

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

**DETERMINAÇÃO DA ALTURA INDIVIDUAL DE QUEDA PARA
SALTOS EM PROFUNDIDADE EM ATLETAS DE VOLEIBOL
DE AMBOS OS SEXOS**

André Luiz Felix Rodacki

SÃO PAULO
1997

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

**DETERMINAÇÃO DA ALTURA INDIVIDUAL DE QUEDA PARA
SALTOS EM PROFUNDIDADE EM ATLETAS DE VOLEIBOL
DE AMBOS OS SEXOS**

André Luiz Felix Rodacki

EEFE - USP
BIBLIOTECA
911

SÃO PAULO

1997

**DETERMINAÇÃO DA ALTURA INDIVIDUAL DE QUEDA PARA
SALTOS EM PROFUNDIDADE EM ATLETAS DE VOLEIBOL
DE AMBOS OS SEXOS**

ANDRÉ LUIZ FELIX RODACKI

Dissertação apresentada à Escola de
Educação Física e Esporte da
Universidade de São Paulo, como
requisito parcial para a obtenção do
grau de Mestre em Educação Física.

ORIENTADORA: PROF.^a DR.^a MARIA AUGUSTA PEDUTI DAL'MOLIN KISS

Rodacki, André Luiz Felix

Determinação da altura individual de queda para saltos em profundidade em atletas de voleibol de ambos os sexos / André Luiz Felix Rodacki. -- São Paulo : [s.n.], 1997.
xxvii, 155p.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Ma. Augusta Peduti Dal'Mollin Kiss

1. Treinamento e rendimento esportivo I. Título.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a minha orientadora, Prof^a Dr^a **Maria Augusta Peduti Dal Molin Kiss (EEFE-USP)**, pela amizade, compreensão, confiança e incentivo demonstrados ao longo do desenvolvimento desta pesquisa e de meu crescimento acadêmico.

Ao Prof. Dr^o **Alberto Carlos Amadio (EEFE-USP)**, pela orientação acadêmica, e amizade demonstrada ao longo do Curso e pelas críticas apresentadas na elaboração deste trabalho.

Aos Professores Dr. **Ricardo Coelho (DEF-UFPR)**, Dr. **Wagner de Campos (DEF-UFPR)**, pelo constante incentivo e sugestões no desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas Prof. MS. **Fernando Roberto de Oliveira**, Prof. MS. **Jorge Roberto Perrout de Lima**, Prof.^a MS. **Karin Ayume Matsushigue**, Prof. **Márcio Basiches**, Prof. **Roberto Fernandes da Costa** pelo inestimável auxílio prestado na coleta dos dados.

Aos professores **Sueli Giolo**, **Paulo Ricardo e Sílvia** e aos acadêmicos **Lara Xavier** e **Eduardo Simm** do Laboratório de Estatística (**DE-UFPR**), pelo auxílio, crítica e sugestões apresentadas.

Aos funcionários da Escola de Educação Física e Esporte, **Célia, Edson, Lurdes, Lúcia, Marcos, Pedrinho e Selma**, sem os quais as dificuldades seriam maiores.

Ao amigo **Carlos Roberto Toaldo** pela acolhida e amizade.

A minha mãe **Teresa**, pelo apoio em todos os momentos difíceis de minha vida.

A minha esposa **Cíntia** e ao meu filho **Luiz Eduardo** pela paciência e incentivo.

A todos os **atletas e técnicos** envolvidos nesta pesquisa.

A todos aqueles que de alguma forma, direta ou indiretamente, auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa.

À memória de **LUIZ RODACKI**, que me ensinou o verdadeiro significado da palavra “*amor*” e à minha família que mantém estes ensinamentos sempre vivos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE EQUAÇÕES	xviii
LISTA DE ANEXOS	xx
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xxii
RESUMO	xxiv
ABSTRACT	xxvi
 1 INTRODUÇÃO	 1
1.1 Problemática	1
1.2 Justificativa	11
1.3 Objetivos do estudo	11
1.3.1 Objetivo geral	11
1.3.2 Objetivos complementares	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 Aspectos históricos, conceituação e utilização da pliometria	12
2.2 Acúmulo e utilização de energia elástica nos músculos estriados	 16

2.2.1 Estrutura muscular e utilização da energia elástica	16
2.2.2 Reflexo miotático	22
2.2.3 Tipos de fibras musculares, área de secção transversal e força explosiva	25
2.3 O salto em profundidade e a determinação da altura de queda	27
2.4 Variáveis antropométricas e funcionais na performance do salto vertical	34
2.4.1 Variáveis antropométricas	36
2.4.1.1 Variáveis antropométricas de comprimentos e circunferências de segmentos inferiores	36
2.4.1.2 Variáveis de composição corporal	39
2.5 Variáveis funcionais do salto em profundidade	42
2.6 Conclusão da fundamentação teórica	43
2.7 Definição de termos	47
3 METODOLOGIA	50
3.1 Procedimentos preliminares	50
3.2 População e amostra	50
3.2.1 Descrição da população	50
3.2.2 Descrição da amostra	51
3.3 Coleta de dados	51
3.4 Variáveis do estudo	52

	Página
3.4.1 Variáveis antropométricas	53
3.4.1.1 Dobras cutâneas	53
3.4.1.2 Circunferências absolutas	57
3.4.1.3 Circunferências corrigidas	58
3.4.1.4 Comprimento de coxa	59
3.4.1.5 Comprimento de perna	60
3.4.1.6 Altura trocantérica femoral	60
3.4.1.7 Altura tronco-cefálica	61
3.4.1.8 Indicadores antropométricos	61
3.4.2 Variáveis funcionais	63
3.4.2.1 Variável funcional absoluta - teste de salto vertical máximo	63
3.4.2.2 Variável funcional relativa - impulsão vertical relativa	65
3.4.3 Variável resposta - determinação da altura individual de queda	65
3.5 Limitações	67
3.6 Tratamento estatístico	68
3.6.1 Análises estatísticas descritivas e univariadas	68
3.6.2 Análises correlacionais e multivariadas para a construção de modelos preditivos da altura individual de queda (AIQ)	69
4 RESULTADOS	71
4.1 Análises descritivas das variáveis antropométricas	71

	Página
4.1.1 Caracterização da amostra	72
4.1.2 Dobras cutâneas	74
4.1.3 Circunferências	78
4.1.4 Comprimentos e alturas	80
4.1.5 Índices antropométricos	81
4.2 Análises descritivas das variáveis funcionais absoluta e relativa	84
4.3 Variável resposta - teste de determinação da altura individual de queda dos saltos em profundidade (AIQ)	85
4.3.1 Primeiro teste de determinação da altura individual de queda (T1)	86
4.3.2 Segundo teste de determinação da altura individual de queda (T2)	93
4.4 Análises de regressão lineares múltiplas	98
4.4.1 Equações para os sujeitos do sexo masculino	99
4.4.2 Equações para os sujeitos do sexo feminino	104
5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	111
6 CONCLUSÕES	124
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
ANEXOS	144

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) de caracterização dos sujeitos do sexo masculino	72
TABELA 2 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) de caracterização dos sujeitos do sexo feminino	72
TABELA 3 - Valores absolutos médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) das variáveis antropométricas de dobras cutâneas dos sujeitos do sexo masculino	75
TABELA 4 - Valores absolutos médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) das variáveis antropométricas de dobras cutâneas dos sujeitos do sexo feminino	76

TABELA 5 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) das variáveis antropométricas de circunferências absolutas e corrigidas dos sujeitos do sexo masculino	78
TABELA 6 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) das variáveis antropométricas de circunferências absolutas e corrigidas dos sujeitos do sexo feminino	79
TABELA 7 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) das variáveis antropométricas de comprimentos e alturas dos sujeitos do sexo masculino	80
TABELA 8 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) das variáveis antropométricas de comprimentos e alturas dos sujeitos do sexo feminino	80
TABELA 9 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) de índices antropométricos de IMC, ICRU e IESQ dos sujeitos do sexo masculino	82

TABELA 10 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) de índices antropométricos de IMC, ICRU e IESQ dos sujeitos do sexo feminino	82
TABELA 11 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) da variável funcional absoluta e relativa do salto vertical dos sujeitos do sexo masculino	84
TABELA 12 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) da variável funcional absoluta e relativa do salto vertical dos sujeitos do sexo feminino	84
TABELA 13 - Valores médios da ECG no teste T1 para os sujeitos do sexo masculino e feminino em diferentes alturas de queda	87
TABELA 14 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) do teste T1 de determinação da altura individual de queda dos sujeitos do sexo masculino e feminino	88
TABELA 15 - Valores médios (x) e desvios padrão (dp), do TC no teste T1 para os sujeitos do sexo masculino e feminino em diferentes alturas de queda	90

TABELA 16 - Valores médios (x) e desvios padrão (dp) da ECG no teste T2 dos sujeitos do sexo masculino e feminino em função de diferentes alturas de queda	93
TABELA 17 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) do teste T2 de determinação da altura individual de queda dos sujeitos do sexo masculino e feminino	94
TABELA 18 - Valores médios e desvios padrão (dp), do tempo de contato (TC) com o solo no teste T2 para sujeitos do sexo masculino e feminino em função de diferentes alturas de queda (AQ)	96
TABELA 19 - Resultados da análise de regressão múltipla da variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditoras de IVR e ATC para os sujeitos do sexo masculino	99
TABELA 20 - Resultados da análise de regressão múltipla da variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditoras de IESQ e DTRI para os sujeitos do sexo feminino	104
TABELA 21 - Matriz de variância e pesos atribuídos para três diferentes categorias da variável antropométrica de IESQ do grupo do sexo feminino	107

TABELA 22 - Resultados da análise de regressão múltipla da variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditoras (IESQ e DTRI) para os sujeitos do sexo feminino, através do método de mínimos quadrados ponderados	108
---	-----

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 - Valores absolutos médios e desvios padrão da variável antropométricas descritiva de idade dos sujeitos do sexo masculino e feminino	73
FIGURA 2 - Valores absolutos médios e desvios padrão da variável antropométricas descritiva de estatura dos sujeitos do sexo masculino e feminino	73
FIGURA 3 - Valores absolutos médios e desvios padrão da variável descritiva de peso corporal dos sujeitos do sexo masculino e feminino	74
FIGURA 4 - Valores absolutos médios e desvios padrão das variáveis antropométricas descritivas de dobras cutâneas dos sujeitos do sexo masculino e feminino	77
FIGURA 5 - Valores absolutos médios e desvios padrão das variáveis antropométricas a partir de somatórios de dobras cutâneas dos sujeitos do sexo masculino e feminino	77

FIGURA 6 - Valores médios e desvios padrão das circunferências absolutas e corrigidas de segmentos inferiores dos sujeitos do sexo masculino e feminino	77
FIGURA 7 - Valores médios e desvios padrão das variáveis antropométricas de comprimentos e alturas entre os sujeitos do sexo masculino e feminino	81
FIGURA 8 - Valores médios e desvios padrão do índice antropométrico de IMC dos sujeitos do sexo masculino e feminino	83
FIGURA 9 - Valores médios e desvios padrão dos índices antropométricos de ICRU e IESQ dos sujeitos do sexo masculino e feminino	83
FIGURA 10 - Valores médios e desvios padrão das variáveis funcionais absoluta e relativa dos sujeitos do sexo masculino e feminino	85
FIGURA 11 - Valores de ECG no teste T1 para os sujeitos do sexo masculino em diferentes alturas de queda	89
FIGURA 12 - Valores de ECG no teste T1 para os sujeitos do sexo feminino em diferentes alturas de queda	89
FIGURA 13 - Valores médios do TC no teste T1 dos sujeitos do sexo masculino em diferentes alturas de queda	92
FIGURA 14 - Valores médios do TC no teste T1 dos sujeitos do sexo feminino em diferentes alturas de queda	93

FIGURA 15 - Valores da ECG no teste T2 dos sujeitos do sexo masculino em diferentes alturas de queda	95
FIGURA 16 - Valores de ECG do teste T2 dos sujeitos do sexo feminino em diferentes alturas de queda	95
FIGURA 17 - Tempos de contato (TC) com o solo do teste T2 dos sujeitos do sexo masculino em diferentes alturas de queda	97
FIGURA 18 - Tempos de contato (TC) com o solo do teste T2 dos sujeitos do sexo feminino em diferentes alturas de queda	98
FIGURA 19 - Análise de resíduos da equação 10, entre a variável resposta (AIQ) e as variáveis preditoras (IVR e ATC) do grupo masculino	100
FIGURA 20 - Normalidade de distribuição dos erros da equação 10 para a variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditoras (IVR e ATC) do grupo masculino	101
FIGURA 21 - Análise de resíduos da equação 11, entre a variável resposta (AIQ) e as variáveis preditoras (IVR e ATC) do grupo masculino, após a exclusão de um caso discrepante	102
FIGURA 22 - Normalidade de distribuição dos erros da equação 11 para a variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditoras (IVR e ATC) do grupo masculino, após a exclusão de um caso discrepante	103

FIGURA 23 - Análise de resíduos da equação 12, entre a variável resposta (AIQ) e as variáveis preditoras (IESQ e DTRI) do grupo feminino	105
FIGURA 24 - Normalidade de distribuição dos erros da equação 12 para a variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditoras (IESQ e DTRI) do grupo feminino	106
FIGURA 25 - Análise de resíduos da equação 13, entre a variável resposta (AIQ) e as variáveis preditoras (IESQ e DTRI) do grupo feminino, através do modelo de mínimos quadrados ponderados	109
FIGURA 26 - Normalidade de distribuição dos erros da equação 13 para a variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditoras (IESQ e DTRI) do grupo feminino, através do modelo de mínimos quadrados ponderados	110

LISTA DE EQUAÇÕES

	Página
EQUAÇÃO 1 - Somatória de dobras cutâneas de membros superiores e tronco (DCSS)	56
EQUAÇÃO 2 - Somatória de dobras cutâneas de segmentos inferiores (DCSI)	56
EQUAÇÃO 3 - Somatória total de dobras cutâneas (STDC)	57
EQUAÇÃO 4 - Circunferência corrigida de coxa (PCCO)	58
EQUAÇÃO 5 - Circunferência corrigida da perna (PCPE)	59
EQUAÇÃO 6 - Índice crural (ICRU)	62
EQUAÇÃO 7 - Índice esquelético (IESQ)	62
EQUAÇÃO 8 - Índice de massa corporal (IMC)	62
EQUAÇÃO 9 - Variável funcional relativa - impulsão vertical relativa (IVR)	65
EQUAÇÃO 10 - Equação de regressão para a AIQ em função das variáveis preditoras de IVR e ATC para os sujeitos do sexo masculino	100
EQUAÇÃO 11 - Equação de regressão para a AIQ em função das variáveis preditoras de IVR e ATC para os sujeitos do sexo masculino após a exclusão de um sujeito outlier	102

EQUAÇÃO 12 - Equação de regressão para a AIQ em função das variáveis preditorias de IESQ e DTRI para os sujeitos do sexo feminino	105
EQUAÇÃO 13 - Equação de regressão para a AIQ em função das variáveis preditorias de IESQ e DTRI para os sujeitos do sexo feminino, através do modelo de mínimos quadrados ponderados	108

LISTA DE ANEXOS

Página

ANEXO I - Valores individuais das variáveis descritivas de caracterização e de massa dos sujeitos do sexo masculino	145
ANEXO II - Valores individuais das variáveis antropométricas de comprimentos e alturas, circunferências e índices corporais dos sujeitos do sexo masculino	146
ANEXO III - Valores individuais das variáveis funcionais de impulsão vertical absoluta (IVA), de impulsão vertical relativa (IVR) e da variável resposta nos testes T1 e T2 dos sujeitos do sexo masculino	147
ANEXO IV - Valores individuais das variáveis descritivas de caracterização e de massa dos sujeitos do sexo feminino	148
ANEXO V - Valores individuais das variáveis antropométricas de comprimentos e alturas, circunferências e índices corporais dos sujeitos do sexo feminino	149

ANEXO VI - Valores individuais das variáveis funcionais de impulsão vertical absoluta (IVA), de impulsão vertical relativa (IVR) e da variável resposta nos testes T1 e T2 dos sujeitos do sexo feminino	150
ANEXO VII - Valores individuais da elevação do centro de gravidade (ECG) em diferentes alturas de queda nos testes T1 e T2 dos sujeitos do sexo masculino	151
ANEXO VIII - Valores individuais dos tempos de contato (TC) em diferentes alturas de queda nos testes T1 e T2 dos sujeitos do sexo masculino	152
ANEXO IX - Valores individuais da elevação do centro de gravidade (ECG) em diferentes alturas de queda nos testes T1 e T2 dos sujeitos do sexo feminino	153
ANEXO X - Valores individuais dos tempos de contato (TC) em diferentes alturas de queda nos testes T1 e T2 dos sujeitos do sexo feminino	154
ANEXO XI - Matrizes de correlação das variáveis selecionadas no estudo dos sujeitos do sexo masculino e feminino	155

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

AIQ	Altura individual de queda
ATC	Altura tronco cefálica
ATRO	Altura trocantérica
CEP	Componentes elásticos em paralelo
CES	Componente elásticos em série
DABD	Dobra cutânea abdominal
DCOX	Dobra cutânea de coxa
DCSI	Somatório de dobras cutâneas de segmentos inferiores
DCSS	Somatório de dobras cutâneas de tronco e segmentos superiores
DPE	Desvio padrão de estimativa
DPER	Dobra cutânea de perna
dp	Desvio padrão
DSIL	Dobra cutânea supra-iliaca
DSUB	Dobra cutânea subescapular
DTRI	Dobra cutânea de tríceps braquial
E	Estatura
EC	Elemento contrátil
ECG	Elevação do centro de gravidade
ICRU	Índice crural
IESQ	Índice esquelético
IMC	Índice de massa corporal
IVA	Impulsão vertical absoluta
IVR	Impulsão vertical relativa

P	Peso corporal
PCCO	Perímetro corrigido de coxa
PCOX	Perímetro de coxa
PCPE	Perímetro corrigido de perna
PPER	Perímetro de perna
R^2	Coefficiente de determinação
$R^2_{AJUSTADO}$	Coefficiente de determinação ajustado
SP	Salto em profundidade
STDC	Somatório total de dobras cutâneas
T1	Primeiro teste de determinação da altura individual de queda
T2	Segundo teste de determinação da altura individual de queda
TC	Tempo de contato com o solo

RESUMO

DETERMINAÇÃO DA ALTURA INDIVIDUAL DE QUEDA PARA SALTOS EM PROFUNDIDADE EM ATLETAS DE VOLEIBOL DE AMBOS OS SEXOS

Autor: ANDRÉ LUIZ FELIX RODACKI

Orientadora: PROF.^a DR.^a MARIA AUGUSTA PEDUTI DAL'MOLIN KISS

O propósito deste estudo foi estabelecer uma equação estatística preditiva da altura individual de queda (AIQ) dos saltos em profundidade (SP) para atletas de elite de ambos os sexos, a partir de variáveis funcionais do salto vertical (SV) e um conjunto de variáveis antropométricas. Os dados foram obtidos a partir de uma amostra de 51 jogadores de voleibol, pertencentes a clubes esportivos do estado de São Paulo envolvidos na Liga Nacional de Voleibol - 1996. A amostra foi dividida em dois grupos com 26 homens ($20 \pm 2,4$ anos) e 25 mulheres ($22 \pm 3,5$ anos). As variáveis antropométricas compreenderam medidas de massa, comprimentos e alturas, circunferências e índices antropométricos. As medidas de massa utilizadas foram: dobras cutâneas de tríceps braquial (DTR1), subescapular (DSUB), suprailíaca (DSIL), abdominal (DABD), coxa (DCOX), perna (DPER), o somatório total de dobras cutâneas medidas (STDC), o somatório das dobras cutâneas de segmento superior e tronco (DCSS) e o somatório de segmentos inferiores (DCSI). As medidas de comprimentos e alturas foram a altura tronco-cefálica (ATC) e trocântérica (ATRO), os comprimentos de coxa (CCOX) e perna (CPER). As circunferências foram as medidas absolutas de coxa (PCOX) e perna (PPER) e as circunferências corrigidas de coxa (PCCO) e perna (PCPE). O índice de massa corporal (IMC), o índice esquelético (IESQ) e o índice crural (ICRU) foram calculados. As variáveis funcionais consideradas foram subdivididas em

variável absoluta (IVA- elevação absoluta do centro de gravidade) e relativa (IVR - nomograma de Lewis). A elevação do centro de gravidade (ECG) foi determinada através do tempo de voo mediano de três SV máximos intervalados, com contramovimento medidos no equipamento ergojump®. A variável resposta foi determinada experimentalmente pela altura de queda que proporcionou a maior ECG no SV subsequente. O tempo de contato (TC) com o solo nos saltos em profundidade foi controlado através do ergojump®. No grupo masculino foi possível determinar uma equação preditiva a partir das variáveis IVR e ATC, com $R^2_{\text{ajustado}} = 78,05 \%$ e DPE = 4,73 cm, representada por: $AIQ = 60,00 + 0,695 (IVR) - 1,01 (ATC)$. O modelo preditivo feminino incluiu somente as variáveis de IESQ e DTRI e é descrita por: $AIQ = - 48,39 + 0,977 (IESQ) - 0,528 (DTRI)$, com $R^2_{\text{ajustado}} = 58,78\%$ e DPE = 0,98 cm. Foi possível concluir que AIQ dos SP pode ser predita através de variáveis antropométricas e funcionais do SV somente para os jogadores masculinos de voleibol. Recomenda-se a realização de estudos complementares de validação para as equações de ambos os grupos.

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE INDIVIDUAL DROP HEIGHT FOR DEPTH JUMPS FOR BOTH GENDER ELITE VOLLEY-BALL ATHLETES

Author : ANDRÉ LUIZ FELIX RODACKI

Adviser : PROF.^a DR.^a MARIA AUGUSTA PEDUTTI DAL MOLIN KISS

The purpose of this study was to establish a statistical predictive equation for individual drop height (AIQ) in depth jumps (DJ) for both gender elite athletes, from functional variables of vertical jump (SV), and a set of anthropometric variables. The data was collected from a sample size of 51 volleyball players, belonging to São Paulo state athletic clubs, which had been involved in the National Volleyball League -1996. The sample was divided in two groups of 26 male (20 ± 2.4 years old) and 25 female subjects (22 ± 3.5 years old). The anthropometric variables comprehended measures of mass, lengths and heights, girdles and anthropometric indexes. The measures of mass used were: skinfolds of triceps brachial (DTRI), subescapular (DSUB), suprailiac (DSIL), abdominal (DABD), thigh (DCOX), calf (DPER), the sum of all skinfolds measured (STDC), the sum of trunk and upper limb skinfolds (DCSS) and the lower limb skinfolds (DCSI). The measures of lengths and heights were: sitting height (ATC), trochanteric height (ATRO), length of thigh (CCOX) and calf (CPER). The girdles computed were the absolute measures of thigh (PCOX) and calf (PPER) and adjusted girdles of thigh (PCCO) and calf (PCPE). The body mass index (IMC), the skeletal index (IESQ) and the crural index (ICRU) were calculated. The functional variables were broken in absolute variable (IVA - absolute displacement of center of gravity) and relative variable (IVR - Lewis' nomograma). The raising of the center of gravity were determined through median flying time of three maximal interval SV with countermovement measured

in ergojump® equipment. The response variable was experimentally determined by the height that leads the greatest raise of center of gravity in the subsequent SV. The time of contact (TC) with the ground in depth jumps were controlled through ergojump®. In the male subjects group was possible to achieve a predictive equation using IVR and ATC variables, with $R^2_{\text{adjusted}} = 78.05\%$ and $\text{SDE} = 4.73\text{ cm}$, represented by: $\text{AIQ} = 60.00 + 0.695 (\text{IVR}) - 1.01 (\text{ATC})$. The female predictive model included only IESQ and DTRI variables and is described by $\text{AIQ} = -48.39 + 0.977 (\text{IESQ}) - 0.528 (\text{DTRI})$, with $R^2_{\text{adjusted}} = 58.78\%$ and $\text{SDE} = 0.98\text{ cm}$. It is possible to conclude that the AIQ of DJ could be predicted from anthropometric and functional variables only for male volleyball players. It is recommended to perform other complementary studies of validation for both group equations.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problemática

O esporte de alto rendimento é uma das áreas da educação física que tem apresentado um desenvolvimento importante nos últimos anos. A busca de sistemas e métodos de treinamento mais eficazes tem levado a uma constante reformulação dos princípios e conceitos até então utilizados. De uma Olimpíada a outra e de um Campeonato Mundial a outro, nota-se o empenho do homem em se tornar mais forte, resistente, veloz, potente e determinado a superar recordes e estabelecer o limite máximo de seu rendimento.

A habilidade de salto vertical, também denominada impulsão vertical, consiste na possibilidade de elevação da massa corporal verticalmente por um certo período de tempo e assume um papel preponderante em diversas modalidades esportivas como o basquetebol, o voleibol, o futebol, a natação e provas de salto em atletismo. Esta habilidade está intimamente relacionada a um complexo conjunto de capacidades motoras condicionais e coordenativas que determinam seus diferentes níveis de desempenho. Dentre as capacidades condicionais, a combinação entre a força e a velocidade, também chamada de força explosiva, reativa ou ainda potência muscular, é descrita como a variável mais importante a ser aprimorada no treinamento da impulsão vertical.

A impulsão vertical é tema de freqüente preocupação para muitos treinadores, pois a escolha de um método eficaz de treinamento mostra-se de fundamental importância em seu desenvolvimento. As metodologias de treinamento encontradas para a habilidade de salto revelam uma variedade muito extensa, principalmente quando algumas combinações metodológicas são

consideradas. Nos diferentes programas de treinamento, observa-se a utilização de atividades que incluem exercícios isométricos, concêntricos, excêntricos, isocinéticos e pliométricos (BALL et alii, 1967; BLATNER & NOBLE, 1979; BLOOMFIELD et alii, 1994; BURR & YOUNG, 1989; JONES, 1972; KUZNEZOW¹, 1972 apud OSES, 1983; McKENTHAN & MAYEW, 1974; MATVEEV & LEVCHENKO, 1986; MOURA et alii, 1993; REID, 1989; RODACKI et alii, 1994; STERLING, 1970; WILSON et alii, 1993).

O esporte exige a utilização de métodos e exercícios que em pouco tempo de treinamento proporcionem bons resultados, e sejam isentos de lesões. Neste sentido, BOBBERT (1990), MANN (1981), MOURA (1988) e MOYNIHAN (1983), citaram que a pliometria é uma das metodologias mais eficientes e utilizadas para o desenvolvimento da impulsão vertical.

O método pliométrico está baseado no ciclo excêntrico-concêntrico, através da aceleração e da desaceleração do peso corporal (com ou sem sobrecargas) em atividades dinâmicas como flexionamentos e saltos em profundidade. Os saltos em profundidade são a forma de manifestação pliométrica mais freqüente, e consistem na execução de um salto vertical máximo após uma queda de uma plataforma, ou plano mais elevado (BOBBERT, 1990; KOMI & BOSCO, 1978a; MOURA et alii, 1993; RADCLIFFE & FARENTINOS, 1985; SARDINHA & MIL-HOMENS, 1989).

O ciclo excêntrico-concêntrico, quando imposto ao músculo esquelético ativo, desencadeia uma potencialização mecânica, elástica e reflexa, resultando numa maior produção de trabalho positivo (MOURA, 1988; MOURA et alii, 1993).

¹ H. H. Kuznezow Kraftvorbereitung-theoretische Grundlagen der Muskelkraftentwicklung. Berlin. Sportverlag. p.198. 1972.

BOBBERT (1990), relacionou alguns estudos que envolveram atividades pliométricas através de saltos em profundidade, destacando os trabalhos de BARTHOLOMEW² (1985), que conseguiu ganhos de 10,2 cm na altura do salto vertical; STEBEN & STEBEN³ (1981), com ganhos de 10,0 cm; BOSCO & PITTERA⁴ (1982), com 9,4 cm; POLHEMUS⁵ (1981), com 8,1 cm; BROWN⁶ (1986), com 7,1 cm, dentre outros com diferentes ganhos.

Apesar de muitos estudos apontarem para as vantagens do método pliométrico utilizado exclusivamente, ou mesmo combinado com outras formas de treinamento, poucos são os trabalhos que apresentam um delineamento preciso para este tipo de exercitação. Diversos trabalhos buscaram analisar alguns fatores relacionados a determinação das cargas do trabalho do treinamento pliométrico que podem influenciar o desenvolvimento da capacidade de salto vertical (ANDERSON & PANDY, 1993; AURA & KOMI, 1986; BOBBERT, 1990; MIL-HOMENS, 1987; NASSER, 1990; OSES, 1983; VITASALO et alii, 1987; WILSON et alii, 1993). Assim, o número de repetições, a frequência das sessões, a duração e principalmente a intensidade do treinamento, tem sido estudados.

ASMUSSEN & BONDE-PETERSEN (1974), KOMI & BOSCO (1978a), ao analisarem o ciclo excêntrico-concêntrico, indicaram que a intensidade do estímulo pliométrico, desenvolvido através de saltos em profundidade, é determinada pela altura de queda, que pode facilmente ser manipulada, alterando a carga de alongamento imposta aos músculos durante a fase de amortecimento. A carga de alongamento, estabelecida pela altura de queda, objetiva um

²S. A. Bartholomew Plyometric and vertical jump training. Thesis. S. I. University of North Carolina. 1985.

³R. E. Steben; A.H. Steben The validity of the stretch-shortening cycle in selected jumping events. Journal of Sports Medicine, v.21, p.28-37, 1981.

⁴C. Bosco; C. Pittera Zur Trainingswirkung neuentwickelter Sprung auf die Explosivkraft. Leitungssport, v.12, p.36-39, 1982.

⁵R. Polhemus Plyometric training for the improvement of athletic ability. Scholastic Coach, v.51, p.58-9, 1981.

⁶M.E. Brown The effect of plyometric training on the vertical jump of high school boys basketball players. Microform Publications. Thesis. s. I. University of Oregon, 1986.

aproveitamento ótimo da energia elástica acumulada no trabalho muscular no regime excêntrico, de forma a aproveitá-la na fase concêntrica seguinte, atingindo uma resposta mais elevada no salto vertical (ANDERSON & PANDY, 1993; BOSCO & KOMI, 1978; CAVAGNA, 1977; VAN INGEN SCHENAU, 1984). A manipulação da altura de queda também busca desencadear uma estimulação reflexa adequada de proprioceptores musculares (miotática), propiciando uma condição nervosa facilitatória (KOMI & BOSCO, 1978b).

Os estudos de BOSCO et alii (1982), KOMI (1984), MOURA (1988), e MOURA et alii (1993), confirmaram que fatores mecânicos e reflexos estão relacionados com a altura de queda, e sugerem a existência de uma altura “ótima” de queda para desencadeá-los adequadamente.

A literatura (BOBBERT, 1990; CLUTCH et alii, 1983; OSES, 1983), mostra que a existência de uma altura de queda considerada como “ótima” está disposta em uma grande amplitude de variação, propiciando a existência de amplos intervalos de determinação. MOURA et alii (1993), encontraram na literatura intervalos de determinação entre 38 e 200 cm; BARBANTI (1987), citou que alguns atletas soviéticos utilizaram alturas de queda de até 250 cm; LUNDIN (1986), também constatou padrões abrangentes entre 50 e 320 cm.

O treinamento pliométrico através de saltos em profundidade sofreu, e ainda sofre, forte influência de trabalhos que buscaram identificar uma altura de queda única para todos os indivíduos. Assim, as alturas de queda adotadas na prática do treinamento pliométrico, também obedeceram a padrões fixos. KATSHAJOV et alii⁷, (1976 apud OSES, 1983) sugeriu que a altura de 80 cm era “ideal”; KOMI & BOSCO (1978a) sugeriram que na altura de queda de 62 cm, o

⁷ S.V. Katshajov et alii. Determinazione dell'intensità di carico ottimale nella costruzione della capacità di spinta degli atleti (juniores). *Atletica Leggera*, v.195, p.44-46, 1976.

resultado no salto vertical subsequente seria maior. VERKOSHANSKI⁸ (1967 apud BOBBERT, 1990), afirmou que quando o salto em profundidade fosse realizado sobre apenas um dos segmentos, a altura deveria ser de 50 cm e sugere que a altura de queda de 75 cm é adequada para os saltos em profundidade com ambos os segmentos (VERKOSHANSKI, 1996). ASMUSSEN & BONDE-PETERSEN (1974), citaram alturas de 40 cm. SIMONY⁹ (1980 apud OSES, 1983), propõe alturas iniciais de 91 cm para atletas de salto triplo. Certos autores como BEDI et alii (1987), BOSCO¹⁰ (1985 apud MOURA et alii, 1993), OSES (1983), RADCLIFFE & FARENTINOS (1985), passaram a assumir uma posição mais cautelosa com relação a determinação de alturas de queda, pois a prescrição de uma única altura, não seria conveniente, passando a adotar intervalos de determinação. OSES (1983), propôs intervalos de 35 a 105 cm; BOSCO (1982), indicou intervalos de 20 a 100 cm; BEDI et alii (1987), citou intervalos entre 25 a 85 cm; RADCLIFFE & FARENTINOS (1985) propuseram alturas entre 30 e 106 cm.

A determinação da altura de queda consiste na obtenção de uma carga máxima de trabalho e deve ser determinada a partir de fatores individuais (BOSCO¹¹, 1981; BOSCO et alii¹², 1981 apud MIL-HOMENS, 1987), contemplando as diferenças morfológicas e funcionais de cada sujeito.

BOBBERT (1990), BOBBERT et alii (1987a), KOMI & BOSCO (1978a), RADCLIFFE & FARENTINOS (1985), citaram um protocolo de teste específico

⁸Y. Verkoshanski. Are depth jumps useful? Track and Field. V.12, p. 9. 1967. Translated in: Yessis Review of Soviet Physical Education and Sports, v.3, p.75-78, 1968.

⁹G.V. Simony. Kreyers training of Soviet triple jumpers. Track Technique - Spring, 2505-2507, 1980.

¹⁰C. Bosco. Stretch-shorten cycle in skeletal muscle function and physiological consideration of explosive power in man. Atleticastudi, v.1, p.7-13, 1985.

¹¹..... Quelques considerations physiologiques sur les sauts verticaux precedes des chutes de hauteurs variables. Volleyball Technical Journal, v.7, n.3, p.59-64, 1981.

¹²C. Bosco et alii. Quelques considerations sur l'entreenement du potentiel elastic du muscle squeletique humain. Volleyball Technical Journal, v.7, n.3, p.83-88, 1981.

e individualizado para a determinação da altura de queda, no qual devia-se objetivar um salto vertical de alcance máximo, imediatamente após a queda e definiram a altura “ótima” de queda como “a altura que proporciona a maior elevação do centro de gravidade no salto vertical máximo subsequente” (KOMI & BOSCO, 1978a).

Para que se tenha uma altura de queda realmente individualizada, faz-se necessário estabelecê-la de forma precisa. Entretanto, na maioria dos estudos experimentais, ou mesmo durante a operacionalização do treinamento, os incrementos impostos às alturas de queda tem apresentado variações em intervalos muito grandes, quase sempre iguais ou superiores a 20 cm. RODACKI et alii (1994), criticaram a realização de testes de determinação de alturas de queda com intervalos abrangentes, pois isto dificultará, ou mesmo inviabilizará, a obtenção de valores realmente individuais. Estes autores sugeriram que intervalos próximos a 5 cm possibilitariam um erro menor na determinação da altura de queda, quando comparado a intervalos de 20 e 30 cm. Todavia, intervalos muito pequenos (1 cm, por exemplo), tornariam pouco operacional o protocolo de execução do teste, pois seria necessário um número excessivo de medidas para a obtenção da altura de queda. A determinação da altura individual de queda deve ser um procedimento indispensável, à semelhança de outros programas de treinamento, onde a determinação de uma carga máxima é fundamental. A determinação da altura de queda, analogamente, constitui-se na determinação de um esforço adequado para o treinamento pliométrico (MIL-HOMENS, 1987).

BOBBERT et alii (1987b), citam alguns problemas no estabelecimento da altura de queda, pois os indivíduos tendem a realizar um flexionamento inconsciente de segmentos inferiores sobre a plataforma, voltando a estendê-los durante o voo, alterando a posição relativa inicial do centro de gravidade, durante

a queda. Por causa disto, as alturas de 20, 40 e 60 cm, apresentaram deslocamentos reais, medidos através de processos cinematográficos, de 20, 31 e 49 cm, respectivamente. A partir da análise dos valores obtidos na altura real de queda, percorrida pelo centro de gravidade, e da altura de queda estabelecida na plataforma de saltos, é possível observar que a diferença entre estes valores parece aumentar à medida em que a altura de queda é incrementada. Quando os incrementos estabelecidos no protocolo de determinação da altura de queda são executados em grandes intervalos - 20 a 30 cm, por exemplo - as reduções na altura real de queda também parecem aumentar, o que leva a uma maior possibilidade de erro, do que quando os incrementos encontram-se em intervalos menores de 5 cm, por exemplo.

SCHMIDTBLEICHER & GALLHOFFER¹³ (1982 apud BOBBERT, 1990), citaram que a técnica de execução dos movimentos durante a determinação da altura de queda deve ser uma variável muito bem controlada, pois à medida em que a altura de queda é aumentada, também existe uma tendência natural de alteração dos padrões cinéticos e cinemáticos do movimento (BOBBERT et alii, 1987a, 1987b; DOWLING & VAMOS, 1993; NASSER, 1990; VITASALO et alii, 1993; WILSON et alii, 1991b). Assim, os ganhos atingidos no salto vertical podem estar muito mais relacionados a alteração da técnica do movimento do que a fatores elásticos e reflexos (BOBBERT et alii, 1987b).

O estabelecimento da altura individual de queda adequada parece ser um problema crítico. Em treinamento de equipes, principalmente em modalidades coletivas, onde o número de participantes é elevado, a adoção de um

¹³D. Schmidtbleicher: A. Gallhofer Neuromusculare Untersuchungen zur Bestimmung individueller Belastungsgrößen für ein Tiefsprungtraining. Leistungssport, v. 12, n.298-307. 1982.

procedimento individualizado tornar-se-ia exaustivo, moroso e operacionalmente inviável.

Neste contexto, é interessante e promissora a tentativa de estabelecer uma fórmula preditiva para estimar a altura individual de queda nos saltos em profundidade, visto os diversos problemas metodológicos existentes nos protocolos experimentais utilizados.

Uma das primeiras tentativas em estabelecer a altura de queda em parâmetros mais individualizados, foi elaborada por ZANON (1976), que tomou como base o peso corporal absoluto, sugerindo que os indivíduos entre 65 e 75 kg, teriam alturas de queda entre 80 e 90 cm. Este autor salienta a importância de correlacionar a variável peso corporal à altura de queda.

Num outro estudo correlacional de predição da altura de queda, MIL-HOMENS (1987), cita que a impulsão vertical absoluta não poderia ser utilizada, pois a impulsão relativa, obtida através do nomograma de Lewis (s.d. apud ADAMS, 1994), poderia expressar melhor as diferenças individuais entre os sujeitos, posto que este procedimento considera o peso corporal absoluto deslocado em uma determinada distância, relativa. Neste estudo, foram utilizados atletas de voleibol e estudantes de ambos os sexos, sendo que para os grupos do sexo feminino, não foi possível identificar nenhuma equação de predição, independentemente se atletas ou não. Nos grupos do sexo masculino, foi possível identificar uma correlação apenas para o grupo de atletas de $r = 0,73$ ($p < 0,01$) com erro (EPE) de 10,94%, entre a potência no salto vertical e a altura de queda. O estudo de MIL-HOMENS (1987), buscou estabelecer uma predição da altura de queda através do nomograma de Lewis (s.d. apud ADAMS, 1994), que considera o peso corporal de maneira absoluta, e assim, não permite uma análise mais precisa acerca das proporções entre os elementos constituintes de massa

magra e gorda. Os indivíduos com maiores frações de massa gorda, tendem a apresentar relações negativas para força explosiva, ou seja, para a impulsão vertical (BALE, 1991; BALL et alii, 1991; LAUBACH¹⁴, 1969 e CLARKE¹⁵, 1957 apud SESSA, 1980; RODACKI et alii, 1996; SESSA et alii, 1980; WATSON, 1984; WEINECK, 1991). Ao utilizar o referencial de peso corporal absoluto, MIL-HOMENS (1987), despreza os efeitos da distribuição topológica do tecido adiposo. O estudo de WATSON (1984), salienta que a localização específica do adiposo em segmentos propulsores, parece influenciar mais acentuadamente o desempenho de movimentos rápidos e explosivos do que a gordura total distribuída pelo corpo, de maneira absoluta.

Recentemente, MOODY (1994), buscou prever a altura individual de queda, através da força muscular em segmentos inferiores, utilizando 34 mulheres com idade entre 15 e 18 anos. Os sujeitos executaram uma repetição concêntrica máxima em equipamento universal de “leg-press”. Uma análise de regressão, mostrou uma pequena correlação entre a força de membros inferiores e a altura ótima individual de queda nos saltos em profundidade ($r = 0,19$). MOODY (1994) concluiu que a força muscular de segmentos inferiores não é um bom preditor para a altura de queda. No estudo de MOODY (1994), é importante considerar que a força muscular foi determinada através de um movimento concêntrico de extensão de pernas no “leg-press” universal. Apesar da força muscular ser uma importante variável no desempenho de movimentos explosivos, o movimento proposto não possui uma correlação dinâmica com o movimento do salto, principalmente quando um estiramento muscular prévio é realizado, ou seja,

¹⁴L. L. Laubach Body composition in relation to muscle strength and range of motion, *Journal Sports Medicine*, v.9, p.89-97, 1969.

¹⁵H.H. Clarke Relationship of strength and anthropometric measures to physical performance involving the trunk and legs. *Research Quarterly*, v.28, p.223-232, 1957.

quando o ciclo excêntrico-concêntrico está presente (VERKOSHANSKI¹⁶, 1969 apud BOBBERT, 1990).

Apesar dos estudos de ZANON (1976), MIL-HOMENS (1987) e MOOLIJ (1994) serem as primeiras tentativas de predição da altura de queda para saltos em profundidade, os procedimentos adotados por estes pesquisadores não consideraram parâmetros morfológicos e funcionais associados, que poderiam influenciar o desempenho do salto vertical.

As relações antropométricas entre os segmentos corporais apresentam-se como um fator relevante, pois os sujeitos com maiores dimensões em segmentos inferiores podem apresentar uma vantagem implícita nas alavancas biológicas para o salto vertical (BALE, 1991; BALL et alii, 1991; BLOOMFIELD et alii, 1994; FARIA & FARIA, 1989; LOHMAN et alii, 1988; RAY & KHANNA, 1991; RODACKI et alii, 1996; SIGMARINGA & FRANÇA, 1992; TITEL & WUTSCHERK, 1992). Assim, as medidas antropométricas de comprimento e circunferência de segmentos corporais, mostram-se como importantes componentes a serem considerados na determinação da altura de queda.

Sob este prisma, é de fundamental importância buscar estabelecer uma estratégia estatística preditiva para a altura individual de queda dos saltos em profundidade, a partir de conjuntos de variáveis antropométricas e de variáveis funcionais do salto vertical.

¹⁶Y. Verkoshanski Perspectives in the improvement of speed-strength preparations of jumpers. *Track and Field*, v.9, p.11-12, 1967. Translated in: *Yessis Review of Soviet Physical Education and Sports*, v.4, p.28-35, 1969.

1.2 Justificativa

A elaboração de uma estratégia estatística preditiva da altura “ótima” individual de queda para a execução de saltos em profundidade, a partir de conjuntos de variáveis antropométricas e de variáveis funcionais do salto vertical, justifica-se pelas dificuldades encontradas no estabelecimento de um protocolo de teste que atenda as necessidades de avaliação e de determinação da mesma, com relação a operacionalização e ao estabelecimento de parâmetros individuais mais precisos.

1.3 Objetivos do estudo

1.3.1 Objetivo geral

Este estudo tem por objetivo elaborar uma equação estatística preditiva que estime a altura de queda em saltos em profundidade, a partir de conjuntos de variáveis antropométricas e de variáveis funcionais do salto vertical, em atletas de voleibol de elite dos sexos masculino e feminino na faixa etária de 18 a 28 anos.

1.3.2 Objetivos complementares

Este estudo ainda teve como objetivos complementares descrever e analisar o comportamento (a) da altura individual de queda e (b) do tempo de contato dos sujeitos do sexo masculino e feminino no teste de determinação da altura individual de queda dos saltos em profundidade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para uma visão mais clara acerca dos processos que envolvem a pliometria e mais especificamente os saltos em profundidade, serão abordados neste capítulo alguns dos aspectos fundamentais para sua compreensão, os quais encontram-se subdivididos em (a) aspectos históricos, conceituação e utilização da pliometria, (b) acúmulo e utilização da energia elástica nos músculos estriados, (c) o salto em profundidade e a determinação da altura de queda (d) variáveis antropométricas e funcionais na performance do salto vertical, (e) variáveis funcionais do salto em profundidade, (f) conclusão da fundamentação teórica e (g) definição de termos.

2.1 Aspectos históricos, conceituação e utilização da pliometria

A origem do termo pliometria é derivada do grego *pleythein* ou das raízes gregas *plios* e *metric*, significando respectivamente *mais* e *medida*. (RADCLIFFE & FARENTINOS, 1985).

A pliometria têm sua história calcada na antiga Grécia, onde se procurou desenvolver a velocidade e a força de forma combinada. Atualmente, compreende-se a combinação de força e velocidade como potência. A potência muscular assume um papel preponderante na execução e no desempenho de diversos movimentos esportivos nos mais variados esportes (RADCLIFFE & FARENTINOS, 1985). O treinamento pliométrico é um dos mais antigos métodos utilizados e popularizados no treinamento da força e da potência muscular (COSTELLO, 1984; CROWDER et alii, 1993; FLYNN, 1992; FOWLER et alii, 1995; HOLMYARD & HAZELDINE, 1991; MILLER & POWER, 1981; MOODY, 1994; MOYNYHAN, 1983; POLHEMUS, 1981; WILT, 1978).

Com o objetivo de desenvolver a potência muscular, a pliometria tem sido amplamente utilizada em modalidades esportivas como o voleibol (BEAL & ELDER, 1988; BLIGHT, 1994; BRITTENHAM, 1993; FIELD, 1989; FLEMING, 1991; GAMBETTA, 1994; JENSEN & RUSSEL, 1985; RADCLIFFE, 1988; SARDINHA, 1982), o basquetebol (AL-AHMAD, 1990; BROWN, 1986; BROWN et alii, 1986; Di BREZZO et alii, 1988; GOSS, 1987; HILYER & HUNTER, 1990; OBRECHT et alii, 1990; PAXTON, 1987, 1992), beisebol (CHU & PANARIELLO, 1981; NEWTON & McEVOY, 1994), dança (CHU, 1985; TAYLOR, 1987; WALKER, 1991), natação (ADAMS, 1986; GREGORY, 1988), futebol (FIELD, 1991; GAMBETTA, 1995; HEDDRICK, 1995a, b; Mc NAUGHTON, 1988; McEVOY & NEWTON, 1995; POLHEMUS & BURKHARDT, 1980), rugby (DOYLE & REILLY, 1993; PHILLIPS, 1990; VILLARREAL, 1994; YATES, 1989) futebol americano (DUVALL, 1993; HOLLINGSWORTH, 1988; PRYOR, 1994a, b), ciclismo (RADCLIFFE, 1992) e diversas provas de atletismo (HISERMAN, 1993; JARVER, 1980; PEZZULLO et alii, 1995; REIFF, 1988; YOUNG & MARINO, 1985).

Apesar da pliometria ser utilizada desde os mais remotos tempos, mesmo sem uma compreensão precisa, foi somente através dos trabalhos de VERKOSHANSKI^{17, 18} (1968, 1969 apud BOBBERT, 1990), que a pliometria tornou-se um método bastante popular de treinamento. VERKOSHANSKI¹⁷ (1969 apud BOBBERT, 1990; MOURA, 1988), foi o primeiro investigador a sugerir uma fundamentação teórica propondo que a “força de salto deveria ser treinada pela correlação dinâmica do treinamento de força com a função que

¹⁷Y. Verkoshanski Are depth jumps useful ? *Track and Field*, v.12, p.9, 1967, Translated in: Yessis Review of Soviet Physical Education and Sports, v.3, p.75-78, 1968.

¹⁸Y. Verkoshanski Perspectives in the improvement of speed-strength preparations of jumpers. *Track and Field*, v.9, p.11-12, 1966. Translated in: Yessis Review of Soviet Physical Education and Sports v.4, p.28-35, 1969.

deveria ser treinada”, ou seja, os exercícios devem ser executados em máxima conformidade com as características do esporte em questão em relação a força, o tempo e a velocidade em que a força é desenvolvida, o regime de trabalho muscular e a amplitude de movimento. Posteriormente outros autores reforçaram este conceito de relação dinâmica do treinamento, relacionando-o com a capacidade de salto. BONDARCHUK et alii (1984), propõem que a velocidade que necessita ser desenvolvida no movimento, deve ser representativa do evento competitivo. MATVEEV & LEVCHENKO (1986), citam que as características dinâmicas do salto no plano vertical são o ponto crucial no desenvolvimento dos saltos verticais. De acordo com esta fundamentação o regime pliométrico se mostra mais eficiente no treinamento do salto, pois possui características muito semelhantes, enquanto que o regime concêntrico, encontrado em exercícios de levantamento de pesos não apresenta a mesma correlação dinâmica. Neste sentido, o regime concêntrico da musculação somente favorece o componente da força muscular, em detrimento do desenvolvimento da velocidade de movimento. Seguindo este princípio de VERKOSHANSKI^{17, 18} (1968, 1969 apud BOBBERT, 1990), a pliometria passa a assumir um papel de fundamental importância no desenvolvimento da “capacidade reativa” do músculo exigida em vários esportes, pois corresponde às complexas características do movimento do salto vertical.

Vários estudos surgiram após a publicação dos trabalhos de VERKOSHANSKI, e vieram reforçar sua proposição, dentre os quais são destacados os estudos de BLATNER & NOBLE (1979), KEOHANE¹⁹ (1977, apud BOBBERT, 1990), SCOLES (1978) e WILT (1978).

WILT (1979) enunciou uma das primeiras definições acerca da pliometria, entendendo-a como "Exercícios para produzir uma sobrecarga muscular do tipo

isométrica que provocava o reflexo de alongamento dos músculos". Porém este mesmo pesquisador já admitia que esta interpretação poderia ser modificada quando da melhor interpretação do fenômeno (WILT²⁰, 1979 apud MOURA, 1988).

A pliometria obteve ainda várias outras definições, dentre as quais CLUTCH et alii (1983), cita que "o exercício pliométrico é baseado na crença de que um rápido alongamento de um músculo contraído, justamente antes de seu encurtamento, resulta numa contração mais forte".

As definições sobre a pliometria apresentaram várias evoluções, assim como a própria compreensão dos mecanismos envolvidos no ciclo de alongamento-encurtamento muscular. MOURA (1988) apresenta uma das definições mais claras e precisas sobre a pliometria: "Atividades que envolvem o ciclo excêntrico-concêntrico do músculo ativo e que provocam sua potencialização elástica, mecânica e reflexa, resultando numa maior produção de trabalho positivo".

Nas décadas de 60 e 70, houve um acentuado desenvolvimento dos exercícios pliométricos, juntamente com o avanço do conhecimento científico. Dentre os mecanismos da contração muscular, a capacidade de armazenamento de energia elástica recebeu grande atenção por parte de vários pesquisadores (ANDERSON & PANDY, 1993; ASMUSSEN & BONDE-PETERSEN, 1974; BOSCO & KOMI, 1978, 1979; CAVAGNA, 1977; CAVAGNA et alii, 1968; ETTEMA et alii (1990); GOLLNICK et alii, 1972; HUIJING, 1992; HUXLEY, 1971; KOMI, 1984; POUSSON et alii, 1990; THYS et alii, 1972; VITASALO et

¹⁹A. L. Keohane. The effects of a six week depth jump program on vertical jumping ability of figure skaters. M.P.E. Thesis. S.I. University of British Columbia. 1977.

²⁰F. Wilt. Pliometria. Revista Stadium. v.75, p.3-6, 1979.

alii, 1993), que auxiliaram no desenvolvimento de uma fundamentação mais consistente para a execução dos exercícios pliométricos.

2.2 Acúmulo e utilização da energia elástica nos músculos estriados

O estudo dos efeitos funcionais das propriedades elásticas dos músculos receberam o maior impulso a partir dos trabalhos de HILL^{21, 22, 23} (1938, 1950, 1970 apud NORDIN & FRANKEL, 1989 e HUIJING, 1992) quando ganhou destaque inicialmente com os trabalhos de CAVAGNA (1977), KOMI (1978a, 1978b), ALEXANDER (1988) e posteriormente com os trabalhos de ETTEMA et alii (1990) e HUIJING (1992). Os conceitos básicos da pliometria estão calcados e encontram-se na dependência de: (a) estrutura muscular e sua capacidade de utilização da energia elástica, (b) reflexo miotático, e (c) tipos de fibra muscular, área de secção transversal e força explosiva.

2.2.1 Estrutura muscular e a utilização da energia elástica

Para a compreensão dos fatores que envolvem a absorção e a utilização da energia elástica, faz-se necessário explicar as características dos elementos elásticos musculares, as características musculares da relação entre a força muscular e o comprimento do sarcômero e o efeito das estruturas tendinosas no ciclo excêntrico-concêntrico.

As propriedades mecânicas dos músculos são bastante complexas e dependem das propriedades mecânicas dos elementos que formam o músculo, tais

²¹ A.V. Hill. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. Proceedings Royal Society Biology, v.126: p.136-136. 1938.

²² _____. The series elastic components of muscle. Proceedings Royal Society Biology, v.137: p.273. 1950.

como as características das fibras musculares, formações e quantidade de material conjuntivo, além do estado de excitação, fadiga, e velocidade de encurtamento. (DONSKOI & ZATCIORSKI, 1988).

Durante a atividade de alongamento muscular, também conhecida como atividade excêntrica, ou ainda trabalho negativo, observa-se que quando o músculo é distendido, torna-se capaz de acumular energia em seu interior, devido a propriedades elásticas inerentes aos elementos que o compõem. Se o músculo distendido relaxar, esta energia é gradualmente liberada sob a forma de calor. No entanto, quando o músculo permanece ativo, a energia acumulada pode ser reutilizada na contração concêntrica subsequente, resultando em um incremento na produção de trabalho (CAVAGNA, 1977).

Os primeiros conceitos acerca dos elementos elásticos foram dados por HILL (1938, 1950, 1970 apud NORDIN & FRANKEL, 1989) e por HUIJING, (1992). No modelo conceitual básico de HILL (1970), os elementos elásticos foram incorporados à função dos elementos contráteis (EC) e são tidos como a base para todo comportamento ativo do músculo, pois encontram-se conectados em série com os elementos passivos. Estes elementos passivos são analogamente descritos como molas. O conjunto dos elementos contráteis (EC) é formado pelos filamentos de actina e miosina, que quando são arranjados em série com os elementos passivos (molas), são denominados como componente elástico em série (CES). As formações conjuntivas que compõem as membranas das fibras musculares, formam os componentes elásticos em paralelo (CEP), que possuem uma função resistiva ao alongamento muscular e evitam distensões e/ou deformações excessivas nos EC (HUIJING, 1992; KOMI, 1984). Os CES são

²³A.V. Hill. First and last experiments in muscle mechanics. Cambridge. Cambridge University. 1970.

considerados mais importantes na produção de tensão, do que os CEP (OTTOSON²⁴, 1983 apud NORDIN & FRANKEL, 1989).

Os CES não possuem uma localização precisamente descrita no interior do músculo. As pontes cruzadas (EC), não apresentam uma equivalência aos CES, desde que apresentam características elásticas e contráteis. Até os estudos de CURTIN et alii (1974), HUXLEY & SIMONS (1971), MORGAN (1977), PROSKE & MORGAN (1984, 1987) as pontes cruzadas representavam estruturas rígidas e as suas propriedades elásticas não eram contempladas no modelo de HILL. HUIJING (1992), salienta para os considerações de BOBBERT et alii (1986a,b) e ZAHALAK (1981), que afirmaram que por razões de simplicidade, as contribuições das propriedades elásticas de elementos intracelulares (as pontes cruzadas, o local onde as miofibrilas se convertem em tecido conjuntivo e os ramos isolados do sarcolema) e intramusculares (aponeuroses) não são freqüentemente consideradas. O tendão extramuscular é representado como a única estrutura de CES, morfologicamente identificável. ETTEMA et alii (1990), ao observar em ratos o comportamento elástico dos tendões dos extensores dos dedos e da porção medial do gastrocnêmio, estimaram que aproximadamente 85% das mudanças do comprimento elástico entre zero e a força ótima muscular está relacionado ao tendão muscular e que o restante está localizado nos elementos intracelulares. As contribuições de distintas estruturas intracelulares e intramusculares na produção de energia elástica na fase concêntrica não podem ser identificadas precisamente no modelo de HILL (1970). Assumindo que os CES não são estruturas físicas palpáveis e passíveis de mensuração, somente é possível estimar o comportamento elástico do músculo como um todo.

²⁴D. Ottoson. Physiology of the nervous system. New York. Oxford University. 1983. p.78-116.

Ao considerar a inclusão dos CES em um modelo mecânico muscular, é preciso observar que o aparecimento da tensão muscular desenvolvida pelos EC sofre um efeito de latência ou retardamento, pois, a tensão somente é registrada na extremidade do músculo quando os CES estão suficientemente distendidos/deformados. Este tempo de latência ou retardamento representa o tempo entre a estimulação muscular e o aparecimento de uma resposta mecânica em seu extremo (DONSKOI & ZATCIORSKI, 1988).

A característica mecânica mais importante dos CES é seu caráter conservativo, ou seja, a capacidade de conservar e liberar energia mecânica imposta pelos músculos ou por uma deformação externa, retornando a sua condição original. HUIJING (1992), cita alguns aspectos importantes dos CES: (a) a força exercida pelos elementos contráteis (EC) é sempre igual a força mantida nos CES e; (b) o encurtamento ou alongamento dos EC e CES devem ser somados para a obtenção do comprimento ou do encurtamento total do complexo. A velocidade de alongamento ou encurtamento muscular também se comporta de forma similar.

Ao considerar o modelo mecânico, observa-se que as miofibrilas são compostas por um grande número de sarcômeros dispostos sucessivamente, ou seja, em série. Assim, a magnitude e a velocidade de variação do comprimento das miofibrilas é n vezes maior do que a de um sarcômero. No entanto, a força desenvolvida por cada sarcômero é igual à força encontrada no extremo da miofibrila. Este mesmo número de sarcômeros dispostos paralelamente resultaria num aumento de força proporcional ao número de sarcômeros arranjados nesta configuração, mas a velocidade de encurtamento seria a mesma que a velocidade verificada no sarcômero. Isto explica o aumento da quantidade de força que pode ser gerada em um músculo com maior secção transversal e a manutenção de sua

velocidade de encurtamento e, contrariamente, o aumento no comprimento muscular refletiria positivamente na velocidade de contração, mas não influenciaria na força muscular (DONSKOI & ZATCIGI.SKI, 1988; HUIJING, 1992; NASSER, 1990; THYS et alii, 1972).

Considerando a íntima relação dos elementos elásticos presentes no músculo com toda a estrutura, HUIJING (1992) observou que a contribuição para a velocidade provinda das estruturas elásticas segue, para um dado nível de força muscular, uma velocidade muito mais elevada; e que, devido a grande interação dos efeitos das estruturas elásticas e das fibras musculares, para dada velocidade de movimento, maiores níveis de força podem ser liberadas, como se as fibras operassem com um maior comprimento e menor velocidade. Este autor conclui que em determinados movimentos explosivos como os saltos e lançamentos, a performance não poderia ser adequadamente executada se não fosse pela presença dos potenciais elásticos do complexo músculo-tendíneo.

AURA & KOMI (1986) demonstraram que em atividades naturais de locomoção a eficiência mecânica do trabalho positivo apresentou aumentos com os aumentos impostos na intensidade do pré-estiramento muscular.

Os trabalhos de CAVAGNA et alii (1964) revelaram que aproximadamente 50% da energia total requerida na corrida é obtida através da energia elástica. WILSON et alii (1991a), demonstraram que 19% da capacidade de levantar um peso em um movimento de supino foi dada pela energia elástica. ASMUSSEN & BONDE-PETERSEN (1974) atribuíram 12% da altura obtida no salto vertical a este mesmo mecanismo elástico.

Com relação a energia elástica, WILSON et alii (1990), apontaram que os benefícios encontrados no ciclo excêntrico-concêntrico são reduzidos quando ocorrem retardos entre as fases do movimento. Aproximadamente 55% da energia

elástica é perdida se entre a fase excêntrica e a concêntrica, caso haja atrasos da ordem de 1 s. Após 2 s, de atraso, as perdas são da ordem de 80%, e, aproximadamente após 4 s, a perda de energia elástica é integral. Uma das explicações fornecidas para o fato do tempo de transição ser o mais curto possível, parece estar associado ao tempo de vida útil das pontes cruzadas. Um tempo de transição demasiadamente demorado pode provocar um desprendimento das pontes cruzadas, dissipando a energia elástica acumulada no sistema, sob forma de calor. Conclui-se então a necessidade de se passar rapidamente de uma fase para a outra, no sentido de potencializar o armazenamento e sua posterior utilização energética. (WILSON et alii, 1990). O tempo de transição de uma fase para outra é um ponto crucial para o aproveitamento da energia elástica na produção de uma resposta concêntrica posterior mais efetiva.

WILSON et alii (1991a,b), afirmaram que a capacidade de promover um alongamento muscular prévio também é influenciada e determinada pela flexibilidade, que determina a condição de utilização de energia elástica.

O controle do tempo de permanência no solo entre as fases excêntrica e concêntrica (tempo de transição), determinado pela altura ótima de queda e pela técnica adotada, deve ser atentamente observado e controlado, pois, os benefícios da energia elástica podem sofrer decréscimos consideráveis e os resultados registrados seriam apenas produto de uma contração concêntrica isolada, ou com pequena influência do acúmulo de energia elástica da fase excêntrica.

Um outro importante fator relacionado a maior produção de trabalho na fase concêntrica do movimento está associado a ação reflexa sensorial muscular, também chamada de reflexo miotático.

2.2.2 Reflexo miotático

Os melhores desempenhos musculares obtidos após o ciclo excêntrico-concêntrico levaram BOSCO (1982) e KOMI²⁵ (1984 apud em HAMIL & KNUTZEN, 1995), a sugerirem que juntamente com a utilização da energia elástica existiria uma ação muscular reflexa. Em seus dados experimentais, cerca de 72% do desempenho no salto vertical com contramovimento era explicado pela potencialização elástica, e cerca de 28% pelos fatores mioelétricos dos músculos.

A utilização reflexa muscular baseia-se no conceito de que certos tipos de exercícios tem propriedades de aumentar a capacidade de resposta muscular, através de uma ativação de um elevado número de fibras motoras (BOSCO, 1982). BLOOMFIELD et alii, (1994), McDONAUGH & DAVIES (1984) e SALE²⁶ (1988 apud MIL-HOMENS, 1989), afirmaram que as alterações observadas na força e na potência muscular em períodos iniciais de treinamento, devem-se sobretudo, a alterações da atividade nervosa, relacionadas à melhoria da coordenação de movimento e da técnica de execução do que propriamente à alterações exclusivamente miógenas. SARDINHA & MIL-HOMENS (1989), afirmaram que as alterações observadas no treinamento da força tem sido atribuídas a adaptações neurógenas e miógenas simultâneas.

MILNER-BROWN et alii (1973), evidenciaram o princípio da especificidade, onde estes autores sugeriram que um mecanismo suplementar é utilizado pelos músculos quando se contraem de forma vigorosa e rápida; nestas

²⁵ P. Komi. Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretching cycle on force and speed. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, v. 12, p.81-121, 1984.

²⁶ D. Sale. Neural adaptations to resistance training. *Medicine and Sports Science in Exercise*, v.20, n.5, p.135-145, 1988.

condições, ocorre uma sincronização de unidades motoras ativadas. Durante a atividade voluntária estas unidades motoras são ativadas dentro de um padrão independente. Estes autores afirmaram que nos exercícios em que os ciclo excêntrico-concêntrico está presente: “esta atividade pode ser alterada e, em algumas situações, o momento de ativação de uma ou mais unidades motoras pode coincidir”. Assim, o aumento na força e na velocidade não é devido somente ao aumento do volume e da força intrínseca do músculo, mas também através de uma sincronização das unidades motoras ativadas.

BOSCO (1982), enumerou alguns fatores que podem influenciar no desenvolvimento da força explosiva, citando (a) o número de fibras musculares envolvidas; (b) a influência dos proprioceptores de “feedback”; (c) o tipo de fibra muscular envolvida; (d) tamanho e força de cada fibra muscular e; (e) o envolvimento da utilização da energia elástica.

SALE & McDOUGHAL²⁷ (1981 apud ENOKA, 1994) salientaram que “o salto em profundidade evidencia uma resposta muscular caracterizada por frequências de ativação das unidades motoras recrutadas e por uma maior potencialização da pós-ativação que incrementa a capacidade de utilização de Ca^{++} para produzir mais força”.

As ativações musculares obtidas através dos saltos em profundidade propiciam uma alta velocidade de alongamento muscular que corresponde a um aumento paralelo no estímulo produzido nas fibras intrafusais, que podem facilitar e potencializar o reflexo miotático (BOSCO et alii, 1982). Da mesma forma com que estes aumentos na velocidade de estiramento, determinados pela altura de

²⁷ D. G. Sale; J.D. McDougall. Specificity in strength training: a review for the coach and athlete. Canadian Journal of Applied Sports Sciences, v.6, p.87-92, 1981.

queda do salto em profundidade, podem desencadear respostas positivas, estímulos muito elevados, podem gerar respostas adversas caso estimulem os órgãos tendinosos de Golgi (OTG). Desta forma, a potencialização muscular reflexa obedece a um estímulo “ótimo”, determinado pela altura de queda no salto em profundidade.

BOBBERT (1990) salientou que o alongamento de músculos voluntários ativos pode desencadear reflexos espinhais, bem como reflexos funcionais de alongamento. As latências determinadas por eletromiogramas foram de 35, 45 e 120 milissegundos. Isto significa que o estiramento dos músculos durante a aterrissagem em um salto em profundidade pode influenciar os níveis de ativação destes músculos, e assim, na produção de força na fase subsequente.

AURA & KOMI (1986) revelaram que a atividade mioelétrica desenvolvida pelos músculos extensores da perna mostraram que o sistema nervoso tem um importante papel na regulação da elasticidade muscular, e assim, da utilização da energia elástica em movimentos balísticos.

O maior problema em evidenciar a influência da resposta funcional reflexa está na pequena diferença apresentada na resposta eletromiográfica em função da grande magnitude da resposta mecânica observada (BOBBERT, 1987a).

O tipo de fibra muscular, a área de secção transversal e a força explosiva são importantes fatores a serem considerados na execução de exercícios pliométricos de saltos em profundidade.

2.2.3 Tipos de fibra muscular, área de secção transversal e força explosiva

O volume muscular sempre foi considerado como um indicativo da força muscular. A associação de um grande volume muscular sempre foi feita com a possibilidade de geração de tensão. In vivo, o volume muscular apresenta dificuldades de avaliação, porém algumas estimativas acerca da área de secção transversal tem sido realizadas. KOMI (1984) salientou que dependendo do método empregado na avaliação os valores podem variar consideravelmente. Os primeiros estudos utilizados basearam-se na circunferência dos segmentos, com correções para os tecidos ósseos e adiposos. Com a melhoria dos instrumentos e da tecnologia, análises através de ultra-sonografias revelaram uma produção média de força máxima por unidade de secção de área transversal na ordem de $63 \pm 8,1 \text{ N.cm}^2$ (IKAI & FUKUNAGA, 1970). Outros estudos revelaram valores de 90 N.cm^2 (MORRIS²⁸, 1949 apud KOMI, 1984; FICK²⁹, 1910 apud KOMI, 1984). Um fator de grande importância a ser considerado é que o tecido muscular não apresenta a mesma produção de força por unidade de massa ou de área de secção transversal, e desta forma podem existir músculos mais fortes sem necessariamente possuírem uma área de secção transversal maior.

Os estudos de IKAI & FUKUNAGA (1970), revelaram as diferenças entre a capacidade de geração de tensão antes e após um treinamento de força. Observaram-se aumentos de 63 a 100 N/cm^2 , entretanto o tamanho muscular aumentou apenas 23%. Os estudos de HÄKKINEN & KOMI (1983), mostraram

²⁸C.B. Morris. The measurement of strength of muscles relative to its cross-section. Research Quarterly, v.2, p.295-303, 1949.

²⁹R. Fick. Handbuch der Anatomie und Mechanik der gegenseitigen Berücksichtigung der bewegenden Muskeln. Jena, 1910.

que os ganhos na força muscular em períodos de início de treinamento estão primariamente relacionados ao aumento da inervação dos músculos.

A possibilidade de determinação dos perfis histoquímicos musculares através de biópsia muscular permitiu a identificação dos percentuais relativos de fibras lentas (tipo I) e de fibras rápidas (tipo IIa, IIb e IIc). Este tipo de análise possibilitou a observação de que os músculos esqueléticos não apresentam uma distribuição uniforme, sendo que os músculos posturais, como o sóleo, possuem uma predominância de fibras lentas, todavia, os músculos fásicos, como o gastrocnêmio, podem conter um número maior de fibras rápidas (KOMI, 1984).

O desenvolvimento da capacidade de potência muscular em halterofilistas e fisiculturistas demonstraram que os halterofilistas possuem maiores níveis de força concêntrica do que os fisiculturistas. Fisiculturistas caracterizam-se pela execução apenas de atividades com elevadas cargas, enquanto que os halterofilistas realizam atividades que envolvem a atividades combinadas de força e velocidade (potência muscular).

A questão se os diferentes tipos de fibra podem produzir diferentes capacidade de produção de força máxima permanece sem uma resposta definitiva. Alguns experimentos demonstraram que um músculo composto primariamente por fibras rápidas pode produzir maiores níveis de tensão isométrica por unidade de área de secção transversal (BURKE & EDGETRON, 1975); outros estudos não revelaram tais diferenças (CLOSE³⁰, 1972 apud em KOMI, 1984). Uma das respostas mais atrativas para solucionar esta questão está na possibilidade de que os músculos com fibras de maiores tamanhos possam gerar maiores níveis de tensão. Estas relações de fibras rápidas / lentas, foram observados em

³⁰R. Close. Dynamic properties of mammalian skeletal muscle. *Physiology Reviews*, v.52, p.129-197, 1972.

halterofilistas quando comparados com fisiculturistas (EDSTRON & EKBLON³¹, 1972 apud KOMI, 1984).

A utilização da energia elástica encontra-se em estreita relação com a velocidade de estiramento muscular. As diferenças estruturais entre os indivíduos podem alterar a performance em movimentos multissegmentares como no salto vertical (BOSCO & KOMI, 1978).

Na musculatura envolvida nos saltos verticais, especificamente a distribuição das fibras lentas e rápidas, indicam um benefício diferenciado no ciclo excêntrico-concêntrico. Nos testes de saltos verticais, os sujeitos com maiores proporções de fibras rápidas no músculo vasto lateral, apresentam maiores benefícios na performance da fase de alongamento com elevados níveis de velocidade (KOMI, 1984). No experimento de KOMI & BOSCO (1978b), uma correlação de $r = 0,48$ foi encontrada entre a altura do salto e o montante de fibras rápidas presentes no músculo. Os sujeitos que possuíam um percentual de fibras rápidas superior a 60% apresentaram performances mais elevadas tanto para a altura do salto vertical como para a altura de queda no salto em profundidade.

2.3 O salto em profundidade e a determinação da altura de queda

Os saltos em profundidade envolvem saltos a partir de uma determinada altura estabelecida por uma plataforma, e após a aterrissagem a execução de um salto vertical máximo. Os ganhos obtidos em termos de uma resposta mais efetiva no salto vertical após uma queda estão relacionados à melhorias na resposta

³¹L. Edstron; B. Ekblon. Differences in size of red and white muscles fibers in vastus lateralis of muscle quadriceps femoris of normal individuals and athletes: relation to physical performance. Scandinavian Journal of Clinic Laboratories Investigation, v.30, p.175-181, 1972.

mecânica dos músculos e na presença de respostas nervosas facilitatórias, durante a execução dos saltos em profundidade (BOBBERT et alii, 1987a).

BOBBERT et alii (1990), citam que diferentes técnicas de salto podem ser utilizadas. As técnicas mais utilizadas para a execução dos saltos são: (a) “squatting jump”, (b) saltos com contramovimento e (c) saltos em profundidade. O “squatting jump” consiste na execução de um salto vertical a partir de uma posição estática e flexionada, onde os segmentos superiores e inferiores estão arranjados em aproximadamente 90^0 (KOMI & BOSCO, 1978b). O salto com contramovimento inicia-se a partir de uma posição ereta, onde observa-se uma redução da posição do centro de massa, que é realizado espontaneamente na preparação para o salto vertical. O salto vertical inicia-se após esta redução da posição do centro de massa. Os saltos em profundidade consistem na execução de saltos a partir de uma determinada altura, seguido de um salto vertical máximo. Neste tipo de salto caracteriza-se a desaceleração das massas corporais que tendem a levar o corpo para baixo, seguida de uma rápida aceleração em sentido oposto, que marca o início do salto vertical. A diferença básica entre o “squat jump” e o “salto com contramovimento” está no caráter dinâmico das ações musculares, ou seja, enquanto o primeiro parte de uma posição de alongamento estático, o segundo utiliza-se de uma forma mais natural do ciclo excêntrico-concêntrico, isto é, dinâmica. No “salto em profundidade” as relações dinâmicas são preservadas, no entanto a carga de alongamento imposta no ciclo excêntrico-concêntrico pode ser facilmente manipulada, enquanto que nos saltos com contramovimento isto torna-se mais difícil. (BOBBERT, 1990).

Os saltos com contramovimento são freqüentemente utilizados na avaliação da capacidade de salto dos efeitos de diferentes programas de treinamento.

Através das observações realizadas por CAVAGNA et alii³² (1971 apud BOBBERT, 1990), foi possível observar que os saltos realizados com a técnica de “contramovimento” produziam resultados na altura de elevação do centro de gravidade mais elevados do que aqueles obtidos através do “squatting jump”. Nos estudos de ASMUSSEN & BONDE-PETERSEN (1974), com saltos em profundidade, as alturas de queda foram sendo aumentadas gradativamente, a medida em que alturas atingidas pelo salto vertical subsequente também experimentavam acréscimos. Estes acréscimos na altura de queda dos saltos provocaram a alteração da técnica de movimento, pois os sujeitos passaram a efetuar contramovimentos mais acentuadamente, até uma altura de 40 cm. Em alturas superiores a 69 cm, houveram reduções na resposta do salto vertical similares as encontradas no “squatting jump”. BOSCO & KOMI (1978) concluíram que deveria existir uma altura ótima de queda, porém não foram encontradas diferenças entre os “saltos em profundidade” e os saltos com “contramovimento”.

BOBBERT (1990), salientou que apesar de aparentemente a resposta mecânica dos saltos em profundidade e dos saltos com contramovimento ser a mesma, isto não ocorre, pois os valores de força de reação do solo são maiores durante a fase de salto nos saltos em profundidade. Ainda que estes valores de reação do solo sejam mais elevados, eles ocorrem em um espaço de tempo muito curto. Tomando a energia como referência, a potência média durante o salto vertical é maior nos saltos em profundidade do que os saltos com contramovimento.

³²C.A. Cavagna et alii. Power output of the previously stretched muscle. In: VRDENBERGT; WARTENWEILLER, eds., Biomechanics II. Baltimore. University Park. 1971. p.154-167. (Medicine and Sports, v.6).

BOBBERT (1990), afirmou que os procedimentos de ASMUSSEN & BONDE-PETERSEN (1974), BOSCO & KOMI (1978), e BOSCO et alii (1982b) não são precisos, pois estes autores basearam-se nas relações entre as variações da energia negativa (E_{neg}), determinada pela altura de queda e a energia positiva (E_{pos}), determinada pela altura alcançada no salto vertical subsequente. Este autor sugeriu que a energia elástica que é armazenada nos elementos elásticos não fornece a relação da energia total absorvida pelo músculo, mas esta relação deve ser estabelecida através da força muscular. Assim, a primeira possibilidade estaria relacionada aos níveis de ativação dos extensores do joelho e dos flexores plantares, que seriam mais elevados durante o salto em profundidade. A ativação funcional e os reflexos espinhais são fatores que supostamente podem influenciar positivamente no salto em profundidade, visto que a atividade eletromiográfica neste tipo de salto é mais intensa do que nos saltos com contramovimento (BOBBERT et alii, 1987a).

A segunda possibilidade é a de que o mecanismo contrátil está melhor capacitado para produzir respostas mecânicas mais elevadas nos saltos em profundidade. Nos saltos em profundidade, a velocidade de pré-estiramento dos músculos extensores do joelho e dos flexores plantares é maior, e o atraso / retardo entre as ações excêntricas e concêntricas é menor do que nos saltos com contramovimento (BOBBERT et alii, 1987a).

Os primeiros estudos que buscaram investigar a influência da técnica de movimento para o salto vertical foram realizados por CAVAGNA et alii (1972), onde os sujeitos eram submetidos a execução de um salto vertical imediatamente após a realização de um "squatting jump". Foram utilizadas duas amplitudes de movimento, com maior e menor excursão do centro de massa corporal dos sujeitos. Os sujeitos que realizaram maiores amplitudes de movimento, ou seja,

maiores deslocamentos do centro de massa e maiores alongamentos musculares apresentaram maiores alcances no salto vertical, do que quando realizaram pequenas amplitudes de movimento. Ainda neste experimento, quando alguns sujeitos realizaram saltos em profundidade, observou-se a utilização de uma técnica com uma amplitude de movimento mais acentuada, descrita como “salto em profundidade com contramovimento”. Outros sujeitos utilizaram menor amplitude de movimento, descrita como “saltos em profundidade sem contramovimento”. BOBBERT (1987b, 1990) citou que após tocar o solo, os sujeitos são forçados a continuar o movimento descendente através do flexionamento articular. Nesta fase, altas velocidades angulares são obtidas nos saltos em profundidade quando comparados aos saltos com contramovimento. Nos saltos em profundidade sem contramovimento, ocorre apenas um pequeno abaixamento do centro de massa, o que determina uma rápida desaceleração nas articulações de quadril e de joelho, que ocorrem em um curto espaço de tempo. Como resultado desta diferença na amplitude dos segmentos articulares entre as técnicas de salto em profundidade, os momentos de extensão do joelho e de flexão plantar, são maiores durante a realização dos saltos em profundidade sem contramovimento, resultando em menores elevações no centro de gravidade corporal (BOBBERT et alii, 1987a,b; BOBBERT, 1990).

Muitos estudos mencionaram a existência de uma altura ótima de queda para a execução dos saltos em profundidade (ASMUSSEN & BONDE-PETERSEN, 1974; BOSCO & KOMI, 1979; KOMI & BOSCO, 1978a; MIL-HOMENS, 1987; MIL-HOMENS & SARDINHA, 1989). BOBBERT (1990) cita que nos trabalhos de ASMUSSEN & BONDE-PETERSEN (1974) e de KOMI & BOSCO (1978a, b), ao explicar os incrementos nas alturas iniciais dos saltos em profundidade estes autores assumem que reflexos inibitórios podem ocorrer, pois

os órgãos tendinosos de Golgi poderiam ser estimulados excessivamente. Todavia, SCHMIDTBLEICHER & GALLHOFER³³ (1982 apud BOBBERT, 1990) afirmam que isto não pode ser verdade, pois as variações da técnica alteram a execução do movimento. BOBBERT et alii (1987a) e BOBBERT (1990) citaram que a maior problemática nos trabalhos acima mencionados está na falta de controle da técnica do salto em profundidade, pois à medida em que a altura é aumentada, existe a tendência natural de alterar a técnica para um modelo que inclua contramovimentos, afim de propiciar um melhor amortecimento do impacto. Um outro fator considerado por estes autores, é de que mesmo com um resultado maior no salto vertical após a queda, a influência do pré-estiramento é menor nas atividades com contramovimento.

As alterações no padrão técnico de movimento também possuem importantes implicações na transição da fase excêntrica para a concêntrica, pois a tendência de transformar a técnica em um modelo com contramovimento, propicia um maior tempo para a realização do amortecimento, o que leva a um retardo no período de transição do ciclo (WILSON et alii, 1990).

Quando a técnica e a altura de queda não são controlados adequadamente, os impactos dos calcanhares contra o solo são um fator desencadeante de lesões, pois os valores de reação do solo se mostram elevados (FRITZ³⁴, 1981 apud BOBBERT, 1990). Estudos mostram que quando as articulações são submetidas a impactos elevados, alterações degenerativas são estabelecidas na cartilagem articular e no tecido ósseo subcondral (BOBBERT, 1990).

³³D. Schmidtbleicher: A. Gallhofer. A neuromuskuläre Untersuchungen zur Bestimmung individueller Belastungsgrossen für ein Tiefspurgtraining. Berlin. Leistungssport, v.12, p.298-307, 1982.

³⁴M. Fritz. Analyse der vertikalen auflagerkraft bei unterschiedlichen sprungen anhand von gemessenen und simulierten kraftkurven. Berlin. Leistungssport, v.11, p.74 -78, 1981.

BOBBERT (1990) cita as sugestões de SCHMIDTBLEICHER & GALLHOFER³³ (1982), que propõem que a distância da altura de queda seja ajustada para que o atleta seja capaz de prevenir e controlar o contato do calcanhar com o solo.

Finalmente BOBBERT (1990), conclui que as diferentes técnicas de execução do salto em profundidade podem provocar diferentes estímulos musculares. Ao empregar as técnicas sem contramovimento, pode-se estar desenvolvendo a melhoria da capacidade de resposta à potência dos músculos extensores do joelho e flexores plantares. Todavia, ao utilizar a técnica com contramovimento, o efeito do pré-estiramento é menos pronunciado, mas os efeitos do grande número de repetições podem levar a melhorias coordenativas do movimento. As técnicas para a execução do salto em profundidade devem ser cuidadosamente controladas. A técnica sem contramovimento se apresenta mais adequado para atletas que objetivem melhorar a produção de trabalho mecânico da musculatura extensora de membros inferiores, pois é nela que se encontram os valores mais elevados de momentos - 558 e 602 Nm - e potência - 3004 e 4529 W - ao redor das articulações do joelho e tornozelo, respectivamente (MOURA et alii, 1993). Estes autores sugerem que os saltos em profundidade com contramovimento sejam utilizados em atletas nas fases iniciais do treinamento, onde o número de execuções deste tipo de salto pode ser mais elevado. Quando as diferentes técnicas de execução dos salto em profundidade forem executadas na mesma sessão é aconselhável a utilização de alturas diferenciadas. Este autor sugere 0,60 m para os saltos em profundidade sem contramovimento e de 0,80 m para saltos em profundidade com contramovimento (MOURA et alii, 1993).

Em suma, observa-se que existe uma relação adequada para o estímulo excêntrico em saltos em profundidade, que desencadeia uma resposta mais

elevada no desenvolvimento da fase concêntrica, utilizando os princípios de conservação da energia elástica e de facilitação motora reflexa, em um ciclo excêntrico-concêntrico do músculo ativo. O estímulo excêntrico é manipulado através da alteração da altura de queda que é determinada por fatores individuais. A altura de queda apresenta importantes implicações em relação à técnica de execução do movimento, e pela influencia que estas alterações podem provocar na resposta concêntrica deve ser rigorosamente controlada, pois as velocidades de alongamento muscular podem ser alteradas de acordo com altura de queda e, conseqüentemente com a técnica utilizada. Apesar da técnica de salto com contramovimento apresentar uma resposta mais elevada no salto vertical posterior à queda do que os saltos com pequenos contramovimentos, observa-se que a velocidade em que o estímulo excêntrico é aplicado é mais elevada, e assim, fundamental para o desenvolvimento da capacidade de salto em um modelo de treinamento pliométrico.

2.4 Variáveis antropométricas e funcionais na performance do salto vertical

A questão das formas e da proporcionalidade humana tem sido observada desde os mais remotos tempos, quando o grego POLIKLEITOS, esculpiu a imagem de DORYPHOROS, que representava a forma ideal do corpo com as proporções de um atleta campeão (BLOOMFIELD et alii, 1994). No período do renascentismo, alguns artistas estudaram a proporcionalidade humana através de medidas lineares. Nesta época destacam-se principalmente os trabalhos de

Leonardo da Vinci, que era particularmente interessado na estrutura do corpo humano em relação ao movimento (RASCH & BURKE, 1977).

Muitas tentativas em estabelecer as relações entre a constituição física e a proporcionalidade em atletas foram desenvolvidas (AMAR³⁵, 1920; ARNOLD³⁶, 1931; BOARDMAN³⁷, 1933 apud BLOOMFIELD et alii, 1994; MATIEGA, 1921 apud DRINKWATER & ROSS, 1980).

MATIEGA³⁸ (1921 apud DRINKWATER & ROSS, 1980), foi o primeiro pesquisador a propor o fracionamento das massas corporais do corpo humano, descrevendo massas musculares, adiposas, ósseas e viscerais. CURETON³⁹ (1951 apud BLOOMFIELD et alii, 1994), foi o primeiro pesquisador a determinar um perfil com bases mais precisas de anatomia aplicada ao esporte, quando efetuou avaliações em 58 atletas campeões olímpicos e mundiais.

Atualmente, muitos autores consideram a existência de uma relação geral entre a morfologia e a performance (BALE, 1991; BALE et alii, 1994; BALL et alii, 1991; BLOOMFIELD et alii, 1994; FARIA & FARIA, 1989; SESSA et alii, 1980; SCOTT, 1991; SLAUGHTER et alii, 1977; TEEPLE et alii, 1975; WATSON, 1984).

A performance esportiva está baseada em diversos fatores que formam uma complexa multiplicidade de variáveis. Dentre as variáveis antropométricas, é natural que algumas tenham um papel mais acentuado na performance do que outras, em função das características específicas de determinado movimento.

³⁵J. Amar. The human motor. New York. E. P. Dutton. 1920.

³⁶A. Arnold. Körper Entwicklung und Leibesübungen für Schule und Sportartze. Leipzig. Johan Barth. 1931.

³⁷R. Boardman. World champions run to types. Journal of health and physical education. v.4. p.32. 1933.

³⁸J. Matiega. The testing of physical efficiency. American Journal of Physiology and Anthropology. v.4. p.223-230. 1921.

³⁹T. Cureton. Physical fitness of champion athlete. Urbana. University of Illinois. 1951.

2.4.1 Variáveis antropométricas

Para uma análise mais clara sobre as implicações das variáveis antropométricas sobre o salto vertical, este estudo fará uma subdivisão destes fatores em variáveis de comprimentos, circunferências de segmentos e de composição corporal. Também serão observados índices que relacionam estas variáveis antropométricas.

2.4.1.1 Variáveis antropométricas de comprimentos e circunferências de segmentos inferiores

O comprimento dos segmentos ou membros corporais tem demonstrado grande influência sobre a performance atlética, pois os comprimentos das alavancas biológicas indicaram sensível influência sobre a velocidade de movimento (LOHMANN et alii, 1988; TITEL & WUTSCHERK, 1992).

BLOOMFIELD et alii (1994), citaram que os atletas que desenvolvem atividades balísticas de potência e velocidade deveriam possuir, além de uma elevada proporção de fibras rápidas em relação às fibras lentas, uma elevada estatura, com os membros inferiores mais longos que o tronco, e tibia mais longa que a coxa. No caso específico dos saltadores, estas relações entre comprimentos podem ser descritas por elevado índice crural (CURETON³⁹, 1951 apud BLOOMFIELD et alii, 1994) e esquelético (BALE, 1991). O índice crural é obtido através da razão entre o comprimento de perna e o comprimento de coxa (BLOOMFIELD et alii, 1994) e busca estabelecer relações entre os segmentos do membro inferior. O índice esquelético representa a razão entre o comprimento do

membro inferior e o tronco. BALE (1991) destacou os trabalhos de SPURGEON⁴⁰ et alii (1980), evidenciando que os indivíduos que possuem maiores proporções de membros inferiores em relação ao tronco possuem uma vantagem mecânica na realização do salto vertical.

A elevada estatura requerida para os saltadores em altura baseia-se no fato de ao apresentar extremidades mais compridas do que tronco, estes atletas apresentaram também uma altura do centro de massa mais elevada. Quando se objetiva elevar o centro de massa em uma determinada distância, torna-se óbvio atentar para a posição inicial deste ponto, pois quanto mais alto for a posição inicial do centro de massa, menor será o deslocamento que este atleta deverá realizar para atingir uma elevada distância absoluta, quando comparado a um sujeito de menores proporções. Ainda cabe ressaltar para o fato de que os sujeitos providos de segmentos longos possuem braços de alavancas maiores, o que pode favorecer as relações de produção de força nestas alavancas biológicas. Por outro lado, os halterofilistas apresentaram uma vantagem implícita com um pequeno tamanho nos segmentos corporais, pois ao levantarem seus pesos, o fazem em uma distância menor (HART et alii, 1991).

As alavancas longas são descritas como capazes de realizar movimentos de elevada velocidade, o que é muito interessante para o desenvolvimento do ciclo excêntrico-concêntrico, que está intimamente relacionado à velocidade do estímulo aplicado ao músculo (HUIJING, 1992).

Além da questão das alavancas biológicas, os pontos de inserção muscular desempenham um papel importante, pois a variabilidade encontrada nestes pontos de sujeito para sujeito, pode determinar uma vantagem/desvantagem no

⁴⁰J.H. Spurgeon et alii. Physique of world-class female basketball players. Scandinavian Journal Sports Sciences, v.2, p.63-9, 1980.

desempenho mecânico destas alavancas, ainda que sejam observados tamanhos, formas e massas corporais similares (BLOOMFIELD et alii, 1994).

Apesar de alguns trabalhos considerarem variáveis antropométricas de comprimentos, circunferências absolutas, circunferências corrigidas, ou ainda índices que relacionam estes elementos, os resultados obtidos não têm permitido estabelecer correlações importantes na predição da potência muscular através destas variáveis ou da capacidade de salto vertical, ainda que conceitualmente muito bem definidos (BALL et alii, 1991; SIGMARINGA & FRANÇA, 1992).

O trabalho de SESSA et alii (1980), não permitiu identificar correlações lineares significativas entre o comprimento total de membros inferiores com a performance na força explosiva de membros inferiores. Os resultados correlacionais para o comprimento real e aparente de membros inferiores foram de $r = 0,31$ e $r = 0,35$ em mulheres e de $r = 0,17$ e de $r = 0,38$, em homens. No grupo masculino, o comprimento aparente de coxa e de perna tiveram valores de $r = 0,30$ e $r = 0,36$, respectivamente. WILMORE⁴¹ (1974 apud SESSA et alii, 1980), encontrou correlações significativas entre a força muscular absoluta e circunferências de coxa ($r = 0,63$) e perna ($r = 0,77$) para sujeitos do sexo masculino; em sujeitos do sexo feminino estas correlações foram menores ($r = 0,42$ e $0,09$, respectivamente).

O estudo realizado por RAY & KHANNA (1991), analisou o comportamento da força explosiva em mulheres esportistas de elite nacional, e também não encontrou correlações significativas quando analisou o comprimento dos segmentos de membros inferiores. Todavia, neste mesmo trabalho, foi possível correlacionar significativamente ($p < 0,05$) as circunferências de coxa e

⁴¹ J.A. Wilmore. Alterations in strength, body composition and anthropometric measurements consequent to a 10 week weight training program. *Medicine Science in Sports*. v.6, n.2. p.133-138. 1974.

perna à performance no salto vertical, além dos diâmetros de joelho e quadril. Contrariamente, SIGMARINGA & FRANÇA (1992), utilizando 60 universitários de ambos os sexos, não conseguiram estabelecer correlações significativas entre a circunferência de perna e a performance do salto vertical, mesmo quando estas circunferências foram corrigidas pelas dobras cutâneas do segmento; tais correlações foram maiores para homens (-0,28), do que para mulheres (0,08).

O estudo de BALL et alii (1991) em crianças de sete a 11 anos, buscou estabelecer relações entre a performance, a estatura e o peso corporal absoluto; não detectou correlações estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Também não foram encontradas correlações significativas com a força estática. No entanto, estes autores sugerem que a performance do salto vertical pode ser melhor explicada através de variáveis antropométricas do que pela força estática, principalmente porque o movimento é estruturado e executado dinamicamente. A força contribuiu somente para explicar a performance no salto horizontal e nas corridas de 50 e 600 jardas. A coordenação do salto foi citada como um fator limitante da performance do salto vertical por se tratar de uma amostra composta por crianças.

2.4.1.2 Variáveis de composição corporal

A composição corporal diz respeito às massas constituintes de cada sujeito. Através deste tipo de análise é possível determinar as diferentes relações entre os vários elementos constituintes dos tecidos adiposo, ósseo, muscular, visceral e dos fluídos extracelulares (MALINA & BOUCHARD, 1991).

Diversos fatores podem influenciar as diferentes proporções entre os componentes, dos quais cabe ressaltar a influência genética, hormonal e ambiental.

Dentre as variáveis de composição morfológica, o tecido adiposo tem recebido grande atenção, pois encontra-se em estreita relação com aspectos de saúde e de performance física. Devido a importância do tecido adiposo, muitos estudos tem adotado análises bicompartimentais (MALINA & BOUCHARD, 1991). Este modelo simplificado busca, essencialmente, estimar um compartimento de massa gordurosa, e outro compartimento de massa magra, não distinguindo as relações entre massa muscular, óssea e visceral, reduzindo-os a um único compartimento. Um outro inconveniente deste método está na não identificação topológica da gordura.

O tecido adiposo, apesar de desempenhar importantes funções metabólicas no organismo, seguidamente tem sido descrito como um dos fatores prejudiciais em certas atividades esportivas, pois, constitui-se em uma “massa inerte” que requer constante trabalho mecânico muscular para acelerá-la e desacelerá-la (BALE, 1991; BALL et alii, 1991; LAUBACH⁴², 1966 apud SIGMARINGA & FRANÇA, 1980; RODACKI et alii, 1996).

Especificamente na questão da geração de força e de potência muscular, apenas o tecido muscular apresenta diretamente tal capacidade, sendo que as relações e proporções entre o tecido muscular e os demais tecidos é de grande importância no desempenho atlético. Nesta ótica, o peso absoluto, não apresenta ampla capacidade de predição de fatores funcionais, pois não guarda as relações entre os diferentes componentes. Sujeitos com o mesmo peso absoluto podem

⁴²L.L. Laubach. Body composition in relation to muscle strength and range of motion. *Journal Sports Medicine*. v.9, p.89-97, 1969.

apresentar distintas proporções entre os tecidos constituintes, e portanto, apresentar diferentes capacidades de geração de trabalho e de potência muscular, em função de quanta “massa inerte” devem deslocar.

Para análises funcionais mais precisas é necessário observar as frações constituintes das massas corporais. Os trabalhos de SESSA et alii (1980), sugerem este tipo de análise está correta, pois os estudos que buscaram estabelecer relações entre dobras cutâneas e a força/potência muscular mostraram correlações negativas. Estas relações inversas indicam que a gordura corporal, quando o peso é mantido constante, é um fator contrário a força explosiva.

Apesar das frações de massa gorda encontrarem-se negativamente associadas à força explosiva e à capacidade de salto, os valores destes índices tem sido sistematicamente relatados como muito baixos quando são considerados em segmentos de membros inferiores (BALE, 1991; BALL et alii, 1991; CLARKE⁴³, 1957 apud SESSA et alii, 1980; RODACKI et alii, 1996; SESSA et alii, 1980; WATSON, 1984).

Ao observar a distribuição do tecido adiposo em esportistas, WATSON (1984), verificou freqüentes e significativas variações entre indivíduos que praticavam a mesma atividade e identificou correlações médias negativas entre o salto vertical e dobras cutâneas de $-0,341 \pm 0,096$. O acúmulo de tecido adiposo apresentou um efeito adverso sobre a capacidade do salto, entretanto, a gordura localizada especificamente em segmentos inferiores revelou decréscimos mais pronunciados do que ao conteúdo total de gordura corporal. Este autor salienta o fato de que a gordura corporal, quando aquecida à temperatura corporal, é semilíquida e pode criar uma limitação aos movimentos explosivos pelo aumento

⁴³H.H. Clarke Relationship of strength and anthropometric measures to physical performance involving the trunk and legs. *Research Quarterly*, v.28, p.223-232, 1957.

da viscosidade. Assim, a análise relativa ao tecido adiposo localizado especificamente no segmento é mais importante do que o montante da sobrecarga a ser deslocado pelo segmento. A explicação de WATSON (1984) parece promissora, no entanto, são necessários outros estudos que confirmem sua proposição ao relacionar a distribuição topológica do tecido adiposo à performance no salto vertical.

2.5 Variáveis funcionais do salto em profundidade

MOODY (1994), buscou prever a altura ótima individual de queda, através da força muscular em segmentos inferiores, utilizando 34 mulheres com idade entre 15 e 18 anos. Os sujeitos executaram uma repetição concêntrica máxima em equipamento universal de “leg-press”. Uma análise de regressão, mostrou uma pequena correlação entre a força de membros inferiores e a altura ótima individual de queda nos saltos em profundidade ($r = 0,19$). Entretanto, MOODY (1994) concluiu que a força muscular de segmentos inferiores não é um bom preditor para a altura de queda. No estudo de MOODY (1994), é importante considerar que a força muscular foi determinada através de um movimento concêntrico de extensão de pernas no “leg-press” universal, entretanto, apesar da força muscular ser uma importante variável no desempenho de movimentos explosivos, o movimento proposto não possui uma correlação dinâmica com o movimento do salto, principalmente quando um estiramento muscular prévio é realizado, ou seja, quando o ciclo excêntrico-concêntrico está presente (BONDARCHUK et alii, 1984; MATVEEV & LEVCHENKO, 1986; VERKOSHANSKI^{17, 18}, 1968, 1969 apud BOBBERT, 1990). Mesmo que o movimento executado no “leg-press” universal tenha sido executado

dinamicamente, a velocidade de deslocamento não corresponde aquela encontrada no salto vertical. HUIJING (1992) aponta para a importância dos fatores relacionados à velocidade de alongamento e encurtamento dos músculo nos movimentos que incluem o ciclo excêntrico-concêntrico.

2.6 Conclusão da fundamentação teórica

Ao final da fundamentação teórica foi possível concluir de que os saltos em profundidade, apesar de consistirem em um tipo de exercitação bastante antiga, são uma das formas mais freqüentes e usuais de manifestação pliométrica para o desenvolvimento da potência muscular, e consistem na realização de um salto vertical máximo imediatamente após a queda de uma plataforma ou plano mais elevados. A pliometria compreende atividades que envolvem o ciclo excêntrico-concêntrico do músculo ativo e que provocam sua potencialização elástica, mecânica e reflexa, resultando numa maior produção de trabalho positivo (MOURA, 1988; MOURA et alii, 1993).

Os fatores referentes a potencialização elástica e mecânica referem-se a capacidade dos músculos esqueléticos estriados de acumularem energia em seu interior durante a fase excêntrica do movimento liberando-a na fase concêntrica, resultando em um aumento na produção de força e potência muscular. Os fatores reflexos referem-se as ativações musculares obtidas através dos saltos em profundidade que propiciam uma alta velocidade de alongamento muscular, conduzindo a um aumento paralelo nas fibras intrafusais, que podem facilitar e potencializar o reflexo miotático. A área de secção transversal e os tipos de fibra muscular são referidos como importantes fatores a serem considerados na atividade pliométrica, pois grandes áreas de secção transversal podem produzir

elevados níveis de tensão, enquanto que os tipos de fibra muscular podem influenciar na velocidade de encurtamento muscular, pois sua distribuição e proporção indicam um benefício diferenciado no ciclo excêntrico-concêntrico. Nos testes de saltos verticais, os sujeitos com maiores quantidades de fibras rápidas no músculo vasto lateral, apresentam maiores benefícios na performance da fase de alongamento através de elevados níveis de velocidade de encurtamento muscular.

A carga de alongamento imposta à musculatura esquelética é determinada pela altura de queda e corresponde a intensidade do trabalho pliométrico. A determinação da altura individual de queda deve ser um procedimento fundamental e indispensável, à semelhança dos testes de carga máxima aplicados em diferentes programas de treinamento. A determinação da altura de queda, analogamente, constitui-se na determinação de um esforço adequado para o treinamento pliométrico (MIL-HOMENS, 1987). Apesar das facilidades na manipulação das alturas de queda, este procedimento apresenta problemas operacionais em relação ao estabelecimento de cargas de trabalho individualizadas. RODACKI et alii (1994) afirmaram que a utilização de grandes incrementos na altura de queda (20 cm ou mais) não favorecem a obtenção de valores individualizados; contrariamente, incrementos muito pequenos (1 cm) inviabilizariam sua execução, principalmente em modalidades coletivas, onde o número de participantes é elevado e a demanda de tempo torna-se excessiva.

Outros importantes aspectos relacionados à altura de queda dos saltos em profundidade foram levantados por BOBBERT (1987a,b, 1990) e NASSER (1990), os quais relataram alterações dos parâmetros biomecânicos cinéticos e cinemáticos do movimento em função de sucessivos incrementos aplicados nas alturas de queda. Foram encontrados (a) aumentos no tempo de contato com o

solo e (b) mudanças no padrão da técnica de execução dos movimentos dos saltos em profundidade através de alterações das amplitudes articulares, com maior abaixamento na posição do centro de massa corporal durante o contato com o solo. O tempo de contato com o solo entre a fase excêntrica e a concêntrica e a técnica de execução dos saltos em profundidade, são descritos como elementos fundamentais para a performance dos saltos em profundidade. Os incrementos na duração do tempo de contato é tido como um fator prejudicial ao ciclo excêntrico-concêntrico, pois elevados tempos de contato tendem a dissipar a energia mecânica armazenada no interior dos músculos sob forma de calor. À medida em que a altura de queda é aumentada, observa-se uma tendência natural de alterar a técnica do movimento para um modelo que inclua contramovimentos, ou seja, a desaceleração nas massas corporais através de um flexionamento dos membros inferiores mais amplo, devido a maior quantidade de movimento realizado no instante do impacto com o solo. As alterações na técnica de movimento e no tempo de contato dos saltos em profundidade podem produzir pequenos incrementos na resposta do salto vertical subsequente e são apontados como importantes variáveis a ser controladas na execução deste tipo de treinamento.

A adoção de uma técnica de execução incorreta dos saltos em profundidade também pode desencadear alterações de desconforto e degenerativas em estruturas ósteo-articulares e músculo-tendíneas.

A performance esportiva está baseada em uma complexa e intrincada multiplicidade de variáveis. As relações entre as variáveis morfológicas e a performance são objeto de estudo da cineantropometria e constituem-se em importantes elementos de análise. Dentre as variáveis morfológicas relacionadas à performance dos saltos verticais, algumas possuem um papel mais acentuado em virtude das características do movimento. As variáveis morfológicas descritas

como correlacionadas diretamente na performance do salto vertical são (a) os comprimentos e alturas corporais por favorecerem as relações de força e velocidade de movimento; e (b) os perímetros corporais que indicam maior secção transversal muscular e maior possibilidade de geração de força. Dentre as variáveis morfológicas inversamente relacionadas ao salto vertical, apenas a massa de tecido adiposo é citada, pois representa uma massa inerte a ser deslocada. As relações de proporcionalidade estabelecidas por índices corporais revelam uma associação positiva com o índice esquelético (IESQ) e o índice crural (ICRU) e uma associação negativa com o índice de massa corporal (IMC).

As tentativas de predição do salto vertical constituem-se em uma atrativa solução para o problema da determinação experimental da altura individual de queda.

A primeira tentativa de predição da altura individual de queda dos saltos em profundidade foram dadas por ZANON (1976) que relacionou este fator ao peso corporal dos sujeitos; e por MIL-HOMENS (1987) tentou relacionar a altura individual de queda a impulsão vertical relativa através do nomograma de Lewis; finalmente MOODY (1994) buscou prever a altura individual de queda através da força muscular de membros inferiores em um equipamento de musculação do tipo "leg-press" universal. Apenas no estudo de MIL-HOMENS (1987) foi possível prever a altura individual de queda, porém somente para os atletas do sexo masculino, com um índice correlação de $r = 0,73$, índice de determinação (R^2) de 53,29% e erro percentual de estimativa (EPE) de 10,79%.

Não foi possível detectar na literatura a existência de estudos preditivos e/ou correlacionais que tenham buscado prever a altura individual de queda dos saltos em profundidade a partir conjuntos de variáveis morfológicas e funcionais do salto vertical para sujeitos dos sexos masculino e feminino.

2.7 Definição de termos

Altura ótima de queda - “Altura ideal para o estabelecimento do reflexo miotático dos músculos estriados esqueléticos, que desencadeia o ciclo excêntrico e concêntrico em níveis elevados” (BOSCO & KOMI, 1978a; MILHOMENS & SARDINHA, 1989).

Capacidade - “Traço geral ou qualidade de um indivíduo relacionada com o desempenho de uma variedade de habilidades motoras, sendo um componente da estrutura dessas habilidades” (MAGILL, 1984).

Cinemática - “Descrição de um movimento em termos de posição, velocidade e aceleração” (ENOKA, 1994).

Cinética - “Descrição de um movimento que inclui a consideração das forças que causam o movimento” (ENOKA, 1994).

Contração concêntrica - “Ação muscular na qual a tensão desenvolvida causa um encurtamento visível no comprimento muscular; é realizado um trabalho positivo” (HAMIL & KNUTZEN, 1995).

Contração excêntrica - “Ação muscular na qual a tensão muscular é desenvolvida e o músculo é alongado; é realizado um trabalho negativo” (HAMIL & KNUTZEN, 1995).

Contração isométrica - “Ação muscular na qual a tensão muscular é desenvolvida, mas não há mudança externa visível na posição articular; não é realizado trabalho externo” (HAMIL & KNUTZEN, 1995).

Elementos elásticos em série - “Componentes musculares passivos que desenvolvem tensão em contração e durante o alongamento; encontrados nos tendões e pontes cruzadas” (HAMIL & KNUTZEN, 1995).

Elementos elásticos em paralelo - “Componentes musculares passivos que desenvolvem tensão com um alongamento; encontrado no tecido conectivo ao redor e no interior dos músculos” (HAMIL & KNUTZEN, 1995).

Habilidade - “Uma capacidade de alcançar um resultado final com o máximo de certeza, mínimo de energia ou tempo” (SCHMIDT, 1992).

Impulsão vertical - “Deslocamento do centro de gravidade no instante da perda de contato com o solo até a altura máxima atingida” (NASSER, 1990).

Momento de inércia - “Resistência um objeto oferece a qualquer mudança em seu movimento angular. Representa a distribuição da massa ao longo do eixo de rotação” (ENOKA, 1994).

Pliometria - “Atividades que envolvem o ciclo excêntrico-concêntrico do músculo ativo e que provocam sua potencialização elástica, mecânica e reflexa, resultando numa maior produção de trabalho positivo” (MOURA, 1988).

Potência - “É a velocidade com que se efetua um trabalho, e é o resultado do tempo pelo trabalho realizado” (KREIGHBAUN & BARTHEL, 1990); ou “Produto entre a força e a velocidade” (HAMIL & KNUTZEN, 1995).

Predição - “O processo de usar as capacidades de pessoas para estimar o provável sucesso deles em várias ocupações ou esportes” (SCHMIDT, 1992).

Repetição máxima - “Quantidade de peso levantado em uma única vez, de forma correta durante a realização de um exercício predeterminado de levantamento de peso” (McARDLE et alii, 1991).

Salto em profundidade - “Forma pliométrica de exercitação que consiste em um salto vertical precedido de uma queda, partindo de um plano colocado a uma determinada altura” (BOBBERT, 1990; BOBBERT et alii, 1987a,b).

Tempo de contato - “Tempo necessário para a realização de impulso em diversas atividades” (NASSER, 1990).

Tempo de transição - “Intervalo de tempo entre a contração excêntrica e a concêntrica” (SARDINHA & MIL-HOMENS, 1989).

Trabalho positivo - “Trabalho efetuado por um sistema quando o torque exercido pelos músculos são maiores do que o torque da carga externa” (HAMIL & KNUTZEN, 1995).

Trabalho negativo - “Trabalho efetuado por um sistema quando o torque oferecido pela carga é maior que o torque exercido pelos músculos” (HAMIL & KNUTZEN, 1995).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

A presente pesquisa consistiu em um estudo do tipo “ex-post-facto”, correlacional preditivo / estimativo, onde buscou-se determinar a altura individual de queda para saltos em profundidade em função de um conjunto de variáveis funcionais do salto vertical e de um conjunto de variáveis antropométricas em atletas de voleibol de elite dos sexos masculino e feminino.

3.2 População e amostra

3.2.1 Descrição da população

Foram considerados como elementos pertencentes à população deste estudo todos os atletas profissionais de voleibol saudáveis, isentos de lesões limitantes das atividades diárias de treinamento, vinculados a clubes esportivos do estado de São Paulo, participantes da Liga Nacional de Voleibol, no ano de 1996.

A escolha da população justifica-se (a) pelo elevado número de saltos realizados por atletas de voleibol, (b) pela experiência e adaptação a diferentes formas e programas de saltos verticais e, principalmente, (c) pela experiência prévia em atividades pliométricas de salto em profundidade. Desse modo, tornar-se-ia impraticável a utilização de uma sistemática aleatória na escolha de sujeitos para compor a população.

3.2.2 Descrição da amostra

A amostra selecionada de forma intencional, foi constituída por 51 sujeitos, sendo 26 homens e 25 mulheres, atletas profissionais de voleibol. Os sujeitos do sexo masculino pertenciam as equipes do Esporte Clube Banespa (São Paulo) e Olympikus Telesp Clube (Campinas), e os sujeitos do sexo feminino pertenciam as equipes do Esporte Clube Pinheiros (São Paulo) e do Clube BCN (Osasco). Estas equipes foram selecionadas intencionalmente, primeiramente pelo consentimento dos profissionais responsáveis envolvidos nas atividades de treinamento, seguido por facilidades operacionais para o desenvolvimento do estudo.

Os sujeitos selecionados eram saudáveis e isentos de lesões importantes que limitassem suas atividades esportivas diárias. Dentre os sujeitos selecionados, dois sujeitos do sexo masculino e um do sexo feminino foram afastados do experimento por apresentarem lesões físicas temporárias não relacionadas ao experimento. Um segundo sujeito do sexo feminino foi afastado do experimento por não ter comparecido a uma das fases dos testes, por motivos particulares.

3.3 Coleta de dados

A coleta de dados para o estudo foi realizada em um período total de duas semanas. A primeira semana foi destinada para a coleta de dados das equipes masculinas e a segunda semana para as equipes femininas. As equipes masculinas foram avaliadas no período matutino e as femininas no período vespertino. Estes horários foram estipulados pelas comissões técnicas dos clubes em função das suas respectivas programações de treinamento.

A coleta de dados foi realizada no próprio ginásio de treinamento das equipes envolvidas, em uma área livre, plana e clara.

Após uma sucinta explicação dos objetivos, procedimentos e importância do estudo, os sujeitos foram submetidos à avaliação das variáveis antropométricas, seguida pela avaliação da variável funcional do salto vertical, para finalmente serem submetidos à avaliação da variável resposta de determinação da altura individual de queda nos saltos em profundidade. Apesar de ter sido permitido aos atletas a opção de não participar do estudo, nenhuma desistência foi verificada.

3.4 Variáveis do estudo

O estudo compreendeu uma variável resposta, e dois conjuntos de variáveis preditoras. A variável resposta foi a altura individual de queda para os saltos em profundidade (AIQ), determinada experimentalmente a partir de diferentes alturas de queda. As variáveis preditoras corresponderam a um conjunto de doze variáveis antropométricas medidas diretamente, oito calculadas e um conjunto duas variáveis funcionais do salto vertical.

O conjunto de variáveis antropométricas foi formado por medidas de comprimentos, alturas, perímetros, dobras cutâneas e índices corporais. Para a análise antropométrica foram considerados as seguintes variáveis: dobras cutâneas de tríceps braquial (DTRI), subescapular (DSUB), suprailíaca (DSIL), abdominal (DABD), coxa (DCOX), perna (DPER), somatória de dobras cutâneas de membros superiores e tronco (DCSS), somatória de dobras cutâneas de membros inferiores (DCSI), somatória total de dobras cutâneas (STDC), circunferência absoluta de coxa (PCOX) e perna (PPER), circunferência corrigida de coxa

(PCCO) e perna (PCPE), comprimentos de coxa (CCOX) e perna (CPER), altura trocântérica (ATRO), e altura tronco-cefálica (ATC). Também foram determinados indicadores antropométricos de índice de massa corporal (IMC), índice crural (ICRU) e índice esquelético (IESQ). Os protocolos de medida das variáveis antropométricas encontram-se descritos no item 3.4.1.

O conjunto de variáveis funcionais foi dividido em uma variável absoluta e outra relativa. A variável funcional absoluta foi representada pela impulsão vertical em termos absolutos (IVA), enquanto que a variável funcional relativa foi representada pela impulsão vertical relativa (IVR), ou seja, através do nomograma de Lewis (apud ADAMS, 1994). Os procedimentos para a obtenção da variável funcional de IVA encontram-se descritos no item 3.4.2.1, enquanto que a fórmula para o cálculo do nomograma de Lewis encontra-se descrita no item 3.4.2.2.

3.4.1 Variáveis antropométricas

3.4.1.1 Dobras cutâneas

O protocolo adotado para a tomada de cada medida de dobra cutânea está de acordo com a padronização de LOHMAN et alii (1988) e de BLOOMFIELD et alii (1994), e encontram-se descritos em itens específicos.

As dobras cutâneas foram determinadas através de um compasso de dobras cutâneas do tipo Harpenden devidamente calibrado, em hemi-corpo direito com o indivíduo em posição anatômica e com a musculatura relaxada. As medidas foram colhidas três vezes consecutivas pelo conjunto das dobras cutâneas, na seguinte ordem: tríceps braquial, subescapular, suprailíaca, abdominal, coxa e perna. Este estudo considerou apenas o valor mediano. Para a tomada das medidas das dobras

cutâneas o avaliador pinçou a dobra a ser avaliada com a mão esquerda com o dedo polegar e indicador, sendo o compasso seguro pela mão direita, aplicando-o a 1 cm do polegar da mão esquerda. Todos os pontos de tomada das dobras cutâneas foram marcados com uma caneta dermatográfica própria. As medidas foram feitas após um período de 2 s, a partir do instante em que a pressão é realizada (LOHMAN et alii, 1988).

3.4.1.1.1 Dobra cutânea de tríceps braquial (DTRI)

A DTRI foi estabelecida no ponto médio entre o acrômio e o olécrano, na face posterior do braço estendido ao longo do corpo, sendo a dobra cutânea tomada no sentido longitudinal do segmento (LOHMAN et alii, 1988).

3.4.1.1.2 Dobra cutânea subescapular (DSUB)

A DSUB foi estabelecida no ponto imediatamente abaixo do ângulo inferior da escápula, medida obliquamente, em aproximadamente 45°, em relação ao eixo longitudinal do corpo. O sujeito permaneceu ereto, com o peso corporal distribuído igualmente sobre ambos os segmentos, mantendo os braços estendidos ao lado e ao longo do corpo (LOHMAN et alii, 1988).

3.4.1.1.3 Dobra cutânea suprailíaca (DSIL)

A DSIL foi estabelecida num ponto localizado imediatamente acima da borda ilíaca superior, tomada obliquamente a aproximadamente 45°,

acompanhando a borda superior da crista ilíaca. O sujeito permaneceu ereto, com o peso corporal distribuído igualmente em ambos os segmentos, com o antebraço fletido (LOHMAN et alii, 1988).

3.4.1.1.4 Dobra cutânea abdominal (DABD)

A DABD foi estabelecida num ponto afastado lateralmente 3 cm e 1 cm abaixo da cicatriz umbilical. O sujeito permaneceu ereto com o apoio distribuído igualmente sobre ambos os segmentos e manteve a respiração próximo ao final da expiração, sem contrair a musculatura abdominal. A medida foi efetuada transversalmente (BLOOMFIELD et alii, 1994).

3.4.1.1.5 Dobra cutânea de coxa (DCOX)

A DCOX foi estabelecida na interseção da linha em que foi tomada o perímetro da coxa (linha média de terço médio) com a linha média da face anterior da coxa, sendo feita longitudinalmente em relação ao segmento. O sujeito manteve o segmento avaliado estendido com o peso corporal apoiado sobre o outro segmento, com a musculatura do segmento avaliado relaxada (BLOOMFIELD et alii, 1994).

3.4.1.1.6 Dobra cutânea de perna (DPER)

A DPER foi estabelecida na interseção de maior perímetro de perna, com a linha da borda medial da tíbia, sendo a medida executada longitudinalmente em relação ao segmento. O sujeito foi avaliado com o segmento apoiado sobre uma

superfície elevada que permitiu uma flexão na articulação do joelho de aproximadamente 90°, com a musculatura de perna relaxada (LOHMAN et alii, 1988).

3.4.1.1.7 Somatória de dobras cutâneas de membros superiores e tronco (DCSS)

A DCSS teve por finalidade representar o volume de tecido adiposo a ser deslocado, localizado em membros superiores e tronco.

A DCSS foram estabelecidas pela somatória das dobras cutâneas: DTRI, DSUB, DSIL, e DABD, descrita através da seguinte equação:

$$DCSS = DTRI + DSUB + DSIL + DABD \quad (\text{equação 1})$$

3.4.1.1.8 Somatória de dobras cutâneas de segmentos inferiores (DCSI)

A DCSI teve por finalidade representar o volume de tecido adiposo localizado especificamente em segmentos inferiores, ou seja, nos principais segmentos propulsores do salto vertical.

A DCSI foi composta pela somatória das dobras cutâneas de DCOX e DPER. O protocolo para a tomada de DCOX e DPER encontram-se descritos nos itens 3.4.1.1.5 e 3.4.1.1.6, respectivamente.

A equação utilizada para determinar DCSI foi:

$$DCSI = DCOX + DPER \quad (\text{equação 2})$$

3.4.1.1.9 Somatória total de dobras cutâneas (STDC)

A STDC teve por finalidade representar o volume total de tecido adiposo corporal a ser deslocado.

A STDC foi estabelecida a partir das seguintes dobras cutâneas: DTRI, DSUB, DSIL, DABD, DCOX e DPER. A equação seguinte foi utilizada para o cálculo de STDC:

$$\text{STDC} = \text{DTRI} + \text{DSUB} + \text{DSIL} + \text{DABD} + \text{DCOX} + \text{DPER} \text{ (equação 3)}$$

3.4.1.2 Circunferências absolutas

As circunferências foram realizadas através de uma fita métrica metálica inextensível em hemi-corpo direito. As medidas foram executadas perpendicularmente ao segmento, no mesmo ponto em que as dobras cutâneas dos respectivos segmentos corporais foram tomados, através de uma tensão uniforme (LOHMAN et alii, 1988).

3.4.1.2.1 Circunferência absoluta de coxa (PCOX)

A PCOX foi determinada na altura da linha média do terço medial da coxa. O avaliado permaneceu em posição ereta, com os pés ligeiramente afastados e com o peso corporal distribuído equitativamente nos segmentos, com o segmento relaxado (LOHMAN et alii, 1988).

3.4.1.2 Circunferência absoluta de perna (PPER)

A PPER foi estabelecida com o sujeito na mesma posição adotada para a determinação da circunferência absoluta de coxa, com o segmento relaxado. A fita métrica foi posicionada horizontalmente ao redor da perna ao nível de sua maior circunferência (LOHMAN et alii, 1988).

3.4.1.3 Circunferências corrigidas

As circunferências foram corrigidas a partir das circunferências absolutas de coxa (PCOX) e de perna (PPER), considerando as respectivas dobras cutâneas de DCOX e DPER e objetivaram fornecer uma estimativa de massa magra nos principais segmentos propulsores do salto vertical.

3.4.1.3.1 Circunferência corrigida de coxa (PCCO)

A PCCO foi estabelecida a partir da circunferência absoluta da coxa (PCOX), levando-se em consideração a dobra cutânea da coxa (DCOX).

A PCCO foi calculada através da seguinte equação (MATSUDO, 1987):

$$PCCO = PCOX - DCOX \quad (\text{equação 4})$$

3.4.1.3.2 Circunferência corrigida da perna (PCPE)

A PCPE foi estabelecida a partir da circunferência absoluta de perna (PPER), levando-se em consideração a dobra cutânea da perna (DPER).

A PCPE foi calculada através seguinte equação (MATSUDO, 1987):

$$PCPE = PPER - DPER \quad (\text{equação 5})$$

3.4.1.4 Comprimento de coxa (CCOX)

O comprimento da coxa foi determinado lateralmente à perna pela distância entre o grande trocânter e a extremidade superior do platô tibial. O ponto trocantérico é definido como o ponto palpável de maior altura do fêmur, situado lateralmente ao quadril. Para a determinação deste ponto, o sujeito foi mantido em posição anatômica, descalço, com os pés voltados para a frente, com o peso corporal distribuído sobre ambos os segmentos, ao lado de um banco de altura conhecida. O avaliador posicionou-se atrás do avaliado, palpando firmemente o grande trocânter direito do avaliado, marcando-o na pele, através de uma caneta dermatográfica própria. Para a determinação do platô tibial, o avaliado manteve-se posicionado ereto, em posição anatômica sobre um banco, com os pés voltados para frente, enquanto o avaliador palpou firme e lateralmente a junção entre os côndilos do fêmur e a tibia, estabelecendo o ponto superior do platô tibial, no terço médio lateral da articulação, marcando-o com um traço horizontal, através de uma caneta dermatográfica. Ao finalizar a marcação dos pontos, o avaliador

checou novamente suas posições. O CCOX foi estabelecido através de uma fita métrica metálica inextensível (BLOOMFIELD et alii, 1994).

3.4.1.5 Comprimento de perna (CPER)

O CPER foi determinado pelo comprimento tibial. O comprimento tibial foi determinado medialmente pela distância entre o ponto superior medial e a borda distal do maléolo tibial. A borda da tibia foi estabelecida no ponto superior do platô tibial medial. Para a marcação deste ponto, o avaliado permaneceu sentado, com a perna direita cruzada por sobre a perna esquerda, em ângulo de aproximadamente 90^0 , de forma a permitir que a face medial da tibia ficasse frontalmente voltada ao avaliador. O avaliador palpou firmemente a articulação entre os côndilos do fêmur e da tibia, marcando a borda superior do platô tibial com um traço horizontal em seu terço médio. A borda do maléolo é o ponto mais distal da tibia, e foi determinado por palpação, localizando-se a extremidade da borda distal da tibia. Após a marcação dos pontos, o avaliador checou novamente suas posições. A medição entre a borda superior medial da tibia e a extremidade distal do maléolo tibial foi feita por meio de uma fita métrica metálica inextensível (BLOOMFIELD et alii, 1994).

3.4.1.6 Altura trocântérica femoral (ATRO)

A ATRO é definida como a distância compreendida entre o trocânter femoral e o solo. O ponto trocântérico utilizado foi o mesmo definido quando da avaliação do CCOX. Para a avaliação da ATRO, o sujeito foi posicionado na posição anatômica, descalço, com os pés voltados para a frente, com o peso

corporal distribuído sobre ambos os segmentos, ao lado de um banco de altura conhecida. Inicialmente, o avaliador determinou a distância do trocânter até o banco de madeira, para posteriormente somá-las. A distância foi determinada por meio de uma fita métrica metálica inextensível (BLOOMFIELD et alii, 1994).

3.4.1.7 Altura tronco-cefálica (ATC)

A ATC é compreendida como a distância entre o vértex e o ponto subesquiático. A ATC foi determinada com o sujeito sentado em um banco de madeira de altura conhecida, colocado junto à base do estadiômetro. O sujeito manteve-se sentado com a coxa projetada horizontalmente, com os ombros e glúteos encostados à superfície da prancha do estadiômetro. A cabeça permaneceu alinhada verticalmente. O valor da ATC foi determinado pela subtração do valor encontrado na escala do estadiômetro da altura do banco de madeira (BLOOMFIELD et alii, 1994).

3.4.1.8 Indicadores antropométricos

Foram adotados indicadores antropométricos de índice crural (ICRU), índice esquelético (IESQ) e o índice de massa corporal (IMC), que descrevem relações de proporcionalidade entre algumas variáveis morfológicas deste estudo.

3.4.1.8.1 Índice crural (ICRU)

O ICRU define a proporcionalidade de membro inferior, considerando os comprimentos dos segmentos de perna (CPER) e coxa (CCOX).

O ICRU foi calculado pela seguinte equação (BLOOMFIELD et alii, 1994):

$$\text{ICRU} = (\text{CPER} \div \text{CCOX}) * 100 \quad (\text{equação 6})$$

3.4.1.8.2 Índice esquelético (IESQ)

O IESQ define a proporcionalidade corporal entre a altura de membros inferiores (ATRO) e tronco-cefálica (ATC).

O IESQ foi calculado através da seguinte equação: (BALE, 1991)

$$\text{IESQ} = (\text{ATRO} \div \text{ATC}) * 100 \quad (\text{equação 7})$$

3.4.1.8.3 Índice de massa corporal (IMC)

O IMC define a relação entre o peso corporal absoluto (P) e a estatura (E).

O IMC foi determinado pela equação (apud ADAMS, 1994):

$$\text{IMC} = P \div (E)^2 \quad (\text{equação 8})$$

Os sujeitos foram pesados descalços, trajando seus uniformes de treinamento, ou seja, calção e camiseta. Como não foi possível transportar uma única balança através de grandes distâncias sem provocar a perda de sua precisão, as balanças utilizadas foram as dos próprios clubes. Para garantir a precisão das medidas do peso corporal, as balanças foram aferidas antes da pesagem através de

um peso conhecido de 1 Kg. Todas as balanças encontradas nos clubes eram do tipo mecânico, da marca FILIZZOLA ®, com precisão de 100 g.

A estatura foi determinada com os sujeitos colocados eretos, com os calcanhares, glúteos e ombros encostados contra a prancha do estadiômetro. Os calcanhares foram mantidos em contato e os braços permaneceram estendidos ao longo do corpo. A cabeça foi alinhada verticalmente e foi requisitado que o olhar fosse direcionado para frente. A medida da estatura foi tomada através de um cursor de madeira no momento da máxima inspiração (BLOOMFIELD et alii, 1994).

3.4.2 Variáveis funcionais

3.4.2.1 Variável funcional absoluta - teste de salto vertical máximo (IVA)

O teste de salto vertical máximo teve por objetivo determinar a elevação do centro de gravidade corporal dos sujeitos em relação ao solo.

Inicialmente, os sujeitos receberam orientações verbais acerca dos objetivos, procedimentos e técnica de movimento necessários para a execução do teste.

Antes da realização do teste, os sujeitos realizaram atividades habituais de aquecimento muscular prévio durante 10 minutos, específico para segmentos inferiores, composto por exercícios de mobilidade articular, alongamento muscular, corridas leves e saltos verticais de baixa intensidade.

Após a realização do aquecimento prévio, foram realizadas três tentativas de adaptação ao movimento. O teste do salto vertical incluiu a realização de um contramovimento, que consistiu em um abaixamento do centro de gravidade

corporal, através da flexão das articulação de membros inferiores, a partir da posição ereta, seguido de um salto vertical máximo. A distância do abaixamento do centro de gravidade não foi controlada, mas os sujeitos foram solicitados de que o movimento fosse realizado de forma mais habitual em relação ao flexionamento de membros inferiores. Afim de controlar a influência dos movimentos de membros superiores na performance do salto vertical, as mãos foram posicionadas lateralmente ao quadril, junto a crista ilíaca.

A elevação do centro de gravidade corporal foi determinada através do equipamento “ergojump®”. Este equipamento consiste em uma plataforma composta por sensores eletro-mecânicos que determinam a altura de elevação do centro de gravidade, pelo do tempo de vôo dos sujeitos. O “ergojump®” apresenta alta validade ($r = 0,99$; $p < 0,001$), determinada por comparação com uma plataforma de forças do tipo KISTLER® (MIL-HOMENS, 1987).

Afim de preservar o “ergojump®” contra possíveis danos causados pelo atrito do equipamento contra o solo, foi utilizado um tapete de borracha plano e regular entre o equipamento e o solo. Para prevenir instabilidades e deslizamentos indesejáveis sobre a superfície do equipamento, foi utilizado um fino carpete de acrílico sintético. A colocação do carpete sobre o equipamento pode ter alterado a medida da elevação do centro de gravidade corporal no salto vertical pela absorção do impacto do material interposto provocando retardamentos na transmissão da carga aos sensores eletromecânicos. Apesar de não ter sido calculada, esta possível alteração foi desprezada por ter sido considerada como um erro muito pequeno e sistemático.

Afim de evitar deslocamentos no plano ântero-posterior e lateral, foi solicitado aos sujeitos que realizassem o salto vertical a partir de uma área de 50 x 50 cm, devendo a aterrissagem ocorrer neste mesmo espaço. A área foi delimitada

por meio de uma fita plástica adesiva com largura de 1 cm e cor contrastante com o carpete. As linhas limítrofes foram consideradas como internas à área de salto vertical. As tentativas em que os sujeitos aterrissassem fora da área estipulada, sem no mínimo o contato do(s) pé(s) sobre a(s) linha(s) limítrofe(s) deveriam ser repetidas. Todavia, nenhuma tentativa de salto vertical máximo necessitou ser repetida.

Cada sujeito realizou três tentativas, intervaladas entre 10 e 20 segundos. Foi considerado o valor mediano das tentativas, sendo no entanto, permitida uma, duas ou mais tentativas adicionais, sempre que os valores apresentaram diferenças superiores a 5% entre si. Apenas uma única atleta realizou um salto vertical adicional em virtude de discrepância superior a 5% em relação às outras duas tentativas.

A fidedignidade do teste de impulsão vertical foi determinada por VITASALO (1985 apud SALE, 1991), e apresenta $r = 0,95$.

3.4.2.2 Variável funcional relativa - impulsão vertical relativa (IVR)

A impulsão vertical relativa foi calculada através do nomograma de Lewis (apud ADAMS, 1994), descrita pela seguinte equação:

$$W = \sqrt{4,9} * P * \sqrt{d} \quad (\text{equação 9})$$

onde, W é a potência muscular (Kg.m.s^{-1}) P é o peso muscular (Kg), e d é a distância do salto vertical (m).

3.4.3 Variável resposta - determinação da altura individual de queda (AIQ)

O objetivo do teste de determinação da altura individual de queda foi identificar a altura de queda que proporciona a maior elevação do centro de gravidade corporal em um salto vertical subsequente à queda.

Inicialmente os sujeitos receberam informações acerca das finalidades e procedimentos para o teste de determinação da altura individual de queda para os saltos em profundidade.

A elevação do centro de gravidade do salto vertical subsequente à queda foi determinada através do equipamento “ergojump®”. O equipamento foi colocado junto à base da plataforma de madeira, no mesmo sentido da realização dos saltos em profundidade. Foi utilizada a mesma estratégia de instalação do material utilizada na realização do teste do salto vertical máximo (3.4.2.1).

Para promover as alterações nas alturas de queda, foi utilizada uma plataforma de madeira, composta por módulos de 40 x 100 cm, com alturas de 10 e 5 cm. Os módulos são estruturas de encaixe por sobreposição, que possibilitam a manipulação fácil e rápida da altura da plataforma.

Para evitar possíveis deslocamentos em planos indesejados, foram adotados os mesmos procedimentos e critérios para a aterrissagem, utilizados na realização do teste de salto vertical máximo (3.4.2.1). A distância entre a linha da área de aterrissagem e a base da plataforma de madeira foi de 10 cm.

A altura individual de queda foi determinada experimentalmente através de dois testes distintos. O primeiro teste (T1) buscou determinar um valor aproximado, e foi efetuado com incrementos progressivos na altura de queda de 20 cm, a partir da altura de 20 cm, ou seja, em alturas de 20, 40, 60, 80, e 100 cm. O segundo teste (T2) objetivou a determinação da altura de queda em intervalos menores, ou seja, com incrementos progressivos de 5 cm, a partir da altura de queda imediatamente anterior aquela obtida no primeiro teste (T1), e foi efetuado num período de 24 horas após a realização dos testes da primeiro teste. Em cada fase foram executadas três tentativas para cada altura de queda testada, intervaladas em 10 segundos, sendo considerado o valor mediano dos saltos.

Para controlar o tempo de transição entre a fase excêntrica e a concêntrica dos saltos em profundidade em função dos sucessivos aumento das alturas de queda, o tempo de contato (TC) foi controlado em todas as tentativas, através do “ergojump®”. Apenas o TC da altura de queda mediana considerada foi utilizado.

Antes do início do teste todos os sujeitos foram orientados para efetuarem o salto de forma máxima, com um TC o mais breve possível em todas as tentativas. Para prevenir o desconforto e/ou lesões músculo-tendíneas e ósteo-articulares, os sujeitos também foram orientados para executem o primeiro contato com o solo com o antepé, evitando o contato do retopé. Aqueles sujeitos que realizaram um contato de retopé foram advertidos quanto a técnica de execução do movimento.

3.5 Limitações

Este estudo apresentou algumas limitações, dentre as quais pode-se identificar (a) as limitações inerentes a todos os modelos correlacionais e preditivos que podem não retratarem fielmente as relações causacionais entre as variáveis analisadas; (b) as limitações presentes nos próprios modelos antropométricos, que estimam pontos antropométricos internos de forma externa; (c) o erro de medida dos equipamentos utilizados; (d) a fase de treinamento em que os dados serão coletados, pois a resposta muscular pode ser influenciada pela característica do treinamento empregado na época da coleta; (e) o tipo de fibra muscular dos sujeitos, que pode influenciar na resposta da potência muscular, (f) os fatores relacionados a aprendizagem do movimento, (g) a variabilidade etária dos sujeitos e (h) a motivação.

3.6 Tratamento estatístico

O tratamento estatístico foi dividido em dois tipos de análises estatísticas. O primeiro tipo de análise estatística empregado foi do tipo descritivo e univariado, o qual buscou descrever as características dos sujeitos nas variáveis antropométricas e funcionais do salto vertical da amostra. O segundo tipo de análise aplicado compreendeu análises correlacionais e multivariadas das variáveis preditoras.

3.6.1 Análises estatísticas descritivas e univariadas

Todas as variáveis foram submetidas a análises estatísticas descritivas de média, desvio padrão, valor máximo, valor mínimo e coeficiente de variação.

Todas as variáveis foram analisadas em relação à sua normalidade através do teste de KOLGOMOROV-SMIRNOV.

Afim de descrever o comportamento das variáveis da altura individual de queda e do tempo de contato dos testes T1 e T2 foram realizados testes de análise de variância em um fator, com medidas repetidas. Para identificar onde as diferenças ocorreram foram aplicados vários “testes t” entre as diferenças das elevações do centro de gravidade obtidas em cada altura de queda.

As análises descritivas, univariadas foram realizadas no pacote estatístico STATISTICA ® (STATSOFT INC.) e foram testadas com níveis de significância de $p < 0,05$ (erro tipo 1), exceto no teste de normalidade de KOLGOMOROV-SMIRNOV, que teve probabilidade de $p > 0,10$ (erro tipo 2).

3.6.2 Análises correlacionais e multivariadas para a construção de modelos preditivos da altura individual de queda (AIQ)

Para a elaboração de modelos preditivos da altura individual de queda dos saltos em profundidade (variável resposta) através de conjuntos de variáveis antropométricas e funcionais do salto vertical (variáveis preditoras), optou-se pela adoção de modelos de regressão linear múltipla utilizando os métodos “forward”, “backward” e “stepwise”. As análises de regressão múltiplas tiveram ênfase nos cálculos dos coeficientes de determinação (R^2), coeficientes de determinação ajustados (R^2_{ajustado}), determinação do desvio padrão de estimativa (DPE) e análises de resíduos das equações construídas. A análise de correlação múltipla é um modelo utilizado para a elaboração de uma equação de predição de uma variável resposta (dependente) a partir de duas ou mais variáveis preditoras (independentes).

Para minimizar os efeitos de multicolinearidade e propiciar maior estabilidade aos modelos construídos, foi elaborada uma matriz de correlação entre as variáveis preditoras de cada grupo. As variáveis preditoras que apresentaram elevados coeficientes de correlação entre si e baixos coeficientes de correlação com a variável resposta foram suprimidas, sendo mantidas apenas as variáveis de maior correlação com a variável resposta. Suprimidas as variáveis com elevada multicolinearidade, foram construídas várias equações de predição, utilizando-se o método de “todas as regressões possíveis” (MONTGOMERY & PECK, 1992), para os grupos feminino e masculino.

Após a construção dos modelos preditivos, foram selecionados apenas as 10 melhores equações de cada grupo e analisados: (a) a multicolinearidade entre as variáveis selecionadas (através da matriz de correlação); (b) análises de

resíduos das equações produzidas para a verificação da homocedasticidade de variâncias e normalidade de distribuição dos erros; e (c) a presença de casos atípicos (“outliers”) (MONTGOMERY & PECK, 1992).

As análises correlacionais foram elaboradas no pacote estatístico STATISTICA® (STATSOFT INC.), com nível de significância de $p < 0,05$. As análises estatísticas multivariadas para a construção dos modelos preditivos dos grupos masculino e feminino foram elaboradas no pacote estatístico STATGRAPHICS ® com níveis de significância de $p < 0,05$.

4 RESULTADOS

Este capítulo tem por objetivo apresentar os resultados da coleta de dados do experimento e suas respectivas análises estatísticas. Preliminarmente serão apresentados os resultados da avaliação das variáveis antropométricas, que permitirão uma melhor caracterização da amostra. Em seguida, são apresentados os resultados encontrados nas variáveis funcionais absoluta e relativa e na variável resposta.

Os resultados serão apresentados para os grupos masculino e feminino, pois não faz parte do escopo deste estudo realizar análises comparativas entre as equipes que compuseram a amostra.

4.1 Análises descritivas das variáveis antropométricas

Inicialmente foi analisada a normalidade das variáveis antropométricas, através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Todas as variáveis antropométricas analisadas apresentaram distribuição normal ($p > 0,10$).

As variáveis de idade, estatura e peso corporal não se constituíram em variáveis de observação direta deste estudo, mas serão apresentadas afim de melhor caracterizar a amostra e serão denominadas de variáveis antropométricas descritivas de caracterização.

As variáveis antropométricas foram agrupadas em variáveis descritivas de caracterização, medidas de dobras cutâneas, circunferências, comprimentos e alturas, e índices antropométricos.

4.1.1 Caracterização da amostra

As TABELAS 1 e 2 apresentam os resultados das variáveis antropométricas descritivas de caracterização dos sujeitos masculinos e femininos, respectivamente.

TABELA 1 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) de caracterização dos sujeitos do sexo masculino.

Variável descritiva	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
Idade (anos)	20	2,4	18	28	12,0
Estatura (cm)	195	7,0	183	209	3,0
Peso Corporal (Kg)	87,9	8,2	72,5	106,3	9,3

TABELA 2 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) de caracterização dos sujeitos do sexo feminino.

Variável	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
Idade (anos)	22,	3,5	18	28	15,9
Estatura (cm)	179	5,0	170	192	2,79
Peso Corporal (Kg)	71,2	6,9	59,8	91,0	9,79

A FIGURA 1 mostra os resultados da variável antropométrica descritiva de idade dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

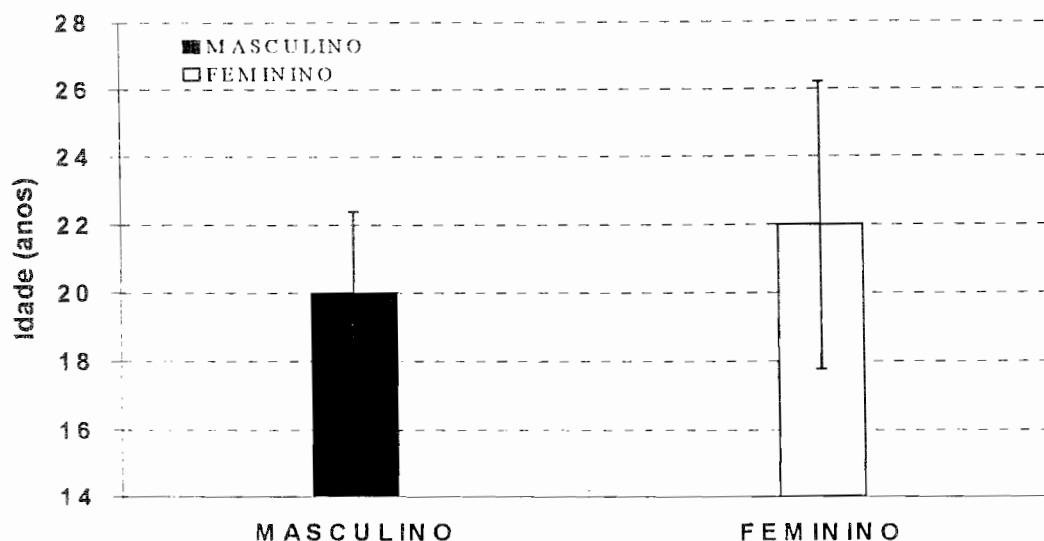


FIGURA 1 - Valores absolutos médios e desvios padrão da variável descritiva idade dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

A FIGURA 2 mostra os resultados da variável antropométrica descritiva de estatura dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

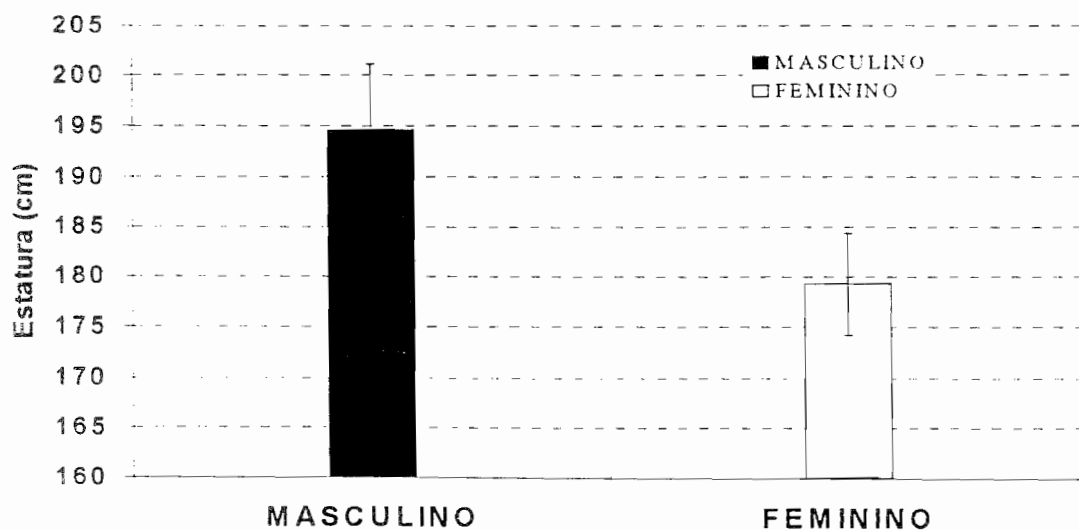


FIGURA 2 - Valores absolutos médios e desvios padrão da variável antropométrica descritiva de estatura dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

A FIGURA 3 mostra os resultados da variável antropométrica descritiva de peso corporal para os sujeitos do sexo masculino e feminino.

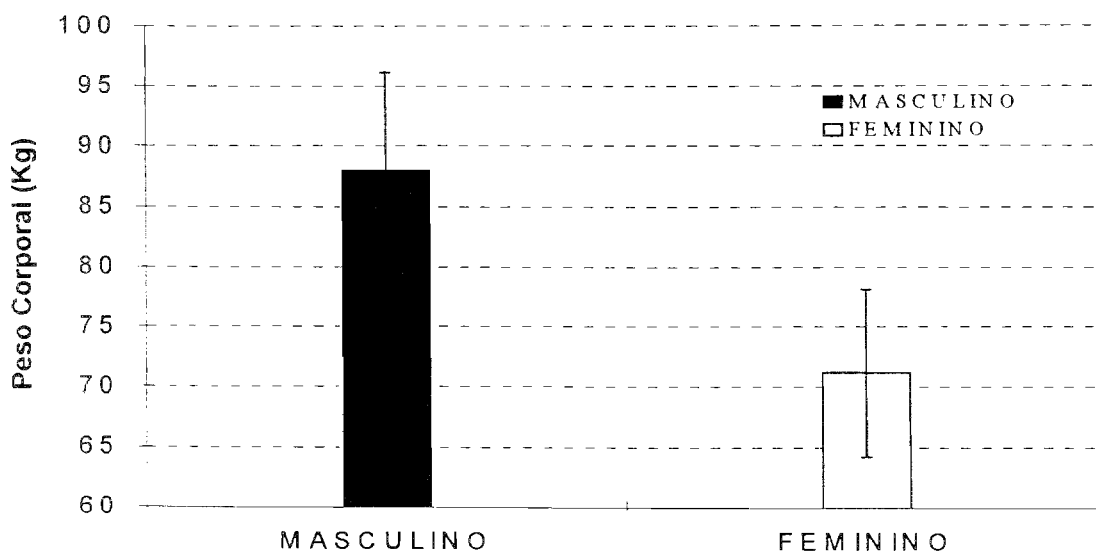


FIGURA 3 - Valores absolutos médios e desvios padrão da variável antropométrica descritiva peso corporal dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

4.1.2 Dobras cutâneas

As TABELAS 3 e 4 apresentam os valores absolutos médios das variáveis antropométricas de dobras cutâneas dos sujeitos do sexo masculino e feminino, respectivamente.

TABELA 3 - Valores absolutos médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) das variáveis antropométricas de dobras cutâneas dos sujeitos do sexo masculino.

Variável		Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
DTRI	(mm)	8,80	2,4	4,8	14,2	27,20
DSUB	(mm)	10,5	2,7	6,2	18,4	25,71
DSIL	(mm)	14,5	5,6	5,8	28,2	38,62
DABD	(mm)	13,0	4,1	6,4	20,2	31,53
DCOX	(mm)	11,9	3,5	6,0	19,6	29,41
DPER	(mm)	7,70	2,2	4,8	14,0	28,57
DCSI	(mm)	19,6	5,1	11,0	34,0	26,02
DCSS	(mm)	46,8	13,0	27,6	79,2	27,78
STDC	(mm)	66,4	17,1	42,0	105,8	25,75

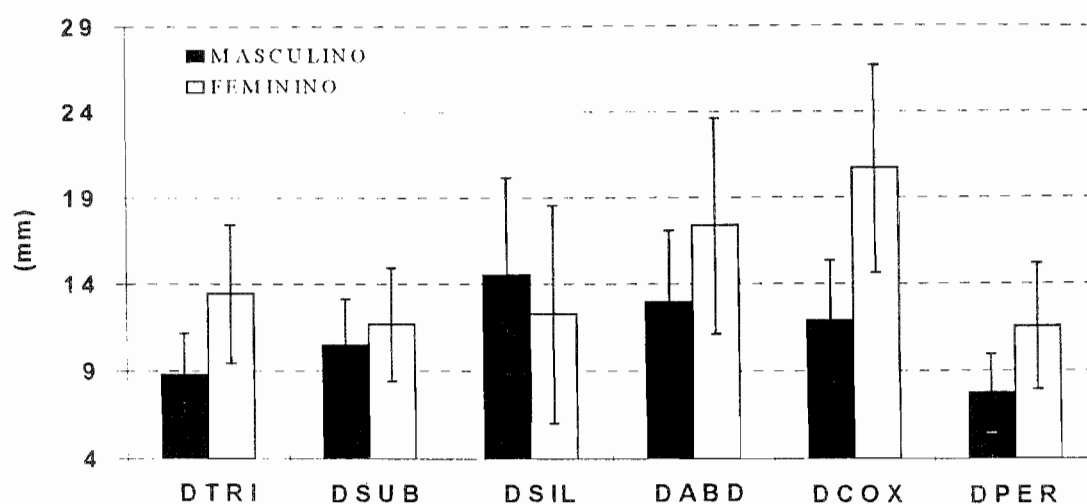
DTRI= tríceps braquial; DSUB= subescapular; DSIL= suprailíaca; DABD= abdominal; DCOX= coxa; DPER= perna; DCSI= somatório de dobras cutâneas de segmento inferior; DCSS= somatório de dobras cutâneas de segmento superior e tronco; STDC= somatório total de dobras cutâneas.

TABELA 4 - Valores absolutos médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) das variáveis antropométricas de dobras cutâneas dos sujeitos do sexo feminino.

Variável		Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
DTRI	(mm)	13,4	3,97	7,2	22,5	29,62
DSUB	(mm)	11,7	3,27	5,6	18,2	47,86
DSIL	(mm)	12,3	6,26	4,8	30,5	50,89
DABD	(mm)	17,4	6,25	5,4	32,0	35,91
DCOX	(mm)	20,7	6,05	8,4	33,0	29,17
DPER	(mm)	11,5	3,62	4,6	18,8	31,47
DCSI	(mm)	32,2	9,02	13,0	49,5	28,01
DCSS	(mm)	54,8	16,84	23,4	95,5	30,72
STDC	(mm)	87,0	24,73	36,4	145,0	28,42

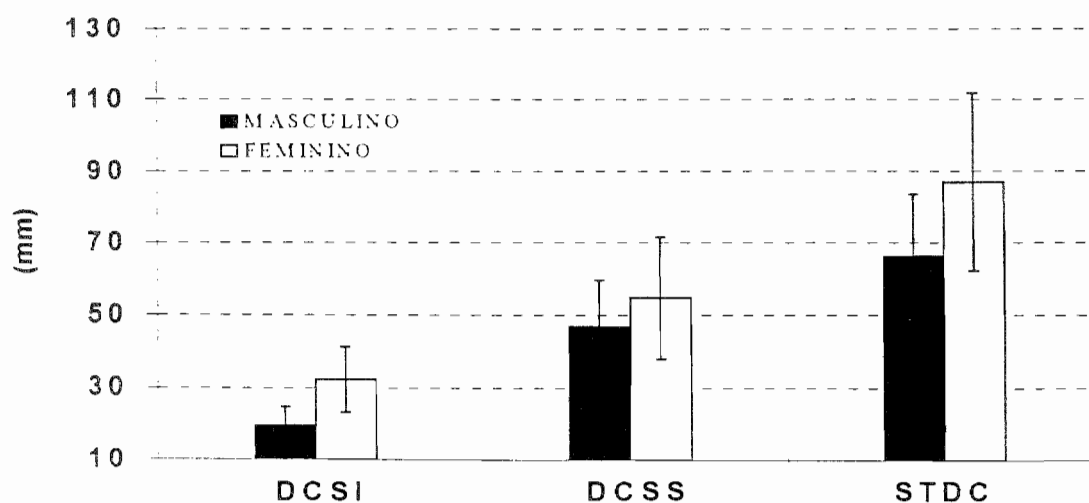
DTRI= tríceps braquial; DSUB= subescapular; DSIL= suprailíaca; DABD= abdominal; DCOX= coxa; DPER= perna; DCSI= somatório de dobras cutâneas de segmento inferior; DCSS= somatório de dobras cutâneas de segmento superior e tronco; STDC= somatório total de dobras cutâneas.

As FIGURAS 4 e 5 representam graficamente os valores absolutos das variáveis antropométricas de dobras cutâneas dos sujeitos do grupo masculino e feminino.



DTRI= tríceps braquial; DSUB= subescapular; DSIL= suprailíaca; DABD= abdominal; DCOX= coxa; DPER= perna.

FIGURA 4 - Valores absolutos médios e desvios padrão das variáveis antropométricas de dobras cutâneas dos sujeitos do sexo masculino e feminino.



DCSI= somatório de dobras cutâneas de segmento inferior; DCSS= somatório de dobras cutâneas de segmento superior e tronco; STDC= somatório total de dobras cutâneas.

FIGURA 05 - Valores absolutos médios e desvios padrão das variáveis antropométricas a partir de somatórios de dobras cutâneas dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

4.1.3 Circunferências

A TABELA 5 mostra os valores médios das variáveis antropométricas de circunferências absolutas e corrigidas para os sujeitos do sexo masculino.

TABELA 5 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) das variáveis antropométricas de circunferências absolutas e corrigidas dos sujeitos do sexo masculino.

Variável		Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
PCOX	(cm)	57,6	2,9	51,0	63,8	5,03
PPER	(cm)	38,4	2,9	30,4	42,9	7,55
PCCO	(cm)	57,4	2,9	50,6	63,2	5,06
PCPE	(cm)	38,3	2,9	30,2	42,6	7,34

PCOX= circunferência absoluta de coxa; PPER = circunferência absoluta de perna; PCCO= circunferência corrigida de coxa; PCPE= circunferência corrigida de perna.

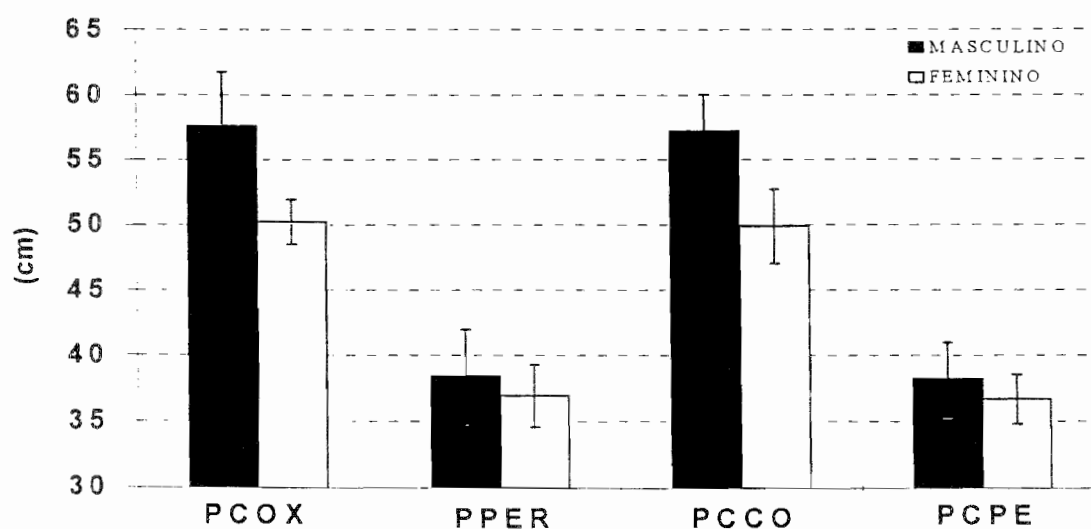
A TABELA 6 mostra os valores médios das variáveis antropométricas de circunferências absolutas e corrigidas para os sujeitos do sexo feminino.

TABELA 6 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) das variáveis antropométricas de circunferências absolutas e corrigidas dos sujeitos do sexo feminino.

Variável		Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
PCOX	(cm)	55,9	3,0	49,3	62,0	5,34
PPER	(cm)	36,1	1,9	32,1	41,5	5,26
PCCO	(cm)	55,7	2,9	48,8	61,0	5,17
PCPE	(cm)	36,0	1,9	31,9	41,1	5,15

PCOX= circunferência absoluta de coxa; PPER= circunferência absoluta de perna; PCCO= circunferência corrigida de coxa; PCPE= circunferência corrigida de perna.

A FIGURA 6 representa os valores das variáveis de circunferência absolutas e corrigidas de segmentos inferiores dos sujeitos do sexo masculino e feminino.



PCOX= circunferência absoluta de coxa; PPER = circunferência absoluta de perna; PCCO= circunferência corrigida de coxa; PCPE= circunferência corrigida de perna.

FIGURA 6 - Valores médios e desvios padrão das circunferências absolutas e corrigidas de segmentos inferiores dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

4.1.4 Comprimentos e alturas

As TABELAS 7 e 8 mostram os valores das variáveis de comprimentos e alturas dos sujeitos do sexo masculino e feminino, respectivamente.

TABELA 7 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) das variáveis antropométricas de comprimentos e alturas dos sujeitos do sexo masculino.

Variável		Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
CCOX	(cm)	47,0	4,2	41,7	58,5	8,93
CPER	(cm)	46,2	3,6	39,6	53,0	7,79
ATRO	(cm)	100,7	6,5	84,0	112,0	6,45
ATC	(cm)	99,2	3,6	93,8	107,7	3,62

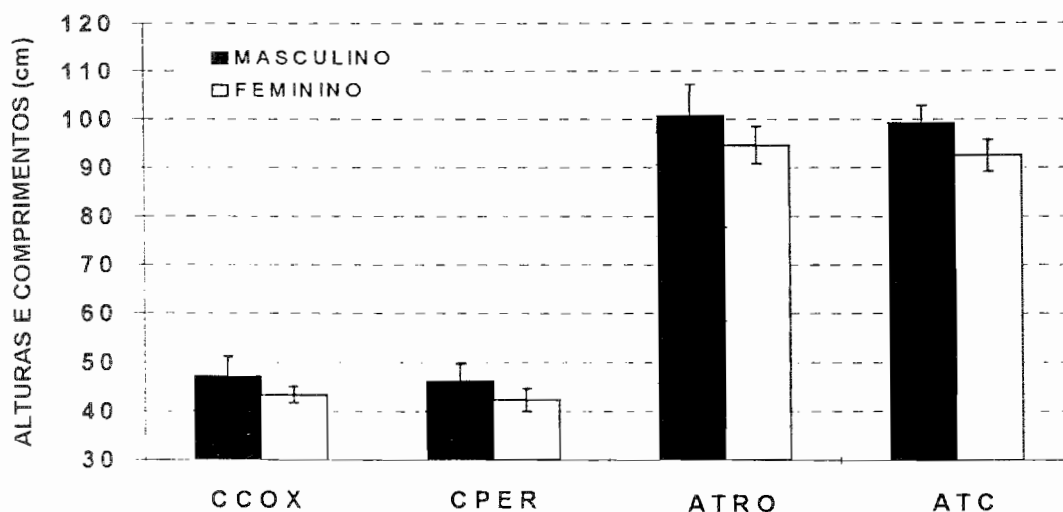
CCOX = comprimento de coxa; CPER = comprimento de perna; ATRO = altura trocantérica femoral; ATC = altura tronco-cefálica.

TABELA 8 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) das variáveis antropométricas de comprimentos e alturas dos sujeitos do sexo feminino.

Variável		Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
CCOX	(cm)	43,3	1,7	40,0	47,2	3,97
CPER	(cm)	42,4	2,3	38,2	47,0	5,51
ATRO	(cm)	94,7	3,8	88,0	108,0	4,05
ATC	(cm)	92,6	3,3	87,7	102,0	3,55

CCOX = comprimento de coxa; CPER = comprimento de perna; ATRO = altura trocantérica femoral; ATC = altura tronco-cefálica.

A FIGURA 7 apresenta os valores médios das variáveis de comprimentos e alturas nos grupo masculino e feminino.



CCOX = comprimento de coxa; CPER = comprimento de perna; ATRO = altura trocantérica femoral; ATC = altura tronco-cefálica.

FIGURA 7 - Valores médios e desvios padrão das variáveis antropométricas de comprimentos e alturas entre os sujeitos do sexo masculino e feminino.

4.1.5 Índices antropométricos

Os resultados dos índices antropométricos de IMC, ICRU e IESQ para homens e mulheres encontram-se descritos nas TABELAS 9 e 10, respectivamente.

TABELA 9 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) de índices antropométricos de IMC, ICRU e IESQ dos sujeitos do sexo masculino.

Variável	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
IMC (Kg/m ²)	23,2	1,8	19,3	26,5	7,75
ICRU (%)	98,4	4,5	90,6	108,0	4,57
IESQ (%)	101,5	5,2	89,4	112,9	5,12

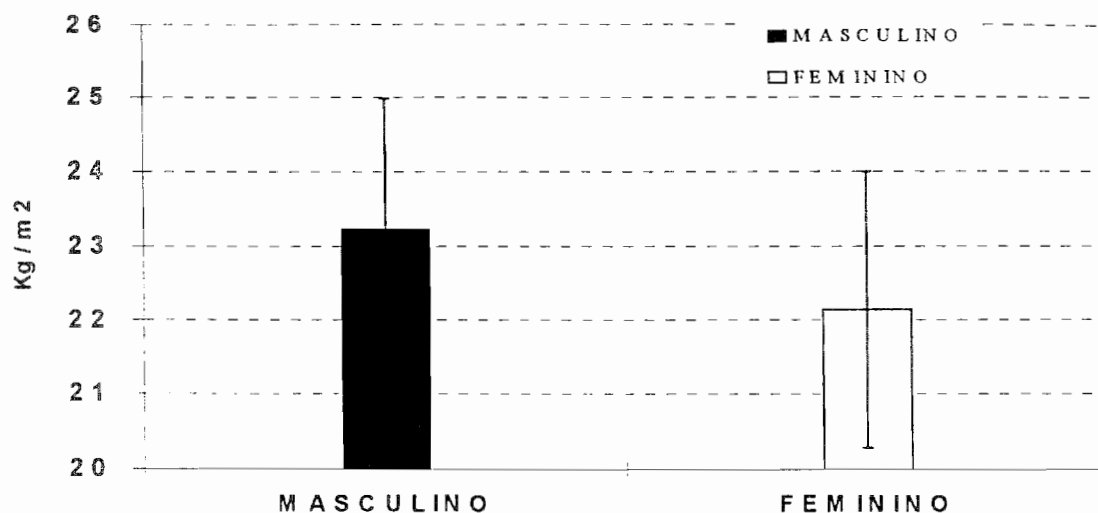
IMC = índice de massa corporal; ICRU = índice crural; IESQ = índice esquelico.

TABELA 10 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) de índices antropométricos de IMC, ICRU e IESQ dos sujeitos do sexo feminino.

Variável	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
IMC (Kg/m ²)	22,1	1,9	18,9	27,8	8,41
ICRU (%)	97,7	4,1	89,4	105,8	4,17
IESQ (%)	102,3	3,8	94,3	110,1	3,69

IMC = índice de massa corporal; ICRU = índice crural; IESQ = índice esquelico.

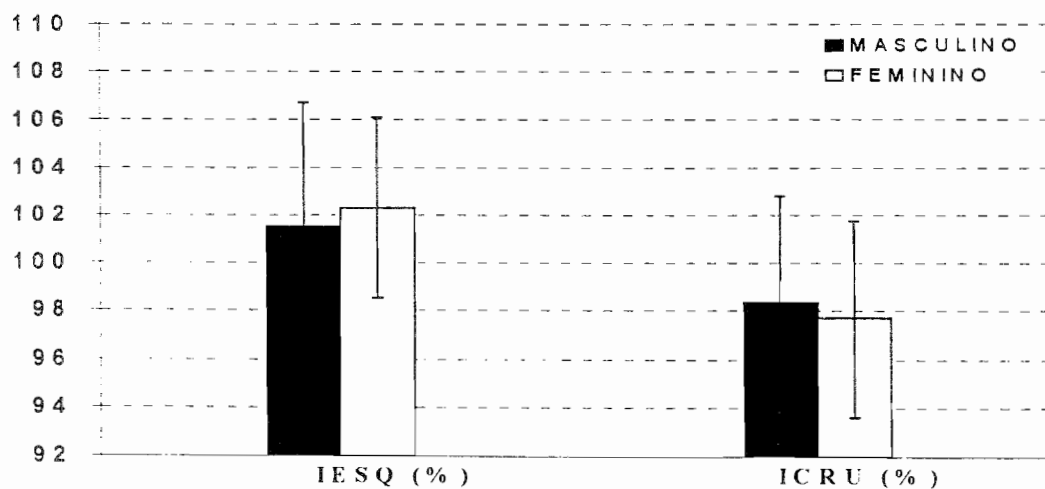
A FIGURA 8 mostra os valores encontrados para o IMC dos sujeitos do sexo masculino e feminino.



IMC= Índice de massa corporal

FIGURA 8 - Valores médios e desvios padrão do índice antropométrico de IMC dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

A FIGURA 9 mostra os resultados dos índices antropométricos de ICRU e IESQ para os sujeitos do sexo masculino e feminino.



IESQ = Índice esquelético; ICRU = Índice crural - valores expressos em %

FIGURA 9 - Valores médios e desvios padrão dos índices antropométricos de ICRU e IESQ dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

4.2 Análises descritivas das variáveis funcionais absoluta e relativa

Preliminarmente as variáveis funcionais foram testadas em sua distribuição de normalidade através do teste de Kolgomorov-Smirnov e apresentaram distribuição normal ($p > 0,10$).

As TABELAS 11 e 12 apresentam os valores dos resultados referentes as variáveis funcionais absoluta (IVA) e relativa (IVR) do salto vertical para os sujeitos do sexo masculino e feminino, respectivamente.

TABELA 11 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) da variável funcional absoluta (IVA) e relativa (IVR) do salto vertical dos sujeitos do sexo masculino.

Variável	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
IVA - salto vertical (cm)	49,3	5,5	36,3	60,8	11,15
IVR - potência (Kg.m/s)	136,3	13,3	114,0	156,6	9,75

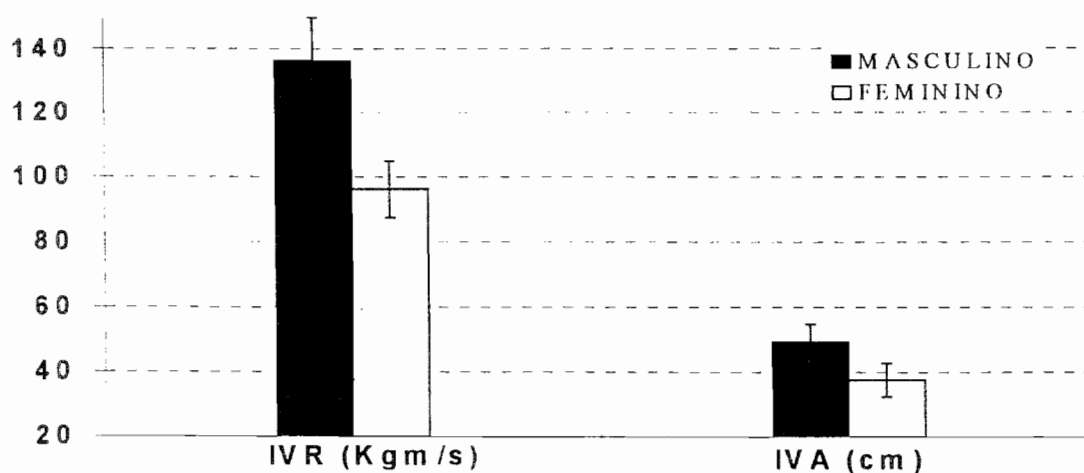
IVA = variável funcional absoluta; IVR = variável funcional relativa.

TABELA 12 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) da variável funcional absoluta (IVA) e relativa (IVR) do salto vertical dos sujeitos do sexo feminino.

Variável	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
IVA - salto vertical (cm)	37,6	5,2	27,70	49,23	13,77
IVR - potência (Kg.m/s)	96,2	8,7	83,59	112,16	9,06

IVA = variável funcional absoluta; IVR = variável funcional relativa.

A FIGURA 10 mostra os valores de ambos os grupos nas variáveis funcionais de IVA e IVR.



IVR = Impulsão vertical relativa; IVA = Impulsão vertical absoluta.

FIGURA 10 - Valores médios e desvios padrão das variáveis funcionais absoluta (IVA) e relativa (IVR) dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

4.3 Variável resposta - teste de determinação da altura individual de queda dos saltos em profundidade (AIQ)

Preliminarmente a variável resposta (AIQ) foi testada em sua distribuição de normalidade através do teste de Kolgomorov-Smirnov. Somente o grupo masculino apresentou distribuição normal ($p > 0,10$) na variável AIQ. O grupo feminino não apresentou distribuição normal ($p < 0,10$).

A apresentação dos resultados da variável resposta do teste de determinação da altura individual de queda (AIQ) será feita separadamente para o primeiro teste (T1) e para o segundo teste (T2), em itens próprios.

Os resultados da altura de elevação do centro de gravidade (ECG) e do tempo de contato (TC) dos testes T1 e T2 foram submetidos a análises estatísticas descritivas e análises de variância em um fator, com medidas repetidas, afim de identificar diferenças significativas ($p < 0,05$) nas ECGs das diferentes alturas de queda dos saltos em profundidade. Para identificar em quais alturas de queda estas diferenças ocorreram foram aplicados vários “teste t” entre as diferenças dos resultados na elevação do centro de gravidade encontrados para cada altura de queda testada dos saltos em profundidade.

Os resultados para os testes T1 e T2 encontram-se representados numérica e graficamente ao longo da apresentação dos resultados.

4.3.1 Primeiro teste de determinação da altura individual de queda (T1)

A TABELA 13 mostra os valores médios da ECG do teste T1 para os sujeitos do sexo masculino e feminino.

TABELA 13 - Valores médios da ECG no teste T1 para os sujeitos do sexo masculino e feminino em diferentes AQ.

AQ (cm)	20 cm		40 cm		60 cm		80 cm		100 cm	
Grupo	x	dp	x	dp	x	dp	x	dp	x	dp
Masculino	48,5	5,5	49,5	5,3	49,4	6,6	48,0	6,4	45,9	5,8
Feminino	37,2	5,3	38,5	5,6	37,5	6,1	36,5	6,0	-	-

AQ = Altura de queda (cm). ECG= Elevação do centro de gravidade corporal (cm).

Os sujeitos do sexo feminino não foram testados na altura de queda de 100 cm, pois foram detectados decréscimos na ECG em alturas de queda inferiores.

Os sujeitos do sexo feminino apresentaram a maior ECG na altura de queda de 40 cm, com frequência de 20 observações. Na altura de queda de 60 cm foram observados cinco casos. A altura de queda média para o grupo feminino no teste T1 foi de $44,0 \pm 8,2$ cm.

A altura de queda média para os sujeitos do sexo masculino no teste T1 foi de $52,9 \pm 12,1$ cm. Os sujeitos do sexo masculino apresentaram a maior ECG nas alturas de queda de 40 e 60 cm. As frequências das maiores ECG do grupo masculino foram de nove observações na altura de queda de 40 cm e de 16 observações na altura de queda de 60 cm.

A TABELA 14 mostra os resultados médios do teste de determinação da altura individual de queda (AIQ) dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

TABELA 14 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) do teste T1 de determinação da altura individual de queda (AIQ) dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

AIQ(cm)	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
Masculino	52,9	12,1	40	80	22,87
Feminino	44,0	8,2	40	60	18,64

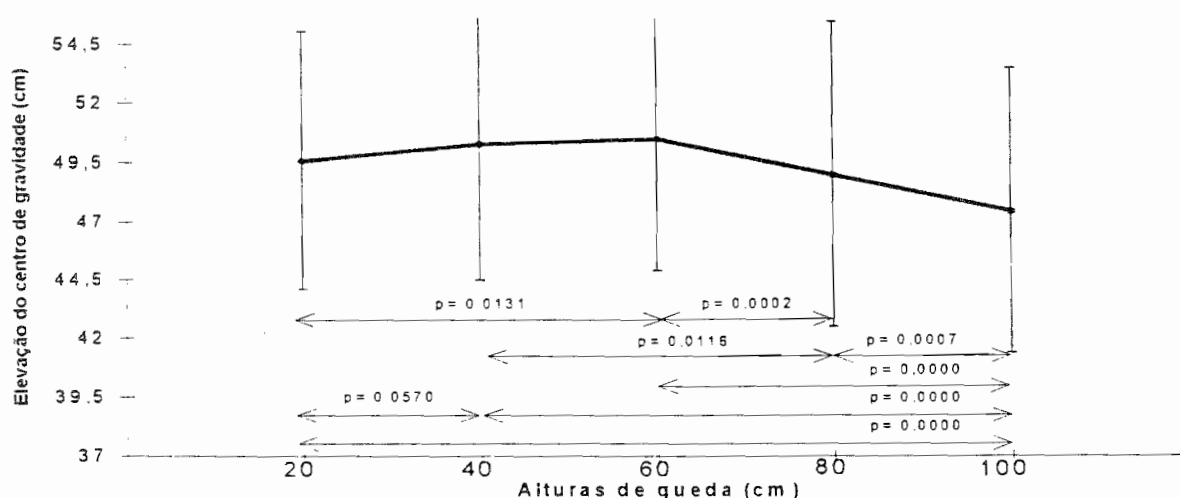
AIQ= Altura Individual de queda (cm).

Ao aplicar uma análise de variância em um fator com medidas repetidas, foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) na ECG no teste T1 a medida em que as alturas de queda da plataforma foram aumentadas para o grupo masculino ($p = 0,0000$) e para o grupo feminino ($p = 0,0000$).

No grupo masculino, foi possível identificar incrementos sucessivos na ECG até a altura de 60 cm. Entre as alturas de queda de 20 e 60 cm foi possível identificar aumentos significativos ($p < 0,05$). Apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas entre a ECG da altura de 20 e 40 cm, o valor do nível de significância encontra-se muito próximo do limite de confiança estipulado ($p = 0,0570$). A partir da altura de 60 cm foram observados decréscimos sucessivos significativos ($p < 0,05$) na ECG em todas as alturas de queda testadas até a altura de 100 cm. A ECG na altura de queda de 100 cm foi significativamente ($p < 0,05$) inferior em relação a todas as outras alturas de queda testadas, ou seja, 20, 40, 60 e 80 cm.

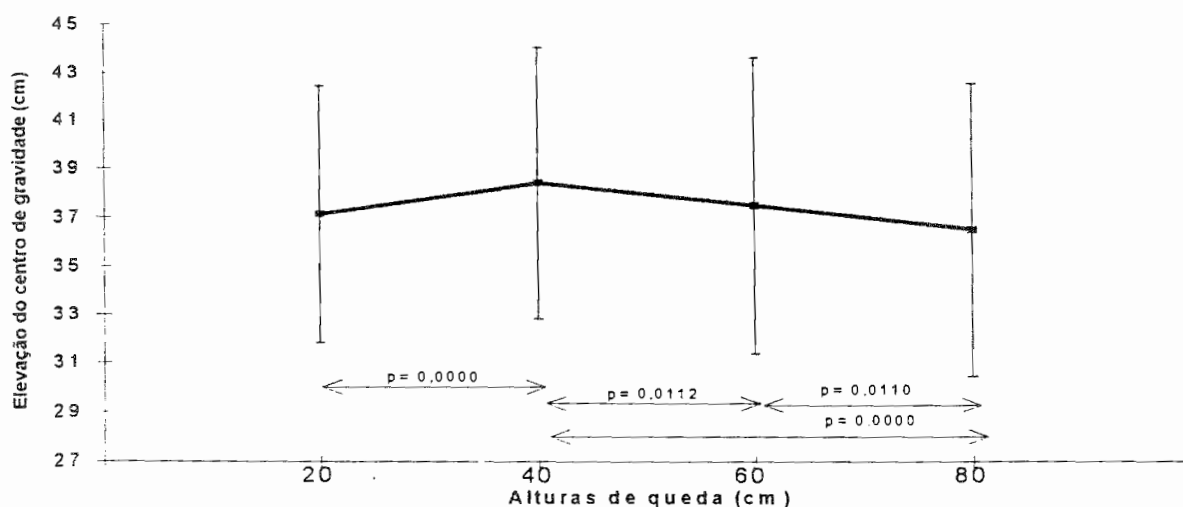
O grupo feminino apresentou aumentos sucessivos significativos ($p < 0,05$) na ECG entre as alturas de queda de 20 e 40 cm. Foram encontrados decréscimos significativos ($p < 0,05$) na ECG a partir da altura de queda de 40 cm em relação as alturas de queda de 40, 60 e 80 cm. Também foram detectados decréscimos significativos ($p < 0,05$) na ECG entre as alturas de queda de 60 e 80 cm.

As FIGURAS 11 e 12 mostram os valores médios da ECG no teste T1 para os sujeitos do sexo masculino e feminino, respectivamente.



As setas e os valores de "p" indicam a probabilidade de diferenças significativas entre os pontos marcados.

FIGURA 11 - Valores de ECG no teste T1 para os sujeitos do sexo masculino em diferentes alturas de queda.



As setas e os valores de "p" indicam a probabilidade de diferenças significativas entre os pontos marcados.

FIGURA 12 - Valores de ECG no teste T1 para os sujeitos do sexo feminino em diferentes alturas de queda.

A TABELA 15 mostra os valores do TC médio com o solo no teste T1 dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

TABELA 15 - Valores médios (x) e desvios padrão (dp), do TC no teste T1 para os sujeitos do sexo masculino e feminino em diferentes AQ.

AQ (cm)	20		40		60		80		100	
Grupo	x	dp	x	dp	x	dp	x	dp	x	dp
Masculino	419	62,6	390	62,6	392	67,1	420	97,5	455	89,8
Feminino	369	56,2	354	49,3	375	53,5	398	52,8	-	-

AQ = Altura de queda (cm). TC= Tempo de contato (ms.).

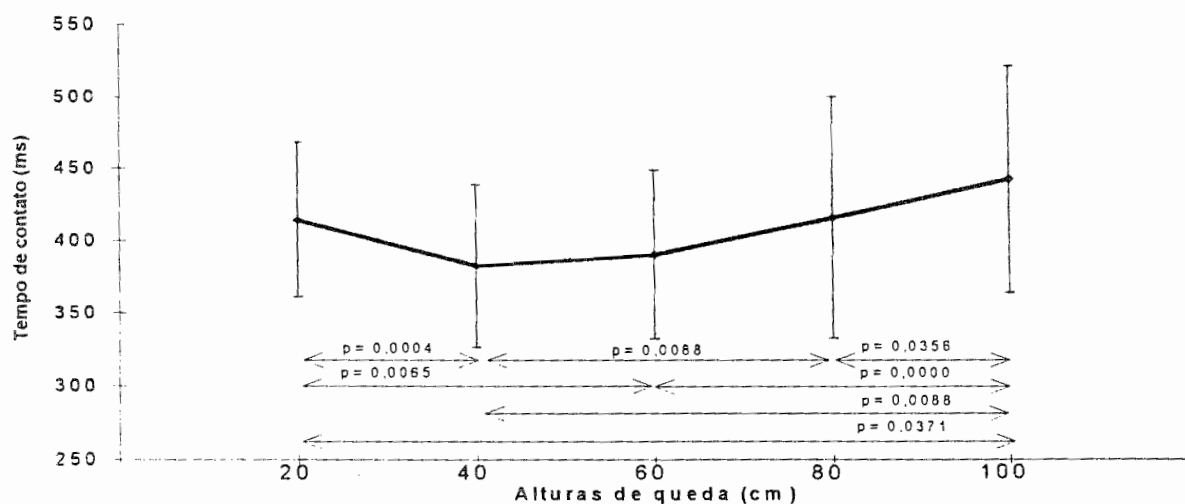
O TC médio na AIQ média determinada no teste T1 foi de $392 \pm 67,1$ ms para o grupo masculino (na altura de queda de 60 cm) e de $354 \pm 49,3$ ms para o grupo feminino (na altura de queda de 40 cm).

Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) no TC do teste T1 quando as alturas de queda foram aumentadas no grupo masculino ($p = 0,0000$) e no grupo feminino ($p = 0,0000$).

O grupo masculino apresentou redução significativa ($p < 0,05$) no TC na altura de queda de 20 cm em relação a altura de queda de 40 cm. A partir da altura de queda de 40 cm, o grupo masculino apresentou aumentos sucessivos no TC. Foram detectadas aumentos significativos ($p < 0,05$) entre o TC da altura de queda de 40 e 80 cm, 40 e 100 cm, 60 e 100 cm e 80 e 100 cm. O TC entre a altura de queda de 100 cm foi significativamente maior do que o TC encontrados em menores alturas de queda.

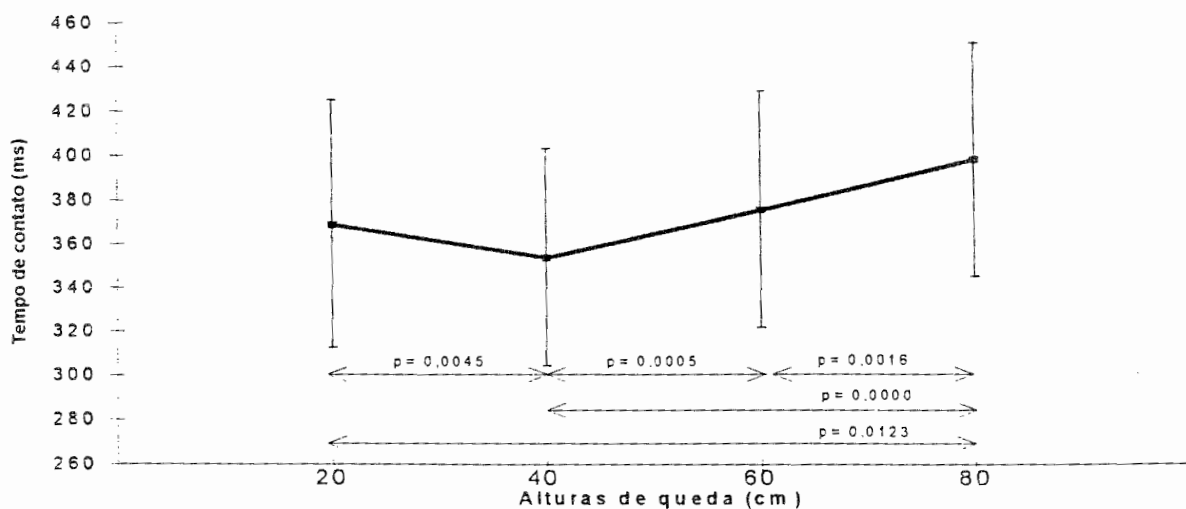
O grupo feminino apresentou redução significativa no TC ($p < 0,05$) entre as alturas de queda de 20 e 40 cm. À semelhança do grupo masculino, após a altura de queda de 40 cm, os tempos de contato também mostraram acréscimos sucessivos. Foram encontrados aumentos significativos ($p < 0,05$) no TC entre as alturas de 40 e 60 cm, 40 e 80 cm e 60 e 80 cm. Os TC encontrados na altura de queda de 100 cm foram significativamente ($p < 0,05$) maiores em relação aqueles verificados em alturas de queda inferiores.

As FIGURAS 13 e 14 representam os resultados do TC no teste T1 para os sujeitos do sexo masculino e feminino, respectivamente.



As setas e os valores de "p" indicam a probabilidade de diferenças significativas entre os pontos marcados.

FIGURA 13 - Valores médios do TC no teste T1 dos sujeitos do sexo masculino em diferentes alturas de queda.



As setas e os valores de "p" indicam a probabilidade de diferenças significativas entre os pontos marcados.

FIGURA 14 - Valores médios do TC no teste T1 dos sujeitos do sexo feminino em diferentes alturas de queda.

4.3.2 Segundo teste de determinação da altura individual de queda (T2)

Os resultados médios da ECG no teste T2 de determinação da AIQ dos sujeitos do sexo masculino e feminino encontram-se na TABELA 16.

TABELA 16 - Valores médios (x) e desvios padrão (dp) da ECG no teste T2 dos sujeitos do sexo masculino e feminino em função dos incrementos na AQ.

AQ (cm)	T1-15		T1-10		T1-5		T1		T1+5		T1+10		T1+15	
Grupo	x	dp	x	dp	x	dp	x	dp	x	dp	x	dp	x	dp
Masculino	50,7	5,3	51,1	6,0	52,0	6,2	52,8	5,8	51,4	6,0	51,3	5,9	50,6	6,0
Feminino	38,0	5,8	39,1	6,0	39,5	5,9	40,3	5,9	39,7	6,7	39,3	6,5	38,9	6,3

AQ= Altura de queda; T1= altura individual de queda obtida no teste T1. O valor encontrado ao lado de T1 representa os acréscimos ou decréscimos impostos à altura individual de queda no teste T1 (cm). ECG = Elevação do centro de gravidade corporal (cm).

Os maiores valores da ECG encontrados para o grupo masculino foram de $52,8 \pm 5,8$ cm e $40,3 \pm 5,9$ cm para o grupo feminino, registrados na altura de queda T1 em ambos os grupos.

A altura de queda média no teste T2 para os sujeitos do sexo masculino foi de $53,8 \pm 11,8$ cm e de $45,4 \pm 7,9$ cm para o grupo feminino.

A TABELA 17 mostra os resultados médios do teste T2 de determinação da altura individual de queda (AIQ) dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

TABELA 17 - Valores médios, desvios padrão (dp), valores mínimos, valores máximos e coeficiente de variabilidade (CV%) da altura individual de queda (AIQ) do teste T2 de determinação da altura individual de queda dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

AIQ(cm)	Média	dp	Mínimo	Máximo	CV (%)
Masculino	53,80	11,8	35	75	21,93
Feminino	45,40	7,9	35	65	17,40

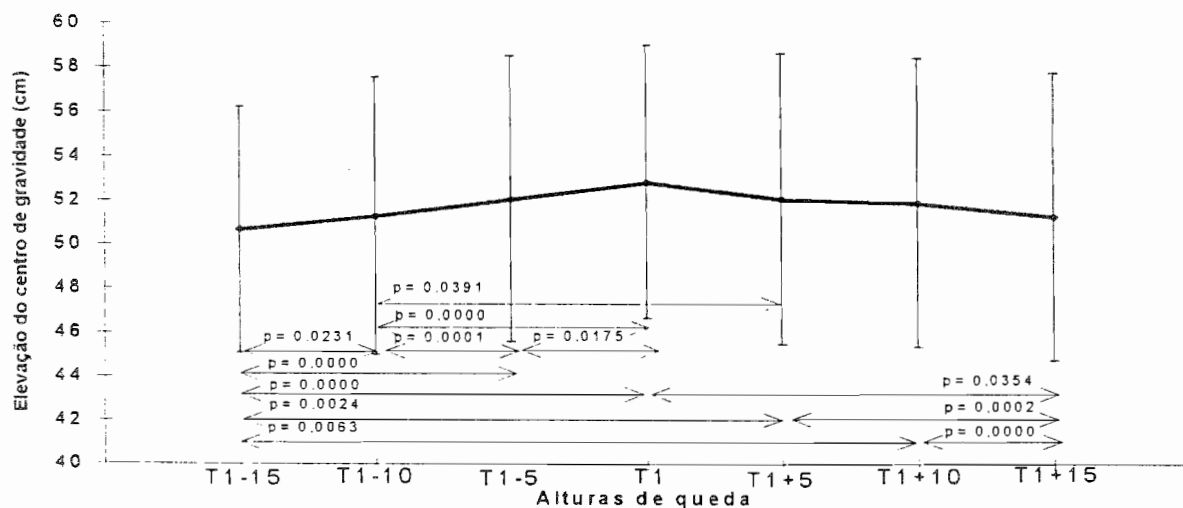
AIQ= Altura Individual de queda (cm).

À semelhança do teste primeiro teste de determinação da altura individual de queda (T1), os sujeitos do sexo masculino apresentaram aumentos sucessivos na ECG até a altura de T1 cm. Foram encontrados aumentos sucessivos e significativos ($p < 0,05$) na ECG entre as alturas de T1-15 cm, T1-10 cm, T1-5 cm, e T1 cm. A partir da altura de queda de T1 cm, foram encontradas reduções sucessivas na ECG. Todavia, somente foram detectadas diferenças significativas entre as alturas de T1+15 cm e T1+10 cm; T1+15 cm e T1+5 cm; e T1+15 e T1 cm.

Os sujeitos do sexo feminino apresentaram um comportamento semelhante aos sujeitos do sexo masculino, com aumentos sucessivos na ECG a partir da altura de queda de T1-15 cm até a altura de T1 cm. Foram observados aumentos significativos entre as alturas de queda T1-15 cm e T1-10 cm; T1-10 cm e T1-5 cm; e T1-5 cm e T1 cm. A partir da altura de queda de T1 cm foram encontrados decréscimos sucessivos na ECG. Foram encontrados decréscimos significativos

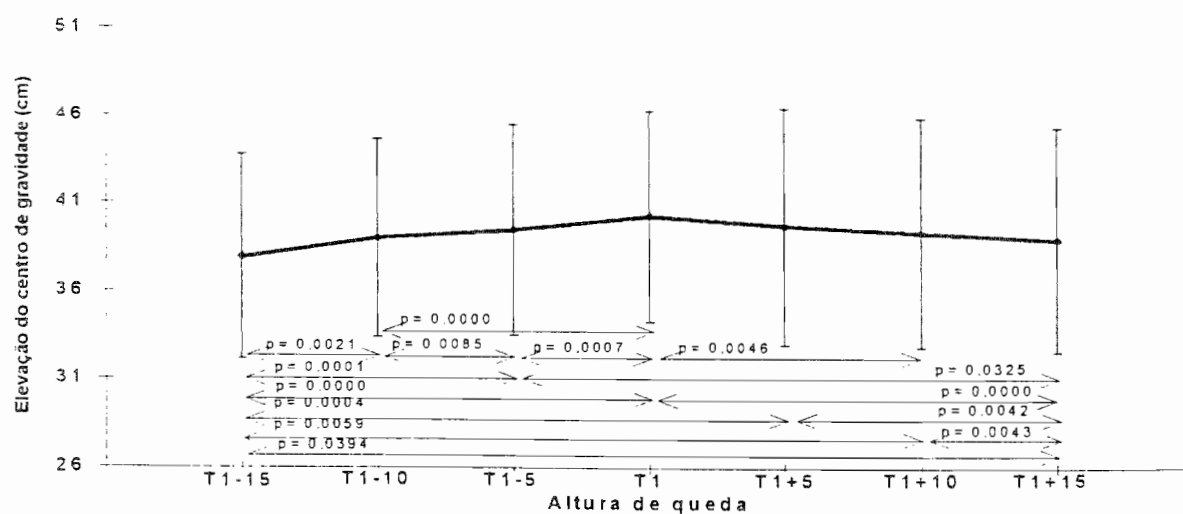
($p < 0,05$) para a ECG entre as alturas de T1 cm e T1+10 cm; T1 cm e T1+15 cm; T1+5 cm e T1+15 cm; T1+10 cm e T1+15 cm.

As FIGURAS 15 e 16 apresentam as alturas médias de ECG no teste T2, para os sujeitos do sexo masculino e feminino, respectivamente.



As setas e os valores de “p” indicam a probabilidade de diferenças significativas entre os pontos marcados.

FIGURA 15 - Valores da ECG no teste T2 dos sujeitos do sexo masculino em diferentes alturas de queda.



As setas e os valores de “p” indicam a probabilidade de diferenças significativas entre os pontos marcados.

FIGURA 16 - Valores de ECG do teste T2 dos sujeitos do sexo feminino em diferentes alturas de queda.

A TABELA 18 apresenta aos valores médios do TC no teste T2 para os sujeitos do sexo masculino e feminino.

TABELA 18 - Valores médios e desvios padrão (dp), do tempo de contato (TC) com o solo no teste T2 para sujeitos do sexo masculino e feminino em função da altura de queda (AQ).

AQ	T1-15		T1-10		T1-5		T1		T1+5		T1+10		T1+15	
Grupo	x	dp	x	dp	x	dp	x	dp	x	dp	x	dp	x	dp
Masculino	373	72,1	368	70,0	381	73,5	387	69,4	397	80,6	400	75,8	410	72,8
Feminino	362	55,4	358	51,0	363	52,0	370	57,1	378	50,9	385	48,5	393	49,4

AQ= Altura de queda; T1= altura individual de queda obtida no teste 1. O valor encontrado ao lado de T1 na TABELA representa os acréscimos ou decréscimos impostos a altura individual de queda no teste T1. TC = Tempo de contato (ms).

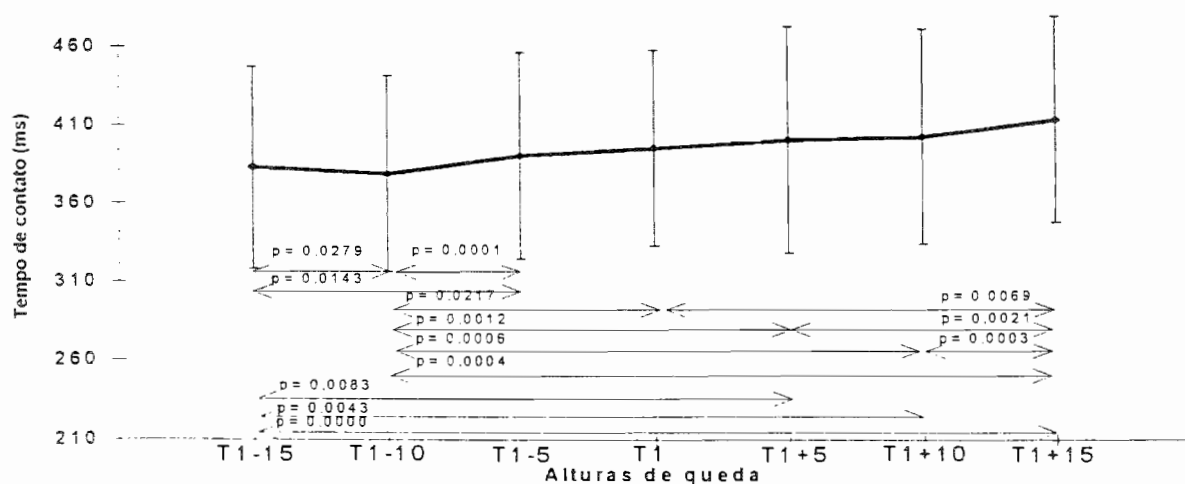
O TC revelou diferenças significativas ($p < 0,05$) no teste T2 de para os grupos masculino ($p = 0,0000$) e feminino ($p = 0,0000$).

Observou-se que ambos os grupos apresentaram um comportamento similar ao teste T1 no TC, onde foi encontrado um decréscimo inicial no TC na primeira altura de queda (20 cm) em relação a segunda altura de queda (40 cm). A partir da altura de queda de T1-10 cm ocorreram aumentos sucessivos no TC à medida em que as alturas de queda foram progressivamente aumentadas em ambos os grupos.

Os sujeitos do sexo masculino apresentaram aumentos significativos ($p < 0,05$) no TC a partir da altura de T1-10 cm. A altura de queda de T1+15 cm foi significativamente ($p < 0,05$) o maior TC em relação a todas as alturas de queda inferiores. Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o TC da altura de queda T1 cm e a altura T1-15 cm.

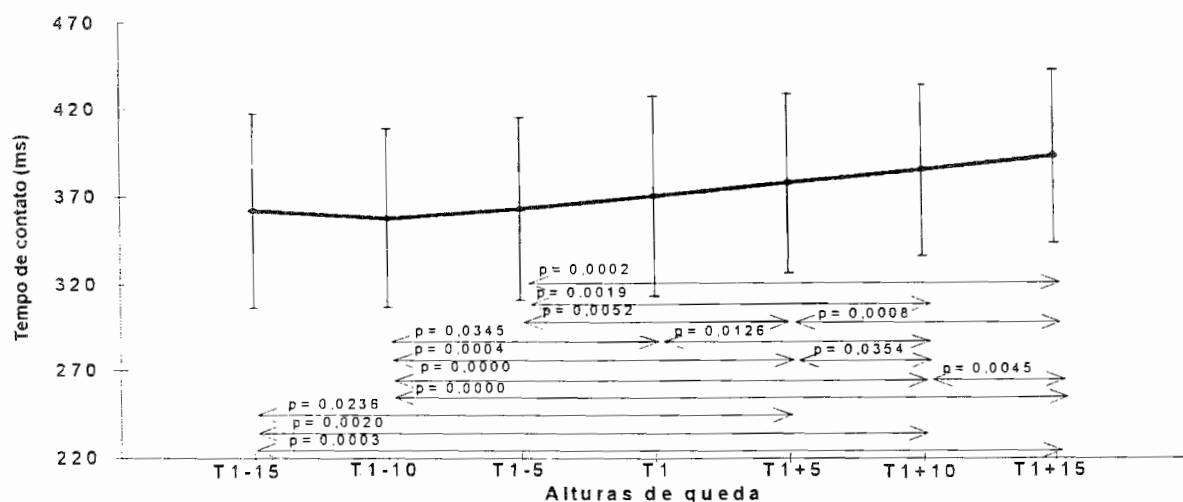
Os sujeitos do sexo feminino apresentaram um comportamento similar ao grupo masculino, onde foram verificados aumentos sucessivos no TC a partir da altura de queda de T1-10 cm. As alturas de T1+15 cm, T1+10 cm e T1+5 cm apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre si e em relação aos TC encontrados nas alturas de queda inferiores.

As FIGURAS 17 e 18 representam os resultados dos tempos de contato com o solo no teste T2 para os sujeitos do sexo masculino e feminino, respectivamente.



As setas e os valores de "p" indicam a probabilidade de diferenças significativas entre os pontos marcados.

FIGURA 17 - Tempos de contato (TC) com o solo do teste T2 dos sujeitos do sexo masculino em diferentes alturas de queda.



As setas e os valores de “p” indicam a probabilidade de diferenças significativas entre os pontos marcados.

FIGURA 18 - Tempos de contato (TC) com o solo do teste T2 dos sujeitos do sexo feminino em diferentes alturas de queda.

4.4 Análises de regressão lineares múltiplas

Afim de observar o comportamento da variável resposta (AIQ) em função de conjuntos de variáveis preditoras antropométricas e funcionais do salto vertical, foram aplicados análises de regressão múltipla, utilizando-se dos procedimentos “forward”, “backward” e “stepwise” com nível de significância 0,05 para os grupos masculino e feminino.

Através de matrizes de correlação entre as variáveis do estudo foram excluídas as variáveis preditoras de elevada correlação com outras variáveis preditoras e baixa correlação com a variável resposta em ambos os grupos (vide anexo XI).

Pelo método de “todas as regressões possíveis” foram obtidas 8192 modelos para o grupo masculino, a partir das variáveis de DTRI, DSUB, DSIL, DABD, DCOX, DPER, CCOX, CPER, PCPE, PCCO, ATRO, ATC e IVR. Para

o grupo feminino foram elaboradas 4096 equações, a partir das variáveis DTRI, DSUB, DSIL, DABD, DCOX, DPER, CCOX, CPER, PCCO, PCPE, IESQ, e IVR. Somente foram selecionados os 10 melhores modelos produzidos, considerando os maiores coeficientes de determinação ajustados (R^2_{ajustado}) e os menores desvios padrão de estimativa (DPE). A elaboração e a escolha dos modelos preditivos foi efetuada através do pacote estatístico STATGRAPHICS®.

4.4.1 Equações para os sujeitos do sexo masculino

Após a análise de multicolinearidade e de resíduos entre as 10 melhores equações inicialmente produzidas, optou-se pela adoção do modelo que incluiu a variável funcional de IVR e a variável antropométrica de ATC.

Os resultados da análise de regressão múltipla para a variável resposta AIQ em função das variáveis preditoras de IVR e ATC dos sujeitos do sexo masculino encontram-se descritos na TABELA 19.

TABELA 19 - Resultados da análise de regressão múltipla da variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditoras de IVR e ATC para os sujeitos do sexo masculino.

Variável	Passo 1	Passo 2
CONSTANTE	-28,40	61,57
IVR	0,617	0,700
ATC		-1,020
R^2 (%)	59,14	69,98

IVR = Impulsão vertical relativa; ATC= altura tronco-cefálica.

Assim, a equação de regressão para a AIQ em função das variáveis preditoras de IVR e ATC para os sujeitos do sexo masculino é a seguinte:

$$AIQ = 61,57 + 0,7 (IVR) - 1,02 (ATC) \quad (\text{equação 10})$$

A presente equação possui um coeficiente de determinação de $R^2 = 69,98\%$. Quando este coeficiente é ajustado (R^2_{Ajustado}) em função do número de variáveis incluídas no modelo, seu valor é de 67,4%, com desvio padrão de estimativa (DPE) de 6,08 cm.

A FIGURA 19 mostra graficamente a análise de resíduos encontrada para a equação 10 do grupo masculino entre a variável resposta (AIQ) e as variáveis preditoras (IVR e ATC).

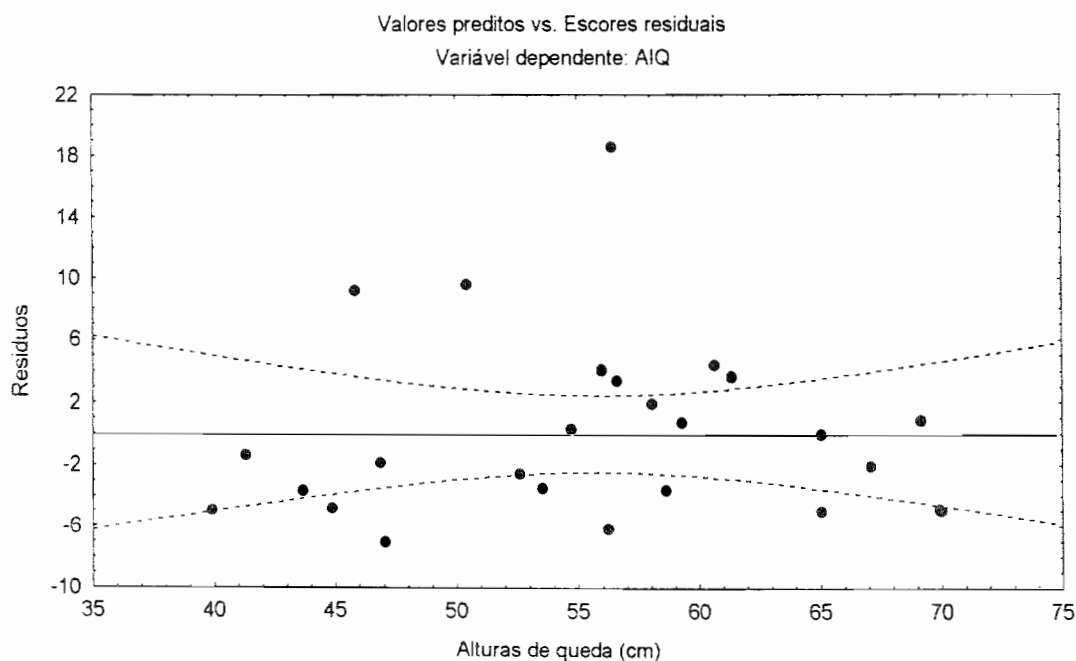


FIGURA 19 - Análise de resíduos da equação 10 entre a variável dependente (AIQ) e as variáveis preditoras (IVR e ATC) do grupo masculino.

Ao realizar a análise de resíduos entre os valores preditos e os escores residuais referente a equação 10, foi possível detectar a presença de um caso discrepante (“outlier”), com resíduo acima de três desvios padrão em relação a média do grupo masculino (caso nº 2).

A FIGURA 20 mostra a normalidade de distribuição dos erros da equação 10 para o grupo masculino em função da variável funcional de IVR e da variável antropométrica de ATC e confirma a discrepância apresentada na análise de resíduos pelo sujeito nº 2.

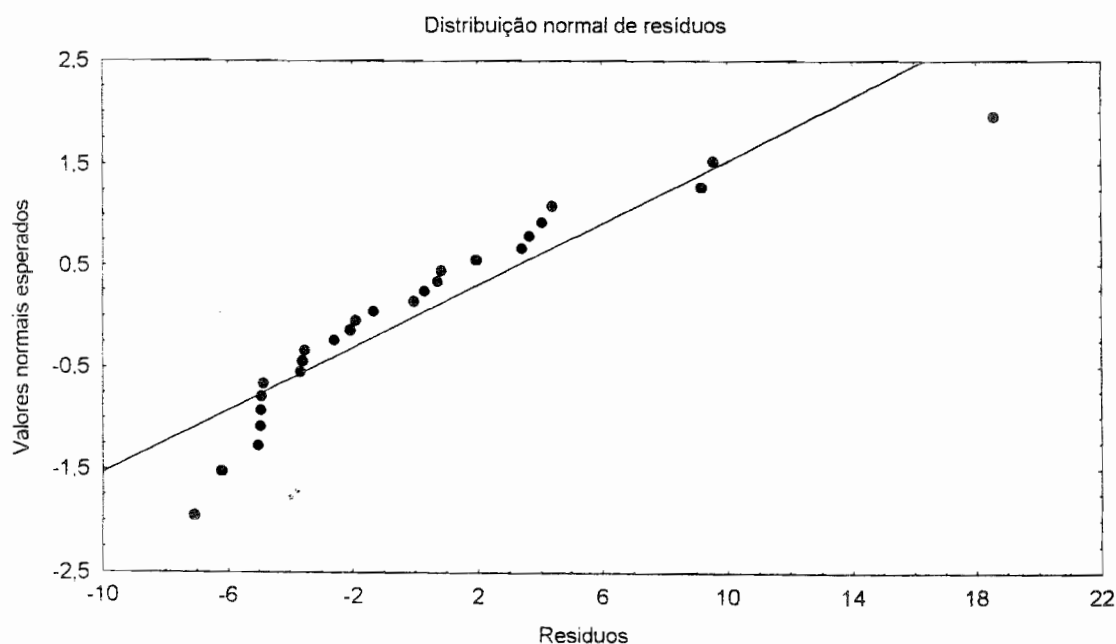


FIGURA 20 - Normalidade de distribuição dos erros da equação 10 para a variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditores (IVR e ATC) do grupo masculino.

A exclusão do sujeito n.º 2 do modelo preditivo propiciou um aumento no coeficiente de determinação (R^2) para 79,88% e no coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajustado}) para 78,05%, com diminuição no desvio padrão de estimativa (DPE) para 4,73 cm.

A equação de predição do que exclui o sujeito n.º 2 é a seguinte:

$$\text{AIQ} = 60 + 0,695 (\text{IVR}) - 1,01 (\text{ATC}) \quad (\text{equação 11})$$

A FIGURA 21 mostra a análise de resíduos do grupo masculino para a variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditoras (IVR e ATC), após a exclusão de um caso discrepante.

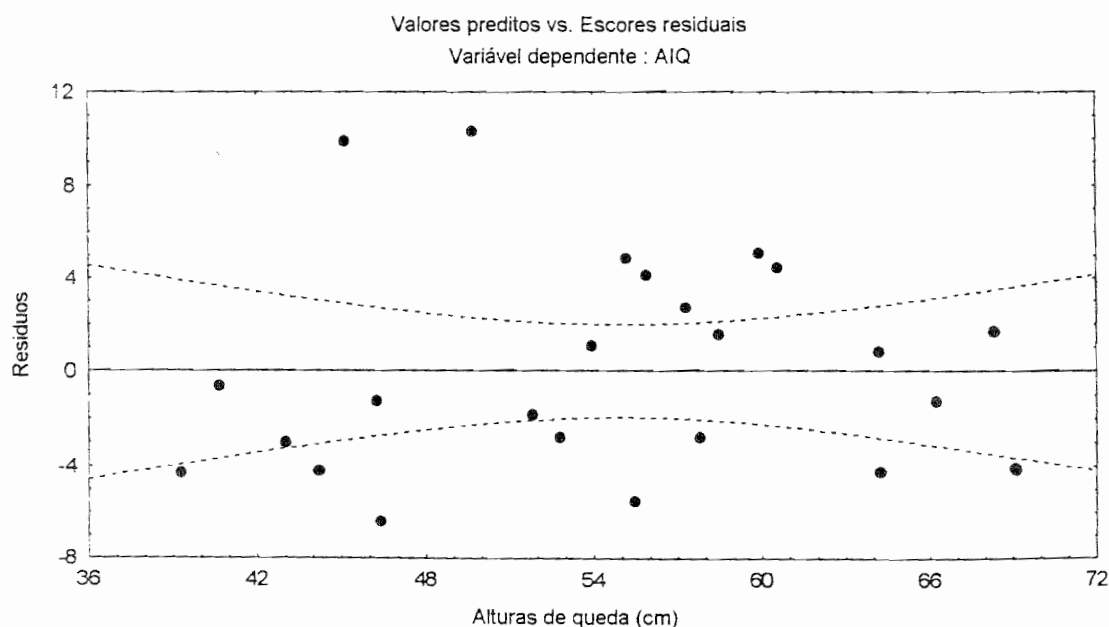


FIGURA 21 - Análise de resíduos da equação 11 entre a variável resposta (AIQ) e as variáveis preditoras (IVR e ATC) do grupo masculino, após a exclusão de um caso discrepante.

A FIGURA 21 mostra uma redução nos resíduos do grupo masculino, onde os sujeitos apresentam desvios padrão inferiores a três desvios.

A FIGURA 22 mostra o comportamento da normalidade de distribuição dos erros do grupo masculino para a variável resposta de AIQ em função das variáveis preditoras de IVR e ATC, após a exclusão de um caso discrepante (sujeito nº 2).

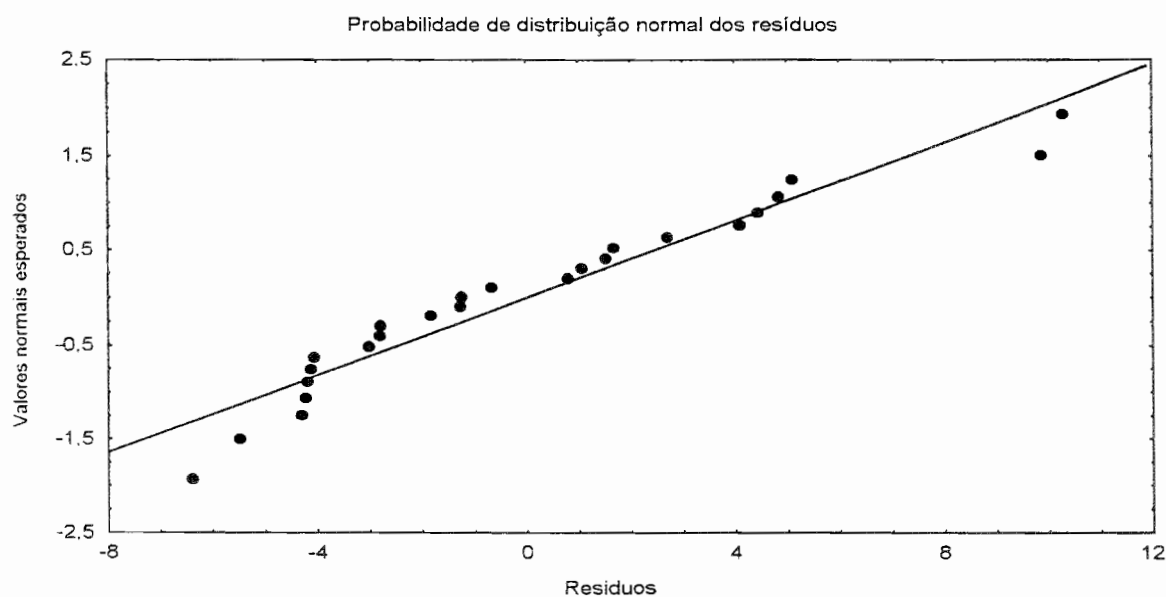


FIGURA 22 - Normalidade de distribuição dos erros da equação 11 para a variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditoras (IVR e ATC) do grupo masculino.

A FIGURA 22 permite observar que após a exclusão do “outlier” a distribuição de normalidade dos erros mostra-se melhor ajustada, visto que a análise de variância das equações produzidas mostra que a soma dos quadrados médios dos resíduos decai de 36,99 para 22,39.

4.4.2 Equações de regressão para os sujeitos do sexo feminino

Após obtidas as 10 melhores equações de regressão linear múltipla do grupo feminino, observou-se que a melhor equação produzida foi aquela que incluiu as variáveis preditoras antropométricas de IESQ e DTRI, por apresentar o maior coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajustado}) e o menor erro de predição de estimativa (EPE), quando comparados às demais equações analisadas.

A TABELA 20 mostra os resultados da análise estatística de regressão múltipla para a determinação da variável de AIQ, em função das variáveis de IESQ e DTRI.

TABELA 20 - Resultados da análise de regressão múltipla da variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditoras (IESQ e DTRI) para os sujeitos do sexo feminino.

Variável	Passo 1	Passo 2
CONSTANTE	-104,88	-75,46
IESQ	1,47	1,26
DTRI		-0,59
R^2 (%)	55,91	63,72

IESQ = Índice esquelético; DTRI = dobra cutânea de tríceps braquial.

A equação de regressão resultante para o grupo feminino que utilizou as variáveis de IESQ e DTRI apresentou $R^2 = 63,72\%$ e $R^2_{\text{Ajustado}} = 60,4\%$ e DPE = 4,96 cm.

A equação do grupo feminino é descrita através pela seguinte expressão:

$$AIQ = -75,46 + 1,26 (IESQ) - 0,59 (DTRI) \quad (\text{equação 12})$$

A FIGURA 23 apresenta a análise de resíduos encontrada para a equação 12 do grupo feminino entre a variável resposta (AIQ) e as variáveis preditoras (IESQ e DTRI).

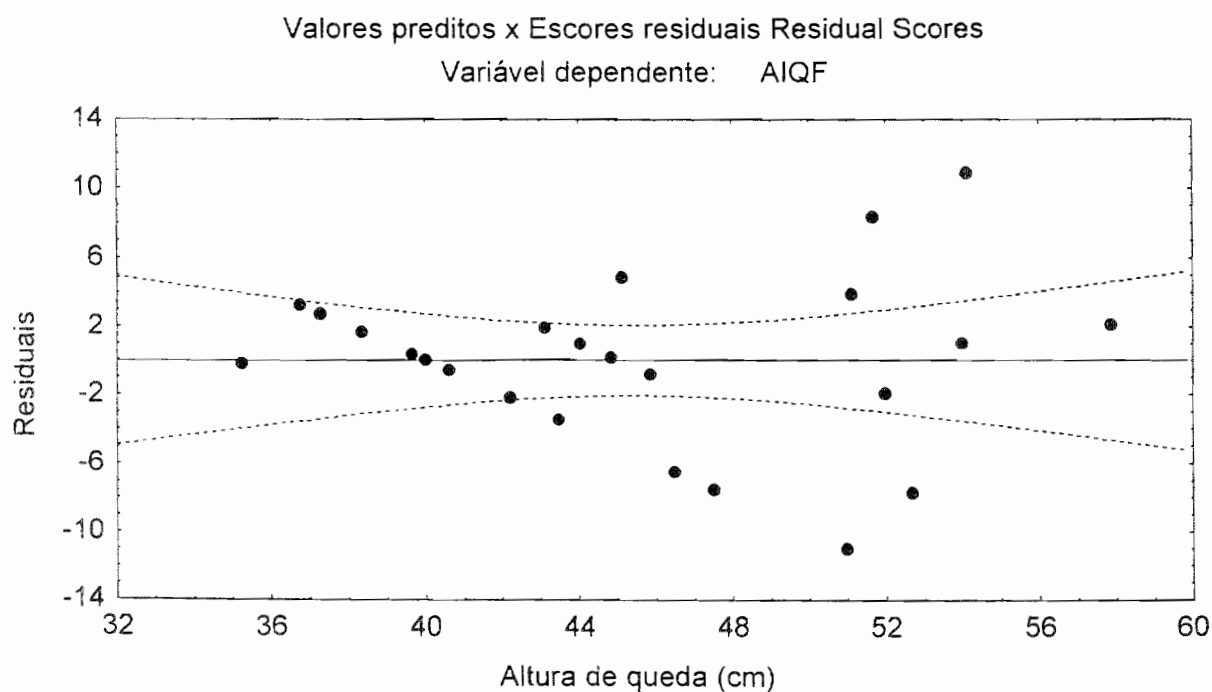


FIGURA 23 - Análise de resíduos da equação 12 entre a variável resposta (AIQ) e as variáveis preditoras (IESQ e DTRI) do grupo feminino.

A FIGURA 24 mostra a distribuição de normalidade dos erros da equação 12 dos sujeitos do sexo feminino que envolve as variáveis preditoras de IESQ e DTRI.

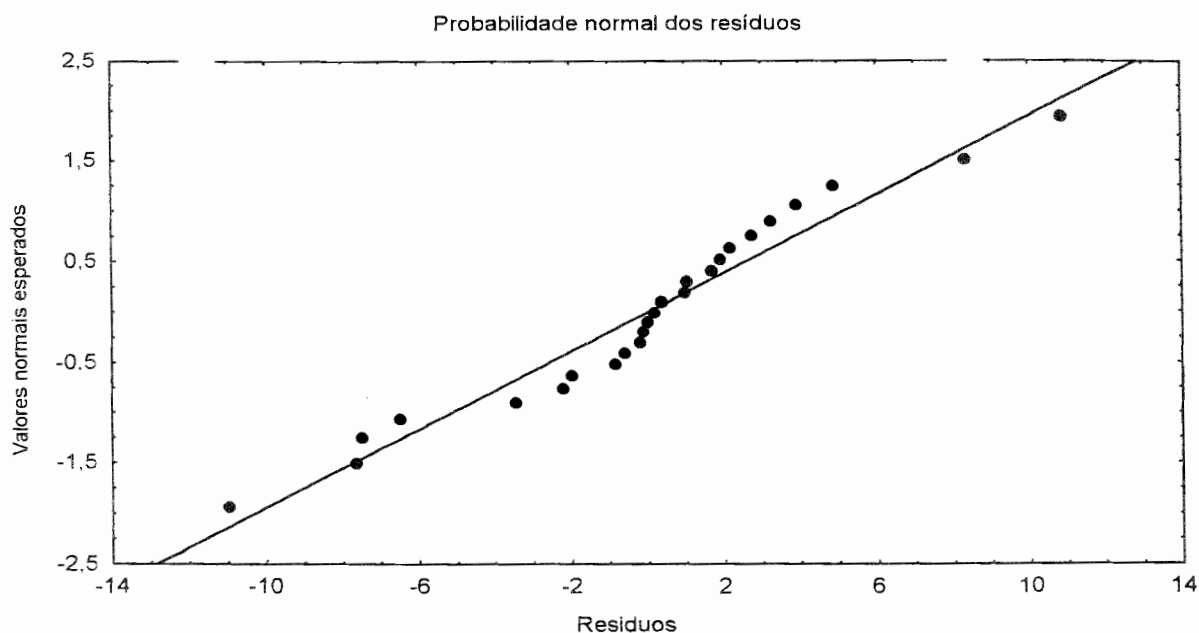


FIGURA 24 - Normalidade de distribuição dos erros da equação 12 para a variável resposta (AIQ) e as variáveis preditoras (IESQ e DTRI) do grupo feminino.

Apesar normalidade de distribuição dos erros ter sido satisfatória, A FIGURA 23 mostra que os sujeitos do sexo feminino apresentam maiores resíduos em função dos aumentos promovidos na altura de queda, ou seja, a medida em que são impostos incrementos à altura de queda ocorrem aumentos na variabilidade da resposta.

Como a suposição de homocedasticidade para a distribuição dos erros (FIGURA 23) não apresentou um comportamento satisfatório (heterocedasticidade), e não tendo sido possível encontrar nenhuma transformação adequada na variável resposta (AIQ), a análise através do método dos mínimos quadrados ordinais empregada para a estimação dos parâmetros do modelo de regressão não se constitui na possibilidade mais adequada e recomendada. A

análise de regressão linear múltipla utilizando-se dos mínimos quadrados ponderados apresenta-se como o procedimento mais indicado para solucionar tal violação (MONTGOMERY & PECK, 1992).

Para a utilização dos mínimos quadrados ponderados fez-se necessário a elaboração de uma matriz de pesos, a partir de uma das variáveis independentes selecionadas. A variável antropométrica de IESQ foi escolhida para a ponderação por apresentar um coeficiente de determinação parcial mais elevado (55,91%) do que aquele encontrado para a variável antropométrica de DTRI (29,26%). Afim de estabelecer pesos, foi efetuada uma divisão da variável IESQ em três categorias, os quais encontram-se indicados na TABELA 21.

TABELA 21 - Matriz de variância e pesos atribuídos para três diferentes categorias da variável antropométrica de IESQ do grupo do sexo feminino.

CLASSES DE IESQ	RESÍDUOS MÉDIOS	N	SOMA DE RESÍDUOS	DP DOS RESÍDUOS	VARIÂNCIA RESIDUAL	PESOS ATRIBUÍDOS
<100	0,72535	7	5,0775	1,914709	3,66611	0,272769
100 - 104,8	-1,15266	11	-12,6793	3,597077	12,9389	0,077286
> 104,8	1,08598	7	7,6018	7,955125	63,2840	0,015802

IESQ = Índice esquelético; N = número de sujeitos por classe; DP = desvio padrão

A equação de predição resultante através do método de mínimos quadrados ponderados encontra-se descrita na TABELA 22.

TABELA 22 - Resultados da análise de regressão múltipla da variável resposta (AIQ) em função das variáveis preditoras (IESQ e DTRI) para os sujeitos do sexo feminino, através do método de mínimos quadrados ponderados.

Variável	Passo 1
CONSTANTE	-48,39
IESQ	0,977
DTRI	-0,528
R ² (%)	62,21

IESQ = Índice esquelético; DTRI = dobra cutânea de triceps braquial.

A equação do grupo feminino através dos mínimos quadrados ponderados pode ser descrita através da seguinte expressão:

$$AIQ = -48,39 + 0,977 (IESQ) - 0,528 (DTRI) \quad (\text{equação 13})$$

A equação 13 possui coeficiente de determinação (R^2) de 62,21 %, coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajustado}) de 58,78 % e desvio padrão de estimativa (DPE) de 0,98 cm.

A análise de resíduos para os sujeitos do sexo feminino através dos mínimos quadrados ponderados nas variáveis de IESQ e DTRI, encontra-se descrita na FIGURA 25.

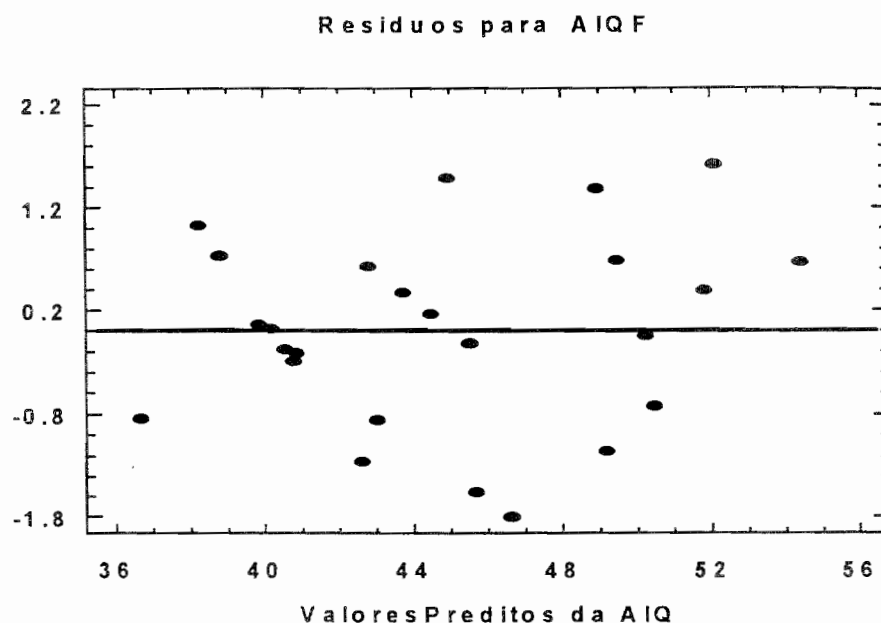


FIGURA 25 - Análise de resíduos da equação 13 entre a variável resposta (AIQ) e as variáveis preditoras (IESQ e DTRI) do grupo feminino, através do modelo mínimos de quadrados ponderados.

A FIGURA 25 mostra a melhor adequação obtida pelo método dos mínimos quadrados ponderados em relação a homocedasticidade da variância dos erros.

A FIGURA 26 mostra a normalidade de distribuição dos erros para a equação 13 que relaciona a variável resposta (AIQ) e as variáveis preditoras (IESQ e DTRI) dos sujeitos do sexo feminino.

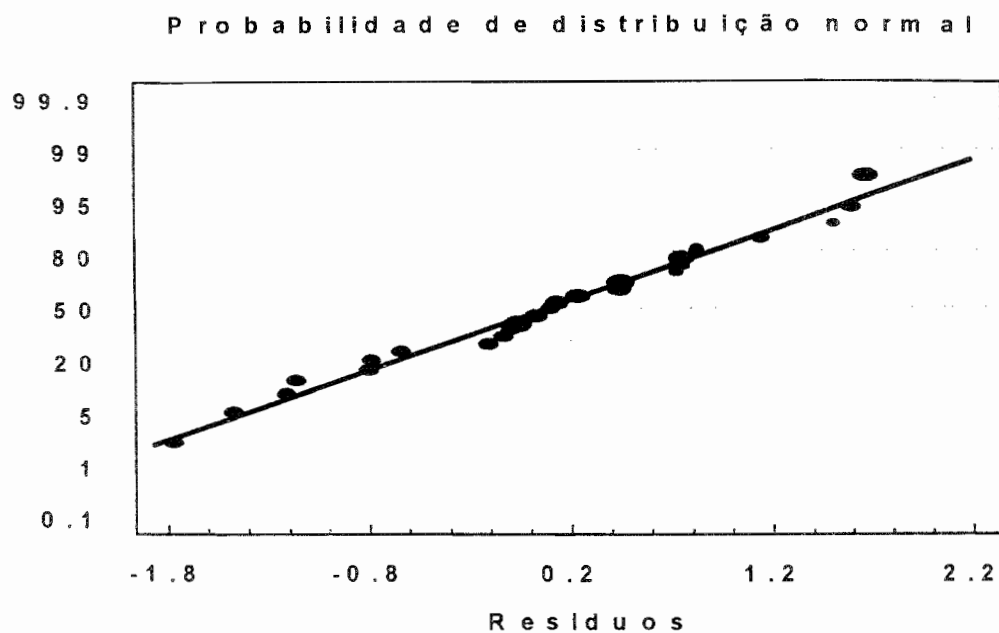


FIGURA 26 - Distribuição de normalidade dos erros da equação 13 entre a variável resposta (AIQ) e as variáveis preditoras (IESQ e DTRI) do grupo feminino, utilizando-se do método de mínimos quadrados ponderados.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo contém a discussão dos resultados encontrados no experimento.

Os resultados obtidos na determinação da AIQ nos testes T1 e T2 estão de acordo com a literatura (ANDERSON & PANDY, 1993; BEDI et alii, 1987; BOSCO & KOMI, 1978b; CAVAGNA, 1977; MIL-HOMENS, 1987; VAN INGEN SCHENAU, 1984), ao evidenciar a existência de uma AIQ, a partir da qual não se registram melhorias na ECG nos saltos em profundidade. Este comportamento pode ser observado para ambos os grupos e em ambos os testes onde as mulheres não apresentaram aumentos na ECG após a altura de queda média de $44,0 \pm 8,2$ cm no teste T1 e $45,4 \pm 7,9$ cm no teste T2; e os homens apresentaram decréscimos a partir da altura de queda média de $52,9 \pm 12,1$ cm no teste T1 e $53,8 \pm 11,8$ cm no teste T2.

Contrariando os achados de MIL-HOMENS (1987), onde somente foi possível determinar adequadamente a AIQ no grupo formado por atletas do sexo masculino, os perfis das curvas de elevação do centro de gravidade no teste T1 e T2, revelaram semelhanças entre os grupos masculino e feminino para a ECG, demonstrando que a determinação da AIQ obedeceu a um padrão de comportamento comum para esta variável, de acordo com os achados de KOMI & BOSCO (1978b), independentemente do sexo.

A discrepância encontrada entre os resultados individuais mínimos e máximos (amplitude de variação) nos testes T1 e T2 de determinação da AIQ de até 30 cm no grupo feminino e de até 45 cm no grupo masculino, e seus respectivos valores dos coeficientes de variação (CV%), confirmaram a necessidade da adoção de protocolos individualizados para o treinamento

pliométrico de saltos em profundidade (BOSCO, 1981; KATSCHAJOV et alii, 1976; KOMI & BOSCO, 1981; MIL-HOMENS, 1987; MOURA, 1988; ROD. CKI et alii, 1994).

Os resultados do teste T2 de determinação da AIQ revelaram que em ambos os grupos, os sujeitos apresentaram valores bastante próximos aqueles encontrados no teste T1. Ainda que estes valores sejam próximos, os menores incrementos na altura de queda aplicados no teste T2, permitiram a obtenção de medidas de maior precisão, aumentando a possibilidade de individualização das cargas de treinamento (AIQ). A adoção de elevados incrementos na AIQ pode induzir a obtenção de respostas pouco precisas, uma vez este tipo de variável é expressa de maneira discreta, e a medida em que a amplitude dos intervalos é aumentada, os pontos de determinação na escala são reduzidos e os resultados tendem a incidir sobre um pequeno número de pontos, ou mesmo sobre um único ponto, podendo ocasionar distorções quanto à real AIQ. A correta determinação da AIQ parece ser um importante ponto para o sucesso do treinamento pliométrico através dos saltos em profundidade, uma vez que em ambos os grupos esta variável demonstrou-se significativamente sensível aos pequenos aumentos provocados na plataforma de saltos no teste T2, ou seja, à variações na altura de queda de 5 cm (vide FIGURAS 15 e 16). Estes resultados reforçam ainda mais a necessidade da elaboração de protocolos preditivos individualizados e simplificados para a determinação da AIQ dos saltos em profundidade.

A utilização do referencial da AIQ média adotado na apresentação e na discussão dos resultados visa somente fornecer um parâmetro comparativo em relação a outros experimentos, pois este trabalho parte da premissa básica de que a AIQ deve ser estabelecida através de fatores individuais (BOSCO, 1981; KATSCHAJOV et alii, 1976; KOMI & BOSCO, 1981; MIL-HOMENS, 1987;

RODACKI et alii, 1994; ZANON, 1976). A adoção de indicativos de medidas de tendência central não se constituem numa solução atrativa.

Os valores médios obtidos para a AIQ para os sujeitos do sexo masculino ($53,8 \pm 11,8$ cm) e do sexo feminino ($45,4 \pm 7,9$ cm) no teste T2, ficaram abaixo dos valores encontrados por KOMI & BOSCO (1978b) em estudantes de educação física e jogadores de voleibol (masculino = 62,0 cm e feminino = 50,0 cm) e também foram bastante diferenciados dos valores de 75 cm propostos para os sujeitos do sexo masculino, indicados por VERKOSHANSKI (1996); dos 80 cm propostos por KATSCHAJOV⁴⁴ et alii (1976 apud OSES, 1983); e dos 80 a 90 cm recomendados por ZANON (1976). Em contrapartida, os valores encontrados para a AIQ assemelham-se aqueles encontrados por MIL-HOMENS (1987) em atletas de voleibol (masculino = 56,8 cm e feminino = 42,1 cm). O grupo feminino apresentou valores para a AIQ média nos testes T1 e T2 próximos ao valor de 40 cm, sugeridos por ASMUSSEN & BONDE-PETERSEN (1974). As indicações de MOURA (1988) para a AIQ de 38 a 48 cm para as mulheres e 40 a 66 cm para os homens, são compatíveis aos valores experimentais determinados nos atletas envolvidos neste estudo.

Os resultados encontrados para a ECG dos testes T1 e T2 em ambos os grupos, revelaram que após a AIQ, os sujeitos apresentaram a tendência de reduzir continuamente os valores de ECG para valores bastante próximos ou até menores daqueles encontrados na altura inicial de queda de 20 cm. Estes resultados confirmam os achados de diversos estudos (ANDERSON & PANDY, 1993; ASMUSSEN & BONDE PETERSEN, 1974; BOSCO & KOMI, 1978b; CAVAGNA, 1977; VAN INGEN SCHENAU, 1984; WILSON et alii, 1991) de que quando os saltos em profundidade são executados em alturas de queda que

excedem a AIQ, a ECG sofre importantes reduções. As proposições de que elevadas alturas de queda podem gerar cargas de alongamento excessivas que dificultam ou impedem a rápida passagem da fase excêntrica para a fase concêntrica do movimento, resultando em respostas inferiores para a ECG são amplamente descritas na literatura (AURA & KOMI, 1979; BOBBERT, 1990; BOBBERT et alii, 1987a,b; BOSCO, 1982; BOSCO & KOMI, 1978b; BOSCO et alii, 1982; MIL-HOMENS, 1987; MOURA, 1988; OSES, 1983; RADCLIFFE & FARENTINOS, 1985; VERKOSHANSKI, 1996), e puderam ser observadas neste estudo. Os mecanismos mais comumente apontados para estas reduções são (a) a perda da capacidade de acúmulo de energia elástica, causada pelo incremento no tempo necessário para a transição entre as fases excêntrica e concêntrica do movimento (TC) e (b) as ações inibidoras de proprioceptores neuromusculares dos órgãos tendinosos de Golgi (AURA & KOMI, 1987; BOSCO, 1982; CAVAGNA & CITTERIO, 1974; ENOKA, 1994; HAMIL & KNUTZEN, 1995; KOMI, 1984; MOURA, 1988; SHORTEN, 1987; THYS et alii, 1975 e WILSON et alii, 1991). Apesar da contribuição destes mecanismos sobre a ECG no salto vertical ter sido quantificada nos trabalhos de BOSCO (1982) e KOMI⁴⁵ (1984, apud HAMIL & KNUTZEN, 1995), em cerca de 72% por fatores de potencialização elástica e 28% por fatores mioelétricos dos músculos, ainda não se tem claramente definidas os seus respectivos efeitos sobre a redução na ECG do salto vertical e do salto em profundidade (ANDERSON & PANDY, 1993).

⁴⁴ S.V. Katshajov et alii. Determinazione dell'intensità di carico ottimale nella costruzione della capacità di spinta degli atleti *Atletica Leggera*, v.195, p.44-46, 1976.

⁴⁵ P. Komi. Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretching cycle on force and speed. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, v.12 ed. by TERJUND. p.81-121. 1984

Os incrementos no TC são apontados como o principal fator de dissipação da energia elástica acumulada nos músculos através da produção de calor (AURA & KOMI, 1987; CAVAGNA & CITTERIO, 1974; SJÖRTEN, 1987; THYS et alii, 1975; WILSON et alii, 1991). Os resultados dos testes T1 e T2 demonstraram que o TC sofreu incrementos significativos ($p < 0,05$) sucessivos a medida em que as alturas de queda foram aumentadas, confirmando os achados de WILSON et alii (1991). Observou-se também que os menores valores do TC coincidiram com as maiores ECG dos saltos em profundidade no teste T1, ou seja com a altura de queda identificada como a AIQ de ambos os grupos. No teste T2, os maiores valores do TC coincidiram com as maiores alturas de queda testadas em ambos os grupos. Estes resultados confirmam a influência do tempo de transição sobre a ECG, indicando que a técnica de execução dos saltos em profundidade é um importante elemento a ser controlado e deve envolver os menores TCs com o solo possível (BOBBERT, 1990; BOBBERT et alii, 1987a; WILSON et alii, 1991).

Os maiores valores encontrados no TC obtidos na primeira altura de queda em relação a segunda altura de queda não possuem uma explicação consistente, mas podem ter ocorrido em função dos indivíduos estarem se adaptando as condições iniciais de elevada de potência muscular, requerida nos testes de determinação da AIQ. Uma segunda possibilidade é de que os atletas podem ter considerado estas alturas de queda iniciais como muito baixas, guardando seus esforços máximos para as tentativas seguintes.

Os maiores valores encontrados na AIQ média dos homens em relação às mulheres nos testes T1 e T2, confirmam as afirmações de KOMI & BOSCO (1978a), BOSCO (1982) e de MIL-HOMENS (1987) que sugerem que o homem suporta maiores cargas de alongamento se comparado à mulher. As maiores cargas de alongamento suportadas pelos homens durante o ciclo excêntrico-

concêntrico, somadas as diferenças existentes entre os diversos parâmetros morfológicos de homens e mulheres (McARDLE et alii, 1991; SHANGOLD & MIRKIN, 1994; WEINECK, 1991) indicam e respaldam a necessidade de elaboração de modelos diferenciados de predição da AIQ.

O modelo preditivo construído através da regressão múltipla para o grupo masculino selecionou a variável funcional de IVR e a variável antropométrica de ATC (equações 10 e 11). A inclusão de IVR está de acordo com o pensamento de ZANON (1976) e MIL-HOMENS (1987) que respectivamente, buscaram relacionar a variável de peso corporal e de potência muscular dos sujeitos à determinação da AIQ.

Através da análise isolada da variável funcional de IVR, foi possível detectar que esta variável contribuiu em 59,14% ($R^2_{AJUSTADO} = 57,4\%$) na equação 10 e em 67,70% ($R^2_{AJUSTADO} = 63,3\%$) na equação 11 sobre a variação da AIQ no modelo de regressão linear múltipla adotado no experimento, ou seja, quanto maior for a IVR, maior poderá ser a carga de alongamento aplicada à musculatura. Estes resultados confirmam as proposições de MIL-HOMENS (1987) que sugere que a potência muscular encontra-se positivamente associada à AIQ dos sujeitos e pode contribuir com cerca de 53% num modelo linear e 58% num modelo exponencial sobre a variação da AIQ dos sujeitos do grupo de jogadores de voleibol do sexo masculino.

Dentre as variáveis antropométricas consideradas para a formação do modelo preditivo masculino, apenas a altura tronco-cefálica (ATC) foi selecionada e respondeu por um aumento de 10,84% no coeficiente de determinação da AIQ. A variável antropométrica de ATC foi relacionada inversamente à variável resposta.

Do ponto de vista mecânico, as massas corporais representam resistências ao deslocamento e são descritas como resistências inerciais (KREIGHBAUM &

BARTHELS, 1990). A magnitude da resistência inercial está diretamente relacionada à quantidade de massa corporal envolvida e ao quadrado de sua distância em relação ao seu eixo de rotação, ou seja, quanto maior a quantidade de massa corporal e quanto maior sua distância em relação ao eixo do sistema, maior será a resistência oferecida ao seu deslocamento (HOCHMUTH, 1973). Constitucionalmente, o tronco representa o segmento corporal de maior concentração de massa no corpo humano e conseqüentemente tende a apresentar o maior momento inercial para o salto vertical em relação aos demais segmentos (ENOKA, 1993; HANAVAN⁴⁶, 1964 e HATZE⁴⁷, 1980 apud ENOKA, 1993; KREIGHBAUM & BARTHELS, 1990). Apesar da variável antropométrica de ATC ser uma medida pertinente ao esqueleto axial, pode ser considerada como um atraente indicativo do comprimento do tronco, uma vez que o tronco é o segmento de maior prevalência nesta medida. Desta forma, a variável antropométrica de ATC mostra-se como um importante elemento representativo da quantidade de massa corporal do tronco, pois quanto maior for a medida de ATC, maior poderá ser o volume de massa presente no segmento. As medidas selecionadas como próprias para a determinação da massa corporal no segmento do tronco (DTRI, DSIL, DSUB, DABD e DCSS) possivelmente não foram incluídas no modelo preditivo por representarem exclusivamente o tecido adiposo subcutâneo, desconsiderando outros importantes componentes (tecido muscular, tecido ósseo, tecido visceral e fluídos corporais), que são mais expressivos da massa total a ser deslocada presente no segmento, principalmente por se tratar de uma amostra composta por atletas de elite.

⁴⁶ E. P. Hanavan. Neuromuscular performance: factors influencing force and speed production. *Scandinavian Journal Sports Sciences*, v.1, p.2-15. 1979.

⁴⁷ H. Hatze. A mathematical model for the computational determination of parameter values of anthropomorphic segments. *Journal of Biomechanics*, v.13, p.833-843. 1980.

A variável de ATC, por ser uma medida longitudinal do esqueleto axial, pode ser considerada como representativa das distâncias dos centros de gravidade de seus distintos componentes em relação ao eixo rotacional do quadril. Quanto maior for a distância entre o centro de gravidade de cada componente do esqueleto axial em relação ao eixo rotacional do sistema, maior será o momento inercial total (CHANDLER⁴⁸ et alii, 1975 e ZATCIORSKI & SELUYANOV⁴⁹, 1983 apud ENOKA, 1993). Em outras palavras, quanto menor for a dimensão de variável antropométrica de ATC, menor será a quantidade de massa corporal a ser deslocada, assim como também menor será sua distância em relação ao centro de rotação do quadril, resultando em um menor momento inercial do segmento (resistência), justificando sua inclusão inversa no modelo preditivo.

Ainda que a variável antropométrica de ATC represente um aumento no coeficiente de predição (R^2) de 10,84 % no modelo preditivo do grupo masculino, não se tem um amplo referencial teórico que a justifique ou correlacione ao salto vertical ou à AIQ dos saltos em profundidade. Afim de tornar o modelo preditivo mais confiável, recomenda-se a realização prévia de estudos de validação (*cross-validation*) das equações fornecidas para o grupo masculino e que comprovem as relações aqui sugeridas para esta variável. Estes resultados suscitam outras investigações que considerem os momentos inerciais de distintos segmentos corporais em relação ao salto vertical e ao salto em profundidade.

O desvio padrão de estimativa (DPE) das equações 10 e 11 que envolvem as variáveis preditoras de IVR e ATC são respectivamente de 6,08 e 4,73 cm, são menores ao DPE de 10,94 cm encontrado na equação do estudo de MIL-

⁴⁸ R.F.Chandler et alii. Investigation of inertial properties of the human body Ohio. Wright-patterson Air Force. 1975 (National Highway Traffic Safety Administration. AMRL-TR-74-137)

⁴⁹ V. Zatciorski. V.: V.Seluyanov.. The mass and inertia characteristics of the main segments of the human body. In: MATSUI. H. KOBAYASHI. cds.. Biomechanics VIII- B. Champaign.: Human Kinetics. 1983. p. 1152-1159.

HOMENS (1987). A diferença encontrada neste estudo em relação ao estudo de MIL-HOMENS (1987) para o DPE no modelo masculino, provavelmente pode ser atribuída (a) a utilização de menores incrementos na altura queda impostas na plataforma de saltos, que possibilitaram uma determinação mais precisa da AIQ, melhorando a capacidade de estimação e conseqüentemente sua predição, e/ou (b) a melhor capacidade de predição do modelo proposto neste estudo em função da inclusão de variáveis antropométricas. Apesar dos menores valores de DPE encontrados neste estudo, tais valores são bastante próximos aos incrementos aplicados na altura da plataforma de saltos (cinco cm), o que pode induzir a erros na estimação da AIQ. Portanto, após a estimativa da AIQ através das equações 10 e 11, é recomendável averiguar tais valores experimentalmente, com no mínimo uma de altura de queda de cinco cm acima e outra abaixo do valor inicialmente predito. A adoção de uma carga de treinamento (AIQ) com um erro padrão de estimativa conhecido mostra-se como uma opção mais atrativa do que a utilização de alturas de queda médias, que em muitas vezes são baseadas em referenciais médios, derivados de atletas de outras modalidades esportivas, que pouco se assemelham a amostra adotada neste estudo.

Considerando os valores dos coeficientes de determinação (R^2 e $R^2_{AJUSTADO}$) e os desvios padrão de estimativa (DPE) do grupo masculino, obtidos após a exclusão de um caso discrepante, recomenda-se a utilização da equação 11.

A indicação de BALL et alii (1991) e de TEEPLE (1975) de que as variáveis antropométricas relacionadas às dimensões e formas corporais podem explicar as variações na performance do salto vertical melhor do que variáveis funcionais de força muscular foram confirmadas neste estudo para os sujeitos do grupo feminino, que não incluiu nenhuma variável funcional no modelo preditivo, apenas as variáveis antropométricas de IESQ e DTRI.

A variável antropométrica de IESQ foi incluída em uma relação direta com a variável resposta (AIQ) e foi responsável por mais da metade (55,91%) de sua variação. Considerando que a variável IESQ é o resultado do quociente do comprimento de membros inferiores (ATRO) pelo comprimento de tronco (ATC), os maiores comprimentos da primeira variável, combinado com os menores comprimentos da segunda variável, produzirão elevados valores para IESQ. Em parte, estes achados estão de acordo com as afirmações de BLOOMFIELD et alii (1994), ao proporem que os sujeitos providos de maiores comprimentos de segmentos inferiores em relação ao tronco (IESQ) e maior comprimento de perna em relação ao comprimento de coxa (ICRU), ou seja, maiores segmentos em direção caudo-cefálica, possuem vantagens mecânicas que possibilitam elevadas performances para o salto vertical. Neste sentido, as variáveis de ATRO, CCOX e CPER também poderiam ter sido incluídas no modelo, por serem as medidas diretas, das quais derivara IESQ. À semelhança do grupo masculino, a variável de ATC também poderia ter sido incluída negativamente no modelo preditivo feminino. A inclusão da variável IESQ no modelo preditivo do grupo feminino, ainda que indiretamente, sugere possíveis relações com os achados do grupo masculino, onde a variável ATC foi negativamente associada à variável resposta (AIQ), podendo indicar importantes ligações entre as variáveis de ATC, ATRO, CCOX e CPER e a performance no salto vertical. Não foram achados argumentos consistentes para a não inclusão direta destas variáveis nos modelos preditórios de ambos os grupos, o que suscita a realização de outros estudos que comprovem as indicações aqui sugeridas.

A variável DTRI foi negativamente relacionada no modelo preditivo do grupo feminino e sua inclusão proporcionou um acréscimo no coeficiente de determinação (R^2) de 7,81%, ou seja, quanto menor for o acúmulo de tecido adiposo em DTRI, maior será a AIQ. As sugestões de WATSON (1984) de que a

performance do salto vertical pode ser mais influenciada pela quantidade de tecido adiposo depositado em membros inferiores (DCSI) e tríceps (DTRI) do que pelo conteúdo total de gordura, foram parcialmente confirmadas neste estudo, uma vez que apenas a variável DTRI foi incluída no modelo preditivo do grupo feminino. As alterações estruturadas ao longo do processo de treinamento sobre o tecido adiposo subcutâneo podem ser fortemente influenciadas e determinadas pelas características do treinamento empregado (McARDLE et alii, 1991), e podem ser consideradas como uma séria e indesejada ameaça à estabilidade do modelo de predição.

As tentativas de inclusão de variáveis funcionais no modelo preditivo não foram satisfatórias, visto a manutenção dos valores dos índices de determinação (R^2 e $R^2_{AJUSTADO}$) obtidos com a inclusão da variável IVR (63,74%). Ao incluir a variável IVA o índice $R^2_{AJUSTADO}$ apresentou decréscimo (58,70%) e quando a variável IVR associada a IVA foi incluída este índice apresentou valores ainda menores (56,60%). As tentativas de inclusão de variáveis funcionais não foram significativas, visto suas significâncias na elaboração do modelo possuírem valores de $p=0,806$ e $p=0,917$ para IVA e IVR, respectivamente, ou seja, pouco explicam as variações encontradas na variável resposta da AIQ para o grupo feminino.

O DPE da equação 12, que envolve as variáveis antropométricas de IESQ e DTRI é de 4,96 cm é similar ao DPE apresentado na equação 11 do grupo masculino e também deve considerar as mesmas recomendações de verificação experimental da AIQ feitas para o grupo masculino. Para o grupo feminino, o DPE da equação 13 (0,98 cm) é bastante inferior ao encontrado na equação 12 e pode ser atribuído ao processo de ponderação aplicado à equação de predição (mínimos quadrados ponderados).

Frente a estas colocações, e considerando os coeficientes de determinação (R^2 e R^2_{AJUSTADO}) e o desvio padrão de estimativa (DPE) encontrados, recomenda-se a utilização da equação 13 para o grupo feminino. Ainda são necessários estudos prévios de validação (*cross-validation*) para a equação 13 do grupo feminino por (a) envolverem exclusivamente componentes morfológicos; (b) pela instabilidade encontrada ao longo do tempo da variável antropométrica de composição corporal (DTRI), e (c) por não terem sido encontradas relações significativas ($p < 0,05$) para nenhum dos elementos funcionais testados.

O salto vertical apresenta-se como uma intrincada complexidade de fatores funcionais, estruturais e nervosos, que atuam sobre a performance, em elevados níveis de interdependência (KOMI ⁵⁰, 1979 apud KOMI, 1984). Desta forma, a construção de modelos preditivos para o salto vertical e para o salto em profundidade devem procurar contemplar aos diversos fatores determinantes da performance, visto a estrutura hierárquica presente no sistema biótico. A expressão da performance do movimento encontra-se em dependência de fatores funcionais e de estruturas morfológicas (MALINA, 1975), uma vez que o efeito contrátil é transmitido ao sistema esquelético (TITEL & WUTSCHERK, 1992). Todavia, as variáveis funcionais utilizadas neste estudo parecem possibilitar a predição da performance com maior extensão e propriedade, principalmente para o grupo masculino. Isto pode ser compreendido pelo fato de que durante a execução do processo de avaliação das variáveis funcionais, são incluídos de maneira indireta e indissociável em sua forma de expressão os distintos elementos estruturais necessários à performance. Pode-se supor a existência de um efeito de superposição dos componentes antropométricos sobre os funcionais,

⁵⁰P. Komi Neuromuscular performance: factors influencing force and speed production. Scandinavian Journal Sports Sciences v. 1, p. 2 -15, 1979.

principalmente quando as características elementares entre as variáveis funcionais e a variável resposta são muito similares. A variável funcional de IVA é um exemplo típico e característico, pois os elementos determinantes de sua performance estão numa relação de dependência dos fatores selecionados para a construção do modelo preditivo da AIQ, aumentando sua possibilidade de inclusão e de predição (mesmo associada a outros componentes). Em contrapartida, os elementos estruturais não possuem dependência direta de elementos funcionais para a performance, e portanto apresentam menor possibilidade de predição.

6 CONCLUSÕES

Considerando o objetivo deste estudo, limitações, pressupostos, e os resultados encontrados, pode-se chegar as seguintes conclusões:

- a) Os saltos em profundidade apresentam uma altura individual de queda (AIQ), a partir da qual não se registram melhorias na elevação do centro de gravidade para jogadores de voleibol de ambos os sexos;
- b) Os procedimentos de determinação da altura individual de queda estabelecidos através de incrementos intervalados a cada cinco cm, mostraram-se como uma atrativa e promissora possibilidade afim de individualizar as cargas de trabalho;
- c) Os tempos de contato apresentam incrementos progressivos à medida em que a altura de queda é aumentada, independentemente do sexo dos sujeitos;
- d) A altura individual de queda pode ser predita para os sujeitos do sexo masculino através de variáveis funcionais e antropométricas associadas. A altura individual de queda pode ser predita pela variável funcional de impulsão vertical relativa (IVR) e pela variável antropométrica de altura tronco-cefálica (ATC). A melhor equação de predição da altura individual de queda apresentou um coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajustado}) de 78,05% e desvio padrão de estimativa (DPE) de 4,73 cm, e é expressa por:

$$AIQ = 60 + 0,695 (IVR) - 1,01 (ATC) \quad (\text{equação 11})$$

- e) A altura individual de queda dos sujeitos do sexo feminino pode ser predita somente através de variáveis antropométricas de índice esquelético (IESQ) e dobra cutânea de tríceps braquial (DTRI). A melhor equação de predição do

grupo feminino apresentou um coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajustado}) de 58,78% e desvio padrão de estimativa (DPE) de 0,98 cm e pode ser descrita pela seguinte expressão:

$$AIQ = -48,39 + 0,977 (IESQ) - 0,528 (DTRI) \quad (\text{equação 13})$$

- f) Sugere-se a utilização de outros estudos que busquem prever a altura individual de queda em diferentes períodos do treinamento;
- g) Sugere-se ainda a elaboração de outros estudos de predição que envolvam outras variáveis funcionais relacionadas ao salto vertical;
- h) Recomenda-se a realização de outros estudos que determinem os momentos inerciais de diferentes segmentos corporais e os relacionem ao salto vertical e ao salto em profundidade;
- i) Recomenda-se a realização de estudos similares que controlem as variações angulares das articulações de segmentos inferiores;
- j) Finalmente, recomenda-se a validação (*cross-validation*) das equações de predição apresentadas em outros grupos de jogadores de voleibol.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, G. Exercise physiology: laboratory manual, 2.ed. Iowa, Brown & Benchmark, 1994.
- ADAMS, T. Jumping into strength training: using plyometrics to increase leg power Swimming Technique, v.22, n.3, p.25-27, 1986.
- AL-AHMAD, A. F. The effects of plyometrics on selected physiological and physical fitness parameters associated with high school basketball players. (microfiche). University Microfilms International, Ann Arbor, 1990 (2 microfiches, 125 frames).
- ALEXANDER, R. Elastic mechanisms in animal movement. Cambridge, Cambridge University Press, 1988.
- AMAR, J. The human motor. New York, E. P. Dutton, 1920.
- ANDERSON, F.C.; PANDY, M.G. Storage and utilisation of elastic strain energy during jumping. Journal Biomechanics, v.26, n.12, p.1413-1427, 1993.
- ARNOLD, A. Korperentwicklung und Leibesübungen für Schule und Sportartze. Leipzig, Johan Barth, 1931.
- ARUIN, A.S.; PRILUTSKII, B. I.; RAITSin, L.M.; SAVEL'EV, I.A. Biomechanical properties of muscles and efficiency of movement. Fiziologia Cheloveka, v.5, p.589-599, 1979.
- ASMUSSEN, E.; BONDE-PETERSEN, F. Storage of elastic energy in skeletal muscle in man. Acta Physiologica Scandinavia, v.91, p.385-392, 1974.
- AURA, O.; KOMI, P. V. Effects of prestretch intensity on mechanical efficiency of positive work and on elastic behaviour of skeletal muscle in stretch-shortening cycle exercise. International Journal Sports Medicine, v.7, p.137-143, 1986.
- BALE, P. Anthropometric, body composition, and performance variables of young elite females basketball players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v.31, n.2, p.173-177, 1991.

- BALE, P.; COOLEY, E.; MAYEW, J.L.; PIPER, F.C.; WARE, J.S.
Anthropometric and somatotype variables related to strength in American football players. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v.34, n.4, p.383-389, 1994.
- BALL, J.R.; RICH, G.Q.; WALLIS, E.L. Efectos del entrenamiento isométrico en el salto vertical. Stadium, v.1, n.4, p.35-36, 1967.
- BALL, T.E.; MASSEY, B.H.; MISNER, J.E.; McKEOWN, B. C.; LOHMAN T. G. The relative contribution of strength and physique to running and jumping performance of boys 7-11. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v.32, n.4, p.364-371, 1991.
- BARBANTI, V.J. Treinamento físico: bases científicas. São Paulo, Baliero, 1987.
- BARTHOLOMEW, S.A. Plyometric and vertical jump training. Thesis. S. l., University of North Carolina, 1985.
- BEAL, D.; ELDER, B. Power jumping: the Olympic gold medal approach to jump training. (video), Columbus, Sports Imports, 1988. (1 tape record, colour, 23 min).
- BEDI, J.F. Increase in jumping height associated with maximal effort in vertical depth jump. Research Quarterly for Exercise and Sport, v.58, n.1, p.11-15, 1987.
- BLATNER, S. E.; NOBLE, L. Relative effects of isokinetics and plyometrics training on vertical jumping performance. Research Quarterly, v.50, p.583-588, 1979.
- BLIGHT, G. Developing power and optimising volleyball performance. Australian volleyball magazine, v.7, p.37-41, 1994.
- BLOOMFIELD, J.; ACKLAND, T.R.; ELLIOTT, B. C. Applied anatomy and biomechanics in sport. S. l., Blackwell, 1994.
- BOARDMAN, R. World champions run to types. Journal of Health and Physical Education, v.4, p.32, 1933.
- BOBBERT, M.F. Drop jump as a training method for jumping ability. Sports Medicine, v.9, n.1, p.7-22, 1990.

- BOBBERT, M.F.; HUIJING, P.A.; VAN INGEN SCHENAU, G. J. A model of human triceps surae muscle-tendon complex applied to jumping. Journal of Biomechanics, v.19, p.887-898, 1986a.
- _____. An estimation of power output and work done by human triceps surae muscle-tendon complex in jumping. Journal of Biomechanics, v.11, p.899-906, 1986b.
- _____. Drop jumping I: the influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. Medicine and Sciences in Sports and Exercise, v.19, n.4, p.332-338, 1987a.
- _____. Drop jumping II: the influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. Medicine and Sciences in Sports and Exercise, v.19, n.4, p.339-346, 1987b.
- BONDARCHUK, A. P. et alii. Strength : methods of developing. Legkoatleticheskie Metaniya, v.1, p.89-92, 1984.
- BOSCO, C. L'Influenza della testosterone sulla forza. Scienza e Tecnica, v.4, p.13-24, 1995.
- _____. Quelques considerations physiologiques sur les sauts verticaux precedes des chutes de hauteus variables. Volleyball Technical Journal, v.7, n.3, p.59-64, 1981.
- _____. Stretch-shortening cycle in skeletal muscle function. Studies in Sport: Physical Education and Health, n.15, p.18-30, University of Jyvaskyla, Finland, 1982.
- _____. Stretch-shorten cycle in skeletal muscle function and physiological consideration of explosive power in man. Atleticastudi, v.1, p.7-13, 1985.
- BOSCO, C.; KOMI, P. V. Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscle. Journal of Applied Physiology, v.41, p.275-284, 1979.
- _____. Potentiation of mechanical behaviour of the human skeletal muscle through prestretching. Acta Physiologica Scandinavia, v.106, p.467-472, 1978.

- BOSCO, C.; KOMI, P. V.; PULLI, M.; PITTERA, C.; MONTONEN, H.
 Quelques considerations sur l'entrainement du potential elastic du muscle
 squeletique humain. Volleyball Technical Journal, v.7, n.3, p.83-88, 1981.
- BOSCO, C.; PITTERA, C. Zur Trainingswirkung neuentwickelter Sprung auf die
 Explosivkraft. Leitungssport, v.12, p.36-39, 1982.
- BOSCO, C.; TIHANYI, J.; KOMI, P. V.; FEKETE, G.; APOR, P. Store and
 recoil elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscle fibbers.
Acta Physiologica Scandinavia, v.116, p.343-349, 1982.
- BOSCO, C. et alli. Effect of elastic energy and myoelectrical potentiation of
 triceps surae during stretch-shortening cycle exercise. International Journal
 of Sports Medicine, v.3, p.137-140, 1982.
- BRITTENHAN, G. Volleyball player's guide to safe plyometrics Performance
 Conditioning for Volleyball, v.1, n.5, p.4-5, 1993.
- BROWN, M.E. The effect of plyometric training on the vertical jump of high
 school boys' basketball players. (microfiche), Eugene, University of Oregon,
 1986. (1 microfiche, negative, 11 x 15 cm).
- BROWN, M.E.; MAYHEW, J.L.; BOLEACH, L.W. Effect of plyometric training
 on vertical jump performance in high school basketball players. Journal of
 Sports Medicine and Physical Fitness, v.26, n.1, p.1-4, 1986.
- BURKE, R. E.; EDGETRON, V. R. Motor unit properties and selective
 involvement in movement. Exercise and Sport Science, v.3, p.31-83, 1975.
- BURR, J.; YOUNG, L. Plyometrics - is it worth it ? Sports Medicine News,
 Apr., p.12-13, 1989.
- CAVAGNA, C.A. Storage and utilisation of elastic energy in skeletal muscle.
Exercise and Sport Sciences Review, v.5, p.89-129, 1977.
- CAVAGNA, C.A.; CITTERIO, G. Effect of stretching on the elastic
 characteristics and the contractile component of frog striated muscle. Journal
 Physiology, v.239, p.1-14, 1974.
- CAVAGNA, C.A.; DUSMAN, B.; MARGARIA, R. Positive work done by a
 previously stretched muscle. Journal Applied Physiology, v.24, p.21-32,
 1968.

- CAVAGNA, C.A.; KOMAREK, L.; CITTERIO, G.; MARGARIA, R. Power output of the previously stretched muscle. In: VRDENBERGT & WARTEN-WEILEER, eds. Biomechanics II. p. 154-7, University Park Press, Baltimore, 1971 (Medicine and Sports, v.6).
- CAVAGNA, G.; SAIBENE, F.; MARGARIA, R. Mechanical work in running. Journal Applied Physiology, v.19, p.249-256, 1964.
- CAVAGNA, C.A.; ZAMBONI, A.; FARAGIANNA, T.; MARGARIA, R. Jumping on the moon: power output at different gravity values. Aerospace Medicine, v.43, p.408-414, 1972.
- CHANDLER, R.F.; CLAUSE, S.E.; McCONVILLE, J.T.; REYNOLDS, H.M.; YOUNG, J.W. Investigation of inertial properties of the human body Ohio, Wright-paterson Air Force, 1975 (National Highway Traffic Safety Administration AMRL-TR-74-137).
- CHU, D. Neuromuscular power and plyometrics. In: Cooper, P. G., eds. Aerobics, theory and practice. Sherman Oaks, Aerobics and Fitness Association of America / Campbell's Institute for Health and Fitness, 1985, p.133-136.
- CHU, D.A.; PANARIELLO, R. A. Sport-specific plyometrics: baseball pitching. National Strength & Conditioning Association Journal, v.11, n.3, p.81, 1981.
- CLARKE, H.H. Relationship of strength and anthropometric measured to physical performance involving the trunk and legs. Research Quarterly, v.28, p.223-232, 1957.
- CLOSE, R. Dynamic properties of mammalian skeletal muscle. Physiology Reviews, v.52, p.129-197, 1972.
- CLUTCH, D.; WILTON, M.; McGOWN, C.; BRYCE, G.R. The effects of drop jump and weight training on leg strength and vertical jump. Research Quarterly for Exercise and Sport, v.54, p.5-10, 1983.
- COSTELLO, F. Using weight training and plyometrics to increase explosive power for football. National Strength & Conditioning Association Journal, v.6, n.2, p.22-25, 1984.

- CROWDER, V.; JOLLY, S.; COLLINS, B; JOHNSON, J. The effects of plyometric pushups on upper body power. Track Technique, v.124, p.3959-3972, 1993.
- CURETON, T. Physical fitness of champion athlete. Urbana, University of Illinois Press, 1951.
- CURTIN, N.C.; GILBERT, C.; KRETSCHMAR, K.M.; WILKIE, D. R. The effect of the performance of work on total energy output and metabolism during muscular contraction. Journal Physiology, v.238, p.455-472, 1974.
- Di-BREZZO, R; FORT, I.L; DIANA, R. The effects of a modified plyometric program on junior high female basketball players. Journal of Applied Research in Coaching and Athletics, v.3, n.3, p.172-181, 1988.
- DONSKOI, D.W.; ZATCIORSKI, V. Biodinâmica de los musculos. biomecânica de lo ejercicio físico. Moscou, Ed. Rodrigo, 1988.
- DOWLING, J.J.; VAMOS, L. Identification of kinetic and temporal factors to vertical jump performance. Journal of Applied Biomechanics, v.9, p.95-110, 1993.
- DOYLE, M.; REILLY, T. Investigation of plyometric training in rugby league players. In: REILLY, T. et alii, eds. Science and Football II, London E&F.N Sport, 1993, p.104-106.
- DRINKWATER, D. T.; ROSS, W. D. Anthropometric fraction of body mass In: OSTYN, M. et alii, eds. Kineanthropometry II. Baltimore, University Park, 1980, p.178-189. (International Series on Sport Sciences, v.9).
- DUVALL, M. A. Implementing plyometrics in an in-season football program. National Strength & Conditioning Association Journal, v.15, n.3, p.57-59, 1993.
- EDSTRON, L.; EKBLON, B. Differences in size of red and white muscles fibers in vastus lateralis of muscle quadriceps femoris of normal individuals and athletes: relation to physical performance. Scandinavian Journal of Clinic Laboratories Investigation, v.30, p.175-181, 1972.
- ENOKA, R.M. Neuromechanical basis of kinesiology. 2.ed. Champaign, Human Kinetics, 1994.

- ETTEMA, G.J.C.; Van SOEST, A.J.; HIUJING, P.A. The role of series elastic structures in prestretch induced work enhancement during isotonic and isokinetic contractions. Journal of Experimental Biology, v.154, p.121-136, 1990.
- FARIA, I.E.; FARIA, E.W. Relationship of the anthropometric and physical characteristics of male junior gymnasts to performance. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v.29, p.369-378, 1989.
- FICK, R. Handbuch der Anatomie und Mechanik der gelenkgunter Berücksichtigung der bewegenden muskeln. Jena, 1910.
- FILED, R.W. Comparing the effects of power development of plyometric versus weight training. Coaching Volleyball, v.2, n.5, p.4-5, 1989.
- _____. Off-season plyometric conditioning for the collegiate soccer player. National Strength & Conditioning Association Journal. v.13, n.1, p.27-28, 1991.
- FLEMING, M. Specially exercises for volleyball. Conditioning for Volleyball, v.1, n.1, p.30-32, 1991.
- FLYNN, C. Strength plus speed - power. Olympic Coach, v.2, n.2, p.1-2, 1992.
- FOWLER, N. E.; TRZASKOMA, Z.; WIT, A.; ISKRA, L.; LEES, A. The effectiveness of a pendulum swing for the development of leg strength and counter-movement jump performance. Journal of Sports Sciences, v.13, n.2, p.101-108, 1995.
- FRITZ, M. Analyse der vertikalen Auflagerkraft bei unterschiedlichen Sprungen anhand von gemessenen und simulierten Kraftkurven. Leistungssport, v.11, p.74 -78, 1981.
- GAMBETTA, V. Plyometrics for soccer. Performance Conditioning for Soccer, v.2, n.2, p.4-7, 1995.
- _____. Volleyball players' guide to improved jumping. Performance Conditioning for Volleyball, v.2, n.4, p.2-5, 1994.
- GOLNICK, P. O.; ARMSTRONG, B.; SAUBERT, K.; PIEHL, K.; SALTIN, B. Enzyme activity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained men. Journal of Applied Physiology, v.33, p.312-319, 1972.

- GOSS, K. Plyometrics: producing dramatic results on the court. Coaching Women's Basketball, v.1, n.2, p.10-13, 1987.
- GREGORY, C. The effect of land and water training on the vertical jumping ability of female college students. (microfiche). Eugene, College of Human Development and Performance / University of Oregon, 1988, (1 microfiche, 70 quadros, negative).
- HÄKINEN, K.; KOMI, P. V. Eletromiographics changes during strength training and detraining. Medicine Sciences Sports Exercises, v.15, p.455-460, 1983.
- HAMIL, J. ; KNUTZEN, K. M. Biomechanical basis of human movement. Media Palo Alto, Williams & Wilkins, 1995.
- HANAVAN, E. P. Neuromuscular performance: factors influencing force and speed production. Scandinavian Journal Sports Sciences. v.1, p.2-15, 1979.
- HART, C.; WARD, T.; MAYHEW, J. Anthropometric correlates on bench press performance following resistance training. Sports Training, Medicine and Rehabilitation, v.2, p.89-95, 1991.
- HATZE, H. A mathematical model for the computational determination of parameter values of anthropomorphic segments. Journal of Biomechanics, v.13, p.833-843, 1980.
- HEDRICK, A. Case study: training a physically challenged prepubescent soccer athlete. Strength and Conditioning, v.17, n.2, p.16-23, 1995a.
- _____. Plyometric training for the advanced soccer athlete. Performance Conditioning for Soccer, v.2, n.5 p.2-3;6-8, 1995b.
- HILL, A. V. First and last experiments in muscle mechanics. Cambridge, Cambridge University Press, 1970.
- _____. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. Proceedings of the Royal Society Biology, v.126, p.136-136, 1938.
- _____. The series elastic components of muscle. Proceedings of the Royal Society Biology v.137, p.273, 1950.

- HYLIER, J.; HUNTER, G.R. A year-round strength development and conditioning program for men's basketball. National Strength & Conditioning Association Journal, v.11, n.6, p.16-19, 1990.
- HISERMANN, J. Pliometrics for jumpers. American Athletics, v.5, n.1, p.32-34;36-38, 1993.
- HOCHMUTH, G. Biomecanica de los movimientos deportivos. Madrid, Instituto de Nacional de Educación Física de Madrid / Espanha, DONCEL, 1973.
- HOLLINGSWORTH, S.D. Plyometrics. Texas Coach, v.33, n.3, p.32-33, 1988.
- HOLMYARD, J.; HAZELDINE, R. Plyometric training: what it is and how to use it effectively. Coaching Focus, v.17, p.10-12, 1991.
- HUIJING, P.A. Elastic potential of muscle. In: KOMI, P. V. ed. Strength and power in sport. Pennsylvania, Blackwell, 1992. Cap. 6-D, p.151-168.
- HUXLEY, A.F.; SIMMONS, R.M. Mechanical properties of the cross-bridges of frog striated muscle. Journal of Physiology, v.218, p.59-60, 1971.
- IKAI, M.; FUKUNAGA, T. A study training effect on strength per unit cross-sectional area of muscle by means of ultrasonic measurement. Physyology Enciclopaedia Arbeitsphysiol, v.28, p.173-180, 1970.
- JARVER, J. Specific power in throwing: a summary of plyometrics. In: JARVER, J. ed. Throws. Los Altos, Calif., Tafnews, 1980. p.27-28.
- JENSEN, J.L.; RUSSEL, P.J. Depth jump training and the volleyball spike. In: Teradus, J.; BARHAM, J.N. eds. Biomechanics in sports II. Del Mar, California, Research Center of Sports, 1985. P.304-313 (Proceedings of ISBS).
- JONES, K.L. Effects of ankle exercises on ankle flexibility and vertical jump performance of boys in grades four, five, six and seven. Buffalo, University of New York, 1972. p.2149-2150.(Dissertation Abstracts international, Ann Arbour, v.33, n.5, 1972).
- KATSHAJOV, S.V.; GOMBERADSE, K. G.; REVSON, A.S. Determinazione dell'intensità di carico ottimale nella costruzione della capacità di spinta degli atleti (juniores). Atletica Legera, v.195, p.44-46, 1976.

- KEOHANE, A.L. The effects of a six week depth jump program on vertical jumping ability of figure skaters. M.P.E. Thesis. S. I., University of British Columbia, 1977.
- KOMI, P. V. Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretching cycle on force and speed. Exercise and Sport Sciences Reviews, v.12 p.81-121, 1984.
- KOMI, P. V.; BOSCO, C. Utilisation of elastic energy and its relation to skeletal muscle fiber composition in man. Biomechanics II a, p.79-85, 1978a.
- _____. Utilisation of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. Medicine and Science in Sports, v.10, n. 4, p. 261-265, 1978b.
- KREIGHBAUM, E; BARTHEL, K. Biomechanics: a qualitative approach for studying human movement. 3.ed. Massachusetts, McMillan, 1990.
- KUZNEZOW, H.H. Kraftvorbereitung-theoretische Grundlagen der Muskelkraftentwicklung. Berlin, Sportverlag, 1972.
- LAUBACH, L. L. Body composition in relation to muscle strength and range of motion. Journal Sports Medicine, v.9, p.89-97, 1969.
- LOHMANN, T. G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. Anthropometric standardisation reference manual. Champaign, Human Kinetics, 1988.
- LUNDIN, P. Pliometria. Stadium, v.20, n.116, p.45-46, 1986.
- Mc ARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 3. ed. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 1991.
- Mc DONAGH, M.; DAVIES, C. Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. European Journal of Applied Physiology, v.52, p.139-155, 1984.
- Mc EVOY, K.P; NEWTON, R.V. Effects of dynamic weight training on baseball throwing velocity and base running speed. Performance Conditioning for Soccer, v.2, n.4, p.6-8, 1995.
- Mc KENTHAN, J.F.; MAYHEW, J.L. Effects of isometrics, isotonic and combined isometrics-isotonic on quadriceps strength and vertical jump. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v.14, n.3, p.224-9, 1974.

- Mc NAUGHTON, L. Plyometric training exercises for team sports. Sports Coach, v.11, n. 2, p.15-18, 1988.
- MAGILL, R. A. Aprendizagem motora: conceitos e aplicações. São Paulo, Edgard Blucher, 1984.
- MALINA, R. Anthropometric correlates of strength and motor performance. Exercise and Sports Sciences Reviews, v.3, p.249-272, 1975.
- MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. Model and methods for studying body composition: growth, maturation and physical activity. Champaign, Human Kinetics, 1991.
- MANN, R. Plyometrics. Track and Field Quarterly Review, v.81, p.55-57, 1981.
- MATIEGA, J. The testing of physical efficiency. American Journal of Physiology and Anthropology, v.4, p.223-230, 1921.
- MATSUDO, V.K.R. Testes em ciências do esporte. 4.ed. São Caetano do Sul, Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul, 1987.
- MATVEEV, A.; LEVCHENKO, A. Speed-strength training for jumpers. Legkaya Atletika, v.12, p.10-11, 1986.
- MIL-HOMENS, P. Relações entre a altura ideal de queda do resalto e a impulsão vertical absoluta e relativa. Motricidade Humana, v.3, p.45-65, 1987.
- MIL-HOMENS, P.; SARDINHA, L. O treino pliométrico: os saltos em profundidade (2ª parte). Treino Desportivo, v.13, p.38-47, 1989.
- MILLER, B. P.; POWER, S.L.D. Developing power in athletics through the process of depth jumping. Track and Field Quarterly Review, v.81, p.52-54, 1981.
- MILNER-BROWN, H.; STEIN, R.B.; YENN, R. The orderly recruitment of human motor units during voluntary isometrics contractions. Journal Physiology, v.230, p.359-370, 1973.
- MONTGOMERY, D.; PECK, E. Introduction to linear regression analysis. 2.ed. New York, John Willey and Sons, 1992.

- MOODY, M. Optimal drop height prediction from lower strength for plyometric jump training. (microfiche), Eugene, Institute for Sport and Human Performance / University of Oregon, 1994, (1 microfiche, 69 frames, negative, 11x15cm).
- MORGAN, D.L. Separation of active and passive components of short-range stiffness of muscle. American Journal of Physiology, v.232, p.45-49, 1977.
- MORRIS, C. B. The measurement of the strength of muscle relative to its cross-section. Research Quarterly, v.20, p.295-303, 1949.
- MOURA, N.A. Treinamento pliométrico: introdução as bases fisiológicas, metodológicas e efeitos do treinamento. Revista Brasileira de Ciências do Esporte e Movimento, v.2, n.1, p.30-40, 1988.
- MOURA, N.; AMADIO, A. C.; SÁ, M.; SERRÃO, M. A altura ótima de plataforma para o salto em profundidade e influência da técnica de movimento sobre variáveis cinéticas e cinemáticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 5, Santa Maria, 1993. Anais Santa Maria, Imprensa Universitária UFSM, 1993, p.43-49.
- MOYNYHAN, P. S. Plyometrics: training and exercises. Track and Field Quarterly Review, v.83, p.52-59, 1983.
- NASSER, J. P. Análise das variáveis do salto pliométrico através dos métodos cinematográfico e dinamográfico. Santa Maria, 1990. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, 124p.
- NEWTON, R. U.; Mc EVOY, K.P. Baseball throwing velocity: a comparison of medicine ball training and weight training. Journal of Strength and Conditioning Research, v.8, n.3, p.198-203, 1994.
- NORDIN, M.; FRANKEL, V.H. Basic biomechanics of the musculoskeletal system. 2.ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1989.
- OBRECHT, P.; BONVICINI, J.; MEHALE, G.; BERGAN, B. An off season conditioning program for basketball.(videocassette). Ames Championship Books & Video Productions, 1990. (videocassette colour, 43 min.).
- OSÉS, A. O efeito de três diferentes programas de treinamento do salto em profundidade sobre os resultados dos saltos vertical e horizontal. São Paulo,

1983. Dissertação (Mestrado). Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo, 162p.
- OTTOSON, D. Physiology of the nervous system. New York, Oxford University. 1983. p.78-116.
- PAXTON, B. Plyometrics and weight training for basketball. Texas Coach, v.31, n.8, p.58-60, 1987.
- _____. Strength, confidence, and injury prevention. Coaching Clinic, v.31, p.1, p.4-8, 1992.
- PEZULLO, D.J.; KARAS, S.; IRGANG, J. J. Functional plyometric exercises for the throwing athlete. Journal of Athletic Training, v.30, n.1, p.22-26, 1995.
- PHILLIPS, E. Plyometrics for rugby. Sports Coach, v.13, n.3, p.11-13, 1990.
- POLHEMUS, R. Plyometric training for the improvement of athletic ability. Scholastic Coach, v.51, p.58-9, 1981.
- POLHEMUS, R.; BURKHARDT, E. Effects of plyometric training drills on the physical strength gains of collegiate football players. National Strength Coaches Association Journal, v.2, n.5, p.14-17, 1980.
- POUSSON, M.; HOECKE, J.; GOUBEL, F. Changes in elastic characteristics of human muscle induced by eccentric exercise. Journal Biomechanics, v.23, n.4, p.343-348, 1990.
- PROSKE, U.; MORGAN, D.L. Stiffness of cat soleus muscle and tendon during activation of part of the muscle. Journal of Physiology, v.282, p.253-261, 1984.
- _____. Tendon stiffness: methods of measurement and significance for the control movement. Journal of Physiology, v.20, p.75-82, 1987.
- PRYOR, J.F. Bound for success in football: part 1 - basic and intermediate plyometrics. Strength and Conditioning Coach, v.2, p.1, p.12-14, 1994a.
- _____. Bound for success in football part 2: advanced plyometric training principles. Strength and Conditioning Coach, v.2, n.3, p.20-24, 1994b.
- RADCLIFFE, J. Producing power through plyometrics. Coaching Volleyball, v.1, n.2, p.12-15, 1988.

- _____. Training for power: part II. Conditioning for Cycling, v.2, n.2, p.10-16, 1992.
- RADCLIFFE, J.; FARENTINOS, R. Pliometrics: explosive power training. 2.ed.: Champaign, Human Kinetics, 1985.
- RASCH, P.J.; BURKE, R.K. Cinesiologia e anatomia aplicada. 5.ed. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 1977.
- RAY, D.; KHANNA, S.N. A kineanthropometric study of leg explosive strength of female national kho-kho players. Research Bi-Annual for Movement, (Maharashtra - India) v.8, n.1, p.24-33, 1991.
- REID, P. Plyometrics and the high jump. New Studies in Athletics, v.4, p.67-69, 1989.
- REIFF, M. A. Hydroplys: a safe efficient plyometric workout. Track and Field Quarterly Review, v.88, n.4, p.45, 1988.
- RODACKI, A.L.F.; COELHO, R.W.; CAMPOS, W. Análise comparativa entre diferentes metodologias empregadas no treinamento da capacidade de salto. Synopsis: Revista do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, v.3, n.3, p.1-12, 1994.
- RODACKI, A.L.F.; LIMA, J.R.P.; MATSUSHIGUE, K.A.; UGRINOWITSCH, C.; BÖHME, M.T.S.; KISS, M.A.P.D.M. As relações entre a performance no salto vertical e variáveis antropométricas. Synopsis: Revista do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná. (no prelo)
- SALE, D. Neural adaptations to resistance training. Medicine and Sports Science in Exercise, v.20, n.5, p.135-145, 1988.
- SALE, D.G.; Mc DOUGALL, J.D. Specificity in strength training: a review for the coach and athlete. Canadian Journal of Applied Sports Sciences, v.6, p.87-92, 1981.
- SARDINHA, L. Saltar mais alto: uma necessidade em voleibol. (Jumping higher: a need in volleyball) Ludens, v.6, n.3, p.56-64, 1982.
- SARDINHA, L.; MIL-HOMENS, P. O treino pliométrico: 2. parte. Treino desportivo, v.2 n.13, p.38-47, 1989.

- SCHMIDT, R. A. Aprendizagem e performance motora: dos princípios á prática. São Paulo, Movimento, 1992.
- SCHMIDTBLEICHER, D.; GALLHOFER, A. Neuromusculare Untersuchungen zur Bestimmung individueller Belastungsgrößen für ein Tiefsprungtraining. Leistungsport, v.12, p.298-307, 1982.
- SCOLES, G. Depth jumping: does it really work? Athletic Journal, v.58, n.48, p.74-76, 1978.
- SCOTT, P.A. Morphological characteristics of elite male field hockey players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v.31, p.57-61, 1991.
- SESSA, M.; MATSUDO, V.K.R.; TARAPANOFF, A.M.P.A. Correlação entre medidas antropométricas e força de membros inferiores. Revista Brasileira de Ciências do Esporte, v.1, n.3, p.26-29, 1980.
- SHORTEN, M.R. Muscle elasticity and human performance. Medicine Sport Science, v.25, p.1-18, 1987.
- SIGMARINGA, C.M.; FRANÇA, N.M. Relação entre circunferência de perna e força de membros inferiores em universitários. Revista Brasileira de Ciências do Esporte, v.6, n.3, p.1-10, 1992.
- SIMONY, G. V. Kreyers training of sovietic triple jumpers. Track Technique, v.12, n.3, p.2505-2507, 1980.
- SLAUGHTER, M.H.; LOHMAN, T. G.; MISNER, J.E. Relationship of somatotype and body composition to physical performance in seven to twelve years old boys. Research Quarterly, v.48, p.159-168, 1977.
- SPURGEON, J.H.; SPURGEON, N.L.; GIESSE, W.K. Physique of world-class female basketball players. Scandinavian Journal Sports Sciences, v.2, p.63-9, 1980.
- STEBEN, R. E.; STEBEN, A.H. The validity of the stretch-shortening cycle in selected jumping events. Journal of Sports Medicine, v.21, p.28-37, 1981.
- STERLING, D. R. Isometric strength position specificity resulting from isometric and isotonic training as a determinant in performance. S. l., v.30, n.7, p.2839 University of Louisiana State, 1969 (Dissertation Abstracts International, An Arbour, 1970)

- TAYLOR, M.L. . The effect of plyometric training on dancers' vertical jump height. Kinesiology for dance, v.9, n.2, p.6-7, 1987.
- TEEPLE, J.B.; LOHMAN, T. G.; MISNER, J.E.; BOILEAU, R. A.; MASSEY, B.H. Contribution of physical development and muscular strength to the motor performance of seven to twelve years old boys. British Journal Sports Medicine, v.9, p.122-129, 1975.
- THYS, H.; CAVAGNA, G.A.; MARGARIA, R. Utilisation of muscle elasticity in exercise involving movements of small amplitude. Plufgers, v.354, p.281-286, 1975.
- THYS, H.; FARAGIANNA, T.; MARGARIA, R. Utilisation of muscle elasticity in an exercise. Journal of Applied Physiology, v.214, p.491-494, 1972.
- TITEL, K.; WUTSCHERK, H. Anthropometric factors. In: KOMI, P. V. ed. Strength and Power in Sport, Pennsylvania, Blackwell, 1992, Cap.7A, p.180-196.
- VAN INGEN SCHENAU, G.J. An alternative view of the concept of utilisation of elastic energy in human movement. Human Movement Science, v.3, p.301-336, 1984.
- VERKOSHANSKI, Y. Força: treinamento da potência muscular: método de choque. Trad. de A. C. Gomes e adap de N.P. Araújo Filho. Londrina, CID, 1996.
- _____. Are depth jumps useful ? Track and Field, v.12, p.9, 1967, Translated in: Yessis Review of Soviet Physical Education and Sports, v.3, p.75-78, 1968.
- _____. Perspectives in the improvement of speed-strength preparations of jumpers. Track and Field, v.9, p.11-12, 1967. Translated in: Yessis Review of Soviet Physical Education and Sports, v.4, p.28-35, 1969.
- VILLARREAL, J.M.V. The effect of two types of plyometric training in improving vertical jump ability in female college soccer player. (microfiche), Eugene, Institute for sport and human performance / University of Oregon, 1994. (2 microfiches, 135 quadros negativos, 11x15cm)

- VITASALO, J.T.; KYROLAINEN, H.; BOSCO, C.; ALLEN, M. Effects of rapid weight reduction on force production and vertical jumping height. International Journal Sports Medicine, v.8, n.4, p.281-285, 1987.
- VITASALO, J.T.; HÄMÄLÄINEN, K.; MONONEN, H.V.; SALO, A.; LAHTINEN, J. Biomechanical effects of fatigue during continuous hurdle jumping. Journal of Sports Sciences, v.11, p.503-509, 1993.
- WALKER, A. A. Power packed workout: introducing modified plyometric training into aerobic dance exercise class. Aerobic Action, v.19, p.6-9, 1991.
- WATSON, A.W.S. Distribution of sub-cutaneous fat in sportsmen: relationship to anaerobic power-output. Journal of Sports Medicine, v.24, p.195-204, 1984.
- WEINECK, J. Biologia do esporte. São Paulo, Manole, 1991.
- WILMORE, J.A. Alterations in strength, body composition and anthropometric measurements consequent to a 10 week weight training program. Medicine Science in Sports, v.6, n.2, p.133-138, 1974.
- WILSON, G.; ELLIOTT, B.; WOOD, G. The effect of imposing a delay between the eccentric and concentric phases of a stretch-shorten cycle movement. Medicine and Sciences in Sports and Exercise, v.23, p.364-370, 1990.
- _____. Performance benefits through flexibility training. Sports Coach, v.14, p.7-9, 1991a.
- _____. The relationship between stiffness of musculature and static flexibility: an alternative explanation for the occurrence of muscular injury. International Journal of Sports and Medicine, v.12, p.403-407, 1991b.
- WILSON, G. J.; NEWTON, R. U.; MURPHY, A.J.; HUMPHRIES, B.J. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. Medicine and Science in Sport and Exercise, v.11, n.25, p.1279-1286, 1993.
- WILT, F. Pliometria. Revista Stadium, v.75, p.3-6, 1979.
- _____. Pliometrics: what it is and how it works. Modern Athlete and Coach, v.16, p.9-12, 1978.

- YATES, D. Pre-season rugby training: part 2. New Zealand Journal of Sports Medicine, v.17 n.1, n.7-8, 1989.
- YOUNG, W.; MARINO, W. The importance of bounding in the jumping events. Modern Athlete and Coach, v.23, n.2, p.11-13, 1985.
- ZAHALAK, G. I. A distribution moment approximation for kinetic theories of muscle contraction. Mathematical Bioscience, v.55, p.89-114, 1981.
- ZANON, S. Consideraciones sobre la elasticidad muscular e la pliometria. Atletica Leggera, v.201, p.39-49, 1976.
- ZATCIORSKI, V.; SELUYANOV, V. The mass and inertia characteristics of the main segments of the human body. In: MATSUI, H; KOBAYASHI, eds. Biomechanics VIII- B, Champaign,: Human Kinetics, 1983. p.1152-9.

ANEXOS

ANEXO I - Valores individuais das variáveis descritivas de caracterização e de massa dos sujeitos do sexo masculino.

VARIÁVEIS DESCRITIVAS				VARIÁVEIS DE MASSA DOBRAS CUTÂNEAS								
SUJEITO	IDADE (anos)	PESO (kg)	ESTATURA (m)	DTRI (mm)	DSUB (mm)	DSIL (mm)	DABD (mm)	DCOX (mm)	DPER (mm)	DCSI (mm)	DCSS (mm)	STDC (mm)
1	18	72.5	1,94	5,8	8,8	9,0	8,8	6,2	7,2	13,4	32,4	45,8
2	18	91.0	1,95	9,6	9,6	12,0	11,4	13,0	9,4	22,4	42,6	65,0
3	18	75.5	1,91	9,2	8,2	12,8	10,2	11,4	8,2	19,6	40,4	60,0
4	20	91.5	1,90	7,6	11,0	15,8	11,8	10,2	6,4	16,6	46,2	62,8
5	19	79.2	1,98	8,8	9,2	14,4	14,0	9,8	8,4	18,2	46,4	64,6
6	19	79.0	1,88	7,0	10,8	10,4	6,4	7,0	6,4	13,4	34,6	48,0
7	19	77.4	1,83	12,0	10,0	24,0	14,0	15,2	10,0	25,2	60,0	85,2
8	21	84.3	1,90	8,4	11,1	9,0	11,0	12,0	6,1	18,1	39,5	57,6
9	19	86.0	1,88	7,8	9,8	9,0	12,4	8,6	5,2	13,8	39,0	52,8
10	18	88.1	1,92	12,0	11,4	17,2	14,4	11,8	9,6	21,4	55,0	76,4
11	18	84.1	1,83	12,4	18,4	28,2	20,2	17,4	9,2	26,6	79,2	105,8
12	20	90.8	2,02	11,4	12,6	15,4	18,0	17,0	7,8	24,8	57,4	82,2
13	18	77.0	1,90	7,2	6,2	11,0	7,6	10,2	5,4	15,6	32,0	47,6
14	19	100.6	1,95	8,6	9,4	18,0	16,2	11,4	8,4	19,8	52,2	72,0
15	18	85.0	1,88	6,8	8,8	5,8	8,6	9,3	5,1	14,4	30,0	44,4
16	26	83.0	1,94	4,8	8,6	11,0	12,0	6,0	4,8	10,8	36,4	47,2
17	18	95.5	2,01	9,2	8,6	8,4	10,4	11,4	11,8	23,2	36,6	59,8
18	22	91.6	2,01	8,2	12,6	21,0	14,8	10,0	7,2	17,2	56,6	73,8
19	21	95.8	2,03	6,2	8,2	6,8	6,4	8,8	5,6	14,4	27,6	42,0
20	20	88.8	2,05	8,2	12,0	20,8	14,4	14,6	6,2	20,8	55,4	76,2
21	20	95.0	2,00	14,2	10,6	18,4	20,2	15,2	7,4	22,6	63,4	86,0
22	21	93.1	1,95	8,0	10,0	16,8	12,2	14,6	10,6	25,2	47,0	72,2
23	28	89.7	1,94	6,8	8,0	12,8	13,2	12,6	7,2	19,8	40,8	60,6
24	20	97.3	1,93	7,2	17,2	20,4	19,2	19,6	14,0	33,6	64,0	97,6
25	20	88.4	1,99	8,0	9,2	10,4	9,4	10,4	7,0	17,4	37,0	54,4
26	20	106.3	2,09	12,8	12,0	19,2	19,8	15,2	6,4	21,6	63,8	85,4
Média	19.9	87.9	1.95	8.8	10.5	14.5	13.0	11.9	7.7	19.6	46.8	66.4
dp	2.4	8.2	0.07	2.4	2.7	5.6	4.1	3.5	2.2	5.1	13.0	17.1

DTRI = dobra cutânea de tríceps braquial; DSIL = dobra cutânea suprailíaca; DSUB = dobra cutânea subescapular; DABD = dobra cutânea abdominal; DCOX = dobra cutânea de coxa; DPER = dobra cutânea de perna; DCSS = somatório de dobras cutâneas de segmentos superiores e tronco; DCSI = somatório de dobras cutâneas de segmentos inferiores; STDC = somatório total de dobras cutâneas.

ANEXO II - Valores individuais das variáveis antropométricas de comprimentos e alturas, circunferências e índices corporais dos sujeitos do sexo masculino.

COMPRIMENTOS SEGMENTARES			VARIÁVEIS DE CIRCUNFERÊNCIAS				VARIÁVEIS DE ALTURAS		ÍNDICES CORPORAIS		
SUJEITO	CCOX (cm)	CPER (cm)	PCOX (cm)	PPER (cm)	PCCO (cm)	PCPE (cm)	ATRO (cm)	ATC (cm)	IMC (Kg/m ²)	IESQ (%)	ICRU (%)
1	46.1	44.9	52.0	34.8	51.9	34.7	102.1	98.0	19.3	104.2	97.4
2	46.8	45.0	60.0	41.0	59.9	40.9	104.3	99.0	23.9	105.4	96.2
3	46.7	44.1	51.0	39.5	50.9	39.4	102.0	96.5	20.7	105.7	94.4
4	44.8	44.6	56.8	42.8	56.7	42.7	100.3	96.7	25.3	103.7	99.6
5	46.6	44.5	56.2	37.2	56.1	37.1	101.0	101.0	20.2	100.0	95.5
6	43.5	43.9	57.5	30.4	57.4	30.3	97.5	94.0	22.4	103.7	100.9
7	42.1	40.7	61.0	36.6	60.8	36.5	91.0	97.0	23.1	93.8	96.7
8	44.3	42.6	53.0	35.4	52.9	35.3	96.3	98.0	23.4	98.3	96.2
9	44.5	41.7	57.0	39.3	56.9	39.2	90.5	96.5	24.3	93.8	93.7
10	44.6	43.4	59.2	37.3	59.1	37.2	100.0	97.0	23.9	103.1	97.3
11	43.0	42.9	58.8	42.9	58.6	42.8	84.0	94.0	25.1	89.4	99.8
12	46.5	49.3	59.5	39.0	59.3	38.9	108.0	99.4	22.3	108.7	106.0
13	42.3	45.7	53.8	33.4	53.7	33.3	98.0	100.2	21.3	97.8	108.0
14	41.8	45.0	58.9	42.2	58.8	42.1	97.3	100.0	26.5	97.3	107.7
15	41.7	39.6	57.0	39.3	56.9	39.2	90.5	93.8	24.0	96.5	95.0
16	46.0	44.0	53.8	36.2	53.7	36.2	99.6	100.0	22.1	99.6	95.7
17	47.0	47.6	58.2	38.2	58.1	38.1	106.7	101.8	23.6	104.8	101.3
18	53.5	51.0	58.2	38.5	58.1	38.4	109.5	97.0	22.7	112.9	95.3
19	53.7	49.5	58.8	40.0	58.7	39.9	107.7	105.5	23.2	102.1	92.2
20	52.0	49.5	57.9	37.0	57.8	36.9	105.5	107.7	21.2	98.0	95.2
21	51.7	52.0	57.2	38.7	57.0	38.6	106.7	97.3	23.8	109.7	100.6
22	47.0	48.5	61.4	38.0	61.3	37.9	100.0	100.0	24.6	100.0	103.2
23	49.5	49.0	58.9	38.8	58.8	38.7	102.5	101.3	24.0	101.2	99.0
24	47.0	48.0	63.8	40.8	63.6	40.7	100.0	99.8	26.2	100.2	102.1
25	51.0	50.0	57.2	40.0	57.1	39.9	104.0	99.2	22.4	104.8	98.0
26	58.5	53.0	59.5	40.7	59.3	40.6	112.0	107.5	24.3	104.2	90.6
Média	47.0	46.2	57.6	38.4	57.4	38.3	100.7	99.2	23.2	101.5	98.4
dp	4.2	3.6	2.9	2.9	2.9	2.9	6.5	3.6	1.8	5.2	4.5

CCOX = comprimento de coxa; CPER = comprimento de perna; PCOX = circunferência absoluta de coxa; PPER = circunferência absoluta de perna; PCCO = circunferência ajustada de coxa; PCPE = circunferência ajustada de perna; ATRO = altura trocantérica; ATC = altura tronco-cefálica; IMC = índice de massa corporal; ICRU = índice crural; IESQ = índice esquelético.

ANEXO III - Valores individuais das variáveis funcionais de impulsão vertical absoluta (IVA), de impulsão vertical relativa (IVR) e da variável resposta nos testes T1 e T2 dos sujeitos do sexo masculino.

SUJEITO	VARIÁVEIS FUNCIONAIS		VARIÁVEL RESPOSTA (T1 e T2)	
	IVR (kg.m/s - l)	IVA (cm)	AIQ T1 (cm)	AIQ T2 (cm)
1	114,0	50,5	40	40
2	137,1	46,3	80	75
3	124,8	55,8	60	60
4	146,0	51,9	60	65
5	116,4	44,1	40	35
6	133,8	58,6	60	60
7	119,0	48,2	60	55
8	122,2	42,9	40	40
9	130,9	47,3	60	55
10	128,6	43,5	40	50
11	129,1	48,1	60	60
12	121,1	36,3	40	40
13	120,6	50,0	40	40
14	156,7	49,5	60	70
15	132,6	49,6	60	55
16	134,3	53,5	40	50
17	148,1	49,1	60	65
18	153,4	57,2	60	65
19	146,8	47,9	60	60
20	136,1	47,9	40	45
21	153,9	53,6	60	65
22	150,8	53,5	60	60
23	140,1	49,8	40	50
24	140,5	42,6	60	60
25	152,5	60,8	60	65
26	155,4	43,6	60	65
Média	136,3	49,3	53,8	55,8
dp	13,3	5,5	11,0	10,6

IVR= impulsão vertical relativa; IVA= impulsão vertical absoluta.

AIQ (T1)=altura individual de queda no teste T1 ; AIQ (T2)=altura individual de queda no teste T2.

ANEXO IV - Valores individuais das variáveis descritivas de caracterização e de massa dos sujeitos do sexo feminino.

VARIÁVEIS DESCRITIVAS				VARIÁVEIS DE MASSA DOBRAS CUTÂNEAS								
SUJEITO	IDADE (anos)	PESO (kg)	ESTATURA (m)	DTRI (mm)	DSUB (mm)	DSIL (mm)	DABD (mm)	DCOX (mm)	DPER (mm)	DCSI (mm)	DCSS (mm)	STDC (mm)
1	20	70.2	1.78	14.2	10.2	7.8	14.6	21.0	14.2	35.2	46.8	82.0
2	25	70.6	1.73	18.0	18.2	16.2	22.2	29.0	16.8	45.8	74.6	120.4
3	25	69.8	1.74	10.2	9.4	4.8	7.2	14.4	10.4	24.8	31.6	56.4
4	19	67.2	1.78	13.6	11.8	11.8	21.0	20.4	8.6	29.0	58.2	87.2
5	19	75.5	1.81	13.8	13.4	10.4	19.4	27.0	15.8	42.8	57.0	99.8
6	26	63.2	1.74	7.6	9.0	5.6	15.2	19.8	11.0	30.8	37.4	68.2
7	20	69.5	1.81	9.2	10.4	8.2	18.0	20.0	12.6	32.6	45.8	78.4
8	20	63.6	1.78	11.4	13.2	5.2	16.4	13.0	9.2	22.2	46.2	68.4
9	27	72.5	1.76	16.0	12.0	9.0	22.4	26.6	10.2	36.8	59.4	96.2
10	21	76.0	1.83	19.2	14.0	22.0	11.2	21.4	13.4	34.8	66.4	101.2
11	20	61.9	1.77	10.2	10.4	8.8	16.8	14.8	7.0	21.8	46.2	68.0
12	19	75.0	1.92	11.8	8.0	15.0	19.2	19.2	18.8	38.0	54.0	92.0
13	21	80.5	1.81	10.4	13.4	10.4	21.4	22.6	13.2	35.8	55.6	91.4
14	25	70	1.77	17.4	15.2	16.0	23.0	19.4	11.0	30.4	71.6	102.0
15	24	73	1.82	19.0	10.0	11.4	23.0	25.4	12.0	37.4	63.4	100.8
16	24	69.6	1.79	8.0	6.8	6.0	5.6	12.0	5.2	17.2	26.4	43.6
17	25	59.8	1.78	7.2	5.6	5.2	5.4	8.4	4.6	13.0	23.4	36.4
18	27	63.5	1.70	13.2	8.4	8.4	7.8	18.6	8.6	27.2	37.8	65.0
19	25	67.8	1.80	10.0	8.4	11.0	15.0	13.4	6.2	19.6	44.4	64.0
20	28	69.8	1.79	16.4	9.6	13.6	20.0	21.6	12.0	33.6	59.6	93.2
21	18	91	1.81	15.2	15	22.5	22	32.0	13.5	45.5	74.7	120.2
22	18	81.4	1.92	22.5	14.5	18	20	20.0	14.2	34.2	75	109.2
23	18	74.0	1.86	13.0	16	15.6	19	22.5	11.0	33.5	63.6	97
24	18	78.2	1.76	16.0	17	30.5	32	33.0	16.5	50	96	145
25	18	66.0	1.78	12.5	12.5	13.5	16.5	21.5	12.5	34	55	89
Média	22.0	71.2	1.79	13.4	11.7	12.3	17.4	20.7	11.5	32.2	54.8	87.0
dp	3.5	7.0	0.1	4.0	3.3	6.3	6.2	6.0	3.6	9.0	16.8	24.7

DTRI = dobra cutânea de tríceps braquial; DSIL = dobra cutânea suprailíaca; DSUB = dobra cutânea subescapular; DABD = dobra cutânea abdominal; DCOX = dobra cutânea de coxa; DPER = dobra cutânea de perna; DCSS = somatório de dobras cutâneas de segmentos superiores e tronco; DCSI = somatório de dobras cutâneas de segmentos inferiores; STDC = somatório total de dobras cutâneas.

ANEXO V - Valores individuais das variáveis antropométricas de comprimentos e alturas, circunferências e índices corporais dos sujeitos do sexo feminino.

SUJEITO	COMPRIMENTOS SEGMENTARES		VARIÁVEIS DE CIRCUNFERÊNCIAS				VARIÁVEIS DE ALTURAS		ÍNDICES CORPORAIS		
	CCOX (cm)	CPER (cm)	PCOX (cm)	PPER (cm)	PCCO (cm)	PCPE (cm)	ATRO (cm)	ATC (cm)	IMC (Kg/m ²)	IESQ (%)	ICRU (%)
1	41.7	39	55.9	36.1	55.7	36.0	90.5	93.8	22.2	96.5	93.5
2	40	40.5	56	36.7	55.7	36.5	90.0	87.7	23.6	102.6	101.3
3	44	42	58	37.1	57.9	37.0	95.4	90.8	22.9	105.1	95.5
4	42.5	41.8	55.7	34.2	55.5	34.1	94.2	92.4	21.2	101.9	98.4
5	42.8	42.8	57.5	35.5	57.2	35.3	94.2	91.2	23.1	103.3	100.0
6	40.5	38.2	57.5	35	57.3	34.9	88.0	93.3	21.0	94.3	94.3
7	43.5	41.5	55.5	35.8	55.3	35.7	96.2	90.0	21.3	106.9	95.4
8	43.5	44.6	54.7	34.7	54.6	34.6	94.6	88.5	20.1	106.9	102.5
9	41.6	42.4	59.8	37.4	59.5	37.3	91.8	90.0	23.5	102.0	101.9
10	43.1	41.8	57.4	37	57.2	36.9	95.0	93.8	22.7	101.3	97.0
11	43.1	40.8	49.3	34.5	49.2	34.4	92.5	90.3	19.9	102.4	94.7
12	47.2	47	55.6	38.2	55.4	38.0	108.0	102.0	20.4	105.9	99.6
13	41.5	42	59.5	36.4	59.3	36.3	95.2	94.0	24.5	101.3	101.2
14	43	41.5	54.2	36.5	54.0	36.4	93.0	93.0	22.4	100.0	96.5
15	45	42	55.7	37	55.4	36.9	94.0	96.8	22.1	97.1	93.3
16	44.5	43.5	54.9	36.6	54.8	36.5	93.5	89.2	21.7	104.8	97.8
17	43	45.5	50.5	32.1	50.4	32.1	97.5	91.9	18.9	106.1	105.8
18	46	43.5	52.8	35.5	52.6	35.4	95.5	89.3	21.9	106.9	94.6
19	44.5	46.5	53.5	34.2	53.4	34.1	98.5	89.4	21.0	110.2	104.5
20	43.5	41.4	57.9	35.2	57.7	35.1	93.5	96.3	21.7	97.1	95.2
21	42.1	42.9	62	41.5	61.7	41.4	93.9	92.0	27.8	102.1	101.9
22	45.8	45.8	54	36.8	53.8	36.7	100.0	98.0	22.1	102.0	100.0
23	45.6	44	55.6	35.9	55.4	35.8	96.8	95.0	21.4	101.9	96.5
24	42.5	39	61.4	38.8	61.1	38.6	93.0	93.5	25.2	99.5	91.8
25	43.6	39	53.5	33	53.3	32.9	91.5	92.0	20.8	99.5	89.4
Média	43.4	42.4	55.9	36.1	55.7	36.0	94.7	92.6	22.1	102.3	97.7
dp	1.7	2.3	3.0	1.9	2.9	1.9	3.8	3.3	1.9	3.8	4.1

CCOX = comprimento de coxa; CPER = comprimento de perna; PCOX = circunferência absoluta de coxa; PPER = circunferência absoluta de perna; PCCO = circunferência ajustada de coxa; PCPE = circunferência ajustada de perna; ATRO = altura trocântica; ATC = altura tronco-cefálica; IMC = índice de massa corporal; ICRU = índice crural; IESQ = índice esquelético.

ANEXO VI - Valores individuais das variáveis funcionais de impulsão vertical absoluta (IVA), de impulsão vertical relativa (IVR) e da variável resposta nos testes T1 e T2 dos sujeitos do sexo feminino.

SUJEITO	VARIÁVEIS FUNCIONAIS		VARIÁVEL RESPOSTA (T1 e T2)	
	IVR (kg.m/s -1)	IVA (cm)	AIQ T1 (cm)	AIQ T2 (cm)
1	94,1	36,6	40,0	40,0
2	101,5	42,2	40,0	45,0
3	104,8	46,0	40,0	40,0
4	86,4	33,8	40,0	45,0
5	88,1	27,8	40,0	40,0
6	83,6	35,7	40,0	40,0
7	100,6	42,8	60,0	55,0
8	91,3	42,0	40,0	45,0
9	98,5	37,6	40,0	40,0
10	99,5	35,0	40,0	40,0
11	84,8	38,3	40,0	40,0
12	100,4	36,6	60,0	55,0
13	111,1	38,9	40,0	45,0
14	89,8	33,6	40,0	40,0
15	97,7	36,5	40,0	35,0
16	108,1	49,2	40,0	50,0
17	90,0	46,3	60,0	65,0
18	84,8	36,4	60,0	60,0
19	92,2	37,7	60,0	60,0
20	88,1	32,5	40,0	40,0
21	112,2	31,0	40,0	45,0
22	102,1	32,1	40,0	40,0
23	107,8	43,3	40,0	50,0
24	100,6	33,8	40,0	40,0
25	87,0	35,4	40,0	40,0
Média	96,2	37,6	44,0	45,4
dp	8,7	5,2	8,2	7,9

IVR= impulsão vertical relativa; IVA= impulsão vertical absoluta.
AIQ (T1)=altura individual de queda no teste T1 ; AIQ (T2)=altura individual de queda no teste T2.

ANEXO VII - Valores individuais da elevação do centro de gravidade (ECG)
em diferentes alturas de queda nos testes T1 e T2 dos sujeitos do
sexo masculino.

SUJEITOS	TESTE T1							TESTE T2						
	ALTURAS DE QUEDA							ALTURAS DE QUEDA						
	AQ 20 (cm)	AQ 40 (cm)	AQ 60 (cm)	AQ 80 (cm)	AQ 100 (cm)	AIQ T1 (cm)	AQ R-15 (cm)	AQ R-10 (cm)	AQ R-5 (cm)	AQ T1 (cm)	AQ R+5 (cm)	AQ R+10 (cm)	AQ R+15 (cm)	AIQ T2 (cm)
1	53,8	57,1	55,1	55,3	50,6	40,0	54,9	55,5	56,2	56,6	53,0	53,2	53,0	40,0
2	46,0	47,3	47,1	50,8	48,2	80,0	49,4	50,9	51,8	51,0	50,4	50,0	49,1	75,0
3	54,6	51,4	56,0	54,8	49,2	60,0	58,0	60,0	61,4	62,9	58,1	57,6	56,1	60,0
4	52,5	53,6	56,0	52,8	52,1	60,0	51,3	51,7	52,0	51,8	52,5	51,6	51,3	65,0
5	43,7	44,8	41,8	39,8	39,2	40,0	46,2	46,2	46,7	47,2	45,6	45,1	44,8	35,0
6	58,9	59,1	62,4	58,9	57,1	60,0	59,6	62,3	64,2	64,8	64,2	63,0	62,8	60,0
7	44,8	43,1	43,9	40,5	39,7	60,0	52,1	52,1	52,8	51,5	50,7	50,5	49,9	55,0
8	44,4	46,5	42,7	40,3	40,1	40,0	41,5	41,5	41,8	43,1	40,9	40,8	40,0	40,0
9	48,4	45,4	50,3	49,7	43,3	60,0	52,8	52,4	54,5	54,5	52,0	52,3	51,7	55,0
10	43,6	48,9	42,7	45,6	44,2	40,0	50,0	51,2	51,2	52,0	52,1	52,8	51,9	50,0
11	44,6	45,2	46,3	42,7	41,9	60,0	49,0	48,1	49,7	52,1	50,1	51,0	50,6	60,0
12	36,2	38,2	36,9	36,0	35,4	40,0	38,5	37,6	38,6	43,0	37,8	37,3	36,3	40,0
13	50,1	51,5	47,8	46,8	46,8	40,0	54,3	55,5	55,8	58,2	54,0	53,7	52,8	40,0
14	48,7	50,1	52,0	48,7	41,6	60,0	49,8	50,2	50,7	51,1	51,3	52,8	51,7	70,0
15	50,3	52,9	53,5	51,7	51,2	60,0	53,8	54,6	56,2	55,7	55,3	56,0	55,8	55,0
16	53,7	54,1	52,7	51,8	50,2	40,0	48,7	47,9	48,6	50,2	51,3	52,9	51,1	50,0
17	50,4	51,8	53,2	50,1	50,2	60,0	51,3	50,3	51,5	52,0	54,0	51,3	51,4	65,0
18	59,0	59,1	60,4	56,5	56,0	60,0	60,8	61,8	61,7	62,2	63,6	62,9	61,6	65,0
19	47,0	47,0	48,3	46,8	45,1	60,0	44,9	42,3	44,9	46,2	44,5	44,5	44,4	60,0
20	51,7	52,3	50,6	50,3	49,3	40,0	49,2	51,9	51,6	52,3	53,6	52,6	51,8	45,0
21	55,7	54,9	56,7	54,5	54,2	60,0	53,6	55,2	56,2	56,8	59,4	59,3	58,3	65,0
22	55,4	55,2	56,4	53,4	53,0	60,0	53,7	54,7	55,1	56,0	55,2	55,0	54,4	60,0
23	50,8	51,4	50,2	49,4	49,0	40,0	50,1	50,3	49,2	49,4	49,9	52,1	51,7	50,0
24	41,5	42,5	44,1	43,6	43,2	60,0	42,8	45,1	44,9	45,5	44,4	43,3	42,7	60,0
25	58,9	59,6	60,6	58,3	58,3	60,0	58,2	60,5	62,5	63,1	63,5	62,5	62,3	65,0
26	44,7	44,3	45,5	44,2	43,8	60,0	43,1	43,6	43,6	44,2	45,8	44,3	44,1	65,0
Média	48,5	49,5	49,4	48,0	45,9	52,9	50,7	51,1	52,0	52,8	51,4	51,3	50,6	53,8
dp	5,45	5,32	6,57	6,37	5,81	12,13	5,26	6,01	6,25	5,81	5,99	5,93	6,00	11,80

Os valores da elevação do centro de gravidade estão expressos em centímetros

ANEXO VIII - Valores individuais dos tempos de contato (TC) em diferentes alturas de queda nos testes T1 e T2 dos sujeitos do sexo masculino.

SUJEITOS	TESTE T1						TESTE T2					
	ALTURAS DE QUEDA						ALTURAS DE QUEDA					
	AQ 20 (cm)	AQ 40 (cm)	AQ 60 (cm)	AQ 80 (cm)	AQ 100 (cm)	AQ R-15 (cm)	AQ R-10 (cm)	AQ R-5 (cm)	AQ T1 (cm)	AQ R+5 (cm)	AQ R+10 (cm)	AQ R+15 (cm)
1	310	279	271	293	400	280	274	295	260	307	323	330
2	500	480	406	440	450	412	407	414	440	445	443	460
3	471	484	431	456	696	390	381	373	405	420	463	476
4	418	400	394	379	400	420	412	425	435	430	448	456
5	470	477	490	513	530	521	515	528	437	527	540	532
6	440	366	343	320	340	322	319	322	308	346	340	351
7	429	424	417	517	520	325	323	320	328	339	350	353
8	420	418	439	477	471	430	420	464	478	474	463	461
9	343	305	314	300	420	331	320	338	335	304	320	332
10	326	340	310	320	350	328	319	323	334	287	300	327
11	459	372	363	381	393	321	332	348	352	372	375	368
12	440	420	512	496	490	530	520	532	501	533	513	540
13	488	410	438	455	460	364	360	373	443	449	444	440
14	492	340	398	388	485	315	312	313	338	304	318	325
15	313	298	303	313	330	298	299	305	320	315	315	349
16	398	395	394	656	543	390	380	402	423	430	400	428
17	407	419	445	430	455	370	365	395	450	460	450	448
18	363	310	318	306	330	297	308	306	310	307	325	351
19	388	348	358	387	390	437	416	436	457	464	466	478
20	363	348	356	382	400	387	377	374	378	362	351	382
21	423	322	386	429	440	373	378	417	436	378	373	395
22	405	387	404	439	450	440	430	441	427	440	449	443
23	398	360	377	378	390	390	379	375	369	362	349	334
24	424	428	431	438	436	429	430	451	428	448	450	460
25	439	408	429	469	465	419	441	439	436	466	460	470
26	454	420	436	474	490	431	429	437	441	440	432	450
Media	419	390	392	420	455	373	368	381	387	397	400	410
dp	62,58	62,56	67,14	97,47	89,83	72,13	70,01	73,48	69,41	80,55	75,79	72,82

Os valores dos tempos de contato estão expressos em milisegundos.

ANEXO IX - Valores individuais da elevação do centro de gravidade (ECG) em diferentes alturas de queda nos testes T1 e T2 dos sujeitos do sexo feminino.

SUJEITOS	TESTE T1					TESTE T2							
	ALTURAS DE QUEDA					ALTURAS DE QUEDA							
	AQ 20 (cm)	AQ 40 (cm)	AQ 60 (cm)	AQ 80 (cm)	AIQ T1 (cm)	AQ R-15 (cm)	AQ R-10 (cm)	AQ R-5 (cm)	AQ T1 (cm)	AQ R+5 (cm)	AQ R+10 (cm)	AQ R+15 (cm)	AIQ T2 (cm)
1	34,7	37,3	32,46	31,4	40	38,9	39,4	40,3	42	40,9	40,7	40,3	40
2	44,1	45,4	43,7	41,8	40	44,2	45,4	45,3	45,8	46,2	45,8	44,9	45
3	46,6	48,2	47,3	46,1	40	42,5	45,5	47,5	48,1	45,3	44,1	44,3	40
4	33,6	34,8	33,8	32,5	40	36,2	36,8	36,5	36,3	37,1	35,4	35	45
5	26,4	28,7	27	26,5	40	28,63	29,1	28,3	29,8	28,6	28,5	27,7	40
6	38,4	40,5	39,2	39	40	39,1	39,3	39,8	40,2	39	38,7	38,2	40
7	40,25	42,1	43	42,1	60	40,8	40,1	40,6	43	43,2	40,7	40,2	55
8	38,9	41,7	40,4	39,7	40	39,5	40,37	40,6	40	41,7	40,7	40,3	45
9	39,2	39,8	38,1	36,7	40	38,23	38,43	38,1	38,86	37	37,2	36,6	40
10	37,2	38,1	36,4	35,9	40	34,9	35,1	37,1	37,4	35,7	35,9	35,6	40
11	37,8	38,27	36,6	36	40	37	37,5	37,6	38,1	36,8	36,5	36,6	40
12	35,6	37,7	39	35	60	38,1	36,1	36,9	37,3	38,2	35,8	35,1	55
13	40,7	41,9	39,4	38,7	40	40,3	41,4	42	42,2	44,5	41,6	41	45
14	31,9	32,8	32	31,4	40	32,57	36,27	36,1	37,57	33,1	36,07	34,57	40
15	36,1	37,9	36	35,7	40	38,87	39,3	40,4	40,23	38,47	38,6	39,03	35
16	46,3	47,4	45,5	46,7	40	41,8	46	47,33	45,87	47,23	49,13	47,47	50
17	47	49,1	51,3	49,6	60	54,33	54,05	54,35	56,33	58,97	57,73	57,2	65
18	36,9	39,4	40,8	38,7	60	40,8	42,47	44,47	44,83	44,4	43,8	43,3	60
19	36,3	39	41,7	39,83	60	43,77	45,4	46,5	49,3	47,43	47	46,6	60
20	31,1	32,7	29,3	29,4	40	33,3	33,97	34,83	36,47	34,97	34,67	35,43	40
21	32,4	31,6	30,7	30,7	40,0	26,4	31,6	30,7	32,9	33,7	32,6	33,3	45,0
22	30,7	29,4	30,3	27,8	40,0	29,9	31,5	31,3	31,6	30,9	31,1	29,8	40,0
23	41,1	41,6	40,5	38,9	40,0	41,3	42,0	41,9	41,9	42,2	43,7	42,6	50,0
24	30,4	31,0	29,4	28,1	40,0	31,3	32,3	32,8	34,0	30,5	30,9	31,6	40,0
25	35,8	35,1	34,4	34,9	40,0	36,8	36,9	36,7	37,2	36,6	36,3	36,5	40,0
Média	37,2	38,5	37,5	36,5	44,0	38,0	39,1	39,5	40,3	39,7	39,3	38,9	45,4
dp	5,3	5,6	6,1	6,0	8,2	5,8	5,6	6,0	6,0	6,7	6,5	6,3	7,9

Os valores da elevação do centro de gravidade estão expressos em centímetros

ANEXO X - Valores individuais dos tempos de contato (TC) em diferentes alturas de queda nos testes T1 e T2 dos sujeitos do sexo feminino.

SUJEITOS	TESTE T1						TESTE T2					
	ALTURAS DE QUEDA						ALTURAS DE QUEDA					
	AQ 20 (cm)	AQ 40 (cm)	AQ 60 (cm)	AQ 80 (cm)	AQ R-15 (cm)	AQ R-10 (cm)	AQ R-5 (cm)	AQ T1 (cm)	AQ R+5 (cm)	AQ R+10 (cm)	AQ R+15 (cm)	
1	268	293	343	400	365	323	295	317	332	341	340	
2	330	313	329	368	340	348	330	370	381	400	405	
3	274	273	272	301	255	243	263	257	260	276	299	
4	421	374	330	403	455	404	391	422	410	440	456	
5	333	308	298	285	300	303	304	293	296	290	302	
6	341	307	318	383	245	252	261	258	286	303	309	
7	368	348	376	389	334	342	389	422	412	400	411	
8	374	354	391	435	390	354	391	435	440	430	437	
9	244	266	330	383	374	364	347	313	370	380	375	
10	477	460	481	495	483	454	459	463	444	448	453	
11	299	288	360	423	364	352	392	351	395	377	380	
12	406	362	368	431	395	390	384	430	434	440	449	
13	377	354	365	390	411	365	370	404	380	388	400	
14	403	388	428	441	333	329	340,3	350	354,3	374	370	
15	457	450	471	485	370	374,7	380	383,7	391	400	373,3	
16	395	400	404	445	317	320	332	345	335,3	319,3	340	
17	388	371	385	392	417	425,3	400	422	416	438	430	
18	367	382	444	452	388,3	400	418	392,7	407,7	415	440	
19	367	374	401	405	313,3	328,3	320	312,3	339	377	390	
20	394	372	392	404	394	409,3	413	402	417,7	399,7	419	
21	430	368	411	344	299	301,3	312	324,7	326,7	369	383	
22	412	367	415	435	371	402,3	415	421,7	442	445	467	
23	377	340	332	343	381	392	380	400,7	423,7	424	448,7	
24	349	328	314	305	357,7	363	350	348,3	361,7	371	369	
25	371	407	427	410	398	404	440	420,3	383,3	375	367,7	
Média	369	354	375	398	362	358	363	370	378	385	393	
dp	56,2	49,4	53,5	52,8	55,4	51,0	52,0	57,1	50,9	48,5	49,4	

Os valores dos tempos de contato estão expressos em milissegundos.

ANEXO XI - Matrizes de correlação das variáveis selecionadas no estudo dos sujeitos do sexo masculino e feminino.

	DTRI	DSUB	DSIL	DABD	DCOX	DPER	DCSI	DCSS	STDC	CCOX	CPER	PCOX	PPER	PCCO	PCPE	ATRO	ATC	IMC	IESQ	ICRU	IVR	IVA	AIQ T2
DTRI	1																						
DSUB	0,39	1																					
DSIL	0,6	0,7	1																				
DABD	0,68	0,7	0,79	1																			
DCOX	0,64	0,66	0,7	0,76	1																		
DPER	0,31	0,43	0,43	0,38	0,61	1																	
DCSI	0,57	0,63	0,66	0,68	0,94	0,84	1																
DCSS	0,74	0,8	0,94	0,93	0,8	0,45	0,73	1															
STDC	0,73	0,8	0,91	0,91	0,89	0,6	0,86	0,98	1														
CCOX	0,15	0,06	0,1	0,24	0,15	-0,1	0,05	0,16	0,14	1													
CPER	0,19	0,1	0,19	0,34	0,32	0,07	0,25	0,24	0,26	0,86	1												
PCOX	0,31	0,49	0,48	0,47	0,63	0,58	0,68	0,52	0,6	0,16	0,28	1											
PPER	0,28	0,36	0,33	0,49	0,44	0,25	0,4	0,42	0,44	0,2	0,18	0,38	1										
PCCO	0,29	0,48	0,47	0,45	0,61	0,57	0,66	0,5	0,58	0,16	0,28	1	0,38	1									
PCPE	0,27	0,35	0,32	0,49	0,42	0,23	0,38	0,42	0,43	0,21	0,18	0,37	1	0,37	1								
ATRO	0,06	-0,2	-0,1	0,06	0,03	0	0,02	-0,1	-0,1	0,8	0,83	0,06	0,02	0,06	0,02	1							
ATC	-0	-0,1	0,01	0,11	0,16	-0	0,09	-0	0,03	0,67	0,63	0,18	0,09	0,18	0,09	0,63	1						
IMC	0,23	0,43	0,31	0,43	0,45	0,34	0,45	0,4	0,44	-0,1	0,01	0,65	0,62	0,65	0,61	-0,2	-0,1	1					
IESQ	0,1	-0,1	-0,1	-0	-0,1	0,03	-0	-0,1	-0,1	0,54	0,62	-0,1	-0	-0,1	-0	0,83	0,1	-0,2	1				
ICRU	0,02	0,05	0,14	0,11	0,25	0,32	0,31	0,11	0,18	-0,5	0,05	0,17	-0,1	0,17	-0,1	-0,1	-0,2	0,22	-0	1			
IVR	0,07	0,08	0,13	0,22	0,13	0,08	0,13	0,15	0,15	0,54	0,62	0,43	0,47	0,43	0,47	0,43	0,3	0,58	0,34	0,03	1		
IVA	-0,3	-0,3	-0,1	-0,4	-0,5	-0,2	-0,4	-0,3	-0,4	0,07	0,07	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0	-0,3	-0,2	0,21	-0	0,36	1	
AIQ T2	0,2	0,15	0,17	0,13	0,15	0,26	0,21	0,18	0,2	0,22	0,23	0,41	0,55	0,42	0,55	0,13	-0,1	0,61	0,22	-0	0,77	0,4	1

Matriz de correlação das variáveis preditoras dos sujeitos do sexo masculino

Os índices de correlação $\geq 0,40$ são significantes com probabilidade de $p < 0,05$.

	DTRI	DSUB	DSIL	DABD	DCOX	DPER	DCSI	DCSS	STDC	CCOX	CPER	PCOX	PPER	PCCO	PCPE	ATRO	ATC	IMC	IESQ	ICRU	IVR	IVA	AIQ T2
DTRI	1																						
DSUB	0,61	1																					
DSIL	0,64	0,68	1																				
DABD	0,52	0,59	0,63	1																			
DCOX	0,58	0,7	0,69	0,77	1																		
DPER	0,51	0,56	0,57	0,59	0,72	1																	
DCSI	0,6	0,7	0,69	0,76	0,96	0,89	1																
DCSS	0,78	0,85	0,89	0,86	0,82	0,66	0,81	1															
STDC	0,75	0,83	0,86	0,86	0,91	0,77	0,92	0,98	1														
CCOX	0,04	-0,33	0	-0,24	-0,34	-0,08	-0,26	-0,14	-0,19	1													
CPER	-0,06	-0,28	-0,11	-0,26	-0,42	-0,22	-0,37	-0,21	-0,28	0,56	1												
PCOX	0,26	0,43	0,45	0,49	0,72	0,53	0,7	0,49	0,59	-0,37	-0,29	1											
PPER	0,43	0,41	0,57	0,42	0,64	0,55	0,65	0,55	0,61	-0	-0,01	0,72	1										
PCCO	0,24	0,4	0,43	0,46	0,69	0,51	0,67	0,46	0,56	-0,37	-0,27	1	0,71	1									
PCPE	0,41	0,39	0,56	0,4	0,62	0,51	0,62	0,53	0,58	0	0	0,71	1	0,7	1								
ATRO	-0,03	-0,25	0,1	-0,1	-0,27	0,14	-0,13	-0,05	-0,08	0,77	0,83	-0,19	0,11	-0,18	0,1	1							
ATC	0,34	-0,03	0,35	0,29	0,16	0,49	0,31	0,31	0,32	0,44	0,18	0,14	0,25	0,13	0,23	0,53	1						
IMC	0,42	0,58	0,58	0,48	0,78	0,47	0,71	0,6	0,67	-0,36	-0,26	0,82	0,81	0,81	0,81	-0,24	-0,04	1					
IESQ	-0,36	-0,25	-0,23	-0,39	-0,46	-0,34	-0,45	-0,37	-0,41	0,42	0,73	-0,34	-0,13	-0,33	-0,12	0,57	-0,39	-0,23	1				
ICRU	-0,12	-0,05	-0,15	-0,12	-0,22	-0,22	-0,23	-0,14	-0,18	-0,08	0,69	-0,03	-0,01	-0,01	0	0,36	-0,18	0,01	0,57	1			
IVR	0,13	0,31	0,32	0,14	0,29	0,29	0,31	0,26	0,29	0,07	0,22	0,52	0,68	0,52	0,69	0,25	0,15	0,58	0,13	0,22	1		
IVA	-0,56	-0,35	-0,51	-0,56	-0,58	-0,49	-0,58	-0,6	-0,62	0,08	0,18	-0,31	-0,24	-0,29	-0,22	0,05	-0,37	-0,37	0,41	0,17	0,31	1	
AIQ T2	-0,53	-0,47	-0,25	-0,46	-0,48	-0,39	-0,48	-0,48	-0,5	0,35	0,51	-0,41	-0,29	-0,39	-0,28	0,52	-0,18	-0,36	0,74	0,47	0	0,44	1

Matriz de correlação das variáveis preditoras dos sujeitos do sexo feminino

Os índices de correlação $\geq 0,40$ são significantes com probabilidade de $p < 0,05$.