

UNESP
FACULDADE DE ENGENHARIA DO CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

Guaratinguetá
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

SANDRA SÃO THIAGO DA COSTA PEREIRA

ESTUDO COMPARATIVO DE UM SALTO VERTICAL
PRATICADO POR INDIVÍDUOS NA ÁGUA E NO SOLO

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica na área de Projetos.

Orientador: Prof. Dr. João Alberto de Oliveira

Guaratinguetá
2009

DADOS CURRICULARES

SANDRA SÃO THIAGO DA COSTA PEREIRA

NASCIMENTO	01.05.1970 – VOLTA REDONDA / RJ
FILIAÇÃO	Ivan da Costa Pereira Vera São Thiago da Costa Pereira
1987/1990	Curso de Graduação em Fisioterapia Universidade Católica de Petrópolis (UCP) - Petrópolis (RJ).
1993/1995	Curso de Especialização em Acupuntura/Eletroacupuntura - Instituto Sohaku-in (Academia Brasileira de Arte e Ciência Orientais - ABACO) - Rio de Janeiro (RJ).
2001/2003	Curso de Pós-Graduação Lato-senso em Fisioterapia Neurológica - Universidade Estácio de Sá (UNESA) - Rio de Janeiro (RJ).
2006/2009	Curso de Pós-Graduação Stricto-senso em Engenharia Mecânica, nível de Mestrado - Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá - SP.

“... de modo especial ao meu filho, que é a força que me impulsiona em todos os momentos da vida. À minha mãe que sempre foi um exemplo de coragem e determinação. E ao meu pai (in memoriam) que me inspira e me guarda nos caminhos mais difíceis.”

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus, inteligência suprema, causa primária de todas as coisas. Agradeço por ter acreditado nesta força maior e seguido em frente com muita fé,

ao meu orientador, *Prof. Dr. João Alberto de Oliveira* que foi extremamente paciente, solícito, compreensivo e sempre presente. Sem sua ajuda não teria chegado aqui,

ao meu namorado *Arthur Motta*, que me acompanhou na maior parte do tempo, me auxiliou com seus conhecimentos de engenharia e acima de tudo me fortaleceu com seu amor incondicional,

ao amigo *Jorge Luis da Silva*, meu professor de Física e grande incentivador,

ao *tio Arnaldo Claro São Thiago Filho*, pelas longas horas de aulas de Engenharia aos finais de semana,

aos funcionários e amigos do Departamento de Mecânica da UNESP, que colaboraram para realização deste trabalho,

à equipe de ginástica rítmica da professora *Teka* de Guaratinguetá, que sem as ginastas, este trabalho não seria possível,

aos *colegas de trabalho da APADEFI-VR* e aos *meus estagiários do UBM* por sua compreensão, cooperação e amizade durante os períodos em que estive ausente, bem como aos *meus pacientes* que foram mais do que nunca “pacientes”.

“Dizia-se no Egito que a água tinha sido dada à alma como uma compensação por ela ter assumido uma forma corporal. Na água, nossos corpos encontram a liberdade perdida pela alma (...)”

(Harold Dull)

PEREIRA, S. S. T. C. **Estudo comparativo de um salto vertical praticado por indivíduos na água e no solo.** 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá – SP.

RESUMO

As atividades realizadas em meio aquático sofrem interferência das propriedades físicas peculiares ao mesmo. O salto vertical é uma habilidade esportiva muito utilizada em programas de reabilitação, principalmente em trabalhos de pliometria. O objetivo deste estudo foi pesquisar as forças envolvidas no salto vertical praticado em ambiente aquático e terrestre e as interdependências entre as variáveis cinéticas e cinemáticas dos mesmos. Para tal foi utilizada uma amostra composta por dez sujeitos, todos do sexo feminino, com idade média de $11,6 \pm 1,35$, praticantes de ginástica rítmica. Os sujeitos realizaram uma série de três saltos com contra movimento, consecutivos, sobre plataforma de força no solo, repetindo o mesmo procedimento dentro d'água. Para realização do experimento foi utilizada a técnica de cinemetria para mensuração de ângulo de flexão de joelhos e altura do salto e uma plataforma de força para mensuração das forças de reação vertical do solo. Os resultados foram analisados através da correlação de Pearson, com nível de significância de 5%. Através dos resultados obtidos observou-se que no salto executado em ambiente aquático a altura atingida, velocidade média e tempo de vôo foram maiores e a força de impacto em membros inferiores reduzida, comparados com os resultados obtidos no solo. As correlações foram evidentes entre altura do salto e velocidade de saída, em ambos ambientes. O presente trabalho deve servir como base para a elaboração de programas de treinamento envolvendo o salto, em meio aquático e terrestre, como em atividades de pliometria. Novas pesquisas devem ser realizadas, utilizando uma população praticante de modalidade esportiva que tenha o salto vertical como ação primordial para o bom desempenho na execução da mesma.

PALAVRAS-CHAVE: Biomecânica, Salto Vertical, Plataforma de Força.

PEREIRA, S. S. T. C. Comparative study of a Vertical Jump performed by subjects in the water and in the ground. 2009. 107 f. Dissertation (Mestrado in Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.

ABSTRACT

The activities carried out in the aquatic environment suffer interference from physical properties peculiar to it. The vertical jump is a sporting skill widely used in rehabilitation programs, especially in studies of plyometric. The aim of this study was to investigate the forces involved in the vertical jump practiced in aquatic and terrestrial environment and the interdependence of the kinetic and kinematic variables of the same. For this purpose we used a sample consisting of ten subjects, all female, with an average age of 11.6 ± 1.35 , practicing rhythmic gymnastics. The subjects performed a series of three consecutive counter movement jumps on force platform on the ground, repeating the same procedure in the water. To conduct the experiment was used the technique of kinemetry measuring the angle of the knees push-up and height of the jump and a platform for measuring the strength of the forces of ground vertical reaction. The results were analyzed by the Pearson's correlation, with a significance level of 5%. The results obtained showed that the jump in running time to reach the aquatic environment, average speed and time of flight were higher and the force of impact on lower limbs, compared with the results in the ground. This work should serve as basis for the development of training programs involving the jump in water and ground, as in activities of plyometric. New research should be carried out using a method of population practicing sports that has the vertical jump as a primary action for the good performance in implementing the same.

KEYWORDS: Biomechanical, Vertical jump, force platform.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	OBJETIVOS	22
1.1.1	Objetivo Geral	22
1.1.2	Objetivos Específicos	22
1.2	DELIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	23
1.3	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	23
1.4	RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	23
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	23
2	REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1	REABILITAÇÃO AQUÁTICA.....	25
2.2	SALTO VERTICAL.....	28
2.2.1	Tipos de saltos verticais	29
2.2.2	Biomecânica do Salto com Contra Movimento (CMJ)	30
2.2.3	Influência dos saltos nos desportos	33
2.3	TREINAMENTO PLIOMÉTRICO.....	33
2.4	MÉTODOS DE MEDIÇÃO EM BIOMECÂNICA.....	36
2.4.1	Cinemetria	38
2.4.2	Plataforma de Força	39
2.4.3	Antropometria	42
3	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS – MÉTODOS	44
3.1	INTRODUÇÃO.....	44
3.2	LOCAL DE EXECUÇÃO.....	44
3.3	AMOSTRA.....	44
3.3.1	Seleção da Amostra	44
3.3.2	Registro dos dados individuais da amostra	44
3.3.2.1	Medidas Antropométricas.....	44
3.4	BANCADA EXPERIMENTAL UTILIZADA.....	45
3.4.1	Para mensuração da força de reação vertical	45
3.4.1.1	Plataforma de força.....	45
3.4.1.2	Bancada experimental para os ensaios realizados na água.....	46
3.4.1.3	Bancada experimental para os ensaios realizados no solo.....	47
3.4.1.4	Spider 8 (HBM).....	48
3.4.1.5	Microcomputador (PC).....	48

3.4.2	Dados cinemáticos para mensuração do ângulo de flexão de joelho e altura do salto.....	49
3.4.2.1	Câmera.....	49
3.4.2.1.1	Posicionamento da câmera para os ensaios no solo.....	49
3.4.2.1.2	Posicionamento da câmera para os ensaios na água.....	49
3.4.2.2	Digitalização das imagens.....	49
3.5	ENSAIOS DE CALIBRAÇÃO DA PLATAFORMA DE FORÇA..	50
3.5.1	Plataforma de força – calibração estática	50
3.5.1.1	Procedimentos utilizados na calibração da plataforma de força.....	50
3.5.1.2	Valores experimentais de tensões (mV) obtidos.....	51
3.5.1.3	Curva de calibração.....	51
3.6	PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS.....	52
3.7	DADOS COLETADOS NOS SALTOS.....	55
3.7.1	Ângulo de Flexão de Joelhos.....	55
3.7.2	Altura do Salto Vertical.....	55
3.7.3	Tempo de voo.....	55
3.7.4	Velocidade Média.....	55
3.7.5	Forças de Saída e Chegada.....	55
3.7.6	Potência de Saída da Plataforma de Força.....	56
3.7.7	Força Relativa.....	56
3.7.8	Pesos Corporais obtidos pelas amostras nos gráficos.....	56
3.8	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE.....	56
3.8.1	Análise Estatística Correlacional.....	56
3.8.2	Comparação entre os resultados obtidos nos ensaios no solo e na água.....	57
4	ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS.....	58
4.1	DADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS REALIZADOS NO SOLO.....	58
4.2	CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS OBTIDAS NOS ENSAIOS REALIZADOS NO SOLO.....	71
4.2.1	Dez saltos de maior desempenho em relação à altura obtida, no solo	72
4.2.1.1	Correlações entre as nove variáveis dos saltos de maior desempenho (maior altura) executados no solo.....	73

4.2.2	Dez saltos de menor desempenho em relação à altura obtida, no solo.....	74
4.2.2.1	Correlações entre as nove variáveis dos saltos de menor desempenho (menor altura) executados no solo.....	74
4.3	DADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS REALIZADOS NA ÁGUA....	76
4.4	CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS OBTIDAS NOS ENSAIOS REALIZADOS NA ÁGUA.....	90
4.4.1	Dez saltos de maior desempenho em relação à altura obtida, na água.....	90
4.4.1.1	Correlações entre as nove variáveis dos saltos de maior desempenho (maior altura) executados na água.....	91
4.4.2	Dez saltos de menor desempenho em relação à altura obtida, na água.....	91
4.4.2.1	Correlações entre as nove variáveis dos saltos de menor desempenho (menor altura) executados na água.....	92
4.5	MÉDIAS OBTIDAS NOS RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS NO SOLO E NA ÁGUA.....	93
5	DISCUSSÃO.....	94
6	CONCLUSÃO.....	97
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
	ANEXO 1.....	104
	ANEXO 2.....	105
	ANEXO 3.....	106
	ANEXO 4.....	107

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1	- Seqüência de ações (a) no <i>counter movement jump</i> e (b) <i>squat jump</i> . O centro de massa do saltador (indicado por \otimes) se movimenta precisamente na direção vertical.....	29
FIGURA 2.2	- Seqüência de ações no salto com contra movimento (CMJ).....	32
FIGURA 2.3	- Curvas dinâmicas e cinemáticas do <i>Counter Movement Jump</i> : (a) curva de força de reação do solo, (b) curva aceleração-tempo, (c) curva velocidade-tempo, (d) curva deslocamento-tempo e (e) curva força-deslocamento.....	32
FIGURA 2.4	- Componentes da força de reação do solo	40
FIGURA 2.5	- Representação esquemática de um arranjo experimental típico para aquisição e processamento do sinal com uso de plataforma de força.....	41
FIGURA 3.1	- Construção dos anéis da plataforma de força.....	46
FIGURA 3.2	- Suporte da plataforma de força utilizado nos ensaios na água.....	46
FIGURA 3.3	- Bancada experimental para os ensaios realizados na água.....	47
FIGURA 3.4	- Equipamento utilizado para o aquecimento da água.....	47
FIGURA 3.5	- Bancada experimental para os ensaios realizados no solo.....	48
FIGURA 3.6	- Spider 8 (HBM).....	48
FIGURA 3.7	- Microcomputador.....	48
FIGURA 3.8	- Câmera utilizada para aquisição das imagens.....	49
FIGURA 3.9	- Curva de calibração da plataforma de força.....	49
FIGURA 3.10	- Posição inicial do protocolo de medição sobre a plataforma de força.....	52

FIGURA 3.11	-	Posição de contra movimento do protocolo de medição sobre a plataforma de força.....	53
FIGURA 3.12	-	Posição de extensão de joelhos do protocolo de medição sobre a plataforma de força.....	53
FIGURA 3.13	-	Posição de fase de vôo do protocolo de medição sobre a plataforma de força.....	54
FIGURA 3.14	-	Posição de retorno do protocolo de medição sobre a plataforma de força.....	54
FIGURA 4.1	-	Gráfico do salto 1.1 do sujeito 01.....	58
FIGURA 4.2	-	Gráfico do salto 1.2 do sujeito 01.....	59
FIGURA 4.3	-	Gráfico do salto 1.3 do sujeito 01.....	59
FIGURA 4.4	-	Gráfico do salto 2.1.....	60
FIGURA 4.5	-	Gráfico do salto 2.2.....	60
FIGURA 4.6	-	Gráfico do salto 2.3.....	60
FIGURA 4.7	-	Gráfico do salto 3.1.....	61
FIGURA 4.8	-	Gráfico do salto 3.2.....	61
FIGURA 4.9	-	Gráfico do salto 3.3.....	62
FIGURA 4.10	-	Gráfico do salto 4.1.....	62
FIGURA 4.11	-	Gráfico do salto 4.2.....	63
FIGURA 4.12	-	Gráfico do salto 4.3.....	63
FIGURA 4.13	-	Gráfico do salto 5.1.....	64
FIGURA 4.14	-	Gráfico do salto 5.2.....	64
FIGURA 4.15	-	Gráfico do salto 5.3.....	64
FIGURA 4.16	-	Gráfico do salto 6.1.....	65
FIGURA 4.17	-	Gráfico do salto 6.2.....	65
FIGURA 4.18	-	Gráfico do salto 6.3.....	66
FIGURA 4.19	-	Gráfico do salto 7.1.....	66
FIGURA 4.20	-	Gráfico do salto 7.2.....	67
FIGURA 4.21	-	Gráfico do salto 7.3.....	67
FIGURA 4.22	-	Gráfico do salto 8.1.....	68
FIGURA 4.23	-	Gráfico do salto 8.2.....	68

FIGURA 4.24	-	Gráfico do salto 8.3.....	68
FIGURA 4.25	-	Gráfico do salto 9.1.....	69
FIGURA 4.26	-	Gráfico do salto 9.2.....	69
FIGURA 4.27	-	Gráfico do salto 9.3.....	70
FIGURA 4.28	-	Gráfico do salto 10.1.....	70
FIGURA 4.29	-	Gráfico do salto 10.2.....	71
FIGURA 4.30	-	Gráfico do salto 10.3.....	71
FIGURA 4.31	-	Gráfico de correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de maior desempenho no solo.....	73
FIGURA 4.32	-	Gráfico de correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de menor desempenho no solo.....	74
FIGURA 4.33	-	Gráfico do peso corporal do sujeito 01 obtido na plataforma de força na água.....	76
FIGURA 4.34	-	Gráfico do salto 1.1 do sujeito 01 na água.....	76
FIGURA 4.35	-	Gráfico do salto 1.2 do sujeito 01. na água.....	77
FIGURA 4.36	-	Gráfico do salto 1.3 do sujeito 01 na água.....	77
FIGURA 4.37	-	Gráfico do salto 2.1.....	78
FIGURA 4.38	-	Gráfico do salto 2.2.....	78
FIGURA 4.39	-	Gráfico do salto 2.3.....	78
FIGURA 4.40	-	Gráfico do salto 3.1.....	79
FIGURA 4.41	-	Gráfico do salto 3.2.....	79
FIGURA 4.42	-	Gráfico do salto 3.3.....	80
FIGURA 4.43	-	Gráfico do salto 4.1.....	80
FIGURA 4.44	-	Gráfico do salto 4.2.....	81
FIGURA 4.45	-	Gráfico do salto 4.3.....	81
FIGURA 4.46	-	Gráfico do salto 5.1.....	82
FIGURA 4.47	-	Gráfico do salto 5.2.....	82
FIGURA 4.48	-	Gráfico do salto 5.3.....	82
FIGURA 4.49	-	Gráfico do salto 6.1.....	83
FIGURA 4.50	-	Gráfico do salto 6.2.....	83
FIGURA 4.51	-	Gráfico do salto 6.3.....	84

FIGURA 4.52	-	Gráfico do salto 7.1.....	84
FIGURA 4.53	-	Gráfico do salto 7.2.....	85
FIGURA 4.54	-	Gráfico do salto 7.3.....	85
FIGURA 4.55	-	Gráfico do salto 8.1.....	86
FIGURA 4.56	-	Gráfico do salto 8.2.....	86
FIGURA 4.57	-	Gráfico do salto 8.3.....	86
FIGURA 4.58	-	Gráfico do salto 9.1.....	87
FIGURA 4.59	-	Gráfico do salto 9.2.....	87
FIGURA 4.60	-	Gráfico do salto 9.3.....	88
FIGURA 4.61	-	Gráfico do salto 10.1.....	88
FIGURA 4.62	-	Gráfico do salto 10.2.....	89
FIGURA 4.63	-	Gráfico do salto 10.3.....	89
FIGURA 4.64	-	Gráfico de correlação de Pearson entre as nove variáveis de maior desempenho na água.....	90
FIGURA 4.65	-	Gráfico de correlação de Pearson entre as nove variáveis de menor desempenho na água.....	92

LISTA TABELAS

TABELA 3.1	- Características da amostra.....	45
TABELA 3.2	- Valores médios de calibração da plataforma de força... ..	51
TABELA 4.1	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 01 no solo.....	58
TABELA 4.2	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 02 no solo... ..	59
TABELA 4.3	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 03 no solo.....	61
TABELA 4.4	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 04 no solo.... ..	62
TABELA 4.5	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 05 no solo... ..	63
TABELA 4.6	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 06 no solo.....	65
TABELA 4.7	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 07 no solo.....	66
TABELA 4.8	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 08 no solo.....	67
TABELA 4.9	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 09 no solo.....	69
TABELA 4.10	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 10 no solo.....	70
TABELA 4.11	- Dez saltos de maior desempenho no solo.....	72
TABELA 4.12	- Matriz de Correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de maior desempenho no solo.....	73
TABELA 4.13	- Dez saltos de menor desempenho no solo.....	74
TABELA 4.14	- Matriz de Correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de menor desempenho no solo.....	75
TABELA 4.15	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 01 na água.....	76
TABELA 4.16	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 02 na água.....	77
TABELA 4.17	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 03 na água.....	79
TABELA 4.18	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 04 na água.....	80
TABELA 4.19	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 05 na água.....	81
TABELA 4.20	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 06 na água.....	83
TABELA 4.21	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 07 na água.....	84
TABELA 4.22	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 08 na água.....	85
TABELA 4.23	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 09 na água.....	87
TABELA 4.24	- Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 10 na água.....	88
TABELA 4.25	- Dez saltos de maior desempenho na água.....	90

TABELA 4.26	- Matriz de Correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de maior desempenho na água.....	91
TABELA 4.27	- Dez saltos de menor desempenho na água.....	91
TABELA 4.28	- Matriz de Correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de menor desempenho na água.....	92
TABELA 4.29	- Médias obtidas nos resultados dos ensaios realizados no solo e na água	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ang	- Ângulo
CM	- Centro de massa
CMJ	- Counter movement jump
DJ	Drop Jump
Fc	- Força de chegada
FEG	- Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá
Fr	- Força relativa
FRS	- Força de reação do solo
FRSV	Força de reação do solo vertical
Fs	- Força de saída
GR	- Ginástica rítmica
h	- Altura
Kg	- Kilograma
m	- Massa
MMSS	- Membros superiores
mV	- Milivolts
N	- Newton
PC	- Peso corporal
Pot	- Potência
psi	- Pressão atmosférica
s	- Segundos
SJ	- Squat jump
tv	- Tempo de vôo
V	- Volume
Vs	- Velocidade de saída

LISTA DE SÍMBOLOS

α - ângulo de flexão dos joelhos

1 INTRODUÇÃO

A conformação do movimento é inseparável da estrutura que lhe dá suporte e do meio ambiente que o define.

Há muito se tem divulgado os benefícios da reabilitação e do treinamento esportivo em ambiente aquático, salientando-se as vantagens de oferecer menor impacto durante a fase de apoio da marcha e exigir maior força de propulsão do aparelho locomotor para que as forças de resistência da água sejam vencidas (SCHOREDER, LAYNE & DYER, 1992).

Segundo Krueel (2000) uma das principais vantagens do exercício no meio líquido é provavelmente a redução significativa dos estresses articulares, devido aos efeitos da flutuação e diminuição do peso hidrostático.

Para Bullard & Rapp (1970) uma das características de imersão na água que talvez seja especialmente benéfica num programa de exercícios é o efeito de flutuação na imersão, pois o mesmo reduz o estresse nas articulações que suportam peso, comparado a exercícios feitos no solo. Uma vez que os efeitos de flutuar e resistência da água tornam possíveis altos níveis de gasto de energia com relativamente pouco movimento e esforço das articulações dos membros inferiores, isto talvez permita um maior e mais rápido progresso em termos de intensidade, freqüência e duração dos exercícios, assim como diminui os riscos de ocorrer traumatismos induzidos por impactos nas articulações que suportam peso durante o exercício.

Hoje, a reabilitação aquática é muito adotada na medicina desportiva. É necessário compreender as propriedades físicas da água e as leis da física que governam essas propriedades, para a aplicação prática da reabilitação aquática na medicina desportiva. A flutuabilidade da água reduz as forças compressivas sobre as articulações da coluna vertebral e das extremidades inferiores, tornando possível a progressão segura das atividades com sustentação de peso. Ao selecionar profundidades da água gradualmente menores, as forças de sustentação do peso podem ser aumentadas de maneira controlada, de forma a gerar cargas progressivas e a facilitar a transição para as atividades baseadas em apoio no solo. A água proporciona

um meio ideal para aprimorar o desempenho, pois otimiza as respostas neuromusculares. Devido às propriedades físicas da água e às alterações fisiológicas que ocorrem durante o exercício, a reabilitação aquática oferece muitas vantagens sobre a reabilitação feita na terra após uma lesão (RUOTI, 2000).

Becker (2000) afirma que as pesquisas recentes sobre os aspectos reabilitantes das terapias aquáticas têm sido esparsas. Se não fosse pelos dois aspectos fortuitos da imersão aquática, haveria muito pouca pesquisa atual disponível e os praticantes desafortunados teriam que confiar nos séculos de tradições orais e escritas como um guia, correndo o risco de serem chamados de praticantes não-científicos. O primeiro estímulo para as pesquisas recentes foi o reconhecimento da terapia aquática como um método ideal para estudar as respostas cardíacas, pulmonares e renais às súbitas alterações no volume sanguíneo, uma parte essencial da compreensão de como os humanos mantêm as funções normais durante uma alteração fisiológica. A segunda circunstância foi o reconhecimento de que a imersão aquática é o ambiente ideal para mimetizar a ausência de gravidade. À medida que os homens se preparavam para entrar no ambiente espacial, os cientistas precisaram compreender melhor os efeitos que o espaço poderia exercer sobre o organismo humano. Realizou-se uma pesquisa básica crítica essencialmente sobre todos os sistemas biológicos em imersão aquática, de modo que foi possível obter a compreensão necessária da fisiologia para a preparação da primeira experiência real de ausência de gravidade. Dessa forma, no momento em que nos preparávamos para mandar o homem para o espaço, o ambiente tecnológico máximo, encontramos as respostas sobre o que foi o nosso primeiro ambiente: imersão total corporal termo neutra.

Depois da progressão para a sustentação completa de pesos, alguns pacientes podem necessitar de treinamento de impacto ou pliométrico para facilitar o retorno ao seu nível precedente de atividade. Sobrecarga de impacto e treinamento pliométrico podem ser realizados na água sem os efeitos deletérios do impacto em um ambiente com gravidade (RUOTI, 2000).

Um dos saltos utilizados em pliometria é o salto do tipo *counter movement jump* (*CMJ*), salto com contra movimento.

Segundo Cruz (2003), em se tratando de salto e considerando sua complexidade, não podemos simplesmente explicá-lo e defini-lo através de uma fórmula física, faz-se necessário uma visão mais aprofundada dos fatores que estão envolvidos. A força é um dos elementos mais estudados por várias áreas do conhecimento das ciências do desporto, e possui várias formas distintas de ser treinada e, portanto, é passível de ser melhorada; o que dentro da perspectiva apresentada para o salto vertical, pode ser de grande valor para incrementar o desempenho deste ato motor. Poder estabelecer relações entre a altura máxima no salto vertical, a força e outros elementos envolvidos pode ser de muita utilidade para o desenvolvimento de novos métodos de treinamento.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

A pesquisa teve como proposta pesquisar as forças envolvidas no salto vertical praticado em ambiente aquático e terrestre e as interdependências entre as variáveis cinéticas e cinemáticas dos mesmos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Demonstrar as forças de reação vertical de um salto com contra movimento (*counter movement jump*) praticado por indivíduos no solo e na água, as quais são provenientes de:
 - a) picos de forças de saída (F_s) que deverão estar relacionados com a flexão angular do joelho e o biótipo da amostra. Para estas forças serão observadas as suas influências sobre as seguintes variáveis: altura máxima atingida no salto, velocidade média e potência;
 - b) picos de forças de chegada (F_c) que deverão estar relacionados com as seguintes variáveis: altura máxima atingida no salto e o peso corporal da amostra;
 - c) força relativa de saída, que deverá estar relacionada com o quociente (razão) a ser obtido entre a força de saída com o respectivo peso corporal do sujeito.

- Demonstrar as interdependências destas variáveis em cada ambiente (solo e água).

1.2 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

Para o presente estudo foi utilizada uma população composta por dez ginastas rítmicas, da cidade de Guaratinguetá, estado São Paulo, com faixa etária $11,6 \pm 1,35$.

1.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Houve dificuldade para se encontrar uma população compatível com a pesquisa, atletas de modalidades esportivas que tenham o salto vertical como ação principal.

A larga variabilidade nos padrões de aplicação de força entre os sujeitos para a realização do salto, principalmente em ambiente aquático, tornou difícil a identificação de características importantes de um bom desempenho na execução do mesmo.

1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

O estudo deve servir como base para a elaboração de programas de tratamento utilizando o salto, em ambientes terrestre e aquático, aprimorando a execução deste ato, através do conhecimento das interdependências das variáveis do salto e das diferenças dos resultados em ambos ambientes. Bem como deverá somar-se aos estudos já existentes e que poderão vir a ser realizados com salto vertical.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é composta por seis capítulos, glossário e anexos, divididos na seguinte ordem:

Capítulo 1

Introdução: consta de considerações iniciais sobre o assunto da pesquisa, objetivos gerais e específicos da pesquisa.

Capítulo 2:

Revisão de Literatura: fundamentação teórica da pesquisa com enfoque na reabilitação aquática, no salto com contra movimento, na análise biomecânica do mesmo, no treinamento pliométrico e nos métodos de medição em biomecânica.

Capítulo 3:

Procedimentos experimentais: métodos, descrição e ilustração dos equipamentos utilizados na pesquisa e a metodologia empregada.

Capítulo 4:

Análise dos dados e resultados: apresentação de tabelas e gráficos dos ensaios realizados dentro e fora d'água, análise dos resultados obtidos através da correlação de Pearson entre as variáveis e tabela comparativa das médias dos valores obtidos em cada variável nos dois ambientes distintos.

Capítulo 5:

Discussão baseada nos resultados da presente pesquisa e em resultados de pesquisas anteriores que abordam o assunto em questão.

Capítulo 6:

Conclusão: aborda as conclusões e recomendações provenientes do trabalho e sugestões para futuros trabalhos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 REABILITAÇÃO AQUÁTICA

Reabilitação aquática é um termo do final do século XX que faz uso da imersão em água para a restauração da mobilidade física e da atividade fisiológica.

Como uma modalidade de tratamento médico recentemente desenvolvido, a reabilitação aquática possui uma história relativamente breve. Entretanto, quando ligada à longa história das águas terapêuticas, banhos térmicos, medicina de estâncias termais, a reabilitação aquática serve como uma afirmação contemporânea das tradições médicas clássicas que faziam uso de piscinas de águas curativas. Desse modo, a reabilitação aquática contemporânea pode traçar sua origem a partir das primeiras civilizações (BECKER e COLE, 2000).

Segundo Campion (2000) a história da hidroterapia como uma modalidade utilizada na fisioterapia data de milhares de anos. Não se sabe em que momento a hidroterapia foi primeiramente utilizada de maneira terapêutica, porém registros datando de 2400 a.C. sugerem que a cultura proto-indiana utilizava instalações higiênicas e que os antigos egípcios, assírios e muçulmanos faziam uso das fontes minerais para propósitos curativos. Os hindus, em 1500 a.C., empregavam a água para combater a febre.

Sendo assim, a hidroterapia como uma modalidade de reabilitação, possui uma longa história e é tão importante atualmente quanto foi no passado. Hoje, com o crescimento da popularidade da hidroterapia, os fisioterapeutas são encorajados a utilizar a água, aproveitando ao máximo suas qualidades únicas.

De acordo com Koury (2000) a hidroterapia é uma forma de expandir a profundidade e abrangência das opções de tratamento por parte do terapeuta ortopédico e melhorar a perspectiva de recuperação para muitos indivíduos. Infelizmente, há uma escassez de literatura que aborde especificamente a elaboração de programas de hidroterapia e as necessidades de usuários dos estabelecimentos de hidroterapia.

A utilização da Hidroterapia na reabilitação hoje em dia é vasta, e muitas técnicas são utilizadas para tal, aprimorando este recurso.

A medicina esportiva, o condicionamento físico, a artroplastia articular e os programas de reabilitação de coluna estão entre as muitas áreas da ortopedia nas quais a hidroterapia pode promover a pronta restauração da função. A hidroterapia é benéfica quando se deseja pouca ou nenhuma sustentação de peso ou quando há inflamação, dor, retração e espasmo muscular e limitação da amplitude de movimento (ADM), que podem de maneira isolada ou conjunta diminuir a função normal. A hidroterapia também é uma opção para pacientes que estejam incapacitados de realizar exercícios no solo em razão de cirurgia recente, lesão neuromuscular ou ortopédica aguda, doença reumatológica ou deficiência neurológica. A água proporciona um ambiente controlável para a reeducação de músculos enfraquecidos e desenvolvimento de habilidades (KOURY, 2000).

De acordo com Koury (2000) o valor da hidroterapia das perspectivas fisiológica e psicológica ainda está por ser totalmente explorado por meio do estudo científico. A pouca pesquisa que examina os benefícios físicos da hidroterapia apóia as observações empíricas de profissionais que empregam essa forma de tratamento. Os elementos físicos da flutuação, densidade da água, pressão hidrostática e temperaturas mais altas da água promovem relaxamento, diminuição da dor e da tensão muscular e aumento da circulação e da tolerância ao exercício, fazendo do tratamento precoce na água uma opção. As qualidades de sustentação, assistência e resistência da água tornam possível aos pacientes iniciar exercícios de amplitude de movimento, força e condicionamento dentro de horas ou dias após a lesão ou cirurgia.

As mesmas qualidades que permitem o movimento precoce tornam possível para muitos pacientes a participação em programas de condicionamento de resistência como marcha, corrida ou saltos. A manutenção do condicionamento durante a reabilitação pode acelerar o retorno do paciente às suas atividades, ao esporte ou ao trabalho.

A atividade realizada em meio líquido se distingue da atividade realizada em solo devido às propriedades físicas distintas entre os dois ambientes. Na água nossos corpos encontram-se sob a ação de duas forças opostas, a gravidade e a flutuação, fazendo

com que movimentos que não são possíveis de serem realizados em solo, possam ser realizados dentro d'água, como alguns padrões de movimentos tridimensionais. Por este motivo, os pacientes que se encontram com impedimentos de qualquer ordem para realizar determinada atividade em solo, podem se beneficiar com a imersão, acelerando sua recuperação.

Segundo Costill (1971) os homens são raramente conscientes da resistência oferecida pelo meio ambiente no qual eles tentam se deslocar nos exercícios em condições normais. A viscosidade e a resistência de atrito geradas pelos movimentos de mãos e pernas no ar tem um gasto energético individual relacionado ao gasto energético total do organismo. Entretanto a viscosidade e a resistência de atrito presentes na água oferecem um substancial aumento da resistência nivelando a maioria dos limites alcançados pelos movimentos dos membros.

Níveis diferentes de profundidade oferecem redução na descarga de peso sobre articulações de membros inferiores quando o paciente se mantém em postura ortostática dentro da piscina, isso favorece a realização da marcha, corrida ou salto de maneira precoce dentro d'água.

À medida que o corpo é submerso, de acordo com Becker e Cole (2000), a água é deslocada, criando a força que promove a de flutuação. Isso retira progressivamente o efeito de carga sobre as articulações submersas e, com a imersão do pescoço, uma força compressiva de apenas 10 Kg será exercida sobre a coluna vertebral, quadris e joelhos. Uma pessoa submersa até a sínfise púbica elimina efetivamente 40% de seu peso corporal e, quando submersa até a região umbilical, elimina aproximadamente 50%. A imersão ao nível do processo xifóide elimina 60% ou mais.

De acordo com Hanson e Norm (1996), como meio para exercitar-se, a água pode ser muito benéfica para aqueles que compreendem seus princípios e propriedades.

2.2 SALTO VERTICAL

O salto vertical é uma tarefa complexa que requer coordenação rápida e harmônica dos segmentos corporais do saltador, primeiro para a saída, então para a fase aérea e por último para a aterrissagem (BABIČ e LENARČIČ, 2007).

Vários estudos vêm sendo realizados na tentativa de explicar as variáveis que determinam a eficácia dessa ação, já que, cada vez mais, o desempenho dos saltos dos atletas é fator decisivo no resultado final. (HASSON *et al*, 2004; VILLAREAL, 2005 *apud* FURTADO *et al*, 2006).

Diferentes modalidades desportivas apresentam o salto vertical como parte integrante de seus gestos fundamentais. Sendo que, em algumas delas, o salto é parte das ações motoras mais complexas (SILVA, MAGALHÃES e GARCIA, 2005).

Barbanti (1988) define a força do salto como a capacidade de vencer a força da gravidade alcançando alturas elevadas. É a capacidade de imprimir aceleração ao próprio corpo, para superar o seu peso, no intuito de conseguir maior altura.

De acordo com Preis *et al*. (2004) cientificamente, o salto vertical, como uso terapêutico, tem sido um tema pouco aprofundado; talvez, por esse motivo, não tão conhecido, porém bastante utilizado em diversificados tipos de treinamentos e reabilitações de atletas de alto nível, ou até mesmo em jovens sedentários, porém sem o devido conhecimento de seus ganhos qualitativos e quantitativos.

Durward, Baer e Rowe (2001) afirmam que para um salto vertical e uma sequência de aterrissagem, o sujeito geralmente começaria na posição vertical ereta e a atividade de saltar seria iniciada por rebaixamento do centro de massa pela flexão do quadril e do joelho. Conforme o corpo é acelerado para cima, os quadris e joelhos estendem ocasionando a produção de forças no solo. Quando os membros estão completamente estendidos (incluindo a extensão da articulação tíbio-társica), o corpo se levanta e a fase aérea começa. Dependendo da quantidade de trabalho realizada pelos músculos, o corpo perderá contato com o solo com uma certa velocidade de decolagem. A velocidade de decolagem será reduzida pela ação da aceleração gravitacional, e uma altura máxima será atingida, após isto o corpo retornará ao solo e a fase de aterrissagem será iniciada.

Ainda segundo os mesmos autores (2001) o contato inicial do pé no solo produzirá um grau de carga muito rápido, e forças muito acima de 200% do peso corporal serão experimentadas. A recuperação do corpo, quando o contato com o solo é feito, significa que o contato será seguido por um período de acomodação até que o sujeito volte a ficar parado na posição vertical ereta.

A elevação do centro de massa no salto vertical é realizada através da aplicação de uma força sobre o solo, que responderá com uma força de reação no saltador de magnitude igual, mas em direção oposta (ENOKA, 2000).

2.2.1 Tipos de saltos verticais

Os principais tipos de saltos verticais utilizados nos trabalhos científicos são o *Squat Jump*, o *Counter Movement Jump* e o *Drop Jump*.

O *Squat Jump* é um tipo de salto que parte da posição imóvel de meio agachamento, com uma forte e rápida extensão dos membros inferiores, tendo as mãos na cintura, o *Counter Movement Jump* é um tipo de salto no qual a força reativa é o efeito da força produzida por um “ciclo duplo” de trabalho muscular aquele do alongamento-encurtamento, o encurtamento ocorre após um contra movimento, ou seja, um movimento contrário que produz o alongamento da musculatura que vai se encurtar (Figura 2.1) e o *Drop Jump* é a altura do salto vertical alcançada imediatamente após cair no solo iniciando-se o salto a partir de degraus situados em diferentes alturas (KOMI e BOSCO, 1978).

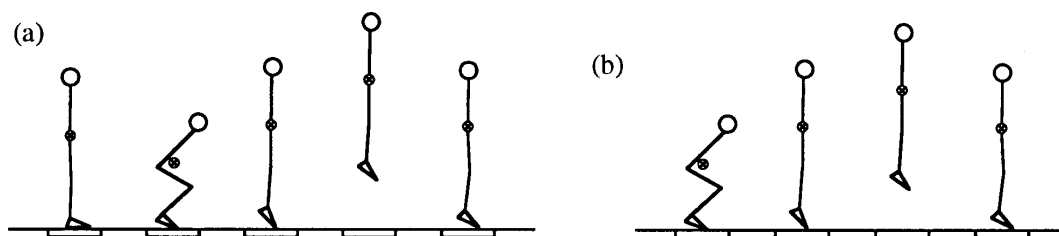


Figura 2.1 – Seqüência de ações (a) no *counter movement jump* e (b) *squat jump*. O centro de massa do saltador (indicado por ⊗) se movimenta precisamente na direção vertical.

Fonte: LINTHORNE, N.P. (2001)

2.2.2 Biomecânica do Salto com Contra Movimento (*Counter Movement Jump - CMJ*)

O salto com contra movimento (*CMJ*) consiste em efetuar um movimento para baixo antes de iniciar o movimento para cima, de acordo com Komi (1992). Essa combinação de movimentos para baixo (fase excêntrica) e para cima (fase concêntrica) caracteriza o ciclo alongamento-encurtamento do músculo (*Stretching-Shortening Cycle, SSC*).

O ciclo de alongamento-encurtamento é utilizado em várias ações diárias como correr, andar, saltar, aproveitando a capacidade elástica inerente aos elementos elásticos em série.

O potencial elástico dos músculos só pode ser utilizado quando há um alongamento muscular com concomitante geração de força. Durante estas ações musculares há a produção de trabalho negativo, o qual tem parte de sua energia mecânica absorvida e armazenada na forma de energia potencial elástica nos elementos elásticos em série (FARLEY, 1997).

Quando há a passagem da fase excêntrica para a concêntrica, rapidamente, os músculos podem utilizar esta energia aumentando a geração de força na fase posterior com um menor custo metabólico. Porém, se a passagem de uma fase para a outra for lenta, a energia potencial elástica será dissipada na forma de calor, não se convertendo em energia cinética (CAVAGNA, 1997).

No salto com contra movimento, o executante realiza a fase excêntrica e concêntrica do movimento e a transição da fase descendente para a ascendente o mais rápido possível, desta forma o ciclo de alongamento-encurtamento pode ser utilizado produzindo uma maior geração de força, uma maior elevação do centro de gravidade (CG), com uma maior eficiência mecânica (menor gasto energético) (UGRINOWITSCH & BARBANTI, 1998).

As fases do *CMJ* na plataforma de força estão representadas graficamente na Figura 2.2, e estão compreendidas entre as letras *a* e *h*. Os momentos de *a* até *h* são descritos de acordo com Linthorne (2001) como:

a: ponto *a* é o início do salto. O indivíduo se encontra de pé em posição estacionária e a altura do seu centro de massa (CM) se torna zero;

a-b: o indivíduo flexiona quadril, joelhos e tornozelos, não necessariamente nesta seqüência. A força resultante se torna negativa e o seu CM se move e acelera para baixo;

b: marca a máxima aceleração para baixo do CM;

b-c: o CM ainda se move para baixo. A força resultante e a aceleração do CM ainda são negativas;

c: a força de reação do solo vertical (FRSV) é igual ao peso corporal e a força resultante e a aceleração do CM são iguais a zero. A fase *a-c* é chamada algumas vezes de *unweighting*, por que a força de reação do solo é menor que o peso corporal;

c-d: a força resultante é positiva agora, mas o CM ainda se move para baixo;

d: é a menor posição do CM no *CMJ* (velocidade igual a zero), e a FRSV é quase máxima;

d-e: esta é a fase de impulsão em que o indivíduo se move para cima estendendo o quadril, joelhos e tornozelos, chamada fase positiva (concêntrica);

e: a FRSV diminui se tornando igual ao peso corporal e a velocidade é máxima para cima;

e-f: a FRSV se torna menor que o peso corporal. A força resultante e a aceleração do CM se tornam negativas, mas o indivíduo ainda se move para cima;

f: o ponto *f* é o instante em que o indivíduo perde o contato com o solo. O CM está mais alto do que na posição inicial porque as articulações estão estendidas;

f-g: ascensão da fase de vôo;

g: o ponto *g* marca o pico de altura do CM no salto;

g-h: descendência da fase de vôo;

h: é o momento em que há o primeiro contato dos pés com o solo. A força de reação do solo apresenta um pico de impacto, em seguida se iguala ao peso corporal e o indivíduo se encontra na posição inicial para a execução do próximo salto.

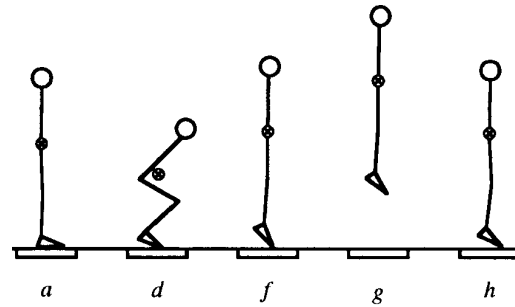


Figura 2.2 – Sequência de ações no salto com contra movimento (CMJ).

Fonte: LINTHORNE, N.P. (2001)

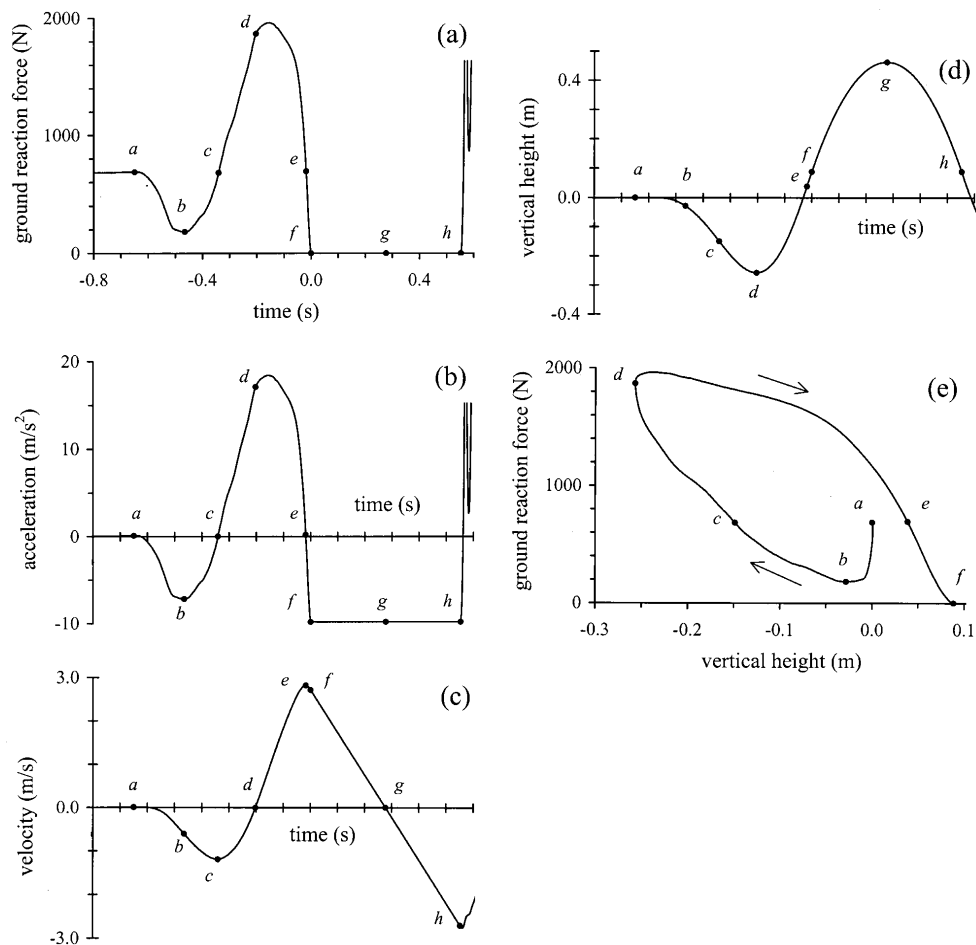


Figura 2.3 – Curvas dinâmicas e cinemáticas do *Counter Movement Jump*: (a) curva de força de reação do solo, (b) curva aceleração-tempo, (c) curva velocidade-tempo, (d) curva deslocamento-tempo e (e) curva força-deslocamento.

Fonte: LINTHORNE, N.P. (2001)

2.2.3 Influência dos saltos nos desportos

O salto vertical é de grande importância no desempenho de diversas modalidades esportivas, que requerem amplo e flexível repertório da habilidade de saltos, em diferentes situações, e o atleta necessita que essa capacidade física esteja em condições ótimas de desempenho. Galdi (1999) em revisão realizada sobre pesquisas com salto vertical, conclui que o aumento e a importância destes estudos torna evidente a necessidade de se trabalhar com saltos verticais dentro de um programa de treinamento em todas as modalidades esportivas, pois a performance dos membros inferiores é fundamental no desempenho dessas modalidades.

Diferentes modalidades esportivas apresentam o salto vertical como parte integrante de seus gestos fundamentais. Sendo que, em algumas delas, o salto é parte de ações motoras mais complexas.

2.3 TREINAMENTO PLIOMÉTRICO

O termo pliometria é derivado do vocábulo grego *pleyten* cujo significado é aumentar, ou *plio* e *metric* (maior e medida) (DINTMAN, WARD e TELLEZ, 1999). Segundo Kutz (2003) este termo foi introduzido pelo treinador norte americano Fred Wilt em 1975. Essa técnica tornou-se popular nos anos 60 e 70 e foi responsabilizada pelo sucesso dos atletas do leste europeu na época.

Os treinadores norte americanos já usavam saltos com bancos, pular corda, porém não conheciam sua base fisiológica. Foi, então, o treinador soviético Yuri Verkhoshanski, durante o final da década de 60, quem começou a transformar o que eram apenas saltos aleatórios, em treinamento pliométrico organizado (PRENTICE e VOIGHT, 2003).

O treinamento pliométrico, antigamente conhecido como treinamento de saltos, é recomendado para aumentar o desempenho de atletas, assim como é usado num momento final do processo de reabilitação em pacientes cuidadosamente selecionados.

A maioria das atividades desportivas, como saltar e arremessar utiliza uma alternância de contrações musculares, denominada de ciclo alongamento-encurtamento, ou seja, um mecanismo fisiológico cuja função é aumentar a eficiência mecânica dos movimentos, nos quais ocorre uma contração muscular excêntrica, seguida, imediatamente, por uma ação concêntrica (VOIGHT, DRAOVITCH e TIPPET, 2002). Um dos meios pelo qual se ativa o ciclo alongamento-encurtamento é a pliometria. Esse método é conhecido por desenvolver potência muscular em atletas. A potência representa o componente principal da boa forma física, que pode ser o parâmetro mais representativo do sucesso nos esportes que requerem força rápida e extrema (BOMPA, 2004).

O propósito dos exercícios de ciclo alongar encurtar ou de contra movimento, de acordo com Wilk *et al.* (1993) é melhorar a capacidade de reação do sistema neuromuscular e armazenar energia elástica durante o pré-alongamento, para que esta seja utilizada durante a fase concêntrica do movimento. Esses exercícios promovem a estimulação dos proprioceptores corporais para facilitar o aumento do recrutamento muscular numa mínima quantidade de tempo.

Segundo Ugrinowitsh e Barbanti (1998) para uma melhor compreensão da pliometria deve-se buscar entender os três elementos básicos que compõem a estrutura muscular: o elemento contrátil, os elementos elásticos em série e os elementos elásticos em paralelo. O elemento contrátil é a fonte geradora de energia, pois é constituído pelo complexo actina-miosina. Os elementos elásticos em série possuem a função de acúmulo e liberação da energia potencial elástica. Por último, os elementos elásticos em paralelo, cuja constituição é derivada dos tecidos conectivos, respondem pela resistência ao movimento quando da ocorrência de um alongamento muscular.

A pliometria é baseada no reflexo de contração das fibras musculares resultantes de um estímulo rápido (e então alongamento) dessas mesmas fibras. Fisiologicamente, quando o alongamento excessivo e violento torna-se possível, os receptores de alongamento criam impulsos nervosos proprioceptivos para serem enviados à medula espinhal e, por meio de uma ação reflexa, eles são recebidos novamente nos receptores. Através dessa ação reflexa, ocorre um efeito de freio aplicado, evitando o

alongamento das fibras musculares e, o mais importante em termos de pliometria, uma contração muscular com muita potência é liberada (BOMPA, 2004).

Segundo o mesmo autor (2004), não serão apenas fatores musculares que serão alterados com o treinamento pliométrico. Este método trabalha também com mecanismos neurais complexos. Como resultado do treinamento pliométrico, ocorre mudanças tanto musculares quanto neurais que facilitam e aumentam o desempenho de habilidades de movimentos mais rápidos e potentes. Com isso, consegue-se um melhor recrutamento das fibras musculares para a realização da contração muscular, conseqüentemente, obtém-se uma contração mais rápida, mais explosiva, sem aumentar o número de fibras musculares propriamente, apenas obtém-se um melhor rendimento delas.

Deslandes *et al.* (2003) afirma que um programa de exercícios pliométricos aumenta a eficiência neural, corrigindo déficits proprioceptivos e melhorando o desempenho neuromuscular. Em estudo com base eletromiográfica e plataforma de força, Chimera, Swanik e Straub (2004) descobriram que o treinamento com saltos pliométricos melhorou a ativação da musculatura do quadril, a qual é importante para a estabilização do joelho e conseqüentemente para prevenção de lesões.

Segundo Komi (1983) o ciclo alongamento-encurtamento é regulado, essencialmente, pela quantidade do padrão de ativação nervosa dos músculos envolvidos, pela quantidade de energia elástica armazenada e pelo equilíbrio entre os fatores nervosos facilitadores e inibidores da contração muscular.

A especificidade técnico-motora do exercício é um dos principais fatores para se obter um resultado eficaz com os exercícios pliométricos. Os movimentos específicos de cada esporte devem ser analisados e um programa de exercícios pliométricos deve seguir as exigências de cada desporto (BOMPA, 2004).

No salto com contra-movimento (CMJ) é permitido ao sujeito efetuar a fase excêntrica, em que o indivíduo executa o mais rápido possível a transição para a fase concêntrica. Durante a ação explosiva, verifica-se o maior benefício do ciclo alongamento-encurtamento, utilizando alta geração de força. (NETO *et al.*, 2005).

De acordo com Rossi e Brandalize (2007) a pliometria, além de importante instrumento na reabilitação de lesões, é ainda efetiva na prevenção destas, pois um

bom controle motor atua como um mecanismo protetor capaz de ativar as vias de estabilização reflexas, ocasionando uma resposta motora mais veloz diante de forças ou traumas inesperados. A pliometria é, portanto, uma forma de se obter força explosiva e melhorar a propriocepção ao mesmo tempo. A possibilidade de utilizar a pliometria como atividade estimuladora da potenciação muscular, surge como uma alternativa interessante, já que os exercícios dessa natureza podem ser realizados de forma simples e em qualquer ambiente. Segundo os mesmos, é fundamental para o fisioterapeuta do esporte conhecer o conceito e a aplicação clínica da pliometria na prevenção e no tratamento das lesões esportivas, para que possa elaborar um programa de reabilitação seguro e eficiente, que visa reabilitar o atleta em todos os seus aspectos.

Apesar dos exercícios pliométricos terem sido inicialmente utilizados no treinamento de atletas para desenvolver força explosiva, a sua utilização na reabilitação vem crescendo muito, com o objetivo de melhorar a reatividade muscular através da facilitação do reflexo miotático e da dessensibilização dos órgãos tendíneos de Golgi e melhorar a coordenação intra e extra articular. (MYERS e LEPHART, 2000).

2.4 MÉTODOS DE MEDIÇÃO EM BIOMECÂNICA

Biomecânica é uma disciplina entre as ciências derivadas das ciências naturais, que se ocupa de análises físicas de sistemas biológicos, conseqüentemente, de análises físicas de movimentos do corpo humano (AMADIO e BARBANTI, 2000).

A biomecânica do movimento busca explicar como as formas de movimento dos corpos dos seres vivos acontecem na natureza a partir de parâmetros cinemáticos e dinâmicos. (ZERNICKE, 1981).

Nos últimos anos o progresso das técnicas de medição, armazenamento e processamento de dados contribuiu enormemente para a análise do movimento humano.

Para Cunha *et al* (1995) a análise do movimento é um recurso importante para o estudo e a compreensão da motricidade humana. Com ela pode-se não só medir e descrever o movimento, como também compreender de que forma ele é controlado.

Biomecânica é a ciência que descreve, analisa e modela os sistemas biológicos, logo, uma ciência de relações altamente interdisciplinares dada a natureza do fenômeno investigado. Assim, a biomecânica do movimento busca explicar como as formas de movimento dos corpos de seres vivos acontecem na natureza a partir de parâmetros cinemáticos e dinâmicos (ZERNICKE, 1981 *apud* AMADIO e BARBANTI, 2000).

Podemos classificar os procedimentos de medição em biomecânica nas seguintes categorias: (a) Procedimentos Mecânicos – observações de grandezas por observação direta e que não se alteram muito rapidamente. (b) Procedimentos Eletrônicos – grandezas mecânicas são transformadas em elétricas, facilitando a medição de grandezas que se alteram rapidamente com o tempo e daí adaptando ao processamento de dados, o que permite medições dinâmicas. (c) Procedimentos Óptico-eletrônicos (processamento de imagens) – representação óptica e geométrica do objeto a ser analisado (ABDEL-AZIS & KARARA, 1971 *apud* AMADIO e BARBANTI, 2000).

Por se tratar de uma disciplina com alta dependência de resultados experimentais, é premente que a biomecânica apresente grande preocupação com seus métodos de medição. Somente desta forma é possível buscar métodos e medidas mais acurados e precisos para a modelagem do movimento humano. Os métodos utilizados pela biomecânica para abordar as diversas formas de movimento são: cinemetria, dinamometria, antropometria e eletromiografia (WINTER, 1990, AMADIO, 1989, BAUMANN, 1995 *apud* AMADIO e BARBANTI, 2000).

Segundo Durward, Baer e Rowe (2001) a mensuração consiste na atribuição de qualidades ou quantidades ao dado a ser analisado, sendo o dado um fenômeno observável ou potencialmente observável, em outras palavras, um dado é um fato, e pode vir a ser um número se houver um instrumento apropriado para medi-lo.

A descrição quantitativa de aspectos biomecânicos do movimento humano seguramente está ligada às forças que causam o movimento observado, assim como suas repercussões no fenômeno analisado. As forças que agem no corpo humano

podem ser divididas em duas categorias: as forças internas, como a força muscular, por exemplo, e as forças externas que determinam todas as interações físicas entre o corpo e o meio ambiente, por exemplo, as forças de reação do solo. Portanto, o movimento humano apresenta-se estruturalmente modificado de acordo com as características próprias de cada indivíduo, sua morfologia, tipo de atividade, idade e presença de determinadas patologias.

A investigação da força de reação do solo na fase de apoio dos movimentos de locomoção, bem como da distribuição de pressão dinâmica na superfície plantar, traz importantes conhecimentos sobre a forma e características da sobrecarga mecânica sobre o aparelho locomotor humano e seu comportamento para movimentos selecionados. Por isso, informações referentes a estas variáveis podem ainda revelar sobre a estrutura e função do pé, o controle postural, ou ainda sobre o controle do movimento. (SACCO e AMADIO, 1995).

2.4.1 Cinemetria

Os pesquisadores biomecânicos dispõem de uma ampla gama de equipamentos para estudar a cinemática do movimento humano. Os fotógrafos começaram a utilizar câmeras no estudo do movimento humano e animal durante o final do século XIX. Um famoso fotógrafo dessa época foi Eadweard Muybridge. O fotógrafo utilizava-se de uma série de câmeras com um dispositivo com o qual se podia captar lances seriados de cavalos trotando e galopando. Produziu documentação científica também a respeito de movimentos humanos de grande importância. Hoje, os analistas possuem equipamentos que possibilitam uma análise quantitativa em filem ou vídeo com câmeras ligadas ao computador, que torna possível o cálculo das estimativas das quantidades cinemáticas de maior interesse na filmagem. (HALL, 2000).

De acordo com Amadio e Barbanti (2000) o instrumento básico para medidas cinemáticas é o baseado em câmeras de vídeo que registram a imagem do movimento e então através de software específico calculam as variáveis cinemáticas de interesse. Ainda através da Fotografia, Cinematografia e Cronofotografia podemos registrar a

imagem para processamento de variáveis cinemáticas. Todos estes procedimentos necessitam de lentes e outros instrumentos ópticos para garantir a qualidade da imagem.

Segundo Amadio e Serrão (2007) as imagens são registradas por câmeras e auxílio de correspondentes “Soft”- e “Hardware”. Para aplicações em cinemetria recomendam-se procedimentos e sistemas que se utilizam de câmeras de vídeo e que permitam a reconstrução tridimensional de pontos corporais em movimento. Recomendam-se ainda a utilização de câmeras digitais. A frequência do registro da imagem deve estar de acordo com a frequência natural do movimento a ser analisado.

Para a aquisição de dados é necessário que pontos anatômicos estratégicos sejam identificados com a colocação de marcadores reflexivos, deixando desta forma os eixos internos dos segmentos selecionados mais visíveis para captura das imagens (LEG e POLLO, 2001).

2.4.2 Plataforma de Força

Em tarefas cotidianas, de acordo com Roesler (s.d.), como caminhar e correr, e em atividades físicas, o corpo humano exerce força contra o solo, frequentemente através dos pés. O estudo destes movimentos pode ser realizado através da interpretação de variáveis mecânicas obtidas com a utilização de instrumento denominado plataforma de força. Tal instrumento permite a medição da força de ação exercida pelo pé sobre uma superfície de contato e o respectivo momento, possibilitando a determinação das três componentes ortogonais de força (F_x , F_y , F_z), representadas na figura 2.4 e os momentos em torno dos três eixos ortogonais coordenados (M_x , M_y , M_z), simultaneamente.

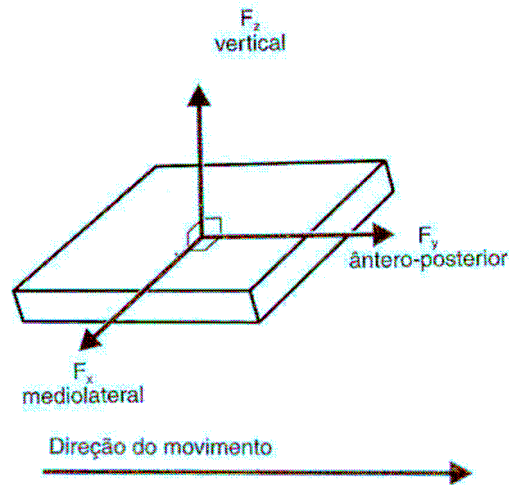


Figura 2.4 – Componentes da força de reação do solo.

Fonte: HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. (1999).

De acordo com Hall *et al* (1996) as plataformas de força são usadas para medir, em três dimensões, a magnitude, posição e direção das forças de reação do solo e os momentos aplicados aos pés em cada fase do movimento humano. Com a introdução das resistências elétricas do tipo “strain gages” na Universidade da Califórnia, as plataformas de medição de força entre o solo e os pés tornaram-se ferramentas de medição cinética padrão nos estudos de locomoção humana.

Uma plataforma de força é constituída por uma placa apoiada em pontos definidos onde qualquer força exercida sobre sua superfície é transmitida aos transdutores, dispositivos capazes de gerar um nível de tensão elétrica correspondente à força sobre eles aplicada. As plataformas de força podem ser classificadas quanto ao tipo de elemento sensível que utilizam, quanto ao número de eixos de medição e quanto à sua aplicação, como por exemplo, a plataforma de força extensométrica.

A aquisição dos dados utilizando uma plataforma de força é relativamente simples, pois à medida que o indivíduo pisa na plataforma e a força é aplicada sobre ela, a deformação correspondente é detectada pelos extensômetros, então os sinais elétricos são amplificados e armazenados num computador (figura 2.5). Para isso é necessário a utilização de cabos elétricos para transmissão dos dados entre os equipamentos (BARELA e DUARTE, 2006).

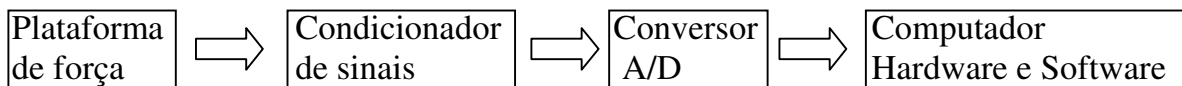


Figura 2.5 – Representação esquemática de um arranjo experimental típico para aquisição e processamento do sinal com uso de plataforma de força.

Fonte: BARELA, A.M.F, DUARTE, M. (2006).

A plataforma de força consiste de duas superfícies rígidas (Figura 2.6), uma superior e uma inferior, que são interligadas por sensores de força. Nas plataformas de força retangulares que medem as três componentes da FRS cada um dos quatro sensores de força registra a força aplicada nas direções médio-lateral (X), ântero-posterior (Y) e vertical (Z) (BARELA e DUARTE, 2006).

Roesler (s.d.) constatou que no projeto de uma plataforma de força o pesquisador deve ter em mente fundamentalmente o tipo de aplicação desejada. De acordo com a aplicação, a plataforma deve ter freqüência fundamental de vibração que não seja excitada pelas forças sob investigação. Os requerimentos primordiais buscados em projetos, para que medições válidas sejam possibilitadas, devem ser:

- Adequada sensibilidade: diz respeito à taxa de mudança no sinal de saída (elétrico) para uma mudança na entrada mecânica. É restringida pela rigidez necessária para maximizar a freqüência fundamental da estrutura;
- Alta linearidade: um método para quantificar a linearidade baseia-se no desvio máximo do sinal de saída do transdutor em relação a uma linha reta ideal que relaciona a excitação mecânica e a saída elétrica do transdutor;
- Baixa histerese: para um transdutor de forças, histerese é definida como a máxima diferença entre as saídas lidas para a mesma carga aplicada; uma leitura sendo realizada com o aumento da carga de zero ao valor máximo permitido por especificações e a outra pela diminuição desde este valor máximo até zero;
- Baixa interferência entre os diferentes eixos: é essencial que as forças detectadas em cada plano sejam independentes de qualquer outra força ou movimento, não devendo ocorrer nenhuma interação entre força ao longo

de um eixo ortogonal e aquelas de outro. Uma grave consequência deste tipo de interferência é a ocorrência de erros consideráveis na determinação da direção e também da posição do vetor de forças resultantes obtido do sinal da plataforma. Atualmente são utilizadas técnicas de desacoplamento mecânico/elétrico (com cancelamento de saídas indesejadas nos circuitos tipo ponte) e eletrônico (via software);

- Inexistência de interferências: associadas com aberrações nos cabos, condutância elétrica, e variações de temperatura e umidade;
- Menor tempo de resposta possível: este aspecto é prejudicado quando se utiliza elementos de grandes dimensões e massa.

Segundo Roesler (2001) para que a plataforma de forças seja capaz de captar precisamente forças dinâmicas bem com estáticas, a frequência natural do sistema deve ser maior que as frequências da excitação aplicada sobre a plataforma, garantindo-se que as forças de inércia induzidas sejam desprezíveis. Assim, a plataforma poderá seguir mais aproximadamente a distribuição da excitação com o tempo.

2.4.3 Antropometria

A Antropometria se preocupa, de acordo com Amadio (2000), em determinar características e propriedades do aparelho locomotor como as dimensões das formas geométricas de segmentos, distribuição de massa, braços de alavanca, posições articulares etc. definindo então, um modelo antropométrico, contendo parâmetros necessários para a construção de um modelo biomecânico da estrutura analisada.

Densidade, distribuição de massa corporal, propriedades inerciais, centro de gravidade, momento de inércia, são características antropométricas onde a maioria dos dados é determinada a partir de estudos *cadavéricos*. Os métodos analíticos são os mais utilizados, caracterizam-se por modelos do corpo baseados em dados antropométricos do indivíduo, portanto medida direta, *in vivo* (AMADIO, 2000).

Muito embora a antropometria tenha sua sustentação feita modernamente, a história mostra ser antiga a preocupação do homem em mensurar o corpo, e, ao longo do tempo, as proporções do corpo foram estudadas por filósofos, artistas, teóricos e arquitetos (MELO e SANTOS, 2000).

3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS – MÉTODOS

3.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como finalidade descrever e ilustrar os respectivos procedimentos experimentais utilizados nos ensaios.

3.2 LOCAL DE EXECUÇÃO

O estudo foi desenvolvido e realizado no Laboratório de Biomecânica do Departamento de Mecânica da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – UNESP.

3.3 AMOSTRA

A amostra foi composta por dez sujeitos do sexo feminino, com idade média de $11,6 \pm 1,35$, ginastas da Escola de Ginástica Rítmica de Guaratinguetá, as quais participaram do estudo como voluntárias. Foram esclarecidas sobre o objetivo da pesquisa e informadas que seriam filmadas, sendo garantida segurança e sigilo durante a pesquisa. O termo de consentimento assinado individualmente pelos responsáveis das participantes foi feito de acordo com a resolução do Conselho Nacional de Saúde que regulamenta estudos envolvendo humanos (ANEXO 1).

A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisas do Centro Universitário de Barra Mansa (RJ) (ANEXO 2).

3.3.1 Seleção da Amostra

Os indivíduos foram selecionados segundo parâmetros antropométricos e todos, naquele momento, não possuíam nenhum tipo de doença ou deficiência física a qual pudesse impedir a realização do teste.

3.3.2 Registro dos dados individuais da amostra

3.3.2.1 Medidas Antropométricas

Foram realizadas as seguintes medidas:

- Altura total: utilizado estadiômetro de haste de ferro, fixo à balança de pesagem da marca Filizola, graduado em milímetros.
- Peso corporal total: atletas com uniforme de ginástica, descalças, pesadas em uma balança Filizola com precisão de 100g.

A Tabela 3.1 apresenta as características individuais coletadas da amostra.

Tabela 3.1 – Características da amostra.

SUJEITOS	IDADE	PESO (N)	ESTATURA(m)
1	13	511,99	1,45
2	12	467,87	1,45
3	11	430,30	1,43
4	12	567,13	1,49
5	10	507,25	1,44
6	12	591,77	1,47
7	14	887,10	1,55
8	12	576,43	1,48
9	10	573,18	1,38
10	10	577,16	1,42
MÉDIAS	11,6	569,02	1,46
DESVIO PADRÃO	1,35	124	0,05

3.4 BANCADA EXPERIMENTAL UTILIZADA

3.4.1 Para mensuração da força de reação vertical

3.4.1.1 Plataforma de força

Para realização dos ensaios foi utilizada uma plataforma de força, construída no Laboratório de Biomecânica do Departamento de Mecânica da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – UNESP, com a finalidade de se obter as forças de

reação vertical do solo, provenientes dos esforços produzidos pelos respectivos apoios dos pés dos sujeitos (membros inferiores) sobre esta.

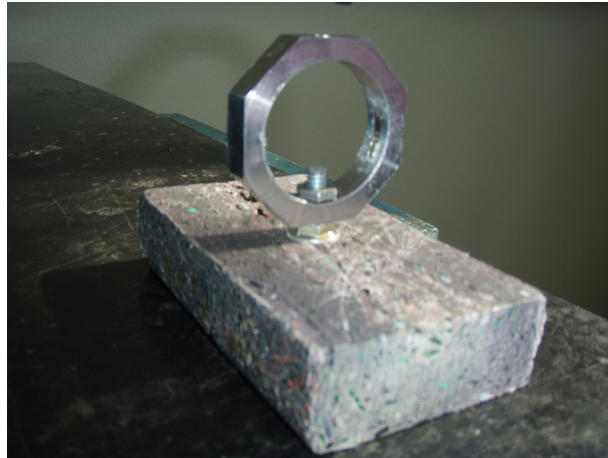


Figura 3.1 – Anel octogonal de aço da Plataforma de força.



Figura 3.2 – Suporte da Plataforma de força utilizado nos ensaios na água.

3.4.1.2 Bancada experimental para os ensaios realizados na água

Para as medidas das variáveis do salto realizado dentro d'água foi utilizado um tanque construído pelo Laboratório de Biomecânica do Departamento de Mecânica da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – UNESP, com as seguintes medidas: 1,22m (largura) x 1,00m (comprimento) x 2,00m (altura). Com coluna d'água de 90cm. Sob o tanque foi adaptada, externamente, a plataforma de força.



Figura 3.3 – Bancada experimental para os ensaios realizados na água.

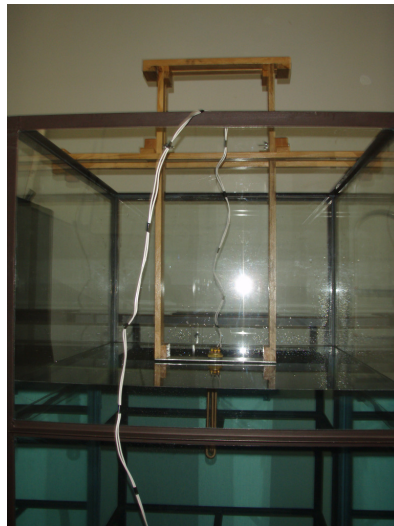


Figura 3.4 – Equipamento utilizado no aquecimento d'água.

3.4.1.3 Bancada experimental para os ensaios realizados no solo

A bancada experimental para os ensaios realizados no solo foi composta por uma plataforma de força, uma câmera fotográfica sobre tripé, o sistema de medição Spider 8 e Microcomputador.



Figura 3.5 – Bancada experimental para os ensaios realizados no solo.

3.4.1.4 Spider 8 (HBM)

Sistema de medição eletrônico para computador, para medidas elétricas de variáveis mecânicas, tais como: deformação, força, pressão e aceleração.



Figura 3.6 – Spider 8 (HBM)

3.4.1.5 Microcomputador (PC)

Registra e manipula os dados obtidos por meio do *software* CATMAN 3.1 da HBM. Os dados adquiridos de sinais de extensômetros da plataforma foram armazenados em um microcomputador PC – Pentium IV.



Figura 3.7 – Microcomputador

3.4.2 Dados cinemáticos para mensuração do ângulo de flexão de joelho e altura do salto

3.4.2.1 Câmera

O sistema de captura de imagens foi realizado através de uma câmera fotográfica da marca Olympus modelo Stylus 770 SW, no modo filmagem, com frequência de captura de 30Hz.



Figura 3.8 – Câmera utilizada para aquisição das imagens.

3.4.2.1.1 Posicionamento da câmera para o ensaio no solo.

A câmera foi posicionada sobre um tripé, permanecendo numa altura constante de 1,30m, a uma distância da plataforma de força de 3,50m.

3.4.2.1.2 Posicionamento da câmera para o ensaio na água.

A câmera foi posicionada sobre um tripé, permanecendo a uma altura constante de 1,16 m, a uma distância da plataforma de força de 2,80m. A plataforma de força encontrava-se a uma altura do solo de 52cm.

3.4.2.2 Digitalização das imagens

A digitalização das imagens foi realizada por um computador *notebook* através um *software* específico. Após a digitalização os vídeos foram fragmentados, transformados em fotos pelo *software* Quintic Player 3.01 e armazenados no computador. Em seguida foi realizado o processamento das imagens para se obter os dados de ângulo de flexão de joelhos e altura dos saltos.

Foi utilizado o *software* MATLAB 6.5 para os devidos cálculos.

3.5 ENSAIOS DE CALIBRAÇÃO DA PLATAFORMA DE FORÇA

3.5.1 Plataforma de força – calibração estática

3.5.1.1 Procedimentos utilizados na calibração da plataforma de força

O ensaio de calibração da plataforma de força foi realizado no Laboratório de Biomecânica do Departamento de Mecânica da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – UNESP. Foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Pesos de 7 kg e 10 kg
- Spider 8 (HBM)
- Microcomputador (PC)

Os ensaios de calibração da plataforma de força foram realizados com o objetivo de levantar a curva de calibração da mesma, ou seja, as cargas verticais proporcionadas pelos pesos (N) *versus* as respectivas tensões de saída (mV), fornecidas pelo Spider 8.

As deformações ocorridas nos anéis (ϵ_f) correspondem às aplicações dos pesos (N) sobre a plataforma, sendo essas proporcionais às variações de tensões de saída (mV), fornecida pela ponte de extensometria (circuito ponte completa), previamente acoplada no módulo Spider 8, e dada por:

$$\epsilon_f = \frac{4}{K} \cdot \frac{\Delta E}{V}$$

(1)

- ϵ_f – deformação específica do anel
 K – fator do extensômetro
 ΔE – tensão de saída da ponte Wheatstone
 V – tensão da ponte

3.5.1.2 Valores experimentais de tensões (mV) obtidos

A Tabela 3.2 exibe os valores médios das tensões de saída (mV) em função da variação dos pesos (N) aplicados durante os ensaios de calibração ascendente e descendente da plataforma de força:

Tabela 3.2 – Valores médios de calibração da plataforma de força

CARGA (N)	Carregamento 1 (mV/V)	Descarregamento 1 (mV/V)	Carregamento 2 (mV/V)	Descarregamento 2 (mV/V)	MÉDIA (mV/V)
0	0	0,0006	0	-0,00564	-0,00126
74,556	0,01224	0,01332	0,00468	0,0054	0,00891
149,112	0,03084	0,0252	0,01752	0,01968	0,02331
223,668	0,03468	0,03528	0,0354	0,02664	0,033
298,224	0,05016	0,04728	0,04416	0,04332	0,04623
372,78	0,06408	0,06564	0,05484	0,0594	0,06099
447,336	0,07692	0,0822	0,07152	0,069	0,07491
521,892	0,0948	0,0936	0,09396	0,08436	0,09168
619,992	0,1134	0,117	0,10344	0,11028	0,11103
718,092	0,13128	0,15228	0,1248	0,12864	0,13425
816,192	0,15204	0,15228	0,14376	0,1482	0,14907
914,292	0,17004	0,17652	0,16104	0,16692	0,16863
1012,392	0,1878	0,1878	0,18048	0,18048	0,18414

3.5.1.3 Curva de calibração

A curva de calibração da plataforma foi obtida utilizando o método da regressão linear simples, na qual a equação da reta é dada por:

$$Y = A + BX \quad (2)$$

Onde:

Y – carga (N)

X – tensão de saída (mV/V)

Os coeficientes A e B são dados por:

$$A = \frac{\sum Y_i \sum X_i^2 - \sum X_i Y_i \sum X_i}{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (3)$$

$$B = \frac{N \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (4)$$

A Figura 3.9 ilustra a curva de calibração obtida para a plataforma de força:

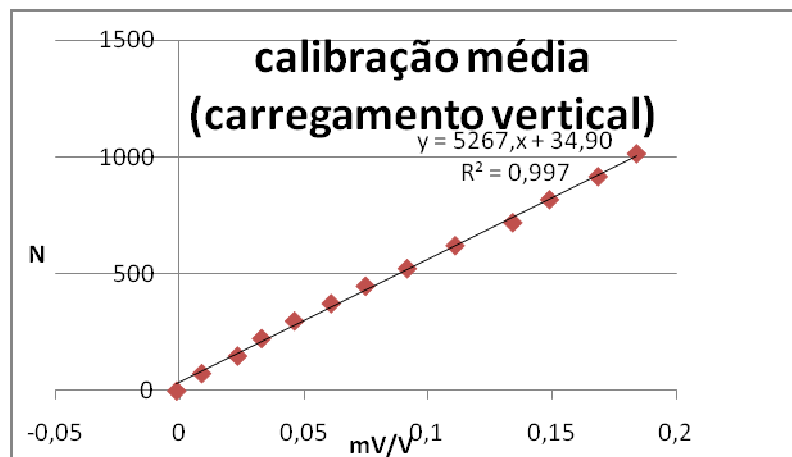


Figura 3.9 – Curva de calibração da plataforma de força.

3.6 PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada em dois dias. Em horários pré-estabelecidos, os sujeitos compareceram ao Laboratório de Biomecânica do Departamento de Mecânica da FEG para realização dos saltos com contra movimento (*counter movement jump*).

O protocolo de medição foi constituído pelo posicionamento dos sujeitos sobre a plataforma de força, após sinal auditivo os participantes iniciavam uma contagem de três segundos e então realizavam o salto, da seguinte maneira:

- 1- Posição inicial: sujeito ereto sobre a plataforma de força, com cotovelos em flexão de 90°, ombros aduzidos e mãos em posição neutra, segundo figura 3.10.



Figura 3.10 – Posição inicial do protocolo de medição sobre a plataforma de força.

- 2- Contra movimento: o sujeito é orientado a realizar uma flexão máxima de joelho, com os pés na plataforma (agachamento), segundo figura 3.11.



Figura 3.11 – Posição de contra movimento do protocolo de medição sobre a plataforma de força.

- 3- Extensão de joelhos: retorno à posição inicial, segundo figura 3.12.



Figura 3.12 – Posição de extensão de joelhos do protocolo de medição sobre a plataforma de força.

- 4- Fase de vôo: o sujeito salta, saindo da plataforma, com extensão de MMII, segundo figura 3.13.



Figura 3.13 – Posição de fase de vôo do protocolo de medição sobre a plataforma de força.

- 5- Retorno à plataforma: mantendo a posição inicial de MMSS, sujeito retorna à plataforma e aguarda sinal auditivo do examinador, segundo figura 3.14.



Figura 3.14 – Posição de retorno à plataforma do protocolo de medição sobre a plataforma de força.

Primeiramente, os sujeitos foram ensinados a executar corretamente o salto com contra movimento, fora da plataforma de força. Após instruções, cada indivíduo executou o movimento cinco vezes, aproximadamente, para o aprendizado.

Cada participante realizou 03 seqüências de salto sobre a plataforma, com duração de dez segundos cada, com intervalo entre os mesmos.

O mesmo procedimento foi realizado na água.

3.7 DADOS COLETADOS NOS SALTOS

3.7.1 Ângulo de Flexão de Joelhos

Coletado através da utilização dos *softwares Quintic Player 3.01 e Matlab 6.5*.

3.7.2 Altura do Salto Vertical

Para o cálculo da altura do salto vertical foram utilizados os mesmos *softwares* citados anteriormente.

3.7.3 Tempo de Vôo

O tempo de vôo foi calculado a partir do gráfico extraído da plataforma de força através do *software Catman 3.1*.

3.7.4 Velocidade Média

A velocidade média foi calculada através da equação:

$$v = v_0 + at$$

(5)

Sendo $v_0 = 0$, $a = g$ ($9,81\text{m/s}^2$) e $t = t/2$.

3.7.5 Forças de Saída e Chegada

Ambas foram extraídas da Plataforma de Força, medidas em N. Como a Plataforma de Força foi “zerada” (Tara) com o sujeito parado sobre a mesma, os valores das forças de saída e de chegada demonstrados nos gráficos referem-se aos valores líquidos das mesmas ($F_{s\text{liq}}$ e $F_{c\text{liq}}$). Portanto, para se obter os resultados brutos,

foram somados os valores líquidos das mesmas ao valor do peso corporal obtido pela Plataforma de Força.

3.7.6 Potência de Saída da Plataforma de Força

Calculada através da equação:

$$P_s = F_s.v = (PC+F_{s_{liq}}).v \quad (6)$$

3.7.7 Força Relativa

A força relativa foi obtida pela razão entre o pico máximo de força dinâmica bruta ($PC+F_{s_{liq}}$, obtidos na plataforma) e peso corporal do indivíduo, utilizando-se a seguinte equação:

$$F_r = F_s/PC \quad (7)$$

Força relativa é o cociente entre a força absoluta e o peso corporal da pessoa, onde a força absoluta é o valor máximo de força que pode desenvolver uma pessoa num determinado movimento. (TUBINO, 1989).

3.7.8 Pesos Corporais obtidos pelas amostras nos gráficos

Os pesos corporais obtidos das amostras referem-se à média dos menores valores dados pelos gráficos durante o tempo de vôo dos saltos.

3.8 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

3.8.1 Análise Estatística Correlacional

Foram selecionados o maior e menor salto de cada sujeito, em relação à altura obtida. Foram feitas as análises estatísticas através da correlação de Pearson com a

utilização do *software* Minitab 15, entre as nove variáveis coletadas: ângulo de flexão de joelhos, altura do salto, tempo de vôo, velocidade de saída, força de saída, força de chegada, potência do salto, força relativa e peso corporal.

3.8.2 Comparação entre os resultados obtidos nos ensaios no solo e na água

Foi realizada uma comparação das médias dos resultados obtidos em ambos os ambientes de ensaio.

4 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

4.1 DADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS REALIZADOS NO SOLO

A Tabela 4.1 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 01.

Tabela 4.1 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 01.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
1.1	108,55	30,79	0,54	2,65	914,48	1573,74	2423,37	1,79	510,14
1.2	104,95	31,23	0,53	2,60	940,44	1563,38	2445,14	1,80	520,94
1.3	113,55	32,53	0,53	2,60	917,78	1303,27	2386,23	1,82	504,88

As Figuras 4.1, 4.2 e 4.3 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 01.

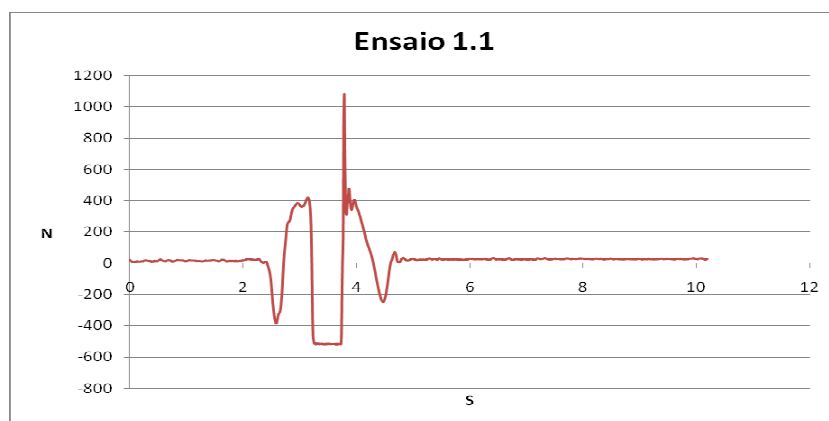


Figura 4.1 – Gráfico do salto 1.1 do sujeito 01.

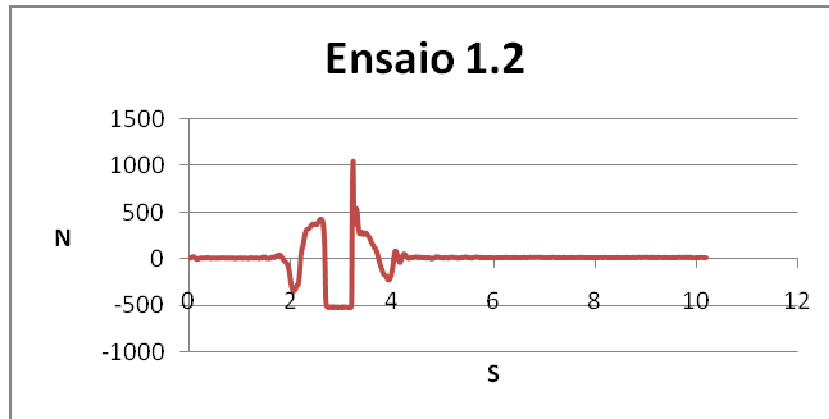


Figura 4.2 – Gráfico do salto 1.2 do sujeito 01.

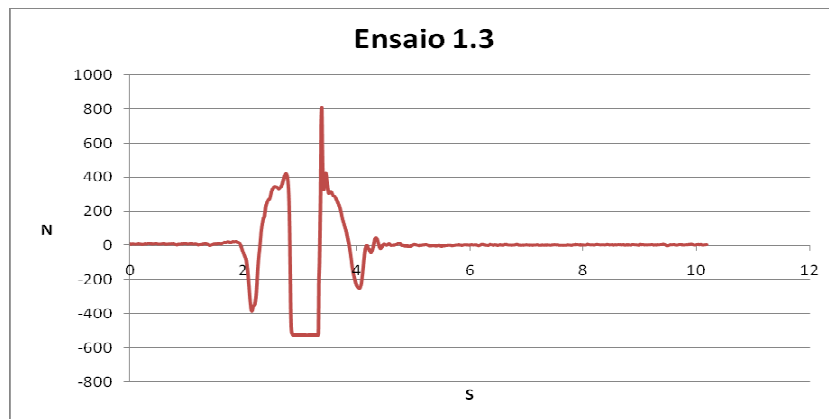


Figura 4.3 – Gráfico do salto 1.3 do sujeito 01

A Tabela 4.2 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 02.

Tabela 4.2 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 02.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura do salto (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
2.1	112,87	27,48	0,49	2,40	856,39	1189,11	2055,34	1,85	463,49
2.2	113,34	27,51	0,49	2,40	839,19	1228,47	2014,06	1,78	470,15
2.3	114,78	31,23	0,52	2,55	871,50	1695,36	2222,32	1,85	469,96

As Figuras 4.4, 4.5 e 4.6 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 02.

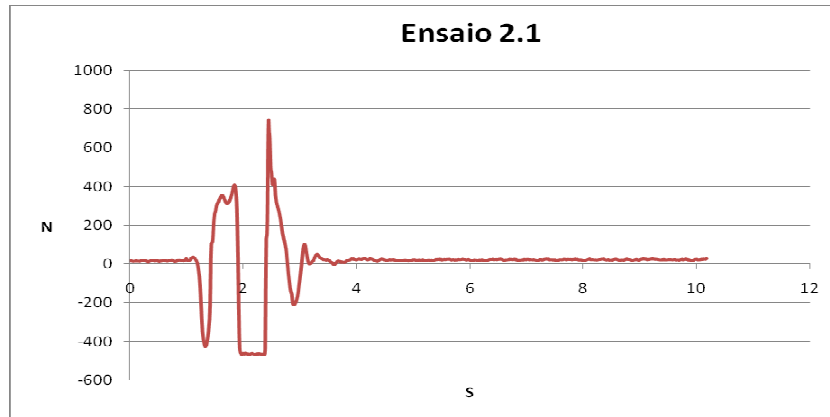


Figura 4.4 – Gráfico do salto 2.1.

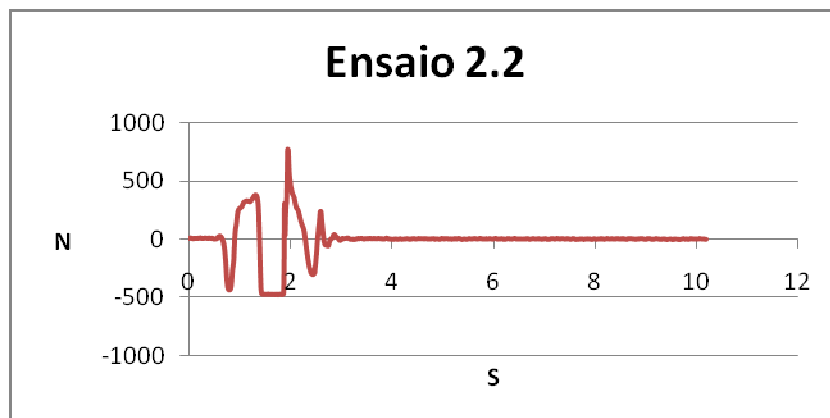


Figura 4.5 – Gráfico do salto 2.2.

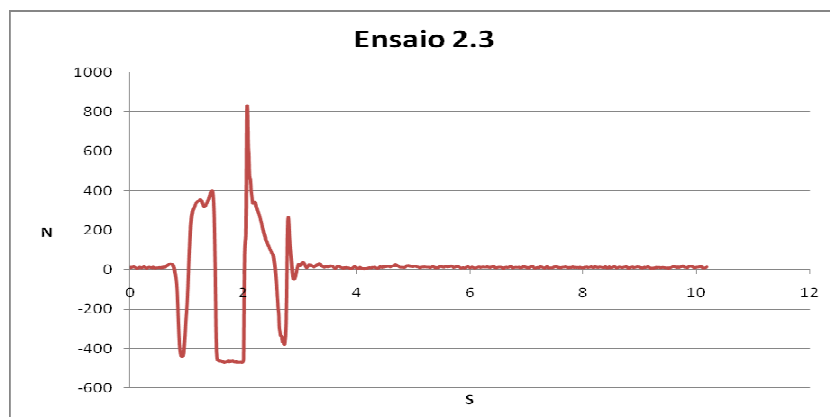


Figura 4.6 – Gráfico do salto 2.3.

A Tabela 4.3 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 03.

Tabela 4.3 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 03.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
3.1	105,59	29,98	0,49	2,40	861,98	2041,73	2083,15	2,02	425,73
3.2	111,9	29,36	0,49	2,40	871,45	1960,88	2091,48	2,01	433,92
3.3	102,33	29,40	0,49	2,40	837,72	2190,52	2010,53	1,94	431,24

As Figuras 4.7, 4.8 e 4.9 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 03.

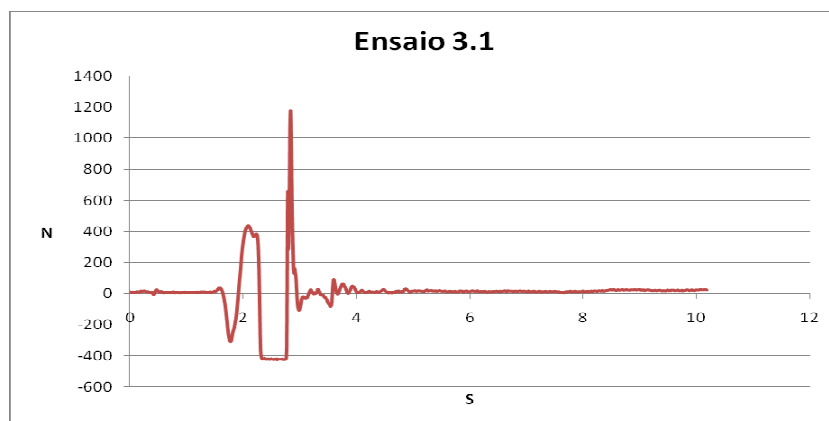


Figura 4.7 – Gráfico do salto 3.1

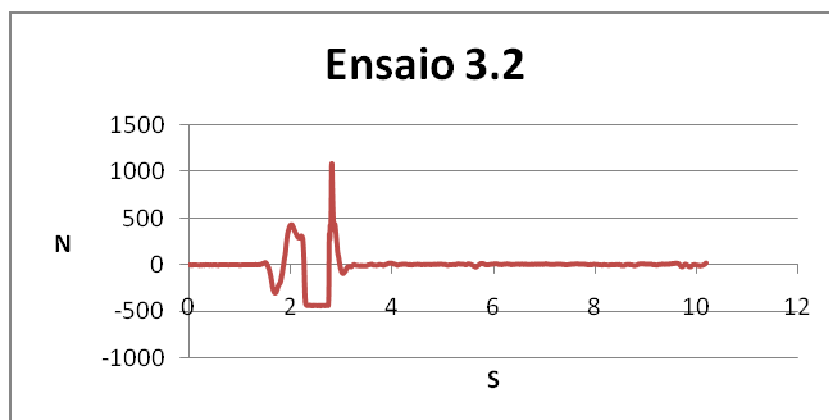


Figura 4.8 – Gráfico do salto 3.2.

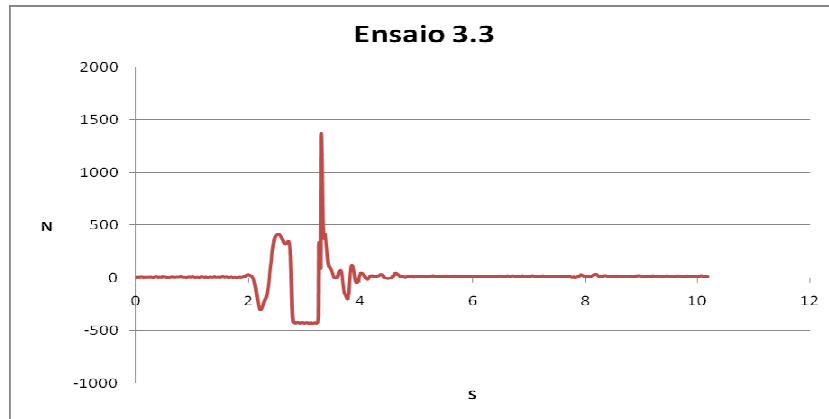


Figura 4.9 – Gráfico do salto 3.3.

A Tabela 4.4 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 04.

Tabela 4.4 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 04.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
4.1	103,37	29,52	0,52	2,55	1069,73	1249,11	2727,81	1,90	562,17
4.2	98,54	32,93	0,55	2,70	1147,24	1591,09	3097,55	2,01	570,76
4.3	106,05	28,89	0,53	2,60	1026,68	1627,92	2669,37	1,81	568,46

As Figuras 4.10, 4.11 e 4.12 ilustram as forças de reacção do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 04:

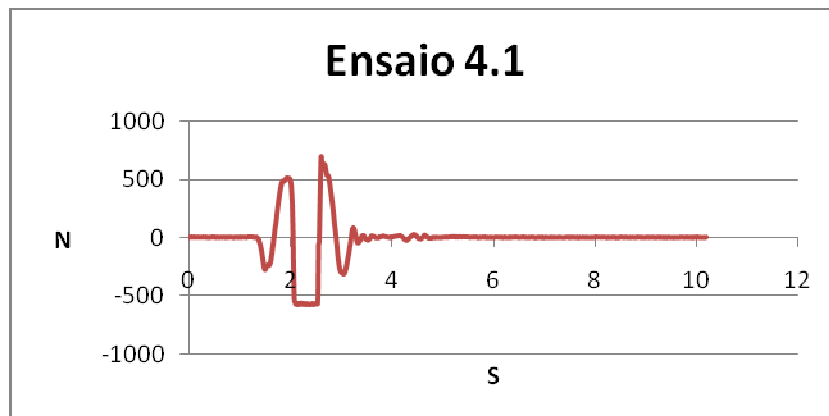


Figura 4.10 – Gráfico do salto 4.1.

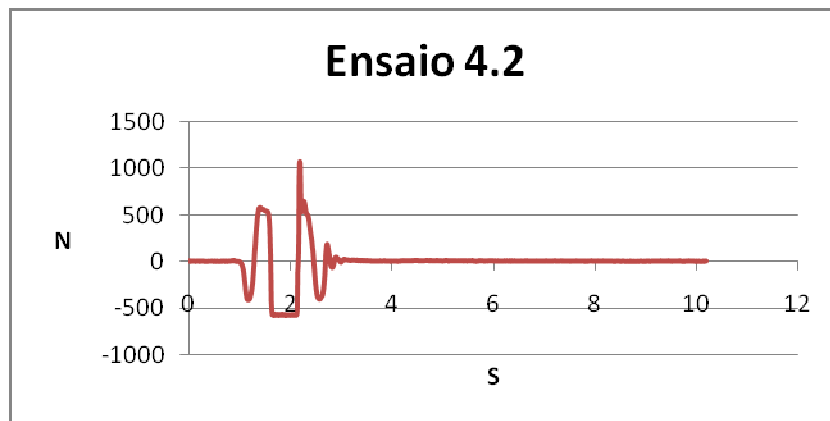


Figura 4.11 – Gráfico do salto 4.2.

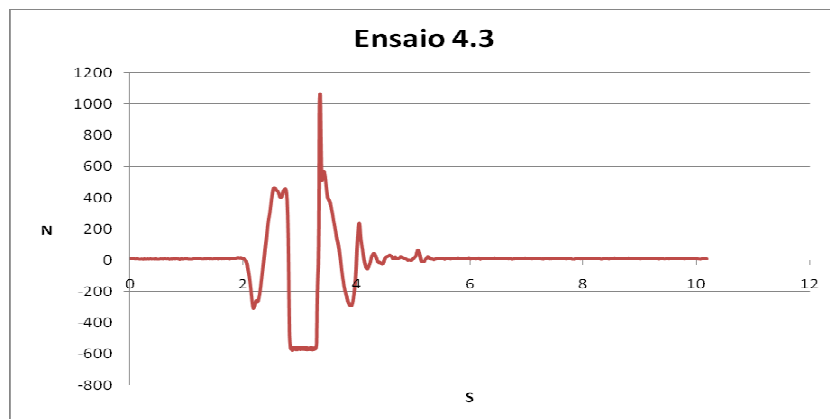


Figura 4.12 – Gráfico do salto 4.3.

A Tabela 4.5 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 05.

Tabela 4.5 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 05.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
5.1	122,25	31,85	0,52	2,55	875,82	1693,11	2233,34	1,72	510,21
5.2	114,02	29,98	0,52	2,55	895,62	1361,60	2283,83	1,77	506,84
5.3	123,14	27,65	0,51	2,50	825,02	1268,09	2062,55	1,63	504,69

As Figuras 4.13, 4.14 e 4.15 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 05:

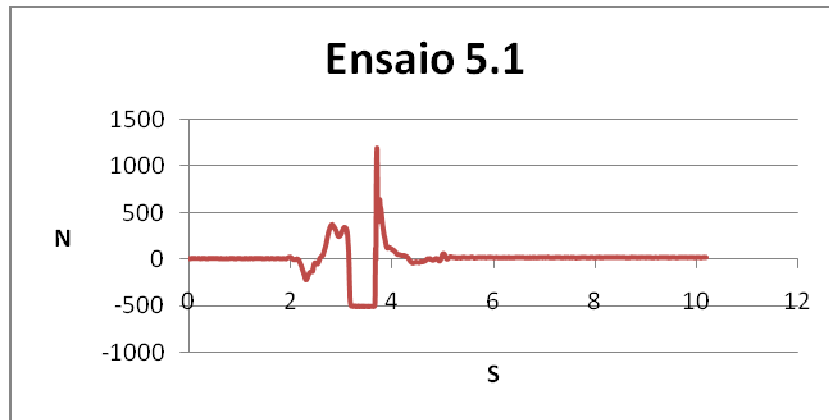


Figura 4.13 – Gráfico do salto 5.1.

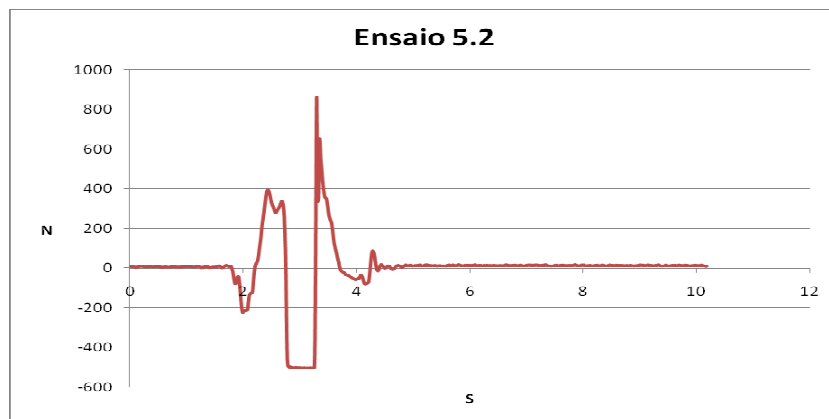


Figura 4.14 – Gráfico do salto 5.2.

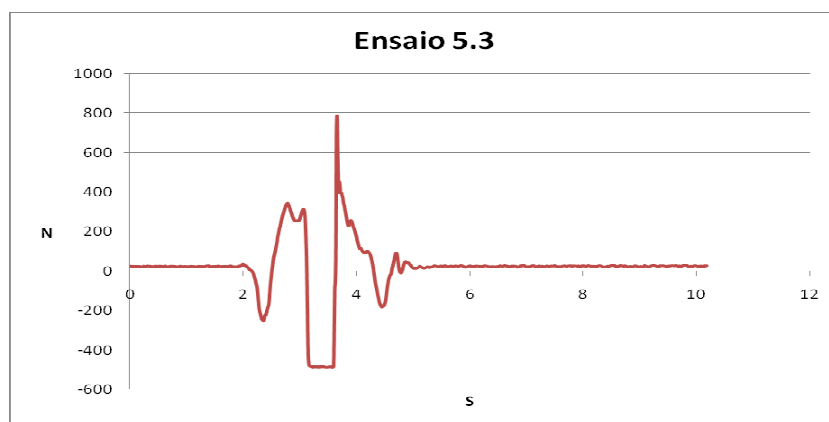


Figura 4.15 – Gráfico do salto 5.3.

A Tabela 4.6 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 06.

Tabela 4.6 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 06.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
6.1	103,44	25,64	0,45	2,21	1052,86	1587,74	2326,82	1,79	589,47
6.2	104,34	21,40	0,44	2,16	1066,75	1732,55	2304,18	1,81	589,31
6.3	102,70	28,78	0,47	2,30	1129,58	1748,55	2598,03	1,89	596,52

As Figuras 4.16, 4.17 e 4.18 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 06.



Figura 4.16 – Gráfico do salto 6.1

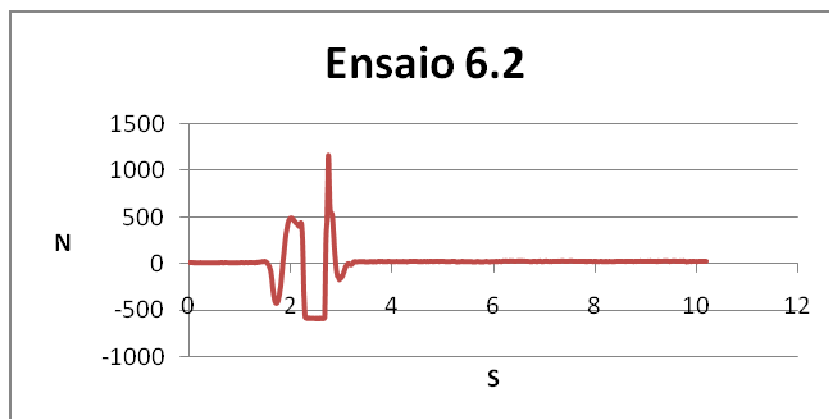


Figura 4.17 – Gráfico do salto 6.2.

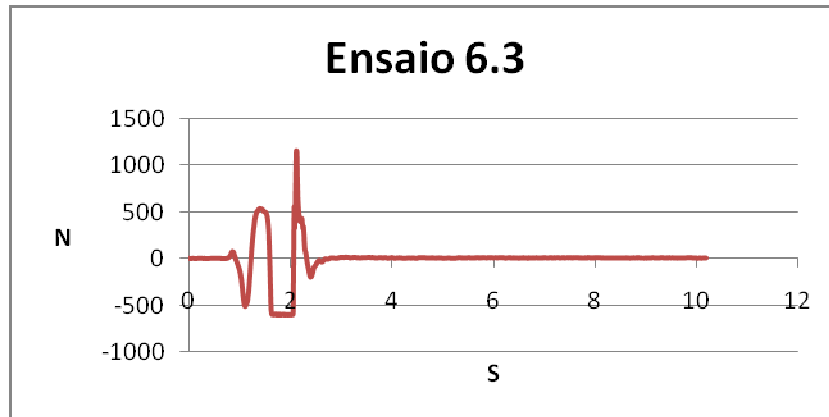


Figura 4.18 – Gráfico do salto 6.3.

A Tabela 4.7 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 07.

Tabela 4.7 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 07.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Voo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
7.1	117,4	34,35	0,52	2,55	1549,46	2099,36	3951,12	1,76	880,88
7.2	117,63	32,48	0,50	2,45	1627,52	2159,56	3987,42	1,85	879,80
7.3	136,32	33,73	0,54	2,65	1643,86	2480,90	4356,23	1,82	900,63

As Figuras 4.19, 4.20 e 4.21 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 07:

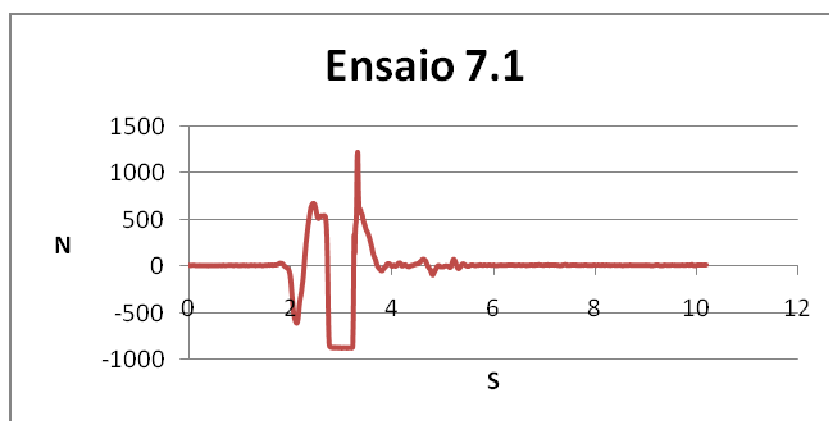


Figura 4.19 – Gráfico do salto 7.1.

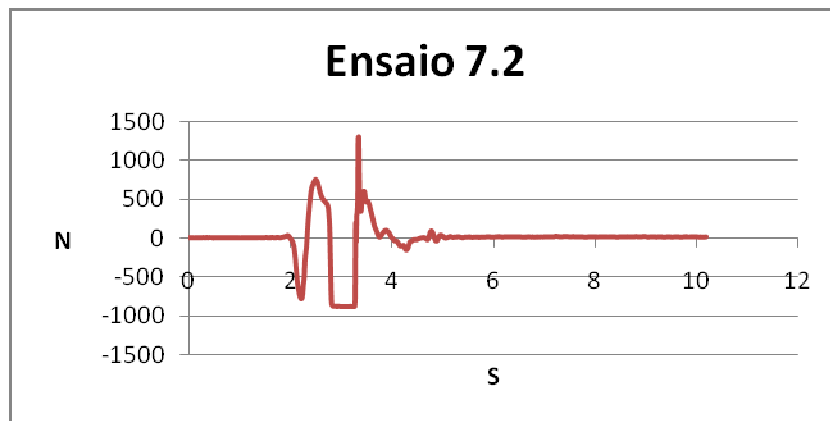


Figura 4.20 – Gráfico do salto 7.2.

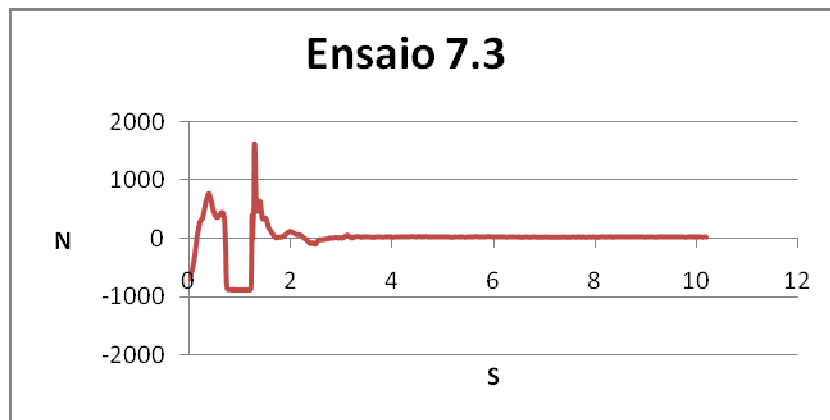


Figura 4.21 – Gráfico do salto 7.3.

A Tabela 4.8 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 08.

Tabela 4.8 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 08.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Voo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
8.1	115,97	29,36	0,50	2,45	1142,16	1433,11	2798,29	1,97	578,98
8.2	103,61	27,03	0,49	2,40	1063,80	1364,46	2553,12	1,84	579,04
8.3	99,75	29,36	0,52	2,55	1108,85	1500,56	2827,57	1,94	571,22

As Figuras 4.22, 4.23 e 4.24 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 08.

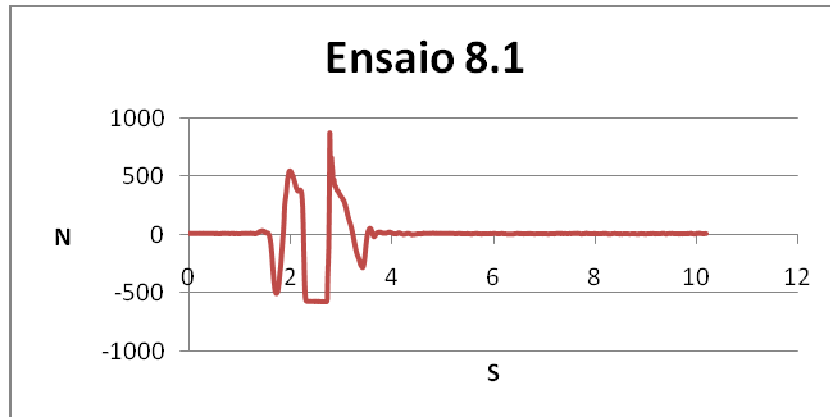


Figura 4.22 – Gráfico do salto 8.1.

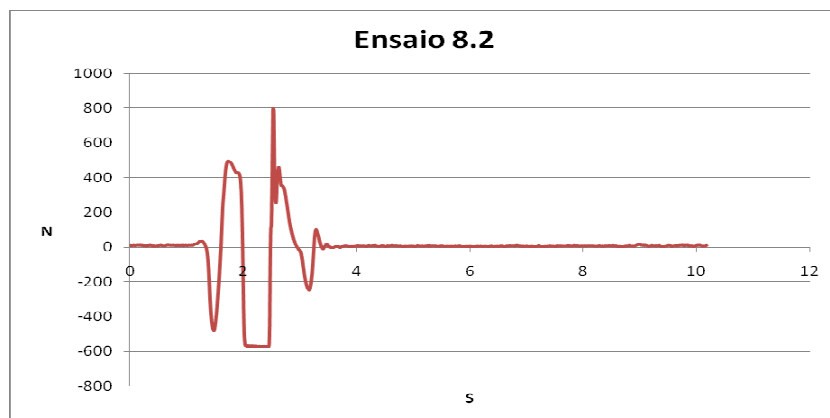


Figura 4.23 – Gráfico do salto 8.2.

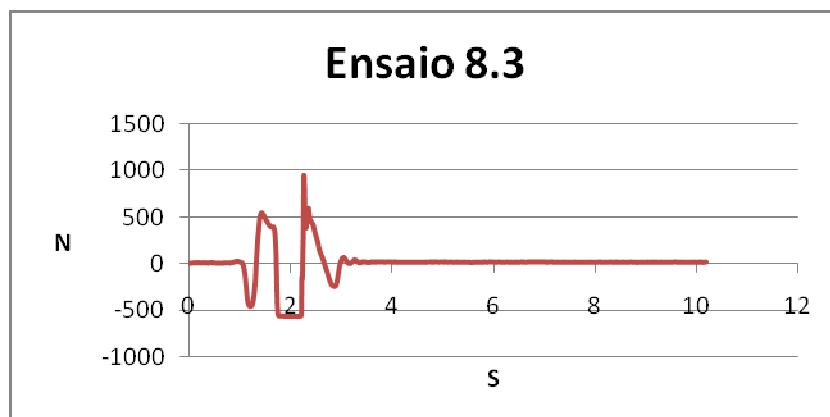


Figura 4.24 – Gráfico do salto 8.3.

A Tabela 4.9 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 09.

Tabela 4.9 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 09.

Salto	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
9.1	108,99	24,98	0,47	2,3	1031,02	2497,35	2371,35	1,80	572,74
9.2	131,85	24,54	0,46	2,26	1115,09	2545,10	2520,10	1,94	574,55
9.3	137,38	25,17	0,48	2,35	1094,56	2344,58	2572,22	1,91	572,25

As Figuras 4.25, 4.26 e 4.27 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 09.

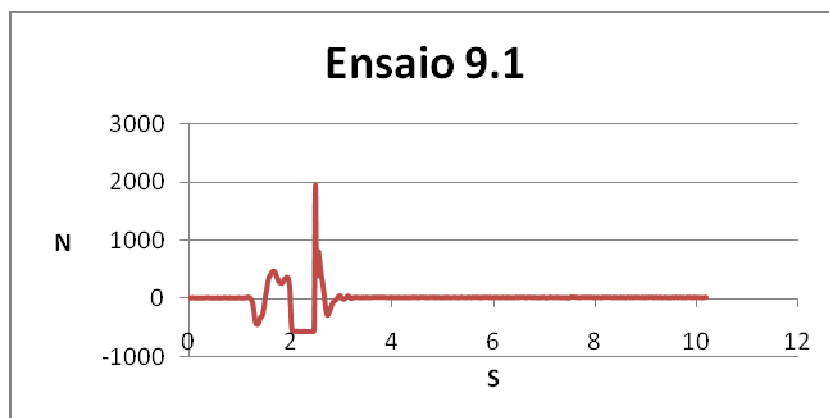


Figura 4.25 – Gráfico do salto 9.1.

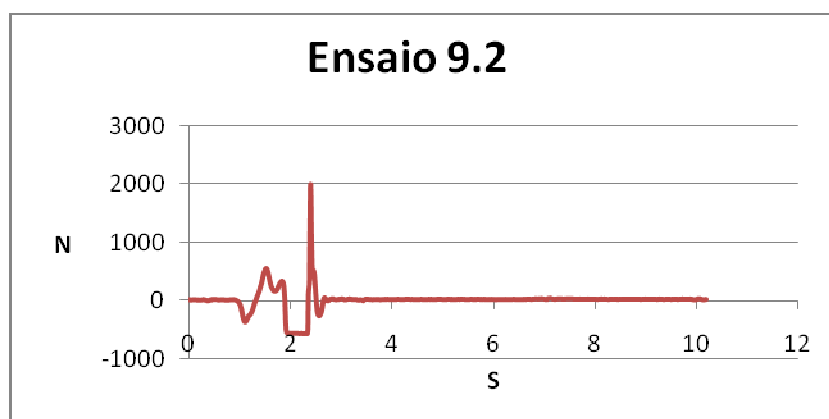


Figura 4.26 – Gráfico do salto 9.2.

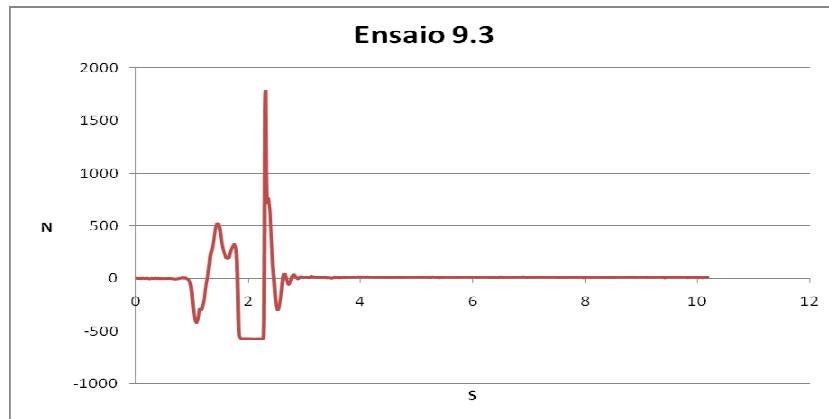


Figura 4.27 – Gráfico do salto 9.3.

A Tabela 4.10 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 10.

Tabela 4.10 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 10.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
10.1	93,3	25,59	0,49	2,4	1063,96	1576,57	2553,50	1,81	588,95
10.2	100,1	24,54	0,49	2,4	1031,93	1758,48	2476,63	1,80	574,46
10.3	95,98	25,17	0,48	2,35	993,66	1885,51	2335,10	1,75	568,07

As Figuras 4.28, 4.29 e 4.30 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 10.

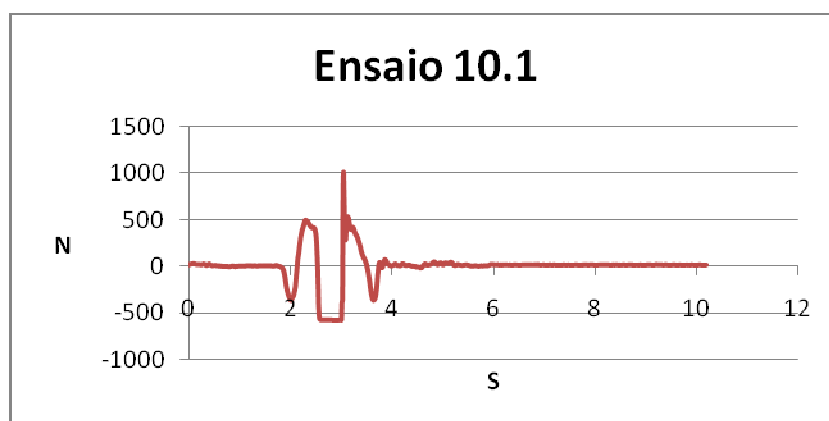


Figura 4.28 – Gráfico do salto 10.1.

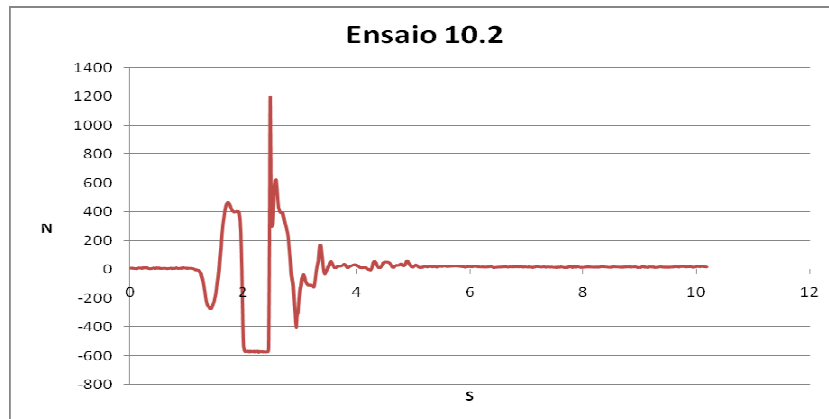


Figura 4.29 – Gráfico do salto 10.2.

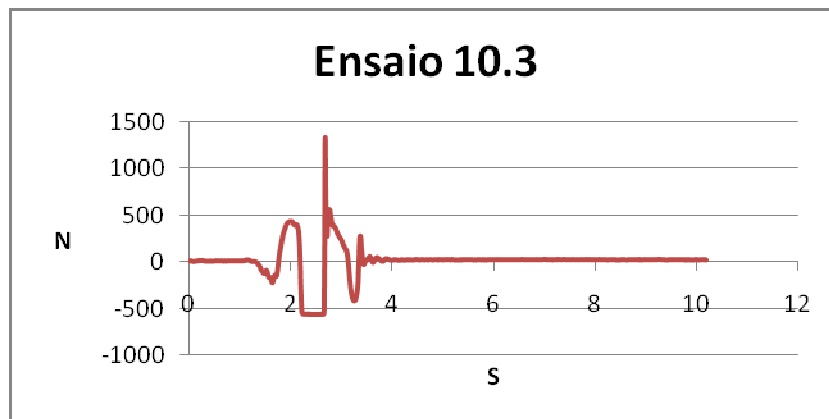


Figura 4.30 – Gráfico do salto 10.3.

4.2 CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS OBTIDAS NOS ENSAIOS REALIZADOS NO SOLO:

Será selecionado um salto de maior altura de cada sujeito, em seguida será realizada a correlação de Pearson entre as variáveis. O mesmo será realizado com os saltos de menor altura. Serão mostrados o gráfico de correlação e a matriz de correlação de Pearson com os respectivos valores P (calculados pelo software *Minitab 15*), que serão diretamente comparados com o nível de significância de alfa igual a 0,05 (5%).

A maioria dos pacotes estatísticos (como o *Minitab 15*) fornece além do valor da estatística da amostra, o **p-valor** (p-value ou significance), conhecido, também, como nível de significância observado ou da amostra. Este valor deve ser comparado com o **nível de significância (α)** escolhido pelo pesquisador, neste caso é só comparar os dois valores. Se o p-valor for menor que alfa, rejeita-se a hipótese nula; caso contrário, se aceita.

4.2.1 Dez saltos de maior desempenho em relação à altura obtida, no solo:

Tabela 4.11 – Dez saltos de maior desempenho no solo.

Ensaio	âng (°)	h (cm)	tv (s)	Vs (m/s)	Fs (N)	Fc (N)	Pot (Nm/s)	Fr (N/N)	PC (N)
1.3	113,55	32,53	0,53	2,60	917,78	1303,27	2386,23	1,82	504,88
2.3	114,78	31,23	0,52	2,55	871,50	1695,36	2222,32	1,85	469,96
3.1	105,59	29,98	0,49	2,40	861,98	2041,73	2083,15	2,02	425,73
4.2	98,54	32,93	0,55	2,70	1147,24	1591,09	3097,55	2,01	570,76
5.1	122,25	31,85	0,52	2,55	875,82	1693,11	2233,34	1,72	510,21
6.3	102,70	28,78	0,47	2,30	1129,58	1748,55	2598,03	1,89	596,52
7.1	117,4	34,35	0,52	2,55	1549,46	2099,36	3951,12	1,76	880,88
8.1	115,97	29,36	0,50	2,45	1142,16	1433,11	2798,29	1,97	578,98
9.3	137,38	25,17	0,48	2,35	1094,56	2344,58	2572,22	1,91	572,25
10.1	93,3	25,59	0,49	2,4	1063,96	1576,57	2553,50	1,81	588,95

4.2.1.1 Correlações entre as nove variáveis dos saltos de maior desempenho (maior altura) executados no solo:

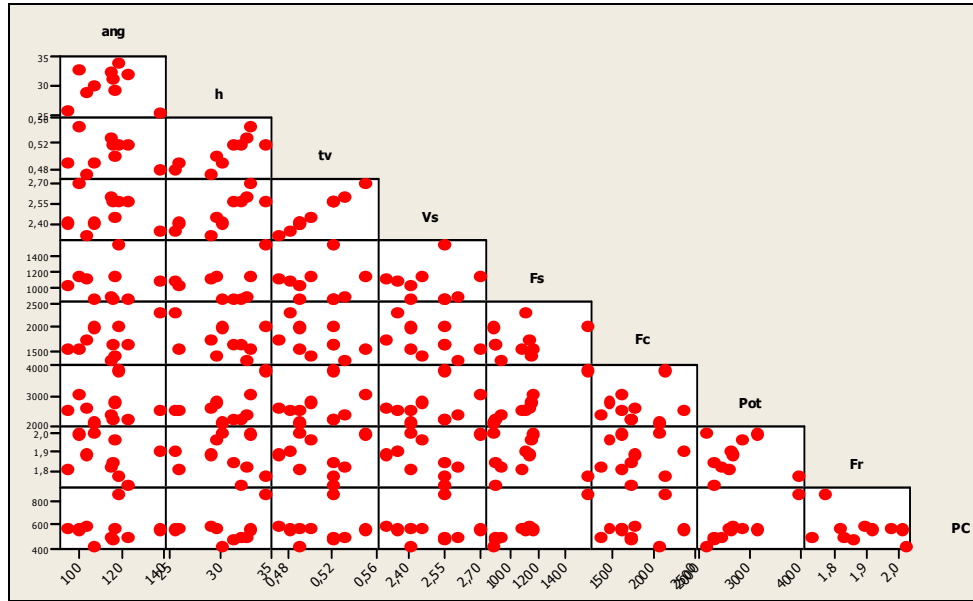


Figura 4.31 – Gráfico de correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de maior desempenho no solo.

Tabela 4.12 – Matriz de Correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de maior desempenho no solo

	ang	h	tv	Vs	Fs	Fc	Pot	Fr
h	-0,060 0,868							
tv	-0,086 0,814	0,785 0,007						
Vs	-0,086 0,814	0,785 0,007	1,000 0,000					
Fs	0,024 0,947	0,198 0,584	0,026 0,943	0,026 0,943				
Fc	0,485 0,155	-0,247 0,492	-0,414 0,234	-0,414 0,234	0,296 0,406			
Pot	-0,005 0,988	0,388 0,268	0,272 0,447	0,272 0,447	0,969 0,000	0,195 0,589		
Fr	-0,235 0,513	-0,188 0,603	-0,122 0,737	-0,122 0,737	-0,117 0,748	0,059 0,872	-0,128 0,724	
PC	0,077 0,832	0,245 0,494	0,055 0,880	0,055 0,880	0,967 0,000	0,281 0,432	0,942 0,000	-0,361 0,305

Conteúdo das células: Correlação de Pearson
Valor de P

4.2.2 Dez saltos de menor desempenho em relação à altura obtida, no solo:

Tabela 4.13 – Dez saltos de menor desempenho no solo

Ensaio	âng (°)	h (cm)	tv (s)	Vs (m/s)	Fs (N)	Fc (N)	Pot (Nm/s)	Fr (N/N)	PC (N)
1.1	108,55	30,79	0,54	2,65	914,48	1573,74	2423,37	1,79	510,14
2.1	112,87	27,48	0,49	2,40	856,39	1189,11	2055,34	1,85	463,49
3.2	111,9	29,36	0,49	2,40	871,45	1960,88	2091,48	2,01	433,92
4.3	106,05	28,89	0,53	2,60	1026,68	1627,92	2669,37	1,81	568,46
5.3	123,14	27,65	0,51	2,50	825,02	1268,09	2062,55	1,63	504,69
6.2	104,34	21,40	0,44	2,16	1066,75	1732,55	2304,18	1,81	589,31
7.2	117,63	32,48	0,50	2,45	1627,52	2159,56	3987,42	1,85	879,80
8.2	103,61	27,03	0,49	2,40	1063,80	1364,46	2553,12	1,84	579,04
9.2	131,85	24,54	0,46	2,26	1115,09	2545,10	2520,10	1,94	574,55
10.2	100,1	24,54	0,49	2,4	1031,93	1758,48	2476,63	1,80	574,46

4.2.2.1 Correlações entre as nove variáveis dos saltos de menor desempenho (menor altura) executados no solo:

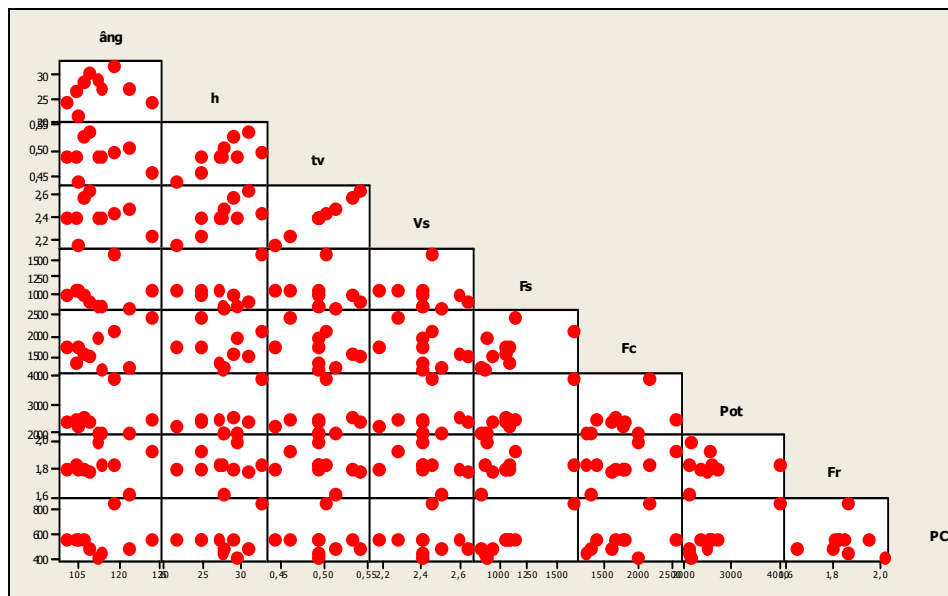


Figura 4.32 – Gráfico de correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de menor desempenho no solo.

Tabela 4.14 – Matriz de Correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de menor desempenho no solo

	âng	h	tv	Vs	Fs	Fc	Pot	Fr
h	0,128 0,724							
tv	-0,132 0,717	0,773 0,009						
Vs	-0,125 0,730	0,769 0,009	1,000 0,000					
Fs	0,121 0,739	0,263 0,462	-0,144 0,691	-0,144 0,691				
Fc	0,454 0,187	-0,040 0,912	-0,368 0,295	-0,361 0,305	0,560 0,092			
Pot	0,083 0,819	0,470 0,170	0,118 0,745	0,118 0,745	0,965 0,000	0,463 0,178		
Fr	0,086 0,814	0,044 0,904	-0,342 0,333	-0,344 0,331	0,167 0,646	0,603 0,065	0,083 0,821	
PC	0,090 0,806	0,260 0,468	-0,070 0,847	-0,070 0,848	0,978 0,000	0,433 0,211	0,961 0,000	-0,044 0,904

Conteúdo das células: Correlação de Pearson
Valor de P

4.3 DADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS REALIZADOS NA ÁGUA

A Tabela 4.3.1 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 01.

Tabela 4.15 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 01.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
1.1	81,67	35,45	0,66	3,24	532,74	1055,13	1726,08	2,97	179,51
1.2	83,05	35,00	0,67	3,29	538,80	1018,42	1770,68	3,00	179,51
1.3	93,92	34,64	0,66	3,24	521,22	740,95	1687,34	2,90	179,51

A Figura 4.33, 4.34, 4.35 e 4.36 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 01.

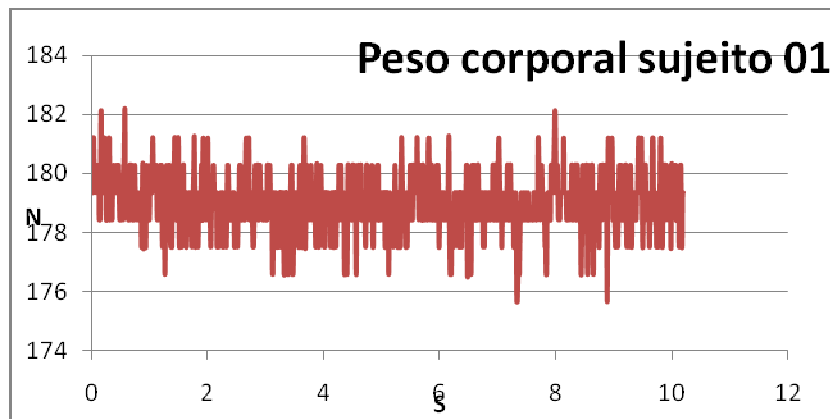


Figura 4.33 – Gráfico do peso corporal do sujeito 01 obtido na plataforma de força na água.

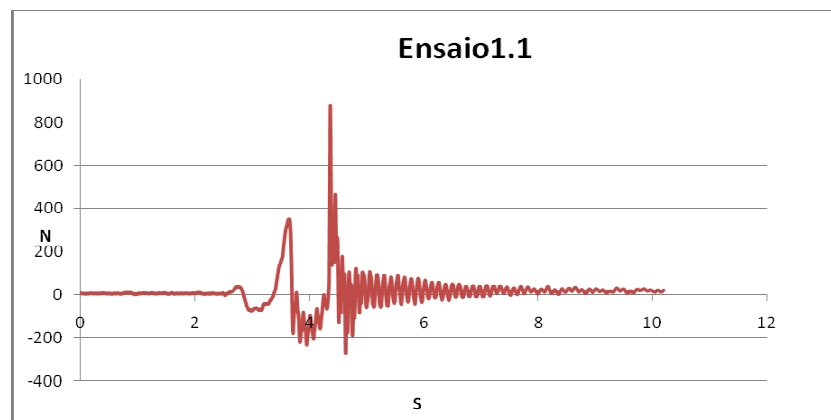


Figura 4.34 – Gráfico do salto 1.1 do sujeito 01.

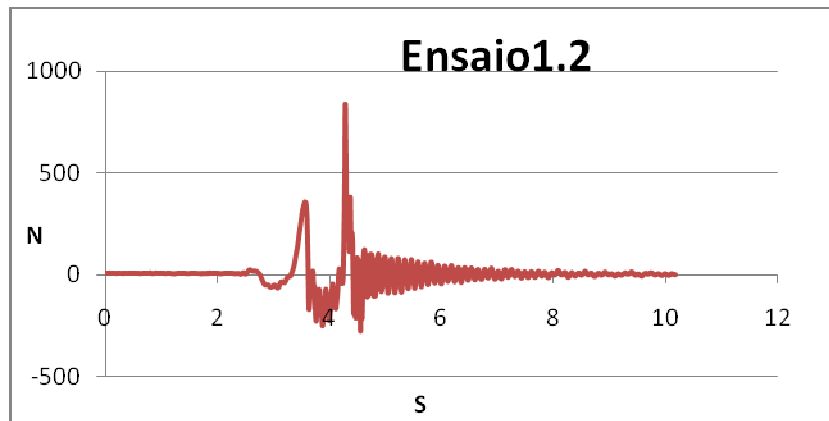


Figura 4.35 – Gráfico do salto 1.2 do sujeito 01.

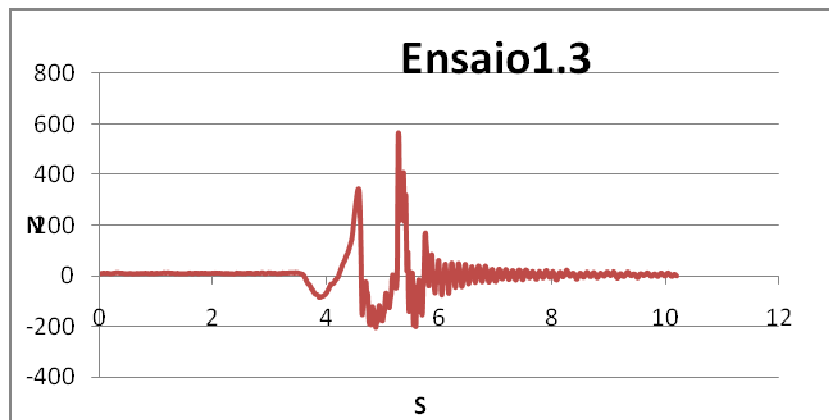


Figura 4.36 – Gráfico do salto 1.3 do sujeito 01.

A Tabela 4.20 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 02.

Tabela 4.16 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 02.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura do salto (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
2.1	93,48	29,75	0,65	3,19	458,19	730,29	1460,82	2,72	168,25
2.2	84,15	32,19	0,55	2,70	542,15	812,96	1462,58	3,22	168,25
2.3	86,64	33,06	0,62	3,04	474,81	635,19	1443,94	2,82	168,25

As Figuras 4.37, 4.38 e 4.39 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 02.

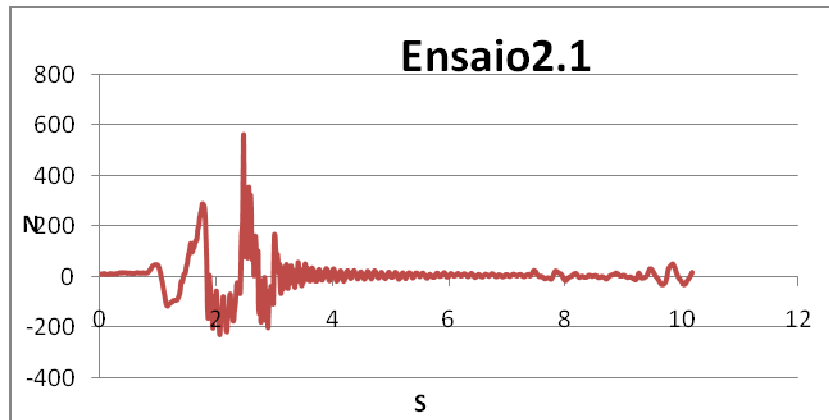


Figura 4.37 – Gráfico do salto 2.1.

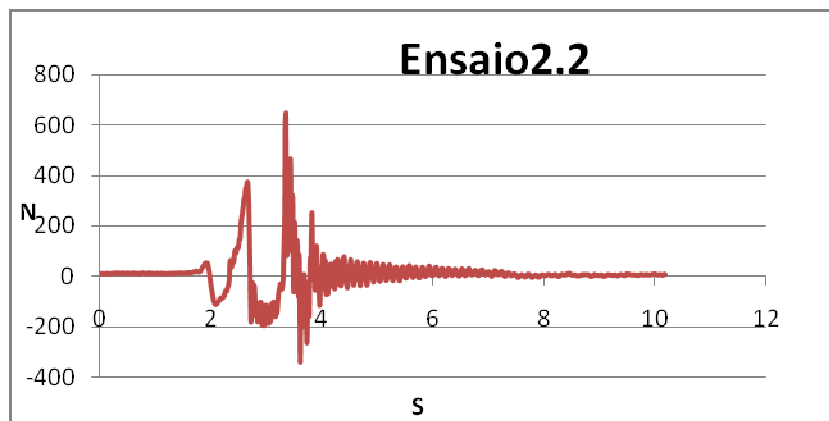


Figura 4.38 – Gráfico do salto 2.2.

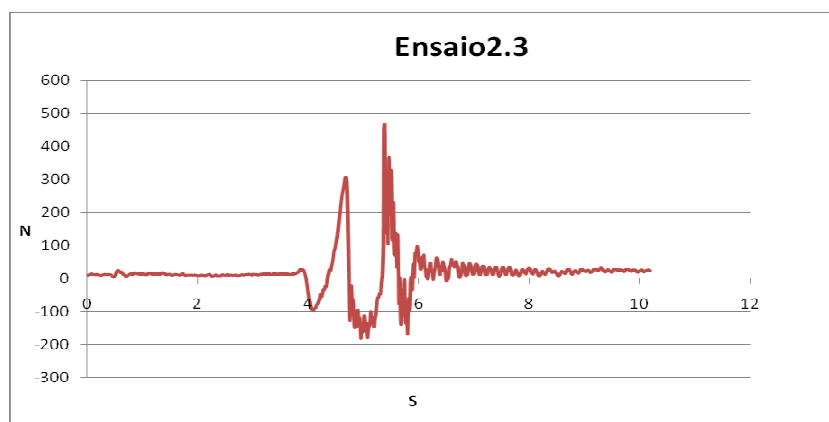


Figura 4.39 – Gráfico do salto 2.3.

A Tabela 4.17 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 03.

Tabela 4.17 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 03.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
3.1	98,85	25,10	0,42	2,06	339,86	567,97	700,15	2,51	135,58
3.2	94,32	26,94	0,58	2,84	362,63	593,45	1031,65	2,67	135,58
3.3	95,16	31,20	0,56	2,75	384,27	674,51	1055,51	2,83	135,58

As Figuras 4.40, 4.41 e 4.42 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 03.

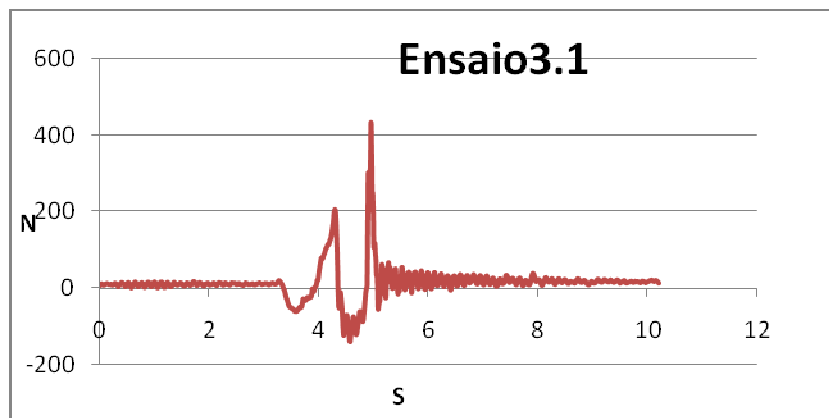


Figura 4.40 – Gráfico do salto 3.1.

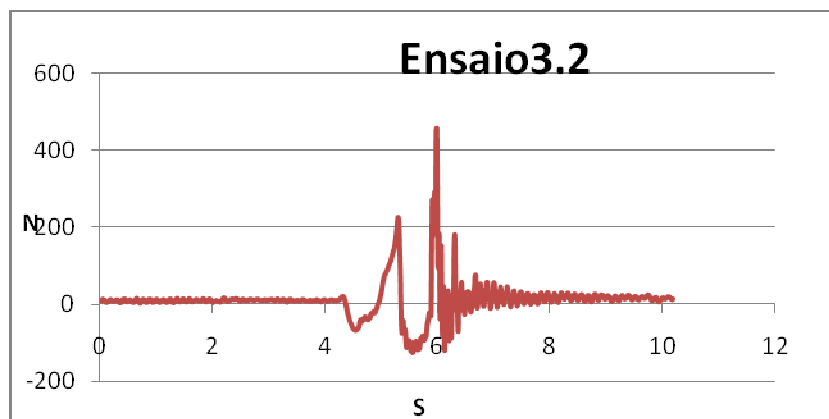


Figura 4.41 – Gráfico do salto 3.2.

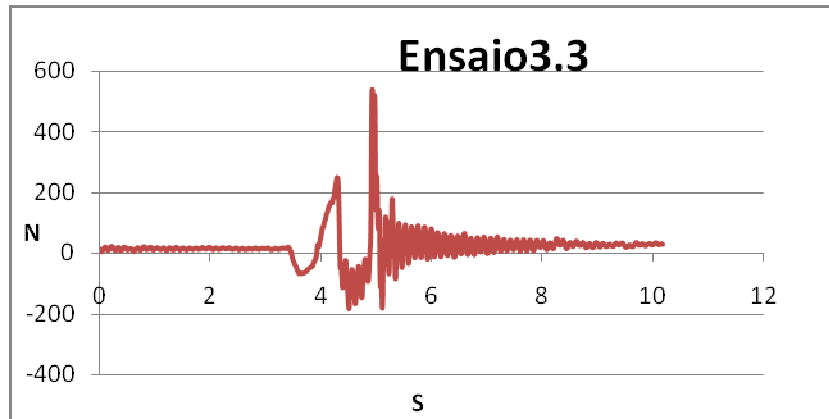


Figura 4.42 – Gráfico do salto 3.3.

A Tabela 4.18 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 04.

Tabela 4.18 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 04.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
4.1	80,06	32,67	0,66	3,24	541,76	505,39	1755,30	3,10	174,59
4.2	81,28	32,23	0,65	3,19	529,64	592,84	1689,55	3,03	174,59
4.3	81,18	34,10	0,62	3,04	514,49	567,78	1564,61	2,95	174,59

As Figuras 4.43, 4.44 e 4.45 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 04:

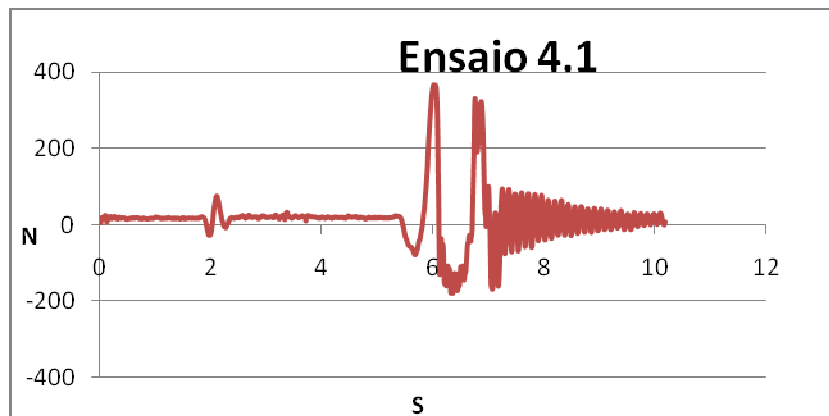


Figura 4.43 – Gráfico do salto 4.1.

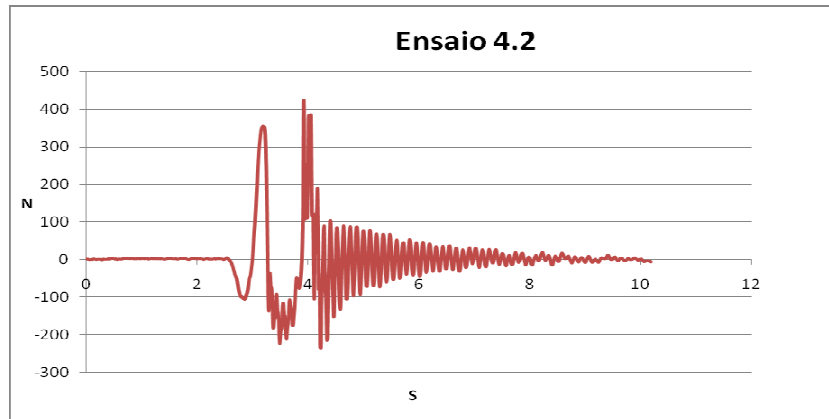


Figura 4.44 – Gráfico do salto 4.2.

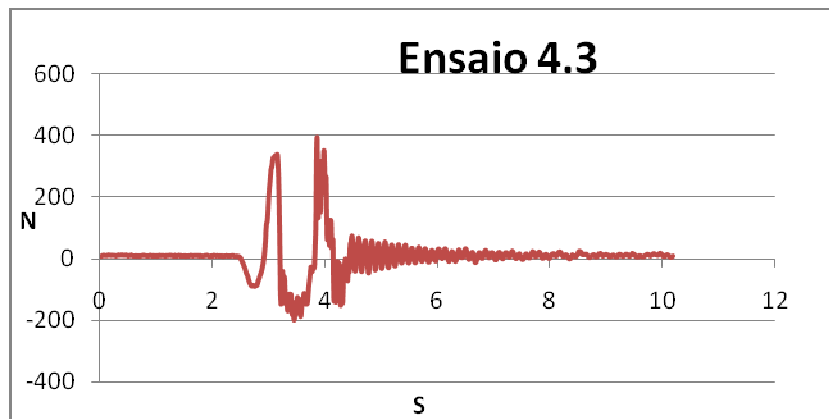


Figura 4.45 – Gráfico do salto 4.3.

A Tabela 4.19 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 05.

Tabela 4.19 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 05.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
5.1	84,58	33,05	0,68	3,33	510,03	482,15	1701,15	3,19	159,83
5.2	83,34	34,04	0,67	3,29	490,63	500,33	1612,38	3,07	159,83
5.3	80,42	34,89	0,57	2,80	496,70	533,73	1388,70	3,11	159,83

As Figuras 4.46, 4.47 e 4.48 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 05:

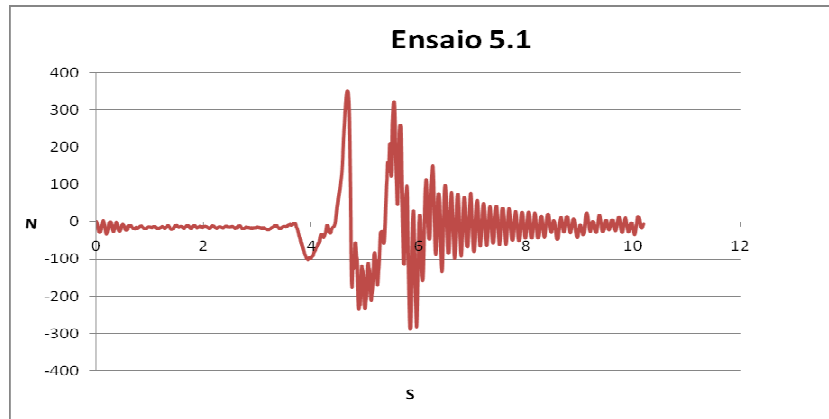


Figura 4.46 – Gráfico do salto 5.1.

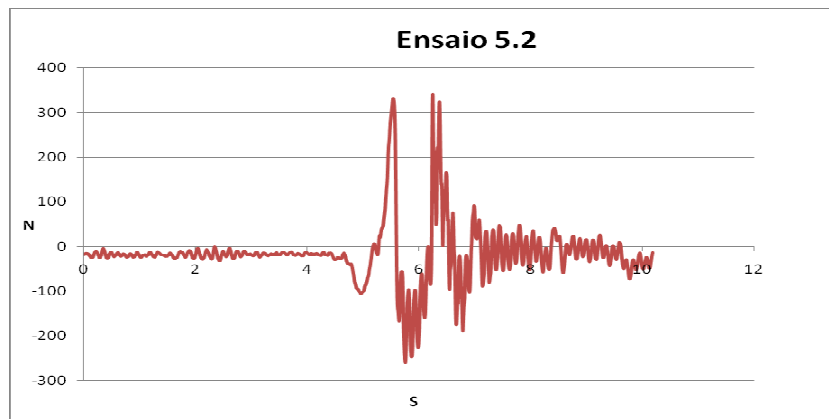


Figura 4.47 – Gráfico do salto 5.2.

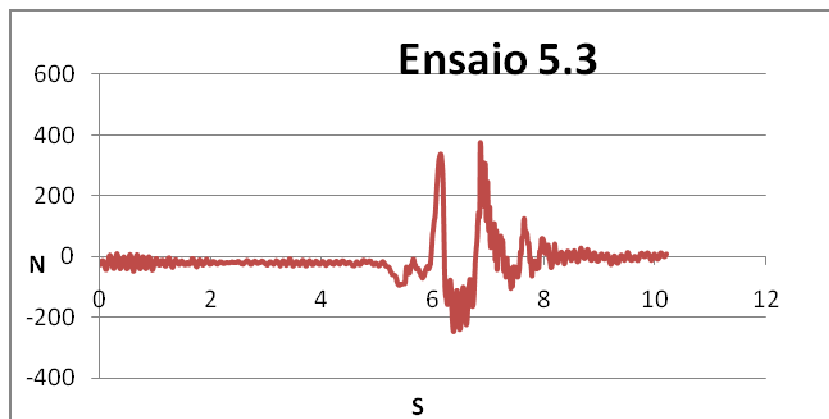


Figura 4.48 – Gráfico do salto 5.3.

A Tabela 4.20 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 06.

Tabela 4.20 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 06.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
6.1	115,87	37,97	0,56	2,75	540,91	1048,85	1485,77	2,90	186,47
6.2	92,75	40,18	0,64	3,14	568,73	899,11	1785,36	3,05	186,47
6.3	100,76	37,34	0,65	3,19	584,16	675,82	1862,45	3,13	186,47

As Figuras 4.49, 4.50 e 4.51 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 06.

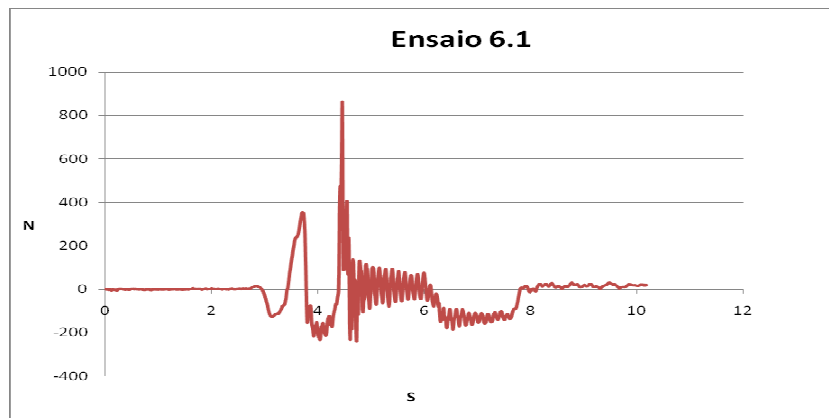


Figura 4.49 – Gráfico do salto 6.1.

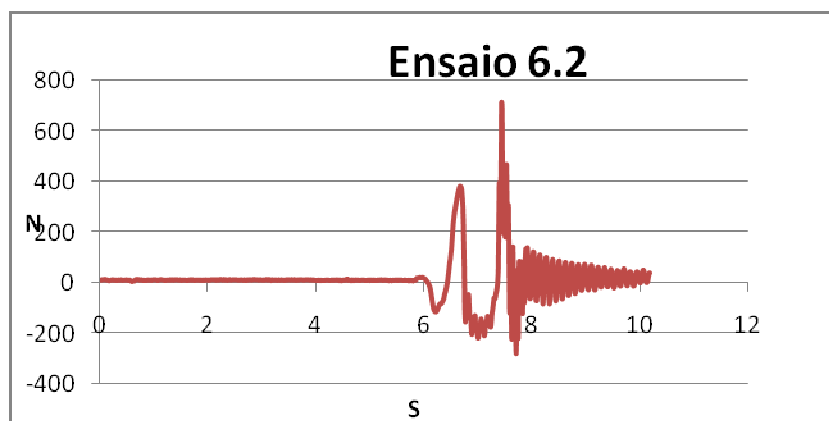


Figura 4.50 – Gráfico do salto 6.2.

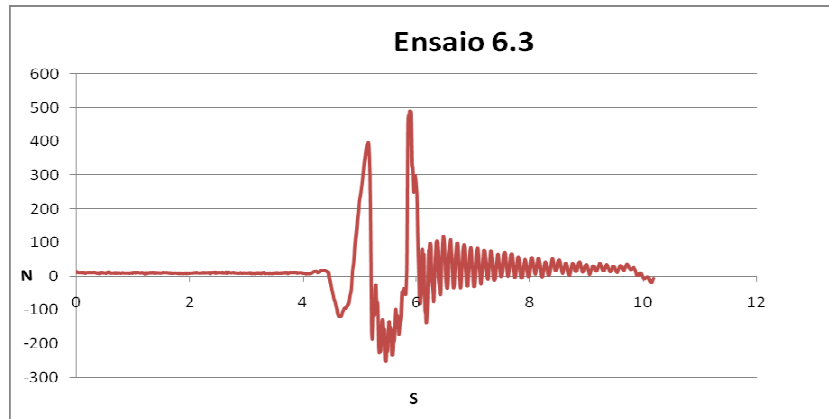


Figura 4.51 – Gráfico do salto 6.3.

A Tabela 4.21 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 07.

Tabela 4.21 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 07.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Voo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
7.1	129,72	36,93	0,63	3,09	594,88	717,10	1838,18	2,87	207,48
7.2	128,45	36,50	0,63	3,09	574,65	784,13	1775,67	2,77	207,48
7.3	131,04	35,96	0,63	3,09	693,09	864,35	2141,75	3,34	207,48

As Figuras 4.52, 4.53 e 4.54 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 07:

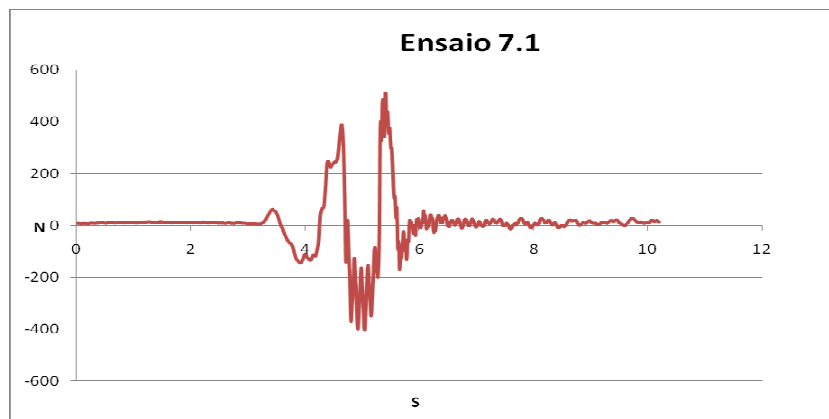


Figura 4.52 – Gráfico do salto 7.1.

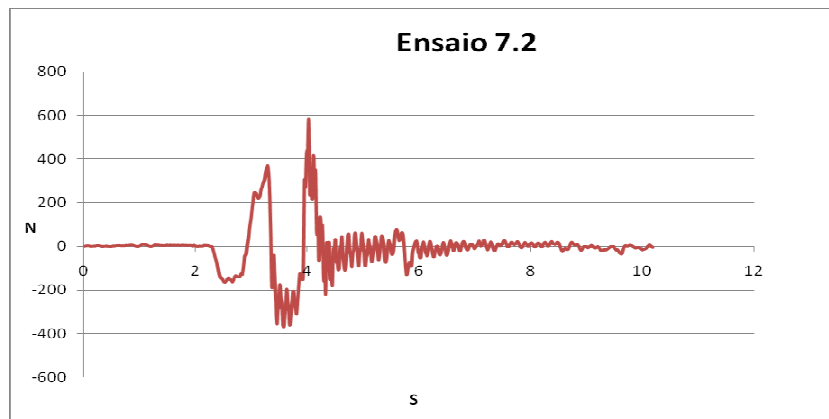


Figura 4.53 – Gráfico do salto 7.2.

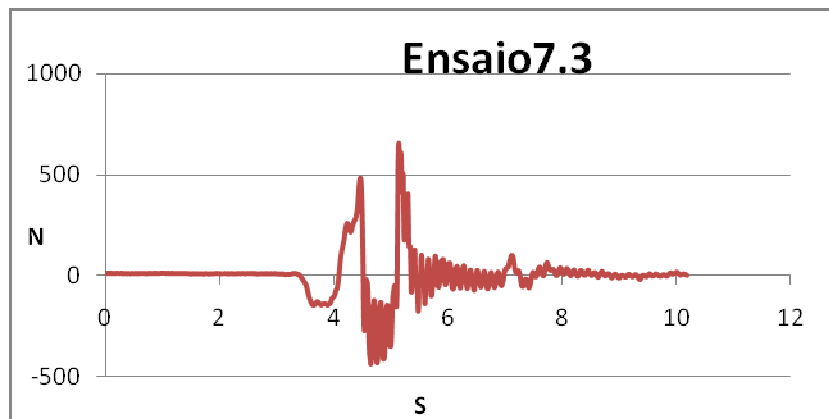


Figura 4.54 – Gráfico do salto 7.3.

A Tabela 4.22 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 08.

Tabela 4.22 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 08.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
8.1	96,16	29,78	0,64	3,14	568,48	559,39	1784,57	2,77	205,55
8.2	92,59	29,34	0,64	3,14	473,85	446,12	1487,89	2,30	205,55
8.3	98,30	26,99	0,49	2,40	512,71	512,71	1230,50	2,49	205,55

As Figuras 4.55, 4.56 e 4.57 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 08.

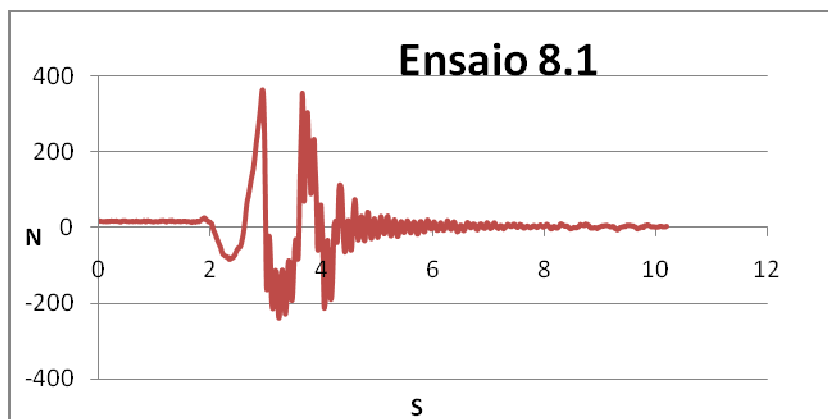


Figura 4.55 – Gráfico do salto 8.1.

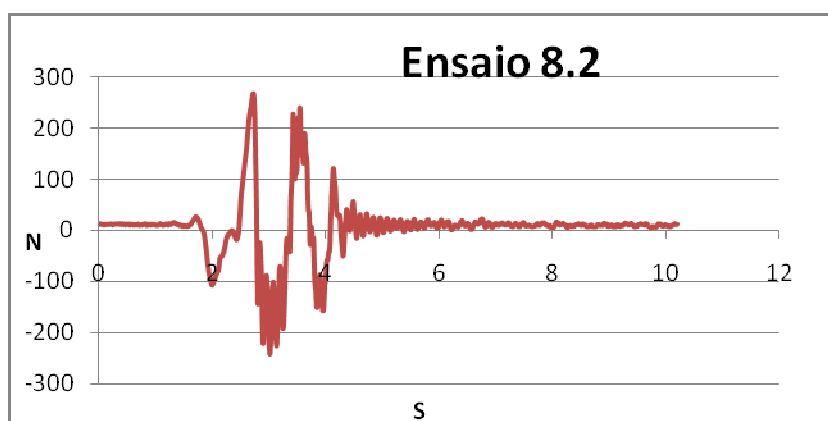


Figura 4.56 – Gráfico do salto 8.2.

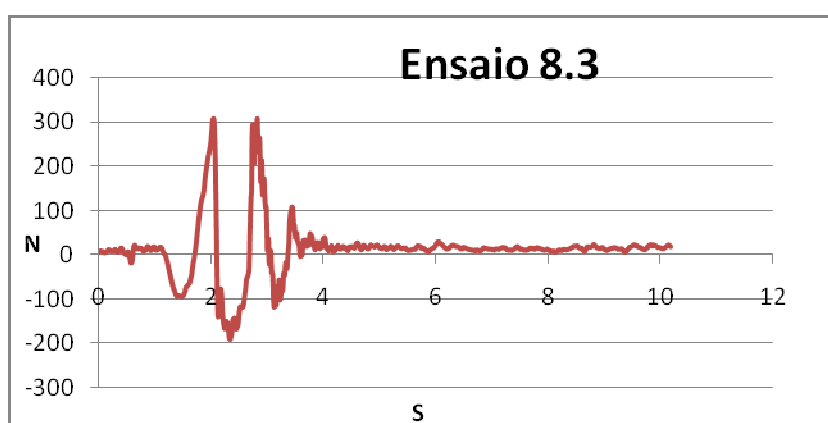


Figura 4.57 – Gráfico do salto 8.3.

A Tabela 4.23 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 09.

Tabela 4.23 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 09.

Salto	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
9.1	103,54	33,59	0,58	2,84	487,01	737,70	1385,49	3,01	161,66
9.2	115,92	32,25	0,54	2,65	460,94	726,75	1220,89	2,85	161,66
9.3	121,14	32,28	0,62	3,04	473,07	545,85	1438,13	2,93	161,66

As Figuras 4.58, 4.59 e 4.60 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 09.

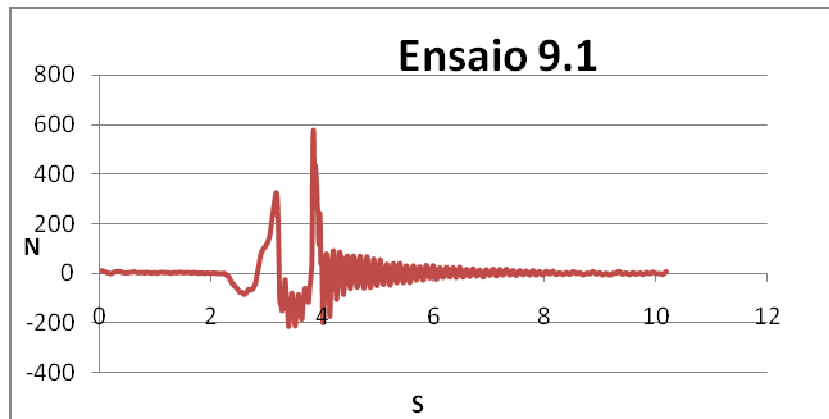


Figura 4.58 – Gráfico do salto 9.1.

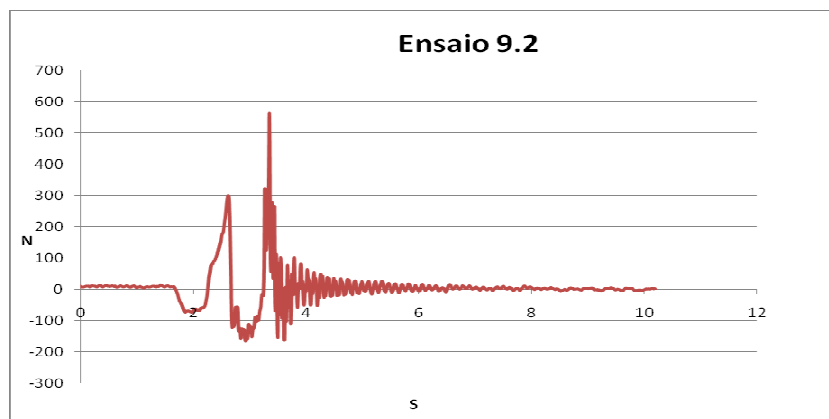


Figura 4.59 – Gráfico do salto 9.2.

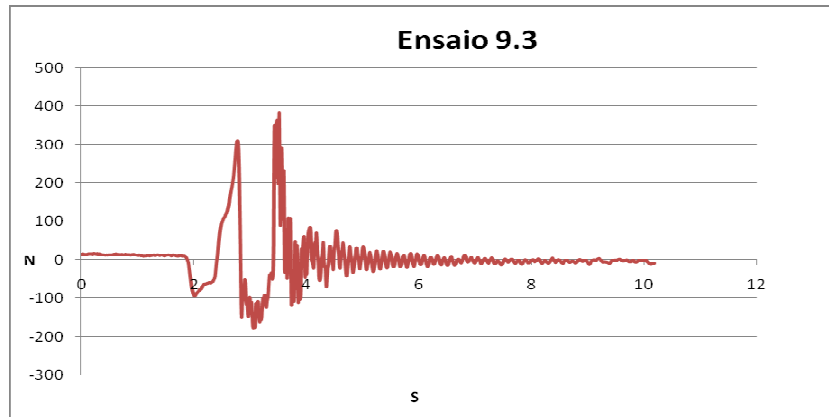


Figura 4.60 – Gráfico do salto 9.3.

A Tabela 4.24 apresenta os dados obtidos nos três ensaios realizados pelo sujeito número 10.

Tabela 4.24 – Dados obtidos nos três ensaios do sujeito 10.

Ensaio	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Vôo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
10.1	98,39	31,25	0,59	2,89	492,66	623,89	1423,79	2,71	181,86
10.2	101,61	31,24	0,57	2,80	440,69	685,61	1233,93	2,42	181,86
10.3	90,12	30,73	0,54	2,65	492,05	657,87	1303,93	2,71	181,86

As Figuras 4.61, 4.62 e 4.63 ilustram as forças de reação do solo obtidas por meio da plataforma de força durante os ensaios realizados pelo sujeito número 10.

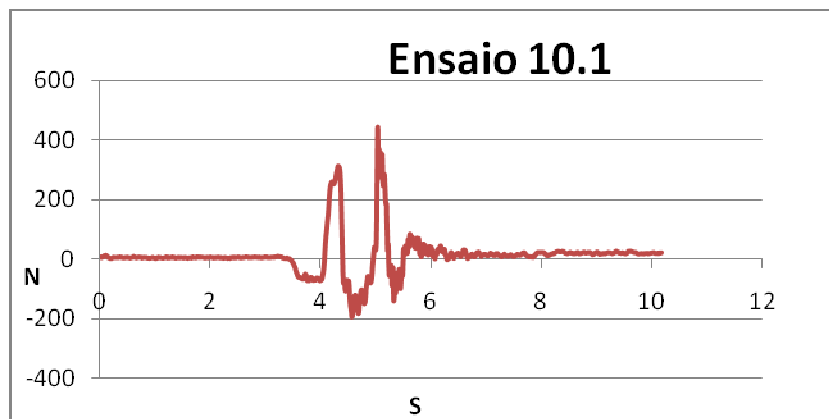


Figura 4.61 – Gráfico do salto 10.1.

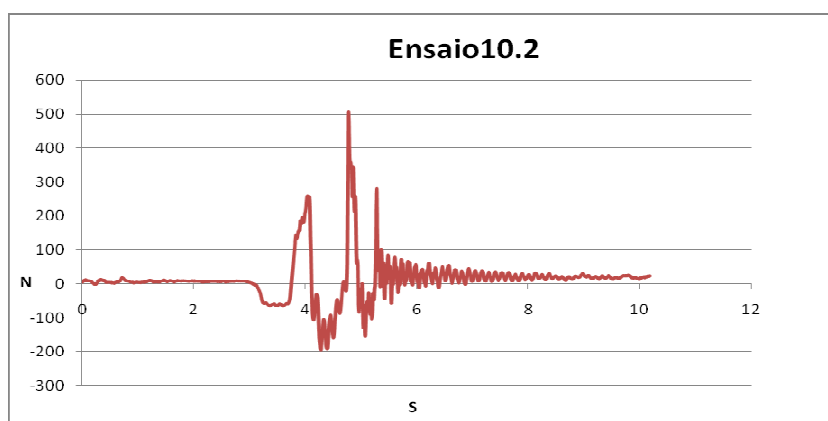


Figura 4.62 – Gráfico do salto 10.2.

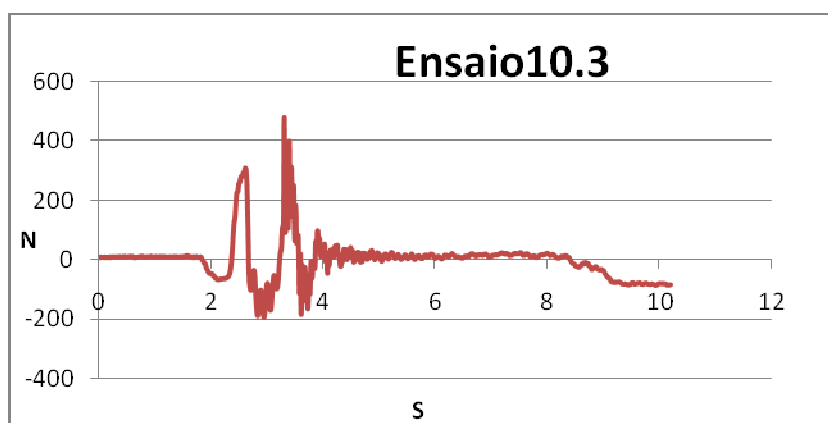


Figura 4.63 – Gráfico do salto 10.3.

4.4 CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS OBTIDAS NOS ENSAIOS REALIZADOS NA ÁGUA:

4.4.1 Dez saltos de maior desempenho em relação à altura obtida, na água:

Tabela 4.25 – Dez saltos de maior desempenho na água.

Ensaio	âng (°)	h (cm)	tv (s)	V (m/s)	Fs (N)	Fc (N)	Pot (Nm/s)	Fr (N/N)	PC (N)
1.1	81,67	35,45	0,66	3,24	532,74	1055,13	1726,08	2,97	179,51
2.3	86,64	33,06	0,62	3,04	474,81	635,19	1443,94	2,82	168,25
3.3	95,16	31,20	0,56	2,75	384,27	674,51	1055,51	2,83	135,58
4.3	81,18	34,10	0,62	3,04	514,49	567,78	1564,61	2,95	174,59
5.3	80,42	34,89	0,57	2,80	496,70	533,73	1388,70	3,11	159,83
6.2	92,75	40,18	0,64	3,14	568,73	899,11	1785,36	3,05	186,47
7.1	129,72	36,93	0,63	3,09	594,88	717,10	1838,18	2,87	207,48
8.1	96,16	29,78	0,64	3,14	568,48	559,39	1784,57	2,77	205,55
9.1	103,54	33,59	0,58	2,84	487,01	737,70	1385,49	3,01	161,66
10.1	98,39	31,25	0,59	2,89	492,66	623,89	1423,79	2,71	181,86

4.4.1.1 Correlações entre as nove variáveis dos saltos de maior desempenho (maior altura) executados na água:

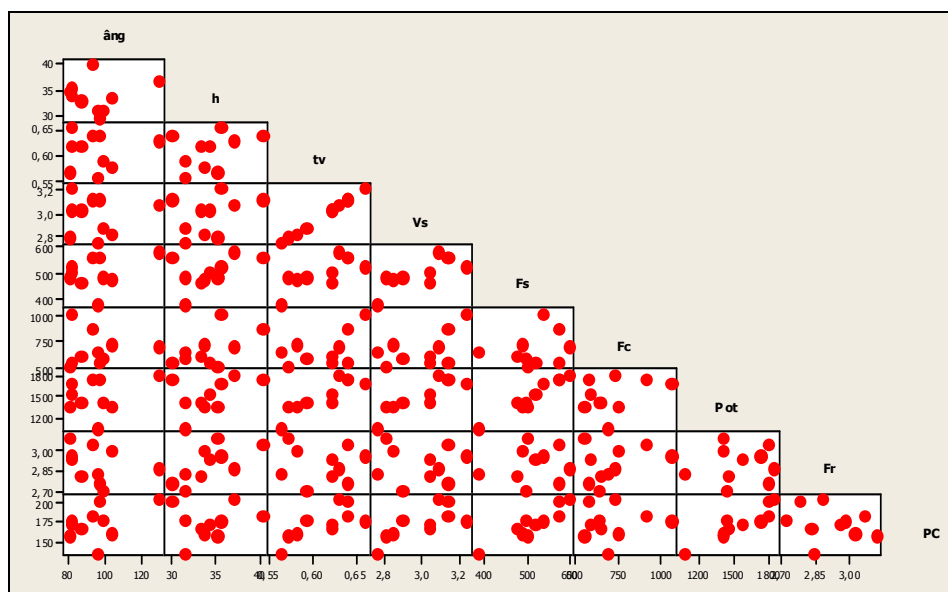


Figura 4.64 – Gráfico de correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de maior desempenho na água.

Tabela 4.26 – Matriz de Correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de maior desempenho na água.

	âng	h	tv	Vs	Fs	Fc	Pot	Fr	PC
h	0,109 0,765								
tv	0,006 0,986	0,380 0,279							
Vs	0,000 0,999	0,382 0,276	1,000 0,000						
Fs	0,343 0,331	0,500 0,141	0,758 0,011	0,755 0,012					
Fc	0,005 0,990	0,565 0,088	0,524 0,120	0,525 0,119	0,231 0,521				
Pot	0,260 0,469	0,490 0,150	0,885 0,001	0,884 0,001	0,973 0,000	0,354 0,316			
Fr	-0,305 0,391	0,683 0,030	-0,033 0,928	-0,027 0,941	0,142 0,696	0,295 0,407	0,088 0,809		
PC	0,445 0,198	0,224 0,533	0,746 0,013	0,742 0,014	0,932 0,000	0,098 0,787	0,921 0,000	-0,227 0,529	

Conteúdo das células: Correlação de Pearson
Valor de P

4.4.2 Dez saltos de menor desempenho em relação à altura obtida, na água:

Tabela 4.27 – Dez saltos de menor desempenho na água.

Ensaio	âng (°)	h (cm)	tv (s)	Vs (m/s)	Fs (N)	Fc (N)	Pot (Nm/s)	Fr (N/N)	PC (N)
1.3	93,92	34,64	0,66	3,24	521,22	740,95	1687,34	2,90	179,51
2.1	93,48	29,75	0,65	3,19	458,19	730,29	1460,82	2,72	168,25
3.1	98,85	25,10	0,42	2,06	339,86	567,97	700,15	2,51	135,58
4.2	81,28	32,23	0,65	3,19	529,64	592,84	1689,55	3,03	174,59
5.1	84,58	33,05	0,68	3,33	510,03	482,15	1701,15	3,19	159,83
6.3	100,76	37,34	0,65	3,19	584,16	675,82	1862,45	3,13	186,47
7.3	131,04	35,96	0,63	3,09	693,09	864,35	2141,75	3,34	207,48
8.3	98,30	26,99	0,49	2,40	512,71	512,71	1230,50	2,49	205,55
9.2	115,92	32,25	0,54	2,65	460,94	726,75	1220,89	2,85	161,66
10.3	90,12	30,73	0,54	2,65	492,05	657,87	1303,93	2,71	181,86

4.4.2.1 Correlações entre as nove variáveis dos saltos de menor desempenho (menor altura) executados na água:

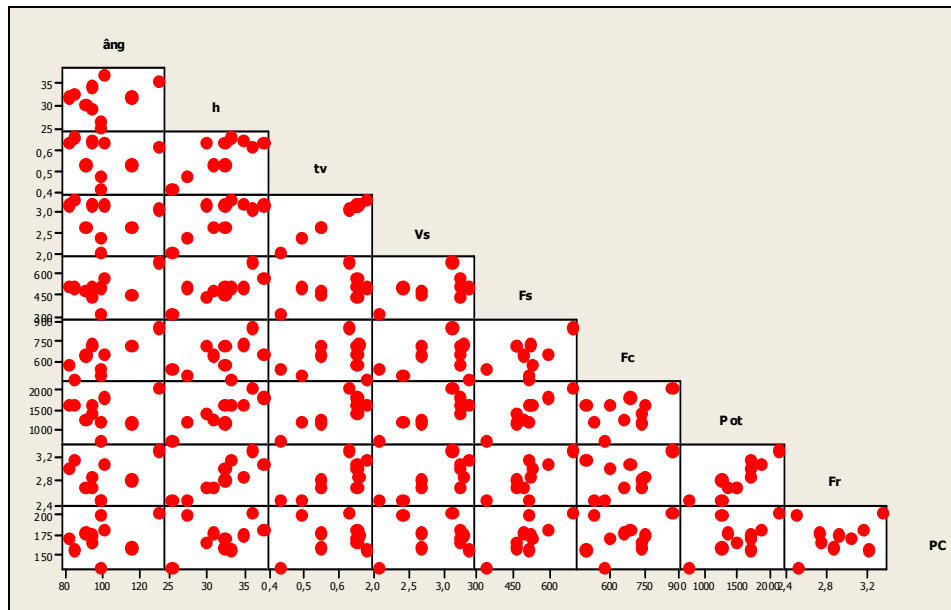


Figura 4.65 – Gráfico de correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de menor desempenho na água.

Tabela 4.28 – Matriz de Correlação de Pearson entre as nove variáveis dos saltos de menor desempenho na água.

	âng	h	tv	Vs	Fs	Fc	Pot	Fr	PC
h	0,267 0,456								
tv	-0,168 0,643	0,783 0,007							
Vs	-0,167 0,644	0,784 0,007	1,000 0,000						
Fs	0,433 0,211	0,784 0,007	0,596 0,069	0,595 0,069					
Fc	0,690 0,027	0,528 0,117	0,282 0,430	0,286 0,423	0,486 0,154				
Pot	0,213 0,555	0,885 0,001	0,855 0,002	0,855 0,002	0,920 0,000	0,456 0,185			
Fr	0,267 0,456	0,880 0,001	0,770 0,009	0,769 0,009	0,774 0,009	0,375 0,286	0,888 0,001		
PC	0,348 0,324	0,418 0,229	0,262 0,464	0,262 0,465	0,825 0,003	0,338 0,339	0,617 0,057	0,289 0,418	

Conteúdo das células: Correlação de Pearson
Valor de P

4.5 MÉDIAS OBTIDAS NOS RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS NO SOLO E NA ÁGUA

A Tabela 4.29 representa as médias obtidas nos resultados dos ensaios realizados no solo e na água.

Tabela 4.29 – Médias obtidas nos resultados dos ensaios realizados no solo e na água.

	Ângulo de Flexão (°)	Altura (cm)	Tempo de Voo (s)	Velocidade de Saída (m/s)	Força de Saída (N)	Força de Chegada (N)	Potência (Nm/s)	Força Relativa (N/N)	Peso Corporal (N)
SOLO	113,55	28,75	0,50	2,46	1048,87	1741,72	2577,92	1,84	569,01
ÁGUA	96,84	32,86	0,61	3,01	502,46	704,379	1524,72	2,88	176,08

5 DISCUSSÃO

Nos ensaios realizados no solo, das oito variáveis analisadas em relação à altura do salto, as maiores correlações obtidas foram entre altura do salto e tempo de vôo ($r = 0,779$, $P = 0,008$ e $r^2 = 60,7\%$) e altura do salto e velocidade média ($r = 0,777$, $P = 0,008$ e $r^2 = 60,4\%$). Pela fórmula física da distância percorrida, onde $X = X_0 + V_0t + a/2 \cdot t^2$, levando-se em consideração que $X_0 = 0$ e $V_0 = 0$ e $a = g$, temos $X = -g/2 \cdot t^2$, explica-se a correlação entre altura do salto e tempo de vôo, isto é, a distância é diretamente proporcional ao tempo de vôo.

Observando a fórmula física $V = V_0 + at$ (neste caso $V = V_0 - gt$) velocidade está diretamente proporcional ao tempo de vôo, e esta foi a mais forte correlação apresentada no estudo, com $r = 1,000$ e $P = 0,000$, ou seja, um coeficiente de determinação de 100%. Estas duas fórmulas físicas justificam as correlações observadas entre altura do salto, tempo de vôo e velocidade média.

Outras variáveis apresentaram correlação entre si, o que não justifica ser um melhor salto, como força de saída e potência ($r = 0,969$, $P = 0,000$), força de saída e peso corporal ($r = 0,967$, $P = 0,000$) e potência e peso corporal ($r = 0,942$, $P = 0,000$).

Cruz, em seu trabalho realizado em 2003, intitulado “Estudo do salto vertical: uma relação das forças aplicadas” encontrou maior correlação entre altura do salto e velocidade média, o que corrobora com os resultados da presente pesquisa.

Conforme Cruz conclui em sua pesquisa, verificamos que produzir conjuntamente os maiores resultados em várias variáveis foi fator determinante para a altura final do salto. Porém Cruz verificou que dentre as variáveis estudadas que foram de maior importância para a maior altura do salto, confirmando a análise feita pelo mesmo do estudo correlacional, foram a velocidade (como na presente pesquisa) e a potência.

Cruz ainda conclui em sua pesquisa que a força de chegada não mostrou relação significativa com nenhuma das variáveis estudadas, como na presente pesquisa.

Dowling e Vamos (1993) realizaram pesquisa semelhante intitulada “Identificação dos fatores temporais e cinéticos relacionados ao desempenho no salto vertical”, onde seus resultados não corroboram com a presente pesquisa, uma vez que concluem que potência foi o único excelente preditor de altura.

Nos ensaios realizados na água, a variável altura do salto esteve predominantemente correlacionada à variável força relativa ($Fr = F_s/PC$). Não houve outras correlações predominantes com altura.

Em relação às correlações entre as outras variáveis dos ensaios na água, as que se apresentaram mais fortes foram tempo de vôo e velocidade de saída, repetindo o resultado dos ensaios no solo. Também apresentaram correlações tempo de vôo e potência, velocidade média e potência, força de saída e potência, força de saída e peso corporal e por fim potência e peso corporal, sendo estas três últimas correlações coincidentes com os resultados dos ensaios no solo.

Com relação aos valores das variáveis dos saltos realizados no solo e na água, foi possível constatar a grande diferença entre estes. Na água o ângulo de flexão de joelhos foi menor em 14,72% comparado com o solo, isto pode ser explicado pela ação da força de flutuação resistindo ao movimento realizado em sentido descendente.

Becker e Cole (2000) relatam que à medida que o corpo é submerso a água é deslocada, criando a força de flutuabilidade. Isso retira progressivamente o peso das articulações submersas e, com a imersão do pescoço, uma força compressiva de apenas 2 Kg (o peso aproximado da cabeça) será exercida sobre a coluna vertebral, quadris e joelhos. Uma pessoa submersa até a sínfise púbica elimina efetivamente 40% de seu peso corporal e, quando submersa até a região umbilical, elimina aproximadamente 50%. A imersão ao nível do processo xifóide elimina 60% ou mais.

Na presente pesquisa, os sujeitos se mantiveram submersos até aproximadamente o nível do processo xifóide, a redução do peso corporal na água em relação ao solo foi de 69%, o que corrobora com os relatos de Becker e Cole.

A altura do salto na água foi maior em relação ao solo em 12,51%. Tempo de vôo e velocidade de saída tiveram um aumento de aproximadamente 18%. Forças de saída e chegada reduziram em média 44,1% em relação ao solo. Potência foi menor em 40,86% e força relativa na água aumentou 36,11% comparada com o solo.

Os saltos realizados na água demonstraram melhores resultados em relação à altura, velocidade média, tempo de vôo, com menor força de impacto para a realização dos mesmos, tanto na saída quanto na aterrissagem, comparados com saltos realizados no solo.

6 CONCLUSÃO

Através da presente pesquisa foi possível verificar as diferenças entre a execução do salto em ambiente terrestre e aquático.

Como citado na limitação do estudo, a larga variabilidade nos padrões de aplicação de força entre os sujeitos para a realização do salto, principalmente em ambiente aquático, tornou difícil a identificação de características importantes de um bom desempenho na execução do mesmo.

A maior evidência nos resultados foi a forte correlação, tanto no salto executado no solo quanto na água, das variáveis velocidade média do salto e tempo de vôo.

Foi possível observar que quanto maior a velocidade média de execução do salto no solo, maior a altura atingida e maior o tempo de vôo.

Portanto, sugere-se que a reabilitação por meio de exercícios pliométricos, ou o trabalho preventivo por meio destes, sejam realizados na água quando se deseja minimizar os riscos de efeitos deletérios causados pelo impacto no solo.

Os resultados apresentados pelo estudo podem servir de base para novas pesquisas, uma vez que seria interessante demonstrar, como sugestão, as variações dos resultados de acordo com variações dos níveis de profundidade de imersão na água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADIO, A. C. **Metodologia Biomecânica para Estudo das Forças Internas no Aparelho Locomotor: Importância e Aplicações no Movimento Humano** (In) AMADIO, A.C., BARBANTI, V.J. (Orgs) *A Biotinâmica do Movimento Humano e suas Relações Interdisciplinares* pag 45-70, São Paulo, Ed. Estação Liberdade, 2000.

AMADIO, A.C., SERRÃO, J.C. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 21, p. 61-85, dez. 2007.

BABIČ, J., LENARČIČ, J. Vertical Jump: Biomechanical Analysis and Simulation Study. (In) **Humanoid Robots, New developments**. pp.582, cap.31, p.551-566, Vienna, Austria, 2007.

BARBANTI, V.J. **Treinamento Físico**. 2ª Ed. São Paulo: CLR Balieiro, 1988.

BARELA, A.M.F, DUARTE, M. **Utilização da plataforma de força para aquisição de dados cinéticos durante a marcha humana** Laboratório de Biofísica (<http://lob.iv.fapesp.br>), Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, 2006.

BECKER, B.E., COLE, A.J. **Terapia Aquática Moderna**. São Paulo: Manole, 2000.

BOMPA, T.O. **Treinamento de Potência para o Esporte**. São Paulo: Phorte, 2004. P.193.

BULLARD, R. W.; RAPP, G. M. Problems of body heat loss in water immersion. **Aerospace Med**. 41:1269-1277. 1970

CAMERON, M. H. **Physical Agents in Rehabilitation: From Research to Practice.** Ed. Saunders USA 1999.

CAMPION, M. R. **Hidroterapia: Princípios e Prática.** Ed. Manole SP 2000.

CAVAGNA, G.A. Storage utilization of elastic energy in skeletal muscle. **Exercise and Sport Science Review**, v.15, p.89-129, 1997.

CHIMERA, N.J., SWANIK, K.A., STRAUB, S.J. Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. **Journal of Athletic Training**. v.39, n.1, p.24-31. 2004.

CORZO, A. H. **Teoría del Entrenamiento Pliométrico.** PubliCE Standard 2006 Pid: 578.

COSTILL, D.L. Energy requirements during exercise in the water. **J. Sports Med. Phys. Fitness**. 11: 87-91. 1971

CRUZ, E. M. **Estudo do Salto Vertical: Uma Análise da Relação de Forças Aplicadas.** Dissertação (mestrado) – Faculdade de Educação Física – UNICAMP, 2003.

CUNHA, S.A., BREZIKOFER, R. e LIMA FILHO, E.C. Investigação sobre padrões de movimento na corrida. In: **Anais do V Congresso Brasileiro de Biomecânica.** Pp.: 27-33. 1995.

DESLANDES, R., GAIN, H., HERVÉ, J.M., HIGNET, R. Princípios de Fortalecimento Muscular: Aplicaciones en el Desportista. (In) SIMONNET, J. **Kinesioterapia. Medicina Física.** Paris: Elsevier, 2003, p.1-10.

DINTMAN, G., WARD, B., TELLEZ, T. **Velocidade nos Esportes.** 2ª edição, Manole, São Paulo, 1999.

DURWARD, R.B., BAER, W.D., ROWE, P.J. (2001) **Movimento Funcional Humano: Mensuração e Análise** SP: Manole

ENOKA, R.M. **Bases Neuromecânicas da Cinesiologia**. São Paulo: Manole, 2000.

FARLEY, C.T. Role of the Stretch-shortening in Jumping. **Journal of Applied Biomechanics**, v.3, n.4, p.436-9, 1997.

FURTADO, G.S., MELO, R.O.M., GARCIA, M.A.C. Desempenho de atletas de voleibol do sexo feminino em saltos verticais. **Arquivos em Movimento**. Revista Eletrônica da Escola de Ed. Física e Desportos-UFRJ. V.2, n.2. 2006.

GALDI, E.H.G. **Performance da Resistência Muscular de Membros Inferiores em Praticantes da Modalidade Esportiva Voleibol, Através do Salto Vertical**. Campinas, SP: UNICAMP, 1999. 125p. (Tese, Doutorado em Atividade Física Aplicada).

HALL, M.G., FLEMMING, H.E., DOLAN, M.J., MILLBANK, S.F.D., PAUL, J.P. Static in situ calibration of force plates. **J. Biomechanics**. 29 (5): 659-665. 1996.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases Biomecânicas do Movimento Humano**. São Paulo: Manole, 1999.

HALL, S.J. **Biomecânica Básica**. 3ª Ed. The University of Texas. 2000.

HEWITT, P.G. **Física Conceitual**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

KOMI, P. V.; BOSCO, C. Utilization of Elastic Energy in Jumping and its Relation on Skeletal Muscle Fiber Composition in Man. In: **Biomechanics VIA**, p.3-49, 1978.

KOMI, P.V. Stretch-shortening cycle. (In) KOMI, P.V., ed. **Strength and Power in Sport**. Oxford, Blackwell Scientific, 1992. Cap. 6, p. 79-169.

KOURY, J.M. **Programa de Fisioterapia Aquática: Um Guia Para Reabilitação Ortopédica**. São Paulo: Manole, 2000.

KRUEL, L. F. M. **Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d'água.** Santa Maria. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, 2000.

KUTZ, M.R. Theoretical and Practical Issues for Plyometric Training. **NCA's Performance Training Journal**, v.2, n.2, p.10-12, 2003.

LEG, G., POLLO, F.E. Technology Overview: The gait analysis laboratory. **Journal of Clinical Engineering**. Spring, 2001. P. 129-135.

LINTHORNE, N.P. Analysis of Standing Vertical Jumps Using a Force Platform. **American Journal of Physics**, 2001; 69 (11): 1198-1204.

LUHTANEN, P.; KOMI, P. V. Segmental Contribution to Forces in Vertical Jump. **European Journal of Applied Physiology**. V 38, 1978, p.181-188.

MELO, S.I.L., SANTOS, S.G. Antropometria em Biomecânica: características, princípios e modelos antropométricos **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Vol. 2, n. 1, p. 97-105, 2000.

MYERS, J.B., LEPHART, S.M. The role of the sensorimotor system in the athletic shoulder. **Journal of Athletic Training**. V.5, n.3, p.351-363. 2000.

NETO, C.L.G., MOCROSKI, C.L., ANDRADE, P.J.A., MAIOR, A.S., SIMÃO, R. A atuação do ciclo alongamento-encurtamento durante ações musculares pliométricas. **Journal of Exercise and Sports Sciences**. V.1, n.1. 2005.

NORM, A., HANSON, B. **Exercícios Aquáticos Terapêuticos.** São Paulo: Manole, 1998.

OKUNO, E., FRATIN, L. **Desvendando a Física do Corpo Humano: Biomecânica**. São Paulo: Manole, 2003.

PREIS, C.; CUENCA, C. R. M.; BERTUOL, D.; GUIMARÃES, D. A.; BREDT, M. C. Análise de um Programa de Execução de Saltos Múltiplos Verticais no Meio Líquido e no Solo. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 17, n.1, p.67-72, jan./mar. 2004.

PRENTICE, W.E., VOIGHT, M.L. **Técnicas em Reabilitação Musculoesquelética**. Porto Alegre, Artmed, 2003.

ROESLER, C.R.M. **Estado de Arte em Plataformas de Forças Utilizando *Strain Gages*** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Engenharia Mecânica, s.d.

RUOTI, R.G., MORRIS, D.M., COLE, A.J. **Reabilitação Aquática**. São Paulo: Manole, 2000.

ROSSI, L.P., BRANDALIZE, M. Pliometria Aplicada à Reabilitação de Atletas. **Revista Salus**. Guarapuava, PR. Jan/Jun. 2007; 1(1); p.77-85.

WILK, K.E., VOIGHT, M.L., KEIRNS, M.A., GAMBETA, V., DILLMAN, C.J. Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical therapy**, v.17, n.5, p.225-239, 1993.

SCHROEDER, S. J.; LAYNE, C. S.; DYER, R. A.. Comparison of the Frequency Spectra of Surface Electromyographic Signal From the Soleus Muscle Under Normal and Altered Sensory Environments. **Biomed. Sci. Instrum.**, v. 28. P. 43-50, 1992.

SACCO, I.C.N., AMADIO, A.C. Proposta metodológica para o estudo de respostas biomecânicas aplicadas na avaliação do andar em indivíduos portadores de diabetes. In.: **Anais do VI Congresso Brasileiro de Biomecânica**. Brasília. Pp.: 78-84. 1995.

SILVA, K. R.; MAGALHÃES, J.; GARCIA, M. A. C. Desempenho do Salto Vertical sob Diferentes Condições de Execução. **Arquivos em Movimento**, RJ, v.1, n.1, p.17-24, janeiro-junho 2005

TUBINO, M. J. G. **Metodologia Científica do Treinamento Desportivo**. 3ª Ed. São Paulo: IBRASA, 1984.

UGRINOWITCH, C., BARBANTI, V.J. O Ciclo de Alongamento e Encurtamento e a Performance no Salto Vertical. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 12, n.01, p. 85-94, 1998.

VOIGHT, M.L.; DRAOVITCH, P.; TIPPET, S. Pliométricos. (In) ALBERT, M. **Treinamento Excêntrico em Esporte e Reabilitação**. 2ª edição, Manole, São Paulo, 2002. P.63-92.

ZERNICK, R.F. The emergence of human biomechanics. In: BROOKS, G.A. **Perspectives on the academic discipline of physical education**. Champaign, Human kinetics, p.124-36, 1981.

ANEXO 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidada a participar, como voluntária, da pesquisa intitulada “Análise Biomecânica de um salto vertical praticado por indivíduos dentro e fora d’água (estudo comparativo)”. No caso de você concordar em participar, favor assinar ao final do documento. Sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e endereço do pesquisador(a) principal, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação.

Nome da pesquisa: Análise Biomecânica de um salto vertical praticado por indivíduos na água e no solo – estudo comparativo

Pesquisador responsável: Sandra São Thiago da Costa Pereira

End.: Universidade Estadual Paulista – Campus de Guaratinguetá – Faculdade de Engenharia

Tel.: 12 31232850

Pesquisador participante:

Prof Dr João Alberto de Oliveira

OBJETIVOS: Analisar, de forma comparativa, as forças que interferem em um salto praticado em dois ambientes distintos, aquático e terrestre.

PROCEDIMENTOS DO ESTUDO: O voluntário se submeterá a uma avaliação antropométrica onde serão realizadas as medidas de peso e altura corporal. Em seguida realizará uma série de cinco saltos sobre uma plataforma, com o objetivo de treino do salto. Deverá, então, realizar três saltos com contra movimento sobre a plataforma, seguindo os comandos verbais do pesquisador, sendo, neste momento, filmado. O mesmo procedimento será repetido em ambiente aquático. Os dados coletados serão analisados com o objetivo de se verificar as forças que interferem no salto praticado nestes dois ambientes distintos.

RISCOS E DESCONFORTOS: A pesquisa não oferece riscos ao voluntário.

BENEFÍCIOS: Através dos resultados se objetiva ter um maior conhecimento da diferença entre os exercícios (mais especificamente o salto) realizados dentro e fora d’água, para oferecer maiores subsídios para a elaboração de um plano de Reabilitação Aquática.

CUSTO/REEMBOLSO PARA O PARTICIPANTE: Não haverá nenhum gasto com a participação, bem como o voluntário não receberá nenhum pagamento com a mesma.

CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA: Os dados da pesquisa serão confidenciais e os resultados serão divulgados de forma global sem identificação individual do voluntário.

Guaratinguetá, 07/07/2008

Assinatura do Voluntário

Assinatura do Pesquisador Responsável

ANEXO 2


UBM

 CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BARRA MANSA
 Pró-Reitoria Acadêmica
 COPEP - Coordenadoria de Pós-Graduação e Pesquisa

Parecer do relator da Comissão de Ética em Pesquisa Experimental

 Título: Análise biomecânica de um salto vertical praticado por indivíduos na
água e no solo - estudo comparativo.

Pesquisador responsável:

Sandra São Thiago da Costa Pereira

 Finalidade (PIPIC Nível I, II ou III, TCC, aulas práticas, outros): Pesquisa dissertação
 Aprovado Data: 27 / 11 / 08
 Aprovado com restrições (v. parecer)

 Reprovado

PARECER

Sem restrições éticas. O estudo está de acordo com as normas da Comissão de Ética em Pesquisa do UBM.



Jocélio de Souza Maciel

 Jocélio de Souza Maciel
 Relator

ANEXO 3



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ
FACULDADE DE ENGENHARIA
Seção de Pós-Graduação

389/08 FEG-SPG

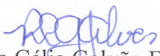
Guaratinguetá, 17 de dezembro de 2008.

Da: Seção de Pós-Graduação
Para: Prof. Dr. João Alberto de Oliveira

Prezado Professor,

Informamos que, em reunião realizada em 17 de novembro de 2008, o Conselho do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica manifestou-se favorável ao encaminhamento do projeto de pesquisa da aluna do Curso de Mestrado - Sandra São Thiago da Costa Pereira, intitulado "Análise Biomecânica de um Salto Vertical Praticado por Indivíduos na Água e no Solo – Estudo Comparativo", para o Comitê de Ética em Pesquisas do Centro Universitário de Barra Mansa (UBM).

Atenciosamente,



Regina Célia Galvão Faria Alves
Supervisora da Seção de Pós-Graduação

ANEXO 4**FICHA DE AVALIAÇÃO**

SUJEITO 01

NOME: _____

TELEFONE PARA CONTATO: _____

SEXO: _____

DATA DE NASCIMENTO: _____

IDADE: _____

ALTURA CORPORAL: _____

PESO CORPORAL: _____

PRATICANTE DE ATIVIDADE FÍSICA: () SIM () NÃO

QUAL(IS): _____

FREQUENCIA DE PRÁTICA DA ATIVIDADE FÍSICA: _____

LESÕES OSTEOMUSCULARES PREGRESSAS: () SIM () NÃO

EM CASO AFIRMATIVO, ESPECIFIQUE: _____

ADAPTADO AO MEIO LÍQUIDO: () SIM () NÃO

GUARATINGUETÁ, ____/____/2008

Assinatura do Voluntário_____
Assinatura do Pesquisador

Responsável

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)