice único ($Z_{desempenho}$) a partir dos extratores e a análise desta pela estratégia *ROC*, corroborou para os parâmetros isoladamente apontados, pois revelou uma significância assintótica e *AAC* igual a 1, portanto, um parâmetro com acurácia diagnóstica de desempenho classificado como perfeita (SWETS, 1988).

Por último, cabe ainda citar que distinções entre os gêneros forma novamente evidenciada pela análise *ROC*, a citar, no gênero masculino, forma identificados 10 parâmetros com acurácia diagnostica de desempenho, ao ponto que no gênero feminino, foram identificados 15 parâmetros. Nestes, os parâmetros que mais apresentaram acurácia diagnostica no gênero masculino foram a F_{max} , seguida de t_v , enquanto que no gênero feminino, foram t_v e t_p seguido de FP . Estes resultados, juntamente com as já discutidas durações das fases ($T_{fase\ 1}$, $T_{fase\ 2}$ e $T_{fase\ 3}$), e os percentuais de variância total de desempenho explicada por elas, sinalizam para que sejam confirmadas as hipóteses 1) de existências de diferenças entre os gêneros para a magnitude e contribuição das fases da corrida, assim como 2) a existência de diferenças entre os gêneros para a contribuição dos parâmetros biomecânicos para o desempenho na corrida de curta distância e elevada velocidade.

A partir, buscou-se conhecer a relação entre estes extratores discriminantes de desempenho na corrida e os saltos comumente utilizados nos treinamentos, uma vez que apesar de incontestável a relação entre as atividades, os distintos construtos encontrados entre os saltos (ANDRADE et al., 2012a; LAFFAYE, BARDY & DUREY,

2007), pode fazer com que a arbitrariedade da escolha do gesto a ser utilizado possa acarretar na utilização de gestos menos representativos das características de movimento da corrida (AZEVEDO et al., 2015; KIVI, 1997), ainda mais quando considerado corridas de curta distância e elevada velocidade (KIVI, 1997).

Com isto em mente, e na perspectiva de atribuir maior aplicabilidade aos resultados encontrados, foi analisado o construto (por meio na ACP) dos salto mais frequentemente utilizados nas rotinas de treinamento, sendo eles os saltos realizados de forma bipodal, com contramovimento e livre movimentação dos braços, nestas condições, saltos com projeção vertical (SV) e projeção horizontal (SH), e também a realização destes em profundidade (SVP e SHP), condição caracterizada pelo cumprimento de um salto precedido de uma dada altura de queda, com o menor tempo de contato possível com solo entre as fases excêntrica e concêntrica (BOBBERT, HUIJING & VAN INGEN SCHENAU, 1987a; FLANAGAN & COMYNS, 2008; FLANAGAN, EBBEN & JENSEN, 2008).

Neste sentido, os resultados oriundos na ACP (TABELA 14) revelaram que na fase excêntrica:

- as estratégias SH e o SV apresentaram uma maior variação total explicada (componente 1 = 69% e 65%, respectivamente) pelo componente predominantemente temporal (t_{exc} e TPF_{fre}) no gênero masculino. Porém, no gênero feminino, as mesmas estratégias apresentaram maior variação de explicação (53% em ambas as condições) atribuída ao componente predominantemente cinético (PF_{fre} e TDF_{fre} ; e PF_{fre} , TDF_{fre} e TPF_{fre}).
- as estratégias de salto em profundidade (SHP e SVP), tanto no gênero masculino quanto no gênero feminino, apresentaram maior variação total explicada (componente 1 = 75%, 64%, 52% e 62%, respectivamente) pelo componente predominantemente cinético (PF_{fre} , TDF_{fre} e TPF_{fre} ; PF_{fre} , TDF_{fre} e TPF_{fre} ; PF_{fre} , e TDF_{fre} ; PF_{fre} , TDF_{fre} e TPF_{fre} , respectivamente)

Diante destes resultados, de imediato poder-se-ia considerar possibilidade de existência de distinto construto presente entre os saltos com projeção vertical e horizontal e os saltos realizados em profundidade (SV vs SVP e SH vs SHP), dado

que mesmo naquelas condições onde a maior variação total explicada do desempenho apresentou mesma característica de componente (SH e SHP no gênero feminino), diferenças na composição dos parâmetros dos componentes foram observadas.

Estes achados não são surpreendentes pois, embora a literatura aponte a manifestação do *CAE* em todas as estratégias de salto analisadas (KOMI, P.V., 1984; KOMI, PAAVO V., 1984; KOMI & BOSCO, 1978; KOMI & GOLLHOFER, 1997; NICOL, AVELA & KOMI, 2006) apresentam também uma visão dicotômica de classificação do *CAE* presente nestas ações. Neste cenário, e embora seja difícil à quantificação da magnitude de contribuição das repostas mecânicas e neurais, que são responsáveis pela melhora no *output* motor, portanto do *CAE* (BOBBERT et al., 1996; BOSCO, TARKKA & KOMI, 1982; BOSCO et al., 1982b; KOMI, PAAVO V., 1984; KOMI & GOLLHOFER, 1997), estas repostas (mecânicas e neurais) oferecem sustentação para tal visão dicotômica.

Nesta visão dicotômica, gestos, como o SH e SV, apresentam o denominado *CAE* lento, pois o tempo de execução é superior a 0,25-0,30 segundos e ocorre um maior tempo de contato e maior amplitude de movimento. Estas características fariam com que o *CAE* presente (*CAE* lento) seja apontado como um ciclo de predomínio da resposta mecânica para melhora no *output* motor (SMIRNIOTOU et al., 2008).

Em contrapartida, gestos, como os saltos realizados em profundidade (SHP e SVP), ocorrem com duração de execução inferior a 0,25-0,30 segundos, menor variação angular e menor tempo de contato, seria presente o denominado *CAE* rápido, em que a resposta predominante para melhora no *output* motor seria neural (SMIRNIOTOU et al., 2008; UGRINOWITSCH & BARBANTI, 1998).

Desta forma, se considerada tal fundamentação e os valores descritivos dos parâmetros biomecânicos analisados no presente estudo, apresentados na TABELA 13, parece de fato existir de fato um diferente construto entre os saltos com projeção vertical e horizontal (SV e SH) e os saltos realizados em profundidade (SVP e SHP).

A análise de ACP evidenciou também que no gênero masculino não houveram diferenças entre as estratégias de salto com projeção vertical e horizontal (SV vs SH; SVP vs SHP), ao ponto que no gênero feminino, discretas diferenças foram observadas na composição dos parâmetros dos componentes.

Os resultados encontrados para o gênero masculino estão em consonância aos reportados previamente por ANDRADE et al., (ANDRADE, CLAUDINO, MEZÊNCIO,

AZEVEDO, PINHO, AMADIO, MOREIRA & SERRÃO, 2012b), que ao avaliar os gestos SV e SH em atletas profissionais de basquetebol, encontraram que o componente que apresentou maior explicação do desempenho (componente 1 = entre 70% e 79%) foi composto pelos parâmetros t_{exc} e o TPF_{fre} , enquanto que o componente 2 (que apresentou entre 17% e 36% de explicação do desempenho) foi composto pelos PF_{fre} e TDF_{fre} .

Os autores (ANDRADE et al., 2012b) relataram também não ter sido observada diferença entre as ações na magnitude contribuição dos componentes, tão pouco nos parâmetros biomecânicos que compõem cada componente.

Ainda, JONES & CALDWELL (JONES & CALDWELL, 2003) e UGRINOWITSCH et al (UGRINOWITSCH et al., 2007) reportaram ter encontrado diferenças não significativas no deslocamento do centro de massa durante a fase excêntrica, em saltos realizados por atletas de basquetebol e voleibol, e atletas engajados em treinamentos de força e potência.

Considerando o gênero feminino, não foram encontrados estudos com semelhantes abordagens para que confronto de resultados pudesse ocorrer, limitando assim a compreensão do fenômeno observado no presente estudo.

No entanto cabe citar que, aceitando que o fenômeno observado no gênero masculino seja reproduzido (portanto, ausência de importantes diferenças entre as estratégias de salto com projeção vertical e horizontal, no gênero feminino, as estratégias apresentaram maior variação de explicação (53% em ambas as condições) atribuída ao componente predominantemente cinético (PF_{fre} e TDF_{fre} ; e PF_{fre} , TDF_{fre} e TPF_{fre}), enquanto que o gênero masculino apresentou uma maior variação total explicada (componente 1 = 69% e 65%, respectivamente) pelo componente predominantemente temporal (t_{exc} e TPF_{fre}).

Desta forma, apesar do reduzido número de investigações direcionadas a análise desta fase, de uma forma geral, os resultados encontrados na corrente investigação estão de acordo com os achados na literatura (ANDRADE et al., 2012b; JONES & CALDWELL, 2003; UGRINOWITSCH et al., 2007), e reforçam a idéia de que parece não existir diferenças de construto entre os saltos com projeção vertical e horizontal (SV vs SH), quando se considera os parâmetros oriundos da fase excêntrica.

No que diz respeito a fase concêntrica, os resultados da ACP (TABELA 14) revelaram que:

- as estratégias SH e o SHP, no gênero masculino, apresentaram uma maior variação total explicada pelo componente predominantemente cinético (componente 1 = 61% e 62%, respectivamente), sendo os parâmetros que compuseram os componentes foram, PF_{prop} , TPF_{prop} e TDF_{prop} ; e t_{con} , PF_{prop} e TPF_{prop} , respectivamente. Para o gênero feminino, semelhante resultado foi encontrado, sendo os parâmetros que compuseram os componentes os t_{con} , PF_{prop} e TPF_{prop} ; e t_{con} , PF_{prop} e TDF_{prop} , respectivamente.
- os SV e SVP, no gênero masculino apresentaram uma maior variação total explicada (componente 1 = 69% e 65%, respectivamente) pelo componente predominantemente temporal (TPF_{prop} e TDF_{prop} ; e t_{con} , TPF_{prop} e TDF_{prop}). No gênero feminino, SV apresentou maior variação total explicada (componente 1 = 73%) pelo componente predominantemente temporal (t_{con} , TPF_{prop} e TDF_{prop}), enquanto que SVP apresentou maior variação total explicada (componente 1 = 61%) pelo componente predominantemente cinético (t_{con} , PF_{prop} e TDF_{prop}).

Diante destes resultados encontrados na fase concêntrica, pode ser observado no gênero masculino que as principais diferenças parecem residir não entre os saltos com projeção vertical e horizontal e os saltos realizados em profundidade (SV vs SVP e SH vs SHP), mas entre as estratégias de salto que envolvem projeção vertical ou horizontal (SV vs SH; SVP vs SHP). Razão para este apontamento reside no fato de que, embora algumas diferenças tenham sido reveladas na composição dos parâmetros de cada componente, houve concordância quanto 1) as magnitudes de variação explicada por cada componente, e 2) na caracterização dos componentes frente ao predomínio cinético ou temporal.

Este fenômeno pode ser ilustrado quando comparado, por exemplo, as estratégias SH e SHP. Nestes gestos houve similar variação total explicada pelo componente 1 (61% e 62%, respectivamente), os parâmetros que compuseram os componentes foram parecidos (PF_{prop} , TPF_{prop} e TDF_{prop} ; e t_{con} , PF_{prop} e TPF_{prop} , respectivamente) e em ambas as condições o componente de maior explicação foi

caracterizado como sendo predominantemente cinético. Em contrapartida, ao ser realizada a comparação entre SH e SV, SV apresentou maior variação total explicada pelo componente 1 (69% vs 61%, respectivamente), teve este composto pelos parâmetros TPF_{prop} e TDF_{prop} , sendo portanto caracterizado como componente predominantemente temporal. Desta forma, oposto ao encontrado em SH. Semelhante resposta pode ser observada se considerada a comparação entre SH e SVP.

Em se tratando do gênero feminino, os dados sinalizaram que a estratégia SV apresenta distinção frente aos SVP, SH e SHP pois, dentre todas as estratégias avaliadas, foi a que apresentou maior variação total explicada pelo componente 1 (73%), e foi a única a ter este componente classificado como predominantemente temporal.

Os resultados encontrados em SH, SHP e SVP (apenas no gênero feminino) sinalizam que, embora algumas distinções de construto parecem ter sido reveladas, estes apresentaram grande dependência da força produzida por unidade de tempo, ou simplesmente força “explosiva” (MARKOVIC et al., 2004), uma vez que o parâmetro PF_{prop} e algum dos parâmetros t_{con} e TPF_{prop} no componente de maior explicação de variação, sempre estiveram presentes (salvo as estratégias SV em ambos os gêneros e SVP no gênero masculino, que sinalizaram ter maior dependência de aspectos temporais do que da magnitude de força produzida).

Em outras palavras, poder-se-ia dizer que apesar das estratégias de salto analisadas apresentarem relação com os parâmetros t_{con} , PF_{prop} e TPF_{prop} , os resultados da ACP revelam que as estratégias de salto com projeção vertical apresentam maior dependência dos parâmetros com características predominantemente temporais, enquanto que os saltos com projeção horizontal apresenta uma maior dependência dos parâmetros com características predominantemente cinéticos.

Poder-se-ia considerar que esta distinção seja explicada por teorias de controle motor que apontam que, como um movimento dirigido a um dado objetivo final é controlado por uma série de comandos motores relativamente imprecisos, quanto maior a complexidade do gesto, maior a demanda de processamento e consequentemente maior o número de ajustes necessários para a obtenção de sucesso (CROSSMAN & GOODEVE, 1983).

Assim, uma maior complexidades motora envolvendo os saltos com projeção horizontal (MARKOVIC et al., 2004) exigiria uma necessidades e/ou distinção do processamentos e comandos motores realizados (CROSSMAN & GOODEVE, 1983; FUKASHIRO et al., 2005), que por sua vez os diferenciaria dos ajuste necessários para realização dos saltos com deslocamento vertical, e conseqüentemente quanto aos atributos físicos condicionantes relacionados com o desempenho entre os gestos. Sendo assim, revelariam diferentes construtos.

As diferentes respostas de torques articulares de tornozelo, joelho e quadril (FUKASHIRO et al., 2005; RIDDERIKHOFF, BATELAAN & BOBBERT, 1999) e atividade eletromiográfica (FUKASHIRO et al., 2005; JONES & CALDWELL, 2003) já reportadas na literatura entre os saltos com projeção vertical e horizontal, juntamente com as diferentes sensibilidades de identificação dos processos de intensificação do treinamento ao longo de uma temporada competitiva (MOREIRA et al., 2004) talvez sejam reflexo desta condição.

Uma vez posto a distinção quanto ao construto das estratégias envolvendo os saltos com projeção vertical e horizontal, coube saber se os parâmetros apresentados em cada componente esta de acordo com outros estudos.

Em tal condição, os resultados encontrados em SV corroboram com a importante contribuição já apresentada dos parâmetros predominantemente temporais para o desempenho, como por exemplo, os estudos de DE RUITER et al., (DE RUITER et al., 2006) e THORLUND, AAGAARD e MADSEN (THORLUND, AAGAARD & MADSEN, 2009), que reportaram coeficientes de correlação de 0,74 a 0,86 ($p < 0,05$) entre a altura de salto vertical e o torque extensor de joelhos gerado a 40 e 200 milésimos de segundo da FC, respectivamente,

De forma mais específica, os achados da presente investigação corroboram com ANDRADE et al., (ANDRADE et al., 2012b) pois este igualmente relataram diferentes construtos entre os saltos envolvendo projeção vertical e horizontal. Os autores encontraram em atletas profissionais de basquetebol, que o componente 1 da fase concêntrica de SV apresentou 53% de variação total explicada, sendo composto pelos parâmetros t_{con} , TPF_{prop} e TDF_{prop} , e classificado como componente predominantemente temporal. Ao ponto que, ao analisarem o SH nesta mesma população, encontraram variação total explicada entre 64% e 89%, sendo este composto pelos parâmetros PF_{prop} e TDF_{prop} , logo predominantemente cinético.

Embora nossos achados tenham ido ao encontro do reportado na literatura, em se tratando dos saltos com projeção horizontal, uma limitada comparação foi estabelecida, dado a escassez de estudos direcionados ao conhecimento dos parâmetros latentes ao desempenho neste tipo de salto. Apesar destas ações serem frequentemente utilizadas e estudadas, considera-se habitualmente apenas a distância alcançada ao realizar um salto (JOHNSON & NELSON, 1974; JONES & CALDWELL, 2003; MARKOVIC et al., 2004; RIDDERIKHOFF, BATELAAN & BOBBERT, 1999) mesmo quando se tem por propósito atribuir validade a esta ação (MARKOVIC et al., 2004).

Diversos estudos podem ser citados tratando de aspectos como variações angulares (FUKASHIRO et al., 2005; WU, WU, LIN & WANG, 2003), padrão coordenativo (CHENG & CHEN, 2005; FUKASHIRO et al., 2005; SEYFARTH, FRIEDRICHS, WANK & BLICKHAN, 1999), torque (FUKASHIRO et al., 2005) e sobrecarga (PERTTUNEN, KYROLAINEN, KOMI & HEINONEN, 2000; SEYFARTH, BLICKHAN & VAN LEEUWEN, 2000; SEYFARTH et al., 1999; WU et al., 2003), mas em condições de simulação (RIDDERIKHOFF, BATELAAN & BOBBERT, 1999) ou em gestos e modalidades específicas como o salto triplo e o salto em distância, limitando a comparação com o gesto empregado no presente estudo.

Este cenário corrobora para a originalidade dos dados apresentados e o avanço do conhecimento de uma estratégia a fim de se estabelecer uma base teórica suficientemente forte para apoiar e justificar o uso de determinadas estratégias de execução de execução saltos ao longo de um programa em treinamento.

Com isto, os resultados encontrados no presente estudo nos levam a corroborar com a existência de distinção quanto ao construto entre os saltos com projeção vertical e horizontal e os saltos realizados em profundidade (SV vs SVP e SH vs SHP), evidenciadas na fase excêntrica e fundamentadas pelas distintas contribuições das repostas mecânicas e neurais, responsáveis pela otimização do *CAE* e dos *output* motor (BOBBERT et al., 1996; BOSCO, TARKKA & KOMI, 1982; BOSCO et al., 1982b; KOMI, PAAVO V., 1984; KOMI & GOLLHOFER, 1997; SMIRNIOTOU et al., 2008; UGRINOWITSCH & BARBANTI, 1998).

Mas também nos permite sinalizar a existência de distintos construtos envolvendo as estratégias de salto com projeção vertical e horizontal (ANDRADE et al., 2012b), dado as divergências encontradas na fase concêntrica quanto a dependência dos parâmetros predominantemente cinéticos

Conhecido o constructo dos testes de salto buscou-se então, estabelecer a relação dos parâmetros extratores ao desempenho na corrida com os testes de salto, afim de identificar possíveis melhores meios de contemplar os requisitos necessário e conhecidos para otimização da corrida de curta distância e elevada velocidade.

Para tanto, a abordagem de regressão múltipla foi utilizada, a partir do modelo *backwards*. Foi utilizado utilizando os parâmetros biomecânicos obtidos em cada um dos testes de saltos e o $Z_{desempenho}$.

Nestas análises pode ser observado que todos os testes de salto analisados apresentaram elevados valores de correlação (r), de determinação (R^2) e de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$), com o escore indicativo de desempenho na corrida ($Z_{desempenho}$).

No entanto, apesar destes elevados valores, com igualmente significância estatística, pode ser observado no gênero feminino, que o salto com projeção horizontal foi o que apresentou melhores resultados (valores de r , R^2 e $R^2_{ajustado}$), enquanto que o salto com projeção vertical foi o que apresentou piores resultados.

No gênero masculino, novamente o salto envolvendo a projeção horizontal apresentou melhores valores de r , R^2 e $R^2_{ajustado}$, enquanto que o salto em profundidade com projeção horizontal foi o que apresentou piores resultados (valores de r , R^2 e $R^2_{ajustado}$).

Uma das possíveis explicações para os melhores resultados encontrados quando utilizado o salto com projeção horizontal, pode residir nos parâmetros que foram inseridos nas equações preditoras, assim como nas contribuições relativas de cada parâmetro para explicar o $Z_{desempenho}$.

No gênero feminino, estes foram t_{exc} ($\beta=1,30$, $t(5)=-5,39$, $p<0,05$) e PF_{prop} ($\beta=1,22$, $t(5)=3,91$, $p<0,05$), ao ponto que no gênero masculino foram t_{exc} ($\beta=9,10$, $t(6)=4,036$, $p<0,05$), PF_{fre} ($\beta=8,94$, $t(6)=-3,893$, $p<0,05$), TPF_{fre} ($\beta=8,76$, $t(6)=-4,003$, $p<0,05$), TPF_{prop} ($\beta=8,33$, $t(6)=-3,662$, $p<0,05$), PF_{prop} ($\beta=8,31$, $t(6)=4,236$, $p<0,05$).

Digno de nota é o fato de que em ambas os gêneros, o parâmetro PF_{prop} foi inserido, revelando portanto, ser importante a geração e forças por unidade de tempo, no entanto, a magnitude de força gerada na fase concêntrica (PF_{prop}) parece ter importante capital, respostas não reportadas de forma unanime com as outras estratégias de salto.

Estes achados em de acordo com a literatura que apontam a necessidade de se produzir maior magnitude de força possível para melhor desempenho do salto (DOWLING & VAMOS, 1993; HAKKINEN, 1989; KAWAMORI et al., 2006; KOLLIAS et al., 2001; LAFFAYE, BARDY & DUREY, 2007; NUZZO et al., 2008; UGARKOVIC et al., 2002; VANEZIS & LEES, 2005), e podem justificar os melhores resultados obtidos entre o SH e o indicador único gerado a partir do extratores ($Z_{desempenho}$) pois, tem sido apontado elevados coeficientes de correlações entre a magnitude do PF_{prop} e as tarefas envolvendo aceleração (CHAOUACHI et al., 2009; CHELLY, CHERIF, AMAR, HERMASSI, FATHLOUN, BOUHLEL, TABKA & SHEPHARD, 2010; HARRIS, CRONIN, HOPKINS & HANSEN, 2008; PETERSON, ALVAR & RHEA, 2006; WISLOFF, CASTAGNA, HELGERUD, JONES & HOFF, 2004; YOUNG, MCLEAN & ARDAGNA, 1995).

YOUNG, MCLEAN & ARDAGNA (YOUNG, MCLEAN & ARDAGNA, 1995) por exemplo, demonstraram em atletas juniores de atletismo, correlação significativa entre a aceleração na distância de 2,5 metros e o pico de força obtido no salto vertical sem contramovimento com adição de sobrecarga.

CHELLY et al (CHELLY et al., 2010) encontraram correlações significantes entre a aceleração na distância de cinco metros e o pico de força obtido no salto vertical sem contramovimento ($r = 0,60$) e com a força máxima produzida no agachamento ($r = 0,66$), enquanto que WISLOFF et al. (WISLOFF et al., 2004) encontraram correlações significantes do pico de força no salto vertical sem contramovimento com a velocidade produzida nos primeiros três passos ($r=0,46$), com a velocidade produzida na distância de cinco metros ($r=0,56$), com a aceleração produzida nos primeiros três passos ($r=0,44$) e com a aceleração produzida na distância de cinco metros ($r=0,60$). Estes autores (WISLOFF et al., 2004) reportam ainda, correlações significantes entre a força máxima produzida no agachamento e a velocidade produzida nos primeiros três passos ($r=0,58$) e a velocidade produzida na distância de cinco metros ($r=0,66$), e entre a força máxima produzida no agachamento e o tempo para percorrer a distância de 10 metros ($r=-0,94$), semelhante reposta encontrada por MCBRIDE, BLOW, KIRBY, HAINES, DAYNE & TRIPLETT (MCBRIDE, BLOW, KIRBY, HAINES, DAYNE & TRIPLETT, 2009) em atletas de futebol americano e por (CHAOUACHI et al., 2009) em atletas de basquetebol.

De forma semelhante, ANDRADE (ANDRADE, 2009) encontrou correlação significativa de 0,50 entre o PF_{prop} e a capacidade de acelerar em 10 metros, e em tarefas de múltiplas acelerações.

Sendo assim, e considerando que entre 78,38% e 97,02% da variância explicada da corrida de curta distância e elevada velocidade é decorrente da fase de grande aceleração, poder-se-ia considerar portanto, que os achados de maior associação entre o teste de corrida de máxima velocidade e o teste de SH (dependente de parâmetros predominantemente cinéticos) ratificam o postulado por outros autores quanto a necessidade da produção de considerável magnitude de força concêntrica nas acelerações em reduzida distância (HARRIS et al., 2008; PETERSON, ALVAR & RHEA, 2006).

Segundo LOCATELLI (LOCATELLI, 1996), por exemplo, as fase de grande aceleração e a manutenção da velocidade são derivados de duas diferentes qualidades físicas, sendo que a fase de grande aceleração é dependente principalmente da magnitude de força gerada pelos músculos envolvidos na tarefa (PF_{prop}), enquanto que a fase de manutenção da velocidade é mais dependente dos parâmetros de complacência muscular (*Stiffness*), o que também corrobora com os dados encontrada na presente investigação.

Sendo assim, baseado nas distinções de construto envolvendo os saltos habitualmente utilizados nas rotinas de treinamento, e as relação dos parâmetros latentes ao desempenho na corrida, uma distinção mecânica de relevância prática deve ser apontada entre as estratégias. Enquanto os saltos com projeção vertical dependente em mais de 93% do componente vertical de força de reação no solo (HAMILL & KNUTZEN, 2008; HATZE, 1998), os saltos com projeção horizontal são dependentes das somatórias dos vetores de força vertical e anteroposterior (vetor resultante) devido a necessidade de projeção horizontal e a independência mutua dos vetores vertical e anteroposterior (HAMILL & KNUTZEN, 2008).

Considerando que este princípio físico se aplica a todos os deslocamentos com progressão horizontal (HAMILL & KNUTZEN, 2008), seria esperado um maior entendimento destas ações a partir de saltos com projeção horizontal. Este ocorreria pela maior proximidade entre os gestos (ALMUZAINI & FLECK, 2008; CASTRO-PINERO, ORTEGA, ARTERO, GIRELA-REJON, MORA, SJOSTROM & RUIZ, 2010; NAGANO, KOMURA & FUKASHIRO, 2007) e pelo fato das tarefas de aceleração, por

exemplo, apresentarem maior relação com parâmetros predominantemente cinéticos, como o pico de força concêntrico (ANDRADE, 2009; HARRIS et al., 2008), justamente o parâmetro que mais sinalizou a distinção de construto entre saltos com projeção vertical e horizontal.

O estudo de KALE et al., (KALE, ASCI, BAYRAK & ACIKADA, 2009) corrobora com esta condição pois, ao analisarem o desempenho em uma prova de 100 metros encontraram correlações significantes do t_v e da FP com o desempenho no salto horizontal, mas não com o desempenho no salto vertical.

Ainda, ao ser considerado o desempenho de uma corrida máxima entre 20 e 100 metros (MAULDER & CRONIN, 2005) e as tarefas de mudança de direção (CHAOUACHI, MANZI, CHAALALI, WONG DEL, CHAMARI & CASTAGNA, 2012; PETERSON, ALVAR & RHEA, 2006), maiores magnitudes de correlação são encontradas quando considerado o salto horizontal ao invés do salto vertical.

Os estudos KIVI (KIVI, 1997) e AZEVEDO et al, (AZEVEDO et al., 2015) sinalizam para a mesma direção pois, reportaram que a execução de exercício que priorizam deslocamentos predominantemente verticais pode não simular adequadamente as características de movimento quando comparado ao gestos que são dependentes das somatórias dos vetores de força vertical e anteroposterior, com a corrida (AZEVEDO et al., 2015; KIVI, 1997). KIVI (KIVI, 1997) considera ainda a possibilidade desta distinção ser maximizada quando considerado corrida de curta distância e elevada velocidade (KIVI, 1997), dado que a velocidade horizontal é discriminante de desempenho e não a velocidade vertical (MANN & HERMAN, 1985), tão aprimorada nos saltos com projeção vertical. Atletas de elevado nível competitivo devem minimizar os deslocamentos no eixo vertical (MANN & HERMAN, 1985), mais uma vez não justificando o aprimoramento deste com as estratégias de salto com progressão vertical.

Por mais, estes sinalizam também serem, possivelmente, as estratégias de salto com projeção horizontal, estratégias com maior validade ecológica no estudo de deslocamentos que envolvam progressão horizontal, como a corrida.

9 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A opção por alguns procedimentos experimentais e estatísticos adotados no presente estudo podem ter produzido de alguma forma influência sobre os resultados

encontrados. Tendo em vista que estas limitações devam ser ressaltadas a fim de permitir cautela na generalização dos achados, estes são apontados.

Dentre eles, deve ser ressaltado que apesar dos treinadores responsáveis pelos atletas avaliados tenham relatados similar período de treinamento no momento dos testes, considerando que não se teve acesso ao planejamento dos treinamentos, não pode ser descartada a possibilidade dos atletas apresentarem alguma diferença em seus níveis de treinamento em decorrência do processo de treino que eram submetidos.

Ainda, optou-se por avaliar apenas o hemicorpo dominante dos atletas. Assim, mesmo que existindo evidências na literatura que fundamentem tal escolha pois apontam simetrias interlaterais de um membro em relação ao membro contralateral, não podem ser descartada a possibilidade de possíveis assimetrias entre os segmentos, assim como possíveis influencias no desempenho da corrida e dos saltos.

Outro ponto importante a ser considerado, é que embora o teste de corrida de máximo desempenho em 80 metros seja excelente indicador do desempenho nas provas de 100 metros rasos, em ambos os gêneros (ANDRADE, AMADIO & SERRÃO, 2014), não pode ser desprezada a possibilidade de algumas distinções entre os resultados encontrados no presente estudo e o desempenho em distancias de 100 metros rasos.

10 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que, os gêneros masculino e feminino apresentam “semelhante” dinâmica de modificação dos parâmetros biomecânicos analisados ao longo de um teste de corrida de elevada velocidade e curta duração. O parâmetro que apresentou maior convergência de dinâmica com a v_m foi a F_{max} . A diferença entre os gêneros foi decorrente de características antropométricas, uma vez que quando considerado os valores normalizados, as diferenças se tornaram esporádicas.

A exceção da FP , praticamente todos os parâmetros analisados apresentaram relações significantes com a v_m , independentemente do gênero.

Nenhum dos parâmetros apresentou, isoladamente, poder discriminante de desempenho, salientando para a necessidade de importante interações e demandas entre as fases da corrida.

O gênero feminino apresentou importante contribuição de parâmetros temporais de passo (t_v e t_p) no início do teste e de complacência muscular (K_{vert} e ΔL) do final do teste. O gênero masculino apresentou maior dependência da força aplicada ao solo (F_{max}) nos trechos iniciais do teste e de parâmetros atrelados a incremento da fase aérea (t_v e CP) no final do teste.

Por além disto, o gênero feminino apresentou menor distância para a fase de grande aceleração, porém com maior dependência de desempenho atrelada a esta fase

Quanto as estratégias de salto, foi identificado a existência de diferentes construtos entre os saltos analisados, sendo que o salto com projeção horizontal apresentou maior relação com o indicador de desempenho na corrida em ambos os gêneros. Desta forma, sendo o meio de maior validade ecológica a ser utilizado nas rotinas de avaliação e treinamento.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADVANCED MECHANICAL TECHNOLOGY INC.
http://www.amti.biz/AMTIpibrowser.aspx?VIEWSTATE=%2FwEPDwUJLTEwNjg4NzI3ZGQ%3D&iListbox1=350&iListbox2=355&iListbox3=BP600900&iUnits=&iNewpageURL=&iScrollTop=0&iScrollTop2=342&iScrollTop3=0&iArrImageURL=.%2FImage%2520file%2Fprogress_1.gif%2C.%2FImage%2520file%2Fprogress_2.gif%2C.%2FImage%2520file%2Fprogress_3.gif%2C.%2FImage%2520file%2Fprogress_4.gif%2C.%2FImage%2520file%2Fprogress_5.gif%2C.%2FImage%2520file%2Fprogress_6.gif%2C.%2FImage%2520file%2Fprogress_7.gif%2C.%2FImage%2520file%2Fprogress_8.gif%2C.%2FImage%2520file%2Fprogress_9.gif#.

AE, M.; ITO, A.; SUZUKI, M. The men's 100 metres. **New Studies in Athletics**, v.7, n.1, p.47-52, 1992.

ALBUQUERQUE, M.A.D. Estabilidade em análise de agrupamento (cluster analysis). (Dissertação). Mestrado em Biometria, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005. 62 p.

ALEXANDER, R.M. A model of bipedal locomotion on compliant legs. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v.338, n.1284, p.189-98, 1992.

ALMUZAINI, K.S.; FLECK, S.J. Modification of the standing long jump test enhances ability to predict anaerobic performance. **Journal of strength and conditioning research**, v.22, n.4, p.1265-72, 2008.

ANDRADE, R.M. Relação entre parâmetros biomecânicos e a aceleração no basquetebol. (Dissertação). Mestrado em Educação Física, Universidade de São Paulo - Escola de Educação Física e Esporte, São Paulo, 2009. 78 p.

ANDRADE, R.M.; AMADIO, A.C.; SERRÃO, J.C. Prediction of 100 meters sprint performance based on field test. XXXII World Congress of Sports Medicine. Roma 2014.

ANDRADE, R.M.; AMADIO, A.C.; SERRÃO, J.C.; KISS, M.A.P.D.M.; MOREIRA, A. Contribuição dos parâmetros biomecânicos para o desempenho de saltos verticais de jogadoras de basquetebol. **Revista brasileira de educação física e esporte**, v.26, n.2, p.181-192, 2012a.

ANDRADE, R.M.; CLAUDINO, J.G.D.O.; MEZÊNCIO, B.; AZEVEDO, A.P.S.; PINHO, J.P.D.S.F.M.D.; AMADIO, A.C.; MOREIRA, A.; SERRÃO, J.C. Contribution of biomechanical parameters of counter-movement jump performance and standing board jump performance in basketball players. XXXII World Congress of Sports Medicine. Roma 2012b.

ATKINSON, G.; NEVILL, A.M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. **Sports medicine**, v.26, n.4, p.217-38, 1998.

AZEVEDO, A.P.; MEZENCIO, B.; VALVASSORI, R.; ANJOS, F.O.; BARBANTI, V.J.; AMADIO, A.C.; SERRAO, J.C. Usage of Running Drills in an Interval Training Program: Implications Related to Biomechanical Parameters of Running. **Journal of strength and conditioning research**, v.29, n.7, p.1796-802, 2015.

BATEY, L.S.; GOFF, D.C., JR.; TORTOLERO, S.R.; NICHAMAN, M.Z.; CHAN, W.; CHAN, F.A.; GRUNBAUM, J.; HANIS, C.L.; LABARTHE, D.R. Summary measures of the insulin resistance syndrome are adverse among Mexican-American versus non-Hispanic white children: the Corpus Christi Child Heart Study. **Circulation**, v.96, n.12, p.4319-25, 1997.

BBC. London 2012: One million bid for Olympics 100m tickets 2013.

BERGAMINI, E.; PICERNO, P.; PILLET, H.; NATTA, F.; THOREUX, P.; CAMOMILLA, V. Estimation of temporal parameters during sprint running using a trunk-mounted inertial measurement unit. **Journal of biomechanics**, v.45, n.6, p.1123-6, 2012.

BEZODIS, I.N.; SALO, A.I.T.; KERWIN, D.G. A longitudinal case study of step characteristics in a world class sprint athlete. ISBS Conference 2008. Seoul: 537-540 p. 2008.

BEZODIS, N.E.; SALO, A.I.; TREWARTHA, G. Choice of sprint start performance measure affects the performance-based ranking within a group of sprinters: which is the most appropriate measure? **Sports biomechanics**, v.9, n.4, p.258-69, 2010.

BLICKHAN, R. The spring-mass model for running and hopping. **Journal of biomechanics**, v.22, n.11-12, p.1217-27, 1989.

BOBBERT, M.F.; GERRITSEN, K.G.; LITJENS, M.C.; VAN SOEST, A.J. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? **Medicine and science in sports and exercise**, v.28, n.11, p.1402-12, 1996.

BOBBERT, M.F.; HUIJING, P.A.; VAN INGEN SCHENAU, G.J. Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. **Medicine and science in sports and exercise**, v.19, n.4, p.332-8, 1987a.

_____. Drop jumping. II. The influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. **Medicine and science in sports and exercise**, v.19, n.4, p.339-46, 1987b.

BOBBERT, M.F.; VAN INGEN SCHENAU, G.J. Coordination in vertical jumping. **Journal of biomechanics**, v.21, n.3, p.249-62, 1988.

BOSCO, C.; TARKKA, I.; KOMI, P.V. Effect of elastic energy and myoelectrical potentiation of triceps surae during stretch-shortening cycle exercise. **International journal of sports medicine**, v.3, n.3, p.137-40, 1982.

BOSCO, C.; TIHANYI, J.; KOMI, P.V.; FEKETE, G.; APOR, P. Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. **Acta physiologica scandinavica**, v.116, n.4, p.343-9, 1982a.

BOSCO, C.; VIITASALO, J.T.; KOMI, P.V.; LUHTANEN, P. Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. **Acta physiologica scandinavica**, v.114, n.4, p.557-65, 1982b.

BRET, C.; RAHMANI, A.; DUFOUR, A.B.; MESSONNIER, L.; LACOUR, J.R. Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running. **Journal of sports medicine and physical fitness**, v.42, n.3, p.274-81, 2002.

BROWN, A.M.; KENWELL, Z.R.; MARAJ, B.K.; COLLINS, D.F. "Go" signal intensity influences the sprint start. **Medicine and science in sports and exercise**, v.40, n.6, p.1142-8, 2008.

BRUGHELLI, M.; CRONIN, J. Influence of running velocity on vertical, leg and joint stiffness : modelling and recommendations for future research. **Sports medicine**, v.38, n.8, p.647-57, 2008a.

_____. A review of research on the mechanical stiffness in running and jumping: methodology and implications. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v.18, n.4, p.417-26, 2008b.

BUTLER, R.J.; CROWELL, H.P., 3RD; DAVIS, I.M. Lower extremity stiffness: implications for performance and injury. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v.18, n.6, p.511-7, 2003.

CAPUTO, F.; LUCAS, R.D.D.L.; GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performanc. **Revista brasileira de ciência e movimento**, v.8, n.3, p.7-13, 2000.

CARVALHO, C.; CARVALHO, A. Não se deve identificar força explosiva com potência muscular, ainda que existam algumas relações entre ambas. **Revista portuguesa de ciências do desporto**, v.6, n.2, p.241-248, 2006.

CASTANHO, M.J.P.; YAMAKAMI, A.; BARROS, L.C.D. Avaliação de um teste em medicina usando uma curva ROC *fuzzy*. **Biomatemática**, v.14, n.1, p.19-28, 2004.

CASTRO-PINERO, J.; ORTEGA, F.B.; ARTERO, E.G.; GIRELA-REJON, M.J.; MORA, J.; SJOSTROM, M.; RUIZ, J.R. Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. **Journal of strength and conditioning research**, v.24, n.7, p.1810-7, 2010.

CAVAGNA, G.A.; HEGLUND, N.C.; TAYLOR, C.R. Mechanical work in terrestrial locomotion: two basic mechanisms for minimizing energy expenditure. **The American journal of physiology**, v.233, n.5, p.R243-61, 1977.

CAVAGNA, G.A.; SAIBENE, F.P.; MARGARIA, R. Mechanical Work in Running. **Journal of applied physiology**, v.19, p.249-56, 1964.

CAVANAGH, P.R.; KRAM, R. Stride length in distance running: velocity, body dimensions, and added mass effects. **Medicine and science in sports and exercise**, v.21, n.4, p.467-79, 1989.

CBAT. Pista de Atletismo 2014.

_____. Campeonatos Mundiais de Atletismo, Índices de Inscrição - Odepa 2015a.

_____. Troféu Brasil Caixa de Atletismo - XXXIV Edição - Regulamento 2015b.

CHAOUACHI, A.; BRUGHELLI, M.; CHAMARI, K.; LEVIN, G.T.; BEN ABDELKRIM, N.; LAURENCELLE, L.; CASTAGNA, C. Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. **Journal of strength and conditioning research**, v.23, n.5, p.1570-7, 2009.

CHAOUACHI, A.; MANZI, V.; CHAALALI, A.; WONG DEL, P.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C. Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. **Journal of strength and conditioning research**, v.26, n.10, p.2667-76, 2012.

CHAVES, A.; SAMPAIO, J.F. **Física Básica - Mecânica**. Rio de janeiro: LTC, 2007a.

_____. Movimento no plano e no espaço. In: A. Chaves e J. F. Sampaio. **Física Básica - Mecânica**. Rio de janeiro: LTC, 2007b.5, p.89 - 105.

CHELLY, M.S.; CHERIF, N.; AMAR, M.B.; HERMASSI, S.; FATHLOUN, M.; BOUHLEL, E.; TABKA, Z.; SHEPHARD, R.J. Relationships of peak leg power, 1 maximal repetition half back squat, and leg muscle volume to 5-m sprint performance of junior soccer players. **Journal of strength and conditioning research**, v.24, n.1, p.266-71, 2010.

CHENG, K.-Y.B.; CHEN, W.-C. Optimal standing long jump simulation from different starting postures. **Journal of Mechanics in Medicine and Biology**, v.5, n.2, p.203-215, 2005.

CHEUVRONT, S.N.; CARTER, R.; DERUISSEAU, K.C.; MOFFATT, R.J. Running performance differences between men and women:an update. **Sports medicine**, v.35, n.12, p.1017-24, 2005.

CHOW, J.W.; KNUDSON, D.V. Use of deterministic models in sports and exercise biomechanics research. **Sports biomechanics**, v.10, n.3, p.219-33, 2011.

COH, M.; MILANOVIC, D.; KAMPMILLER, T. Morphologic and kinematic characteristics of elite sprinters. **Collegium antropologicum**, v.25, n.2, p.605-10, 2001.

COH, M.; TOMAZIN, K. Kinematic analysis of the sprint start and acceleration from the blocks. **New Studies in Athletics**, v.1, n.3, p.23-33, 2006.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences** 2 edition. Hillsdale, New Jersey, 1988.

COLEMAN, D.R.; CANNAVAN, D.; HORNE, S.; BLAZEVOICH, A.J. Leg stiffness in human running: Comparison of estimates derived from previously published models to direct kinematic-kinetic measures. **Journal of biomechanics**, v.45, n.11, p.1987-91, 2012.

COMFORT, P.; BULLOCK, N.; PEARSON, S.J. A comparison of maximal squat strength and 5-, 10-, and 20-meter sprint times, in athletes and recreationally trained men. **Journal of strength and conditioning research**, v.26, n.4, p.937-40, 2012.

CORMACK, S.J.; NEWTON, R.U.; MCGUIGAN, M.R.; CORMIE, P. Neuromuscular and endocrine responses of elite players during an Australian rules football season. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.3, n.4, p.439-53, 2008.

CORMIE, P.; MCBRIDE, J.M.; MCCAULLEY, G.O. Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. **Journal of strength and conditioning research**, v.23, n.1, p.177-86, 2009.

COUTTS, A.J.; REABURN, P.; PIVA, T.J.; ROWSELL, G.J. Monitoring for overreaching in rugby league players. **European journal of applied physiology**, v.99, n.3, p.313-24, 2007.

CROSSMAN, E.R.; GOODEVE, P.J. Feedback control of hand-movement and Fitts' Law. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v.35, n.Pt 2, p.251-78, 1983.

CUNHA, J.V.A.D.; COELHO, A.C. Regressão Linear Multipla. In: L. J. Corrar, E. Paulo, *et al.* Análise Multivariada para os cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia. São Paulo: São Paulo: Atlas, 2007, p.131-231.

DAILYMAIL. Two BILLION people watch Usain Bolt's win... but none of them in America: Sports fans outraged as NBC fails to show 100m final live on TV 2013.

DALLEAU, G.; BELLI, A.; BOURDIN, M.; LACOUR, J.R. The spring-mass model and the energy cost of treadmill running. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v.77, n.3, p.257-63, 1998.

DE RUITER, C.J.; VAN LEEUWEN, D.; HEIJBLUM, A.; BOBBERT, M.F.; DE HAAN, A. Fast unilateral isometric knee extension torque development and bilateral jump height. **Medicine and science in sports and exercise**, v.38, n.10, p.1843-52, 2006.

DEBAERE, S.; DELECLUSE, C.; AERENHOUTS, D.; HAGMAN, F.; JONKERS, I. From block clearance to sprint running: characteristics underlying an effective transition. **Journal of sports sciences**, v.31, n.2, p.137-49, 2013.

DEBAERE, S.; JONKERS, I.; DELECLUSE, C. The contribution of step characteristics to sprint running performance in high-level male and female athletes. **Journal of strength and conditioning research**, v.27, n.1, p.116-24, 2013.

DELECLUSE, C. Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training. **Sports medicine**, v.24, n.3, p.147-56, 1997.

DELECLUSE, C.; VAN COPPENOLLE, H.; WILLEMS, E.; VAN LEEMPUTTE, M.; DIELS, R.; GORIS, M. Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v.27, n.8, p.1203-9, 1995.

DILLMAN, C.J. Kinematic analyses of running. **Exercise and sport sciences reviews**, v.3, p.193-218, 1975.

DOWLING, J.J.; VAMOS, L. Identification of kinetic and temporal factors related to vertical jump performance. **Journal of applied biomechanics**, v.9, p.95-110, 1993.

ETTEMA, G.J. Muscle efficiency: the controversial role of elasticity and mechanical energy conversion in stretch-shortening cycles. **European journal of applied physiology**, v.85, n.5, p.457-65, 2001.

FARLEY, C.T.; GONZALEZ, O. Leg stiffness and stride frequency in human running. **Journal of biomechanics**, v.29, n.2, p.181-6, 1996.

FAVARO, O.R.P.; LIMA, F.T.D. Influência da idade na performance, frequência de braçada e comprimento de braçada em nadadores masters de 50 metros nado livre. **Revista brasileira de ciência e movimento**, v.13, n.2, p.7-15, 2005.

FAWCETT, T. An introduction to ROC analysis. **Pattern Recognition Letters**, v.27, n.1, p. 861–874, 2006.

FIELD, A. **Discovering Statistics Using SPSS.3**. London: SAGE Publications, 2006.

_____. **Discovering Statistics Using SPSS.3**. London: SAGE Publications Ltd, 2009.

FINA. Fina Points Table 2015.

FLANAGAN, E.P.; COMYNS, T.M. The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training

Strength and conditioning journal, v.30, n.5, p.32-38, 2008.

FLANAGAN, E.P.; EBBEN, W.P.; JENSEN, R.L. Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps. **Journal of strength and conditioning research** v.22, n.5, p.1677-82, 2008.

FLANAGAN, E.P.; HARRISON, A.J. Muscle dynamics differences between legs in healthy adults. **Journal of strength and conditioning research** v.21, n.1, p.67-72, 2007.

FORD, K.R.; MYER, G.D.; HEWETT, T.E. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. **Medicine and science in sports and exercise**, v.35, n.10, p.1745-50, 2003.

FOURCHET, F.; GIRARD, O.; KELLY, L.; HOROBEANU, C.; MILLET, G.P. Changes in leg spring behaviour, plantar loading and foot mobility magnitude induced by an exhaustive treadmill run in adolescent middle-distance runners. **Journal of science and medicine in sport**, v.18, n.2, p.199-203, 2015.

FOX, E.L.; BOWERS, R.W.; FOSS, M.L. Recuperação Após o Exercício. In: E. L. Fox, R. W. Bowers, *et al.* Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos. 4 ed. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN, 1989.3, p.28-43.

FUKASHIRO, S.; BESIER, T.F.; BARRETT, R.; COCHRANE, J.; NAGANO, A.; LLOYD, D.G. Direction control in standing horizontal and vertical jumps. **International Journal of Sport and Health Science**, v.3, n.Special Issue, p.272-9, 2005.

GAJER, B.; THÉNAUT-MATHIEU, C.; LEHÉNAFF, D. Evolution of stride and amplitude during course of 100m event in athletics. **New Studies in Athletics**, v.14, n.1, p.43-50, 1999.

GARCÍA-LÓPEZ, J.; PELETEIRO, J.; RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A.; MORANTE, J.C.; HERRERO, J.A.; VILLA, J.G. The Validation of a New Method that Measures Contact and Flight Times During Vertical Jump. **International journal of sports medicine**, v.26, p.294-302, 2005.

GIANDOLINI, M.; ARNAL, P.J.; MILLET, G.Y.; PEYROT, N.; SAMOZINO, P.; DUBOIS, B.; MORIN, J.B. Impact reduction during running: efficiency of simple acute interventions in recreational runners. **European journal of applied physiology**, v.113, n.3, p.599-609, 2013.

GIRARD, O.; MILLET, G.P.; SLAWINSKI, J.; RACINAIS, S.; MICALLEF, J.P. Changes in running mechanics and spring-mass behaviour during a 5-km time trial. **International journal of sports medicine**, v.34, n.9, p.832-40, 2013.

GITIRANA, L.D.B. **Histologia: conceitos básicos dos tecidos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2004.

GLAZIER, P.S.; ROBINS, M.T. Comment on "Use of deterministic models in sports and exercise biomechanics research" by Chow and Knudson (2011). **Sports biomechanics**, v.11, n.1, p.120-2; author reply 123-4, 2012.

GOROSTIAGA, E.M.; GRANADOS, C.; IBANEZ, J.; GONZALEZ-BADILLO, J.J.; IZQUIERDO, M. Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. **Medicine and science in sports and exercise**, v.38, n.2, p.357-66, 2006.

GRANADOS, C.; IZQUIERDO, M.; IBANEZ, J.; RUESTA, M.; GOROSTIAGA, E.M. Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. **Medicine and science in sports and exercise**, v.40, n.2, p.351-61, 2008.

GRAUBNER, R.; NIXDORF, E. Biomechanical Analysis of the Sprint and Hurdles Events at the 2009 IAAF World Championships in Athletics. **New Studies in Athletics**, v.26, n.1/2, p.19-53, 2011.

GREINER, M.; PFEIFFER, D.; SMITH, R.D. Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic tests. **Preventive veterinary medicine**, v.45, n.1-2, p.23-41, 2000.

HAIR, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E. **Multivariate Data Analysis**.7th. New Jersey: Prentice Hall, 2009a.

HAIR, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. **Análise Multivariada de Dados**.6^o edição. Porto Alegre: Bookman, 2009b.

HAKKINEN, K. Maximal force, explosive strength and speed in female volleyball and basketball players. **Journal of human movement studies**, v.16, p.291-303, 1989.

_____. Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. **Journal of sports medicine and physical fitness**, v.33, n.3, p.223-32, 1993.

HAM, D.J.; KNEZ, W.L.; YOUNG, W.B. A deterministic model of the vertical jump: implications for training. **Journal of strength and conditioning research**, v.21, n.3, p.967-72, 2007.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K.M. **Biomechanical basis of human movement**.3rd edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

HANLEY, J.A.; MCNEIL, B.J. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. **Radiology**, v.143, n.1, p.29-36, 1982.

HARLAND, M.J.; STEELE, J.R. Biomechanics of the sprint start. **Sports medicine**, v.23, n.1, p.11-20, 1997.

HARRIS, N.K.; CRONIN, J.B.; HOPKINS, W.G.; HANSEN, K.T. Relationship between sprint times and the strength/power outputs of a machine squat jump. **Journal of strength and conditioning research**, v.22, n.3, p.691-8, 2008.

HATZE, H. Validity and Reliability of Methods for Testing Vertical Jumping Performance. **Journal of applied biomechanics**, v.14, p.127-140, 1998.

HAY, J.G.; REID, J.G. **Anatomy, Mechanics, and Human Motion**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1988.

HENNESSY, L.; KILTY, J. Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. **Journal of strength and conditioning research**, v.15, n.3, p.326-31, 2001.

HOPKINS, W.G. A scale of magnitudes for effect statistic: Published May 1997 2014.

HUNTER, I.; SMITH, G.A. Preferred and optimal stride frequency, stiffness and economy: changes with fatigue during a 1-h high-intensity run. **European journal of applied physiology**, v.100, n.6, p.653-61, 2007.

HUNTER, J.P.; MARSHALL, R.N.; MCNAIR, P.J. Interaction of step length and step rate during sprint running. **Medicine and science in sports and exercise**, v.36, n.2, p.261-71, 2004.

_____. Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. **Journal of applied biomechanics**, v.21, n.1, p.31-43, 2005.

IAAF. IAAF Competition Rules 2014-2015 2014a.

_____. Technical information related to the organisation of competitions 2014b.

_____. Home of Worlds Athletics - International Association of Athletics Federations 2015.

ILLE, A.; SELIN, I.; DO, M.C.; THON, B. Attentional focus effects on sprint start performance as a function of skill level. **Journal of sports sciences**, v.31, n.15, p.1705-12, 2013.

INCALZA, P. Stride parameters in endurance runners. **New Studies in Athletics**, v.22, n.4, p.41-60, 2007.

INMAN, V.T.; RALSTON, H.J.; TODD, F. **Human walking**. Jean C Lieberman. Baltimore, 1981.

ITO, A.; ISHIKAWA, M.; ISOLEHTO, J.; KOMI, P.V. Changes in the step width, step length, and step frequency of the world's top sprinters during the 100 metres. **New Studies in Athletics**, v.21, n.3, p.35-39, 2006.

JARIC, S.; RISTANOVIC, D.; CORCOS, D.M. The relationship between muscle kinetic parameters and kinematic variables in a complex movement. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v.59, n.5, p.370-6, 1989.

JOHNSON, B.L.; NELSON, J.K. The Measurement of Power. In: B. L. Johnson e J. K. Nelson. *Practical Measurements for Evaluation in Physical Education*.2. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1974.7, p.166-183.

JOHNSON, T.M.; BROWN, L.E.; COBURN, J.W.; JUDELSON, D.A.; KHAMOUI, A.V.; TRAN, T.T.; URIBE, B.P. Effect of four different starting stances on sprint time in collegiate volleyball players. **Journal of strength and conditioning research**, v.24, n.10, p.2641-6, 2010.

JONES, S.L.; CALDWELL, G.E. Mono- and Biarticular Muscle Activity During Jumping in Different Directions. **Journal of applied biomechanics**, v.19, p.205-222, 2003.

KALE, M.; ASCI, A.; BAYRAK, C.; ACIKADA, C. Relationships among jumping performances and sprint parameters during maximum speed phase in sprinters. **Journal of strength and conditioning research**, v.23, n.8, p.2272-9, 2009.

KAWAMORI, N.; ROSSI, S.J.; JUSTICE, B.D.; HAFF, E.E.; PISTILLI, E.E.; O'BRYANT, H.S.; STONE, M.H.; HAFF, G.G. Peak force and rate of force development during isometric and dynamic mid-thigh clean pulls performed at various

intensities. **Journal of strength and conditioning research**, v.20, n.3, p.483-91, 2006.

KIM, H.Y. Statistical notes for clinical researchers: assessing normal distribution (2) using skewness and kurtosis. **Restorative dentistry & endodontics**, v.38, n.1, p.52-4, 2013.

KIVI, D.M.R. A Kinematic Comparison of the Running A and B Drills with Sprinting. (Dissertação). Faculty of Physical Education and Recreation Studie, Universidade de Manitoba, Canadá, 1997.

KNUDSON, D. **Fundamentals of Biomechanics**. Second edition. New York: Springer Science+Business Media, LLC, 2007.

KOLLIAS, I.; HATZITAKI, V.; PAPAIKOVOU, G.; GIATIS, G. Using principal components analysis to identify individual differences in vertical jump performance. **Research quarterly for exercise and sport**, v.72, n.1, p.63-7, 2001.

KOLLIAS, I.; PANOUTSAKOPOULOS, V.; PAPAIKOVOU, G. Comparing jumping ability among athletes of various sports: vertical drop jumping from 60 centimeters. **Journal of strength and conditioning research**, v.18, n.3, p.546-50, 2004.

KOMI, P.V. Biomechanics and neuromuscular performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v.16, n.1, p.26-8, 1984.

KOMI, P.V. Physiological and Biomechanical Correlates of Muscle Function: Effects of Muscle Structure and Stretch-Shortening Cycle on Force and Speed. **Exercise and sport sciences reviews**, v.12, n.1, p.81-121, 1984.

KOMI, P.V. **Strength and Power in Sport**. 2ª ed. Oxford: Blackwell Science, 2003.

KOMI, P.V.; BOSCO, C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. **Medicine and science in sports**, v.10, n.4, p.261-5, 1978.

KOMI, P.V.; GOLLHOFER, A. Stretch reflexes can have an important role in force enhancement during SSC exercise. **Journal of applied biomechanics**, v.13, n.4, p.451-460, 1997.

KOTRLIK, J.W.; WILLIAMS, H.A. The incorporation of effect size in information technology, learning, and performance research. **Information Technology, Learning & Performance Journal**, v.9, n.3, p.34-43, 2003.

KRZYSZTOF, M.; MERO, A. A kinematics analysis of three best 100 m performances ever. **Journal of human kinetics**, v.36, p.149-60, 2013.

KYROLAINEN, H.; AVELA, J.; MCBRIDE, J.M.; KOSKINEN, S.; ANDERSEN, J.L.; SIPILA, S.; TAKALA, T.E.; KOMI, P.V. Effects of power training on muscle structure and neuromuscular performance. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v.15, n.1, p.58-64, 2005.

LAFFAYE, G.; BARDY, B.G.; DUREY, A. Principal component structure and sport-specific differences in the running one-leg vertical jump. **International journal of sports medicine**, v.28, n.5, p.420-5, 2007.

LEDUNE, J.A.; NESSER, T.W.; FINCH, A.; ZAKRAJSEK, R.A. Biomechanical analysis of two standing sprint start techniques. **Journal of strength and conditioning research**, v.26, n.12, p.3449-53, 2012.

LEES, A. Biochemical assessment of individual sports for improved performance. **Sports medicine**, v.28, n.5, p.299-305, 1999.

LETZELTER, S. The development of velocity and acceleration in sprints. **New Studies in Athletics**, v.21, n.3, p.15-22, 2006.

LEVINE, T.R.; HULLETT, C.R. Eta Squared, Partial Eta Squared, and Misreporting of Effect Size in Communication Research. **Human Communication Research**, v.28, n.4, p.612–625, 2007.

LOCATELLI, E. The importance of anaerobic glycolysis and stiffness* in the sprints (60, 100 and 200 metres) **New Studies in Athletics**, v.11, n.2-3, p.121-25, 1996.

LOCKIE, R.G.; SCHULTZ, A.B.; CALLAGHAN, S.J.; JEFFRIESS, M.D. The effects of traditional and enforced stopping speed and agility training on multidirectional speed and athletic function. **Journal of strength and conditioning research**, v.28, n.6, p.1538-51, 2014.

LONGMAN, J. Florence Griffith Joyner, 38, Champion Sprinter, Is Dead 1998.

MACKALA, K. Optimisation of performance through kinematic analysis of the different phases of the 100 metres. **New Studies in Athletics**, v.22, n.2, p.7-16, 2007.

MACKALA, K.; STODOLKA, J.; SIEMIENSKI, A.; COH, M. Biomechanical analysis of squat jump and countermovement jump from varying starting positions. **Journal of strength and conditioning research**, v.27, n.10, p.2650-61, 2013a.

_____. Biomechanical analysis of squat jump and countermovement jump from varying starting positions. **Journal of strength and conditioning research**, v.27, n.10, p.2650-61, 2013b.

_____. Biomechanical analysis of standing long jump from varying starting positions. **Journal of strength and conditioning research**, v.27, n.10, p.2674-84, 2013c.

MAGEE, D. **Avaliação musculoesquelética**. Barueri: Manole, 2002.

MANN, R.; HERMAN, J. Kinematic Analysis of Olympic Sprint Performance: Men's 200 Meters. **International journal of sport biomechanics**, v.1, p.151-62, 1985.

MARKOVIC, G.; DIZDAR, D.; JUKIC, I.; CARDINALE, M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. **Journal of strength and conditioning research**, v.18, n.3, p.551-5, 2004.

MARKSTROM, J.L.; OLSSON, C.J. Countermovement jump peak force relative to body weight and jump height as predictors for sprint running performances: (in)homogeneity of track and field athletes? **Journal of strength and conditioning research**, v.27, n.4, p.944-53, 2013.

MAULDER, P.; CRONIN, J. Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. **Physical therapy in sport**, v.6, p.74-82, 2005.

MCBRIDE, J.M.; BLOW, D.; KIRBY, T.J.; HAINES, T.L.; DAYNE, A.M.; TRIPLETT, N.T. Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. **Journal of strength and conditioning research**, v.23, n.6, p.1633-6, 2009.

MCDONNELL, L.K.; HUME, P.A.; NOLTE, V. A deterministic model based on evidence for the associations between kinematic variables and sprint kayak performance. **Sports biomechanics**, v.12, n.3, p.205-220, 2013.

MCGINNIS, P.M. **Biomechanics of sport and exercise**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2005.

MCLEAN, B.D.; COUTTS, A.J.; KELLY, V.; MCGUIGAN, M.R.; CORMACK, S.J. Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.5, n.3, p.367-83, 2010.

MCMAHON, T.A.; CHENG, G.C. The mechanics of running: how does stiffness couple with speed? **Journal of biomechanics**, v.23 Suppl 1, p.65-78, 1990.

METZ, C.E. Basic principles of ROC analysis. **Seminars in nuclear medicine**, v.8, n.4, p.283-98, 1978.

MEYLAN, C.; MCMASTER, T.; CRONIN, J.; MOHAMMAD, N.I.; ROGERS, C.; DEKLERK, M. Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: reliability,

interrelationships, and ability to predict sprint and change-of-direction performance. **Journal of strength and conditioning research**, v.23, n.4, p.1140-7, 2009.

MEYLAN, C.M.; NOSAKA, K.; GREEN, J.P.; CRONIN, J.B. Variability and Influence of Eccentric Kinematics on Unilateral Vertical, Horizontal, and Lateral Countermovement Jump Performance. **Journal of strength and conditioning research**, v.24, n.3, p.840-5, 2009.

MOREIRA, A. Basquetebol: sistema de treinamento em bloco – organização e controle. (Dissertação). Mestrado em Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002. 250 p.

_____. A eficácia e a heterocronia das respostas de adaptação de basquetebolistas submetidos a diferentes modelos de estruturação da carga de treinamento e competição. (Tese). Doutorado em Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. 180 p.

MOREIRA, A.; OLIVEIRA, P.R.D.; OKANO, A.H.; SOUZA, M.D.; ARRUDA, M.D. Dynamics of the power measures alterations and the posterior long-lasting training effect on basketball players submitted to the block training system. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v.10, n.4, p.243-250, 2004.

MORIN, J.B.; DALLEAU, G.; KYROLAINEN, H.; JEANNIN, T.; BELLI, A. A simple method for measuring stiffness during running. **Journal of applied biomechanics**, v.21, n.2, p.167-80, 2005.

MORIN, J.B.; JEANNIN, T.; CHEVALLIER, B.; BELLI, A. Spring-mass model characteristics during sprint running: correlation with performance and fatigue-induced changes. **International journal of sports medicine**, v.27, n.2, p.158-65, 2006.

MORIN, J.B.; SAMOZINO, P.; ZAMEZIATI, K.; BELLI, A. Effects of altered stride frequency and contact time on leg-spring behavior in human running. **Journal of biomechanics**, v.40, n.15, p.3341-8, 2007.

MORIN, J.B.; TOMAZIN, K.; EDOUARD, P.; MILLET, G.Y. Changes in running mechanics and spring-mass behavior induced by a mountain ultra-marathon race. **Journal of biomechanics**, v.44, n.6, p.1104-7, 2011.

MURPHY, A.J.; LOCKIE, R.G.; COUTTS, A.J. Kinematic determinants of early acceleration in field sport. **Journal of sports science and medicine**, v.2, n.4, p.144-150, 2003.

NAGANO, A.; KOMURA, T.; FUKASHIRO, S. Optimal coordination of maximal-effort horizontal and vertical jump motions--a computer simulation study. **BioMedical Engineering OnLine**, v.6, p.20, 2007.

NICOL, C.; AVELA, J.; KOMI, P.V. The stretch-shortening cycle : a model to study naturally occurring neuromuscular fatigue. **Sports medicine**, v.36, n.11, p.977-99, 2006.

NORTON, K.; WHITTINGHAM, N.; CARTER, L.; KERR, D.; GORE, C.; MARFELL-JONES, M. Técnicas de medição em antropometria. In: K. Norton e T. Olds. Antropométrica. Porto Alegre: Artmed, 2005.2, p.41-87.

NUZZO, J.L.; MCBRIDE, J.M.; CORMIE, P.; MCCAULLEY, G.O. Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. **Journal of strength and conditioning research**, v.22, n.3, p.699-707, 2008.

OKKONEN, O.; HAKKINEN, K. Biomechanical comparison between sprint start, sled pulling, and selected squat-type exercises. **Journal of strength and conditioning research**, v.27, n.10, p.2662-73, 2013.

OKOSUN, I.S.; LYN, R.; DAVIS-SMITH, M.; ERIKSEN, M.; SEALE, P. Validity of a continuous metabolic risk score as an index for modeling metabolic syndrome in adolescents. **Annals of epidemiology**, v.20, n.11, p.843-51, 2010.

PADUA, D.A.; CARCIA, C.R.; ARNOLD, B.L.; GRANATA, K.P. Gender differences in leg stiffness and stiffness recruitment strategy during two-legged hopping. **Journal of motor behavior**, v.37, n.2, p.111-25, 2005.

PEREIRA, M.B. Estimação da Sensibilidade, da Especificidade e da curva ROC. (Dissertação). Mestrado em Estatística, Universidade do Minho - Escola de Medicina, Braga, 2013. 120 p.

PERTTUNEN, J.O.; KYROLAINEN, H.; KOMI, P.V.; HEINONEN, A. Biomechanical loading in the triple jump. **Journal of sports sciences**, v.18, n.5, p.363-70, 2000.

PETERSON, M.D.; ALVAR, B.A.; RHEA, M.R. The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. **Journal of strength and conditioning research**, v.20, n.4, p.867-73, 2006.

POULOS, N.; KUITUNEN, S.; BUCHHEIT, M. Effect of preload squatting on sprint performance in adolescent athletes. **New Studies in Athletics**, v.25, n.3/4, p.95-103, 2010.

RACECOURSE TECHNICAL SERVICES. UK Photo-Finish Data, 1958-1980 2015.

READ, M.M.; CISAR, C. The influence of varied rest interval lengths on depth jump performance. **Journal of strength and conditioning research**, v.15, n.3, p.279-83, 2001.

REES, S.S.; MURPHY, A.J.; WATSFORD, M.L.; MCLACHLAN, K.A.; COUTTS, A.J. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force-producing characteristics of the ankle in active women. **Journal of strength and conditioning research**, v.21, n.2, p.572-7, 2007.

RIDDERIKHOFF, A.; BATELAAN, J.H.; BOBBERT, M.F. Jumping for distance: control of the external force in squat jumps. v.31, n.8, p.1196-204, 1999.

ROCHA, P.E.C.P.D. **Medidas e Avalicao em Ciencias do Esporte**.3 ed. Rio de Janeiro: Editora Sprint Ltda, 1998.

RODRIGUES, A.; PAULO, E. Introdução a análise multivariada. In: L. J. Corrar, E. Paulo, *et al.* Análise Multivariada para os cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia. São Paulo: São Paulo: Atlas, 2007.1, p.1-72.

ROSS, M.D.; LANGFORD, B.; WHELAN, P.J. Test-retest reliability of 4 single-leg horizontal hop tests. **Journal of strength and conditioning research**, v.16, n.4, p.617-22, 2002.

RYAN, G.J.; HARRISON, A.J. Technical adaptations of competitive sprinters induced by bend running. **New Studies in Athletics**, v.18, n.4, p.57-67, 2003.

SALO, A.; BEZODIS, I. Which starting style is faster in sprint running--standing or crouch start? **Sports biomechanics**, v.3, n.1, p.43-53, 2004.

SALO, A.I.; BEZODIS, I.N.; BATTERHAM, A.M.; KERWIN, D.G. Elite sprinting: are athletes individually step-frequency or step-length reliant? **Medicine and science in sports and exercise**, v.43, n.6, p.1055-62, 2011.

SAVIN, N.E.; WHITE, K.J. The Durbin-Watson Test for Serial Correlation with Extreme Sample Sizes or Many Regressors. **Econometrica**, v.45, n.8, p.1989-1996, 1977.

SCHOT, P.K.; KNUTZEN, K.M. A biomechanical analysis of four sprint start positions. **Res Q Exerc Sport**, v.63, n.2, p.137-47, 1992.

SEAGRAVE, L. Introduction to sprint. **New Studies in Athletics**, v.11, n.2-3, p.93-113, 1996.

SEAGRAVE, L.; MOUCHBAHANI, R.; O'DONNELL, K. Neuro-Biomechanics of Maximum Velocity Sprinting. **New Studies in Athletics**, v.24, n.1, p.19-27, 2009.

SEYFARTH, A.; BLICKHAN, R.; VAN LEEUWEN, J.L. Optimum take-off techniques and muscle design for long jump. **Journal of experimental biology**, v.203, n.Pt 4, p.741-50, 2000.

SEYFARTH, A.; FRIEDRICHS, A.; WANK, V.; BLICKHAN, R. Dynamics of the long jump. **Journal of biomechanics**, v.32, n.12, p.1259-67, 1999.

SLAWINSKI, J.J.; BONNEFOY, A.; LEVEQUE, J.M.; ONTANON, G.B.; RIQUET, A.; DUMAS, R.; CHEZE, L. Kinematic and Kinetic Comparisons of Elite and Well-Trained Sprinters During Sprint Start. **Journal of strength and conditioning research**, v.24, n.4, p.896-905, 2009.

SMIRNIOTOU, A.; KATSIKAS, C.; PARADISIS, G.; ARGEITAKI, P.; ZACHAROGLIANNIS, E.; TZIORTZIS, S. Strength-power parameters as predictors of sprinting performance. **Journal of sports medicine and physical fitness**, v.48, n.4, p.447-54, 2008.

SVEDENHAG, J.; SJODIN, B. Body-mass-modified running economy and step length in elite male middle- and long-distance runners. **International journal of sports medicine**, v.15, n.6, p.305-10, 1994.

SWETS, J. Measuring the accuracy of diagnostic systems. **Science**, v.240, p.1285-93, 1988.

SWINTON, P.A.; LLOYD, R.; KEOGH, J.W.; AGOURIS, I.; STEWART, A.D. Regression models of sprint, vertical jump, and change of direction performance. **Journal of strength and conditioning research**, v.28, n.7, p.1839-48, 2014.

TANI, G. Aprendizagem motora: tendências, perspectivas e problemas de investigação. **Revista galego-portuguesa de psicoloxía e educación** v.2, n.2, p.199-215, 1998.

TAYLOR, M.J.; BENEKE, R. Spring mass characteristics of the fastest men on Earth. **International journal of sports medicine**, v.33, n.8, p.667-70, 2012.

THOMAS, J.; NELSON, J.; SILVERMAN, S. **Research Methods in Physical Activity** 6th ed. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2010.

THORLUND, J.B.; AAGAARD, P.; MADSEN, K. Rapid muscle force capacity changes after soccer match play. **International journal of sports medicine**, v.30, n.4, p.273-8, 2009.

UGARKOVIC, D.; MATAVULJ, D.; KUKOLJ, M.; JARIC, S. Standard anthropometric, body composition, and strength variables as predictors of jumping performance in elite junior athletes. **Journal of strength and conditioning research**, v.16, n.2, p.227-30, 2002.

UGRINOWITSCH, C.; BARBANTI, V.J. O ciclo alongamento e encurtamento e a "performance" no salto vertical. **Revista paulista de educação física**, v.12, n.1, p.85-94, 1998.

UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V.; RODACKI, A.L.; BATISTA, M.; RICARD, M.D. Influence of training background on jumping height. **Journal of strength and conditioning research**, v.21, n.3, p.848-52, 2007.

VAN DER HARST, J.J.; GOKELER, A.; HOF, A.L. Leg kinematics and kinetics in landing from a single-leg hop for distance. A comparison between dominant and non-dominant leg. **Clinical biomechanics**, v.22, n.6, p.674-80, 2007.

VANEZIS, A.; LEES, A. A biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump. **Ergonomics**, v.48, n.11-14, p.1594-603, 2005.

VICON. System reference - Revision 1.7.

VIITASALO, J.T.; AURA, O. Seasonal fluctuations of force production in high jumpers. **Canadian journal of applied sport sciences**, v.9, n.4, p.209-13, 1984.

VILLA, J.K.D.; SILVA, A.R.E.; SANTOS, T.S.S.; RIBEIRO, A.Q.; SANT'ANA, L.F.D.R. Risco de síndrome metabólica em crianças: uso de um escore único. **Revista Paulista de Pediatria**, v.33, n.2, p.187-193, 2015.

WEYAND, P.G.; STERNLIGHT, D.B.; BELLIZZI, M.J.; WRIGHT, S. Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. **Journal of applied physiology**, v.89, n.5, p.1991-9, 2000.

WILLIAMS, K.R.; CAVANAGH, P.R. Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance. **Journal of applied physiology**, v.63, n.3, p.1236-45, 1987.

WILLIAMS, K.R.; CAVANAGH, P.R.; ZIFF, J.L. Biomechanical studies of elite female distance runners. **International journal of sports medicine**, v.8 Suppl 2, p.107-18, 1987.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. Metabolismo e sistemas energéticos básicos. In. *Fisiologia do esporte e do exercício*.2. São Paulo: Manole, 2001.4, p.115-154.

WINTER, D.A. Kinematics. In. *Biomechanics and motor control of human movement*.4th. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.2, p.13-58.

WISLOFF, U.; CASTAGNA, C.; HELGERUD, J.; JONES, R.; HOFF, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **British journal of sports medicine**, v.38, n.3, p.285-8, 2004.

WU, W.-L.; WU, J.-H.; LIN, H.-T.; WANG, G.-J. Biomechanical analysis of the standing long jump. **Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications**, v.15, n.5, p.186-192, 2003.

YODEN, W.J. Index for rating diagnostic tests. **Cancer**, v.3, n.1, p.32-5, 1950.

YOUNG, W.; MCLEAN, B.; ARDAGNA, J. Relationship between strength qualities and sprinting performance. **Journal of sports medicine and physical fitness**, v.35, n.1, p.13-9, 1995.

ZATSIORSKY, V.M. Biomecânica da força e do treinamento de força. In: P. V. Komi. Força e potência no esporte.2. Porto Alegre: ArtMed, 2006.23, p.455 a 502.

ZWEIG, M.H.; CAMPBELL, G. Receiver-operating characteristic (ROC) plots: a fundamental evaluation tool in clinical medicine. **Clinical chemistry**, v.39, n.4, p.561-77, 1993.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. DADOS DO INDIVÍDUO

Nome completo _____

Sexo ☐ Masculino
☐ Feminino

RG _____

Data de nascimento _____

Endereço completo _____

CEP _____

Fone _____

e-mail _____

2. RESPONSÁVEL LEGAL

Nome completo _____

Natureza (grau de parentesco, tutor, curador, etc.) _____

Sexo ☐ Masculino
☐ Feminino

RG _____

Data de nascimento _____

Endereço completo _____

CEP _____

Fone _____

e-mail _____

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. Título do Projeto de Pesquisa

Título do Projeto de Pesquisa: O USO DE INDICADORES BIOMECÂNICOS PARA O ENTENDIMENTO DA DINÂMICA DE ADAPTAÇÃO DE VELOCISTAS AO LONGO DE UMA TEMPORADA

2. Pesquisador Responsável

Prof.Dr. Júlio Cerca Serrão

3. Cargo/Função

Professor Associado

4. Avaliação do risco da pesquisa:

☒ RISCO MÍNIMO ☐ RISCO BAIXO ☐ RISCO MÉDIO ☐ RISCO MAIOR
 (probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

5. Duração da Pesquisa

aproximadamente 2 anos

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

1. justificativa e os objetivos da pesquisa;

Identificar os parâmetros relacionados a força, que estão relacionados ao desempenho em provas de velocidade, e em específico aos indicadores de desempenho frequência e comprimento de passada. Sendo assim, o objetivo será investigar a dinâmica de adaptação do desempenho de atletas nas provas de 100 metros, no decorrer da temporada competitiva, a partir do monitoramento de parâmetros biomecânicos de desempenho e parâmetros biomecânicos atrelados a aspectos condicionantes (manifestação da força).

2. procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais;

a) Local de coleta

As coletas serão realizadas no Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, e no Centro de Excelência Esportiva, localizado a Rua Manoel da Nóbrega, 1111 – Ibirapuera.

b) Orientações gerais

A coleta de dados será realizada em 4 distintos momentos (a cada período de 3 a 4 semanas de treinamento), sendo que cada momento será composta por dois dias de teste, com intervalo mínimo de 24 horas e máxima de 72 horas entre os dois dias.

O tempo estimado para cada dia da coleta será de aproximadamente duas horas, período este em que o avaliado deverá estar disponível para a realização dos testes.

O avaliado deverá trajar a vestimenta usualmente utilizada nas rotinas de treinamento e/ou competição (tênis, meia, bermuda e camiseta).

c) Procedimentos

AQUECIMENTO

O AQUECIMENTO terá duração de 15 minutos, período em que serão realizados, de forma aleatória, exercícios de alongamento, corridas de baixa intensidade e corridas curtas, em linha reta e em maior velocidade e saltos.

TESTES DE SALTO

Os testes de salto serão realizados no Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Sobre a plataforma de força, serão realizados 4 tipos de salto, dois tipos de salto vertical e dois tipos de salto horizontal.

Em cada tipo de salto serão realizadas 3 tentativas, totalizando 12 tentativas válidas.

Para a identificação de aspectos relacionados a técnica de movimento, serão fixados marcadores esféricos anatômicos

TESTES DE CORRIDA

Os testes de corrida serão realizados no Centro de Excelência Esportiva.

Serão realizados testes de corrida nas distâncias de 50 e 150 metros, devendo a distância ser percorrida no menor tempo possível.

3. desconfortos e riscos esperados;

Considerando que os gestos a serem realizados são frequentemente adotados nas rotinas de avaliação/treinamento de atletas de atletismo, serão realizados de forma não invasiva, o risco envolvido na coleta de dados é mínimo.

4. benefícios que poderão ser obtidos;

Pela realização do presente estudo, poder-se-á identificar os fatores condicionantes atrelados ao desempenho nas provas de velocidade, assim como, a possibilidade de adaptação destes, ao longo do processo de treinamento.

Sendo assim, fornecerá subsídios para um melhor direcionamento dos procedimentos de intervenção, monitoramento e controle das cargas de treinamento

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

Nós estamos à disposição para esclarecer eventuais dúvidas, sobre os procedimentos e resultados do estudo.

Você tem o direito de se retirar a qualquer momento, sem que isso provoque qualquer transtorno.

Nós asseguramos o sigilo, confidencialidade e privacidade dos dados. A Universidade de São Paulo coloca à disponibilidade a assistência no Hospital Universitário (HU) para eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Prof. Dr. Júlio Cerca Serrão, Professor Orientador.

Prof. Ms. Rodrigo Maciel Andrade, Mestre em Biodinâmica do Movimento Humano.

ENDEREÇO: Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo.
Rua Professor Mello Moraes, 65 – Cidade Universitária – CEP: 05508-900.
Tel: (11) 3091-3184.

Emails: jcserrao@usp.br; rodmaciel@gmail.com; rodmaciel@usp.br

VI - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, ____/____/____

assinatura do sujeito da pesquisa
ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)

APÊNDICE B

Análise de consistência interna (coeficiente de correlação intraclasse - CCI) dos parâmetros biomecânicos analisado no presente estudo

Gênero masculino				
<i>Sprint</i>				
v_m			0,96	
t_c			0,98	
t_v			0,93	
Saltos	SV	SH	SVP	SHP
t_{exc}	0,62	0,72	0,82	0,79
PF_{fre}	0,89	0,95	0,93	0,91
TPF_{fre}	0,84	0,86	0,86	0,81
TDF_{fre}	0,95	0,89	0,91	0,93
t_{con}	0,91	0,93	0,89	0,91
PF_{prop}	0,95	0,92	0,92	0,96
TPF_{prop}	0,62	0,79	0,84	0,89
TDF_{prop}	0,91	0,89	0,98	0,97

Gênero feminino				
<i>Sprint</i>				
v_m			0,93	
t_c			0,94	
t_v			0,97	
Saltos	SV	SH	SVP	SHP
t_{exc}	0,66	0,70	0,81	0,85
PF_{fre}	0,87	0,98	0,94	0,71
TPF_{fre}	0,85	0,90	0,86	0,82
TDF_{fre}	0,95	0,91	0,91	0,89
t_{con}	0,96	0,90	0,90	0,94
PF_{prop}	0,93	0,94	0,97	0,96
TPF_{prop}	0,70	0,83	0,93	0,93
TDF_{prop}	0,90	0,89	0,90	0,93

Todos os valores de CCI apresentaram significância estatística, considerando $p < 0,05$