

ALESSANDRO HAUPENTHAL

**ANÁLISE DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO NA CORRIDA
SUBAQUÁTICA DE ADULTOS**

FLORIANOPOLIS – SC

2008

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO ESPORTE – CEFID
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO
HUMANO – PPGCMH

ALESSANDRO HAUPENTHAL

ANÁLISE DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO NA CORRIDA
SUBAQUÁTICA DE ADULTOS

Dissertação apresentada ao Comitê Científico do Curso de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte – CEFID, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Orientador: Prof. Dr. Helio Roesler

FLORIANÓPOLIS – SC

2008

ALESSANDRO HAUPENTHAL

**ANÁLISE DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO NA CORRIDA
ESTACIONÁRIA SUBAQUÁTICA DE ADULTOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação: Mestrado em Ciências do Movimento Humano, do Centro Ciências da Saúde e do Esporte – CEFID, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

BANCA EXAMINADORA:

Orientador:

Prof. Dr. Helio Roesler
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro

Prof. Dr. Gilmar Moraes Santos
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro

Prof. Dr. Sérgio Augusto Cunha
Universidade Estadual de Campinas

Membro

Prof. Dr. Antônio Renato Pereira Moro
Universidade Federal de Santa Catarina

Membro

Prof. Dr. Alexandre Andrade
Universidade do Estado de Santa Catarina

Florianópolis, 07 de março de 2008.

Aos profissionais que prescrevem o exercício em ambiente aquático. Para minhas duas famílias (em casa e no laboratório) e à minha amada.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a meus pais Selvino e Nadir Haupenthal que sempre apoiaram e deram suporte às minhas decisões.

Minha pequena, Daniela Pacheco, que não imagina a falta que me fez durante a estadia de estudos na França e a alegria e realização que foi reencontrá-la por lá, te amo.

Nestes períodos de reclusão que sentimos a falta de nossos entes queridos: meus irmãos Fábio (e seu auxílio na matemática) e Cris, os irmãos emprestados: Gustavo R. Schütz e Marcel Hubert.

Às meninas do laboratório com quem convivo há mais tempo, professoras Susana M. Pereira e Luciana G. Araújo, a dedicada maninha Caroline Ruschel e a estressada Elinai Freitas (espero que o Guga ainda dê jeito nisso...).

Aos outros membros do Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática: a Lê, Lili, Gabriel (que ainda não ganhou apelido), Paulo (que já ganhou todos os possíveis), Bruna, Grazi, Fábio e a aqueles que já tomaram outro rumo, especialmente: Aline Faquin, Leonardo M. Santos, Patrícia Souza, Cristiano L. Bertacco e Flademir A. G. Gress.

Não posso deixar de citar aqueles que me ajudaram na formação técnica em fisioterapia e serão meus companheiros de trabalho: Marcos Kimura, exemplo de profissional e de dedicação e Giuliano Mannrich, péssimo centroavante, mas excelente profissional e amigo.

Ao Professor Noé Gomes Borges Júnior, exemplo de sabedoria e humildade, pela criação do convênio com a França e o apoio durante minha estadia por lá. Ao colega Yoshimasa Sagawa Júnior pelo companheirismo, viagens e realizações em conjunto.

A Michel Dabonneville pelo seu auxílio oferecido na França e sabedoria demonstrada e passada em cada conversa realizada.

Ao Professor Helio Roesler, que me apoiou e incentivou para a realização da viagem e durante todo o mestrado. Ao longo desta e de outras orientações foi fundamentada uma grande amizade.

À CAPES pela bolsa de estudos e gostaria de estender este agradecimento a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

Se você acha a educação cara, tente ignorância.

Derek Bok

Eu fico com a pureza da resposta das crianças: - É a vida, é bonita e é bonita. Viver, e não ter a vergonha de ser feliz, cantar e cantar e cantar a beleza de ser um **eterno aprendiz** [...]

Gonzaguinha

RESUMO

A corrida subaquática é amplamente utilizada no processo de recuperação funcional terapêutica e no treinamento físico. Com a finalidade de auxiliar na prescrição desse exercício, este trabalho objetivou analisar a influência do nível de imersão e da velocidade nas componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo (FRS) durante a corrida subaquática. Participaram 22 sujeitos, divididos em grupo masculino (24 ± 3.0 anos e 1.80 ± 0.05 m) e grupo feminino (24 ± 3.0 anos e 1.67 ± 0.05 m). Os grupos foram selecionados de forma a apresentar homogeneidade em relação à densidade corporal, massa magra, massa óssea e porcentagem de gordura. Foi realizada a corrida em dois níveis de imersão (crista ilíaca e processo xifóide) e três velocidades (pré-estabelecida, auto-selecionada e máxima). A coleta de dados foi realizada com uma plataforma de força subaquática posicionada a cinco metros do início de uma passarela de 8 m de comprimento. Foram realizadas seis passagens válidas por sujeito em cada situação. Para a caracterização e análise dos dados foi utilizada a estatística descritiva, o teste “t” de *Student*, ANOVA *one-way* com *post-hoc* de Tukey e Regressão Linear Múltipla. Para todos os testes estatísticos o nível de confiança adotado foi de 95%. As forças variaram tanto com a modificação do nível de imersão como da velocidade da corrida subaquática: na componente vertical, observou-se uma variação de 0,68 a 1,13 vezes o peso corporal dos sujeitos; e na componente ântero-posterior, de 0,15 a 0,41 do peso corporal. Na análise das curvas foi constatado que as componentes da FRS foram modificadas quando comparadas às curvas da corrida em terra: a componente vertical não apresentou o pico de impacto e a componente ântero-posterior não apresentou a fase negativa. Conclui-se que tanto a alteração da velocidade quanto a alteração da imersão alteram o valor das componentes da FRS. Um aumento na velocidade da corrida acarreta em aumento principalmente da componente ântero-posterior, enquanto que a diminuição do nível de imersão acarreta em aumento principalmente da componente vertical. Com relação ao sexo, apesar dos grupos serem homogêneos quanto à constituição física, apresentaram diferença significativa nos valores das forças da corrida subaquática no nível de imersão da crista ilíaca. O aparecimento de diferenças no valor das forças entre os gêneros alerta para o cuidado na prescrição deste exercício entre homens e mulheres. Os profissionais devem levar em conta as alterações causadas pela variação do nível de imersão e da velocidade de execução do movimento para a prescrição de atividades em ambiente aquático.

Palavras chave: Biomecânica, Força de reação do solo, Corrida, Reabilitação aquática, Hidroginástica.

ABSTRACT

Water running is systematically used in rehabilitation process and in physical training. In order to provide useful information for these exercise prescription, this study aimed to analyze the influence of the immersion level and of the speed in the vertical and anteroposterior components of ground reaction forces during water running. The present study was conducted with 22 subjects divided into men's group ($24 \pm 3,0$ years and $1,80 \pm 0,05$ m of height) and women's group ($24 \pm 3,0$ years and $1,67 \pm 0,05$ m of height). Groups were selected in order to present homogeneity regarding body density, muscle mass and bone mass. Subjects performed the water running in two immersion levels (hip and xiphoid process) and in three different speeds (prescribed, self-selected and maximum). An underwater force plate was used for data collection, placed in the middle of an 8m long walkway. Each subject performed six valid passages in each situation. Data were characterized and analyzed through descriptive statistics, Student's "t" test, ANOVA one-way with Tukey's post-hoc and Multiple Linear Regression. For all the statistical procedures a 95% confidence level will be adopted. Results showed forces variations when varying the immersion level and the speed during the water running: for the vertical component a variation from 0,68 up to 1,13 times the subjects' body weight was observed and for the anteroposterior component, values ranged from 0,15 up to 0,41 times the body weight. In the analysis of curves' morphology one verified that the GRF components were modified when comparing them to the curves of land running: the vertical component did not show the impact peak and the anteroposterior component did not show the negative phase. One concluded that both the speed variation and the immersion level variation will affect the values of GRF components. An increase in running speed leads to an increase in the values of the anteroposterior component, while higher values of body mass outside the water lead to an increase in the vertical component. In spite of groups homogeneity there was a significant difference between the force values for the hip level water running. This difference found between genders is important to be considered when prescribing the water running for men and women. And still, professionals should also consider the changes caused by immersion level and speed variations when prescribing activities in water.

Key-words: Biomechanics, Ground reaction forces, Run, Aquatic rehabilitation, Aquatic training.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CV – Coeficiente de variação.

FFT – *Fast fourier transform* ou transformada rápida de fourier.

FRS – Força de reação do solo.

F_x – Componente ântero-posterior da força de reação do solo.

F_y – Componente vertical da força de reação do solo.

PC – Peso corporal.

t_c – tempo do contato durante a fase de apoio na corrida subaquática.

F_{y_{máx}} – valor máximo da componente vertical da FRS durante a realização do contato com a plataforma.

F_{x_{máx}} – valor máximo registrado no sinal ântero-posterior da FRS durante o tempo de contato com a plataforma.

F_{x_{min}} – valor mínimo registrado no sinal ântero-posterior da FRS durante o tempo de contato com a plataforma.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Força vertical durante a imersão e durante a marcha subaquática em diferentes níveis de imersão.	23
Figura 2 - Exemplos da curva de FRS para as diferentes profundidades de imersão.	24
Figura 3 - Exemplo da curva de FRS e do sinal eletromiográfico durante a marcha fora e dentro da água na velocidade lenta e rápida. Onde: TA – Tibial anterior, GAS – Gastrocnêmio e SOL – Soleo.	25
Figura 4 - Exemplo da curva vertical da força de reação do solo e da variação angular para a marcha fora e dentro da água.	26
Figura 5 - Mudanças que ocorrem para a componente vertical da força de reação do solo em decorrência da variação da profundidade de imersão.	27
Figura 6 - Curva de força da componente vertical da força de reação do solo durante caminhada no solo.	30
Figura 7 - Curva de força da componente vertical da força de reação do solo durante corrida no solo.	32
Figura 8 - Curva de força da componente ântero-posterior da força de reação do solo durante marcha no solo.	33
Figura 9 - Curva de força da componente ântero-posterior da força de reação do solo durante corrida no solo.	34
Figura 10 – Variáveis adquiridas a partir da componente vertical da FRS. Onde: (t_c) Tempo de contato = tempo final (3) – tempo inicial (2), ($F_{y_{max}}$) valor máximo da componente vertical (1) e Taxa de crescimento da força = valor máximo da componente vertical dividido pelo tempo em que ocorreu o valor máximo menos o tempo inicial do contato (taxa de crescimento da força = $F_{y_{max}} / (t(1) - t(2))$).	38
Figura 11 – Variáveis adquiridas a partir da componente ântero-posterior da FRS. Onde: ($F_{x_{min}}$) Pico negativo ântero-posterior = 1 e ($F_{x_{max}}$) Pico positivo ântero-posterior = 2.	38
Figura 12– Foto da plataforma fora da água.	39
Figura 13 – Figura da passarela no fundo da piscina (A) e detalhe da plataforma de força (B).	41
Figura 14 – Níveis de imersão utilizados para as diferentes situações.	42
Figura 15 – Sujeito do grupo masculino realizando a corrida subaquática no nível de imersão da crista ilíaca. Onde os números um a quatro representam a seqüência do movimento.	43
Figura 16 – Figura do peso normalizado e da força resultante normalizada nos dois níveis de imersão.	47
Figura 17 – Alteração da variável tempo de contato em relação ao nível de imersão.	49
Figura 18 – Alteração da variável máximo na componente vertical em relação ao nível de imersão. Onde FRS = Força de reação do solo, PC = Peso corporal, * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.	50
Figura 19 – Alteração da taxa de crescimento da força em relação ao nível de imersão. Onde FRS = Força de reação do solo, PC = Peso corporal, * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.	51

Figura 20 – Alteração do máximo na componente ântero-posterior em relação ao nível de imersão. Onde FRS = Força de reação do solo, PC = Peso corporal, * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.....	52
Figura 21 – Alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança no nível de imersão para o grupo masculino na velocidade pré-estabelecida.	53
Figura 22 – Alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança no nível de imersão para o grupo feminino na velocidade pré-estabelecida.	53
Figura 23 – Alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança no nível de imersão para o grupo masculino na velocidade auto-selecionada.	54
Figura 24 – Alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança no nível de imersão para o grupo feminino na velocidade auto-selecionada.	54
Figura 25 – Alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança no nível de imersão para o grupo masculino na velocidade máxima.	55
Figura 26 – Alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança no nível de imersão para o grupo feminino na velocidade máxima.	55
Figura 27 – Velocidade da corrida subaquática nas diferentes situações do estudo. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino, PRÉ= velocidade pré-estabelecida, AUTO = velocidade auto selecionada, MÁX = velocidade máxima,* = diferença significativa para a ANOVA com $p < 0.05$ e linhas ligando as situações representam a diferença no post hoc de Tukey com $p < 0.05$	60
Figura 28 – Comparação para o tempo de contato na corrida subaquática com alteração da velocidade. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino, PRÉ= velocidade pré-estabelecida, AUTO = velocidade auto selecionada, MÁX = velocidade máxima,* = diferença significativa para a ANOVA com $p < 0.05$ e linhas ligando as situações representam a diferença no post hoc de Tukey com $p < 0.05$	61
Figura 29 - Comparação para o máximo na componente vertical na corrida subaquática com alteração da velocidade. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino, PRÉ= velocidade pré-estabelecida, AUTO = velocidade auto selecionada, MÁX = velocidade máxima,* = diferença significativa para a ANOVA com $p < 0.05$ e linhas ligando as situações representam a diferença no post hoc de Tukey com $p < 0.05$	62
Figura 30 - Comparação para a taxa de crescimento da força na corrida subaquática com alteração da velocidade. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino, PRÉ= velocidade pré-estabelecida, AUTO = velocidade auto selecionada, MÁX = velocidade máxima,* = diferença significativa para a ANOVA com $p < 0.05$ e linhas ligando as situações representam a diferença no post hoc de Tukey com $p < 0.05$	63
Figura 31 - Comparação para o máximo na componente ântero-posterior na corrida subaquática com alteração da velocidade. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino, PRÉ= velocidade pré-estabelecida, AUTO = velocidade auto selecionada, MÁX = velocidade máxima,* = diferença significativa para a ANOVA com $p < 0.05$ e linhas ligando as situações representam a diferença no post hoc de Tukey com $p < 0.05$	64
Figura 32 – Alteração na curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança na velocidade de corrida para o grupo masculino na imersão da crista ilíaca.....	65

Figura 33 - Alteração na curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança na velocidade de corrida para o grupo feminino na imersão da crista ilíaca.....	65
Figura 34 - Alteração na curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança na velocidade de corrida para o grupo masculino na imersão do processo xifóide.....	66
Figura 35 - Alteração na curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança na velocidade de corrida para o grupo feminino na imersão do processo xifóide.....	66
Figura 36 - Figura das situações de velocidades semelhantes entre os homens e mulheres. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino.....	69
Figura 37 - Comparação entre homens e mulheres para o tempo de contato. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino e * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.....	69
Figura 38 - Comparação entre homens e mulheres para o máximo na componente vertical da força de reação do solo. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino e * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.....	70
Figura 39 - Comparação entre homens e mulheres para a variável taxa de crescimento da força. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino e * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.....	70
Figura 40 - Comparação entre homens e mulheres para o máximo na componente ântero-posterior da força de reação do solo. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino e * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores do primeiro e segundo picos de força	31
Tabela 2– Valores do pico de impacto e pico ativo	32
Tabela 3 – Valores do pico de força positivo/negativo	33
Tabela 4 – Caracterização dos grupos.....	36
Tabela 5 - Variáveis da corrida subaquática na velocidade pré-estabelecida (0.6m/s).....	48
Tabela 6 – Variáveis da corrida subaquática na velocidade auto-selecionada	48
Tabela 7 - Variáveis da corrida subaquática na velocidade máxima	48
Tabela 8 – Velocidade da corrida subaquática nos dois níveis de imersão e nas três velocidades.....	59
Tabela 9 - Variáveis da corrida subaquática na velocidade pré-estabelecida (0.6m/s).....	72
Tabela 10 - Variáveis da corrida subaquática na velocidade auto selecionada	72
Tabela 11 - Variáveis da corrida subaquática na velocidade máxima	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
<i>1.1. PROBLEMA</i>	<i>15</i>
<i>1.2. OBJETIVOS</i>	<i>17</i>
1.2.1. Objetivo geral	17
1.2.2. Objetivos específicos	17
<i>1.3. JUSTIFICATIVA.....</i>	<i>17</i>
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
<i>2.1. EXERCÍCIO NA ÁGUA</i>	<i>20</i>
<i>2.2. LOCOMOÇÃO HUMANA</i>	<i>28</i>
2.2.1. Componente vertical da FRS.....	30
2.2.2. Componente ântero-posterior da FRS.....	32
3 MÉTODO.....	35
<i>3.1. CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO</i>	<i>35</i>
<i>3.2. SUJEITOS</i>	<i>36</i>
<i>3.3. DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS</i>	<i>37</i>
<i>3.4. INSTRUMENTOS DE MEDIDA</i>	<i>39</i>
3.4.1. Plataforma de Força	39
3.4.2. Plicômetro.....	39
3.4.3. Sistema de medição da velocidade	40
3.4.4. Balança	40
<i>3.5. VARIÁVEIS DE CONTROLE.....</i>	<i>40</i>
<i>3.6. PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS.....</i>	<i>41</i>
<i>3.7. PROCESSAMENTO DOS DADOS.....</i>	<i>44</i>
<i>3.8. TRATAMENTO ESTATÍSTICO</i>	<i>45</i>
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	46
<i>4.1. CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS COM ALTERAÇÃO DA IMERSÃO.....</i>	<i>46</i>
<i>4.2. CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DAS COMPONENTES COM ALTERAÇÃO DA VELOCIDADE.....</i>	<i>58</i>
<i>4.3. COMPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS ENTRE OS GÊNEROS.....</i>	<i>68</i>

<i>4.4. NORMALIZAÇÃO DAS COMPONENTES ATRAVÉS DA FORÇA RESULTANTE ENTRE O PESO CORPORAL E O EMPUXO.....</i>	<i>71</i>
<i>4.5. MODELIZAÇÃO ESTATÍSTICA DA FORÇA MÁXIMA EM FY E FX COM AS VARIÁVEIS ADQUIRIDAS.....</i>	<i>73</i>
5 CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICES	88
ANEXOS.....	143

1 INTRODUÇÃO

“Não vemos as coisas como elas são, nós as vemos como nós somos.”

Anais Nin

“A única arma eficaz contra idéias são idéias melhores.”

Alfred Whitney Griswold

1.1. PROBLEMA

O Grupo de Pesquisas em Biomecânica Aquática iniciou o estudo da marcha na água em 2000 com a análise da componente vertical da força de reação do solo (FRS) na hidrocinesioterapia (BRITO *et al.*, 2000). Em 2002 foi validado o procedimento de coleta da marcha subaquática (SCHUTZ *et al.*, 2002). Em 2003 foi publicado o resultado de um estudo que analisa as variáveis temporais e as forças verticais (ROESLER *et al.*, 2003). E em 2004 foi concluído o estudo que analisa a marcha nos níveis de imersão próximos ao quadril e ao joelho (BRITO *et al.*, 2004). Em 2006, o grupo de pesquisa analisou a imersão no esterno e as forças com relação a alteração da velocidade do movimento e ao posicionamento do braço, dentro ou fora da água (ROESLER *et al.*, 2006). A ênfase do estudo dos exercícios aquáticos por este laboratório é devida a sua aplicação nas aulas de hidroginástica e nas sessões de hidroterapia.

A hidroginástica é uma escolha comumente realizada pelas pessoas que procuram uma atividade física, com isso vem a cada ano adquirindo mais adeptos, principalmente dentre a população idosa e ou obesa. Essas populações podem apresentar desconforto osteomuscular após algum exercício como caminhada ou corrida, ficando pouco à vontade para se exercitar em ambiente terrestre (MASUMOTO *et al.*, 2004; PÖYHÖNEN *et al.*, 2001b; TAKESHIMA

et al., 2000). Mas atualmente, não somente essas populações especiais como também os atletas estão cada vez mais optando pela hidroginástica como forma de atividade física para manutenção, recuperação do condicionamento entre dois eventos competitivos ou reabilitação (DOWZER *et al.*, 2006; KANEDA *et al.*, 2007; THEIN *et al.*, 1998).

Outra utilização dos exercícios em ambiente aquático é no processo de reabilitação funcional terapêutica. Nesse processo, o fisioterapeuta se vale da redução da força resultante durante a imersão, antecipando as atividades na água e preparando o paciente para posteriormente realizá-las em terra. Para tanto, o fisioterapeuta vai diminuindo a profundidade de imersão até sentir que o paciente tem condições de realizar as atividades em terra (BATES e HANSON, 1998; CAMPION, 2000; KUORI, 2000; RUOTI, MORRIS e COLE, 2000).

No programa de tratamento o benefício é pautado na menor carga durante o exercício, pois a força resultante é atenuada pela ação do empuxo. O alívio de carga nas articulações torna esta atividade ideal para a reabilitação, particularmente àqueles pacientes que possuem lesões do aparelho locomotor humano, para as quais esta atividade em terra seria contraindicada (BECKER e COLE, 2000; MIYOSHI *et al.*, 2003; PÖYHÖNEN *et al.*, 2001).

Exercícios aquáticos, como a corrida subaquática, estão sendo utilizados em programas de tratamento e ou condicionamento físico para um grande número de pessoas (MASUMOTO *et al.*, 2004; KANEDA *et al.*, 2007; KANEDA *et al.*, no prelo). A corrida é uma atividade física que faz parte destes programas, como uma forma eficaz de condicionamento (POHL e McNAUGHTON *et al.*, 2003; REILLY *et al.*, 2003; SILVA FILHO *et al.*, 2005; TARTARUGA *et al.*, 2007; THEIN *et al.*, 2000).

Apesar da ampla utilização desse exercício, ele é pouco explorado na literatura em termos de variáveis biomecânicas quantitativas; dificultando assim, a atuação dos fisioterapeutas e educadores físicos envolvidos no processo de manutenção ou reabilitação da saúde e limitando estes profissionais de prescrever e orientar com fundamentação a corrida subaquática nas suas rotinas de trabalho (BARELA *et al.*, 2006).

Dentro deste contexto, para iniciar o estudo da corrida em ambiente aquático, optou-se por analisar a seguinte questão: “*Quais as características dinamométricas da corrida subaquática?*”

1.2. OBJETIVOS

Para realizar este estudo foram formulados os seguintes objetivos:

1.2.1. Objetivo geral

Analisar as características dinamométricas da componente vertical e ântero-posterior da força de reação do solo na corrida subaquática em adultos jovens.

1.2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar e comparar a componente vertical e ântero-posterior da FRS na corrida subaquática nos diferentes níveis de imersão;
- Caracterizar e comparar a componente vertical e ântero-posterior da FRS na corrida subaquática nas diferentes velocidades;
- Comparar as forças entre os gêneros;
- Verificar a normalização dos dados pelo peso resultante dentro da água como alternativa de tratamento dos dados;
- Desenvolver um modelo estatístico das forças máximas a partir dos dados adquiridos.

1.3. JUSTIFICATIVA

A terapia ou o exercício aquático ganharam popularidade e aceitação (KANEDA *et al.*, 2007; MASUMOTO *et al.*, 2004; TAKESHIMA *et al.*, 2000). A corrida dentro da água, como uma componente primordial e presente na maior parte dos protocolos de reabilitação e treinamento na água, é pouco explorada na literatura em termos de variáveis biomecânicas quantitativas, dificultando, assim, a atuação dos fisioterapeutas e educadores físicos na prescrição deste exercício. Alguns autores relacionam a escassez de estudos que analisam a FRS na marcha subaquática à dificuldade de equipamento ou material adequado para esta medição e análise, e não ao desinteresse da comunidade científica nesta área, pois diariamente profissionais da educação física e da fisioterapia prescrevem exercícios aquáticos (CAMPOS, 2001; DUARTE, 2001; ERVILHA *et al.*, 1996; PÖYHÖNEN *et al.*, 2001).

Com relação à corrida na água para condicionamento físico os estudos abordam as variáveis fisiológicas como pressão arterial, frequência cardíaca, volume e débito de oxigênio, temperatura corporal, entre outras (CHRISTIE *et al.*, 1990; HALL *et al.*, 1998; ODA *et al.*, 1999; SHIMIZU *et al.*, 1998; SHONO *et al.*, 2001; YOUNG *et al.*, 1995). Os trabalhos voltados à reabilitação aquática estão direcionados ao estudo de determinadas patologias utilizando a hidrocinestoterapia como recurso terapêutico (BRAVO *et al.*, 1997; EVERSDEN *et al.*, 2007; FOLEY *et al.*, 2003; GETZ *et al.*, 2006; TEMPLENTON *et al.*, 1996; THEIN *et al.*, 2000; WANG *et al.*, 2007, ,). Dessa forma, encontramos poucos trabalhos destinados à análise das variações biomecânicas que ocorrem na realização dos exercícios aquáticos. Essa observação é feita também por outros pesquisadores (BISCARINI e CERULLI *et al.*, 2007; ERVILHA *et al.*, 2001; HARRISON *et al.*, 1992; PÖYHÖNEN *et al.*, 1999; PÖYHÖNEN *et al.*, 2001; YAMAMOTO *et al.*, 1995; YANO *et al.*, 1995).

Apesar da força que atua no indivíduo estar diminuída pela ação do empuxo, na corrida subaquática existe o contato com o solo, e assim, para a realização do movimento e para o sujeito vencer a resistência da água existe as componentes da FRS (DOWZER *et al.*, 1998). Essas forças apesar de serem menores que fora da água podem ser excessivas dependendo da condição ou problema que o paciente apresenta. Além disso, a água é 800 vezes mais densa que o ar, assim, realizar um exercício neste meio oferece maior resistência que no ar. Para o exercício neste meio viscoso, além de analisar o nível de imersão, deve também ser analisada a velocidade do movimento. Cabe então, caracterizar não somente a alteração de imersão como também a variação de velocidade para a prescrição do exercício na água (MIYOSHI *et al.*, 2003; MIYOSHI *et al.*, 2005; ROESLER *et al.*, 2006).

Uma vez quantificada a força que está atuando sobre o indivíduo, esta poderia ser escolhida como uma diretriz na prescrição do exercício. Sabe-se que existem diferenças antropométricas entre homens e mulheres. Cabe verificar se estas diferenças podem causar uma variação na força durante o exercício de corrida na água. Ocorrendo essa variação, deve haver a prescrição diferenciada da corrida subaquática para cada gênero. No caso da reabilitação, ainda existe a determinação da carga que o paciente pode receber baseado no acometimento que sofreu; logo, a quantificação das cargas é necessária para o embasamento da prescrição da corrida na água.

1.4. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Como possível limitação do estudo destaca-se:

- A falta da possibilidade da variação do nível de imersão com facilidade ou a existência de um equipamento que permitisse a rápida variação da profundidade de imersão. Para amenizar este efeito foram escolhidos dois níveis de imersão que estão de acordo com a profundidade das piscinas comumente utilizadas pelos profissionais da saúde que realizam a prescrição de exercício em ambiente aquático.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

“Ninguém é tão ignorante que não tenha algo a ensinar. Ninguém é tão sábio que não tenha nada a aprender.”

Blaise Pascal

“Teoria é bom, mas não impede as coisas de acontecerem.”

Jean Martin Charcot

Neste capítulo está apresentada uma revisão de literatura relacionada aos exercícios aquáticos. Como a literatura ainda não é vasta nesta área dentro da biomecânica e com o intuito de facilitar o trabalho de comparação dos dados foi colocado o item locomoção humana. Nesse item foi relatada a forma de locomoção natural caminhada e corrida em solo com o intuito de gerar subsídios para uma comparação com a corrida dentro da água, em termos de características da curva e intensidade de forças.

2.1. EXERCÍCIO NA ÁGUA

O homem se relaciona com o meio aquático com fins de recreação, exploração e condicionamento desde seus primórdios. Na reabilitação, segundo Kelly *et al.* (2000), existem documentos do uso da água com cunho terapêutico desde 2400 antes de Cristo. Estes registros sugerem o uso de fontes minerais no Egito antigo, na Assíria e na cultura Mohammed através do XVIII século.

Com relação a corrida na água para condicionamento físico os estudos abordam as variáveis fisiológicas como pressão arterial, frequência cardíaca, volume e débito de oxigênio,

temperatura corporal, entre outros (CHRISTIE *et al.*, 1990; ODA *et al.*, 1999; HALL *et al.*, 1998; SHIMIZU *et al.*, 1998; SHONO *et al.*, 2001; YOUNG *et al.*, 1995). Os trabalhos voltados à reabilitação aquática estão direcionados ao estudo de determinadas patologias utilizando a hidrocinestoterapia como recurso terapêutico (BRAVO *et al.*, 1997; EVERSDEN *et al.*, 2007; FOLEY *et al.*, 2003; GETZ *et al.*, 2006; TEMPLENTON *et al.*, 1996; THEIN *et al.*, 2000; WANG *et al.*, 2006). Desta forma, encontramos poucos trabalhos destinados à análise das variações biomecânicas que ocorrem na realização dos exercícios aquáticos. Esta observação é feita também por outros pesquisadores (ERVILHA *et al.*, 2001; HARRISON *et al.*, 1992; KRUEL *et al.*, 1995; PÖYHÖNEN *et al.*, 1999; PÖYHÖNEN *et al.*, 2001; YAMAMOTO *et al.*, 1995; YANO *et al.*, 1995).

Para a manutenção da saúde ou do condicionamento, no primeiro caso geralmente aplicado às populações idosas ou obesas e no segundo aplicado aos atletas, a procura pela hidroginástica tem aumentado. Para os sujeitos que procuram a melhora ou manutenção da saúde, a hidroginástica provê um meio seguro (menor chance de quedas, evento traumático ou risco cardíaco), confortável (embora o sujeito tenha de se ambientar com o meio líquido) e um ambiente social (TAKESHIMA *et al.*, 2000). Já estão provados os benefícios relativos à melhora da qualidade de vida (TAKESHIMA *et al.*, 2000), força muscular (PETRICK *et al.*, 2001), equilíbrio e condicionamento aeróbio (THEIN *et al.*, 2000), justificando assim a escolha da implementação deste tipo de exercício por parte das pessoas. No caso dos atletas, tanto a manutenção do condicionamento quanto para o restabelecimento de alguma função os exercícios na água já provaram sua efetividade (McNAUGHTON *et al.*, 2003; POHL, 1998; REILLY *et al.*, 2003; SILVA FILHO *et al.*, 2005; TARTARUGA *et al.*, 2007; THEIN *et al.*, 2000).

São diversas as condições em que a fisioterapia aquática pode se beneficiar com a diminuição da força resultante e conseqüentemente menor sustentação do peso, dentre estas condições, podem ser citados os processos de recuperação funcional das fraturas de fêmur e tíbia, dos pós-operatórios de próteses, das reconstruções de ligamentos e tendões, dos problemas de coluna, etc. (BATES e HANSON, 1998; CAMPION, 2000; KELLY, 2000; KUORI, 2000; RUOTI, MORRIS e COLE, 2000).

Em relação às propriedades físicas da água, tem-se que quanto maior o nível de imersão, menores são as cargas nas estruturas músculo-esqueléticas. Após uma lesão ou processo cirúrgico, o paciente pode ficar em pé e iniciar o treinamento da marcha ou corrida e exercícios de fortalecimento antes de executá-los fora da água, diminuindo os riscos de possíveis prejuízos às estruturas em restabelecimento (SKINNER e THOMSON, 1991;

DULCY, 1988). Torna-se evidente, então, que o fato de uma redução da sustentação do peso corporal, secundário ao efeito de redução da ação da gravidade, com conseqüente diminuição da magnitude das forças internas nas estruturas músculo-esqueléticas, possibilitam o início precoce de atividades na água em relação à terra. Além da diminuição da sustentação do peso, na água existe também a pressão hidrostática que facilita a resolução dos edemas (BISCARINI e CERULLI, 2007). Isso por sua vez acelera o processo de reabilitação, diminuindo o tempo e os custos com tratamento, e também prevenindo possíveis riscos de prejuízos aos procedimentos cirúrgicos na fase pós-operatória. Para tanto, deve-se saber quanta carga o indivíduo pode suportar e prescrever a devida profundidade de imersão e situação em que deve realizar a marcha ou corrida subaquática.

A quantificação da força resultante atuante sobre o indivíduo submerso com a finalidade de embasar cientificamente o processo de recuperação funcional terapêutica pode ser remetida ao estudo de Harrison e Bulstrode (1987), através da mensuração do peso hidrostático de pessoas em diversos níveis de imersão, embora se soubesse que os valores iriam variar quando os indivíduos estivessem em movimento.

O estudo das variáveis dinâmicas da marcha dentro da água foi iniciado por Harrison, Hillmann e Bulstrode (1992). Este estudo mensurou pela primeira vez a componente vertical da força de reação ao solo (FRS) em nove sujeitos (seis mulheres e três homens) com estatura de 1.65 a 1.82 m. Foi feita a comparação entre o peso hidrostático e a marcha subaquática nos níveis 1.1 e 1.3 m de profundidade. Os sujeitos caminharam em duas velocidades determinadas como lenta e rápida, embora o autor não cite o valor destas velocidades. Como pode ser visto na Figura 1 para a profundidade de 1.3 m os valores da componente vertical da força de reação do solo foram de 0.5 a 0.75 PC para as situações rápidas e 0.25 a 0.5 PC para as situações lentas. Com o equipamento disponível na época (uma balança eletrônica de banheiro adaptada) este estudo conseguiu estimar a força resultante e o autor é amplamente citado nos livros de hidroterapia (CAMPION, 2000; KUORI, 2000; RUOTI *et al.*, 2000); embora devido ao equipamento ou ao pequeno número de sujeitos do experimento a margem de segurança para cada situação ficou em 0.25 PC.

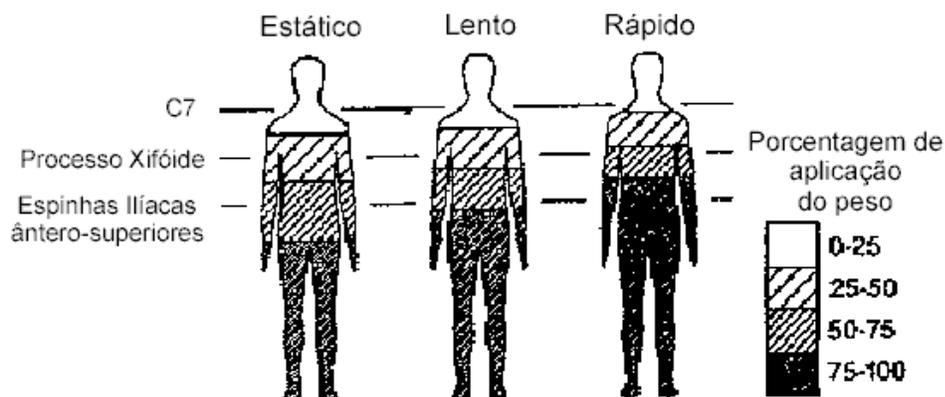


Figura 1 – Força vertical durante a imersão e durante a marcha subaquática em diferentes níveis de imersão.

Fonte: Harrison, Hillman e Bulstrode, 1992.

Também na década de 1990 o *National Rehabilitation Center for the Disabled* em Saitama no Japão iniciou os estudos com marcha subaquática. O primeiro deles foi o de Nakasawa *et al.* (1994) onde foi realizado um estudo sobre a componente vertical da FRS durante a marcha em terra e na água utilizando uma plataforma de força resistente à água desenvolvida para este estudo. O segundo estudo foi de Yano *et al.* (1995) estudaram a força de reação do solo e o sinal eletromiográfico para os músculos sóleo, tibial anterior e gastrocnêmio medial durante o andar dentro e fora da água. O terceiro estudo publicado por este centro de pesquisas foi de Yamamoto *et al.* (1995) analisaram a marcha através da força vertical e da variação angular de quadril, joelho e tornozelo, em 1.2 m de profundidade em três sujeitos.

Para o estudo de Nakasawa *et al.* (1994) foi analisada a marcha de seis participantes (quatro homens e duas mulheres) fora e dentro da água em quatro profundidades (0.4, 0.7, 1.0 e 1.2 m). Neste estudo foi utilizada uma plataforma de força subaquática e um metrônomo para o controle da velocidade, os sujeitos escolhiam a velocidade que eles consideravam mais confortável e posteriormente esta velocidade era controlada com a utilização dos toques do metrônomo. Na Figura 2 podem ser vistas as alterações na curva da FRS para as diferentes profundidades. Nota-se que os valores das forças diminuem e que os períodos de apoio aumentam com o aumento da profundidade de imersão.

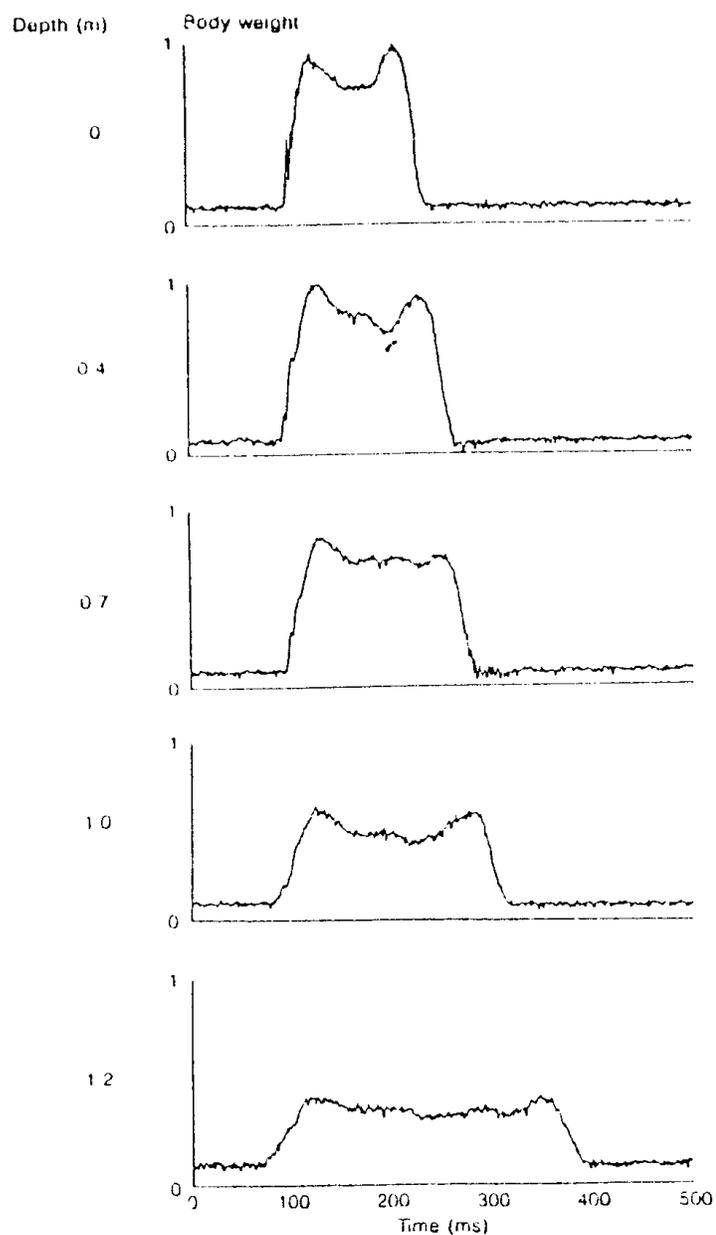


Figura 2 - Exemplos da curva de FRS para as diferentes profundidades de imersão.
Fonte: Nakasawa *et al.* (1994)

Na profundidade de 1.2 m Nakasawa *et al.* (1994) destacam que as curvas de força foram reduzidas para 40 % do peso corporal dos participantes, ficando em torno de um terço ou a metade dos valores para fora da água.

O resultado do estudo de Yano *et al.* (1995) pode ser visto na Figura 3 que compara a curva da FRS e a eletromiografia para os músculos sóleo, tibial anterior e gastrocnêmio medial para a marcha fora da água com a marcha subaquática na velocidade elegida como rápida e lenta.

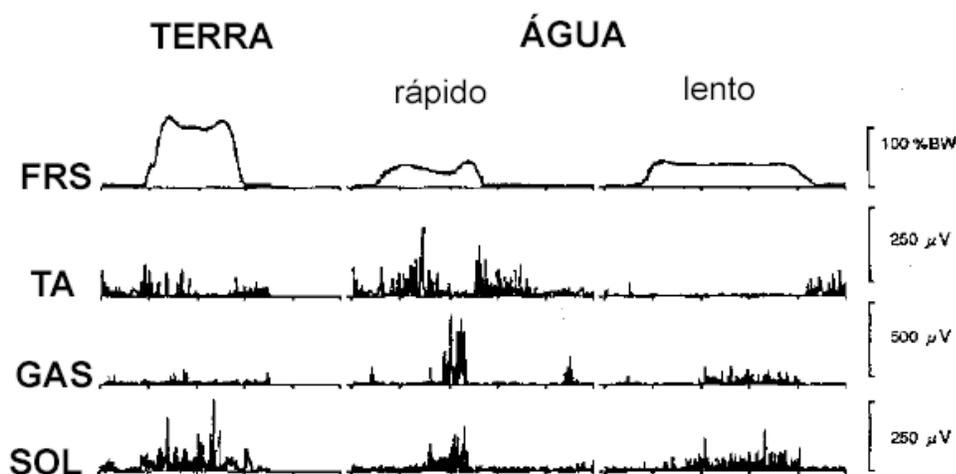


Figura 3 - Exemplo da curva de FRS e do sinal eletromiográfico durante a marcha fora e dentro da água na velocidade lenta e rápida. Onde: TA – Tibial anterior, GAS – Gastrocnêmio e SOL – Soleo.
Fonte: Yano *et al.* (1995)

Pode ser observado na Figura 3 que a marcha dentro da água tem uma curva de força com os picos diminuídos e o tempo de apoio aumentado em relação a fora da água. Ainda, nota-se a maior atividade no músculo tibial anterior e gastrocnêmio para a velocidade rápida através do sinal eletromiográfico.

Yamamoto *et al.* (1995) analisaram a marcha através da força vertical e da variação angular de quadril, joelho e tornozelo, em 1.2 m de profundidade em 3 sujeitos. Para tanto solicitaram aos participantes que escolhessem a velocidade mais confortável para a marcha fora e dentro da água. A marcha subaquática lenta e rápida foi selecionada pelos participantes em relação a mais confortável, aumentando e diminuindo a velocidade. Os autores não citaram as velocidades. Na Figura 4 são mostrados os resultados deste estudo.

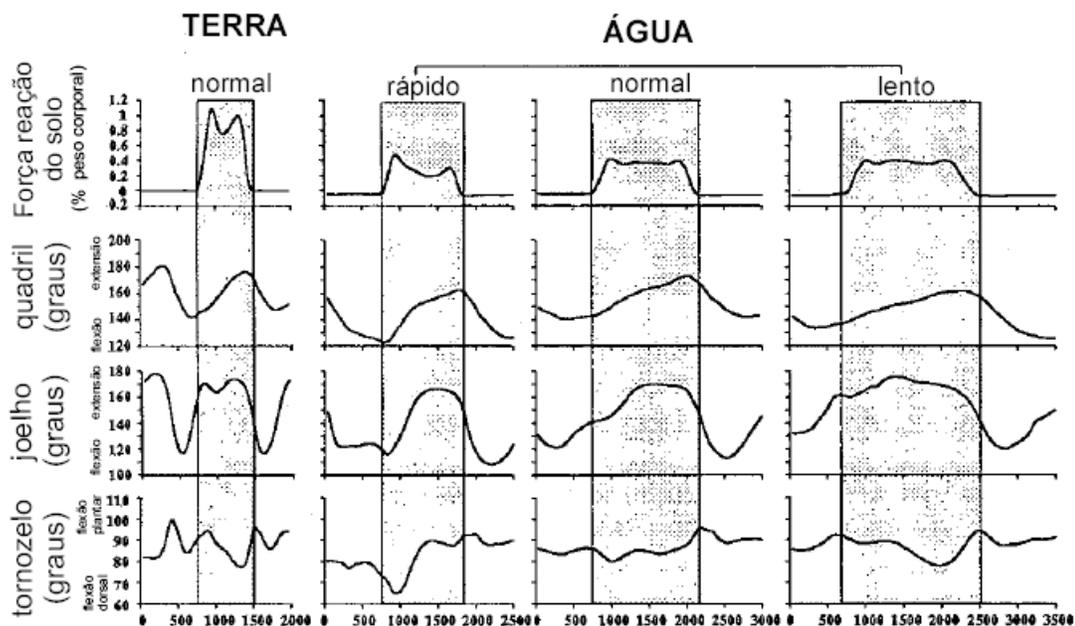


Figura 4 - Exemplo da curva vertical da força de reação do solo e da variação angular para a marcha fora e dentro da água.

Fonte: Yamamoto *et al.* (1995)

Pode ser observado na Figura 4 que a curva de FRS tem um padrão diferente para as velocidades rápida e lenta. Na velocidade rápida os picos de força estão mais definidos e ocorre uma deflexão na curva, estas características não estão presentes na velocidade lenta. Os padrões de movimento das articulações também são diferentes.

Em 1997 foi desenvolvida a primeira plataforma de força subaquática (ROESLER, 1997) para aquisição de força e momento nos três eixos coordenados, sendo estas o principal instrumento utilizado pelo Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do CEFID/UEDESC. Com o desenvolvimento das plataformas de força subaquáticas, um equipamento de maior precisão, a medição das forças durante a caminhada na água com a finalidade de analisar a força resultante para a prescrição do tratamento fisioterapêutico deveria ser reavaliada. Esse processo foi iniciado pelo Grupo de Pesquisas em Biomecânica Aquática em 2000 com a análise da força vertical na hidrocinesioterapia (BRITO *et al.*, 2000), em 2002 foi criado o protocolo de análise da marcha subaquática (SCHUTZ *et al.*, 2002), em 2003 foi publicado o resultado de um estudo que analisa as variáveis temporais e as forças verticais (ROESLER *et al.*, 2003).

Em 2004 foi realizado o estudo que analisa a marcha nos níveis de imersão próximos ao quadril e ao joelho (1.1 e 0.6 m) quando comparada com ambiente terrestre. Participaram desta pesquisa 11 sujeitos, com idade entre 15 e 28 anos de idade e ambos os gêneros. O valor médio da força, normalizado pelo peso corporal, do primeiro pico de força foi de: 1.01 PC

fora d'água, 0.87 PC ao nível do joelho e 0.43 PC no quadril. Para o segundo pico de força: 1.07 PC fora d'água, 0.90 PC ao nível do joelho e 0.44 PC no quadril. No pico mínimo os valores foram: 0.87 PC fora d'água, 0.76 PC ao nível do joelho e 0.37 PC no quadril. Na Figura 5 pode ser vista a comparação da curva de FRS para a marcha fora e dentro da água na imersão próxima ao quadril e joelho (BRITO *et al.*, 2004).

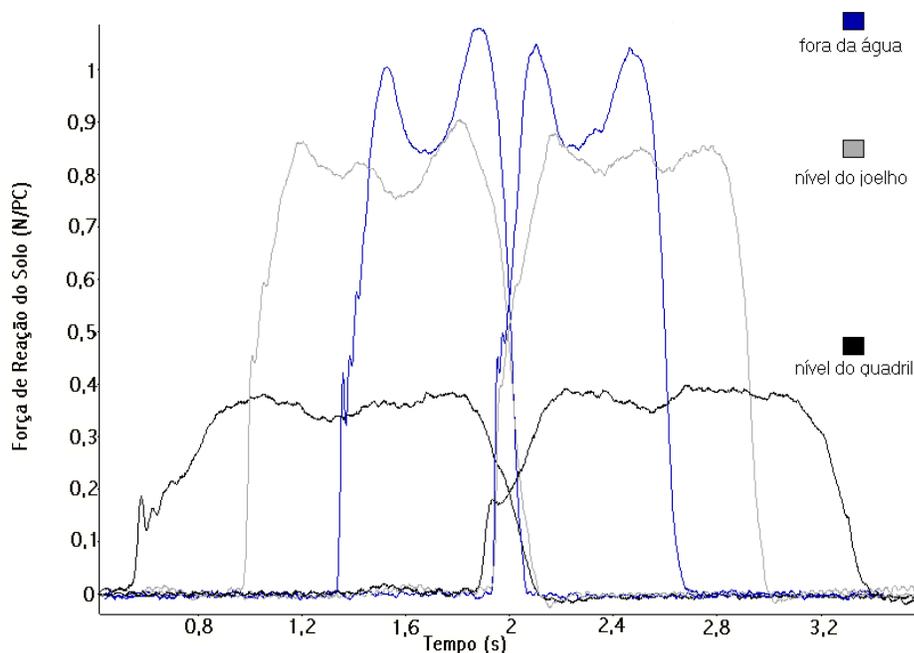


Figura 5 - Mudanças que ocorrem para a componente vertical da força de reação do solo em decorrência da variação da profundidade de imersão.
Fonte: Brito *et al.*, 2004.

Na Figura 5 pode ser visto que em relação à variável dinamométrica força de suporte médio conforme aumenta o nível de imersão perde-se a deflexão da curva de força. Este fato pode ser decorrente da diminuição da velocidade de oscilação do membro inferior na fase de balanço ou da diminuição da flexão do joelho que está na fase de apoio (BRITO *et al.*, 2004). A diminuição da amplitude da deflexão na fase de suporte médio também pode ser visualizada nos estudos de Yano *et al.* (1995) na comparação da marcha em velocidade rápida e lenta.

Em Roesler *et al.* (2005) pode ser observada a caminhada dentro da água em relação às características das curvas de força das componentes vertical e ântero-posterior. Este trabalho relata a ausência da fase negativa para a componente ântero-posterior e a alteração nas curvas em relação à mudança de velocidade da marcha.

A análise da força na caminhada para 60 sujeitos no nível de imersão do esterno pode ser vista em Roesler *et al.* (2006). Na componente vertical as forças variaram de 20 a 40 % do peso corporal dos sujeitos dependendo da situação. Na componente ântero-posterior as forças foram de 8 a 20 % do peso corporal também de acordo com a situação imposta.

2.2. LOCOMOÇÃO HUMANA

Embora o tema abordado seja a corrida subaquática, faz-se necessário que as características da locomoção humana fora da água, especificamente as características relacionadas à FRS, também sejam abordadas já que servirão de parâmetro para identificar as alterações na corrida subaquática.

Em Amadio e Duarte (1996) são abordadas três formas básicas de locomoção humana: andar, correr e saltar. Nesta revisão são abordados o andar e o correr. Segundo Hennig (1999) a marcha pode ser entendida como um meio de locomoção no qual ocorre um padrão cíclico de movimentos corporais a cada passo. Para Winter (1991) a marcha é o movimento humano mais comum, embora seja um dos mais complexos. Hebert *et al.* (1998) define a marcha como um conjunto de movimentos rítmicos e alternados do tronco e extremidades visando à locomoção do corpo. Segundo Bruneira e Amadio (1993) a locomoção não seria um fenômeno, mas sim, muitos fenômenos constituindo um movimento complexo para a análise e interpretação.

Muitos movimentos humanos são caracterizados pela repetição contínua de um padrão fundamental (ZATSIORSKY, 2004). Com o intuito de facilitar a análise destes movimentos foram criadas nomenclaturas e variáveis para estudar estes fenômenos. Sendo que a locomoção possui um padrão cíclico que se repete indefinidamente a cada passo, as descrições geralmente analisam o que ocorre num ciclo, supondo que os ciclos sucessivos serão iguais. Embora essa suposição não seja verdadeira, é uma aproximação razoável, pois existem certos eventos observáveis que são praticamente iguais para qualquer pessoa caminhando ou correndo (ROSE e GAMBLE, 1998). Porém é possível algumas variações entre diferentes indivíduos ou para o mesmo indivíduo como resultado de mudança de velocidade, tipo de calçado, idade, tipo de atividade física praticada, entre outros (MOCHIZUKI *et al.*, 1993; VIEL, 2001; PERRY, 1992).

A marcha ou a corrida podem ser definidas em fases de acordo com o intervalo de tempo durante o qual uma seqüência de eventos sucessivos e regulares se completa. Esta seqüência de eventos se inicia quando um pé toca o solo e termina quando o mesmo pé atinge o solo novamente. Assim, estes movimentos de marcha e corrida podem ser divididos em duas fases principais: apoio e oscilação/balanço (ENOKA, 2000; NOVACHECK, 1998; ROSE e GAMBLE, 1998).

Os humanos, segundo Zatsiorsky (2004), têm uma habilidade incrível de alterar intencionalmente a velocidade, distância e cadência a fim de alcançar as demandas do ambiente. Por exemplo na caminhada com a velocidade de 1.0 a 3.0 m.s⁻¹ pode ocorrer a variação de 25 a 143 passos por minuto nesta gama de velocidades. Para a corrida de 1.5 a 8.0 m.s⁻¹ os sujeitos podiam realizar de 33 a 214 passos por minuto. A primeira observação que deve ser realizada é que entre as velocidades de 1.5 a 3.0 m.s⁻¹ os sujeitos podem realizar a caminhada ou a corrida, dependendo das características individuais e do gasto energético. Apesar de inúmeros fatores serem considerados para tentar explicar esta habilidade de alterar a cadência e distância do ciclo, ainda não são claros os mecanismos que estão implícitos neste processo de seleção pelo indivíduo (ZATSIORSKY, 2004).

Faz-se importante caracterizar uma distinção entre caminhada e corrida. Para Novacheck (1998) a marcha humana segue um ritmo contínuo onde ocorre a transição da caminhada para a corrida e desta para o tiro ou '*sprint*' com o aumento da velocidade de deslocamento. A demarcação entre a caminhada e a corrida ocorre quando o período de duplo apoio durante a fase de contato com o solo não existe mais. Se aumentarmos a velocidade da caminhada, num dado instante, o movimento da corrida toma forma, no qual não existe uma fase com os dois pés no solo. Na corrida ocorre uma sucessão de pequenos saltos onde existe uma pequena fase de vôo, na qual nenhum dos pés está em contato com o solo. Segundo Zatsiorsky (2004) é próximo da velocidade de 2.0 m.s⁻¹ que comumente ocorre a troca do padrão de caminhada para corrida com a ausência de duplo apoio e presença da fase de vôo. Se continuarmos a aumentar a velocidade da corrida, o tiro ou '*sprint*' ocorre, quando o contato com o solo não é mais realizado com o calcanhar, mas com o antepé (NOVACHECK, 1998).

É durante a fase de apoio da marcha, com o advento das plataformas de força, que ocorre a leitura da FRS e a descrição quantitativa dos aspectos dinamométricos da marcha. Neste estudo serão abordadas duas componentes da FRS, a saber: componente vertical e a componente ântero-posterior.

2.2.1. Componente vertical da FRS

Para Rose e Gamble (1998) a principal componente da FRS é a vertical, devido a sua magnitude de força em relação às outras. A ação da componente vertical se relaciona com a ação da gravidade e para a marcha fora da água deve possuir pelo menos a força do peso corporal. Também para Amadio e Duarte (1996) a componente vertical da FRS se destaca pela magnitude, sendo a componente que melhor caracteriza a carga sobre o aparelho locomotor.

Na caminhada fora da água a componente vertical possui dois picos de força bastante nítidos, estes picos podem ser vistos na Figura 6. Com a presença do primeiro e segundo picos de força e a deflexão entre eles, a curva força x tempo para a componente vertical torna-se semelhante a um “M” (AMADIO e DUARTE, 1996; NIGG e HERZOG, 1994; PERRY, 1992; WINTER, 1991).

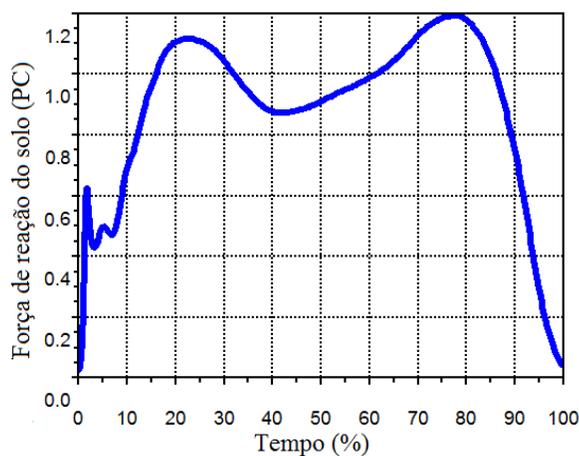


Figura 6 - Curva de força da componente vertical da força de reação do solo durante caminhada no solo. Fonte: Laboratório de biomecânica da UDESC.

O primeiro pico de força na componente vertical da FRS tem sua origem a partir do contato do pé no solo em resposta a carga corporal do indivíduo (AMADIO e DUARTE, 1996; PERRY, 1992). Antes do primeiro pico de força ocorre um pico denominado de pico de impacto, esse pico ocorre antes de 50 ms e do indivíduo perceber que tocou o solo, dessa forma, durante esse pico de força a carga ocorre diretamente sobre as estruturas corporais sem o auxílio da musculatura através da contração muscular. (NIGG e HERZOG, 1994). É próximo a esse pico de impacto que os músculos iniciam a contração e ocorrem os encaixes articulares necessários para continuar e manter o movimento. Apesar da carga vertical continuar a subir até o primeiro pico de força, ocorre, a partir da contração muscular, uma

atenuação da carga que pode ser visualizada pela diminuição da inclinação da curva (AMADIO e DUARTE, 1996; NIGG e HERZOG, 1994).

O segundo pico de força corresponde a fase ativa do movimento quando os músculos do membro inferior em apoio estão realizando a fase de propulsão da marcha (AMADIO e DUARTE, 1996; NIGG e HERZOG, 1994)

Entre o primeiro e segundo pico de força pode ser observada na Figura 1 uma deflexão na curva. Esta deflexão também chamada de fase de suporte médio ou pico mínimo está relacionada com a flexão do joelho na perna de apoio e a fase de balanço da perna livre.

Na Tabela 1 podem ser visualizados os valores do primeiro e segundo picos de força para a caminhada fora da água.

Tabela 1 – Valores do primeiro e segundo picos de força

Fonte	1º pico	2º pico
VIEL, (2001)	120%	120%
AMADIO e DUARTE, (1996)	1.3 – 1.5 PC	
HAMILL e KNUTZEN, (1999)	1.0 – 1.2 PC	1.0-1.2 PC
NIGG e HERZOG, (1994)	1.2-1.6 PC	
WINTER, (1991)	10.82 N/kg	10.62 N/kg
PERRY, (1992)	100% - 110%	

* % - porcentagem do peso corporal, PC - peso corporal, N/kg - newton por quilograma.

Na corrida fora da água a componente vertical da FRS possui o pico de impacto e o pico ativo. O pico de impacto é influenciado primeiramente pelas condições do toque do pé (NIGG e HERZOG, 1994; ZATSIORSKY, 2004). Corredores que pisam com o médio pé e antepé tipicamente não mostram um pico de impacto (NIGG e HERZOG, 1994; HAMILL e KNUTZEN, 1999; ZATSIORSKY, 2004). O segundo pico é afetado pela atividade muscular durante o apoio (NIGG e HERZOG, 1994; ZATSIORSKY, 2004). Como a velocidade do movimento é maior, observa-se a diminuição do tempo de apoio, que fica em torno de 0,2 s. A magnitude da força vertical pode atingir de duas a cinco vezes o peso corporal do corredor, dependendo da velocidade. Dessa forma, a carga mecânica a que é exposto o aparelho locomotor durante a corrida é maior que a do andar (AMADIO e DUARTE, 1996; NIGG e HERZOG, 1994; NOVACHECK, 1998).

Para a corrida existe uma grande variabilidade na curva de força de um indivíduo para outro, assim, nenhuma curva pode ser tida como representativa dos corredores em geral, mas um exemplo de uma curva para um corredor que realiza o contato do pé com o calcanhar é mostrado na Figura 7.

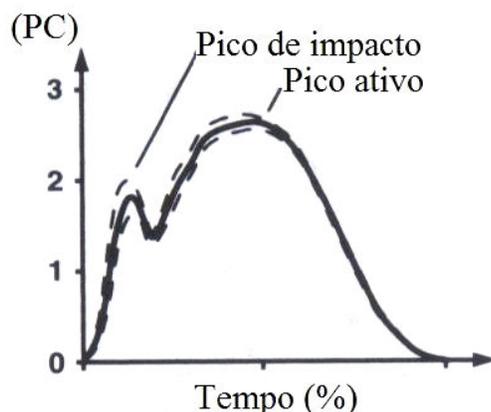


Figura 7 - Curva de força da componente vertical da força de reação do solo durante corrida no solo. Fonte: Adaptado de Nigg e Herzog (1994).

Na corrida, além da força ser em maior proporção que na marcha, a repetibilidade do gesto também deve ser destacada, em 1 km de corrida, o pé impacta com o solo de 600 a 1200 vezes, nas quais, a força de reação do solo é de 2 a 4 vezes o peso corporal (DOWZER *et al.*, 2006).

Na Tabela 2 podem ser visualizados os valores do pico de impacto e do pico ativo da corrida fora da água.

Tabela 2- Valores do pico de impacto e pico ativo		
Fonte	Pico de impacto	Pico ativo
NIGG e HERZOG, (1994)		1.6 – 3.0 PC
AMADIO e DUARTE, (1996)		2.0 – 4.0 PC
NOVACHECK, (1998)	2.0 PC	3.0 PC
HAMILL e KNUTZEN, (1999)		3.0 – 5.0 PC
VIEL, (2001)	1.64 PC	2.47 PC
ZATSIORSKY, (2004)	2.83 PC	3.13 PC

* PC - peso corporal.

A magnitude dos picos de força varia com a velocidade, com a idade dos sujeitos, prática de atividade física, tipo de calçado, tipo de atividade física praticada, gênero, entre outros... (MOCHIZUKI, 1993; PERRY, 1992; VIEL, 2001).

2.2.2. Componente ântero-posterior da FRS

A componente ântero-posterior está relacionada com as acelerações de progressão. Essa componente é necessária para iniciar ou finalizar períodos de locomoção e para mudar a velocidade da marcha (ROSE e GAMBLE, 1998).

Esta componente apresenta dois picos de força, um negativo e um positivo. Durante a fase negativa o pé está empurrando o solo anteriormente, e no solo causa uma reação na direção posterior (pico negativo) para desacelerar o movimento. Durante a fase positiva o pé empurra o solo na direção posterior, e no solo causa uma força de reação na direção anterior (pico positivo) para acelerar o movimento (NIGG e HERZOG, 1994; PERRY, 1992).

Na marcha fora da água a componente ântero-posterior possui dois picos de força bastante nítidos, estes picos podem ser vistos na Figura 8. Num primeiro instante ocorre o pico negativo, depois os valores aumentam até o pico positivo (AMADIO e DUARTE, 1996; NIGG e HERZOG, 1994; PERRY, 1992; WINTER, 1991). Com a presença destes dois picos de força com valores invertidos, mas semelhantes em magnitude, a curva se assemelha a figura de um dente de serra.

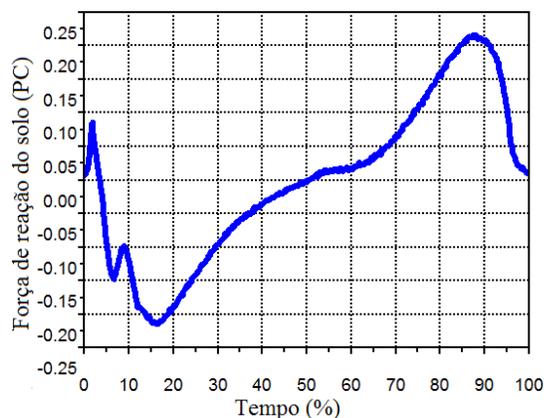


Figura 8 - Curva de força da componente ântero-posterior da força de reação do solo durante marcha no solo.

Fonte: Laboratório de biomecânica da UDESC.

Na Tabela 3 pode ser visualizado o valor do pico positivo ou negativo para a caminhada fora da água.

Tabela 3 – Valores do pico de força positivo/negativo	
Fonte	pico
VIEL, (2001)	± 20%
AMADIO e DUARTE, (1996)	± 0.2 PC
HAMILL e KNUTZEN, (1999)	± 0.15 PC
WINTER, (1991)	± 1.9 N/kg
PERRY, (1992)	± 23%

* % - porcentagem do peso corporal, PC - peso corporal, N/kg - newton por quilograma.

Na corrida a componente ântero-posterior possui um padrão semelhante da marcha, com dois picos de força bastante nítidos (Figura 9). A magnitude desta componente fica em torno

de 40 a 50% do peso corporal na corrida (HAMILL e KNUTZEN, 1999). Para Zatsiorsky, (2004) os valores nesta componente ficam em 0,89 PC para os picos negativos e 0,53 PC para os picos positivos.

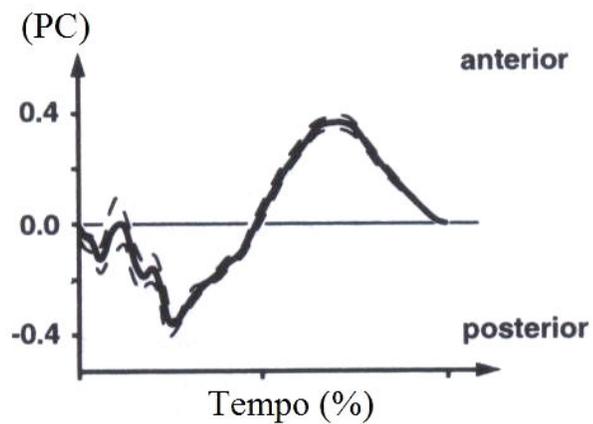


Figura 9 - Curva de força da componente ântero-posterior da força de reação do solo durante corrida no solo.

Fonte: Adaptado de Nigg e Herzog (1994).

3 MÉTODO

“Não há sentido em ser exato quando você nem sabe sobre o que está falando.”

John Von Neumann

“De que adianta correr quando se está no caminho errado.”

Provérbio Alemão

Neste capítulo estão apresentados os procedimentos que foram utilizados para este estudo, classificados da seguinte maneira: características do estudo, sujeitos, instrumentos de medida, controle de variáveis, procedimentos para a coleta de dados, análise dos dados, tratamento estatístico e limitações do estudo.

3.1. CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Este estudo é caracterizado como descritivo de campo de cunho exploratório. Esta caracterização de pesquisa consiste em investigações de pesquisa empírica cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema com finalidade de aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos (LAKATOS e MARCONI, 1986).

Este estudo foi delimitado à análise das características da FRS na corrida subaquática em três velocidades, para adultos jovens sem comprometimento na marcha, com estatura entre 1,60 a 1,85 metros em dois níveis de imersão: crista ilíaca e processo xifóide. O trabalho foi desenvolvido na piscina ao lado do Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do

Centro de Ciências da Saúde da Universidade do Estado de Santa Catarina, durante o segundo semestre de 2007.

3.2. SUJEITOS

Os sujeitos foram selecionados intencionalmente porque os participantes foram aqueles que aceitaram fazer parte do estudo e que condiziam com os critérios de inclusão: não relatar, quando indagados no primeiro contato/entrevista, qualquer queixa de comprometimento músculo-esquelético, estar adaptado ao meio líquido, ter estatura entre 1.60 e 1.85m, idade entre 18 a 30 anos e conseguir realizar a corrida na água.

A escolha da estatura dos participantes foi devida à profundidade da piscina, de forma a viabilizar facilmente os níveis de imersão escolhidos para a análise. Por adaptado ao meio líquido entende-se que o sujeito estava familiarizado com o ambiente aquático, sabendo controlar seu corpo dentro da água e não tendo medo de mergulhar (NAVARRO, 1995; SANTOS, 1996; VELASCO, 1994).

Seguindo a classificação de acordo com o gênero, a divisão dos grupos ficou da seguinte forma: grupo masculino e grupo feminino, ambos com 11 sujeitos. As características dos grupos estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização dos grupos

	Idade (anos)	Estatura (m)	Densidade (g/ml)	Peso fora da água (N)	Peso na imersão da crista ilíaca (N)	Peso na imersão do processo xifóide (N)
Grupo masculino	24 ± 3.0	1,80 ± 0,05	1,0466 ± 0,008	732.2 ± 66.8	334.1 ± 33.8	216.7 ± 32.8
Grupo feminino	23 ± 2.5	1,67 ± 0,05	1,0719 ± 0,011	552.7 ± 38.1	225.9 ± 11.6	154.2 ± 10.7

* m = metro; g/ml = grama por mililitro; N = newtons; ± = desvio padrão.

Entre os grupos não houve diferença estatisticamente significativa para a idade, densidade corporal, massa magra, porcentagem de gordura e massa óssea, ficando caracterizada a homogeneidade da constituição física dos sujeitos. Houve diferença entre os gêneros para o peso e para a estatura ($p < 0.05$ no teste t de *Student*). Para minimizar a influência do peso as variáveis foram normalizadas pelo peso corporal de cada participante. Com o intuito de diminuir a influência da diferença na estatura, o nível de imersão foi ajustado para cada participante tanto na imersão no processo xifóide como na crista ilíaca.

3.3. DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

As variáveis deste estudo, obtidas a partir da análise dinamométrica, são descritas a seguir:

a) *Tempo de contato da fase de apoio (t_c):* tempo do contato durante a fase de apoio na corrida subaquática (Figura 10). Operacionalmente, o valor da duração da fase de apoio foi adquirido através do tempo da perda de contato com a plataforma (tempo final) menos o tempo em que o pé entra em contato com a plataforma (tempo inicial). A variável t_c é expressa em segundos (s).

b) *Máximo na componente vertical ($F_{y_{max}}$):* é o valor máximo da componente vertical da FRS durante a realização do contato com a plataforma (Figura 10). Apesar de esse valor ser adimensional, resultado da divisão entre o valor da componente vertical da FRS (N) pelo peso corporal do participante (N), optou-se por expressá-lo em peso corporal (PC) como em outros estudos relativos à marcha e corrida (AMADIO e DUARTE, 1996; HAMILL e KNUTZEN, 1999, NIGG e HERZOG, 1994; NOVACHECK, 1998; ZATSIORSKY, 2004). Esta escolha foi realizada para a comparação dos dados entre os participantes e pela facilidade de compreensão desta variável quando expressa em termos do peso corporal. A compreensão e utilização de uma vez e meia o peso do aluno/paciente é facilitada em relação a ter de verificar de onde vem aquele valor adimensional e o que este valor de força pode representar para seu aluno/paciente. Logo, esta opção foi realizada para facilitar o trabalho de leitura e prescrição dos resultados deste estudo.

c) *Taxa de crescimento da força:* é o valor do máximo na componente vertical dividido pela diferença entre o tempo do máximo e o tempo do início do contato do pé na corrida subaquática (Figura 10). A taxa de crescimento da força é expressa em PC/s.

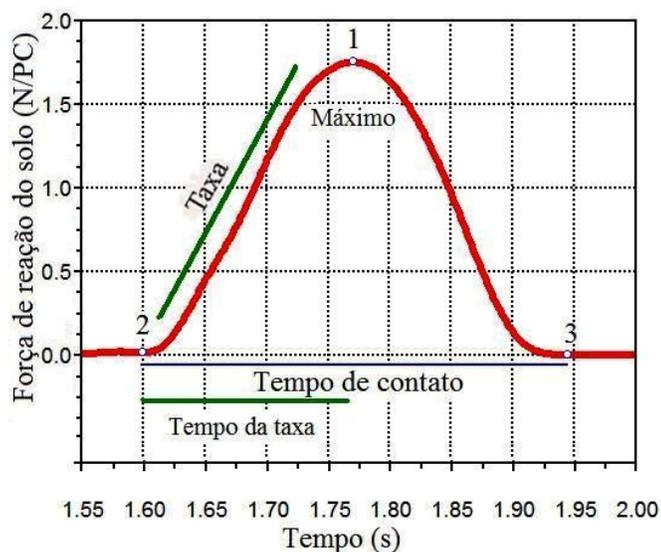


Figura 10 – Variáveis adquiridas a partir da componente vertical da FRS. Onde: (t_c) Tempo de contato = tempo final (3) – tempo inicial (2), ($F_{y_{max}}$) valor máximo da componente vertical (1) e Taxa de crescimento da força = valor máximo da componente vertical dividido pelo tempo em que ocorreu o valor máximo menos o tempo inicial do contato (taxa de crescimento da força = $F_{y_{max}} / (t(1) - t(2))$).

d) *Máximo na componente ântero-posterior ($F_{x_{max}}$)*: valor máximo registrado no sinal ântero-posterior da FRS durante o tempo de contato com a plataforma (Figura 11). O $F_{x_{max}}$ é expresso em PC.

e) *Mínimo na componente ântero-posterior ($F_{x_{min}}$)*: valor mínimo registrado no sinal ântero-posterior da FRS durante o tempo de contato com a plataforma (Figura 11). O $F_{x_{min}}$ é expresso em PC.

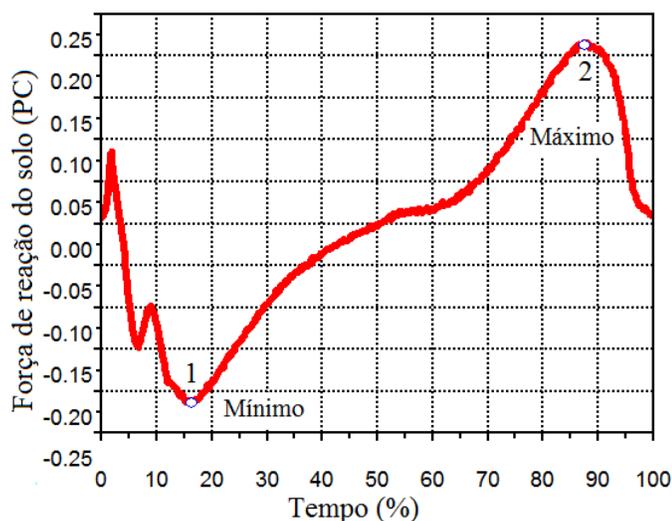


Figura 11 – Variáveis adquiridas a partir da componente ântero-posterior da FRS. Onde: ($F_{x_{min}}$) Pico negativo ântero-posterior = 1 e ($F_{x_{max}}$) Pico positivo ântero-posterior = 2.

3.4. INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Para realizar este estudo foram utilizados os seguintes instrumentos:

3.4.1. Plataforma de Força

Foi utilizada a plataforma de força subaquática construída com base no estudo de ROESLER (1997). Esta plataforma foi confeccionada com extensômetros de resistência elétrica (*strain gauges*) e possui dimensões de 500x500mm, carga máxima/sensibilidade: de 4000/2 N, frequência natural de 60 Hz e erro menor que 1% (Figura 12).



Figura 12– Foto da plataforma fora da água.

Para a aquisição e transformação dos dados analógicos em digitais foi utilizada uma placa de aquisição para pontes de *Wheatstone* e condicionamento de sinais de 16 canais de entrada e uma placa de conversão analógico-digital de 16 bits. Juntamente às placas foi necessário o programa de aquisição e processamento de dados SAD32 (SILVA e ZARO, 1997) em um microcomputador 486 com 120MB de memória RAM.

3.4.2. Plicômetro

Para a aferição das dobras cutâneas foi utilizado o plicômetro CESCORF, com escala 0,1 mm.

3.4.3. Sistema de medição da velocidade

Foi utilizado para aferição e controle da velocidade da corrida um sistema formado por cronômetro adaptado para disparar e travar a partir de fotocélulas.

3.4.4. Balança

Para medir a massa corporal dos participantes do estudo foi utilizada a balança eletrônica Plenna, modelo MEA-08128, escala de 0.1 kg.

3.5. VARIÁVEIS DE CONTROLE

Com a finalidade de assegurar a qualidade dos dados, foram controladas as seguintes variáveis:

- a) Nível de fadiga: os participantes foram orientados para não realizarem atividade física no dia da pesquisa antes da coleta de dados;
- b) A velocidade da corrida na situação pré-estabelecida foi controlada pelo sistema de medição de velocidade, sendo adquiridas as passagens em que o sujeito estava na velocidade de 0.6 m/s ($\pm 10\%$);
- c) Temperatura da água: a temperatura da piscina foi verificada e permaneceu em $30^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ durante a coleta;
- d) Homogeneidade da amostra: um educador físico com experiência em antropometria realizou a aferição das dobras cutâneas de todos os participantes. Foi verificado através do teste t de *Student* ($p < 0.05$) que não houve diferença significativa na densidade corporal dos participantes dentro dos grupos masculino e feminino para assegurar a homogeneidade da amostra.

3.6. PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

Após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP da Universidade do Estado de Santa Catarina os sujeitos do estudo foram informados dos procedimentos da coleta de dados e receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO B). Quando os sujeitos concordaram em participar do estudo mediante assinatura do referido termo, foi então agendada a data de realização da coleta de dados.

Todos os testes foram realizados na piscina ao lado do Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do CEFID. No fundo da piscina térmica ($30 \pm 1^\circ\text{C}$) foi posicionada a plataforma de força subaquática numa passarela de 8 m de comprimento (Figura 13), sendo: cinco metros antes da plataforma e três metros depois da plataforma. Foi colocado na plataforma e na passarela um piso antiderrapante para evitar que os sujeitos escorregassem durante a corrida subaquática. A passarela foi posicionada de acordo com a estatura de cada sujeito para que o nível da água permanecesse na altura da estrutura anatômica de referência com o sujeito em pé na piscina em cada situação analisada: ápice da crista ilíaca e processo xifóide.

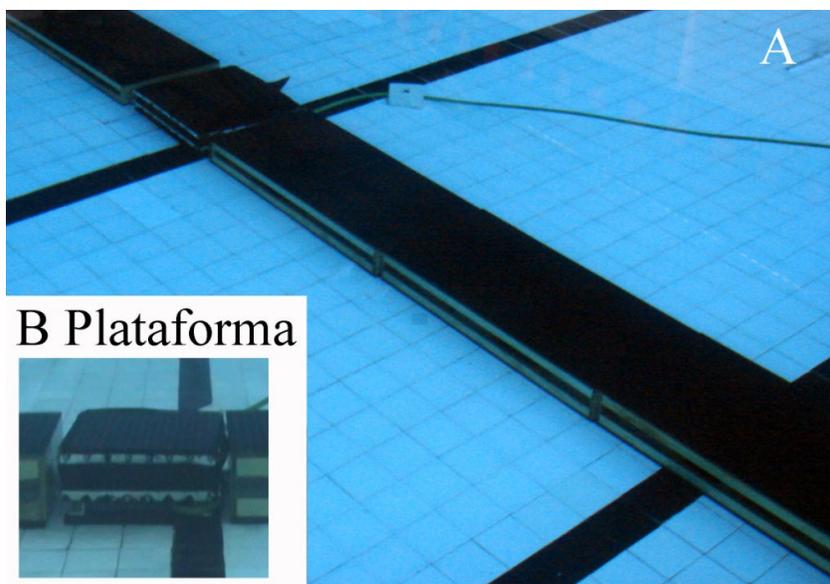


Figura 13 – Figura da passarela no fundo da piscina (A) e detalhe da plataforma de força (B).

A escolha dos níveis de imersão do estudo foi devida a dois fatores: o primeiro é relacionado à profundidade das piscinas utilizadas para hidroginástica e hidroterapia, o segundo é a escolha de duas estruturas anatômicas que fossem facilmente identificadas pelos profissionais que prescrevem a atividade no ambiente aquático, de forma a facilitar o seu

trabalho, através da visualização de um ponto anatômico nos sujeitos que pode ser facilmente identificado pelo professor de educação física ou fisioterapeuta.

Como o fundo da piscina não é horizontal e possui inclinação de 2.2 ± 0.2 graus, foram utilizados calços abaixo das plataformas e da passarela. Os calços possuem 500 mm de comprimento, 50 mm de espessura, a altura do lado mais baixo é de 20 mm e no lado mais alto de 40 mm e foram fixados na plataforma e nas caixas de madeira através de parafusos.

Antes dos participantes entrarem na piscina foram mensurado: a) massa corporal; b) estatura; e c) dobras cutâneas. Para obtenção da densidade corporal dos sujeitos foi utilizada para os homens a equação geral de regressão através da soma das dobras cutâneas do tórax, abdômen e coxa (POLLOCK e JACKSON, 1978); e nas mulheres, a equação geral de regressão que utiliza a soma das dobras cutâneas da coxa, tricipital e supra-íliaca (POLLOCK, JACKSON e WARD, 1980).

Após as medições foi realizado um teste de corrida fora da água, na qual o sujeito percorria por três vezes a distância de dez metros para verificar se existia alguma dificuldade ou impedimento na realização deste exercício.

Posteriormente, os sujeitos entravam na piscina e era sorteada a imersão em que eles realizariam a corrida. Depois do sorteio da imersão, o sujeito realizava a corrida na sequência exposta no Quadro 1 e Figura 14. O sujeito tinha o tempo que achava necessário para a familiarização com o equipamento. Durante esta familiarização os pesquisadores analisavam o padrão do gesto e quando o sujeito mantinha um padrão constante e se sentia capaz de correr na água, a coleta de dados tinha início.

Quadro 1 – Situações da corrida subaquática.

Velocidade	Imersão
Auto-selecionada	Crista ilíaca e processo xifóide
Pré-estabelecida (0.6m/s)	Crista ilíaca e processo xifóide
Máxima	Crista ilíaca e processo xifóide

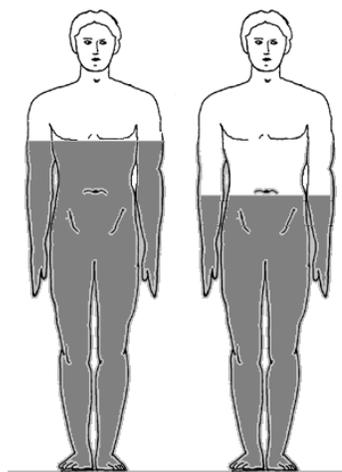


Figura 14 – Níveis de imersão utilizados para as diferentes situações.

Na velocidade pré-estabelecida foram adquiridas as passagens em que os sujeitos realizaram a corrida na velocidade de 0.6 m/s, respeitando-se uma variação de 10%. A escolha desta velocidade foi realizada por ser uma velocidade de corrida confortável no nível de imersão do processo xifóide.

Na Figura 15 está apresentada a corrida subaquática de um sujeito do grupo masculino a partir de uma seqüência de fotos onde pode ser visualizado dois critérios que foram observados durante a corrida dos sujeitos para a passagem ser considerada como válida: toque do pé na plataforma de força e presença da fase de vôo (ausência do duplo apoio).

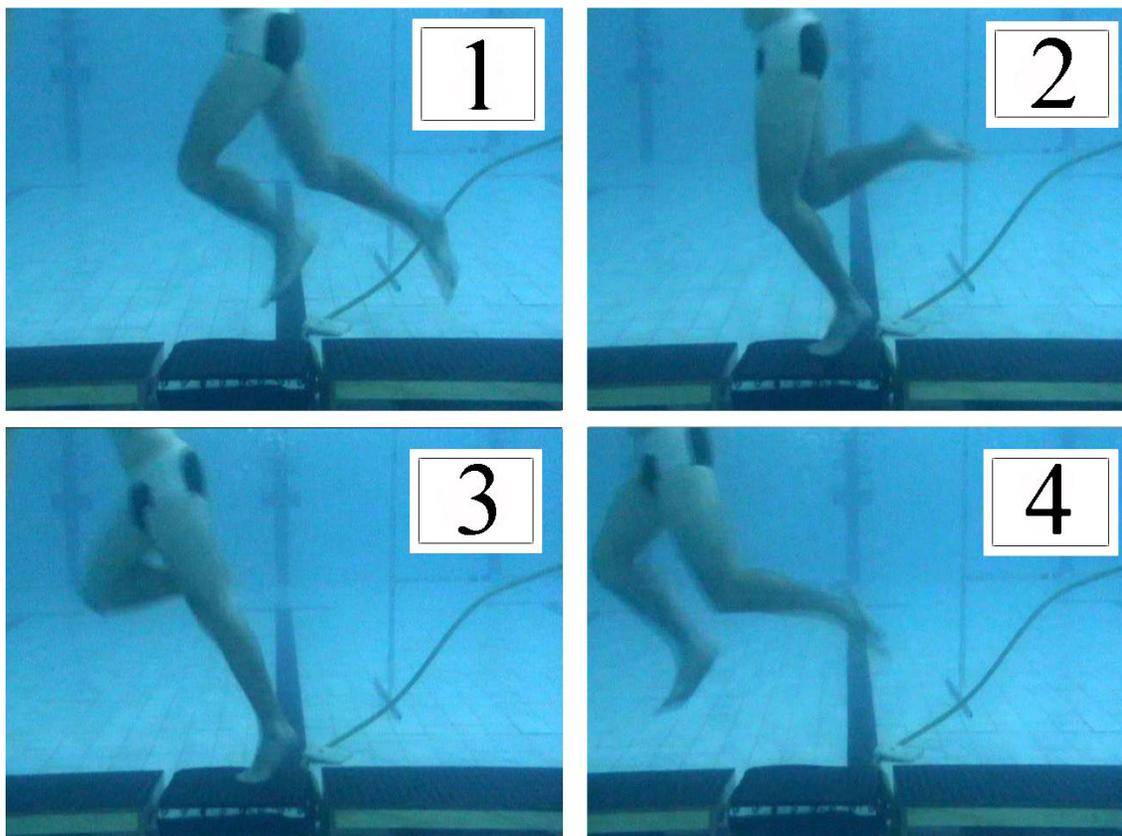


Figura 15 – Sujeito do grupo masculino realizando a corrida subaquática no nível de imersão da crista ilíaca. Onde os números um a quatro representam a seqüência do movimento.

Foi respeitado um tempo de 5 minutos entre cada situação para o mesmo nível de imersão. Para mover a passarela entre uma profundidade e outra transcorria um tempo de aproximadamente 15 minutos. Estas pausas serviam para que o sujeito não faticasse durante a coleta de dados.

A partir destes procedimentos foram coletadas seis passagens válidas (conforme estudo piloto, APÊNDICE I) em cada situação exposta no Quadro 1 para a corrida

subaquática para cada sujeito. Para que a passagem fosse considerada válida o participante deveria realizar o contato com o pé esquerdo na plataforma de força (Figura 15).

3.7. PROCESSAMENTO DOS DADOS

Após a aquisição, os dados foram exportados para serem tratados no software Scilab (INRIA). Neste software, foram criadas as rotinas de programação (APÊNDICE IV) para a análise dos dados a partir da seqüência:

I – Primeira rotina: (1) correção do zero (*offset*), (2) aplicação do coeficiente de calibração, (3) filtragem (filtro passa baixa tipo *Butterworth* na frequência de corte 20 Hz, ver APÊNDICE I); (4) detecção do início e fim do contato a partir do primeiro ponto no sinal maior que a média mais três desvios padrões do sinal no zero (início da curva), (5) recorte das curvas durante o contato, (6) interpolação da curva recortada para igualar o número de pontos do sinal e (7) exportação das curvas;

II – Segunda rotina: (1) normalização pelo peso corporal fora da água (para visualização da redução dos valores de força e comparação com os valores fora da água) e normalização pelo peso resultante entre o peso corporal e o empuxo em cada nível de imersão, (2) aquisição das variáveis a serem analisadas em cada passagem do sujeito; (3) exportação dos valores adquiridos de cada passagem do sujeito; (4) normalização da curva pela porcentagem de apoio, (5) cálculo das curvas médias para cada componente da FRS, (6) exportação dos valores adquiridos para as variáveis a serem analisadas e das curvas médias;

III – Terceira rotina: (1) cálculo da curva média para cada componente da FRS e (2) exportação da curva média para cada componente da FRS.

Os valores individuais das variáveis analisadas neste estudo (t_c , $F_{y_{max}}$, taxa de crescimento da força, $F_{x_{max}}$, $F_{x_{min}}$) foram tratados após a exportação pelo Scilab no programa SPSS versão 11.0.

3.8. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Para a caracterização dos dados foi utilizada a estatística descritiva, com a identificação dos valores de média (\bar{X}) e desvio padrão (s) das seis execuções de cada sujeito no seu respectivo grupo.

Através do teste de Shapiro-Wilk verificou-se que a distribuição dos dados é normal, possibilitando a aplicação dos testes paramétricos descritos a seguir (TRITSCHLER, 2003).

Na comparação entre os valores de força para os diferentes níveis de imersão (quadril e xifóide) do mesmo grupo foi utilizado o teste “t” de *Student* para amostras pareadas. Na comparação entre os valores de força nas diferentes velocidades (pré-estabelecida, auto-selecionada e máxima) em cada nível de imersão, no mesmo grupo, foi utilizada a análise de variância (ANOVA *one-way*) e *post-hoc* de Tukey.

Para a comparação dos valores de força entre o grupo masculino e o grupo feminino foi utilizado o “t” de *Student* para amostras não pareadas.

E por fim, para a criação de um modelo estatístico com equações para o cálculo das componentes da FRS foi utilizada a Regressão Linear Múltipla.

O nível de confiança adotado para todos os testes foi de 95 % ($p < 0.05$).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

“Se não fosse para cometer erros, não tomaria decisões.”

Robert Wood Johnson

“Eu quase nada sei, mas desconfio de muita coisa.”

Guimarães Rosa

Neste capítulo estão apresentados os resultados deste estudo, divididos em: caracterização e comparação das variáveis com alteração da imersão, caracterização e comparação das variáveis com alteração da velocidade, comparação das variáveis entre os gêneros, normalização das componentes através da força resultante entre o peso corporal e o empuxo e desenvolvimento de modelo estatístico para inferência das forças máximas.

4.1. CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS COM ALTERAÇÃO DA IMERSÃO

Em relação às propriedades físicas da água, a literatura destaca que quanto maior o nível de imersão, menor é a carga agindo sobre as estruturas músculo-esqueléticas. Com isso em mente, profissionais preparam suas aulas ou sessões (BATES e HANSON, 1998; CHRISTIE *et al.*, 1990; EVERSDEN *et al.*, 2007; FOLEY *et al.*, 2003; GETZ *et al.*, 2006; HALL *et al.*, 1998; KELLY, 2000; ODA *et al.*, 1999; SHIMIZU *et al.*, 1998; SHONO *et al.*, 2001; WANG *et al.*, 2006; YOUNG *et al.*, 1995). A alteração do nível de imersão é a maneira usual do profissional que prescreve atividade na piscina modificar a carga. Para a visualização da redução do peso resultante entre o peso do sujeito e o empuxo foi criada a Figura 16. Nesta

figura, estão apresentados da esquerda para a direita, os valores da razão entre o peso medido em diferentes condições (fora da água, no nível da crista ilíaca e no nível do processo xifóide) e o peso corporal dos sujeitos fora da água.

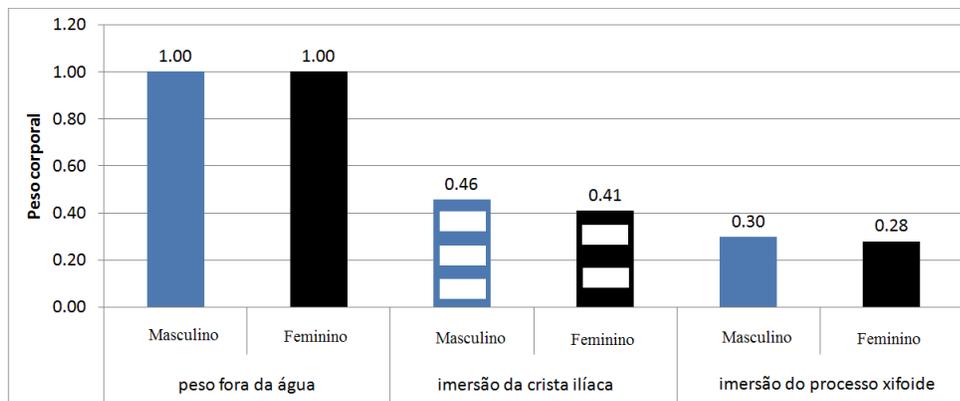


Figura 16 – Figura do peso normalizado e da força resultante normalizada nos dois níveis de imersão.

Na Figura 16 pode ser observado que quando o sujeito está parado sobre a plataforma o peso dos homens durante a imersão na crista ilíaca é de 0.46 (redução de 54 % na sustentação do peso) e das mulheres é de 0.41 (redução de 59 %). O mesmo ocorre no nível do xifóide, no qual a carga estática de sustentação do peso dentro da água para os homens é maior (redução de 70 %) que nas mulheres (redução de 72 %). Logo, a mulher possui em relação ao homem uma maior redução da sustentação do peso dentro da água ($p < 0.05$ no teste *t* de *Student*).

O resultado da maior redução da sustentação do peso nas mulheres foi relatado também por Krueel (1995). Krueel relata que quanto maior o nível de imersão, maior a redução das cargas fator considerado pelo autor como crucial para o embasamento e prescrição da atividade no meio líquido. Andrews *et al.* (2000), seguindo a mesma linha de raciocínio para a prescrição de um exercício dinâmico com base em uma medida estática, cita baseado no estudo de Harrison e Bulstrode (1987) que a carga na corrida seria em torno de 10% do peso corporal do indivíduo para uma imersão na altura dos ombros.

Roesler *et al.* (2006) já haviam relatado que a marcha realizada no nível dos ombros já possuía valores maiores que 10 % do PC, isto é 0.20 PC para a velocidade lenta e 0.30 PC para a velocidade rápida. Se a caminhada já possui maior valores de força é esperado que a corrida ultrapasse em maior grau este valor citado por Andrews *et al.* (2000).

Quando se analisa os valores encontrados para a corrida dentro da água (Tabelas 5 a 7), pode ser visto que é errado se basear nos valores obtidos com o sujeito estando parado sobre a plataforma. Nessa pesquisa, vê-se que estes valores baseados em estudos com o

sujeito parado (ANDREWS *et al.*, 2000; HARRISON e BULSTRODE, 1987; KRUEL, 1995) não podem ser tidos como base para os valores do sujeito em movimento, pois os indivíduos em movimento realizam uma força maior que a força resultante (força de sustentação) dentro da água. Assim, cabe caracterizar não somente a sustentação do indivíduo dentro da água, mas a carga a que ele está submetido de acordo com o exercício que realiza.

Na Tabela 5 estão os valores médios do grupo masculino e do grupo feminino para a corrida na água na velocidade pré-estabelecida (0.6 m/s).

Tabela 5 - Variáveis da corrida subaquática na velocidade pré-estabelecida (0.6m/s)

Imersão	Grupo	t_c (s)	$F_{y_{Max}}$ (PC)	Taxa (PC/s)	$F_{x_{min}}$ (PC)	$F_{x_{max}}$ (PC)
Processo xifoide	Masculino	0.62±0.23	0.68±0.07	2.81±0.82	-0.02±0.02	0.20±0.04
	Feminino	0.44±0.10	0.87±0.08	3.98±1.30	-0.02±0.02	0.24±0.05
Crista ilíaca	Masculino	0.59±0.21	0.92±0.06	4.76±0.83	-0.02±0.02	0.15±0.04
	Feminino	0.51±0.08	0.89±0.08	4.06±0.99	-0.02±0.02	0.18±0.03

* t_c - tempo de duração do contato, $F_{y_{max}}$ - é o valor máximo da componente vertical da FRS, taxa de crescimento da força - é o valor do máximo na componente vertical dividido pelo tempo do máximo menos o tempo do início do contato do apoio na corrida subaquática, $F_{x_{max}}$ - valor máximo registrado no sinal ântero-posterior da FRS, $F_{x_{min}}$ - valor mínimo registrado no sinal ântero-posterior da FRS e \pm desvio padrão.

Na Tabela 6 estão os valores médios do grupo masculino e do grupo feminino para a corrida na água na velocidade auto selecionada.

Tabela 6 – Variáveis da corrida subaquática na velocidade auto-selecionada

Imersão	Grupo	t_c (s)	$F_{y_{Max}}$ (PC)	Taxa (PC/s)	$F_{x_{min}}$ (PC)	$F_{x_{max}}$ (PC)
Processo xifoide	Masculino	0.52±0.12	0.73±0.09	3.23±1.06	-0.03±0.02	0.24±0.04
	Feminino	0.44±0.08	0.87±0.09	4.73±1.26	-0.02±0.02	0.26±0.05
Crista ilíaca	Masculino	0.50±0.18	0.94±0.08	4.51±0.89	-0.03±0.02	0.30±0.04
	Feminino	0.42±0.11	1.02±0.10	5.04±1.43	-0.02±0.02	0.32±0.05

* t_c - tempo de duração do contato, $F_{y_{max}}$ - é o valor máximo da componente vertical da FRS, taxa de crescimento da força - é o valor do máximo na componente vertical dividido pelo tempo do máximo menos o tempo do início do contato do apoio na corrida subaquática, $F_{x_{max}}$ - valor máximo registrado no sinal ântero-posterior da FRS, $F_{x_{min}}$ - valor mínimo registrado no sinal ântero-posterior da FRS e \pm desvio padrão.

Na Tabela 7 estão os valores médios do grupo masculino e do grupo feminino para a corrida na água na velocidade máxima.

Tabela 7 - Variáveis da corrida subaquática na velocidade máxima

Imersão	Grupo	t_c (s)	$F_{y_{Max}}$ (PC)	Taxa (PC/s)	$F_{x_{min}}$ (PC)	$F_{x_{max}}$ (PC)
Processo xifoide	Masculino	0.43±0.15	0.89±0.10	3.97±0.75	-0.03±0.02	0.30±0.04
	Feminino	0.37±0.09	0.97±0.13	5.01±1.35	-0.02±0.02	0.30±0.05
Crista ilíaca	Masculino	0.40±0.07	1.08±0.08	5.36±1.19	-0.04±0.02	0.41±0.05
	Feminino	0.40±0.09	1.13±0.09	5.47±1.01	-0.02±0.02	0.38±0.05

* t_c - tempo de duração do contato, $F_{y_{max}}$ - é o valor máximo da componente vertical da FRS, taxa de crescimento da força - é o valor do máximo na componente vertical dividido pelo tempo do máximo menos o tempo do início do contato do apoio na corrida subaquática, $F_{x_{max}}$ - valor máximo registrado no sinal ântero-posterior da FRS, $F_{x_{min}}$ - valor mínimo registrado no sinal ântero-posterior da FRS e \pm desvio padrão.

Na Figura 17 pode ser visualizada a alteração da variável t_c entre os diferentes níveis de imersão. Pode ser observado que esta variável não possui um padrão de alteração em seus valores quando comparamos os dois níveis de imersão, ora aumentando ora diminuindo quando é alterado o nível de imersão e mantida a velocidade de corrida. Além disso, a resposta é diferente entre os grupos masculino e feminino. Em geral as mulheres tiveram um t_c menor que os homens tanto na crista ilíaca como no processo xifóide, exceção para a velocidade máxima no nível da crista ilíaca. Os valores na velocidade auto selecionada estão de acordo com o estudo de Filho et al. (2005), porém na velocidade máxima Filho apresenta valores menores (0.29 ± 0.08) que os encontrados neste estudo.

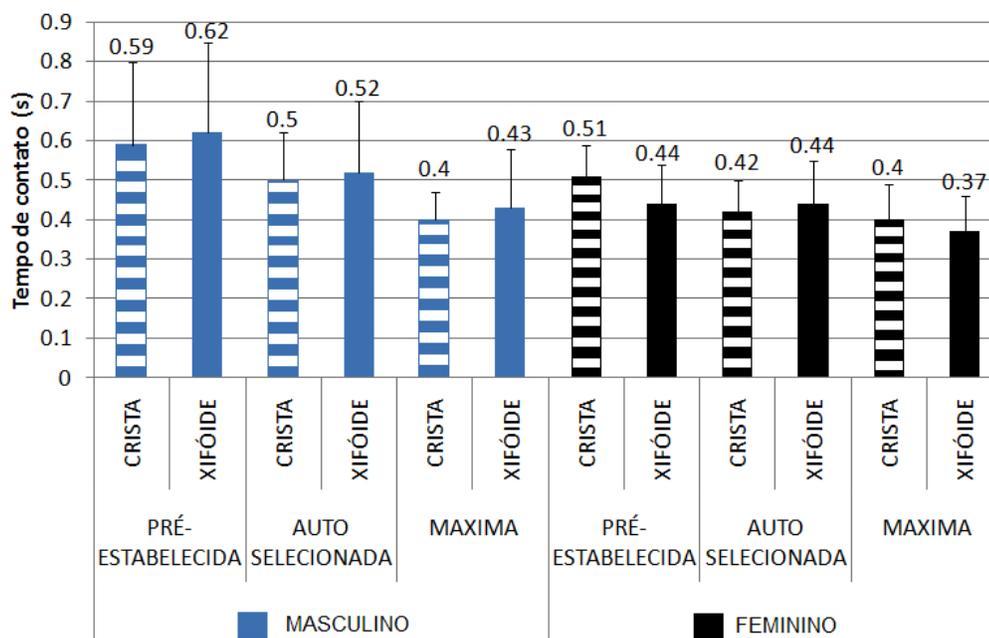


Figura 17 – Alteração da variável tempo de contato em relação ao nível de imersão.

Analisando os dados da Figura 18 fica evidente a alteração da força com a alteração no nível de imersão, confirmando a prática do aumento ou diminuição da carga na componente vertical da FRS com a alteração do nível de imersão. Esse aumento de força foi de aproximadamente 20 % para os homens e 15 % para as mulheres, exceção na velocidade pré-estabelecida no grupo das mulheres.

A diferença nos valores das forças não foi significativa (valor de p em 0.06 para os homens e 0.57 para as mulheres) na velocidade pré-estabelecida, na qual a velocidade era a mesma nos dois níveis de imersão. Logo, se a velocidade for controlada a alteração da crista ilíaca para o processo xifóide altera os valores da componente vertical da FRS, mas não o suficiente para causar uma diferença estatisticamente significativa.

Quando as velocidades foram auto selecionada e máxima, além do efeito da imersão, existiu o efeito da alteração da velocidade da corrida: os sujeitos correm em maior velocidade no menor nível de imersão. Houve diferença nos valores das forças tanto no grupo masculino quanto no grupo feminino (na velocidade auto selecionada o valor de p foi de 0.004 no grupo masculino e 0.04 no grupo feminino, na velocidade máxima foi de 0.03 no grupo masculino e 0.20 no grupo feminino).

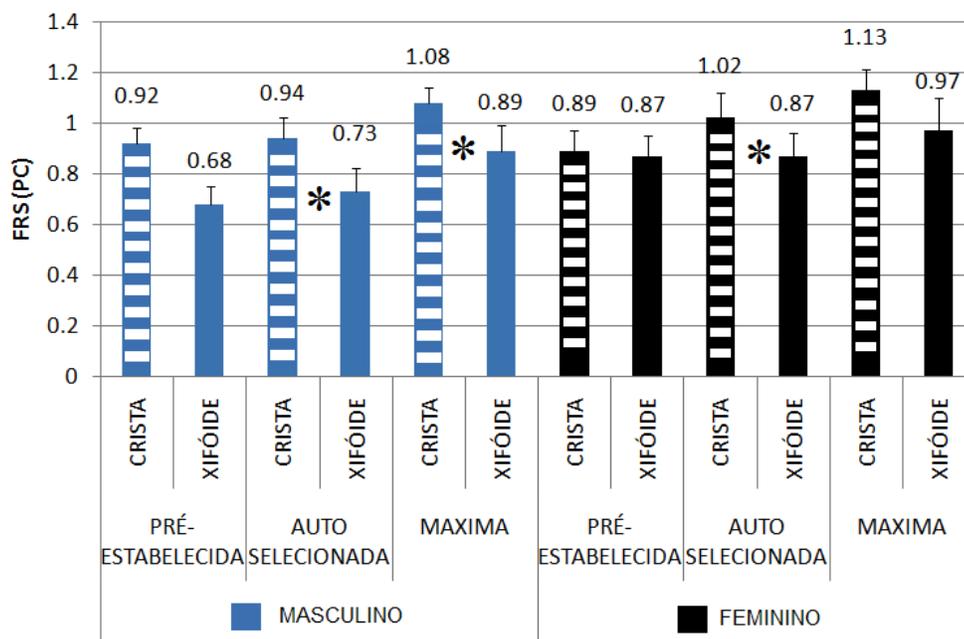


Figura 18 – Alteração da variável máximo na componente vertical em relação ao nível de imersão. Onde FRS = Força de reação do solo, PC = Peso corporal, * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.

Pode ser destacado que ao analisarmos a componente vertical da FRS o sujeito que já possui a capacidade de deambular na reabilitação, pode realizar a corrida na água, desde que tenha amplitude de movimento para realizar o gesto, pois as forças na caminhada estão em torno de 1.2 PC na caminhada fora da água e na corrida na água não chegam a este valor. Destaca-se ainda que as forças citadas por Andrews *et al.* (2000) estão subavaliadas e que a corrida na água está relacionada a valores superiores a 10 % do peso corporal. O profissional ao prescrever a atividade de corrida baseado nestes valores poderá estar colocando o seu paciente/aluno em risco se este não puder suportar uma carga maior.

A variável taxa de crescimento da força representa a intensidade da carga com relação ao tempo. Quanto maior seu valor maior foi a intensidade da carga e menor o tempo em que ela agiu no corpo. Pode ser visto na Figura 19 que quando mudamos o nível de imersão do processo xifóide para a crista íliaca esta variável aumenta seu valor. Logo, o aluno ou paciente

está submetido a uma carga maior que age mais rápido em suas estruturas músculo-esqueléticas.

A variável taxa de crescimento da força na corrida dentro da água ficou com valores inferiores à taxa de crescimento da força para a caminhada (9 – 11.5 PC/s) e corrida (15 – 30 PC/s) fora da água (CAMPOS *et al.*, 2002; HSIANG e CHANG, 2002; KELLER *et al.*, 1996; MOCHIZUKI e AMADIO, 1995). Assim, os sujeitos na corrida dentro da água recebem a carga com uma intensidade menor do que para a caminhada ou corrida fora da água.

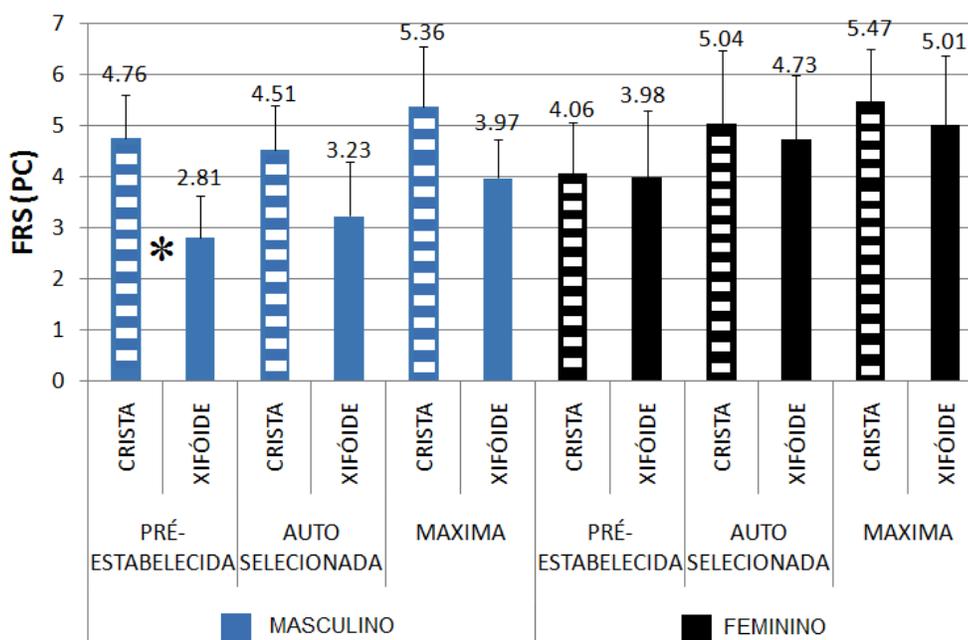


Figura 19 – Alteração da taxa de crescimento da força em relação ao nível de imersão. Onde FRS = Força de reação do solo, PC = Peso corporal, * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.

A alteração da variável $F_{x_{máx}}$ com a modificação da imersão está apresentada na Figura 20. Quando a velocidade foi igual, pré-estabelecida, no maior nível de imersão (processo xifóide) ocorreu a maior força em $F_{x_{máx}}$ para ambos os grupos com diferença estatisticamente significativa. Quando a velocidade foi diferente nos dois níveis de imersão (auto selecionada e máxima) na crista ilíaca os sujeitos correram mais rápido, fazendo maior força nesta componente. Sendo assim, a velocidade pode exercer uma influência maior que a imersão para esta componente.

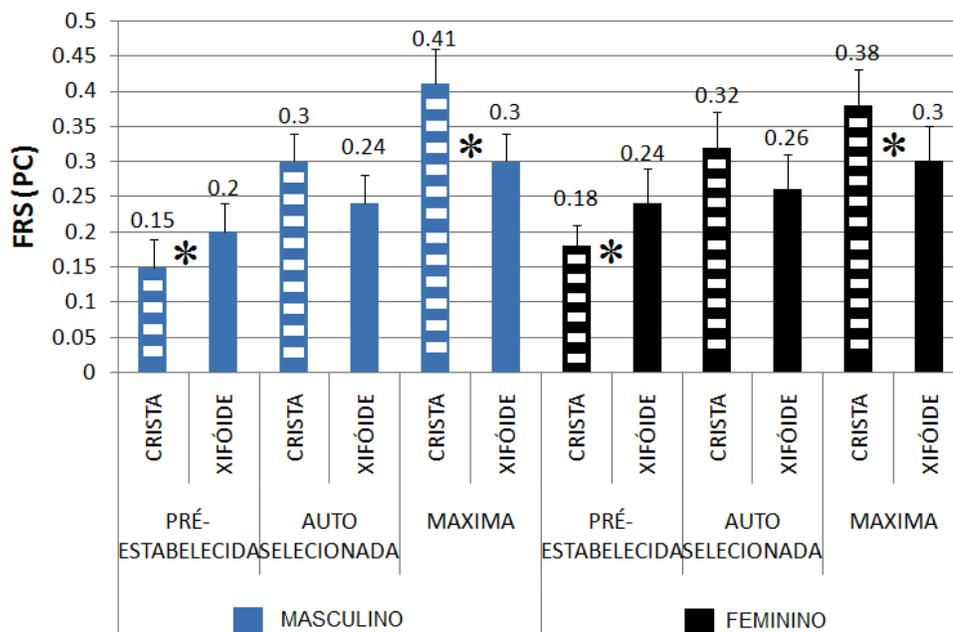


Figura 20 – Alteração do máximo na componente ântero-posterior em relação ao nível de imersão. Onde FRS = Força de reação do solo, PC = Peso corporal, * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.

Para visualizar a modificação nas curvas médias para a componente vertical e ântero-posterior da FRS com alteração do nível de imersão foram criadas as Figuras 21 a 26.

Pode ser destacado nestas figuras que a força vertical foi maior no nível da crista ilíaca que no processo xifóide. A força ântero-posterior na situação da velocidade pré-estabelecida ficou maior na imersão do processo xifóide que na crista ilíaca e nas outras velocidades ficou maior na imersão da crista ilíaca que no xifóide. Ainda, a breve fase negativa inicial (até 10 % do contato) não aparece em todas as curvas médias, demonstrando que não foram todos os sujeitos que realizaram este pico negativo no início da curva.

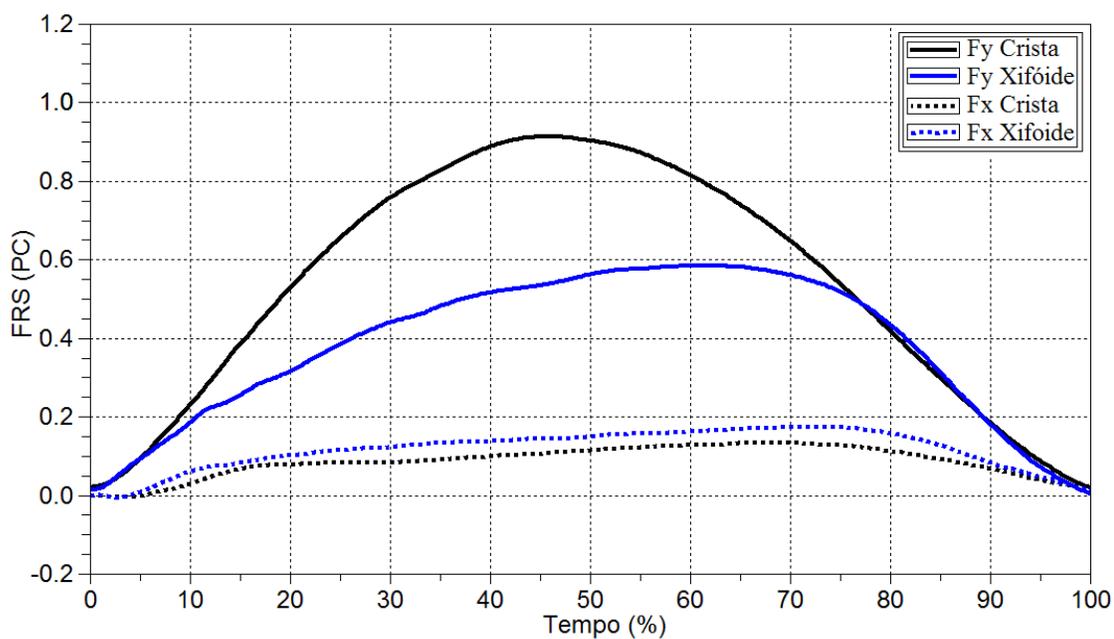


Figura 21 – Alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança no nível de imersão para o grupo masculino na velocidade pré-estabelecida.

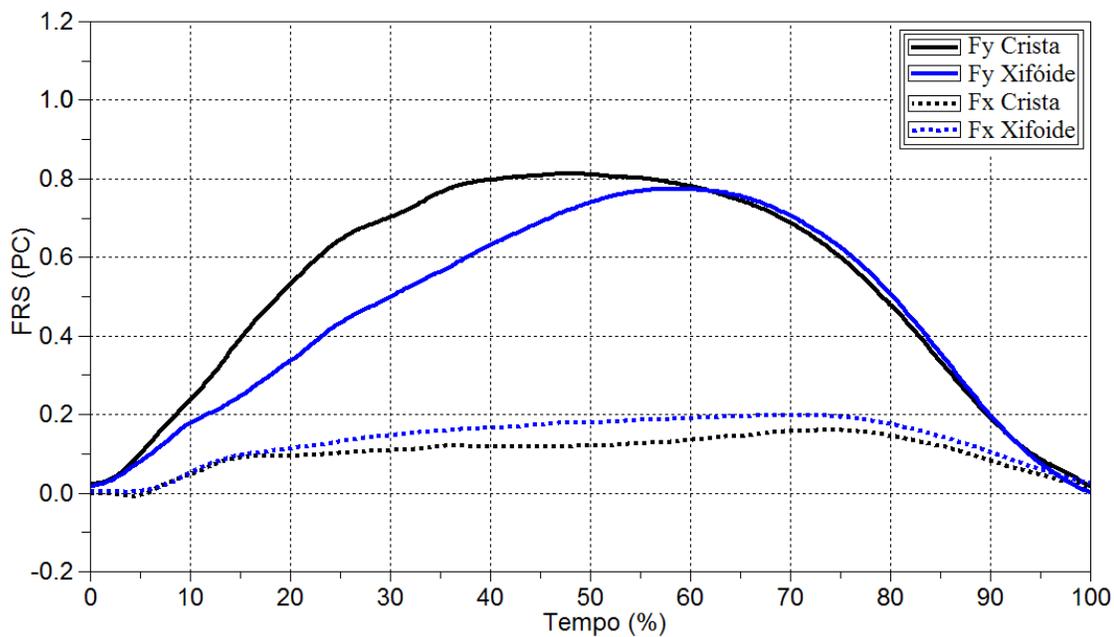


Figura 22 – Alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança no nível de imersão para o grupo feminino na velocidade pré-estabelecida.

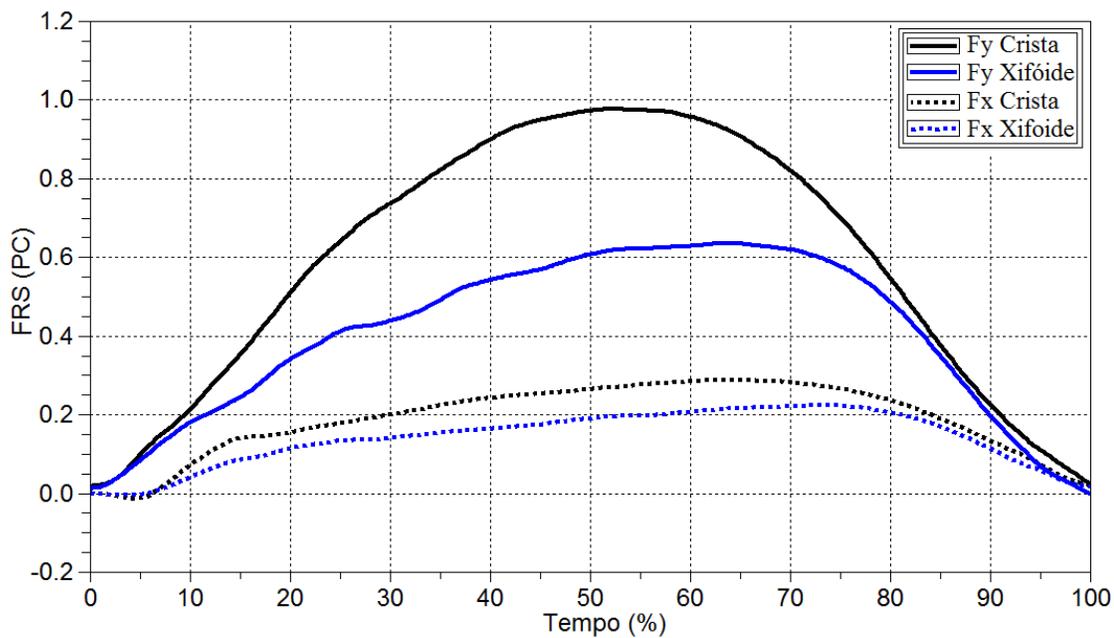


Figura 23 – Alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança no nível de imersão para o grupo masculino na velocidade auto-selecionada.

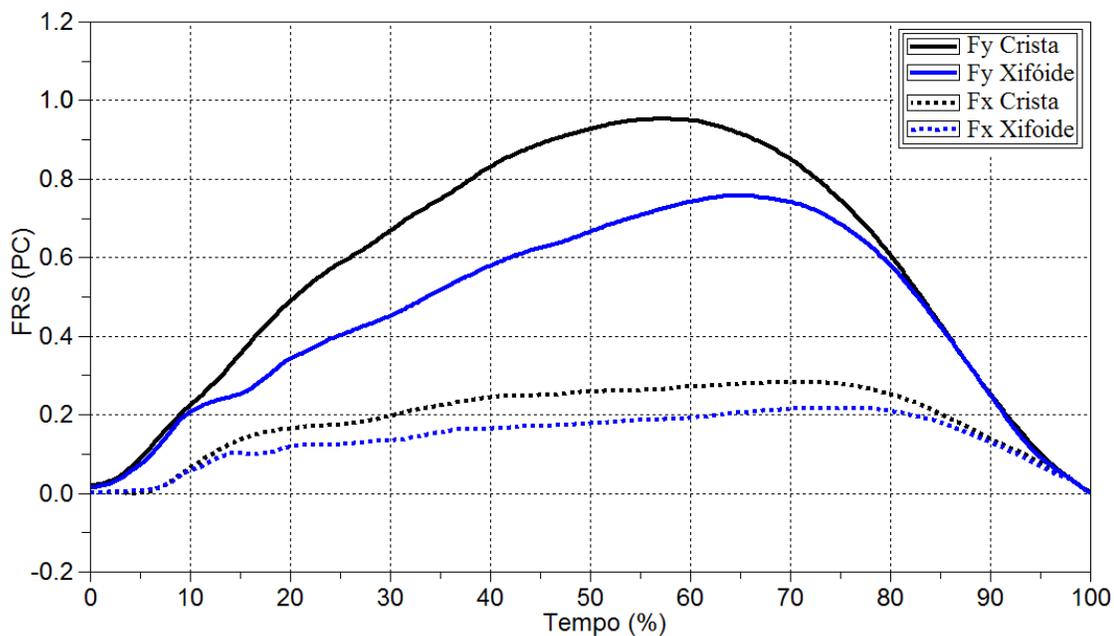


Figura 24 – Alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança no nível de imersão para o grupo feminino na velocidade auto-selecionada.

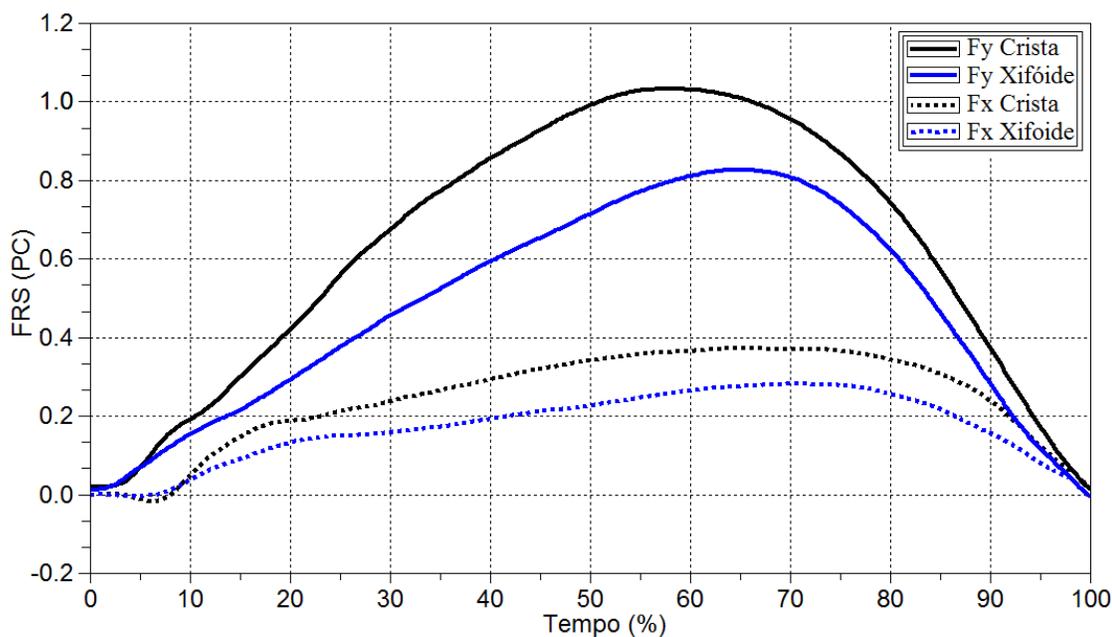


Figura 25 – Alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança no nível de imersão para o grupo masculino na velocidade máxima.

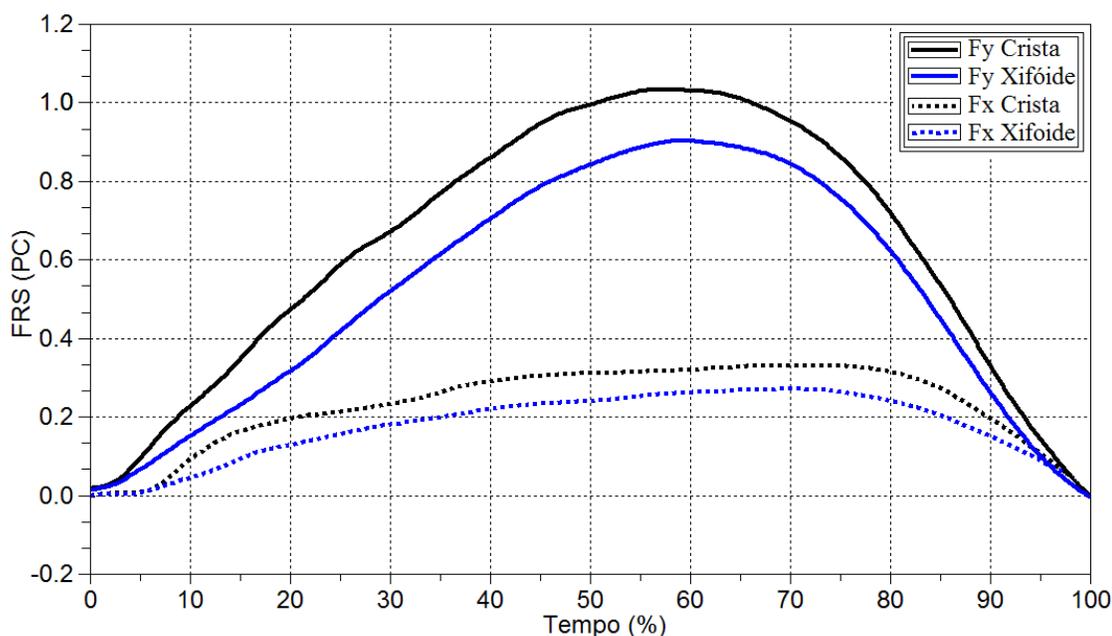


Figura 26 – Alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança no nível de imersão para o grupo feminino na velocidade máxima.

A literatura cita que a componente vertical é a principal componente da FRS devido a sua magnitude e que sua ação está relacionada diretamente com uma resposta a ação da gravidade (AMADIO e DUARTE, 1996; NIGG e HERZOG, 1994; PERRY, 1992; ROSE e GAMBLE, 1998; WINTER, 1991). Quando foi alterado o nível de imersão, a variável em que

ocorreram as maiores diferenças foi a $F_{y_{máx}}$ que é analisada na componente vertical. Como a alteração do nível de imersão altera diretamente a força de sustentação do sujeito e a componente vertical é uma resposta a ação da gravidade essa mudança nos valores de $F_{y_{máx}}$ já era esperada. A mesma resposta foi obtida pelos estudos que analisaram a marcha dentro da água (BRITO *et al.*, 2000; NAKASAWA *et al.*, 1994; ROESLER *et al.*, 2006; YANO *et al.*, 1995).

Na realização de uma tarefa dinâmica como a marcha ou a corrida a musculatura trabalha de forma independente para o cumprimento dessa demanda (MIOYSHI *et al.*, no prelo). Com isso, a carga durante o exercício varia com o tipo de exercício, com a forma como ele é executado e com a velocidade de execução (COOK *et al.*, 1997; KERRIGAN *et al.*, 2000; MATJACIC *et al.*, 2006; MATJACIC *et al.*, no prelo; ROESLER *et al.*, 2006). Quando alteramos o nível de imersão, modificamos, principalmente, a força vertical que é uma força em resposta à gravidade (MIOYSHI *et al.*, no prelo; ROESLER *et al.*, 2006). Logo, estaremos solicitando de forma diferenciada a musculatura que responde à gravidade durante a marcha e corrida. Por exemplo, quando aumentamos ou diminuimos o nível de imersão estamos aumentando ou diminuindo principalmente a resposta eletromiográfica do sóleo em relação ao gastrocnêmio (KANEDA *et al.*, no prelo; MIOYSHI *et al.*, no prelo).

Esta alteração da carga para o indivíduo e a mudança no recrutamento muscular deve ser estudada e avaliada melhor para a prescrição adequada dos exercícios em ambiente aquático.

Quando analisamos o padrão da curva de força para a componente vertical da FRS entre os diferentes níveis de imersão pode ser destacado que não ocorreu uma mudança em sua forma (Figuras 21 a 26). Mas quando comparamos a corrida dentro da água com este exercício fora da água, pode ser visto que a fase de impacto que ocorre na corrida fora da água (HAMILL e KNUTZEN, 1999; NIGG e HERZOG, 1994; ZATSIORSKI, 2004) foi inexistente para a corrida subaquática. Devido ao grande número de corredores profissionais e amadores e ao crescente mercado que se criou para a venda de produtos para o esporte, atualmente esta fase de impacto é muito estudada (GIDDINGS *et al.*, 2000; GERRITSEN, *et al.* 1995; LIU e NIGG, 2000; ZADPOOR *et al.* 2007) por acreditarem que sua magnitude e curto intervalo de ocorrência pode ser uma das causas das lesões nos corredores. Mas a ausência desta fase de impacto dentro da água justifica a utilização do ambiente aquático como alternativo para o treino dos atletas, pois com menor carga mecânica as valências fisiológicas podem ser mantidas ou melhoradas (POHL e McNAUGHTON *et al.*, 2003;

REILLY *et al.*, 2003; SILVA FILHO *et al.*, 2005; TARTARUGA *et al.*, 2007; THEIN *et al.*, 2000).

Na corrida fora da água os valores das forças são de 1.6 a 4.0 PC (AMADIO e DUARTE, 1996; HAMILL e KNUTZEN, 1999; NIGG e HERZOG, 1994; NOVACHECK, 1998; VIEL, 2001; ZATSIORSKY, 2004). Para a corrida na crista ilíaca as forças foram de 0.89 a 1.13 PC e no xifóide de 0.68 a 0.97 PC. Quando observamos estes valores pode ser destacado que para a crista eles estão semelhantes à marcha fora da água (1.2 PC segundo AMADIO e DUARTE, 1996; HAMILL e KNUTZEN, 1999; NIGG e HERZOG, 1994; PERRY, 1992; VIEL, 2001; WINTER, 1991) e no xifóide estão ainda menores que os da marcha fora da água.

A componente ântero-posterior da FRS é relacionada principalmente com as acelerações de progressão, assim essa componente é necessária para mudar a velocidade da marcha (AMADIO e DUARTE, 1996; NIGG e HERZOG, 1994; PERRY, 1992; ROSE E GAMBLE, 1998; WINTER, 1991). Na corrida e na marcha fora da água, a curva de força apresenta dois picos bastante nítidos. O primeiro, negativo, está relacionado à desaceleração do movimento. O segundo, positivo, está relacionado à aceleração do movimento. Com a presença de dois picos de força com valores invertidos, mas semelhantes em magnitude, a curva se assemelha a figura de um dente de serra.

Pode ser visualizado que para a corrida dentro da água nos dois níveis de imersão o pico negativo não ocorre. Existe uma breve fase negativa, não em todos os sujeitos, relacionada com o toque do pé. Somente a fase positiva tem uma magnitude importante com um pico de força bem destacado perto do fim do contato (70 a 80 %).

A fase negativa da curva da componente ântero-posterior não ocorreu. A ausência da fase negativa pode estar relacionada com a frenagem que a água realiza no sujeito. Para vencer a resistência da água o sujeito é obrigado a modificar o apoio e realizar somente a fase positiva. Essa modificação na curva faz com que ela perca sua característica de dente de serra e torna-se semelhante a um triângulo retângulo.

Fora da água os valores da componente ântero-posterior na marcha são de 0.15 a 0.20 PC (AMADIO e DUARTE, 1996; HAMILL e KNUTZEN, 1999; NIGG e HERZOG, 1994; PERRY, 1992; VIEL, 2001; WINTER, 1991) e para a corrida de 0.4 a 0.5 PC (NIGG e HERZOG, 1994; HAMILL e KNUTZEN, 1999; ZATSIORSKY, 2004). Os valores para a corrida dentro da água foram de 0.20 a 0.41 PC ficando entre a marcha e a corrida fora da água. Assim, fica caracterizada uma grande diferença nos valores desta componente dependendo da situação e velocidade da corrida subaquática.

Torna-se evidente, então, o fato de uma redução nos valores da componente vertical da FRS quando comparamos com os dados de corrida fora da água, com conseqüente diminuição da magnitude das forças internas nas estruturas músculo-esqueléticas, o que pode possibilitar o início precoce de atividades na água em relação à terra. Mas, o princípio de quanto maior o nível de imersão, menores são as forças agindo sobre o corpo (BATES e HANSON, 1998; CAMPION, 2000; KELLY, 2000; KUORI, 2000; RUOTI, MORRIS e COLE, 2000), não vale para o componente ântero-posterior, pois a componente ântero-posterior não apresentou redução na corrida subaquática na velocidade máxima e imersão na crista ilíaca quando comparada a corrida fora da água. Logo, o início precoce depende da condição que o indivíduo apresenta e da condição em que solicitamos a corrida dentro da água.

Alguns processos de reabilitação demandam a utilização de carga parcial do peso do indivíduo. No processo de reabilitação de fraturas é normal necessitar de um controle da carga para iniciar os exercícios de reabilitação. Como o paciente não tem a capacidade de controle e propriocepção suficiente para descarregar no membro acometido durante um exercício mais intenso somente a carga solicitada, mesmo com treinamento (TVEIT e KARRHOLM, 2001; VASARHELYI et al., 2005), atualmente, os fisioterapeutas têm optado por duas alternativas para o exercício com controle da carga: o suporte de peso corporal (MILLSLAGLE et al., 2005; SIMPSON et al., 1996) e os exercícios dentro da água (POHL e McNAUGHTON *et al.*, 2003; REILLY *et al.*, 2003; THEIN *et al.*, 2000), desde que seja escolhido o tipo de exercício e nível de imersão ideal para o sujeito.

4.2. CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DAS COMPONENTES COM ALTERAÇÃO DA VELOCIDADE

Apesar da força que atua no indivíduo estar diminuída pela ação do empuxo, na corrida subaquática existe o contato com o solo, e assim, para a realização do movimento e para o sujeito vencer a resistência da água existem as componentes da FRS (DOWZER *et al.*, 1998; ROESLER *et al.*, 2006). Essas forças apesar de serem menores que fora da água podem ser excessivas dependendo da condição ou problema que o paciente apresenta. Vale lembrar que a densidade da água é 800 vezes maior que a do ar e que a resistência ao movimento

dentro da água varia com o quadrado da velocidade. Assim, é esperado que a velocidade cause uma importante influência nesta componente da FRS.

Para responder a esta indagação, este tópico analisa a alteração dos valores das forças em relação à variação da velocidade de corrida. Essa análise faz-se importante à medida que o aumento da velocidade de corrida pode ser um método eficaz de aumentar ou diminuir a intensidade e carga do exercício para o sujeito. Destaca-se a importância da velocidade para a alteração do exercício dentro da água porque na maioria das vezes durante a prescrição do exercício na água o profissional preocupa-se com o nível de imersão, mas não com a velocidade de execução do exercício.

O valor da velocidade de corrida para todas as situações estão na Tabela 8 e Figura 27.

Tabela 8 – Velocidade da corrida subaquática nos dois níveis de imersão e nas três velocidades

Imersão	Velocidade	Grupo	Velocidade (m/s)
Crista ilíaca	Pré-estabelecida	Feminino	0.61±0.02
		Masculino	0.61±0.01
	Auto-selecionada	Feminino	0.83±0.11
		Masculino	0.92±0.07
	Máxima	Feminino	0.92±0.07
		Masculino	1.03±0.05
Processo xifoide	Pré-estabelecida	Feminino	0.60±0.02
		Masculino	0.60±0.01
	Auto-selecionada	Feminino	0.64±0.07
		Masculino	0.70±0.09
	Máxima	Feminino	0.70±0.05
		Masculino	0.76±0.07

* ± desvio padrão.

Os valores da velocidade para os homens e para as mulheres nas situações auto-selecionada e máxima, ficaram próximos aos valores obtidos por Filho *et al.* (2005), o qual relatou valores de 0.82±0.19 m/s (0.57 a 1.1 m/s) na situação auto-selecionada e de 1.00±0.29 m/s (0.66 a 1.31 m/s) para a velocidade máxima.

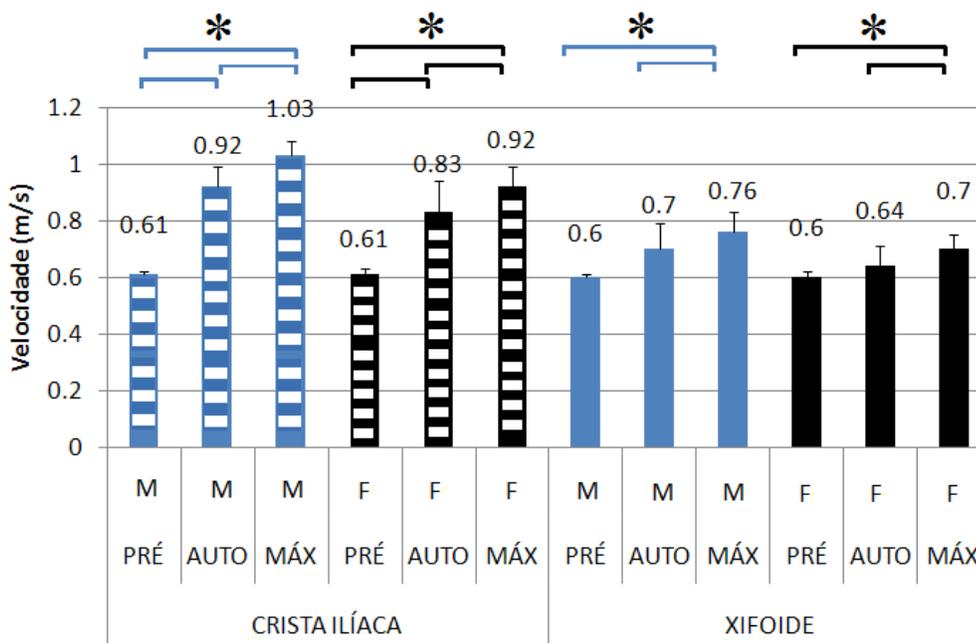


Figura 27 – Velocidade da corrida subaquática nas diferentes situações do estudo. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino, PRÉ= velocidade pré-estabelecida, AUTO = velocidade auto selecionada, MÁX = velocidade máxima,* = diferença significativa para a ANOVA com $p < 0.05$ e linhas ligando as situações representam a diferença no post hoc de Tukey com $p < 0.05$.

Houve diferença entre as três velocidades na ANOVA tanto para a crista ilíaca como para o processo xifóide no grupo masculino e no grupo feminino. Para a crista ilíaca ocorreu diferença entre as três velocidades no *post hoc*, sendo que na crista ocorreu um grande aumento da velocidade pré-estabelecida para a auto selecionada, nas outras situações a variação foi de 0.1 m/s em média.

Na imersão no processo xifóide, ocorreu pequena variação da pré-estabelecida para a auto selecionada e isso fez com que o aumento na velocidade não causasse uma diferença significativa. A pequena variação da velocidade talvez seja decorrente da velocidade selecionada como pré-estabelecida ter sido escolhida no nível do xifóide.

Na crista ilíaca a velocidade de 0.6 m/s pode ser considerada baixa, principalmente para os homens que preferem correr mais rápido que as mulheres. Roesler *et al.* (2006) adquiriu a caminhada nesta velocidade e Filho *et al.* (2005) também adquiriu a corrida dentro desta velocidade. Logo, esta velocidade entre 0.6 a 0.7 m/s representa a velocidade de transição da marcha para a corrida dentro da água. Segundo Zatsiorsky (2004), os humanos têm uma habilidade incrível de alterar intencionalmente a velocidade, distância e cadência a fim de alcançar as demandas do ambiente.

Apesar de haver diferença para as velocidades em quase todas as situações a variável t_c apresenta diferenças entre a pré-estabelecida e a máxima. Os sujeitos conseguiram alterar a velocidade sem modificar significativamente o t_c (Figura 28).

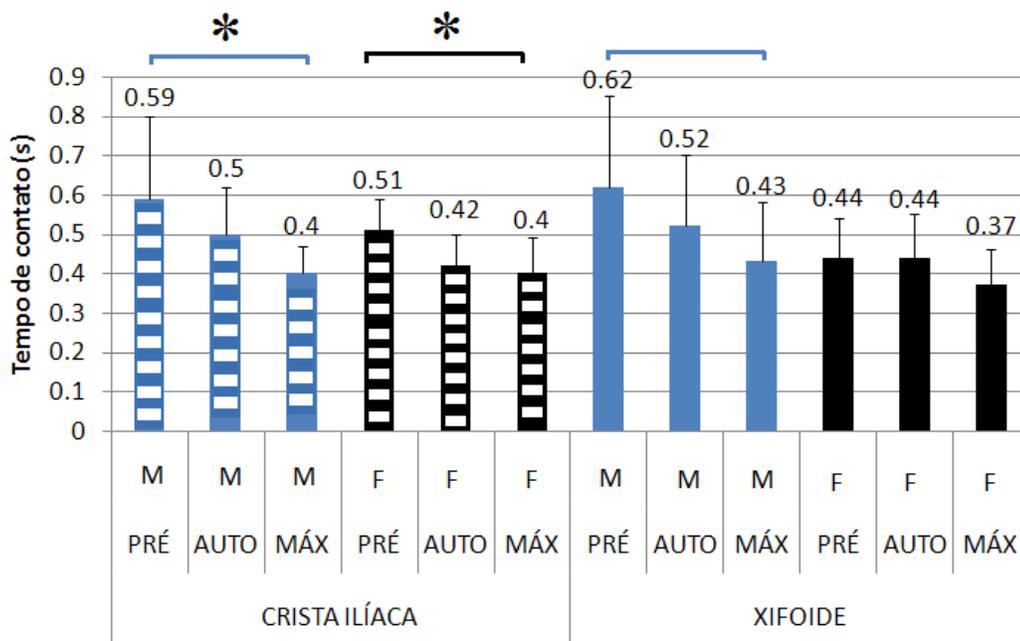


Figura 28 – Comparação para o tempo de contato na corrida subaquática com alteração da velocidade. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino, PRÉ= velocidade pré-estabelecida, AUTO = velocidade auto selecionada, MÁX = velocidade máxima, * = diferença significativa para a ANOVA com $p < 0.05$ e linhas ligando as situações representam a diferença no post hoc de Tukey com $p < 0.05$.

A alteração da velocidade também não causou muita alteração nos valores da variável $F_{y_{\text{máx}}}$. Apesar dos valores aumentarem com o aumento da velocidade, somente para a crista ilíaca e na velocidade pré-estabelecida comparada à máxima houve diferença significativa (Figura 29).

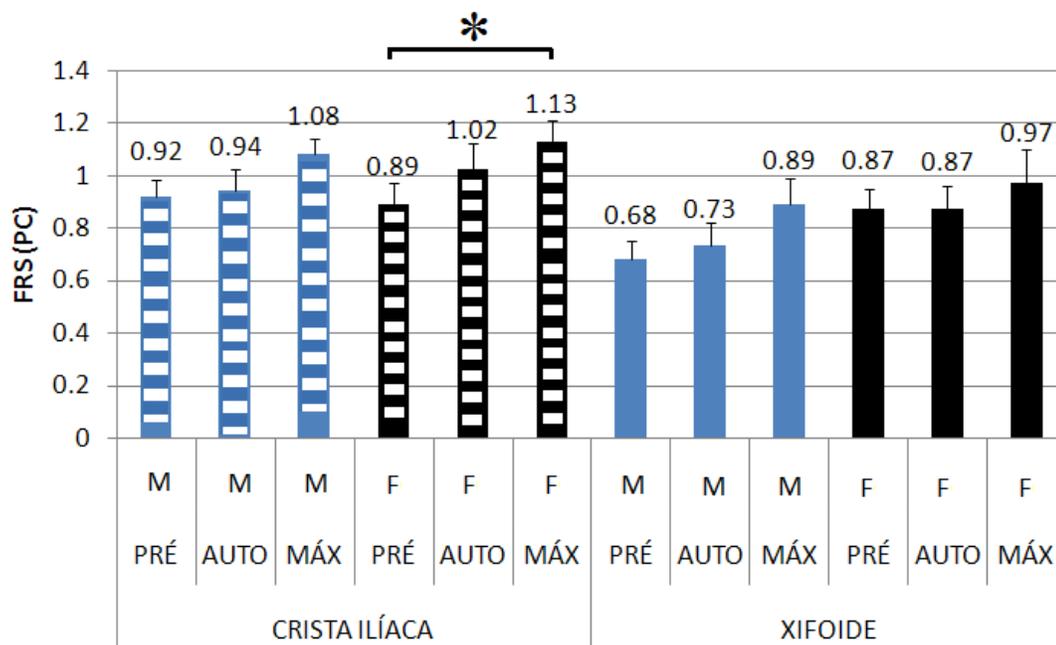


Figura 29 - Comparação para o máximo na componente vertical na corrida subaquática com alteração da velocidade. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino, PRÉ= velocidade pré-estabelecida, AUTO = velocidade auto selecionada, MÁX = velocidade máxima,* = diferença significativa para a ANOVA com $p < 0.05$ e linhas ligando as situações representam a diferença no post hoc de Tukey com $p < 0.05$.

A variável taxa de crescimento da força apresentou diferença somente na crista ilíaca entre as velocidades. Com isso, apesar de aumentar o valor com o aumento da velocidade de corrida, o recebimento da carga fica caracterizado como não tendo diferença estatística para o aumento da velocidade. Para o xifóide vemos que ocorre um aumento gradual para o grupo masculino na velocidade pré-estabelecida que se mantém em crescimento até a velocidade máxima no grupo feminino (Figura 30).

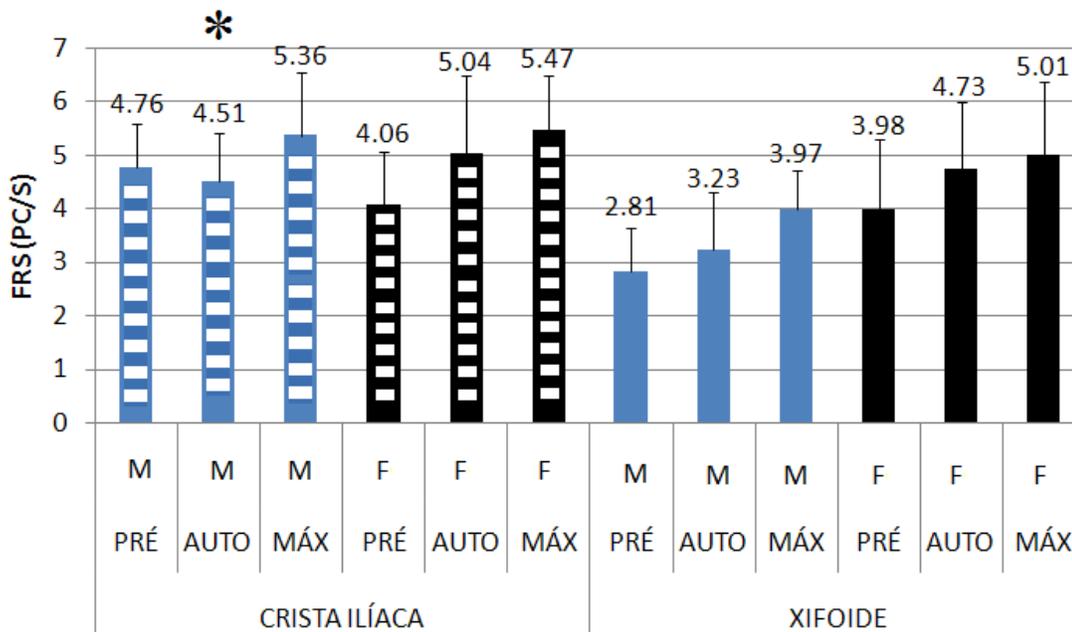


Figura 30 - Comparação para a taxa de crescimento da força na corrida subaquática com alteração da velocidade. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino, PRÉ= velocidade pré-estabelecida, AUTO = velocidade auto selecionada, MÁX = velocidade máxima,* = diferença significativa para a ANOVA com $p < 0.05$ e linhas ligando as situações representam a diferença no post hoc de Tukey com $p < 0.05$.

A variável $F_{x_{\min}}$ não apresentou diferença entre as velocidades em ambos os grupos. Já a variável $F_{x_{\max}}$ foi a variável que apresentou maiores mudanças com a alteração da velocidade de corrida. Na crista ilíaca apresentou diferenças entre todas as velocidades e no processo xifóide o grupo masculino apresentou diferença entre a pré-estabelecida e auto selecionada comparadas com a máxima (Figura 31).

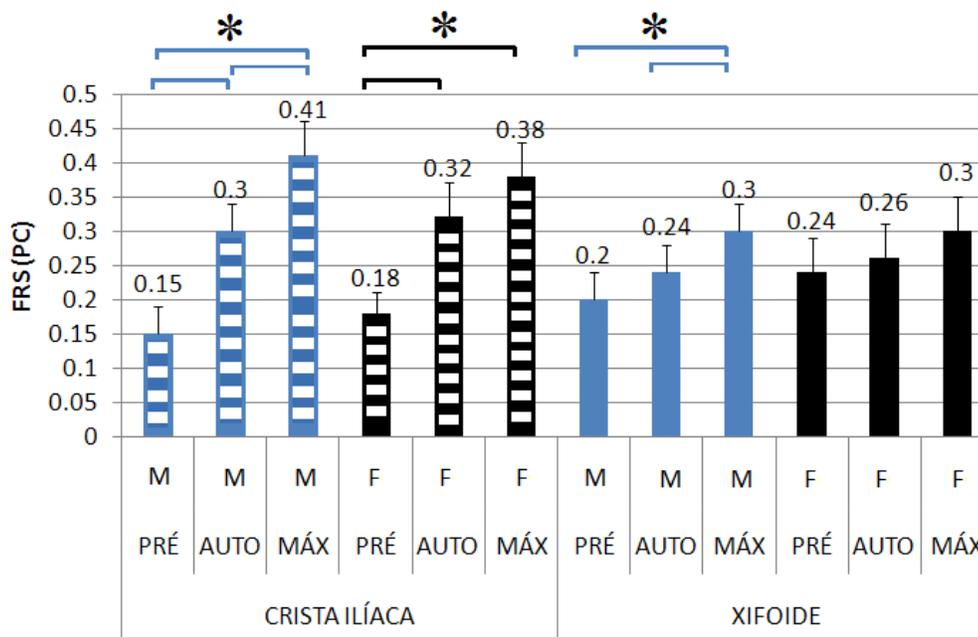


Figura 31 - Comparação para o máximo na componente ântero-posterior na corrida subaquática com alteração da velocidade. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino, PRÉ= velocidade pré-estabelecida, AUTO = velocidade auto selecionada, MÁX = velocidade máxima,* = diferença significativa para a ANOVA com $p < 0.05$ e linhas ligando as situações representam a diferença no post hoc de Tukey com $p < 0.05$.

Quando alteramos a velocidade alteramos principalmente a componente ântero-posterior da FRS (Figuras 31 a 35). Pode ser visualizado que com o aumento da velocidade os valores podem ir além do dobro da intensidade (0.15 até 0.41 PC) para o grupo masculino na imersão do xifóide com variação da velocidade da pré-estabelecida para a máxima.

Para visualizar a alteração da curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da FRS com a mudança na velocidade de corrida foram criadas as Figuras 32 a 35.

Pode ser caracterizado que com o aumento da velocidade ocorreu um aumento das forças, tanto para a componente vertical como para a ântero-posterior. Além disso, a fase negativa relacionada ao toque do pé tende a ser menor na imersão do processo xifóide que na crista ilíaca e para o grupo feminino em comparação com o masculino.

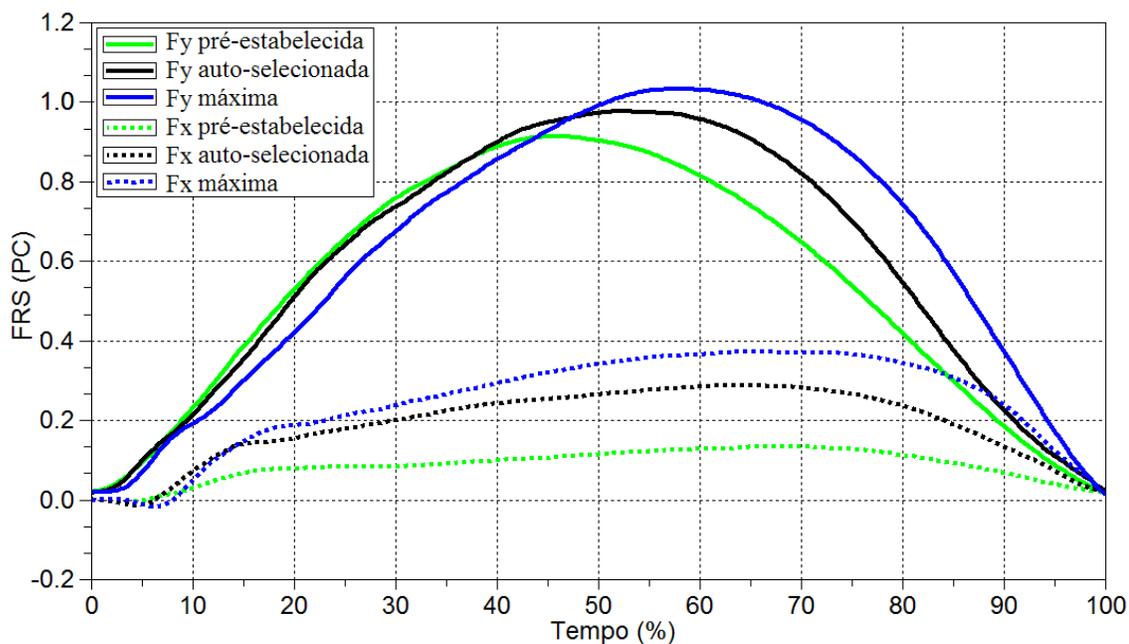


Figura 32 – Alteração na curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança na velocidade de corrida para o grupo masculino na imersão da crista ilíaca.

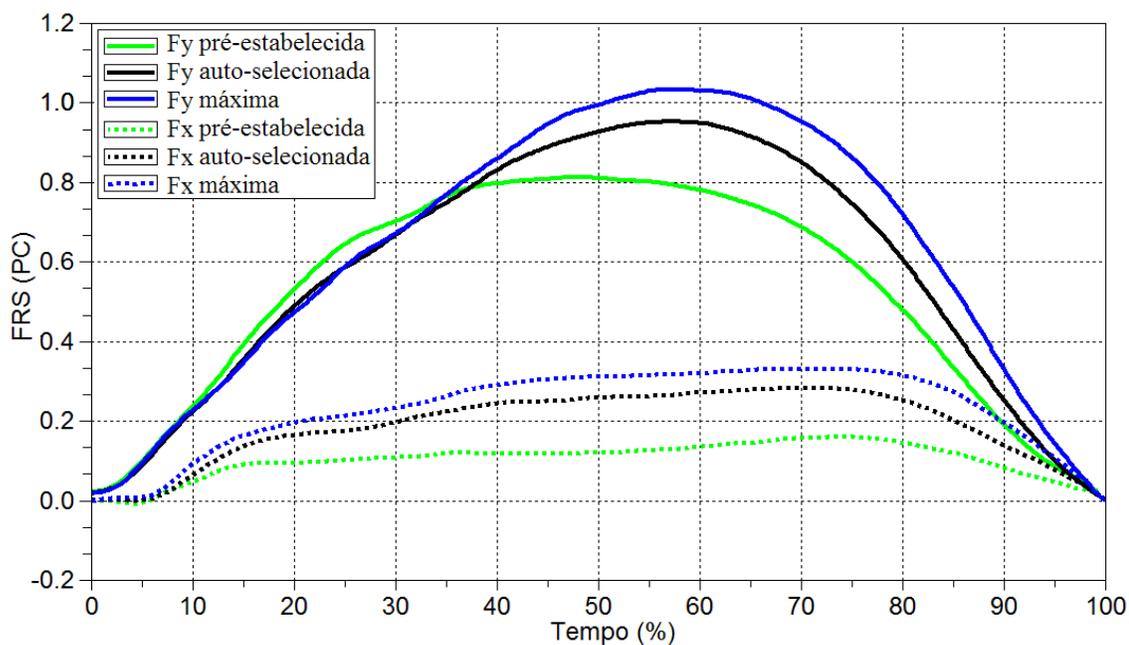


Figura 33 - Alteração na curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança na velocidade de corrida para o grupo feminino na imersão da crista ilíaca.

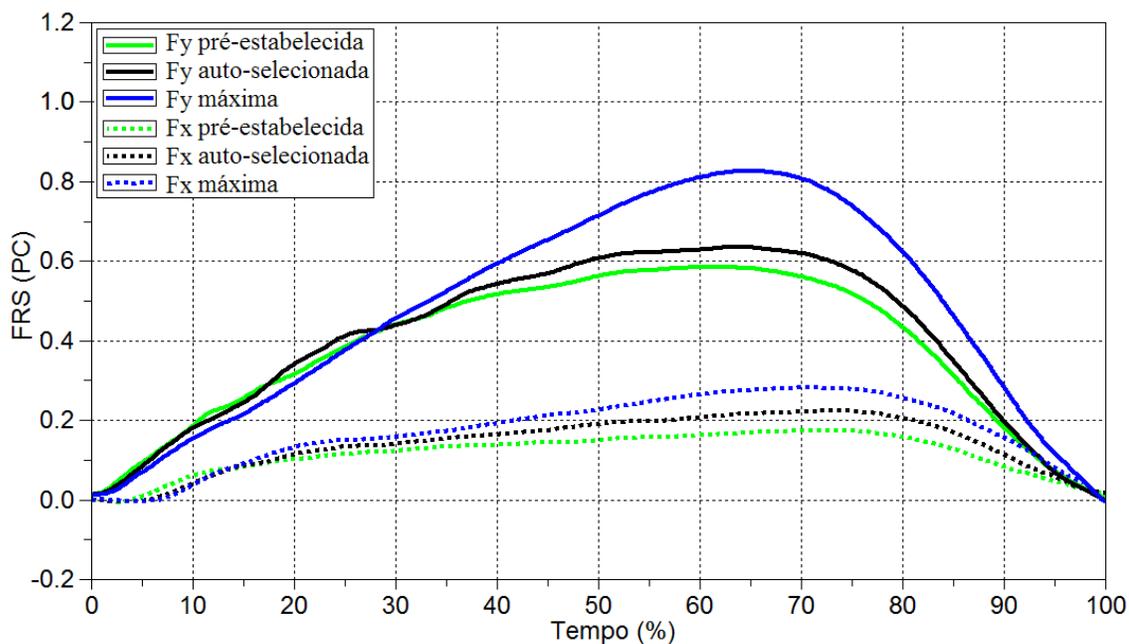


Figura 34 – Alteração na curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança na velocidade de corrida para o grupo masculino na imersão do processo xifóide.

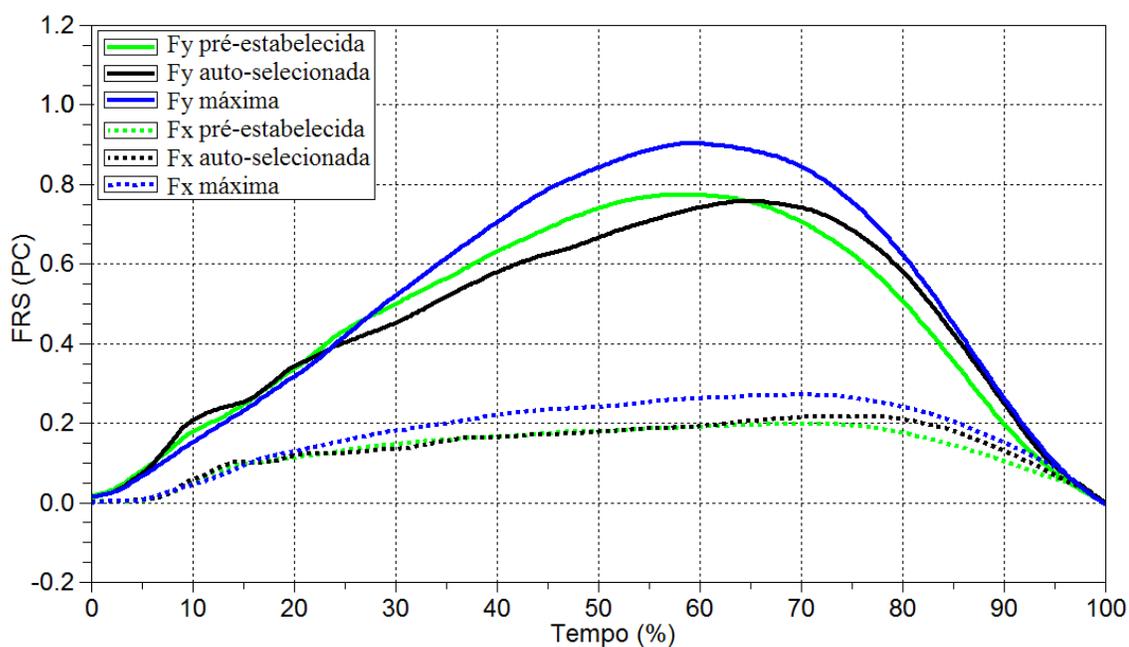


Figura 35 - Alteração na curva média para as componentes vertical e ântero-posterior da força de reação do solo com mudança na velocidade de corrida para o grupo feminino na imersão do processo xifóide.

Esse aumento na intensidade da $F_{x_{m\acute{a}x}}$ pode ser relacionado ao aumento também da resposta eletromiográfica da musculatura que irá realizar este gesto. Para a marcha Miyoshi *et al.* (no prelo) cita que o aumento da velocidade está relacionado ao aumento da ativação da musculatura dinâmica como por exemplo o gastrocnêmio em relação ao sóleo.

Assim, pode ser usado o aumento da velocidade para o aumento da ativação da musculatura de resposta fásica, mas se o sujeito para o qual será prescrito o exercício tiver algum acometimento esse aumento de força deve ser bem analisado para não exceder a carga que o indivíduo pode suportar.

Como já relatado anteriormente, o maior aumento da componente ântero-posterior em relação à componente vertical pode ter conseqüências que devem ser analisadas criteriosamente. Por exemplo, Miyoshi *et al.* (2003) e Miyoshi *et al.* (2005) citam que com o aumento da velocidade ocorre grande aumento nos momentos de força na articulação do quadril. Kaneda *et al.* (no prelo) citam que com o aumento da velocidade ocorre grande ativação da musculatura ao redor do quadril para a corrida na água, fazendo com que recrute mais a musculatura do que a caminhada na terra. Com isso, apesar da força na componente vertical ser menor, a força na componente ântero-posterior para a velocidade máxima é a mesma que para a corrida fora da água. Nessa situação, um paciente com prótese de quadril poderia ser prejudicado se esse exercício fosse prescrito para ser realizado precocemente.

Outro exemplo que deve ser bem analisado é o paciente com reconstrução ligamentar no joelho, para o qual o exercício de corrida fora da água é protelado até o terceiro a quarto mês depois da cirurgia (ANDREWS *et al.*, 2000), quando o paciente já possui força na musculatura para a estabilização do joelho. Se esse paciente realizar a corrida na água em velocidade alta antes desse período, estará exposto à uma carga na componente ântero-posterior igual a carga fora da água; carga que talvez seu joelho não possa suportar se o exercício for repetido com freqüência. Nesta situação a corrida deve ser realizada na imersão da crista e na menor velocidade para o início do processo de reabilitação funcional.

Um cuidado que deve ser citado é relativo ao cansaço. Está provado que quando o sujeito está fatigado, a força de reação do solo aumenta seus valores (CHRISTINA *et al.*, 2001; MIZRAHI *et al.* 2000; MIZRAHI *et al.* 2001; VERKERKE *et al.* 1998; VOLOSHIN *et al.* 1998). Logo, o sujeito está exposto a maiores cargas devido a não conseguir amortecer tanto o impacto com o solo e não controlar a musculatura durante o movimento de forma adequada. Os sujeitos deste estudo tiveram sempre um tempo de descanso entre uma situação e outra e todos eram fisicamente ativos; se considerarmos com um paciente com acometimento ou um aluno com baixo condicionamento físico, estes poderão cansar e as forças podem ser maiores que as citadas anteriormente.

Finalmente, ainda fica aberta a questão da quantificação da carga a ser prescrita conforme o tipo de acometimento do sujeito. Para uma boa prescrição da corrida na água,

deve-se saber quanta carga o indivíduo pode suportar e prescrever a devida profundidade de imersão e situação em que deve realizar a corrida subaquática.

Existem algumas situações de menor risco e indicação mais segura sem maiores preocupações. Dentre estes casos estão incluídos os idosos, obesos e os pacientes reumáticos que tem boa resposta com o exercício na água (MASUMOTO *et al.*, 2004; MELTON-ROGERS *et al.*, 1996; PÖYHÖNEN *et al.*, 2001b; TAKESHIMA *et al.*, 2000; TEMPLENTON *et al.*, 1996). Exercícios fora da água causam dores articulares em decorrência da carga. Nestas populações o exercício dentro da água é altamente indicado, sem maiores riscos em relação à carga articular.

4.3. COMPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS ENTRE OS GÊNEROS

Existem diferenças antropométricas entre homens e mulheres. Para a realização deste estudo, de forma a minimizar estas diferenças e conseguir dois grupos homogêneos, os sujeitos foram selecionados com base nos seguintes critérios: densidade, massa magra, porcentagem de gordura e massa óssea. Para verificar esta homogeneidade foi aplicado o teste t de *Student* o qual não revelou diferença entre os gêneros quanto a estes fatores.

Quanto à velocidade em relação ao gênero, foi observado que na velocidade pré-estabelecida os sujeitos correram em igual velocidade em ambos os níveis de imersão, sem diferença estatística para $p < 0.05$ no teste t de *Student*. Nas outras situações, velocidades auto-selecionada e máxima, os homens correram mais rápido que as mulheres (diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de *Student*). Na velocidade auto-selecionada os homens correram na mesma velocidade que as mulheres na velocidade máxima, tanto na crista ilíaca como no processo xifóide.

A diferença de velocidade entre o grupo masculino e feminino deve ser considerada na prescrição do exercício de corrida na água porque cada gênero entende e responde diferente à mesma solicitação.

Para realizar a comparação entre homens e mulheres, como já foi relatado que a velocidade altera as variáveis de análise, foram selecionadas as velocidades iguais para os dois grupos nos dois níveis de imersão (Figura 36).

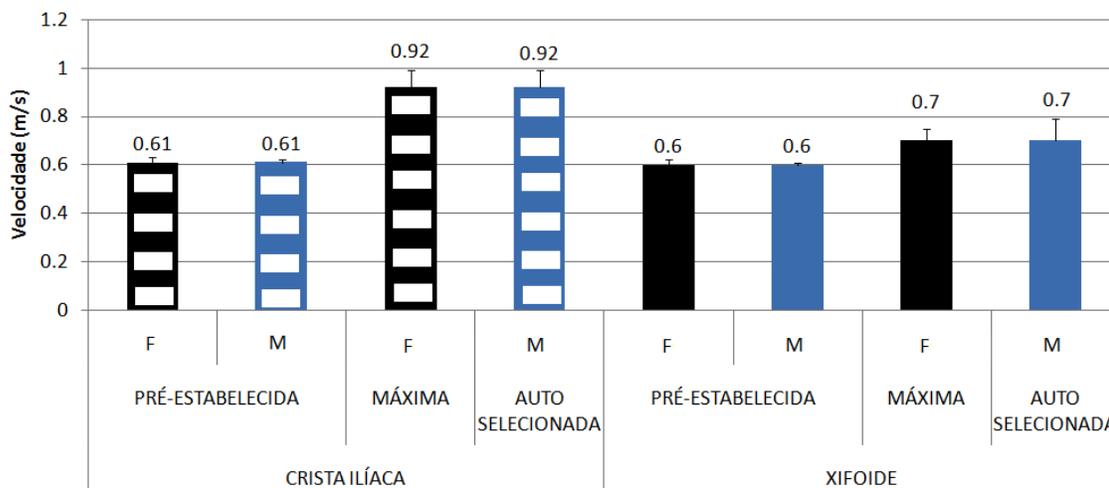


Figura 36 – Figura das situações de velocidades semelhantes entre os homens e mulheres. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino.

O t_c foi maior para os homens que para as mulheres (Figura 37). Este maior tempo de contato pode refletir um padrão de movimento diferenciado entre os gêneros. Enquanto os homens realizavam uma maior passada as mulheres apresentavam uma maior frequência de movimento.

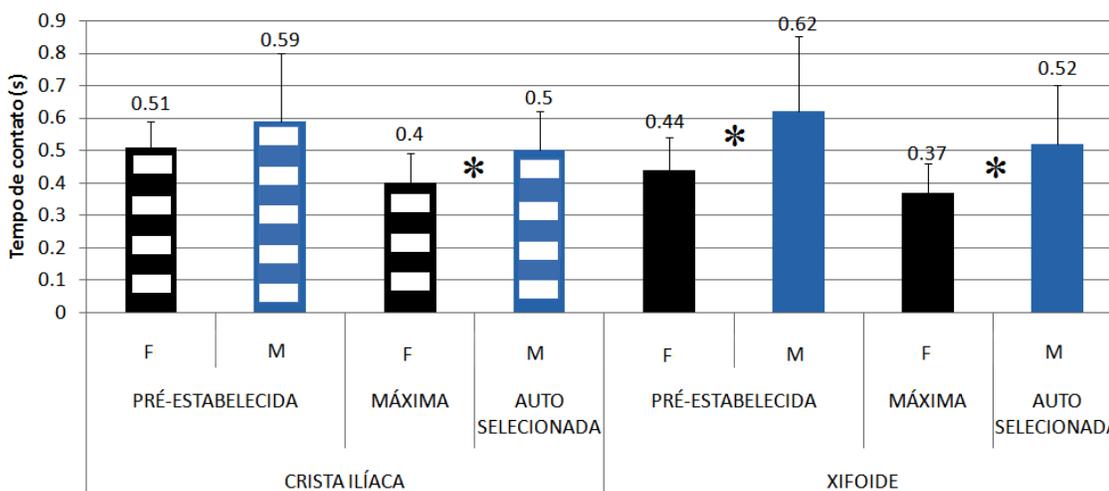


Figura 37 – Comparação entre homens e mulheres para o tempo de contato. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino e * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.

Na maioria das situações a mulher fez maior força na componente vertical da FRS durante a corrida subaquática, exceto na crista ilíaca ao correr na velocidade pré-estabelecida. No grupo feminino as forças foram maiores durante a corrida, ao contrário do que era esperado, uma vez que houve maior redução da força resultante (força lida na plataforma dentro da água) para o grupo das mulheres. Logo, não basta analisar a carga no sujeito parado dentro da água para inferir a força durante um movimento dinâmico como a corrida (Figura 38).

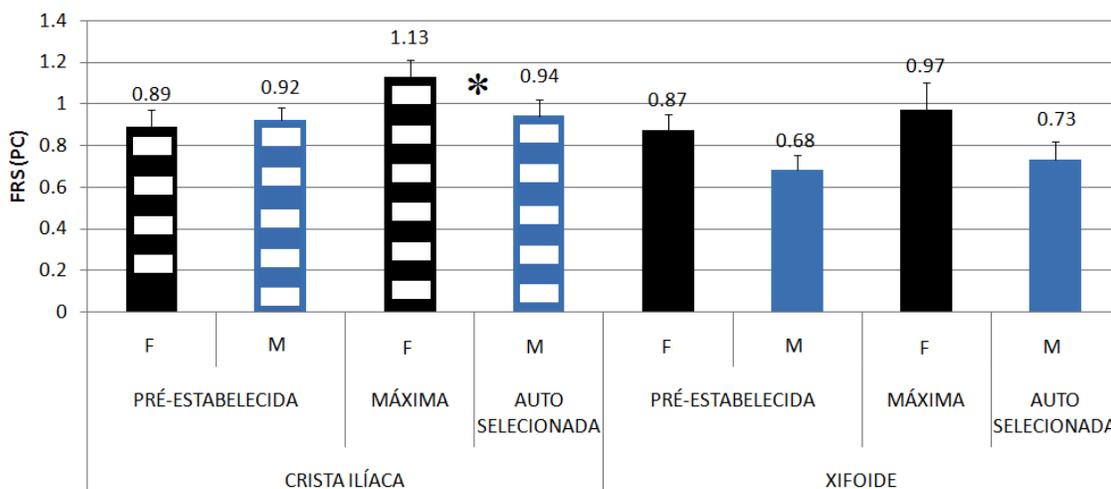


Figura 38 – Comparação entre homens e mulheres para o máximo na componente vertical da força de reação do solo. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino e * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.

A variável taxa de crescimento da força seguiu as características da variável $F_{y_{\text{máx}}}$. As mulheres tiveram uma taxa de crescimento da força maior que os homens durante a corrida com igual velocidade e imersão. Keller *et al.* (1996) encontraram também uma maior taxa de crescimento da força nas mulheres na corrida fora da água. Ocorreu diferença no nível da crista ilíaca para a velocidade mais alta (Figura 39).

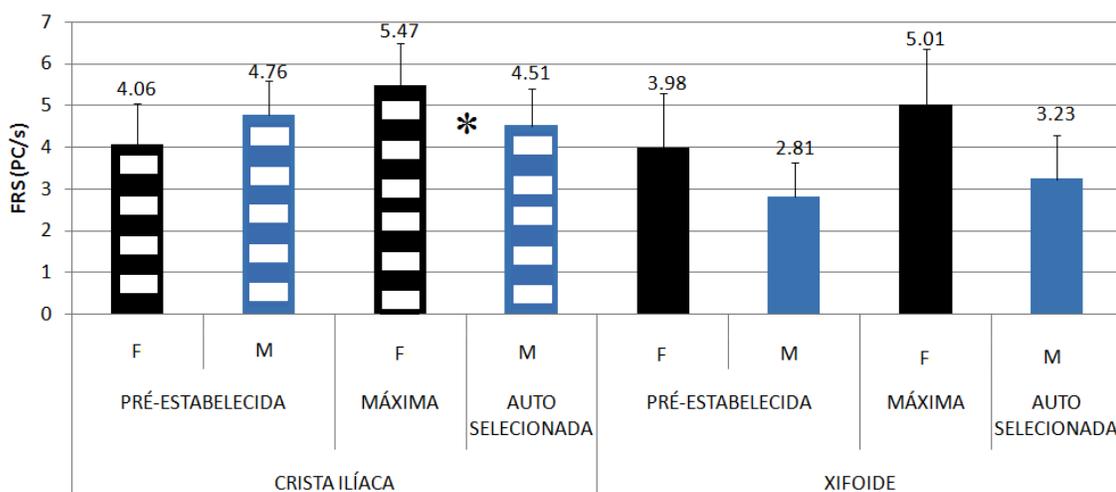


Figura 39 – Comparação entre homens e mulheres para a variável taxa de crescimento da força. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino e * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.

A variável $F_{x_{\text{min}}}$ não apresentou diferença entre os gêneros. Já a variável $F_{x_{\text{máx}}}$ foi diferente para as duas velocidades na imersão da crista ilíaca (Figura 40).

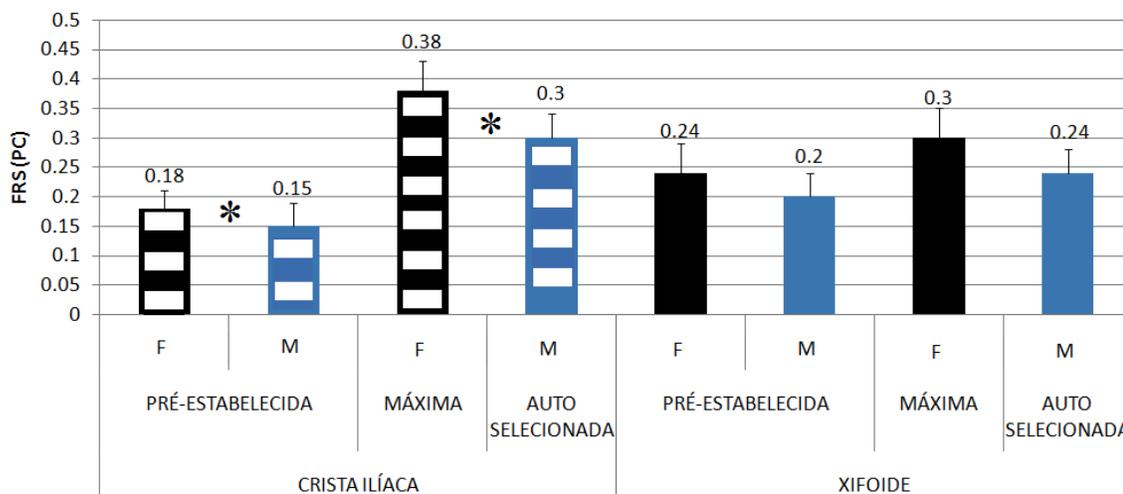


Figura 40– Comparação entre homens e mulheres para o máximo na componente ântero-posterior da força de reação do solo. Onde M = Grupo masculino e F = Grupo feminino e * = diferença estatisticamente significativa para $p < 0.05$ no teste t de Student.

Para esta análise entre homens e mulheres foram tomados alguns cuidados, como a seleção da mesma velocidade de corrida e a homogeneidade entre os grupos quanto a densidade, massa magra e óssea e porcentagem de gordura. Assim, como estes indivíduos e a situação da corrida foram selecionados para serem semelhantes, na população em geral a diferença entre homens e mulheres pode ser maior do que a encontrada neste estudo. Mas, mesmo com a homogeneidade dos grupos e em velocidade semelhante, ocorreram diferenças estatísticas para algumas variáveis na imersão da crista ilíaca. Assim, deve ser cuidadosa a prescrição da corrida subaquática para os homens e mulheres e esta deve ser analisada de forma diferente para cada gênero.

4.4. NORMALIZAÇÃO DAS COMPONENTES ATRAVÉS DA FORÇA RESULTANTE ENTRE O PESO CORPORAL E O EMPUXO

Foi realizada a normalização dos dados pela sustentação da carga do sujeito em cada nível de imersão. Assim, as variáveis na crista ilíaca foram normalizadas pela força lida com o sujeito em pé na plataforma com o nível de imersão na crista ilíaca e o mesmo procedimento foi realizado quando da imersão no processo xifóide.

As médias das variáveis são mais altas com este procedimento, o que é natural uma vez que a força foi dividida pela força resultante, a qual é menor que o peso do sujeito (Tabelas 9 a 11).

Na Tabela 9 estão os valores médios do grupo masculino e do grupo feminino para a corrida na água na velocidade pré-estabelecida (0.6 m/s).

Tabela 9 - Variáveis da corrida subaquática na velocidade pré-estabelecida (0.6m/s)

Imersão	Grupo	Fy _{Max} (PC)	Taxa (PC)	Fx _{min} (PC)	Fx _{máx} (PC)
Processo xifoide	Masculino	2.21±0.23	8.99±2.66	-0.07±0.05	0.66±0.12
	Feminino	3.13±0.28	14.33±4.60	-0.07±0.08	0.85±0.17
Crista ilíaca	Masculino	2.28±0.14	12.19±2.05	-0.06±0.04	0.37±0.09
	Feminino	2.17±0.19	9.91±2.43	-0.06±0.04	0.45±0.08

* Fy_{max} - é o valor máximo da componente vertical da FRS, taxa de crescimento da força - é o valor do máximo na componente vertical dividido pelo tempo do máximo menos o tempo do início do contato do apoio na corrida subaquática, Fx_{max} - valor máximo registrado no sinal ântero-posterior da FRS, Fx_{min} - valor mínimo registrado no sinal ântero-posterior da FRS e ± desvio padrão.

Na Tabela 10 estão os valores médios do grupo masculino e do grupo feminino para a corrida na água na velocidade auto selecionada.

Tabela 10 - Variáveis da corrida subaquática na velocidade auto selecionada

Imersão	Grupo	Fy _{Max} (PC)	Taxa (PC)	Fx _{min} (PC)	Fx _{máx} (PC)
Processo xifoide	Masculino	2.39±0.29	10.39±3.42	-0.09±0.05	0.80±0.14
	Feminino	3.12±0.31	16.87±4.43	-0.06±0.08	0.95±0.17
Crista ilíaca	Masculino	2.13±0.20	10.05±2.01	-0.08±0.04	0.68±0.08
	Feminino	2.52±0.25	12.44±3.52	-0.05±0.04	0.79±0.12

* Fy_{max} - é o valor máximo da componente vertical da FRS, taxa de crescimento da força - é o valor do máximo na componente vertical dividido pelo tempo do máximo menos o tempo do início do contato do apoio na corrida subaquática, Fx_{max} - valor máximo registrado no sinal ântero-posterior da FRS, Fx_{min} - valor mínimo registrado no sinal ântero-posterior da FRS e ± desvio padrão.

Na Tabela 11 estão os valores médios do grupo masculino e do grupo feminino para a corrida na água na velocidade máxima.

Tabela 11 - Variáveis da corrida subaquática na velocidade máxima

Imersão	Grupo	Fy _{Max} (PC)	Taxa (PC)	Fx _{min} (PC)	Fx _{máx} (PC)
Processo xifoide	Masculino	2.91±0.33	12.91±2.48	-0.10±0.06	0.98±0.06
	Feminino	3.48±0.33	18.03±4.85	-0.06±0.06	1.08±0.19
Crista ilíaca	Masculino	2.34±0.18	11.67±2.55	-0.08±0.04	0.89±0.11
	Feminino	2.78±0.22	13.57±2.51	-0.05±0.04	0.93±0.12

* Fy_{max} - é o valor máximo da componente vertical da FRS, taxa de crescimento da força - é o valor do máximo na componente vertical dividido pelo tempo do máximo menos o tempo do início do contato do apoio na corrida subaquática, Fx_{max} - valor máximo registrado no sinal ântero-posterior da FRS, Fx_{min} - valor mínimo registrado no sinal ântero-posterior da FRS e ± desvio padrão.

Pode ser destacado que os valores das variáveis para a força vertical na corrida dentro da água 2.2 a 3.4 PC ficam dentro dos valores da corrida fora da água, apesar da menor velocidade do movimento.

Se o objetivo é a comparação com os valores de fora da água este pode ser um procedimento interessante, pois a força para $F_{y_{\text{máx}}}$ fica com valores semelhantes à corrida fora da água (AMADIO e DUARTE, 1996; HAMILL e KNUTZEN, 1999; NIGG e HERZOG, 1994; PERRY, 1992; VIEL, 2001; WINTER, 1991) e o mesmo ocorre com a variável taxa de crescimento da força (CAMPOS *et al.*, 2002; HSIANG e CHANG, 2002; KELLER *et al.*, 1996; MOCHIZUKI e AMADIO, 1995). Já a variável $F_{x_{\text{máx}}}$ tem seus valores aumentados em relação aos valores da corrida fora da água (HAMILL e KNUTZEN, 1999; NIGG e HERZOG, 1994; VIEL, 2001).

Embora alguns valores fiquem semelhantes em relação à corrida fora da água, a situação agora fica invertida, pois os valores no xifóide ficam maiores que os valores na crista ilíaca. Logo, se o objetivo é o embasamento da prescrição do exercício, esse aumento no valor da força para o maior nível de imersão pode causar confusão, deixando aos profissionais a tarefa de interpretar mais profundamente os dados. Assim, se o intuito for o embasamento da prescrição a normalização pelo peso fora da água pode ser mais indicada.

A mesma interpretação cabe a variável taxa de crescimento da força, $F_{x_{\text{máx}}}$ e $F_{x_{\text{min}}}$. Sendo que para o $F_{x_{\text{máx}}}$ o sujeito realiza 1 PC, esse valor tem igual interpretação agora que anteriormente, sendo relacionado à densidade da água e resistência que impõe ao movimento.

4.5. MODELIZAÇÃO ESTATÍSTICA DA FORÇA MÁXIMA EM FY E FX COM AS VARIÁVEIS ADQUIRIDAS.

Os modelos estatísticos para a biomecânica estão cada vez mais em voga. Pode ser entendida esta situação pela facilidade de realizar uma experimentação teórica em comparação com a prática. Outro fator importante é que o modelo permite facilmente a manipulação das variáveis para o entendimento do fenômeno que está sendo estudado.

Como um dos intuítos do estudo exploratório é de gerar uma pesquisa futura mais precisa ou clarificar conceitos, foi realizada a tentativa da criação do modelo estatístico a partir da regressão linear múltipla.

Na regressão múltipla, prevemos uma variável dependente a partir de outras variáveis independentes. No caso deste estudo, as variáveis dependentes relacionadas foram $F_{y_{\text{máx}}}$ e $F_{x_{\text{máx}}}$ pela importância destas variáveis para a prescrição do exercício de corrida na água. As

variáveis independentes selecionadas foram: velocidade da corrida, peso do sujeito, empuxo no nível de imersão, densidade do sujeito e porcentagem de gordura.

Quando analisou-se separadamente homens e mulheres a equação do modelo não obteve um coeficiente de determinação melhor que a equação com os dois gêneros conjuntamente. Quando analisamos o nível de imersão na crista ilíaca e no processo xifóide juntos como outra variável independente a equação também não obteve um melhor coeficiente de determinação.

Optou-se então por selecionar uma equação para cada nível de imersão e variável dependente. Assim, as equações de 1 a 3 são, representam: $F_{y_{máx}}$ imersão na crista ilíaca, $F_{y_{máx}}$ imersão no processo xifóide e $F_{x_{máx}}$ imersão no processo xifóide (APENDICE V).

$$f_{y_{máx}} = 14.275 - 0.6822 \times [velocidade] + \frac{2049.9}{[peso]} + 3.5291 \times \log_{10}[empuxo\ crista] - 9.3262 \times [densidade] + 8.164 \times [\%gordura] \quad (1)$$

$$f_{y_{máx}} = -126.87 - 2.002 \times [velocidade] + 8.5095 \times 10^{-3} \times [peso] + \frac{1866.3}{[empuxo\ xifóide]} + 1258.1 \times \log_{10}[densidade] + 2.7332 \times [\%gordura] \quad (2)$$

$$f_{x_{máx}} = 10.694 - 0.6582 \times [velocidade] - \frac{440.21}{[peso]} - 1.1618 \times 10^{-3} \times \log_{10}[empuxo\ xifóide] - 98.1 \times \log_{10}[densidade] - 0.209 \times [\%gordura] \quad (3)$$

Onde: $F_{y_{máx}}$ e $F_{x_{máx}}$ representam a força máxima em cada componente e tem como unidade o peso corporal (PC); o peso é o peso corporal do sujeito e tem como unidade o N; a velocidade é a velocidade de deslocamento do sujeito durante a corrida na água e tem como unidade o m/s; o empuxo é a diferença entre o peso do sujeito e a força lida na plataforma quando da imersão na crista ilíaca ou no processo xifóide e tem como unidade o N; a densidade é a densidade corporal dos sujeitos calculada a partir das dobras cutâneas e tem como unidade o grama por mililitro e a porcentagem de gordura é calculada para cada gênero a partir das equações de Pollock e Jackson (1978) e Pollock, Jackson e Ward (1980) e tem como unidade a porcentagem.

O coeficiente de determinação ajustado para estas equações ficou em 0.66, 0.44, 0.53, respectivamente. Embora cumpram todas as exigências para a criação do modelo estatístico, consideramos que pelo baixo coeficiente de determinação estes modelos ainda necessitam ser melhorados e com os dados deste estudo isto não é possível. A falta de um bom modelo para $F_{y_{máx}}$ pode ser devida a ausência da variação do nível de imersão, fator que na análise de dados mostrou ser importante para esta variável. Para a variável $F_{x_{máx}}$ no nível do processo

xifóide a semelhança entre a velocidade pré-estabelecida e auto selecionada pode ser a explicação para o baixo coeficiente de determinação do modelo encontrado.

Já para a $F_{x_{máx}}$ no nível de imersão da crista ilíaca foi obtido um modelo satisfatório que pode ser aceito para uma futura análise teórica ou prescrição individualizada do exercício de corrida na água. O coeficiente de determinação ajustado deste modelo foi de 0.83, a equação preditora segue abaixo (4) e os dados da análise estão no Apêndice V.

$$f_{x_{máx}} = 16.731 - 0.6029 \times [velocidade] - \frac{337.25}{[peso]} - 0.4786 \times \log_{10}[empuxo\ crista] - 139.19 \times \log_{10}[densidade] - 0.2972 \times [\%gordura] \quad (4)$$

Algumas limitações no processo de criação e conseqüentemente na utilização destes modelos devem ser ressaltadas. Na criação da regressão linear múltipla, o estudo deve variar as variáveis independentes para conseguir obter uma boa equação. Como o objetivo do estudo não era a princípio a realização do modelo estatístico, um problema que pode ser relatado é a falta de variação para algumas variáveis como a imersão e a pequena variação da velocidade na imersão do processo xifóide. Estes fatores podem explicar os baixos coeficientes de determinação encontrados no nível do xifóide para $F_{x_{máx}}$ e para a variável $F_{y_{máx}}$.

Outro fator a ser relatado é que o modelo estatístico criado vale para a população onde foi analisado e para as situações que entraram na criação deste modelo. Logo, os modelos gerados neste estudo valem para os níveis de imersão da crista ilíaca e do processo xifóide e para a variação de velocidade utilizada no estudo. Ainda, o sujeito deve ter as características semelhantes aos sujeitos do estudo.

5 CONCLUSÃO

“Conclusão é apenas o lugar aonde se chega quando se cansa de pensar.”

Martin H. Fischer

“Vai chegar a hora em que você irá acreditar que tudo acabou. Esse será apenas o início.”

Louis L'Amour

A partir dos dados deste estudo foram caracterizadas as variáveis adquiridas nas componentes vertical e ântero-posterior da FRS para a corrida subaquática no nível de imersão da crista ilíaca e processo xifóide.

A imersão causou alterações nas variáveis analisadas, principalmente na componente vertical da FRS. Assim, fica confirmada a alteração da carga para o sujeito quando alteramos o nível de imersão da corrida na água.

A velocidade também causa alterações nas variáveis da corrida subaquática. Sendo que a velocidade altera principalmente os valores da componente ântero-posterior da FRS.

Devido a estas alterações nos valores das forças não basta analisar o nível de imersão em que o indivíduo realizará seu processo de reabilitação, mas também deve-se levar em consideração a situação em que ele realiza o movimento. Pode-se notar que, sem alterar o nível da água, podemos variar a velocidade e obter diferentes respostas nas forças. A escolha entre uma delas dependerá do objetivo da prescrição da atividade na água.

Os resultados deste estudo apontam que um aumento na componente ântero-posterior está relacionado a um aumento na velocidade da marcha; enquanto que a diminuição da imersão está relacionada com um aumento principalmente na componente vertical. Para a forma da curva, ocorreram mudanças em suas características dentro da água. Na componente ântero-posterior a curva não apresentou a fase negativa, ficando com a forma de um triângulo retângulo. Na componente vertical, a curva perdeu a característica do pico de impacto.

Em relação ao gênero, os homens correram mais rápido que as mulheres e elas para a mesma situação estão sujeitas a uma carga maior que os homens. No maior nível de imersão as variáveis tendem a se aproximar entre os homens e as mulheres. Mas, na imersão da crista ilíaca ocorreram diferenças importantes. O aparecimento destas diferenças mesmo com o grupo homogêneo utilizado neste estudo alerta para o cuidado na prescrição do exercício para homens e mulheres na população em geral, pois estas diferenças tendem a ser maiores.

A corrida subaquática pode e deve ser utilizada como um meio de condicionamento, recuperação e para a recuperação funcional terapêutica, no entanto, deve ser bem controlada a situação em que o indivíduo realizará o exercício, pois com alteração na velocidade ou no nível de imersão os valores das forças são modificados.

Para dar continuidade a este estudo faz-se as seguintes sugestões: (1) Analisar a corrida em ambiente aquático em um maior número de profundidades e velocidades; (2) Estudar eletromiograficamente os principais grupos musculares envolvidos neste exercício, correlacionando a intensidade da atividade elétrica muscular com variação da profundidade e velocidade; (3) Analisar a corrida subaquática com a cinemetria e dinamometria e (4) Analisar se existe diferença nos valores das forças com relação à composição corporal dos participantes.

REFERÊNCIAS

AMADIO, C. A.; DUARTE, M. **Fundamentos biomecânicos para a análise do movimento humano**. São Paulo: Laboratório de Biomecânica EEFUSP, 1996.

ANDREWS, J. R.; HARRELSON, G. L.; WILK, K. E. **Reabilitação física das lesões desportivas**. 2^a ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2000.

BARELA, A. M. F.; STOLF, S. F.; DUARTE, M. Biomechanical characteristics of adults walking in shallow water and on land. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. v. 16, pp 250-256, 2006.

BATES, A.; HANSON, N. **Exercícios aquáticos terapêuticos**. São Paulo: Manole, 1998.

BECKER, B.E.; COLE, A.J. **Terapia aquática moderna**. São Paulo: Manole, 2000.

BISCARINI, A.; CERULLI, G. Modeling of the knee joint load in rehabilitative knee extension exercises under water. **Journal of Biomechanics**, v. 40 pp 345–355, 2007.

BRAVO, G.; GAUTHIER, P.; ROY, P.M.; PAYETTE, H.; GAULIN, P. A weight-bearing, water-based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness, and well-being. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 78, pp 1375-1380, 1997.

BRITO, R. N.; ROESLER, H.; HAUPENTHAL, A.; SOUZA, P. V. Análise comparativa da marcha humana em solo à subaquática em dois níveis de imersão: joelho e quadril. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 8, n. 1, pp 7-12, 2004.

BRITO, R.N. ; FONSECA, J.C.P. ; ROESLER, H.; SANTOS, G. M. Comparação da componente vertical da força de reação do solo dentro e fora da água utilizando plataformas de força subaquáticas. **Anais 8^o Congresso de Educação Física e Ciências do Esporte dos Países de Língua Portuguesa**, Lisboa, Portugal, p. 302, 2000.

BROTZMAN, S. B. **Clinical Orthopaedic Rehabilitation**. Missouri: Mosby, 1996.

BRUNEIRA, C. V.; AMADIO, A. Análise da força de reação do solo para o andar e correr com adultos normais do sexo masculino durante a fase de apoio. **Anais do V Congresso Brasileiro de Biomecânica**, 1993, p. 19-24.

CAMPION, M. R. **Hidroterapia: princípios e prática**. São Paulo: Manole, 2000.

CAMPOS, M. H. **Aspectos biomecânicos do andar e do correr em meio aquático**. Monografia de graduação – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CAMPOS, A. O.; HUTTEN, P.; FREITAS, T. H.; MOCHIZUKI, L. Análise das alterações biomecânicas da força de reação do solo durante adaptação da marcha em esteira. **Brazilian Journal of Biomechanics**. Ano 3, n 5, p. 13-18, nov/2002.

CHRISTIE J.L.; SHELDAHL L. M.; TRISTANI F. E.; *et al.* Cardiovascular regulation during head-out water immersion exercise. **Journal of Applied Physiology** v. 69, p. 657–664, 1990.

CHRISTINA, K. A.; WHITE, S. C.; GILCHRIST, L. A. Effect of localized muscle fatigue on vertical ground reaction forces and ankle joint motion during running. **Human Movement Science**. v. 20, pp. 257-276, 2001.

COOK, T. M.; FARREL, K. P.; CAREY, I. A.; GIBBS, J. M.; WIGER, G. E. Effects of restricted knee flexion and walking speed on the vertical ground reaction force during gait. **Journal of Orthopaedic & Sport Physical Therapy** v. 25, pp. 236-244, 1997.

DOWZER, C.N.; REILLY, T.; CABLE, N.T. Effects of deep and shallow water running on spinal shrinkage. **British Journal of Sports and Medicine**, v. 32 pp 44-48, 1998.

DUARTE, M. **Princípios físicos da interação entre ser humano e ambiente aquático**. Apostila - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

DULCY, F. **Benefits of aquatic therapy: Part I**. American Exercise Association, AKWA Newsletter, November, 1988 apud BATES, A. & HANSON, N. Exercícios aquáticos terapêuticos. São Paulo: Manole, 1998.

ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. 2^a ed. São Paulo: Manole, 2000.

ERVILHA, U. F.; DUARTE, M. ; AMADIO, A. C..Estudo do padrão de intensidade do sinal eletromiográfico e da variação angular do joelho durante a marcha humana dentro e fora da água no domínio temporal.. In: **Anais VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica**, Florianópolis, p. 471-476, 1999.

EVERSDEN, L.; MAGGS, F.; NIGHTINGALE, P.; JOBANPUTRA, P. A pragmatic randomised controlled trial of hydrotherapy and land exercises on overall well being and quality of life in rheumatoid arthritis. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 8, n. 23, 2007.

FOLEY, A.; HALBERT, J.; HEWITT, T.; CROTTY, M. Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis—a randomised controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening programme **Ann Rheum Dis**, v. 62, pp 1162–1167, 2003.

GERRITSEN, K. G. M.; BOGERT, A. J. van den, NIGG, B. M. Direct dynamics simulation of the impact phase in heel-toe running. **Journal of Biomechanics**. v. 28, pp. 661-668, 1995.

GETZ, M.; HUTZLER, Y.; VERMEE, A. Effects of aquatic interventions in children with neuromotor impairments: a systematic review of the literature. **Clinical Rehabilitation**, v. 20, pp 927-936, 2006.

GIDDINGS, V. L.; BEAUPRÉ, G. S.; WHALEN, R. T.; CARTER, D. R. Calcaneal loading during walking and running. **Medicine & Science in Sport & Exercise**. v. 32, pp. 627-634, 2000.

HALL J.; MACDONALD I. A.; MADDISON P. J.; O'HARE J. P. Cardiorespiratory responses to underwater treadmill walking in healthy females. **European Journal Apply Physiology**. v.77, p. 278–284, 1998.

HAMILL, J. ; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo: Manole, 1999.

HARRISON, R. ; BULSTRODE, S. Percentage weight bearing during partial immersion in the hydrotherapy pool. **Physiotherapy Practice**. v. 3, pp. 60-63, 1987.

HARRISON, R.; HILLMANN, M. ; BULSTRODE, S. Loading of the lower limb when walking partially immersed. **Physiotherapy**. v.78, n. 3, pp. 164-166, 1992.

HENNIG, G. Gait analysis and the biomechanics of human locomotion. In: **Anais VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica**, Florianópolis, p. 19-26, 1999.

HSIANG, S; CHANG, C. The effect of gait speed and load carrying on the reliability of ground reaction forces. **Safety Science**. v. 40, p. 639-657, 2002.

KANEDA, K.; WAKABAYASHI, H.; SATO, D.; UEKUSA, T.; NOMURA, T. Lower extremity muscle activity during deep-water running on self-determined pace. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. No prelo.

KANEDA, K.; YASHI, W. H.; SATO, D. ; NOMURA, T. Lower Extremity Muscle Activity during Different Types and Speeds of Underwater Movement. **Journal of Physiology and Anthropology**, v. 26, pp 197–200, 2007.

KELLER, T. S.; WEISBERGER, A. M.; RAY, J. L. *et al.* Relationship between vertical ground reaction force and speed during walking, slow jogging and running. **Clinical Biomechanics**. v. 11, pp. 253-259, 1996.

KELLY, B. T.; ROSKIN, L. A.; KIRKENDALL, D. T. ; SPEER, K. P. Shoulder muscle activation during aquatic land exercises in on impaired subjects. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 30, n.4, pp 204-210, 2000.

KERRIGAN, C.; RILEY, P. O.; ROGAN, S.; BURKE, D. T. Compensatory advantages of toe walking. **Arch Phys Med Rehabil** v. 81, pp. 38-44, 2000.

KRUEL, L. F. M.; AVILA, A. O. V.; SILVA, J. H. S. da; SAMPEDRO, R. M. F. Peso hidrostático em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água. In: **Anais VI Congresso Brasileiro de Biomecânica**, Brasília, p. 197-205, 1995.

KUORI, J. M. **Programa de fisioterapia aquática: um guia para a reabilitação ortopédica**. São Paulo: Manole, 2000.

LAKATOS, E. M. ; MARCONI M.A. **Metodologia do trabalho científico**. Procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. São Paulo. Atlas, 1986.

LIU, W.; NIGG, B. M. A mechanical model to determine the influence of masses and mass distribution on the impact force during running. **Journal of Biomechanics**. v. 33, pp. 219-224, 2000.

MASUMOTO, K.; TAKASUGI, S.; HOTTA, N.; FUJISHIMA, K.; IWAMOTO, Y. **Electromyographic analysis of walking in water in healthy humans.** *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, v. 23, pp 119–127, 2004.

MATJACIC, Z.; OLENSEK, A. Biomechanical characterization and clinical implications of artificially induced crouch walking: Differences between pure iliopsoas, pure hamstrings and combination of iliopsoas and hamstrings contractures. **Journal of Biomechanics**. No prelo.

MATJACIC, Z.; OLENSEK, A.; BAJD, T. Biomechanical characterization and clinical implications of artificially induced toe walking: Differences between pure soleus, pure gastrocnemius and combination of soleus and gastrocnemius contractures. **Journal of Biomechanics**. v. 39, pp255-266, 2006.

MELTON-ROGER, S.; HUNTER, G.; WALTER, J.; HARRISON, P. Cardiorespiratory responses of patients with rheumatoid arthritis during bicycle riding and running in water. **Physical therapy**. v. 76, pp. 1058-1065, 1996.

MILLSLAGLE , D.; LEVY, M.; MATAACK, N. Comparative kinematic measures of treadmill running with or without body weight support in runners **Journal of Sports Science and Medicine** v. 4, pp. 583-589, 2005.

MIZRAHI, J.; VERBITSKI, O.; ISAKOV, E.; DAILY, D. Effect of fatigue on leg kinematics and impact acceleration in long distance running. **Human Movement Science**. v. 19, pp. 139-151, 2000.

MIZRAHI, J.; VERBITSKI, O.; ISAKOV, E. Fatigue-induced changes in decline running. **Clinical Biomechanics**. v. 16, pp. 207-212, 2001.

MIYOSHI, T.; SHIROTA, T.; YAMAMOTO, S.; NAKAZAWA, K.; AKAI, M. Functional roles of lower-limb joint moments while walking in water. **Clinical Biomechanics**, v. 20, pp 194–201, 2005.

MIYOSHI, T.; SHIROTA, T.; YAMAMOTO, S.; NAKAZAWA, K.; AKAI, M. Functional roles of lower-limb joint moments while walking in water. **Clinical Biomechanics**, v. 20, pp 194–201, 2005.

MIYOSHI, T.; NAKAZAWA, K. ; TANIZAKI, M.; SATO, T.; AKAI, N. Altered activation pattern in synergistic ankle plantarflexor muscles in a reduced-gravity environment **Gait & Posture**. No prelo.

MOCHIZUKI, L. ; AMADIO, A. C. Análise do comportamento dinâmico da marcha: estudo de caso patológico. **Anais do V Congresso Brasileiro de Biomecânica**, 1993, p. 13-18.

NAKAZAWA,K.; YANO,H. ; MIYASHITA,M. Ground reaction forces during walking in water. **Medicine and Science in Aquatic Sports**, v.39, p.28-34, 1994.

NAVARRO, F. **Hacias el dominio de la Natación**. Madrid: Editorial Gymnos, 1995.

NIGG, B. M. ; HERZOG, W. **Biomechanics of the musculo-skeletal system**. Chichester: John Wiley & Sons, 1994.

NOVACHECK, T. F. Biomechanics of running. **Gait & Posture**. v. 7, pp 77–95, 1998.

ODA, S.; MATSUMOTO, T.; NAKAGAWA, K. ; MORIYA, K. Relaxation effects in humans of underwater exercise of moderate intensity . **European Journal of Applied Physiology**, v. 80, pp 253-259, 1999.

PERRY, J. **Gait analysis: normal and pathological function**. New York: MacGraw-Hill, 1992.

PETRICK, M.; PAULSEN, T. ; GEORGE, J. A comparison between quadriceps muscle strengthening on land and in water. **Physiotherapy**, v. 87, n. 6, pp 310-317, 2001.

POHL, M. B. ; MCNAUGHTON, L. R. The physiological responses to running and walking in water at different depths. **Research in Sports Medicine**, v. 11, pp 63-78, 1998.

POLLOCK, M.L. ; JACKSON, A.L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal Nutrition**, 40: 497-504, 1978.

POLLOCK, M.L.; JACKSON, A.L. ; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine Science in Sports Exercise**. v. 12, p. 175-182, 1980.

POYHONEN , T.; KESKINEN, K. L.; KYROLAINEN, H.; *et al.*. Neuromuscular function during therapeutic knee exercise under water and on dry land. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 82, pp 1446-1452, 2001.

POYHONEN, T.; KYROLAINEN, H.; KESKINEN, K. L.; *et al.* Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. **Clinical Biomechanics**, v. 16, pp. 496-504, 2001.

REILLY, T.; DOWZER, C. N. ; CABLE, N. T. The physiology of deep-water running. **Journal of Sports Sciences**, v. 21, pp 959-972, 2003.

ROESLER, H.; HAUPENTHAL, A.; SCHÜTZ, G. R.; SOUZA, P. V. de. Análise das forças de reação do solo na marcha de adultos a 1,3 m de imersão. **Fisioterapia em Movimento**, v. 18, pp 21-31, 2005.

ROESLER, H.; HAUPENTHAL, A.; SCHÜTZ, G. R.; SOUZA, P. V. de. Dynamometric analysis of the maximum force applied in aquatic human gait at 1.3 m of immersion. **Gait & Posture**, v. 24, pp 412-417, 2006.

ROESLER, H.; HAUPENTHAL, A.; BRITO, R. N. ; SOUZA, P. V. Análise biomecânica subaquática da marcha humana em ambos os sexos e diferentes grupos etários em diferentes níveis de imersão. **Anais XIII Seminário de Iniciação Científica da Universidade do Estado de Santa Catarina**, Lages, 2003.

ROESLER, H.. **Desenvolvimento de plataforma subaquática para medições de forças e momentos nos três eixos coordenados para utilização em Biomecânica**. Tese de Doutorado - Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

ROSE, J. ; GAMBLE, J. G. **Marcha humana**. 2^a ed. São Paulo: Premier, 1998.

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

SANTOS, C. A. dos. **Natação: ensino e aprendizagem**. Rio de Janeiro: Sprint, 1996.

SCHUTZ, G. R.; ROESLER, H.; PEREIRA, S. M.; BRITO, R. N. Determinação de protocolo para a aquisição de dados da marcha humana em ambiente aquático. **Anais XII Seminário de Iniciação Científica da Universidade do Estado de Santa Catarina**, Joinville, 2002.

SHIMIZU T.; KOSAKA M.; FUJISHIMA K. Human thermoregulatory responses during prolonged walking in water at 25, 30 and 35°C. **European Journal of Applied Physiology** v. 78, p. 473–478, 1998.

SHONO, T.; FUJISHIMA, K.; HOTTA, N.; OGAKI, T.; MASUMOTO, K.
Cardiorespiratory response to low-intensity walking in water and on land in elderly women. **Journal of Physiology Anthropology and Applied Human Science**. v. 20, p. 269–274, 2001.

SILVA FILHO, J. R.; FERNANDES, J. R. P.; LOBO DA COSTA, P. H. Estudo comparativo entre a corrida em esteira e a corrida aquática em duas profundidades diferentes. **Revista Brasileira de Educação Física e Esportes**, v.19, n.3, p.243-54, 2005.

SILVA, L. M. ; ZARO, M. A. “**SAD 2 VERSÃO (3.0) - Sistema de Aquisição de dados – Manual de Operação**”. Caderno Técnico da Engenharia Mecânica CT 07 – DEMEC, Porto Alegre, 1997.

SIMPSON, S.; BETTIS, B.; HERBERTSON, J. Unloaded Treadmill Training Therapy for Lumbar Disc Herniation Injury. **Journal of Athletic Training**, v. 31, n. 1, p. 57-60, 1996.

SKINNER, A. T. ; THOMSON, A. M. **Duffield: exercícios na água**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1985.

TAKESHIMA, N.; ROGERS, M. E.; WATANABE, E.; *et al.* Water-based exercise improves health related aspects of fitness in older women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 3, pp.544-551, 2002.

TARTARUGA, L. A. P.; TARTARUGA M. P.; LARRONDA A. C. C. ; KRUEL L. F. M. Comparação cinemática entre corrida em esteira rolante e corrida em piscina funda **Lecturas Educacion Fisica y Deportes**, v. 10, n. 79 – 2004.

TEMPLETON, M. S.; BOOTH, D. L.; O'KELLY, W. D. Effects of aquatic therapy on joint flexibility and functional ability in subjects with rheumatic disease. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 23 n. 6, pp 376-381, 1996.

THEIN, J. M. ; BRODY, L. T. Aquatic-Based Rehabilitation and Training for the Elite Athlete **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 27, n. 1, pp 32-41, 1998.

THEIN, J. M.; BRODY L. T. Aquatic-Based Rehabilitation and Training for the Shoulder. **Journal of Athletic Training**, v. 35, n. 3, pp 382-389, 2000.

TRITSCHLER, K. **Medida e Avaliação em Educação Física e Esportes**. São Paulo: Manole, 2003.

TVEIT, M.; KARRHOLM, J. Low effectiveness of prescribed partial weight bearing. Continuous recording of vertical loads using a new pressure-sensitive insole. **J Rehabil Med.** v. 33, pp 42-46, 2001.

VASARHELYI, A.; BAUMERT, T.; FRITSCH, C.; HOPFENMÜLLER, W.; GRADL, G.; MITTLMEIER, T. Partial weight bearing after surgery for fractures of the lower extremity – is it achievable? **Gait and Posture.** v. 23, pp. 99 – 105., 2005.

VELASCO, C. G. **Natação Segundo a Psicomotricidade.** Rio de Janeiro: Sprint, 1994.

VERKERKE, G.J.; AMENT, W.; WIERENGA, R.; RAKHORST, G. Measuring changes in step parameters during an exhausting running exercise. **Gait and Posture.** v. 8, pp. 37-42, 1998.

VIEL, E. **A marcha humana, a corrida e o salto.** São Paulo: Manole, 2001.

VOLOSHIN, A. S.; MIZRAHI, J.; VERBITSKI, O.; ISAKOV, E. Dynamic loading on the human musculoskeletal system – effect of fatigue. **Clinical Biomechanics.** v. 13, pp. 515-520, 1998.

WANG, T.J.; BELZA, B.; THOMPSON, F.E.; WHITNEY, J.D. ; BENNETT, K. Effects of aquatic exercise on flexibility, strength and aerobic fitness in adults with osteoarthritis of the hip or knee. **Journal of Advanced Nursing,** v. 57, n. 2, pp 141–152, 2007.

WINTER, D.A. **The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological.** 2^a ed., Canada: Waterloo Cover, 1991.

YAMAMOTO, S.; YANO,H. ; NAKAZAWA, K. Lower limb kinematics during walking in water. **Book of Abstracts XVth Congress ISB,** p.1012-1013, 1995.

YANO, H.; NAKAZAWA, K. ; YAMAMOTO, S. Activation patterns of human ankle muscles during walking in water. **Book of Abstracts XVth Congress ISB,** p.1018-1019, 1995.

YOUNG, A. J.; SAWKA, M. N.; LEVINE, L.; *et al.* Metabolic and thermal adaptations from endurance training in hot or cold water. **Journal of Applied Physiology** v. 78, p. 793–801, 1995.

ZAPDOR, A. A.; NIKOOYAN, A. A.; ARSHI, A. R. A model-based parametric study of impact force during running. **Journal of Biomechanics**. v. 40, pp. 2012-2021, 2007.

ZATSIORSKY, V. M. **Biomecânica no Esporte: Performance do Desempenho e Prevenção de Lesão**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Estudo piloto.

APÊNDICE II – Resultado dos testes estatísticos.

APÊNDICE III – Ficha de identificação.

APÊNDICE IV – Rotinas de tratamento dos dados.

APÊNDICE V – Regressão múltipla.

APÊNDICE I

ESTUDO PILOTO

1 LOCAL E DATA

O estudo piloto foi realizado na piscina do CEFID - UDESC, Florianópolis, SC, no mês de julho 2007. As informações adquiridas foram analisadas no Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do CEFID/UDESC.

2 SUJEITO

Participou do estudo piloto um sujeito do sexo masculino, com 27 anos de idade e 1,80 m de estatura e 84,3 kg de massa.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Determinar os procedimentos metodológicos do projeto de pesquisa para que sejam atingidos os seus objetivos.

3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as variáveis do estudo;
- Determinar o número de passagens válidas que necessitam ser coletadas para a estabilização dos valores a serem analisados.
- Determinar o tempo necessário para a preparação e realização da Coleta de Dados;
- Criar as rotinas de tratamento de dados no programa Scilab;
- Familiarizar os pesquisadores com a rotina e os procedimentos da Coleta de Dados.

3.3 Instrumentação

Foi usada a plataforma de força subaquática construída no Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática, baseada no estudo de Roesler (1997). Esta plataforma foi confeccionada com extensômetros de resistência elétrica (*strain gauges*) e possui dimensões de 400x400 mm, sensibilidade/carga máxima: de 2 a 4000 N, frequência natural de 300 Hz e erro menor que 1%.

Para a aquisição e transformação dos dados analógicos em digitais ocupou-se a placa de aquisição e condicionamento de sinais de 16 canais de entrada e a placa de conversão analógico-digital de 12 bits. Juntamente às placas foi necessário o programa de aquisição e processamento de dados SAD32. Foi utilizada uma taxa de aquisição de 1000 pontos por segundo.

Para medir a massa corporal do participante do estudo foi utilizada a balança eletrônica Plenna, modelo MEA-08128, escala de 0,1 kg.

3.4 Coleta de Dados

O local da coleta de dados foi preparado e organizado com antecedência, com a utilização de uma lista para conferência dos materiais necessários, posicionamento e funcionamento da plataforma. Seqüência das ações:

a) ao chegar ao local de coleta de dados, o sujeito preencheu um formulário de identificação pessoal com informações gerais e recebeu um código a fim de garantir posterior anonimato;

c) foram então coletadas medidas referentes à estatura, massa corporal e dobras cutâneas. As informações foram registradas no formulário citado anteriormente;

d) foi realizado um sorteio a fim de estabelecer a ordem de realização das situações da corrida;

Foram utilizados os níveis de imersão próximo ao quadril e esterno (nível do processo xifóide) do participante.

No fundo de uma piscina térmica ($26\pm 1^{\circ}\text{C}$) foi montada uma passarela com a plataforma de força subaquática. Após a medição do peso corporal, o sujeito entrou na piscina, teve o tempo necessário para a familiarização com o equipamento e foi instruído a realizar a corrida nos níveis de imersão solicitados com uma velocidade auto-selecionada.

A partir deste processo foram adquiridas trinta passagens válidas em cada situação do estudo. Foi considerada passagem válida quando o sujeito fez o contato do pé com a plataforma sem olhar para baixo ou mudar o ritmo do movimento.

3.5 Processamento e análise dos dados

Após a aquisição, os dados foram exportados para serem tratados no software Scilab (INRIA). Neste software foram criadas duas rotinas de programação para a análise dos dados. A primeira realizava a transformada de Fourier para adquirir a análise espectral de potência a partir da média de todas as transformadas de cada curva adquirida. A segunda extraía os dados a partir da seqüência: (1) aplicação do coeficiente de calibração e filtragem (filtro passa baixa FFT tipo *Butterworth* na frequência de corte 20 Hz, diagnosticada a partir da primeira rotina e ordem 3); (2) normalização pelo peso corporal fora da água (para visualização da redução dos valores de força e comparação com os valores fora da água); (3) verificação da força máxima na componente vertical; (4) verificação do tempo de contato em cada apoio; (5) normalização da curva pela porcentagem de apoio (6) cálculo das curvas médias da FRS.

Foi utilizada a estatística descritiva para caracterizar os dados através de valores de média (\bar{X}), desvio padrão (s) e coeficiente de variação (CV%). Foi realizada a análise da quantidade de passagens a serem coletadas a partir do coeficiente de variação acumulado (MELO, 1995).

Uma vez definido este número, foi realizada a divisão dos dados em diferentes grupos a partir do número diagnosticado como necessário a ser coletado. A partir dos grupos criados foi realizada a estatística inferencial através da ANOVA como os dados foram homogêneos e normais.

4 RESULTADOS

A partir desta metodologia foram coletadas 34 curvas de força na imersão do esterno e 33 curvas no nível do quadril.

O resultado da curva da densidade espectral pode ser visto na Figura 2 e 3. Nestas figuras para ambos os níveis de imersão pode ser visto que a frequência do sinal é menor que 20 Hz. Com isso, pode ser caracterizado que os dados podem ser coletados tranquilamente com uma frequência de 200 pontos por segundo, 10 vezes a frequência do sinal o que garante sua integridade durante a coleta. Como também o filtro utilizado pode ser em torno de 20 Hz o que também garante a integridade do sinal, uma vez que o sinal está contido numa

freqüência abaixo da freqüência de corte do filtro. Ainda, pode ser visto que a intensidade do sinal é maior para o nível do quadril e com isso, é esperado maiores valores nas forças para este nível de imersão.

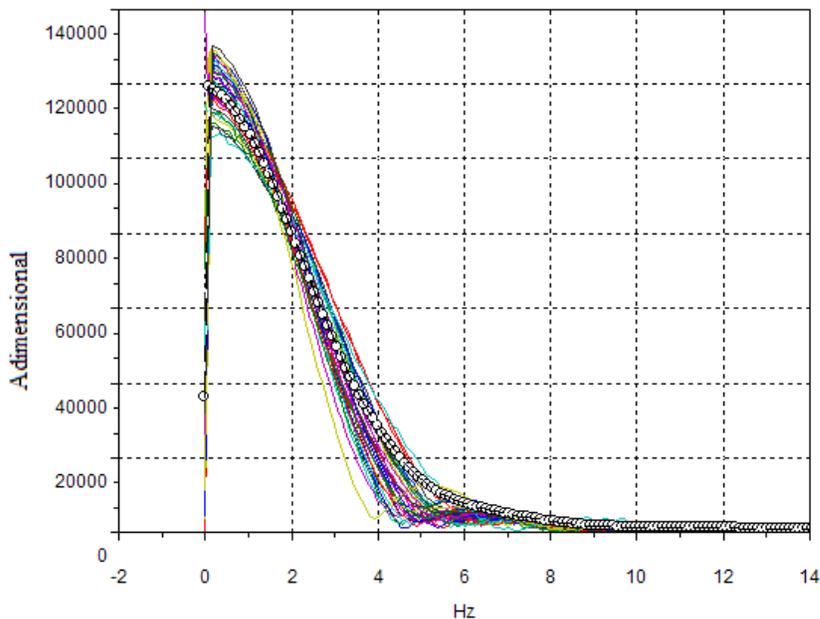


Figura 1 – Curva da densidade espectral de potencia (círculos pretos) e curva da FFT para cada passagem do indivíduo realizando a corrida subaquática com imersão no esterno.

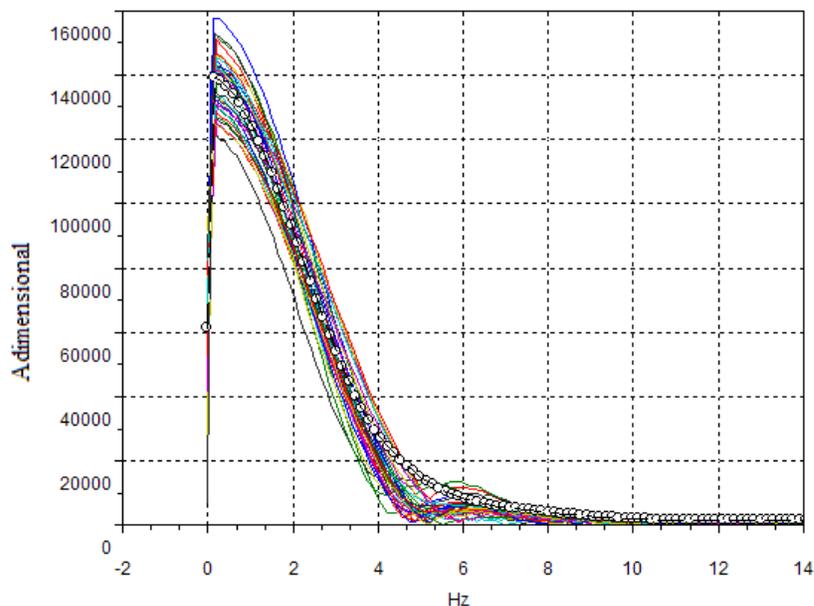


Figura 2 – Curva da densidade espectral de potencia (círculos pretos) e curva da FFT para cada passagem do indivíduo realizando (linhas coloridas) a corrida subaquática com imersão no quadril.

As curvas de força normalizadas pelo peso corporal e pelo período de apoio estão representadas nas Figuras 3 e 4. Como esperado, as forças no nível do quadril foram superiores as forças no nível do esterno.

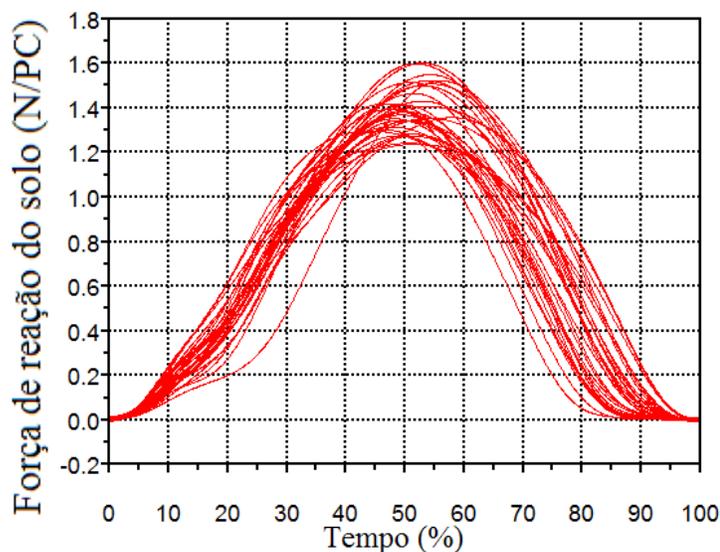


Figura 3 – Curvas de força para as passagens do indivíduo realizando a corrida subaquática com imersão no esterno.

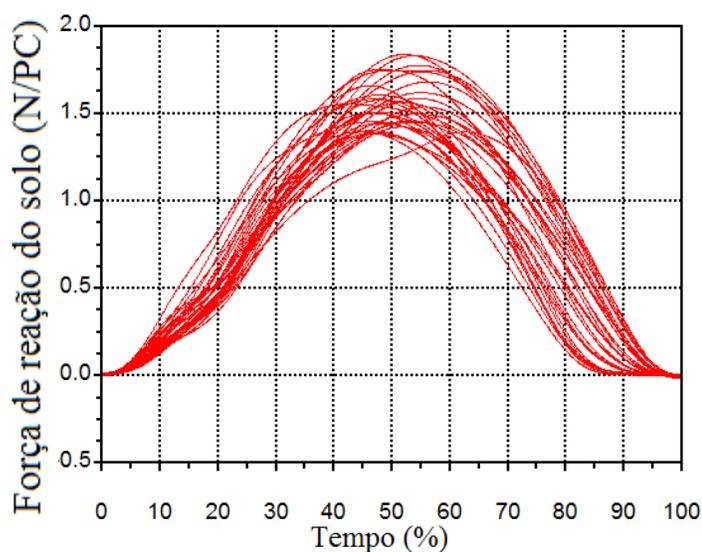


Figura 4 – Curvas de força para as passagens do indivíduo realizando a corrida subaquática com imersão no quadril.

O resultado das médias da componente vertical da força de reação do solo, da média do tempo de contato e do impulso para os dois níveis de imersão pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – Média da componente vertical, do tempo de contato e do impulso

Nível de imersão	Pico de força (PC)			Tempo de contato (s)			Impulso (N/PC.s)		
	m	s	cv	m	s	cv	m	s	cv
Esterno	1.38	0.11	8,17	0.39	0.03	7.29	0.26	0.01	5.64
Quadril	1.55	0.15	9.40	0.39	0.03	7.07	0.30	0.02	6.80

*m, média; s, desvio padrão; cv, coeficiente de variação em porcentagem; s, segundos; PC, peso corporal.

O resultado das curvas do coeficiente de variação acumulado pode ser visualizado na Figura 5 e 6. Nestas, pode ser diagnosticado como estáveis as variáveis a partir da sexta para a sétima passagem do participante.

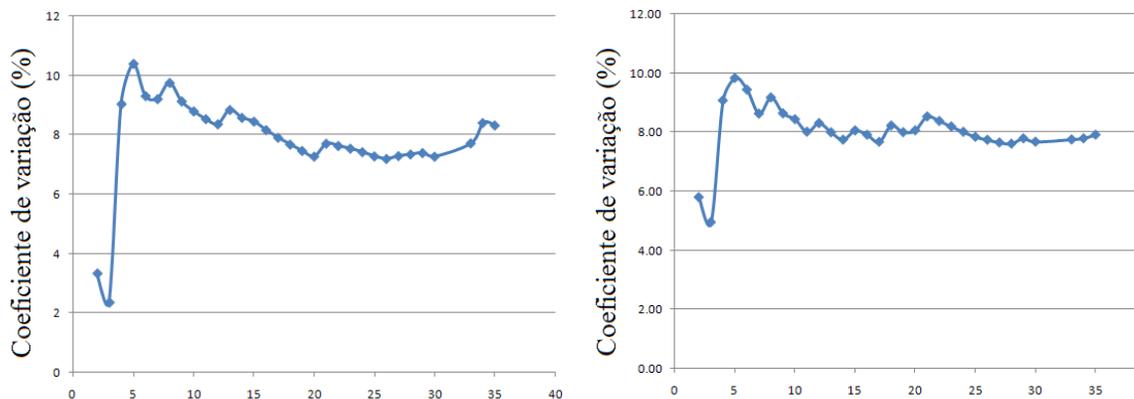


Figura 5 – Curvas do coeficiente de variação acumulado para o pico de força (esquerda) e para o tempo de contato (direita) no nível de imersão do esterno.

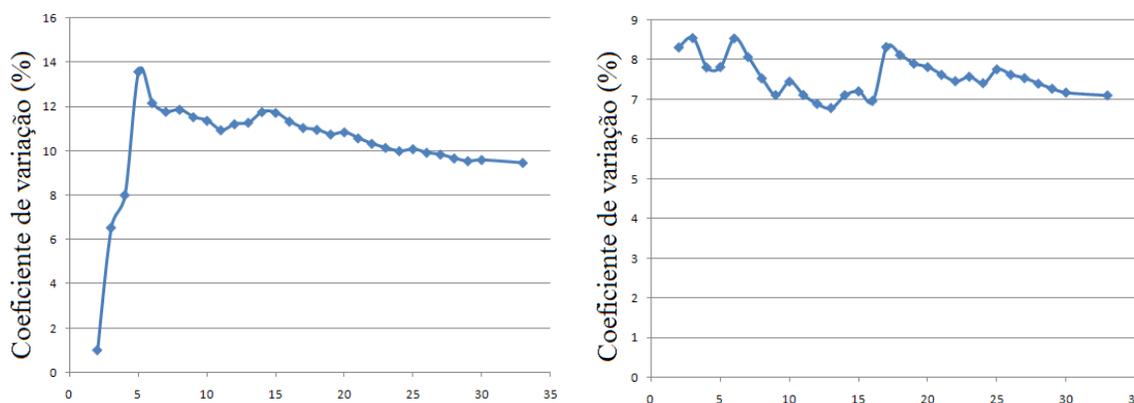


Figura 6 – Curvas do coeficiente de variação acumulado para o pico de força (esquerda) e para o tempo de contato (direita) no nível de imersão do quadril.

Como foi diagnosticado o número de seis passagens para cada situação as 30 passagens foram divididas em três grupos de seis passagens cada, os valores das variáveis em cada imersão estão na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios da componente vertical, do tempo de contato e do impulso para os três grupos

Nível de imersão		Pico de força (PC)			Tempo de contato (s)			Impulso (N/PC.s)		
		m	s	cv	m	s	cv	m	s	cv
Esterno	Grupo 1	1.41	0.13	9.22	0.39	0.03	9.03	0.27	0.01	3.07
	Grupo 2	1.37	0.07	5.38	0.39	0.03	7.76	0.25	0.01	5.10
	Grupo 3	1.37	0.13	9.14	0.38	0.03	7.03	0.26	0.02	7.52
Quadril	Grupo 1	1.54	0.17	11.16	0.38	0.03	7.66	0.30	0.02	6.89
	Grupo 2	1.61	0.17	10.53	0.38	0.03	8.91	0.30	0.02	7.70
	Grupo 3	1.52	0.09	6.21	0.39	0.02	5.14	0.30	0.02	6.54

*m, média; s, desvio padrão; cv, coeficiente de variação em porcentagem; s, segundos; PC, peso corporal.

Uma vez que a análise estatística demonstrou que os dados seguem um padrão homogêneo e normal foi aplicada a ANOVA para a comparação entre os três grupos. O teste demonstrou não haver diferença entre os grupos analisados (APENDICE II) entre nenhum dos analisados.

4.1 Tempo necessário para a coleta de dados

O local da coleta de dados foi organizado e preparado em aproximadamente 60 minutos. O preenchimento do formulário de identificação pessoal, a assinatura dos termos de consentimento e as medidas antropométricas de cada nadador consumiram cerca de 20 minutos. A coleta de dados propriamente dita foi realizada em 57 minutos, considerando os intervalos entre as repetições.

ANPÊNDICE II

Resultados dos testes estatísticos realizados

Teste de normalidade para as variáveis para o grupo masculino

variável	imersão	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
tduras	quadril	0.909803	11	0.242589
	xifóide	0.904766	11	0.246937
fymaxas	quadril	0.883597	11	0.115552
	xifóide	0.920904	11	0.364554
taxaas	quadril	0.953122	11	0.684018
	xifóide	0.889214	11	0.166153
fxmaxas	quadril	0.922449	11	0.339568
	xifóide	0.85159	11	0.060674
fxminas	quadril	0.899503	11	0.182281
	xifóide	0.962119	11	0.809742
tdur06	quadril	0.960452	11	0.777323
	xifóide	0.964891	11	0.839862
fymax06	quadril	0.866939	11	0.070798
	xifóide	0.811199	11	0.019828
taxa06	quadril	0.913308	11	0.266772
	xifóide	0.937452	11	0.525029
fxmax06	quadril	0.9017	11	0.193882
	xifóide	0.917711	11	0.338256
fxmin06	quadril	0.904442	11	0.20929
	xifóide	0.844852	11	0.050434
tdurmx	quadril	0.915513	11	0.283018
	xifóide	0.933829	11	0.486592
fymaxm	quadril	0.866219	11	0.0693
	xifóide	0.957292	11	0.754613
taxam	quadril	0.928335	11	0.394256
	xifóide	0.912009	11	0.295078
Fxmaxm	quadril	0.912195	11	0.258875
	xifóide	0.913017	11	0.302362
fxminm	quadril	0.958767	11	0.756213
	xifóide	0.917396	11	0.335747

* This is a lower bound of the true significance.

a Lilliefors Significance Correction

Teste de normalidade para as variáveis para o grupo feminino

		Statistic	df	Sig.
tduras	quadril	0.946141	11	0.59512
	xifóide	0.893496	11	0.185602
fymaxas	quadril	0.90096	11	0.189905
	xifóide	0.93187	11	0.466535
taxaas	quadril	0.975858	11	0.938786
	xifóide	0.943876	11	0.596892
fxmaxas	quadril	0.897761	11	0.173537
	xifóide	0.915572	11	0.321496
fxminas	quadril	0.897472	11	0.172124
	xifóide	0.897872	11	0.207588
tdur06	quadril	0.962968	11	0.808086
	xifóide	0.901815	11	0.229354
fymax06	quadril	0.900452	11	0.187215
	xifóide	0.938336	11	0.534651
taxa06	quadril	0.895153	11	0.161164
	xifóide	0.955152	11	0.729499
fxmax06	quadril	0.90542	11	0.215042
	xifóide	0.918069	11	0.341132
fxmin06	quadril	0.951546	11	0.663762
	xifóide	0.909094	11	0.274825
tdurmx	quadril	0.865372	11	0.067578
	xifóide	0.954016	11	0.716082
fymaxm	quadril	0.95625	11	0.724202
	xifóide	0.866985	11	0.09218
taxam	quadril	0.931178	11	0.422894
	xifóide	0.928654	11	0.434783
Fxmaxm	quadril	0.896395	11	0.166951
	xifóide	0.890466	11	0.171636
fxminm	quadril	0.970107	11	0.887604
	xifóide	0.963382	11	0.823641

* This is a lower bound of the true significance.

a Lilliefors Significance Correction

Teste t de student pareado para o grupo masculino entre imersão

		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation			
Pair 1	tcaq - tcax	-0.038	0.138868	-0.86533	10	0.409332
Pair 2	maxfyaq - maxfyx	0.261	0.221181	3.731577	10	0.004686
Pair 3	taxaaq - taxax	1.415	2.110404	2.120268	10	0.06301
Pair 4	minfxaq - minfxx	0.009	0.015239	1.867629	10	0.094656
Pair 5	maxfxaq - maxfxx	-0.066	0.074714	-2.79345	10	0.020936
Pair 6	tc06q - tc06x	-0.029	0.305449	-0.30023	10	0.770818
Pair 7	maxfy06q - maxfy06x	0.217	0.3251	2.110779	10	0.063989
Pair 8	taxa06q - taxa06x	1.55	1.65512	2.961435	10	0.015922
Pair 9	minfx06q - minfx06x	0.002	0.02201	0.287348	10	0.780352
Pair 10	maxfx06q - maxfx06x	0.048	0.044672	3.39789	10	0.0079
Pair 11	tcmq - tcmx	-0.018	0.087025	-0.65408	10	0.529419
Pair 12	maxfymq - maxfymx	0.203	0.256993	2.497895	10	0.033979
Pair 13	minfxmq - minfxmx	0.007	0.021628	1.023477	10	0.332804
Pair 14	maxfxmq - maxfxmx	-0.107	0.058888	-5.7459	10	0.000278

Teste t de student pareado para o grupo feminino entre imersão

		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation			
Pair 1	tcaq - tcax	-0.005	0.106066	-0.14907	10	0.884784
Pair 2	maxfyaq - maxfyx	0.134	0.179703	2.358025	10	0.042739
Pair 3	taxaaq - taxax	-0.02	2.263262	-0.02794	10	0.978316
Pair 4	minfxaq - minfxx	0	0.02	0	10	1
Pair 5	maxfxaq - maxfxx	-0.065	0.087845	-2.33991	10	0.044027
Pair 6	tc06q - tc06x	0.076	0.137372	1.749504	10	0.114133
Pair 7	maxfy06q - maxfy06x	0.028	0.150614	0.587887	10	0.571062
Pair 8	taxa06q - taxa06x	0.212	1.872828	0.357963	10	0.728623
Pair 9	minfx06q - minfx06x	0.005	0.019579	0.807573	10	0.440158
Pair 10	maxfx06q - maxfx06x	0.053	0.078606	2.132164	10	0.061804
Pair 11	tcmq - tcmx	0.028	0.09331	0.948925	10	0.367441
Pair 12	maxfymq - maxfymx	0.172	0.39785	1.367128	10	0.204756
Pair 13	taxamq - taxamx	0.358	3.33773	0.339181	10	0.742253
Pair 14	minfxmq - minfxmx	0.004	0.014298	0.884652	10	0.399361
Pair 15	maxfxmq - maxfxmx	-0.089	0.1107	-2.5424	10	0.031586

Anova para a velocidade no grupo feminino e imersão na crista ilíaca

ANOVA

vel

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.530	2	.265	41.395	.000
Within Groups	.192	30	.006		
Total	.721	32			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: vel

Tukey HSD

(I) situação	(J) situação	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
mqa	mq06	.21491*	.03410	.000	.1308	.2990
	mqm	-.08637*	.03410	.043	-.1704	-.0023
mq06	mqa	-.21491*	.03410	.000	-.2990	-.1308
	mqm	-.30128*	.03410	.000	-.3853	-.2172
mqm	mqa	.08637*	.03410	.043	.0023	.1704
	mq06	.30128*	.03410	.000	.2172	.3853

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Anova para a velocidade no grupo feminino e imersão no processo xifóide

ANOVA

vel

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.057	2	.029	9.515	.001
Within Groups	.090	30	.003		
Total	.148	32			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: vel

Tukey HSD

(I) situação	(J) situação	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
MXA	MX06	.03557	.02341	.296	-.0221	.0933
	MXM	-.06513*	.02341	.024	-.1228	-.0074
MX06	MXA	-.03557	.02341	.296	-.0933	.0221
	MXM	-.10069*	.02341	.000	-.1584	-.0430
MXM	MXA	.06513*	.02341	.024	.0074	.1228
	MX06	.10069*	.02341	.000	.0430	.1584

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Anova para a velocidade no grupo masculino e imersão na crista íliaca

ANOVA

vel					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.073	2	.537	181.474	.000
Within Groups	.089	30	.003		
Total	1.162	32			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: vel

Tukey HSD

(I) situação	(J) situação	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
hqa	hq06	.31063*	.02319	.000	.2535	.3678
	hqm	-.11668*	.02319	.000	-.1738	-.0595
hq06	hqa	-.31063*	.02319	.000	-.3678	-.2535
	hqm	-.42731*	.02319	.000	-.4845	-.3701
hqm	hqa	.11668*	.02319	.000	.0595	.1738
	hq06	.42731*	.02319	.000	.3701	.4845

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Anova para a velocidade no grupo masculino e imersão no processo xifoide

ANOVA

vel					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.133	2	.067	13.414	.000
Within Groups	.149	30	.005		
Total	.283	32			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: vel

Tukey HSD

(I) situação	(J) situação	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
HXA	HX06	.09766*	.03007	.008	.0235	.1718
	HXM	-.05627	.03007	.165	-.1304	.0179
HX06	HXA	-.09766*	.03007	.008	-.1718	-.0235
	HXM	-.15393*	.03007	.000	-.2281	-.0798
HXM	HXA	.05627	.03007	.165	-.0179	.1304
	HX06	.15393*	.03007	.000	.0798	.2281

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Anova para as variáveis da corrida no grupo masculino e imersão crista ilíaca

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
tempo de contato	6.434	2	30	.005
maximo fy fora	1.116	2	30	.341
taxa fora	.233	2	30	.794
maximo fx fora	1.407	2	30	.260
minimo fx fora	1.730	2	30	.194

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
tempo de contato	Between Groups	.210	2	.105	4.621	.018
	Within Groups	.683	30	.023		
	Total	.893	32			
maximo fy fora	Between Groups	.299	2	.149	2.656	.087
	Within Groups	1.688	30	.056		
	Total	1.987	32			
taxa fora	Between Groups	13.293	2	6.646	3.659	.038
	Within Groups	54.485	30	1.816		
	Total	67.778	32			
maximo fx fora	Between Groups	.367	2	.184	60.743	.000
	Within Groups	.091	30	.003		
	Total	.458	32			
minimo fx fora	Between Groups	.002	2	.001	2.874	.072
	Within Groups	.012	30	.000		
	Total	.015	32			

Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) situação	(J) situação	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
tempo de contato	hqa	hq06	-.09182	.06433	.340	-.2504	.0668
		hqm	.10364	.06433	.257	-.0550	.2622
	hq06	hqa	.09182	.06433	.340	-.0668	.2504
		hqm	.19545*	.06433	.013	.0369	.3540
	hqm	hqa	-.10364	.06433	.257	-.2622	.0550
		hq06	-.19545*	.06433	.013	-.3540	-.0369
maximo fy fora	hqa	hq06	.13727	.10115	.376	-.1121	.3866
		hqm	-.09455	.10115	.623	-.3439	.1548
	hq06	hqa	-.13727	.10115	.376	-.3866	.1121
		hqm	-.23182	.10115	.072	-.4812	.0175
	hqm	hqa	.09455	.10115	.623	-.1548	.3439
		hq06	.23182	.10115	.072	-.0175	.4812
taxa fora	hqa	hq06	-.03909	.57464	.997	-1.4557	1.3776
		hqm	-1.36545	.57464	.061	-2.7821	.0512
	hq06	hqa	.03909	.57464	.997	-1.3776	1.4557
		hqm	-1.32636	.57464	.070	-2.7430	.0903
	hqm	hqa	1.36545	.57464	.061	-.0512	2.7821
		hq06	1.32636	.57464	.070	-.0903	2.7430
maximo fx fora	hqa	hq06	-.14909*	.02344	.000	-.2069	-.0913
		hqm	.10818*	.02344	.000	.0504	.1660
	hq06	hqa	.14909*	.02344	.000	.0913	.2069
		hqm	.25727*	.02344	.000	.1995	.3151
	hqm	hqa	-.10818*	.02344	.000	-.1660	-.0504
		hq06	-.25727*	.02344	.000	-.3151	-.1995
minimo fx fora	hqa	hq06	.01455	.00862	.227	-.0067	.0358
		hqm	-.00545	.00862	.804	-.0267	.0158
	hq06	hqa	-.01455	.00862	.227	-.0358	.0067
		hqm	-.02000	.00862	.068	-.0413	.0013
	hqm	hqa	.00545	.00862	.804	-.0158	.0267
		hq06	.02000	.00862	.068	-.0013	.0413

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Anova para as variáveis da corrida no grupo masculino e imersão no processo xifóide

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
tempo de contato	1.197	2	27	.318
maximo fy fora	.053	2	27	.949
taxa fora	.798	2	27	.461
maximo fx fora	1.050	2	27	.364
minimo fx fora	4.633	2	27	.019

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
tempo de contato	Between Groups	.221	2	.110	3.157	.059
	Within Groups	.945	27	.035		
	Total	1.166	29			
maximo fy fora	Between Groups	.225	2	.112	1.388	.267
	Within Groups	2.187	27	.081		
	Total	2.412	29			
taxa fora	Between Groups	4.859	2	2.429	.596	.558
	Within Groups	110.124	27	4.079		
	Total	114.983	29			
maximo fx fora	Between Groups	.048	2	.024	10.393	.000
	Within Groups	.063	27	.002		
	Total	.111	29			
minimo fx fora	Between Groups	.001	2	.000	.763	.476
	Within Groups	.011	27	.000		
	Total	.011	29			

Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) situação	(J) situação	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
tempo de contato	HXA	HX06	-.09700	.08366	.487	-.3044	.1104
		HXM	.11300	.08366	.380	-.0944	.3204
	HX06	HXA	.09700	.08366	.487	-.1104	.3044
		HXM	.21000*	.08366	.047	.0026	.4174
	HXM	HXA	-.11300	.08366	.380	-.3204	.0944
		HX06	-.21000*	.08366	.047	-.4174	-.0026
maximo fy fora	HXA	HX06	.04200	.12727	.942	-.2736	.3576
		HXM	-.15900	.12727	.435	-.4746	.1566
	HX06	HXA	-.04200	.12727	.942	-.3576	.2736
		HXM	-.20100	.12727	.272	-.5166	.1146
	HXM	HXA	.15900	.12727	.435	-.1566	.4746
		HX06	.20100	.12727	.272	-.1146	.5166
taxa fora	HXA	HX06	.19700	.90318	.974	-2.0424	2.4364
		HXM	-.73800	.90318	.696	-2.9774	1.5014
	HX06	HXA	-.19700	.90318	.974	-2.4364	2.0424
		HXM	-.93500	.90318	.562	-3.1744	1.3044
	HXM	HXA	.73800	.90318	.696	-1.5014	2.9774
		HX06	.93500	.90318	.562	-1.3044	3.1744
maximo fx fora	HXA	HX06	-.04200	.02157	.145	-.0955	.0115
		HXM	.05600*	.02157	.039	.0025	.1095
	HX06	HXA	.04200	.02157	.145	-.0115	.0955
		HXM	.09800*	.02157	.000	.0445	.1515
	HXM	HXA	-.05600*	.02157	.039	-.1095	-.0025
		HX06	-.09800*	.02157	.000	-.1515	-.0445
minimo fx fora	HXA	HX06	.00500	.00892	.842	-.0171	.0271
		HXM	-.00600	.00892	.781	-.0281	.0161
	HX06	HXA	-.00500	.00892	.842	-.0271	.0171
		HXM	-.01100	.00892	.444	-.0331	.0111
	HXM	HXA	.00600	.00892	.781	-.0161	.0281
		HX06	.01100	.00892	.444	-.0111	.0331

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Anova para as variáveis da corrida no grupo feminino e imersão na crista ilíaca

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
tempo de contato	.672	2	30	.518
maximo fy fora	2.393	2	30	.109
taxa fora	2.671	2	30	.086
minimo fx fora	.867	2	30	.430
maximo fx fora	1.874	2	30	.171

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
tempo de contato	Between Groups	.082	2	.041	6.270	.005
	Within Groups	.196	30	.007		
	Total	.278	32			
maximo fy fora	Between Groups	.309	2	.155	4.709	.017
	Within Groups	.985	30	.033		
	Total	1.294	32			
taxa fora	Between Groups	11.465	2	5.732	1.783	.185
	Within Groups	96.437	30	3.215		
	Total	107.902	32			
minimo fx fora	Between Groups	.000	2	.000	.607	.551
	Within Groups	.006	30	.000		
	Total	.007	32			
maximo fx fora	Between Groups	.220	2	.110	22.775	.000
	Within Groups	.145	30	.005		
	Total	.366	32			

Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) situação	(J) situação	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
tempo de contato	mqa	mq06	-.08273	.03447	.058	-.1677	.0023
		mqm	.03636	.03447	.549	-.0486	.1213
	mq06	mqa	.08273	.03447	.058	-.0023	.1677
		mqm	.11909*	.03447	.005	.0341	.2041
	mqm	mqa	-.03636	.03447	.549	-.1213	.0486
		mq06	-.11909*	.03447	.005	-.2041	-.0341
maximo fy fora	mqa	mq06	.13455	.07727	.207	-.0559	.3250
		mqm	-.10182	.07727	.397	-.2923	.0887
	mq06	mqa	-.13455	.07727	.207	-.3250	.0559
		mqm	-.23636*	.07727	.013	-.4268	-.0459
	mqm	mqa	.10182	.07727	.397	-.0887	.2923
		mq06	.23636*	.07727	.013	.0459	.4268
taxa fora	mqa	mq06	.98000	.76450	.416	-.9047	2.8647
		mqm	-.42818	.76450	.842	-2.3129	1.4565
	mq06	mqa	-.98000	.76450	.416	-2.8647	.9047
		mqm	-1.40818	.76450	.173	-3.2929	.4765
	mqm	mqa	.42818	.76450	.842	-1.4565	2.3129
		mq06	1.40818	.76450	.173	-.4765	3.2929
minimo fx fora	mqa	mq06	-.00636	.00625	.571	-.0218	.0090
		mqm	-.00091	.00625	.988	-.0163	.0145
	mq06	mqa	.00636	.00625	.571	-.0090	.0218
		mqm	.00545	.00625	.661	-.0099	.0209
	mqm	mqa	.00091	.00625	.988	-.0145	.0163
		mq06	-.00545	.00625	.661	-.0209	.0099
maximo fx fora	mqa	mq06	-.13818*	.02966	.000	-.2113	-.0651
		mqm	.05636	.02966	.156	-.0168	.1295
	mq06	mqa	.13818*	.02966	.000	.0651	.2113
		mqm	.19455*	.02966	.000	.1214	.2677
	mqm	mqa	-.05636	.02966	.156	-.1295	.0168
		mq06	-.19455*	.02966	.000	-.2677	-.1214

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Anova para as variáveis da corrida no grupo feminino e imersão no processo xifóide

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
tempo de contato	.474	2	27	.627
maximo fy fora	.708	2	27	.502
taxa fora	1.756	2	27	.192
maximo fx fora	.540	2	27	.589
minimo fx fora	1.670	2	27	.207

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
tempo de contato	Between Groups	.032	2	.016	1.583	.224
	Within Groups	.276	27	.010		
	Total	.308	29			
maximo fy fora	Between Groups	.042	2	.021	.378	.689
	Within Groups	1.506	27	.056		
	Total	1.548	29			
taxa fora	Between Groups	6.600	2	3.300	.729	.492
	Within Groups	122.231	27	4.527		
	Total	128.830	29			
maximo fx fora	Between Groups	.022	2	.011	2.073	.145
	Within Groups	.143	27	.005		
	Total	.165	29			
minimo fx fora	Between Groups	.000	2	.000	.225	.800
	Within Groups	.005	27	.000		
	Total	.005	29			

Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) situação	(J) situação	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
tempo de contato	MXA	MX06	.00500	.04518	.993	-.1070	.1170
		MXM	.07200	.04518	.266	-.0400	.1840
	MX06	MXA	-.00500	.04518	.993	-.1170	.1070
		MXM	.06700	.04518	.315	-.0450	.1790
	MXM	MXA	-.07200	.04518	.266	-.1840	.0400
		MX06	-.06700	.04518	.315	-.1790	.0450
maximo fy fora	MXA	MX06	-.00100	.10563	1.000	-.2629	.2609
		MXM	-.08000	.10563	.732	-.3419	.1819
	MX06	MXA	.00100	.10563	1.000	-.2609	.2629
		MXM	-.07900	.10563	.737	-.3409	.1829
	MXM	MXA	.08000	.10563	.732	-.1819	.3419
		MX06	.07900	.10563	.737	-.1829	.3409
taxa fora	MXA	MX06	.95700	.95153	.580	-1.4022	3.3162
		MXM	-.07200	.95153	.997	-2.4312	2.2872
	MX06	MXA	-.95700	.95153	.580	-3.3162	1.4022
		MXM	-1.02900	.95153	.533	-3.3882	1.3302
	MXM	MXA	.07200	.95153	.997	-2.2872	2.4312
		MX06	1.02900	.95153	.533	-1.3302	3.3882
maximo fx fora	MXA	MX06	-.02800	.03254	.669	-.1087	.0527
		MXM	.03800	.03254	.482	-.0427	.1187
	MX06	MXA	.02800	.03254	.669	-.0527	.1087
		MXM	.06600	.03254	.125	-.0147	.1467
	MXM	MXA	-.03800	.03254	.482	-.1187	.0427
		MX06	-.06600	.03254	.125	-.1467	.0147
minimo fx fora	MXA	MX06	-.00200	.00596	.940	-.0168	.0128
		MXM	.00200	.00596	.940	-.0128	.0168
	MX06	MXA	.00200	.00596	.940	-.0128	.0168
		MXM	.00400	.00596	.782	-.0108	.0188
	MXM	MXA	-.00200	.00596	.940	-.0168	.0128
		MX06	-.00400	.00596	.782	-.0188	.0108

Teste t independente entre gênero na velocidade pré estabelecida e na crista íliaca

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
tempo de contato	Equal variances assumed	9.201	.007	1.128	20	.273	.07909	.07010	-.06713	.22531
	Equal variances not assumed			1.128	12.821	.280	.07909	.07010	-.07256	.23074
maximo fy fora	Equal variances assumed	2.545	.126	-.434	20	.669	-.04182	.09641	-.24293	.15930
	Equal variances not assumed			-.434	13.817	.671	-.04182	.09641	-.24886	.16523
impulso fy fora	Equal variances assumed	11.716	.003	1.010	20	.324	.01727	.01709	-.01839	.05293
	Equal variances not assumed			1.010	13.923	.330	.01727	.01709	-.01941	.05396
taxa fora	Equal variances assumed	.017	.898	.826	20	.419	.51818	.62732	-.79039	1.82675
	Equal variances not assumed			.826	19.802	.419	.51818	.62732	-.79123	1.82759
maximo fx fora	Equal variances assumed	1.407	.250	-.559	20	.582	-.00364	.00650	-.01721	.00993
	Equal variances not assumed			-.559	19.612	.582	-.00364	.00650	-.01722	.00995
minimo fx fora	Equal variances assumed	.548	.468	2.046	20	.054	.03273	.01600	-.00064	.06609
	Equal variances not assumed			2.046	19.248	.055	.03273	.01600	-.00072	.06618

Teste t independente entre o grupo masculino (vel auto selecionada) e feminino (vel máxima) na crista íliaca

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
tempo de contato	Equal variances assumed	.851	.367	2.257	20	.035	.10636	.04712	.00807	.20466
	Equal variances not assumed			2.257	18.066	.037	.10636	.04712	.00739	.20533
maximo fy fora	Equal variances assumed	1.573	.224	-1.769	20	.092	-.14091	.07964	-.30703	.02521
	Equal variances not assumed			-1.769	18.258	.094	-.14091	.07964	-.30805	.02624
impulso fy fora	Equal variances assumed	.047	.830	.510	20	.616	.00909	.01782	-.02808	.04626
	Equal variances not assumed			.510	19.874	.616	.00909	.01782	-.02809	.04628
taxa fora	Equal variances assumed	7.825	.011	-1.209	20	.241	-.92909	.76872	-2.53260	.67442
	Equal variances not assumed			-1.209	15.229	.245	-.92909	.76872	-2.56543	.70725
maximo fx fora	Equal variances assumed	1.145	.297	2.107	20	.056	.01636	.00777	.00016	.03257
	Equal variances not assumed			2.107	18.471	.059	.01636	.00777	.00007	.03265
minimo fx fora	Equal variances assumed	1.133	.300	2.612	20	.017	.07818	.02993	.01574	.14062
	Equal variances not assumed			2.612	18.569	.017	.07818	.02993	.01543	.14093

Teste t independente entre gênero na velocidade pré estabelecida e no nível do processo xifóide

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
tempo de contato	Equal variances assumed	2.602	.124	2.217	18	.040	.18100	.08166	.00945	.35255
	Equal variances not assumed			2.217	12.196	.046	.18100	.08166	.00340	.35860
maximo fy fora	Equal variances assumed	.869	.364	-1.460	18	.161	-.17900	.12257	-.43651	.07851
	Equal variances not assumed			-1.460	15.817	.164	-.17900	.12257	-.43908	.08108
impulso fy fora	Equal variances assumed	.055	.817	.325	18	.749	.00500	.01539	-.02734	.03734
	Equal variances not assumed			.325	17.893	.749	.00500	.01539	-.02736	.03736
taxa fora	Equal variances assumed	.792	.385	-1.340	18	.197	-.94300	.70375	-2.42151	.53551
	Equal variances not assumed			-1.340	16.689	.198	-.94300	.70375	-2.42988	.54388
maximo fx fora	Equal variances assumed	.231	.637	.000	18	1.000	.00000	.00667	-.01401	.01401
	Equal variances not assumed			.000	18.000	1.000	.00000	.00667	-.01401	.01401
minimo fx fora	Equal variances assumed	1.065	.316	1.589	18	.129	.03300	.02077	-.01063	.07663
	Equal variances not assumed			1.589	15.690	.132	.03300	.02077	-.01109	.07709

Teste t independente entre o grupo masculino (vel auto selecionada) e feminino (vel máxima) no processo xifóide

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
tempo de contato	Equal variances assumed	1.607	.221	2.298	18	.034	.15100	.06570	.01298	.28902
	Equal variances not assumed			2.298	12.724	.039	.15100	.06570	.00876	.29324
maximo fy fora	Equal variances assumed	.027	.871	-1.763	18	.095	-.21600	.12254	-.47345	.04145
	Equal variances not assumed			-1.763	17.998	.095	-.21600	.12254	-.47346	.04146
impulso fy fora	Equal variances assumed	.103	.751	.632	18	.536	.01100	.01741	-.02558	.04758
	Equal variances not assumed			.632	17.903	.536	.01100	.01741	-.02560	.04760
taxa fora	Equal variances assumed	.744	.400	-1.597	18	.128	-1.77500	1.11151	-4.11020	.56020
	Equal variances not assumed			-1.597	17.297	.128	-1.77500	1.11151	-4.11702	.56702
maximo fx fora	Equal variances assumed	3.802	.067	1.868	18	.078	.00900	.00482	-.00112	.01912
	Equal variances not assumed			1.868	15.649	.081	.00900	.00482	-.00123	.01923
minimo fx fora	Equal variances assumed	.443	.514	1.697	18	.107	.05700	.03359	-.01356	.12756
	Equal variances not assumed			1.697	16.313	.109	.05700	.03359	-.01409	.12809

APENDICE III**Ficha de identificação e dados do participante****NOME:** _____ **PARTICIPANTE Nº:** _____**IDADE:** _____ **ESTATURA:** _____ m **MASSA CORPORAL:** _____ Kg**SEXO:** _____**DOBRAS CUTÂNEAS (mm)**

OBS.:

APENDICE IV

Rotinas de tratamento dos dados

I – Primeira rotina

```
// #####
// Variáveis do sinal
// fy = força vertical
// fx = força antero posterior
// mx = momento em torno do eixo antero posterior
// mz = momento em torno do eixo latero medial
// SIncRONIZADOR : sinal do sincronizador com a Camera

// ##### TRATAMENTO DO ARQUIVO *.DAT #####//
// ##### ABERTURA DO ARQUIVO #####//
clear;
ind=1;
Flag=1; //condição de retornar ao inicio depois do fim do programa
while Flag==1 then
  Flag=0; //condição de terminar

  // NOmeando as colunas
  [Data,text]=fscanfMat(tk_getfile('*.DAT'));
  l=size(Data,1);
  tempo=Data(:,1);
  mx=Data(:,2);
  fy=Data(:,4);
  mz=Data(:,6);
  fx=Data(:,8);
  sincro=Data(:,10);
  clear Data;
  // ##### FIM - DA ABERTURA DO ARQUIVO A TRATAR #####//
  // ##### FY #####//
  zerarfy=mean(fy(300:800));
  fy=fy-zerarfy;
  fy=fy*1.0482;
  //filtro butt
  tipo=iir(4,'lp', 'butt', [0.1 0],[0 0]);
  res=flts(fy,tipo);
  fyf=res';
  //inverter a curva
  j=l+1;
  for i=1:l
    fyinv(i)=fyf(j-i);
```

```

end
//filtro butt
res2=flts(fyinv',tipo);
fyff=res2';
//inverter a curva
j=l+1;
for i=1:l
  fyp(i)=fyff(j-i);
end
// ##### FIM FY #####
// ##### FX #####
zerarfx=mean(fx(300:800));
fx=fx-zerarfx;
fx=fx*1.6591;
//filtro butt
res=flts(fx',tipo);
fxf=res';
//inverter a curva
j=l+1;
for i=1:l
  fxinv(i)=fxf(j-i);
end
//filtro butt
res2=flts(fxinv',tipo);
fxff=res2';
//inverter a curva
j=l+1;
for i=1:l
  fxp(i)=fxff(j-i);
end
// ##### FIM FX #####

// ##### MX #####
zerarmx=mean(mx(300:800));
mx=mx-zerarmx;
mx=mx*0.1882;
//filtro butt
res=flts(mx',tipo);
mxf=res';
//inverter a curva
j=l+1;
for i=1:l
  mxinv(i)=mxf(j-i);
end
//filtro butt
res2=flts(mxinv',tipo);
mxff=res2';
//inverter a curva
j=l+1;
for i=1:l
  mxp(i)=mxff(j-i);
end
// ##### FIM MX #####
// ##### MZ #####
zerarmz=mean(mz(300:800));
mz=mz-zerarmz;
mz=mz*0.1882;
//filtro butt
res=flts(mz',tipo);
mzf=res';

```

```

//inverter a curva
j=l+1;
for i=1:l
    mzinu(i)=mzf(j-i);
end
//filtro butt
res2=flts(mzinu',tipo);
mzff=res2';
//inverter a curva
j=l+1;
for i=1:l
    mzp(i)=mzff(j-i);
end
// ##### FIM MZ #####//
// ##### SINCRONIZADOR #####//
//zerarsincro=mean(sincro(300:800));
//sincro=sincro-zerarsincro;
////filtro butt
//res=flts(sincro',tipo);
//sincrof=res';
////inverter a curva
// j=l+1;
//for i=1:l
// sincroinv(i)=sincrof(j-i);
//end
////filtro butt
//res2=flts(sincroinv',tipo);
//sincroff=res2';
////inverter a curva
// j=l+1;
//for i=1:l
// sincrop(i)=sincroff(j-i);
//end
//
//limite=500
//
////encontrar o valor do inicio
//for i=1:length(sincro);
// if sincro(i)>limite then
// ini=i;
// break
//end
//end
//ini=ini-4;
//##### FIM SINCRONIZADOR #####//

// ##### DETECÇÃO DO INICIO E FIM #####//
limite=mean(fyp(200:800));

//encontrar o valor do inicio
for i=1:length(fyp);
    if fyp(i)>limite then
        inicio=i;
        break
    end
end
inicio=inicio-7;

```

```

//criar recorte em fy pra achar final a partir do inicio
fyprec=fyp(inicio+20:length(fyp));

//achar final
for i=1:length(fyprec);
    if fyprec(i)<=limite then
        final=i;
        break
    end
end

final=final+inicio+19;

//mostrar os dados encontrados
xset('window',5)
plot(tempo,fyp,'ro')
plot(tempo(inicio),fyp(inicio),'bo')
plot(tempo(final),fyp(final),'bo')
xtitle("Tempo (s) Fy (verm)', 'Newton (N)')
xgrid ()
// ##### FIM DETECÇÃO #####
//// ##### CORTAR AS CURVAS #####
tempor=tempo(inicio:final);
fyr=fyp(inicio:final);
fxr=fxp(inicio:final);
mxr=mxp(inicio:final);
mzr=mzp(inicio:final);
// ##### FIM DO RECORTE #####
//// ##### INTERPOLAÇÃO #####

zz=length(fyr);
t=1:zz;
c=length(fyr);

fchoix=t(c)/500;
ttest=0:fchoix:t(c);
u=length(ttest);
for k=1:u
    tn2(k)=ttest(k)/ttest(u)*100;
end

tempoi=interpIn([t;tempor'],0:fchoix:t(c));
tempoi=tempoi';

rfyni=interpIn([t;fyr'],0:fchoix:t(c));
rfyni=rfyni';

rfxni=interpIn([t;fxr'],0:fchoix:t(c));
rfxni=rfxni';

rmxni=interpIn([t;mxr'],0:fchoix:t(c));
rmxni=rmxni';

rmzni=interpIn([t;mzr'],0:fchoix:t(c));
rmzni=rmzni';

////mostrar os dados encontrados
//xset('window',555)

```

```

//plot(tempoi,rfyni,'ro')
//plot(tempoi,rfxni,'black')
//plot(tempoi,rmxni)
//plot(tempoi,rmzni,'green')
//xtitle('Tempo (s) fy (verm) fx (preto) mx (azul) mz (verde)','Newton (N)')
//xgrid ()

// ##### FIM DA INTERPOLAÇÃO #####

//// ##### EXPORTAÇÃO DOS ARQUIVOS #####//
rec2(:,1)=tempoi;
rec2(:,2)=rfyni;
rec2(:,3)=rfxni;
rec2(:,4)=rmxni;
rec2(:,5)=rmzni;
recortepousse2=[rec2];

///salvar as forças já recortadas para pegar os valores e fazer a normalização
rep=tk_getdir();
Fichier=string(rep)+"/"+"recnorm"+string(ind)+".NOR";
fprintfMat(Fichier,recortepousse2,'%7.3f\t')

// ##### FIM DA EXPORTAÇÃO #####//

//ESCOLHA : TRATAR OUTRO ARQUIVO OU SAIR DO PROGRAMA
//#####

//Rq : O BOTÃO N 2 (e NAO O n°1) É APRESENTADO COMO ESCLHA principal (NEGRITO)
Choix=x_message("Você deseja tratar outro arquivo.txt?",[ "NÃO", "SIM"]);
if Choix==2 then
    Flag=1; //VAI PARA O INICIO
    xbas(4:5)
    ind=ind+1;
    else //Flag reste = 0 donc on sortira de la boucle générale
end
end //FIM

```

II – Segunda rotina

```

// ##### TRATAMENTO DO ARQUIVO *.NOR #####//

// ##### ABERTURA DO ARQUIVO #####//
clear;
ind=1;
//caixa de diálogo pra colocar o peso do sujeito
pesosujeito=x_dialog(['peso';'entre com o peso do sujeito fora da água em N'],'850')
pesofoa=eval(pesosujeito);

pesosujeitodent=x_dialog(['peso';'entre com o peso do sujeito dentro da água em N'],'150')
pesodentro=eval(pesosujeitodent);

Flag=1; //condição de retornar ao inicio depois do fim do programa
while Flag==1 then
    Flag=0; //condição de terminar

    // NOmeando as colunas
[Data,text]=fscanfMat(tk_getfile(*.NOR));

```

```

l=size(Data,1);
tempo=Data(:,1);
fy=Data(:,2);
fx=Data(:,3);
mx=Data(:,4);
mz=Data(:,5);
//sincro=Data(:,10);
clear Data;

ttest=0:500;
u=length(ttest);
for k=1:u
    tempon(k)=ttest(k)/ttest(u)*100;
end

//mostrar os dados encontrados
xset('window',555)
plot(tempon,fy,'ro')
plot(tempon,fx,'black')
plot(tempon,mx)
plot(tempon,mz,'green')
xtitle('Tempo (s) fy (verm) fx (preto) mx (azul) mz (verde)','Newton (N)')
xgrid ()

// ##### FIM - DA ABERTURA DO ARQUIVO A TRATAR #####
// #####NORMALIZAÇÃO PELO PESO CORPORAL FORA #####
fyf=fy/pesofora;
fxf=fx/pesofora;

// ##### FIM DA NORMALIZAÇÃO PELO PESO FORA #####

// ##### NORMALIZAÇÃO PELO PESO CORPORAL DENTRO #####
fyd=fy/pesodentro;
fxd=fx/pesodentro;

// ##### FIM DA NORMALIZAÇÃO PELO PESO CORPORAL DENTRO #####
// ##### CAPTAR AS VARIÁVEIS #####
//em newtons
tc=tempo(l)-tempo(1);
[maxfy, imaxfy]=max(fy);
impfy=intrtrap(tempo(1:l),fy(1:l));
taxa=maxfy/(tempo(imaxfy)-tempo(1));
[maxfx, imaxfx]=max(fx);
[minfx, iminfx]=min(fx);
//normalizadas pelo peso corporal fora da água
[maxfyf, imaxfyf]=max(fyf);
impfyf=intrtrap(tempo(1:l),fyf(1:l));
taxaf=maxfyf/(tempo(imaxfyf)-tempo(1));
[maxxf, imaxxf]=max(fxf);
[minxf, iminxf]=min(fxf);
//normalizadas pelo peso corporal dentro da água
[maxfyd, imaxfyd]=max(fyd);
impfyd=intrtrap(tempo(1:l),fyd(1:l));
taxad=maxfyd/(tempo(imaxfyd)-tempo(1));
[maxfxd, imaxfxd]=max(fxd);
[minfxd, iminfxd]=min(fxd);
// ##### FIM DA CAPTAÇÃO DAS VARIÁVEIS #####

```

```

// ##### DESENHAR AS CURVAS #####
//mostrar os dados encontrados
xset('window',555)
plot(tempon,fy,'ro')
plot(tempon,fx,'black')
plot(tempon,mx)
plot(tempon,mz,'green')
xtitle('Newton','Tempo (s) fy (verm) fx (preto) mx (azul) mz (verde)','Newton (N)')
xgrid ()

//mostrar os dados encontrados
xset('window',556)
plot(tempon,fyf,'ro')
plot(tempon,fxf,'black')
xtitle('Normalizado pelo peso fora','Tempo (s) fy (verm) fx (preto)','Newton (N)')
xgrid ()

//mostrar os dados encontrados
xset('window',557)
plot(tempon,fyd,'ro')
plot(tempon,fxd,'black')
xtitle('Normalizado pelo peso dentro','Tempo (s) fy (verm) fx (preto)','Newton (N)')
xgrid ()

// ##### FIM DO DESENHO DAS CURVAS #####

//// ##### EXPORTAÇÃO DOS ARQUIVOS #####
//exportar os valores tratados
v(ind,1)=tc;
v(ind,2)=maxfy;
v(ind,3)=impfy;
v(ind,4)=taxa;
v(ind,5)=maxfx;
v(ind,6)=minfx;
v(ind,7)=maxfyf;
v(ind,8)=impfyf;
v(ind,9)=taxaf;
v(ind,10)=maxfxf;
v(ind,11)=minfxf;
v(ind,12)=maxfyd;
v(ind,13)=impfyd;
v(ind,14)=taxad;
v(ind,15)=maxfxd;
v(ind,16)=minfxd;
valor=v;

mfy(:,ind)=fy;
mfx(:,ind)=fx;
mmx(:,ind)=mx;
mmz(:,ind)=mz;

cfy(:,ind)=fyf;
cfx(:,ind)=fxf;

ccfy(:,ind)=fyd;
ccfx(:,ind)=fxd;

```

```

// ##### FIM DA EXPORTAÇÃO #####
//ESCOLHA : TRATAR OUTRO ARQUIVO OU SAIR DO PROGRAMA
//#####

//Rq : O BOTÃO N 2 (e NAO O n°1) É APRESENTADO COMO ESCLHA principal (NEGRITO)
Choix=x_message("Você deseja tratar outro arquivo.txt?","NÃO","SIM");
if Choix==2 then
    Flag=1; //VAI PARA O INICIO
//    xbas(4:5)
    ind=ind+1;
    else //Flag reste = 0 donc on sortira de la boucle générale
    end
end //FIM

rep=tk_getdir();
Nom='variáveis corrida';
Fichier=string(rep)+"/"+string(Nom)+".txt";
fprintfMat(Fichier,valor,'%3.3f\t')

//tenho de fazer para cada curva
for i=1:l;
    mmfy(i)=mean(mfy(i,:));
end
for i=1:l;
    mmfx(i)=mean(mfx(i,:));
end

for i=1:l;
    mmmx(i)=mean(mmx(i,:));
end

for i=1:l;
    mmmz(i)=mean(mmz(i,:));
end
//salvar a media para tratar depois se precisar
mediaN(:,1)=mmfy;
mediaN(:,2)=mmfx;
mediaN(:,3)=mmmx;
mediaN(:,4)=mmmz;
mediaNN=[mediaN];

Nom='media em N';
Fichier=string(rep)+"/"+string(Nom)+".txt";
fprintfMat(Fichier,mediaNN,'%7.3f\t')

//tenho de fazer para cada curva e cada normalização
//fy
for i=1:l;
    med(i)=mean(cfy(i,:));
end
for i=1:l;
    sd(i)=stdev(cfy(i,:));
end
for i=1:l;
    medp(i)=med(i)+sd(i);
end
for i=1:l;
    medn(i)=med(i)-sd(i);
end
//fx

```

```

for i=1:l;
  xmed(i)=mean(cfx(i,:));
end
for i=1:l;
  xsd(i)=stdev(cfx(i,:));
end
for i=1:l;
  xmedp(i)=xmed(i)+xsd(i);
end
for i=1:l;
  xmedn(i)=xmed(i)-xsd(i);
end

xset('window',99)
plot(tempon,med)
plot(tempon,medp,'black')
plot(tempon,medn,'black')
plot(tempon,xmed)
plot(tempon,xmedp,'black')
plot(tempon,xmedn,'black')
xtitle('media com normalização pelo peso fora','Time (%)','FRS (PC)')
xgrid (1)

//salvar a media para tratar depois se precisar
mediaf(:,1)=med;
mediaf(:,2)=xmed;
mediaff=[mediaf];
//salvar=x_dialog(['salvar';'entre com o nome do arquivo para media na fz'],'exemplo')
//fprintfMat(salvarn,media,'%7.3f\t')

Nom='media normalizada fora';
Fichier=string(rep)+"_"+string(Nom)+".txt";
fprintfMat(Fichier,mediaff,'%7.3f\t')
//tenho de fazer para cada curva e cada normalização
//fy
for i=1:l;
  medd(i)=mean(ccfy(i,:));
end

for i=1:l;
  sdd(i)=stdev(ccfy(i,:));
end

for i=1:l;
  meddp(i)=medd(i)+sdd(i);
end

for i=1:l;
  meddn(i)=medd(i)-sdd(i);
end

//fx
for i=1:l;
  xmedd(i)=mean(ccfx(i,:));
end

for i=1:l;
  xsdd(i)=stdev(ccfx(i,:));
end

```

```

for i=1:l;
    xmeddp(i)=xmedd(i)+xsdd(i);
end

for i=1:l;
    xmeddn(i)=xmedd(i)-xsdd(i);
end
xset('window',2)
plot(tempon,medd)
plot(tempon,meddp,'black')
plot(tempon,meddn,'black')
plot(tempon,xmedd)
plot(tempon,xmeddp,'black')
plot(tempon,xmeddn,'black')
xtitle('media com normalização pelo peso dentro','Time (%)','FRS (PC)')
xgrid (1)

//salvar a media para tratar depois se precisar
mediad(:,1)=medd;
mediad(:,2)=xmedd;
mediadd=[mediad];
//salvar=x_dialog(['salvar:','entre com o nome do arquivo para media na fz'],'exemplo')
//fprintfMat(salvar,media,'%7.3f\t')

Nom='media normalizada dentro';
Fichier=string(rep)+"_"+string(Nom)+".txt";
fprintfMat(Fichier,mediadd,'%7.3f\t')

```

III – Terceira rotina

```

// ##### TRATAMENTO DO ARQUIVO *.txt #####
// ##### ABERTURA DO ARQUIVO #####

clear;
ind=1;

Flag=1; //condição de retornar ao inicio depois do fim do programa
while Flag==1 then
    Flag=0; //condição de terminar

    // NOmeando as colunas
    [Data,text]=fscanfMat(tk_getfile('*.*txt'));
    l=size(Data,1);
    fy=Data(:,1);
    fx=Data(:,2);
    //sincro=Data(:,10);
    clear Data;

    ttest=0:500;
    u=length(ttest);
    for k=1:u
        tempon(k)=ttest(k)/ttest(u)*100;
    end

xset('window',98)

```

```

plot(tempon,fy,'black')
plot(tempon,fx,'black')
xtitle('medias entre os sujeitos','Time (%)','FRS (PC)')
xgrid (1)

cfy(:,ind)=fy;
cfx(:,ind)=fx;

//ESCOLHA : TRATAR OUTRO ARQUIVO OU SAIR DO PROGRAMA
#####

//Rq : O BOTÃO N 2 (e NAO O n°1) É APRESENTADO COMO ESCLHA principal (NEGRITO)
Choix=x_message("Você deseja tratar outro arquivo.txt ?","NÃO","SIM");
if Choix==2 then
    Flag=1; //VAI PARA O INICIO
//    xbas(4:5)
    ind=ind+1;
    else //Flag reste = 0 donc on sortira de la boucle générale
    end
end //FIM

//tenho de fazer para cada curva e cada normalização
//fy
for i=1:l;
    med(i)=mean(cfy(i,:));
end

for i=1:l;
    sd(i)=stdev(cfy(i,:));
end

for i=1:l;
    medp(i)=med(i)+sd(i);
end

for i=1:l;
    medn(i)=med(i)-sd(i);
end
//fx
for i=1:l;
    xmed(i)=mean(cfx(i,:));
end

for i=1:l;
    xsd(i)=stdev(cfx(i,:));
end

for i=1:l;
    xmedp(i)=xmed(i)+xsd(i);
end

for i=1:l;
    xmedn(i)=xmed(i)-xsd(i);
end

xset('window',99)
plot(tempon,med)
plot(tempon,medp,'black')

```

```
plot(tempon,medn,'black')
plot(tempon,xmed)
plot(tempon,xmedp,'black')
plot(tempon,xmedn,'black')
xlabel('media com normalização pelo peso fora','Time (%)','FRS (PC)')
xgrid (1)

//salvar a media para tratar depois se precisar
mediaf(:,1)=med;
mediaf(:,2)=xmed;
mediaff=[mediaf];
//salvar=x_dialog(['salvar';'entre com o nome do arquivo para media na fz'],'exemplo')
//fprintfMat(salvar,media,'%7.3f\t')

rep=tk_getdir();
Nom=x_dialog(['salvar';'entre com o nome do arquivo para a media geral'],'media geral');
Fichier=string(rep)+'/'+string(Nom)+".txt";
fprintfMat(Fichier,mediaff,'%7.3f\t')
```

APENDICE V

Regressão múltipla

$F_{y_{\text{máx}}}$ na imersão da crista ilíaca

Modelo da Regressão

$$[\text{max fy Fora}] = -14,275 + 0,6822 \times [\text{vel}] + 2049,9 / [\text{PESO}] + 3,5291 \times \text{Ln}([\text{E CRISTA}]) - 9,3262 \times [\text{DENSIDADE}] + 8,1640 / [\% \text{GORDURA}]$$

Modelo para a Variável Dependente

$$[\text{max fy Fora}] = -14,275 + 0,6822 \times [\text{vel}] + 2049,9 / [\text{PESO}] + 3,5291 \times \text{Ln}([\text{E CRISTA}]) - 9,3262 \times [\text{DENSIDADE}] + 8,1640 / [\% \text{GORDURA}]$$

Regressores do Modelo

Intervalo de confiança de 80,00%.

Variáveis	Coefficiente	D. Padrão	Mínimo	Máximo
vel	b1 = 0,6822	0,0518	0,6155	0,7488
PESO	b2 = 2049,9273	127,9710	1885,5651	2214,2896
E CRISTA	b3 = 3,5290	0,2076	3,2623	3,7957
DENSIDAD E	b4 = -9,3262	2,0466	-11,9549	-6,6975
%GORDUR A	b5 = 8,1640	0,6410	7,3406	8,9873

Correlação do Modelo

Coefficiente de correlação (r)	: 0,8161
Valor t calculado	: 24,50
Valor t tabelado (t crítico)	: 2,592 (para o nível de significância de 1,00 %)
Coefficiente de determinação (r ²) ...	: 0,6660
Coefficiente r ² ajustado	: 0,6605

F_ymáx na imersão do processo xifóide

Modelo da Regressão

$$[\text{max fy em Fora}] = -126,87 - 2,0025 \times [\text{VELOCIDADE}] + 8,5095 \times 10^{-3} \times [\text{PESO}] + 1866,3 / [\text{E P XIF}] + 1258,1 \times \text{Ln}([\text{DENSIDADE}]) + 2,7332 \times [\% \text{GORDURA}]$$

Modelo para a Variável Dependente

$$[\text{max fy em Fora}] = 1 / (-126,87 - 2,0025 \times [\text{VELOCIDADE}] + 8,5095 \times 10^{-3} \times [\text{PESO}] + 1866,3 / [\text{E P XIF}] + 1258,1 \times \text{Ln}([\text{DENSIDADE}]) + 2,7332 \times [\% \text{GORDURA}])$$

Regressores do Modelo

Intervalo de confiança de 80,00%.

Variáveis	Coefficiente	D. Padrão	Mínimo	Máximo
VELOCIDADE	b1 = -2,0024	0,1976	-2,2563	-1,7485
PESO	b2 = 8,5094x10 ⁻³	7,9991x10 ⁻⁴	7,4817x10 ⁻³	9,5372x10 ⁻³
E P XIF	b3 = 1866,3213	221,1129	1582,2345	2150,4081
DENSIDADE	b4 = 1258,1039	246,4643	941,4456	1574,7622
%GORDURA	b5 = 2,7332	0,5302	2,0519	3,4145

Correlação do Modelo

Coeficiente de correlação (r) : 0,6762
 Valor t calculado : 14,83
 Valor t tabelado (t crítico) : 2,595 (para o nível de significância de 1,00 %)
 Coeficiente de determinação (r²) ... : 0,4573
 Coeficiente r² ajustado : 0,4469

$F_{x_{\max}}$ na imersão do processo xifóide

Modelo da Regressão

$$[\min fx \text{ Fora}] = 10,694 - 0,6582 \times [\text{VELOCIDADE}] - 440,21 / [\text{PESO}] - 1,1618 \times 10^{-3} \times [\text{E P XIF}] - 98,100 \times \text{Ln}([\text{DENSIDADE}]) - 0,20934 \times [\% \text{GORDURA}]$$

Modelo para a Variável Dependente

$$[\min fx \text{ Fora}] = 10,694 - 0,6582 \times [\text{VELOCIDADE}] - 440,21 / [\text{PESO}] - 1,1618 \times 10^{-3} \times [\text{E P XIF}] - 98,100 \times \text{Ln}([\text{DENSIDADE}]) - 0,20934 \times [\% \text{GORDURA}]$$

Regressores do Modelo

Intervalo de confiança de 80,00%.

Variáveis	Coefficiente	D. Padrão	Mínimo	Máximo
VELOCIDADE	b1 = -0,6581	0,0389	-0,7082	-0,6081
E				
PESO	b2 = -440,2060	88,2194	-553,5360	-326,8759
E P XIF	b3 = $-1,1617 \times 10^{-3}$	$2,9788 \times 10^{-4}$	$-1,5444 \times 10^{-3}$	$-7,7908 \times 10^{-4}$
DENSIDADE	b4 = -98,0996	45,0858	-156,0187	-40,1806
%GORDURA	b5 = -0,2093	0,0967	-0,3335	-0,0851

Correlação do Modelo

Coeficiente de correlação (r) : 0,7357
 Valor t calculado : 18,01
 Valor t tabelado (t crítico) : 2,594 (para o nível de significância de 1,00 %)
 Coeficiente de determinação (r²) ... : 0,5412
 Coeficiente r² ajustado : 0,5329

F_x^{máx} na imersão da crista ílica

Nº Modelo	Normalidade	Auto-Correlação	Valor Avaliado	Mínimo	Máximo
1	Sim	Não há	1,39194	9,07337	1,87654
2	Sim	Não há	71,34911	46,30800	96,39022
3	Sim	Não há	1,67339	1,17190	2,17488
4	Sim	Não há	85,91335	60,00125	111,82545
5	Sim	Não há	-3,22570	-4,83155	-1,61984
6	Sim	Não há	-3,11451	-4,67292	-1,55609
7	Sim	Não há	-1,13240	-1,57954	-6,85257
8	Sim	Não há	1,04520	5,71243	1,51916
9	Sim	Não há	53,43229	28,93787	77,92671
10	Sim	Não há	-1,69935	-2,78905	-6,09659
11	Sim	Não há	-1,64557	-2,69983	-5,91317
12	Sim	Não há	-6,16015	-8,69515	-3,62516
13	Sim	Não há	-4,17399	-5,79766	-2,55032
14	Sim	Não há	-4,03408	-5,60936	-2,45880
15	Sim	Não há	-1,38804	-1,84676	-9,29337
16	Sim	Não há	1,19386	7,06033	1,68169
17	Sim	Não há	61,11533	35,90413	86,32653
18	Sim	Não há	-2,30611	-3,39262	-1,21959
19	Sim	Não há	-2,23253	-3,28369	-1,18137
20	Sim	Não há	-7,53236	-1,01175	-4,94719
21	Sim	Não há	-2,21241	-3,82742	-5,97402
22	Sim	Não há	-2,13294	-3,70066	-5,65215
23	Sim	Não há	-8,34076	-1,27621	-3,91941
24	Sim	Não há	-1,09624	-2,20607	1,35981
25	Sim	Não há	-1,06199	-2,13576	1,17797
26	Sim	Não há	-4,58366	-7,10554	-2,06177
27	Sim	Positiva	-3,45347	-4,72625	-2,18070
28	Sim	Positiva	-3,03803	-4,27398	-1,80208
29	Sim	Não há	-2,71056	-4,35827	-1,06284
30	Sim	Não há	-2,61495	-4,21436	-1,01554
31	Sim	Não há	-9,59417	-1,41357	-5,05258
32	Sim	Não há	-1,41766	-2,54277	-2,92553
33	Sim	Não há	-1,37198	-2,46060	-2,83363
34	Sim	Não há	-5,23348	-7,81699	-2,64997
35	Sim	Não há	8,92641	4,12846	1,37243
36	Sim	Não há	45,54810	20,74918	70,34703
37	Sim	Positiva	-2,66198	-3,85452	-1,46944
38	Sim	Positiva	-3,01323	-4,26321	-1,76326
39	Sim	Positiva	-2,84517	-4,06254	-1,62780
40	Sim	Não há	-1,83672	-3,49731	-1,76139
41	Sim	Não há	-1,76824	-3,38055	-1,55928
42	Sim	Não há	-6,97806	-1,14904	-2,46568
43	Sim	Não há	-9,02366	-2,04815	2,43422
44	Sim	Não há	-8,73232	-1,98191	2,35453
45	Sim	Não há	-3,84548	-6,42664	-1,26431
46	Sim	Positiva	-2,59439	-3,81092	-1,37786
47	Sim	Positiva	-3,51777	-4,82176	-2,21379
48	Sim	Positiva	0,34435	-0,08274	0,77143
49	Sim	Positiva	-2,54614	-3,74433	-1,34794
50	Sim	Positiva	7,52950	3,26260	1,17963

MODELOS

- (1) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*[%GORDURA]
 (2) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*[DENSIDADE] + b5*[%GORDURA]
 (3) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*[E CRISTA] + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*[%GORDURA]
 (4) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*[E CRISTA] + b4*[DENSIDADE] + b5*[%GORDURA]
 (5) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*1/[DENSIDADE] + b5*Ln([%GORDURA])
 (6) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*Ln([%GORDURA])
 (7) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*[DENSIDADE] + b5*Ln([%GORDURA])
 (8) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*1/[E CRISTA] + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*[%GORDURA]
 (9) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*1/[E CRISTA] + b4*[DENSIDADE] + b5*[%GORDURA]
 (10) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*1/[DENSIDADE] + b5*1/[%GORDURA]
 (11) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*1/[%GORDURA]
 (12) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*[DENSIDADE] + b5*1/[%GORDURA]
 (13) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*[E CRISTA] + b4*1/[DENSIDADE] + b5*Ln([%GORDURA])
 (14) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*[E CRISTA] + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*Ln([%GORDURA])
 (15) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*[E CRISTA] + b4*[DENSIDADE] + b5*Ln([%GORDURA])
 (16) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*[E CRISTA] + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*[%GORDURA]
 (17) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*[E CRISTA] + b4*[DENSIDADE] + b5*[%GORDURA]
 (18) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*[E CRISTA] + b4*1/[DENSIDADE] + b5*1/[%GORDURA]
 (19) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*1/[%GORDURA]
 (20) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*[E CRISTA] + b4*[DENSIDADE] + b5*1/[%GORDURA]
 (21) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*1/[E CRISTA] + b4*1/[DENSIDADE] + b5*Ln([%GORDURA])
 (22) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*1/[E CRISTA] + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*Ln([%GORDURA])
 (23) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*1/[E CRISTA] + b4*[DENSIDADE] + b5*Ln([%GORDURA])
 (24) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*1/[E CRISTA] + b4*1/[DENSIDADE] + b5*1/[%GORDURA]
 (25) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*1/[E CRISTA] + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*1/[%GORDURA]
 (26) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*1/[E CRISTA] + b4*[DENSIDADE] + b5*1/[%GORDURA]
 (27) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*1/[%GORDURA]
 (28) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*1/[E CRISTA] + b4*1/[%GORDURA]
 (29) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*[E CRISTA] + b4*1/[DENSIDADE] + b5*Ln([%GORDURA])
 (30) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*[E CRISTA] + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*Ln([%GORDURA])
 (31) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*[E CRISTA] + b4*[DENSIDADE] + b5*Ln([%GORDURA])
 (32) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*[E CRISTA] + b4*1/[DENSIDADE] + b5*1/[%GORDURA]
 (33) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*[E CRISTA] + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*1/[%GORDURA]
 (34) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*[E CRISTA] + b4*[DENSIDADE] + b5*1/[%GORDURA]
 (35) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*[%GORDURA]
 (36) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*[DENSIDADE] + b5*[%GORDURA]
 (37) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*1/[E CRISTA] + b4*Ln([%GORDURA])
 (38) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*[E CRISTA] + b4*1/[%GORDURA]
 (39) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*Ln([%GORDURA])
 (40) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*1/[DENSIDADE] + b5*Ln([%GORDURA])
 (41) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*Ln([%GORDURA])
 (42) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*[DENSIDADE] + b5*Ln([%GORDURA])
 (43) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*1/[DENSIDADE] + b5*1/[%GORDURA]
 (44) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*Ln([DENSIDADE]) + b5*1/[%GORDURA]
 (45) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*[DENSIDADE] + b5*1/[%GORDURA]
 (46) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*Ln([E CRISTA]) + b4*1/[%GORDURA]
 (47) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*[E CRISTA] + b4*1/[%GORDURA]
 (48) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*1/[E CRISTA] + b4*[DENSIDADE]
 (49) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*Ln([PESO]) + b3*[E CRISTA] + b4*Ln([%GORDURA])
 (50) : [min fx Fora] = b0 + b1*[vel] + b2*1/[PESO] + b3*1/[E CRISTA] + b4*Ln([DENSIDADE])

Observações :**(a) Regressores testados a um nível de significância de 10,00%****(b) Critério de identificação de outlier :***Intervalo de +/- 2,00 desvios padrões em torno da média.***(c) Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, a um nível de significância de 1%****(d) Teste de auto-correlação de Durbin-Watson, a um nível de significância de 1,0%****(e) Intervalos de confiança de 80,0% para os valores estimados.**

Descrição das Variáveis**Variável Dependente :**

- min fx Fora

Variáveis Independentes :

- max fy Fora (variável não utilizada no modelo)
- tempo (variável não utilizada no modelo)
- vel
- PESO
- E CRISTA
- DENSIDADE
- %GORDURA

Estatísticas Básicas

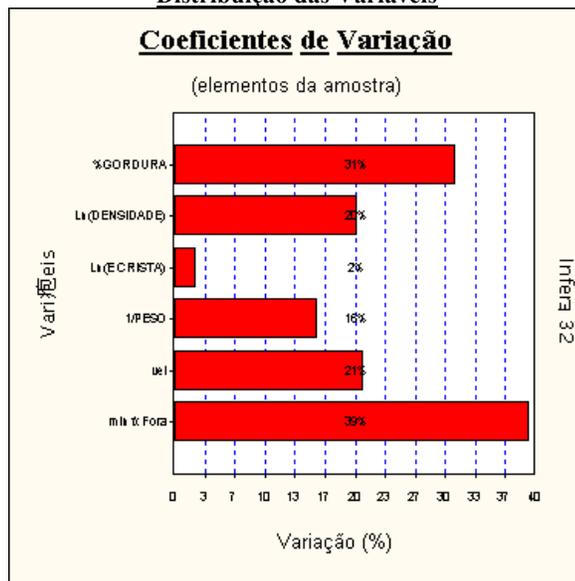
Nº de elementos da amostra : 310
 Nº de variáveis independentes : 5
 Nº de graus de liberdade : 304
 Desvio padrão da regressão : 0,0450

Variável	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação
min fx Fora	-0,28225	0,1108	39,29%
vel	0,80966	0,1698	20,97%
1/PESO	$1,6291 \times 10^{-3}$	$2,5658 \times 10^{-4}$	15,75%
Ln(E CRISTA)	5,8692	0,1434	2,44%
Ln(DENSIDADE)	0,0575	0,0116	20,23%
%GORDURA	17,35165	5,4195	31,23%

Número mínimo de amostragens para 5 variáveis independentes : 36.

Distribuição das Variáveis**Coeficientes de Variação**

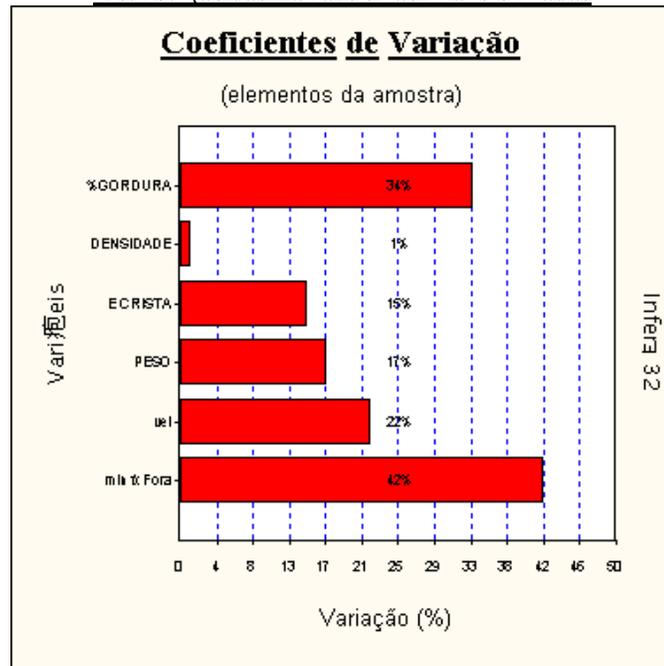
(elementos da amostra)

**Estatísticas das Variáveis Não Transformadas**

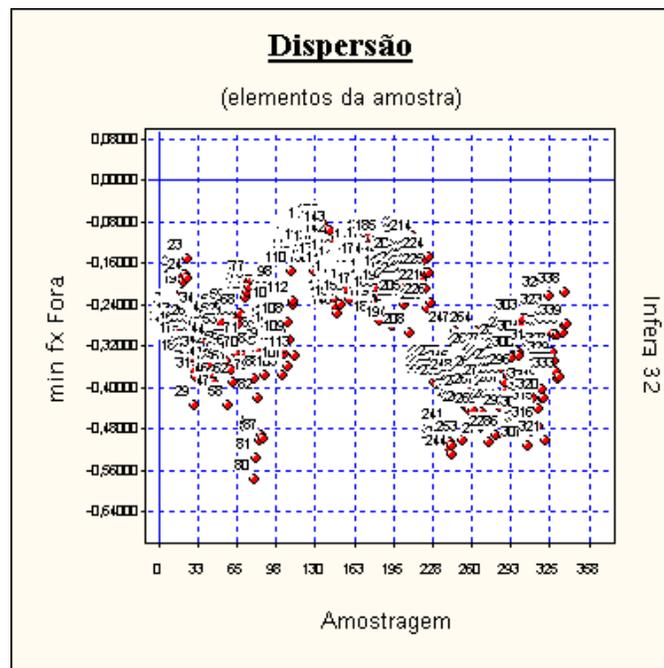
Nome da Variável	Valor médio	Desvio Padrão	Valor Mínimo	Valor Máximo	Amplitude total
min fx Fora	-0,28225	0,1108	-0,57900	-0,08300	0,49600
Vel	0,8096594052	0,1698	0,5464480874	1,1904761905	0,6440281031
PESO	630,3747774194	106,2882	491,4810000001	843,6600000001	352,1790000000
E CRISTA	357,6852369355	52,4650	287,7620000001	465,9352299999	178,1732299998
DENSIDADE	1,0593026887	0,0123	1,0422812419	1,0863798460	0,0440986041
%GORDURA	17,3516474988	5,4195	5,6417369326	24,9198010154	19,2780640828

Nome da Variável	Coeficiente de variação
min fx Fora	39,2857
vel	20,9733
PESO	16,8611
E CRISTA	14,6679
DENSIDADE	1,1684
%GORDURA	31,2333

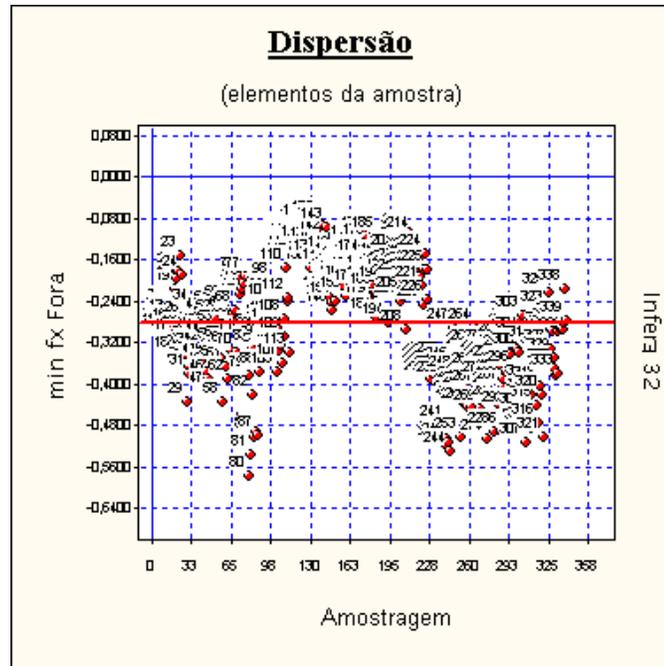
Distribuição das Variáveis não Transformadas



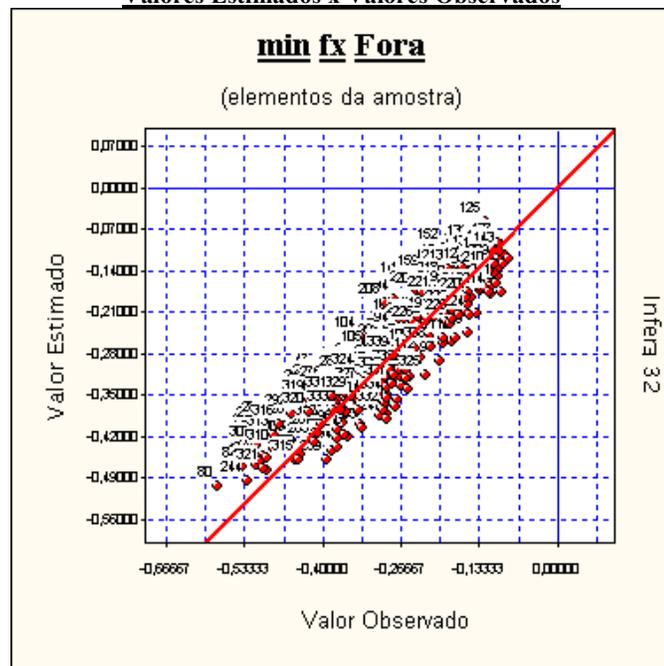
Dispersão dos elementos



Dispersão em Torno da Média



Valores Estimados x Valores Observados



Uma melhor adequação dos pontos à reta significa um melhor ajuste do modelo.

Modelo da Regressão

$$[\text{min fx Fora}] = 16,731 - 0,6029 \times [\text{vel}] - 337,25 / [\text{PESO}] - 0,4786 \times \text{Ln}([\text{E CRISTA}]) - 139,19 \times \text{Ln}([\text{DENSIDADE}]) - 0,2972 \times [\% \text{GORDURA}]$$

Modelo para a Variável Dependente

$$[\text{min fx Fora}] = 16,731 - 0,6029 \times [\text{vel}] - 337,25 / [\text{PESO}] - 0,4786 \times \text{Ln}([\text{E CRISTA}]) - 139,19 \times \text{Ln}([\text{DENSIDADE}]) - 0,2972 \times [\% \text{GORDURA}]$$

Regressores do Modelo

Intervalo de confiança de 80,00%.

Variáveis	Coefficiente	D. Padrão	Mínimo	Máximo
vel	b1 = -0,6029	0,0153	-0,6226	-0,5831
PESO	b2 = -337,2515	38,4764	-386,6684	-287,8345
E CRISTA	b3 = -0,4786	0,0615	-0,5576	-0,3995
DENSIDADE	b4 = -139,1940	37,7316	-187,6543	-90,7337
%GORDURA	b5 = -0,2972	0,0809	-0,4012	-0,1931

Correlação do Modelo

Coeficiente de correlação (r) : 0,9151
 Valor t calculado : 39,56
 Valor t tabelado (t crítico) : 2,592 (para o nível de significância de 1,00 %)
 Coeficiente de determinação (r²) ... : 0,8374
 Coeficiente r² ajustado : 0,8347

Classificação : Correlação Fortíssima**Tabela de Somatórios**

	1	min fx Fora	vel	PESO	E CRISTA	DENSIDADE
min fx Fora	-87,4980	28,4957	-75,9608	-0,1426	-513,6899	-5,0144
vel	250,9944	-75,9608	212,1304	0,4066	1474,1830	14,5013
PESO	0,5050	-0,1426	0,4066	8,4307x10 ⁻⁴	2,9535	0,0285
E CRISTA	1819,4686	-513,6899	1474,1830	2,9535	10685,2794	104,8769
DENSIDADE	17,8383	-5,0144	14,5013	0,0285	104,8769	1,0683
%GORDURA	5379,0107	-1527,7547	4327,8604	9,0059	31487,0656	290,0327

	%GORDURA
min fx Fora	-1527,7547
vel	4327,8604
PESO	9,0059
E CRISTA	31487,0656
DENSIDADE	290,0327
%GORDURA	1,0241x10 ⁵

Análise da Variância

Fonte de erro	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	F calculado
Regressão	3,1814	5	0,6362	313,1
Residual	0,6178	304	2,0324x10 ⁻³	
Total	3,7992	309	0,0122	

F Calculado : 313,1

F Tabelado : 3,078 (para o nível de significância de 1,000 %)

Significância do modelo igual a -1,1x10⁻¹⁷%**Aceita-se a hipótese de existência da regressão.****Nível de significância se enquadra em NBR 14653-2 Regressão Grau III.****Correlações Parciais**

	min fx Fora	vel	PESO	E CRISTA	DENSIDADE	%GORDURA
min fx Fora	1,0000	-0,8795	-0,0162	-0,0289	0,0513	-0,0513
vel	-0,8795	1,0000	-0,1675	0,1373	0,0956	-0,0960
PESO	-0,0162	-0,1675	1,0000	-0,9282	-0,5646	0,5655
E CRISTA	-0,0289	0,1373	-0,9282	1,0000	0,3470	-0,3485
DENSIDADE	0,0513	0,0956	-0,5646	0,3470	1,0000	-1,0000
%GORDURA	-0,0513	-0,0960	0,5655	-0,3485	-1,0000	1,0000

Teste t das Correlações Parciais

Valores calculados para as estatísticas t :

	min fx Fora	vel	PESO	E CRISTA	DENSIDADE
min fx Fora	□	-32,22	-0,282	-0,504	0,896
vel	-32,22	□	-2,963	2,416	1,674
PESO	-0,282	-2,963	□	-43,51	-11,93
E CRISTA	-0,504	2,416	-43,51	□	6,451
DENSIDADE	0,896	1,674	-11,93	6,451	□
%GORDURA	-0,895	-1,682	11,96	-6,483	-2806

	%GORDURA
min fx Fora	-0,895
vel	-1,682
PESO	11,96
E CRISTA	-6,483
DENSIDADE	-2806
%GORDURA	□

Valor t tabelado (t crítico) : 2,592 (para o nível de significância de 1,00 %)

As variáveis independentes PESO e %GORDURA são fortemente correlacionadas. O modelo pode apresentar multicolinearidade.

As variáveis independentes E CRISTA e DENSIDADE são fortemente correlacionadas. O modelo pode apresentar multicolinearidade.

Significância dos Regressores (bicaudal)

(Teste bicaudal - significância 10,00%)

Coefficiente t de Student : t(crítico) = 1,6499

Variável	Coefficiente	t Calculado	Significância	Aceito
vel	b1	-39,92	0%	Sim
PESO	b2	-33,74	0%	Sim
E CRISTA	b3	-26,77	-1,1x10 ⁻¹⁷ %	Sim
DENSIDADE	b4	-631,8	-1,1x10 ⁻¹⁷ %	Sim
%GORDURA	b5	-628,0	1,6x10 ⁻¹⁷ %	Sim

Os coeficientes são importantes na formação do modelo.

Aceita-se a hipótese de β diferente de zero.

Nível de significância se enquadra em NBR 14653-2 Regressão Grau III.

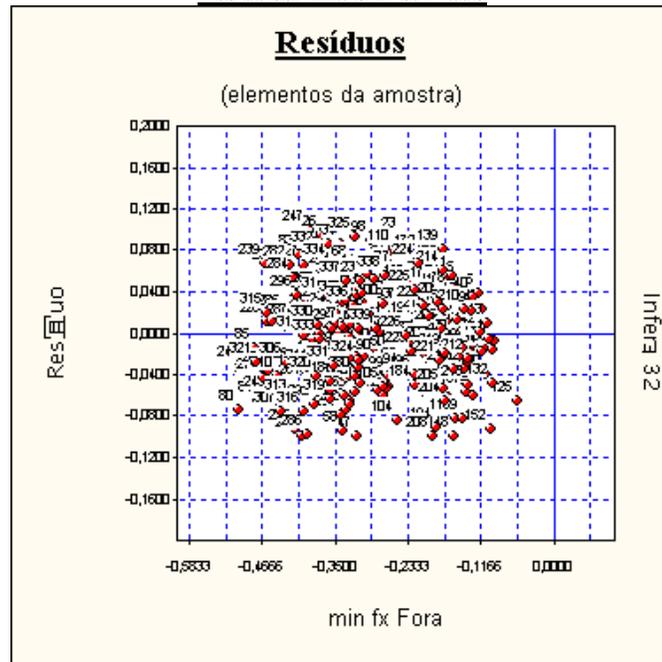
Significância dos Regressores (unicaudal)

(Teste unicaudal - significância 10,00%)

Coefficiente t de Student : t(crítico) = 1,2843

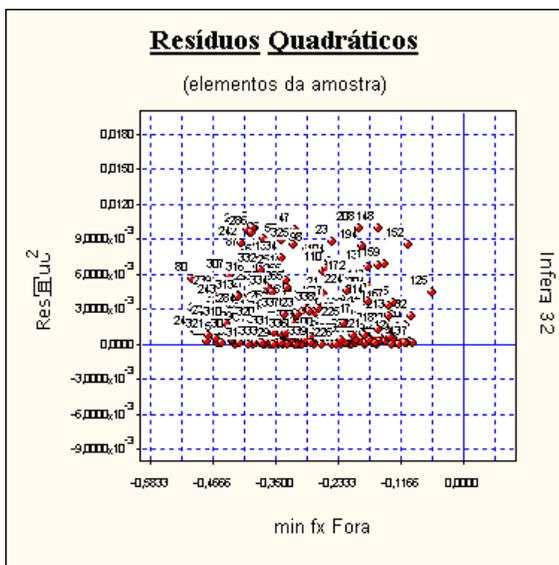
Variável	Coefficiente	t Calculado	Significância
vel	b1	-39,20	1,1x10 ⁻¹⁷ %
PESO	b2	-8,765	6,7x10 ⁻¹⁵ %
E CRISTA	b3	-7,780	5,7x10 ⁻¹² %
DENSIDADE	b4	-3,689	1,3x10 ⁻² %
%GORDURA	b5	-3,670	1,4x10 ⁻² %

Resíduos x Valor Estimado



Este gráfico deve ser usado para verificação de homocedasticidade do modelo.

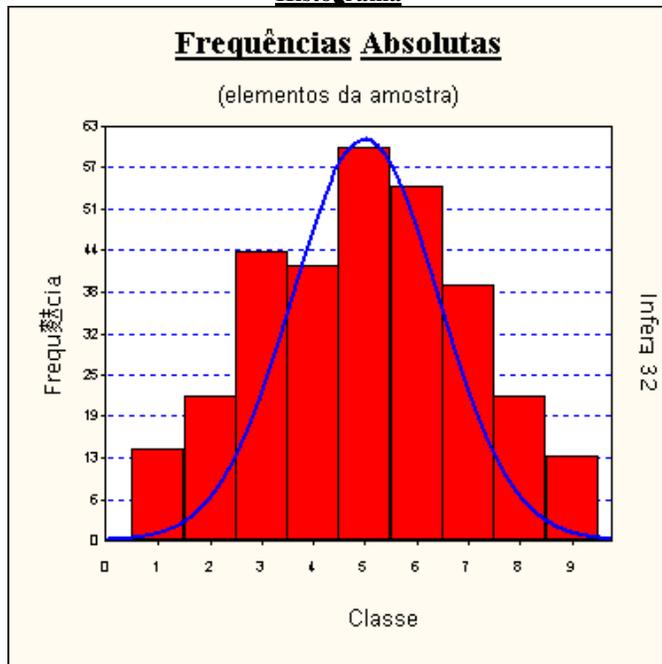
Gráfico de Resíduos Quadráticos



Estatística dos Resíduos

Número de elementos	: 310
Graus de liberdade	: 309
Valor médio	: $-1,1591 \times 10^{-17}$
Variância	: $1,9931 \times 10^{-3}$
Desvio padrão	: 0,0446
Desvio médio	: 0,0364
Variância (não tendenciosa)	: $2,0324 \times 10^{-3}$
Desvio padrão (não tend.)	: 0,0450
Valor mínimo	: -0,0993
Valor máximo	: 0,0992
Amplitude	: 0,1986
Número de classes	: 9
Intervalo de classes	: 0,0220

Histograma



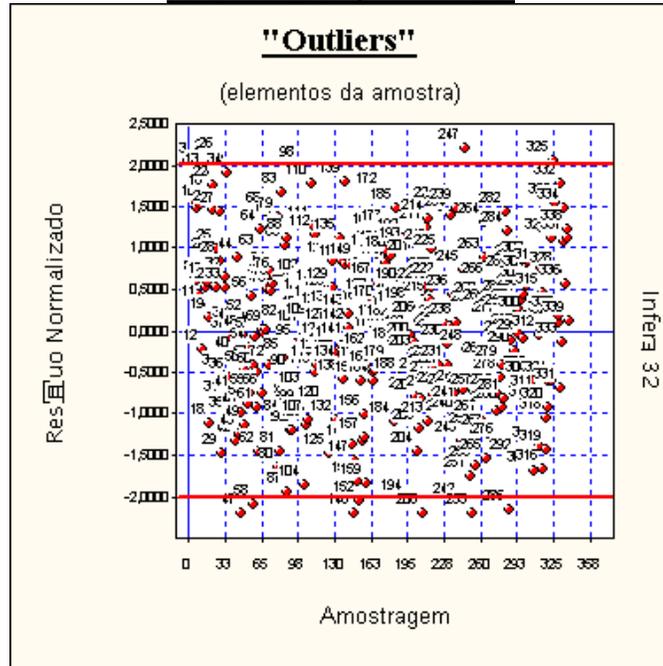
Presença de Outliers

Critério de identificação de outlier :

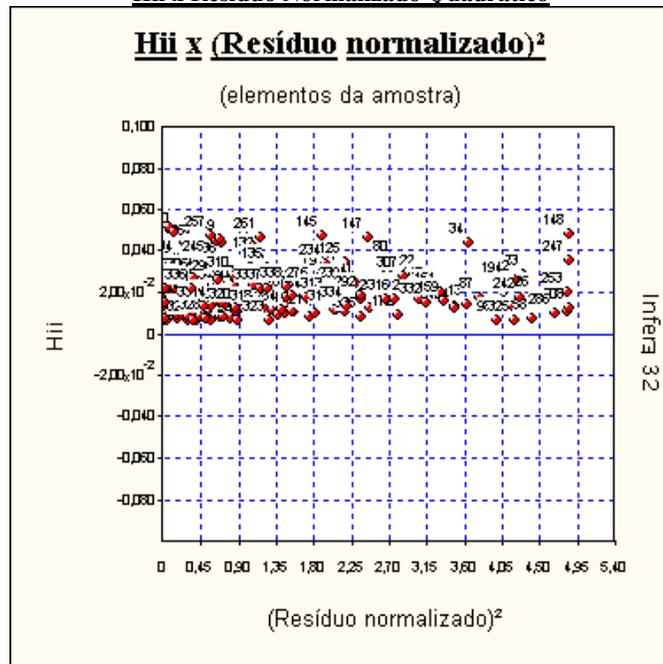
Intervalo de +/- 2,00 desvios padrões em torno da média.

Foram encontradas 14 amostragens fora do intervalo.

Gráfico de Indicação de Outliers



Hii x Resíduo Normalizado Quadrático



Pontos no canto inferior direito podem ser "outliers".

Pontos no canto superior esquerdo podem possuir alta influência no resultado da regressão.

Distribuição dos Resíduos Normalizados

Intervalo	Distribuição de Gauss	% de Resíduos no Intervalo
-1; +1	68,3 %	66,77 %
-1,64; +1,64	89,9 %	89,35 %
-1,96; +1,96	95,0 %	95,16 %

Teste de Kolmogorov-Smirnov

Maior diferença obtida : 0,0307

Valor crítico : 0,0926 (para o nível de significância de 1 %)

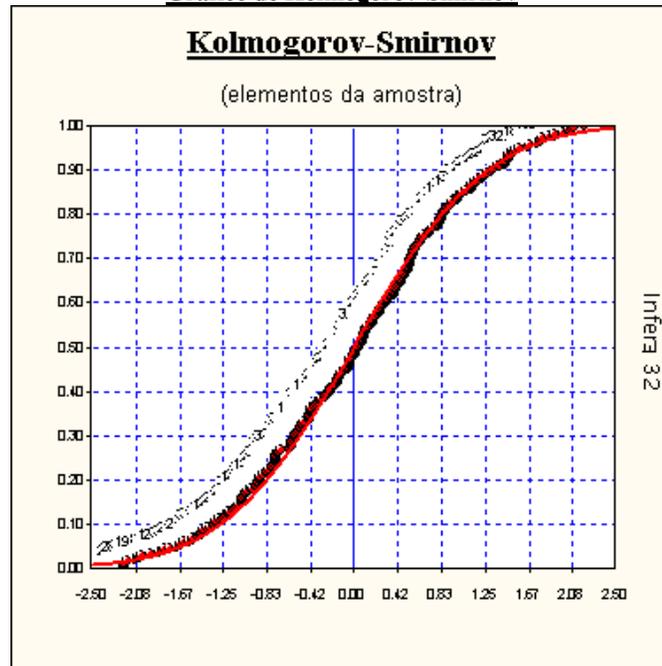
Segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov, a um nível de significância de 1 %, aceita-se a hipótese alternativa de que há normalidade.

Nível de significância se enquadra em NBR 14653-2 Regressão Grau III.

Observação:

O teste de Kolmogorov-Smirnov tem valor aproximado quando é realizado sobre uma população cuja distribuição é desconhecida, como é o caso das avaliações pelo método comparativo.

Gráfico de Kolmogorov-Smirnov

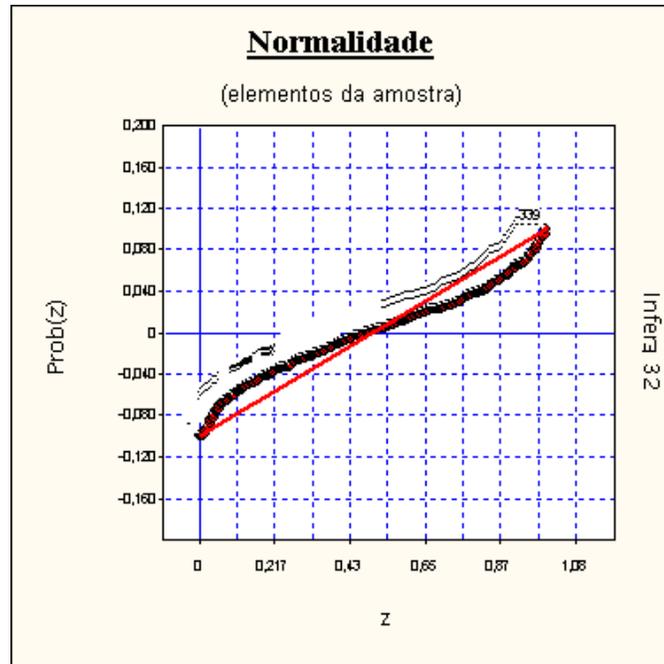


Valor z (calculado) : 0,7951

Valor z (crítico) : 2,3268 (para o nível de significância de 1%)

Pelo teste de sinais, aceita-se a hipótese nula, podendo ser afirmado que a distribuição dos desvios em torno da média segue a curva normal (curva de Gauss).

Reta de Normalidade



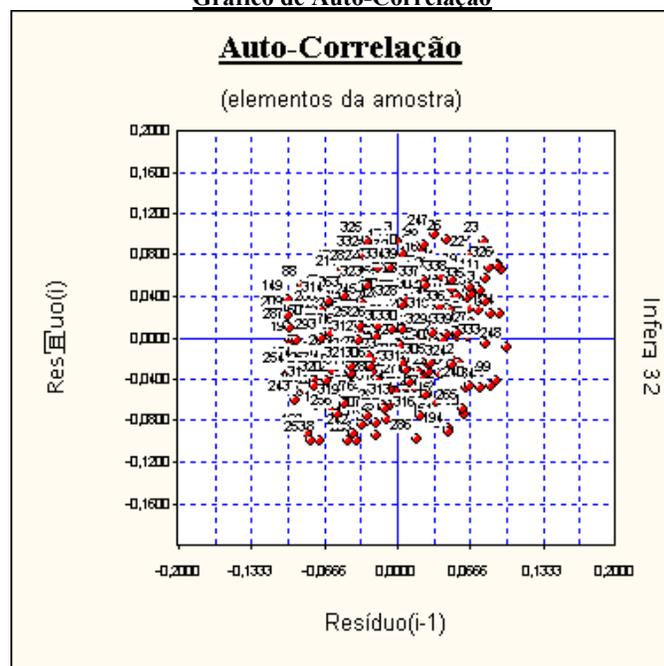
Autocorrelação

Estatística de Durbin-Watson (DW) : 1,4695
 (nível de significância de 1,0%)
 Autocorrelação positiva (DW < DL) : DL = 1,44
 Autocorrelação negativa (DW > 4-DL) : 4-DL = 2,56
 Intervalo para ausência de autocorrelação (DU < DW < 4-DU)
 DU = 1,65 4-DU = 2,35

Teste de Durbin-Watson inconclusivo.

A autocorrelação (ou auto-regressão) só pode ser verificada se as amostragens estiverem ordenadas segundo um critério conhecido. Se os dados estiverem aleatoriamente dispostos, o resultado (positivo ou negativo) não pode ser considerado.

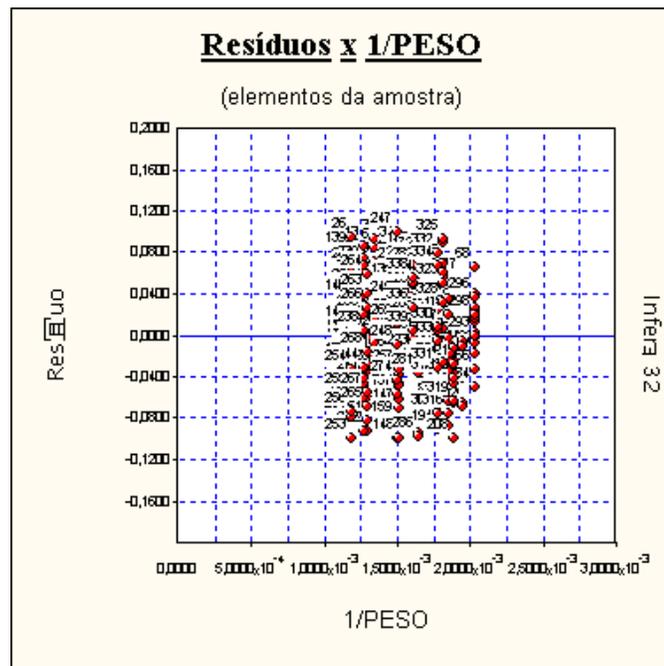
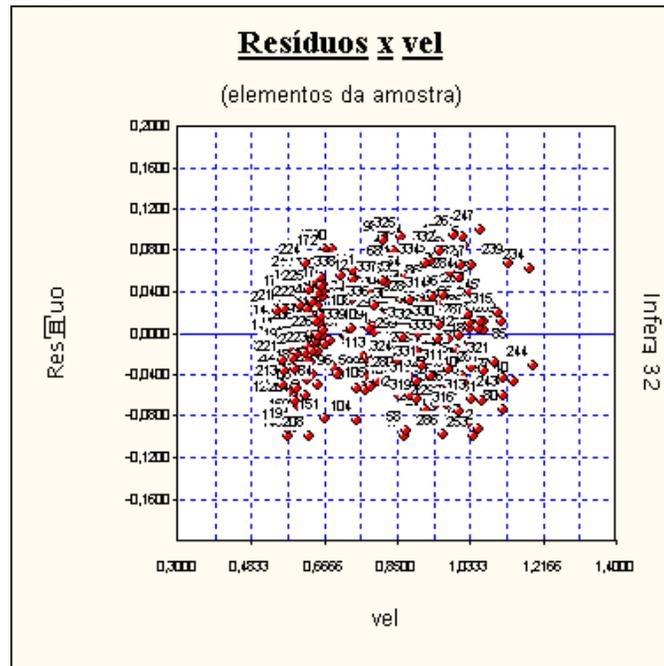
Gráfico de Auto-Correlação

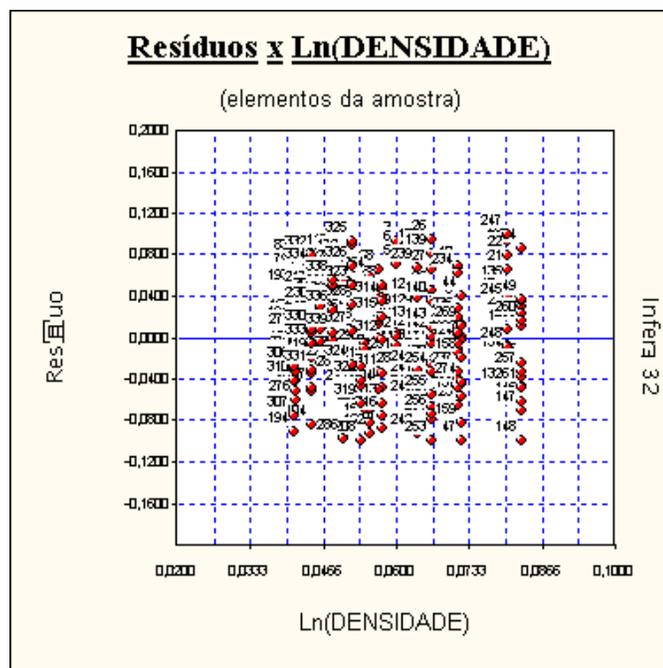
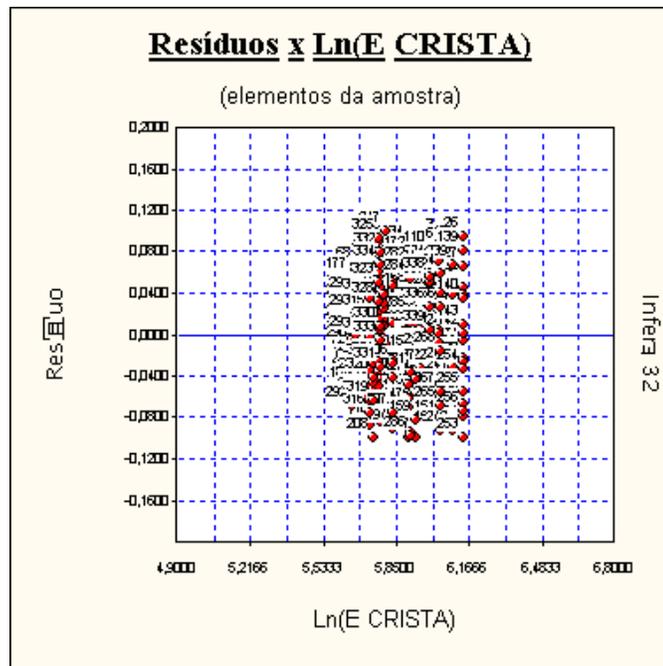


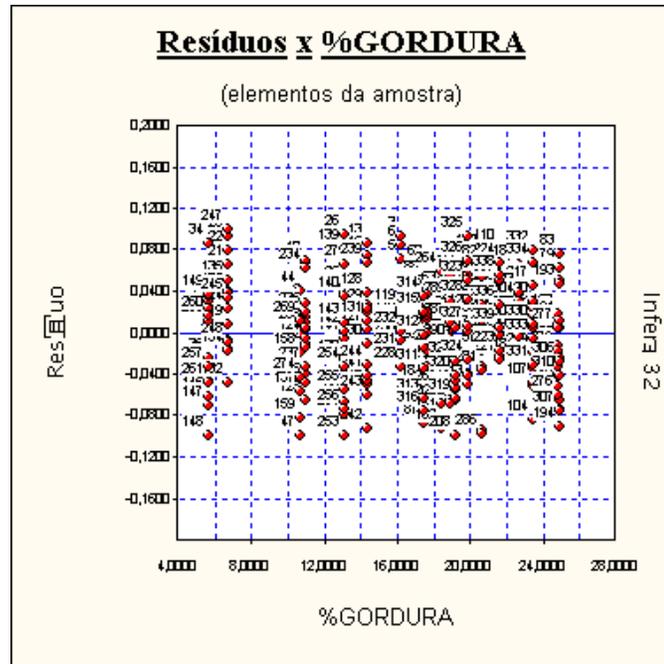
Se os pontos estiverem alinhados e a amostra estiver com os dados ordenados, pode-se suspeitar da existência de auto-correlação.

Resíduos x Variáveis Independentes

Verificação de multicolinearidade :







Formação dos Valores

Variáveis independentes :

- vel = 1,0582010000
- PESO = 742,6170000000
- E CRISTA = 418,7170000000
- DENSIDADE . = ???
- %GORDURA = ???

Falta informar o valor de algumas variáveis independentes do objeto sob avaliação.

Varição da Função Estimativa

Varição da variável dependente (min fx Fora) em função das variáveis independentes, tomada no ponto de estimativa.

Variável	dy/dx (*)	dy % (**)
vel	-0,6029	0,0000%
PESO	$6,1153 \times 10^{-4}$	0,0000%
E CRISTA	$-1,1430 \times 10^{-3}$	0,0000%
DENSIDADE E	$-1,3919 \times 10^{1002}$	0,0000%
%GORDUR A	-0,2972	0,0000%

(*) derivada parcial da variável dependente em função das independentes.

(**) variação percentual da variável dependente correspondente a uma variação de 1% na variável independente.

Gráficos da Regressão (3D)

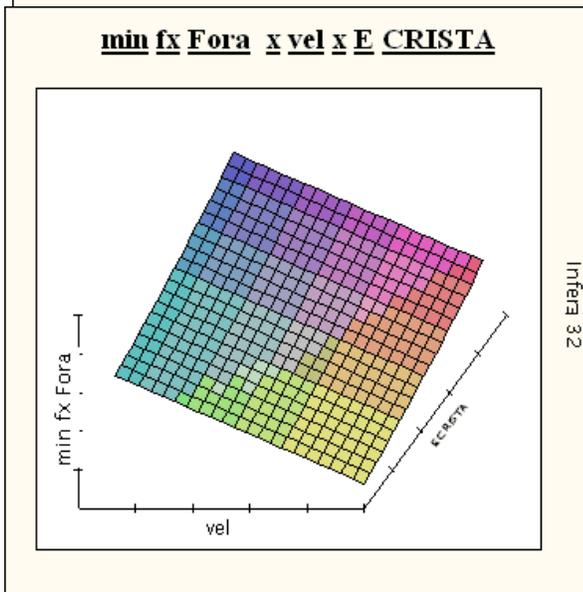
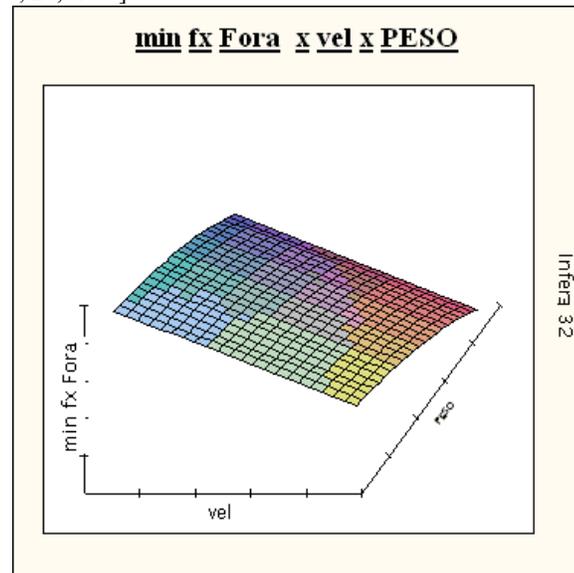
Calculados no ponto médio da amostra, para :

- vel = 0,8096
- PESO = 613,8343
- E CRISTA = 353,9846
- DENSIDADE = 1,0592
- %GORDURA = 17,3516

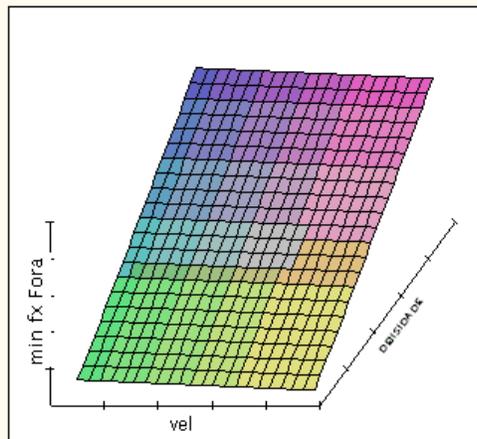
Limites dos eixos dos gráficos :

- min fx Fora : [-0,5790 ; -0,0830]
- vel : [0,5464 ; 1,1904]
- PESO : [491,4810 ; 843,6600]
- E CRISTA : [287,7620 ; 465,9352]
- DENSIDADE : [1,0422 ; 1,0863]

• %GORDURA : [5,6417 ; 24,9198]

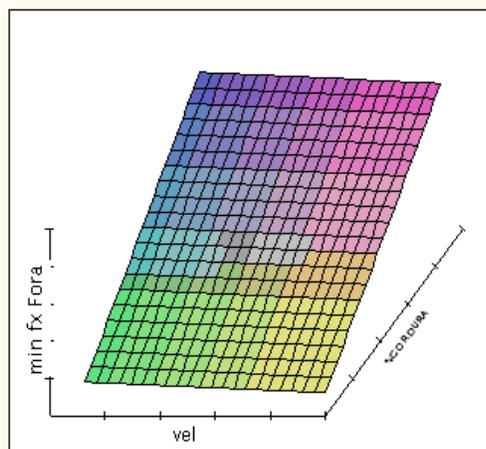


min fx Fora x vel x DENSIDADE



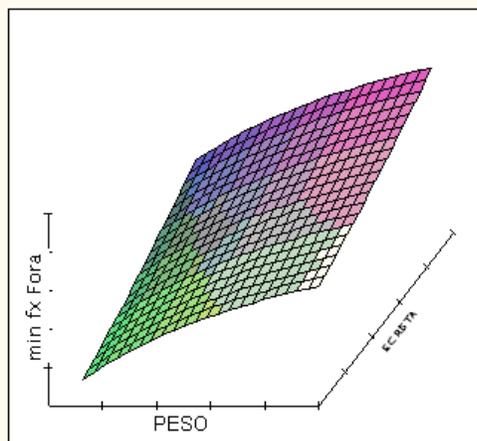
Infera 32

min fx Fora x vel x %GORDURA



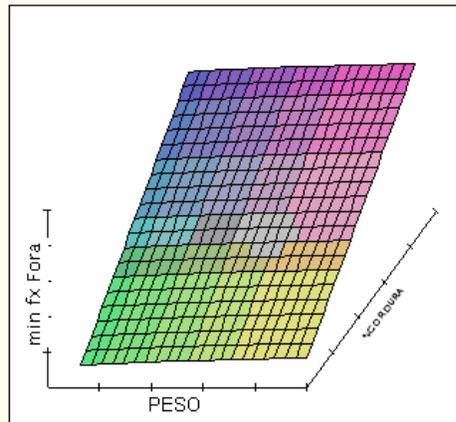
Infera 32

min fx Fora x PESO x E CRISTA



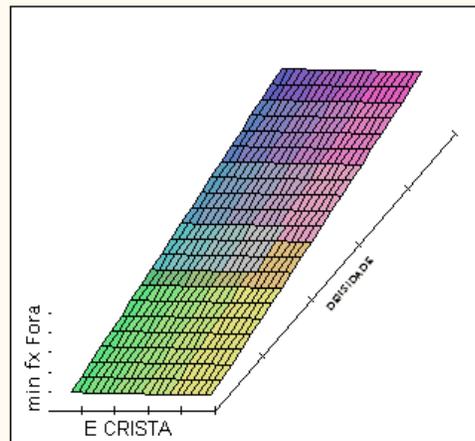
Infera 32

min fx Fora x PESO x %GORDURA



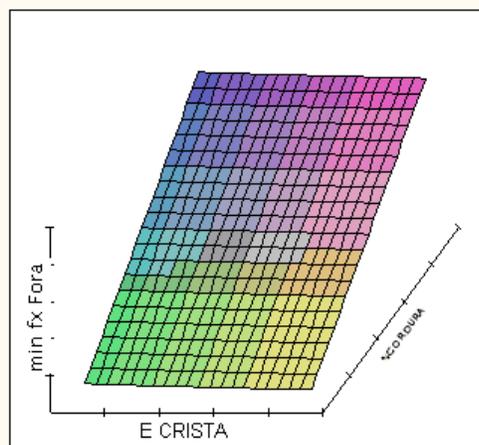
Inferia 32

min fx Fora x E CRISTA x DENSIDADE

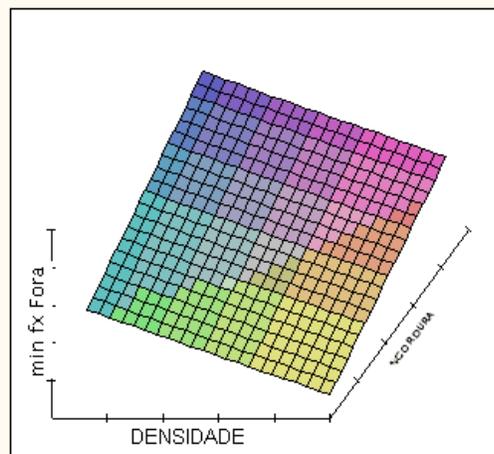


Inferia 32

min fx Fora x E CRISTA x %GORDURA



Inferia 32

min fx Fora x DENSIDADE x %GORDURA

Inferia 32

ANEXOS

ANEXO A - Aprovação do comitê de ética

ANEXO B – Termo de consentimento livre e esclarecido

ANEXO A

ANEXO B**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto, sendo que todos os dados a meu respeito serão sigilosos.

Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos e/ou procedimentos de tratamento serão feitas em mim.

Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome**por****extenso**

Assinatura _____ Florianópolis, ____/____/____